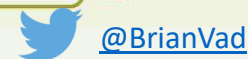




VEJEN TIL STORSKALA PRODUKTION AF POWER-TO-X OG FLYDENDE EL I ET BÆREDYGTIGT ENERGISYSTEM

*Høring om Power-to-X,
Folketingets Klima-, Energi- og Forsyningsudvalg*

Brian Vad Mathiesen, Aalborg Universitet,
30. Januar 2020, Landstingssalen, Christiansborg





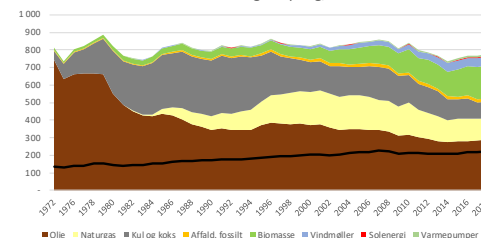
Hvorfor er Danmark den perfekte test-bed?

- Snart mere end 50 procent vindmøllestrøm i elsystemet
- Kan forbindes med fjernvarmeproduktion og dele af gassystemet
- Ambitiøse politiske mål for 2030 og 2050
- Vi har forskning i alle tre elektrolysetyper
- Vi har virksomheder indenfor mange delkomponenter til Power 2 X og electrofuels

- ***Ideelt til test of afprøvning af storskala power 2 X / electrofuels***
- ***First mover på identifikation af problemer og muligheder, teknologi og markedsdesign = beskæftigelse og virksomheder***

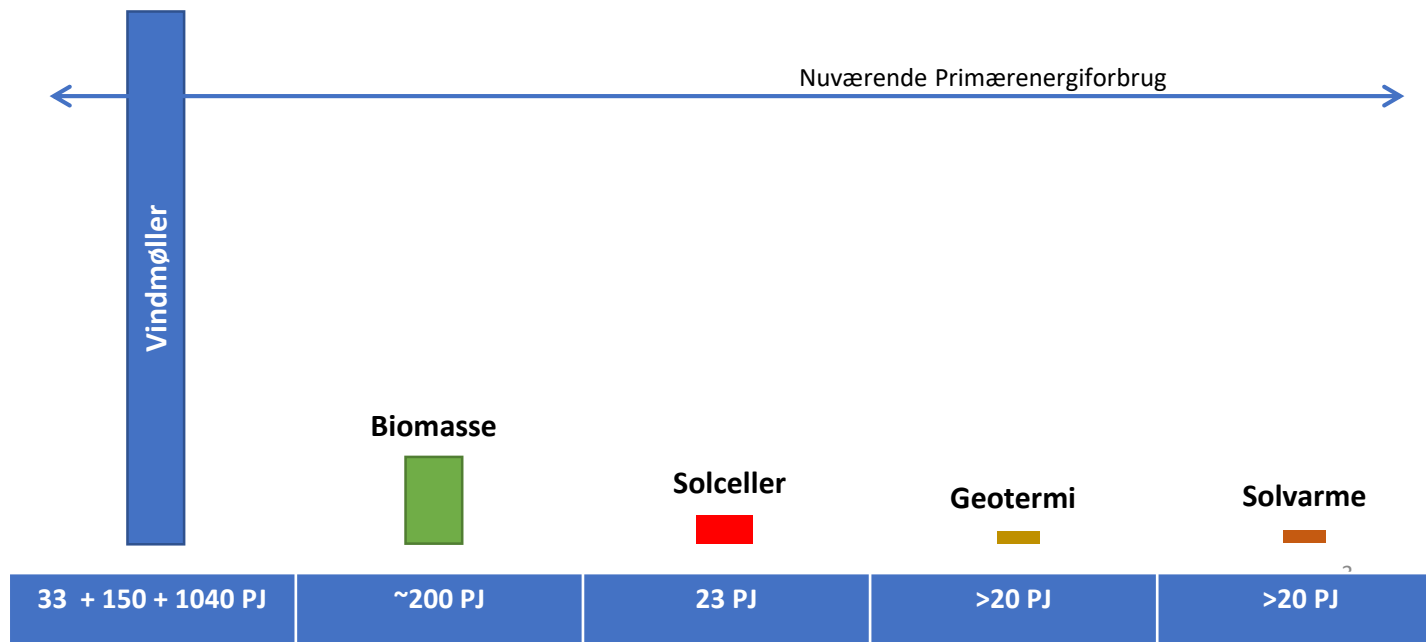


Primær energiforsyning, PJ





Udvalgte danske VE Potentialer





Energilagrning

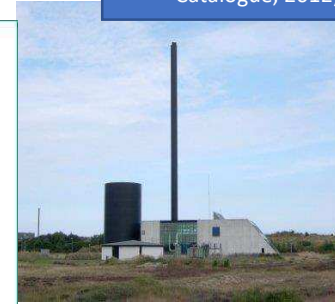
Pump Hydro Storage
175 €/kWh

(Source: Electricity Energy Storage Technology Options: A White Paper Primer on Applications, Costs, and Benefits. Electric Power Research Institute, 2010)

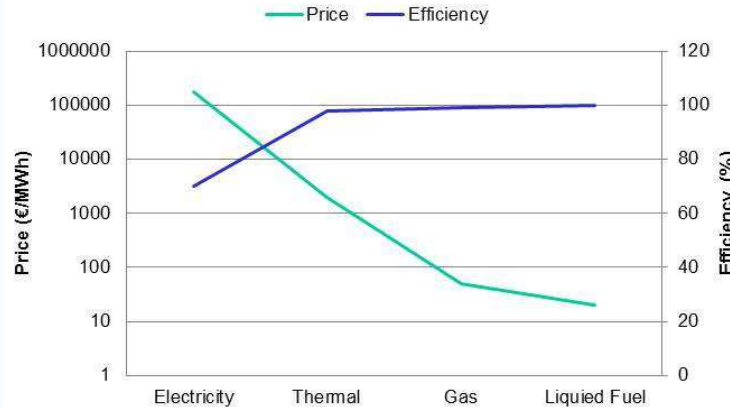


Thermal Storage
1-4 €/kWh

(Source: Danish Technology Catalogue, 2012)



Energy storage: Price and Efficiency



Oil Tank
0.02 €/kWh

(Source: Dahl KH, Oil tanking Copenhagen A/S, 2013; Oil Storage Tank. 2013)



Natural Gas Underground Storage
0.05 €/kWh

(Source: Current State Of and Issues Concerning Underground Natural Gas Storage. Federal Energy Regulatory Commission, 2004)

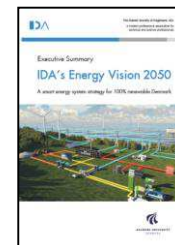




Top 10 investeringer mod 100% vedvarende energi i 2050



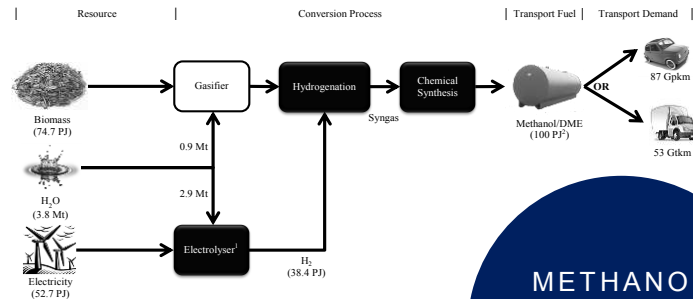
	Teknologi	Estimat på merinvesteringer frem mod 2050 i et ud af mange 100% VE scenarier i milliarder kroner
1	Boligrenovering	220
2	Vindmøller	210
3	Individuelle varmepumper	110
4	Fjernvarmeudvidelse	41
5	Electrofuel produktion	33
6	Solceller	20
7	Individuel solvarme	20
8	Biogas anlæg	20
9	Ladestationer	16
10	Store varmepumper i fjernvarmen	15



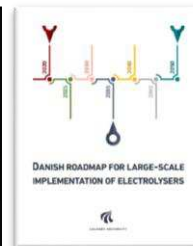
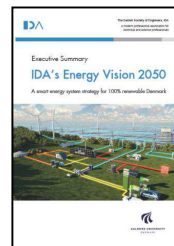


Transport, vedvarende energi og biomasse

- ✓ Vækst i transporten i fremtiden (men lavere vækst end hidtil)
- ✓ Omlægning til kollektiv transport og direkte el
- ✓ Indirekte el i elbiler
- ✓ Electrofuels (gas og flydende) til den tunge transport
- ✓ Matematikken og fysikken giver at biodiesel, bioethanol og biogas kan kun dække nichebehov i transporten



METHANOL
DME
ELLER
METHAN?



Vi skal bruge langt mere el – nye forbrug er fleksible

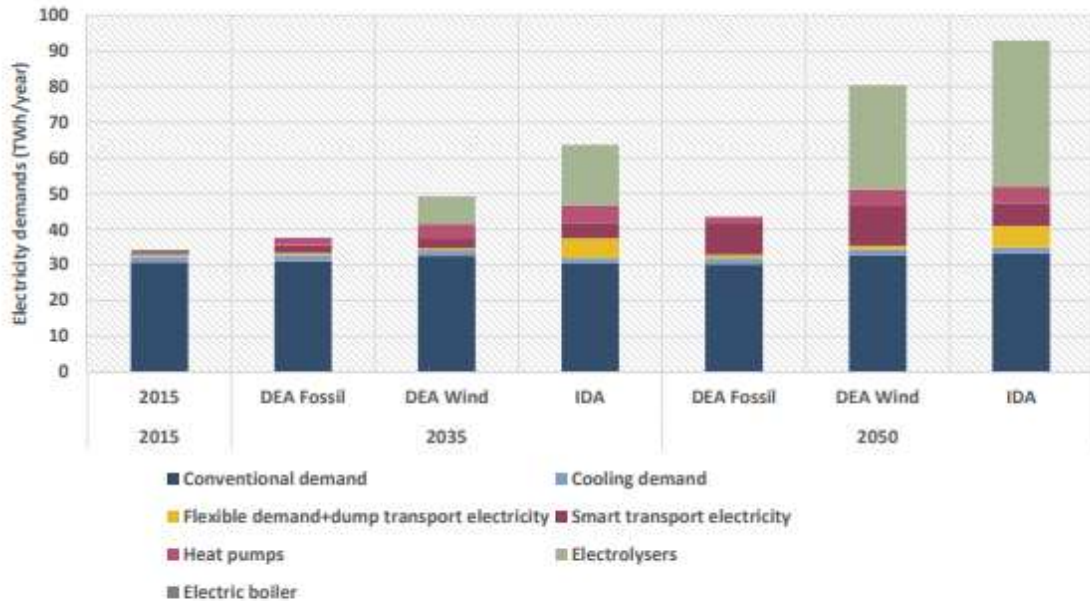
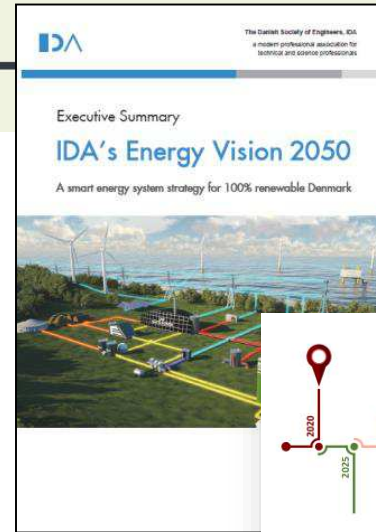


Figure 31: Electricity demands in the 2015, 2035 and 2050 scenarios





Nye kapaciteter på forbrugssiden

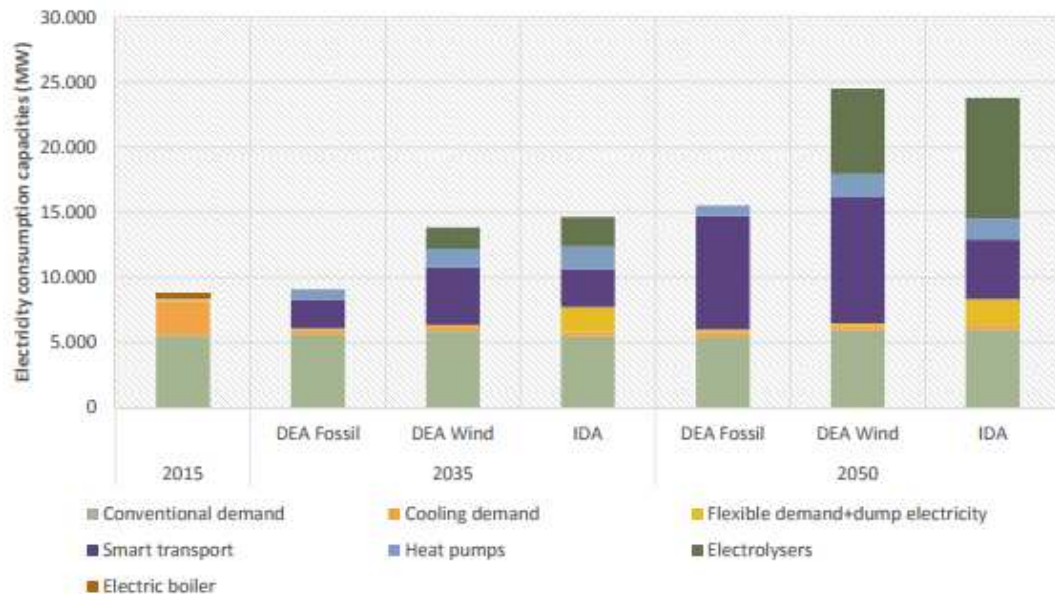
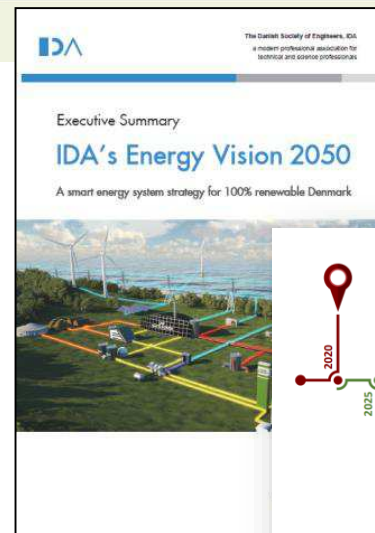


Figure 32: Electricity consumption capacities in the 2015, 2035 and 2050 scenarios



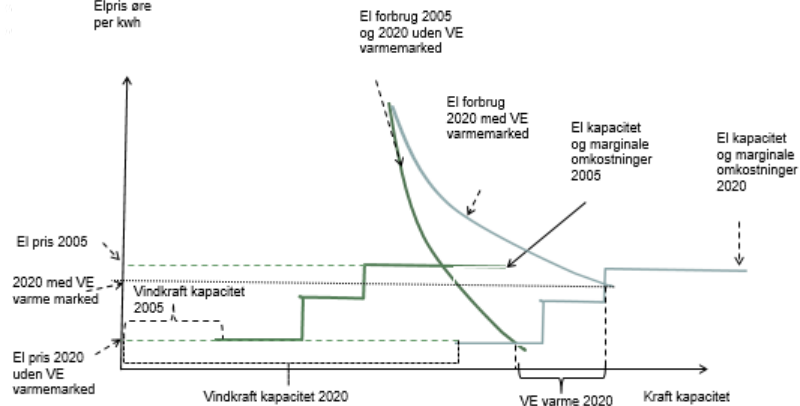
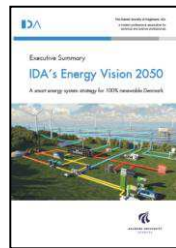
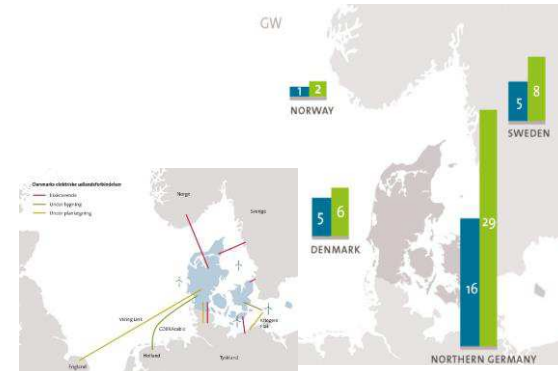
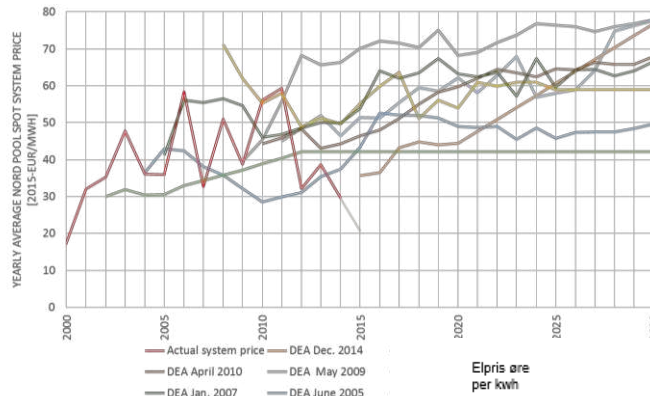
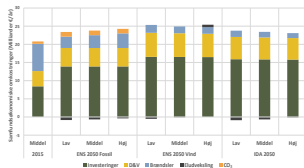


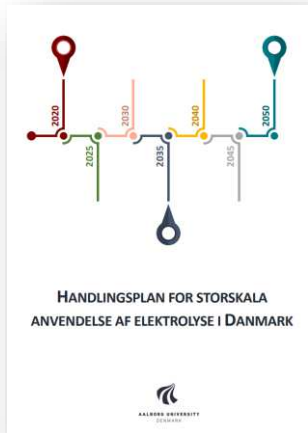
Omkostninger for det samlede system?

.... det innovative systemdesign er afgørende for de samlede omkostninger...

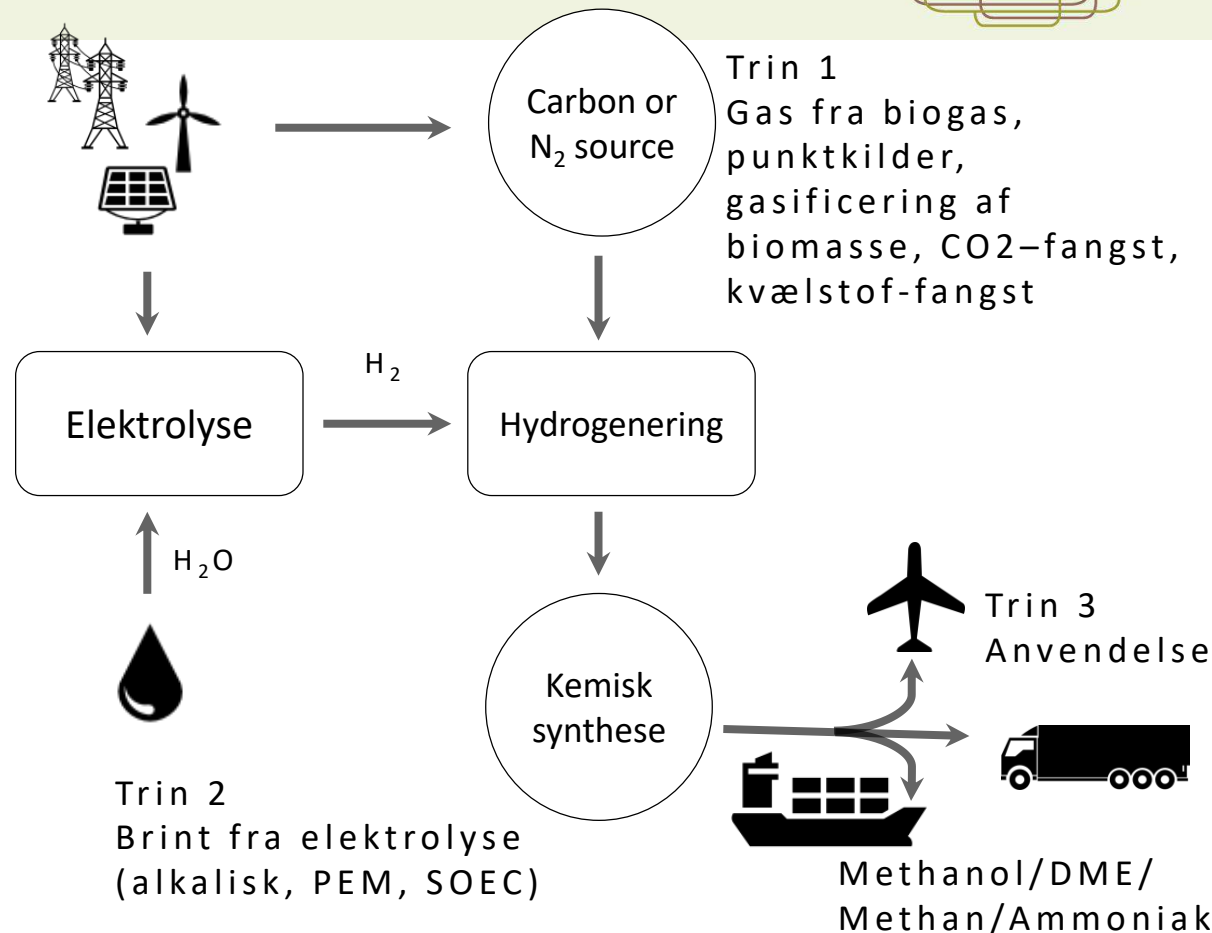
... 100% VE kan lade sig gøre med lave/samme omkostninger som nu

... det haster og finde balancen mellem teknologiinvesteringerne i det integrerede energisystem af hensyn til de samlede omkostninger





- Enkelte teknologier er helt modne, andre er ikke (TRL – levels)
- Sammensætning af komplekse anlæg og opskalering er nødvendig
- Alle muligheder skal testes





Fase 1: Markedsmodning – fra 2020 - 2023

- Demonstration af P2G og P2L systemer

- Elektrolysekapacitet på mellem 1-3 MWeI per anlæg. Samlet en total installeret kapacitet i størrelsesordenen 7 til 10 MWeI (3 til 5 anlæg).
- Primært fokus på alkalisk elektrolyse og PEM-baseret elektrolyse, men i takt med at SOEC teknologien opnår det ønskede teknologiske parathedsniveau, bør fokus omstilles mod denne teknologi (til en start evt. 0.5 MW anlæg her)
- Anbringelse af anlæg som muliggør fremtidig tilslutning til el-, varme- og gasnetværk.
- Demonstration af elektrolyse integreret med vindmøller. Løse driftsproblemer og koble den nødvendige teknologiske udvikling mod et forbedret samspil med resten af energisystemet. (fleksibel drift med vedvarende energikilder som vind og biogas)
- Forskellige konfigurationer afprøves for
 - At maksimere synergien mellem anlægskomponenterne og fleksibiliteten og for at skabe nye indtægtskilder såsom ved fjernvarmeforsyning.
 - Forgasning af biomasse med tilføjelse af elektrolyse brint til skabelse af flydende brændsler
 - Opgradering af biogas ved hjælp af elektrolyse til gas og flydende brændsel (fleksibel drift med biogas)
 - Koncentreret CO₂ indfangning fra enkeltstående udledningsskilder (f.eks. kraftværker eller industrielle anlæg) med elektrolyse til flydende- og gasbrændsel
 - Gassystemer og lagre (brint, CO₂, syntesegas, biogasnet mv)
- Faldgruppe at gå 100% over methan for at finde de flydende brændsler:
 - Hvis vi kun lægger demoanlæg op af naturgassystemet, er der risiko for, at vi ikke afdækker alle muligheder – og dermed heller ikke får udnyttet vores fordele fuldt ud



HANDLINGSPLAN FOR STORSKALA ANVENDELSE AF ELEKTROLYSE I DANMARK





Fase 1: Markedsmodning – fra 2020 - 2023

- **Regulatorisk - Nye markedsvilkår for anvendelse af elektrolyse bør afprøves i perioden frem til 2023**
 - Reduktion af risiko frem mod 2023: Gas/flydende brændsler produceret ved elektrolyse kan og bør ikke anses som konkurrent til etablerede fossile brændsler som naturgas, diesel og benzin. Elektrofuels er en del af et nyt marked af transportbrændsler baseret op VE. Derfor er der en stor risiko ved overhovedet at investere i nye teknologier, og denne risiko bør reduceres.
 - Innovationsmarked:
 - Vigtig at skabe særlige markedsvilkår så disse nye anlæg kan konkurrere med etablerede og billigere teknologier.
 - Anlæg: En mulighed kunne være udbud af anlægstilskud til 7 til 10 MWe eller 3-5 anlæg, svarende til eksempelvis 30% af investeringen.
 - Drift: Innovationsmarkedet gælder elmarkedet, elinfrastruktur, gasinfrastruktur:
 - Ikke grundlast – men drift for elektrolyse 50% af tiden. Elektrolyse skal spille sammen med elsystemet (eks. vind og elinfrastruktur, behov for kraftværker mv)
 - Kulstof/kvælstof – fangst og lager skal spille sammen med brintproduktion og slutproduktion. Kræver god placering med hensyn til lagre og gasnet – samt anlægstilskud og krav/mulighed for særlig drift
 - Eltariffer skal tilpasses, så det er billigt (gratis) at bruge nettet på tidspunkter, hvor der er ledig kapacitet og omvendt meget meget dyrt på andre tidspunkter
 - Der skal åbnes mulighed for private elnet mellem VE og elektrolyse. Men disse skal så straffes med en høj tariff, hvis det bliver nødvendigt at bruge det overordnede net.



HANDLINGSPLAN FOR STORSKALA ANVENDELSE AF ELEKTROLYSE I DANMARK





Fase 1: Markedsmodning – fra 2020 - 2023

- Regulatorisk - Nye markedsvilkår for anvendelse af elektrolyse bør afprøves i perioden frem til 2023

- Placering:
 - Nærhed til elektricitet fra vedvarende kilder (for at begrænse behovet for at udvide distribution og/eller transmissionsnetværk)
 - Nærhed til fjernvarme (for at kunne anvende overskudsvarme) og
 - Nærhed til gasnetværket (hvis nødvendigt)
- Brug af niche gas- og brintmarkeder som slutbrændsel (med fokus på at afprøve driftsforhold)
- Udvikle nye (tekniskadministrative) blandingsstandarder
 - Ifølge blandingsstandarderne bliver metanol og DME på nuværende tidspunkt anset som oxygenatorer, med tilladte blandingsforhold på op til henholdsvis 3% og 22% (måske mere) af den samlede volumen. De tilladte blandingsforhold stammer fra 1985. Men dette er ikke tilladt eller et krav.
 - Teknisk set kunne man blande 15% metanol i benzin. Men dette er ikke tilladt eller et krav. Det er muligt at køre på 100% DME/Metanol med tilpassede motorer.
- Behov for målrettede iblandingskrav for
 - Skibe, Lastbiler, Fly (ikke personbiler/varebiler som skal over på el – her kunne man have elektrificeringsmål)
- Oprettelse af et videnscenter for opsamling og kommunikation af demonstrationsanlæg
- Sikre midler til demonstration og mere langsigtet innovation og forskning

- Innovation og forskning

- Forsknings- og udviklingsaktiviteter på centrale teknologier: SOEC, forgasning af biomasse (Pyroner og Viking), Indfang af CO₂ fra stationære udledningskilder og luft (og CCU), brændsel til flytrafik fra P2L
- Afprøvning på forskellige fartøjer



HANDLINGSPLAN FOR STORSKALA ANVENDELSE AF ELEKTROLYSE I DANMARK

