



# ClusterNorthH2

De første skridt til brintinfrastruktur i  
Midt- og Nordjylland

# DANMARKS FØRSTE BRINTINFRASTRUKTUR?

PtX-sektoren i Danmark er stadig i sin spæde opstart, og der dukker ofte nye PtX-projekter og -samarbejder op på tværs af landet. I januar 2022 var der offentliggjort 24 projekter på tværs af Danmark med en samlet potentiel elektrolyseproduktion på 6,5 GW i 2030<sup>1</sup>. Projekterne har typisk hver sin værdikæde, som ofte inkluderer brintproduktion og -forbrug til f.eks. PtX-brændstoffer, grøn strømproduktion og udvikling af PtX-teknologier. Trods store og komplekse værdikæder i nogle af projekterne, så er de ofte begrænset til et relativt begrænset geografisk område.

de tekniske og økonomiske muligheder ved at blive forbundet med brintinfrastruktur, rør og lager.

Mere konkret er det blevet undersøgt, hvordan brintproduktion fra området omkring Mariager Fjord og Greenlab Skive kan forbindes med et brintlager omkring Lille Torup samt et brintforbrug i Greenlab Skive og Aalborg. Forundersøgelsen konkluderer, at i det ca. 170 km. sammenhængende brintnet vil transporten af brint koste 1,3-2 kr./kg, afhængig af afskrivningshorisonter. Teknisk understreger analysen fordelene ved at drifte et brintnet ved det samme tryk (ca. 35 barg), som brintproducenterne leverer brinten ved.

**Forundersøgelsen konkluderer, at i det ca. 170 km. sammenhængende brintnet vil transporten af brint koste 1,3-2 kr./kg, afhængig af afskrivningshorisonter.**

ClusterNorthH2 identificerede denne trend og stillede sig selv spørgsmålet: Vil der være tekniske og økonomiske gevinster, hvis projekterne bliver bundet sammen af brintinfrastruktur<sup>2</sup>? Hypotesen er, at der kan være store synergier, da PtX-aktørerne ikke selv kan styre mængden af vind og sol, som er afgørende for, hvornår der produceres brint.

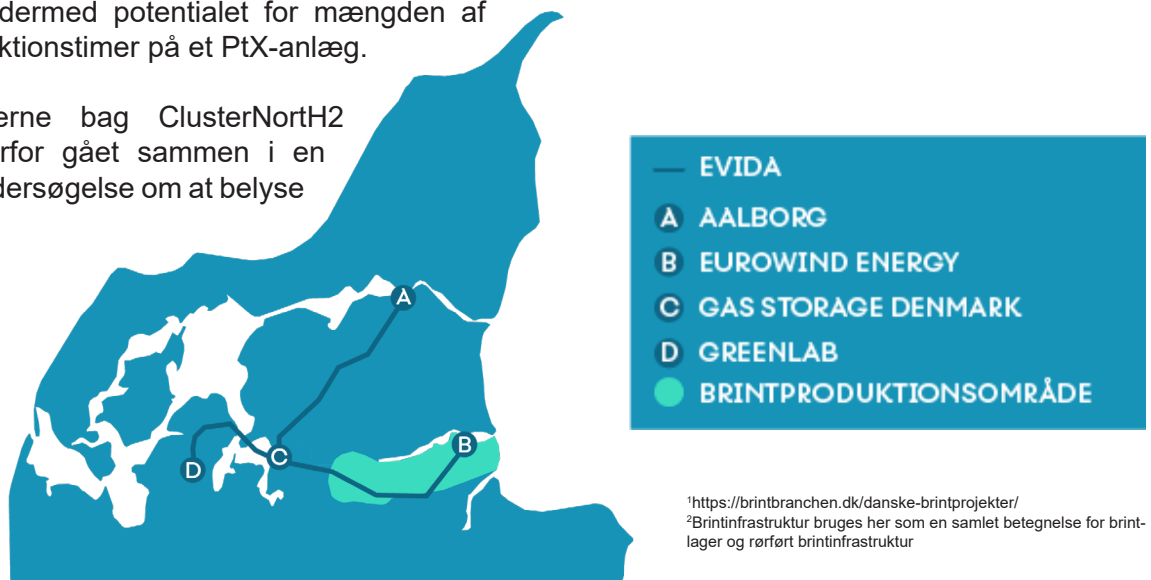
Ved tilkobling til brintinfrastruktur skal hver PtX-aktør således ikke balancere egen brintproduktion og -forbrug og får samtidig adgang til at afgive overskydende brint til en fælles infrastruktur. Infrastrukturen sikrer således stabil forsyning til produktion af grønne brændstoffer og øger dermed potentialet for mængden af produktionstimer på et PtX-anlæg.

Partnerne bag ClusterNorthH2 er derfor gået sammen i en forundersøgelse om at belyse

til højest mulig opetid for brintproducenterne og -forbrugere.

ClusterNorthH2 projektets resultater er det første skridt mod realisering af brintinfrastruktur i det midt- og nordjyske, som på sigt forventes at blive tilkøbt på et nationalt brintnet. Parterne er bevidste om, at den rørførte del af brintinfrastrukturen nødvendigvis bør udbygges og senere tilpasses i takt med udviklingen af behov hos såvel producenter som forbrugere. De næste skridt for rørføringerne bliver en mere detaljeret kortlægning af hvorvidt og hvordan det første brintnet i Danmark kan etableres frem mod 2030.

Derudover viser de tekniske resultater også vigtigheden af, at et storskala brintlager er tilkøbt brintnettet for at balancere ujævnheder mellem forbrug og produktion, samtidig med at det bidrager



<sup>1</sup><https://brintbranchen.dk/danske-brintprojekter/>

<sup>2</sup>Brintinfrastruktur bruges her som en samlet betegnelse for brint-lager og rørført brintinfrastruktur



# Sammenkobling af brintproducenter og -forbrugere i Midt- og Nordjylland

Herunder beskrives de overordnede forudsætninger for, hvordan beregningerne er foretaget og går dernæst i dybden med resultaterne for brintinfrastrukturen. De præcise tekniske forudsætninger og detaljer kan ses i Appendix A.

## Overordnet beskrivelse af forudsætningerne og scenarierne

Mængden og placeringen af den fremtidige brintproduktion og -forbrug i Danmark er svær at spå om og samtidig skal det sikres, at den første rørførte brintinfrastruktur kan tilpasses og udvikles, så den også kan håndtere fremtidens behov

for brinttransport. Parterne bag ClusterNorth2 repræsenterer både fremtidige brintproducenter og -forbrugere, hvorfor disse er blevet interviewet med henblik på at forstå deres forventninger. Derudover er Hydrogen Valley blevet interviewet for at belyse forventet forbrug omkring Aalborg.

De afgivne svar er dernæst blevet behandlet og analyseret for at give en indledningsvis forståelse af, hvor meget brint der går ind og ud af et brintlager og samtidig give indblik i hvad det koster at transportere brint på tværs af Midt- og Nordjylland.

Overordnet set bygger forventninger og beregninger for den rørførte brintinfrastruktur på følgende forudsætninger for brintproduktion og -forbrug:



Der produceres brint omkring Mariager Fjord i forbindelse med de store VE-ressourcer, der er tilgængelige



Der forbruges brint omkring Aalborg til metanolproduktion



Greenlab Skive er både producent og forbruger af brint, men forventes indledningsvist at have et nettooverskud af brint, hvorfor Greenlab Skive vil afsætte brint til brintinfrastrukturen

De gennemførte interviews samt efterfølgende simulering og optimering resulterede i en total elektrolysekapacitet på 470 MWe og et totalt balanceret forbrug på ca. 1400 GWh. Med et balanceret forbrug menes, at simuleringerne og efterfølgende optimering giver plads i systemet til et sådant forbrug.

Forbruget kan f.eks. gå til metanolproduktion omkring Aalborg. Forbrug, produktion og lager, som skitseret her, forventes i en opstartsfasen at skulle balancere sig selv i et relativt lille infrastruktursystem. Når øvrige rørføringer tilbygges, så åbner det naturligvis op for øgede muligheder i balancering og dermed for øget produktion og forbrug. Den skitserede brintinfrastruktur kan meget vel blive den første

i Danmark, hvorfor den i første omgang også danner udgangspunktet for beregningerne i denne analyse.

Det vil være ovenstående elektrolysekapacitet, som de efterfølgende resultater bygger videre på. Mængderne og beregningerne skal ses som indledningsvise estimater, da det som nævnt bygger på interviews af få PtX-aktører i det midt- og nordjyske. Jo flere producenter og forbrugere der tilkøbes, jo billigere vil det blive at transportere brinten rundt i infrastrukturen. Som nævnt sidst i rapporten, så er en af de næste skridt for ClusterNorth2 en detaljeret kortlægning af mulighederne for yderligere brintproduktion og -forbrug.

## Beregninger for transport af brint via rørført brintinfrastruktur

Evida har knap et årtis erfaringer og viden relateret til tilkoblinger af 51 biogasanlæg. En viden som er blevet udbygget i et samarbejde med DNV med fokus på transportomkostninger for brint. Denne viden er her anvendt til beregningerne for, hvad det vil koste, hvis brinten i den rørførte brintinfrastruktur skal transporteres mellem de tilkoblede aktører. Den samlede investeringsomkostning til etablering<sup>3</sup> forventes at være ca. 1 mia. kr., hvilket resulterer i en transportomkostning på 2 kr./kg. brint ved en afskrivningsperiode på infrastrukturen på 20 år og på 1,3 kr./kg. brint ved 40 år<sup>4</sup>. Sammenholdt med en potentiel dansk brintproduktion på ca. 14 kr./kg.<sup>5</sup>, så vil transportudgiften således udgøre ca. 9-15% i det beregnede scenarie. Til sammenligning vil det kræve minimum 32 fyldte lastbiler pr. døgn at transportere den samme mængde brint.

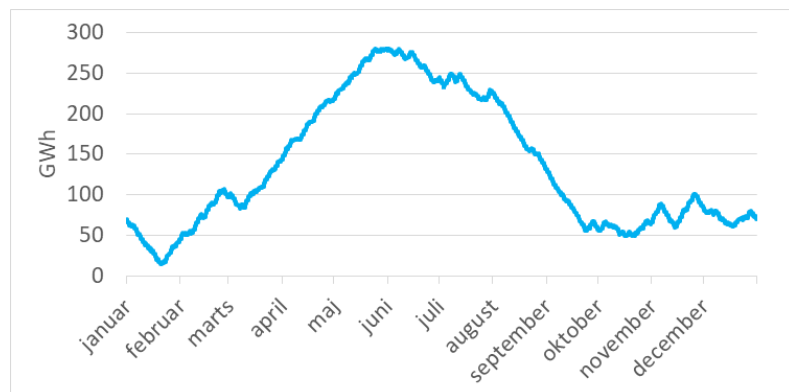
## Beregninger for brug af lager til balancering af brintinfrastruktur

Rørført brintinfrastruktur kan i sig selv fungere som et kortvarigt lager (over nogle timer), hvis der er ubalance mellem produktion og forbrug. Til længerevarende balancering, når produktionen af brint i Nordjylland er større end forbruget, eller omvendt, så er et lager nødvendigt, hvis infrastrukturen skal kunne tilbyde forbrugerne en høj forsyningssikkerhed. Uden et lager vil det være uundgåeligt at skulle afvise indfødnin af brint fra producenter og samtidig nedjustere mængden af timer, hvor forbrugerne kan trække brint ud af brintnettet.

Gas Storage Denmark har vurderet, at der potentielt kan blive to kaverner klar til brint i Lille Torup i 2026, som hver har en kapacitet på 140 GWh, svarende til ca. 40 mio. Nm<sup>3</sup> eller ca. 3500 Ton brint. Det svarer til batterikapaciteten i 2 millioner elbiler. Et brintlager med to kaverner og en samlet kapacitet på ca. 7000 Ton brint, kan i opstartsfasen af det danske brintmarked understøtte et system med 1-2 GW elektrolyse, afhængig af produktions- og forbrugsprofiler.

I produktions- og forbrugsscenariet, som beskrevet ovenfor, er det også analyseret, hvordan brinten vil flyde ind og ud af et potentielt lager over et år.

Resultatet ses herunder i Figur 2.



Figur 2: Lagret brint i løbet af et simuleret år

De overordnede forventninger er, at lageret fyldes op hen over sommeren, høj VE produktion fra sol og vind samt lavere elforbrug giver mulighed for en øget brintproduktion. Derudover ses mange små spikes, som indikerer tidspunkter, hvor der tilføres brint til lageret. Når de mange spikes lægges sammen vil det beregnede scenarie faktisk tømme og fylde lageret 2,7 gange hen over året, hvilket giver et indtryk af vigtigheden af et brintlager koblet på den rørførte brintinfrastruktur. I dag tømmes og fyldes naturgaslageret mindre end 1 gang pr. år, hvilket blot indikerer, at et brintlager er yderst centralt for at balancere den fluktuerende produktion og forbrug i et fremtidigt brintmarked.

Lageret sikrer, at elektrolyseanlæggene kan producere og levere brint, når vinden blæser og elpriserne er lave. Samtidigt muliggør lageret, at forbrugerne kan anvende brinten, når de finder det optimalt og bidrager samtidigt til en øget forsyningssikkerhed. Dertil kommer, at drift af lager og rørledninger kan optimeres, så den samlede lager- og transportkapacitet maksimeres og omkostningerne minimeres.

Dette er forudsætningen for omkostningseffektiv, grøn brint med høj forsyningssikkerhed. Dermed kan en samlet brintinfrastruktur blive katalysator for udviklingen af et dansk brintmarked, der er attraktivt for brintproducenter og -forbrugere. Et brintlager forventes at blive drevet med åben tredjepartsadgang, på lige fod med metangaslageret i dag i Lille Torup.

<sup>3</sup>Driftsomkostninger er ikke inkluderet, da det endnu er ukendt

<sup>4</sup>Beregningerne bygger på en LCOE-beregning med en diskonteringsrente på 3,5%

<sup>5</sup><https://energinet.dk/ptxinfrastruktur>

# Opsummering af resultater

Ovenstående beregninger relateret til brintinfrastruktur i et ca. 170 km. sammenhængende brintnet i det midt- og nordjyske kan opsummeres til:



I scenariet transporteres og forbruges brint fra ca. 0,5 GW elektrolyse spredt udover det midt- og nordjyske



Transportomkostningen estimeres på baggrund af etableringsomkostningerne til at være 1,3-2 kr. ved hhv. 40 og 20 års afskrivningshorisont



At klargøre to kaverner til brint ved det eksisterende metan-gaslager i LI. Torup forventes at koste 900 mio. kr.

## Næste skridt

Forundersøgelsen indikerer således, at det er muligt, at brintinfrastruktur forbinder brintproducenter, -forbrugere og -lager i det midt- og nordjyske. Det næste skridt i ClusterNorthH2 bliver at undersøge, hvorvidt og hvordan det praktisk kan lade sig gøre, at etablere Danmarks potentielt første kollektive brintinfrastruktur.



## Partnerne bag projektet



Evida: Statens gasdistributionsselskab, som bidrager med 35 års viden om og erfaring med etablering og drift af rørført infrastruktur i Danmark. Evida har nu mere end otte års erfaring med at tilkoble biogasanlæg, som er decentralt placeret, og balancere et gasnet og et gasflow med mange flere kilder end tidligere. Med en forventning om en tilsvarende decentral udbygning med brint kan denne erfaring bringes i spil.

## Eurowind Energy™

Eurowind Energy A/S er en international virksomhed med hovedsæde i Danmark, der gennem årene har udviklet sig til at være en ledende udvikler og operatør af vindmølle-, solcelle- og hybridprojekter. Eurowind Energy bidrager med viden om produktion af grøn brint med elektrolyse direkte tilkoblet til vind- og solparker. Eurowind Energy ønsker at indgå i et partnerskab for at skabe en brintinfrastruktur med kilder fra vedvarende energy, da målet om at skabe en brintinfrastruktur er en strategisk vigtig enabler for den grønne omstilling.

## GreenLab

GreenLab er en grøn og cirkulær industripark for virksomheder, der gerne vil bidrage til den grønne omstilling, et nationalt forskningscenter og en teknologi-katalysator. GreenLabs rolle er at bidrage med sine erfaringer i arbejdet med værdikæder, samt at indgå som en konkret case, der kan give grundlag for drøftelser og læring på tværs af de deltagende parter.

## — GAS STORAGE DENMARK —

Gas Storage Denmark: Gas Storage Denmark, et datterselskab i Energinet, ejer og driver Danmarks to eksisterende undergrundslagre. Gas Storage Denmark har mere end 30 års erfaring med at drive kritisk infrastruktur i form af storskala energilagring i undergrunden. Denne erfaring bringes med ind i ClusterNorth2-projektet. Gas Storage Denmark tror på, at storskala brintlagring bidrager med den forsyningsikkerhed, som er essentiel for fremtidens klimaneutrale energisystem. Derfor er det også netop denne teknologi, og målet om lige adgang for alle, Gas Storage Denmark indgår i ClusterNorth2 med.

# Appendix A: Tekniske og økonomiske forudsætninger for beregningerne

Følgende antagelser er benyttet i den teknoøkonomiske analyse af ClusterNorthH2

Brintkvalitet	Brinten lever op til gældende standarder med en renhed på >99,998%
Brændværdi for brint	Der regnes med en øvre brændværdi for brint på 0,0394 MWh/kg
Densitet	Der er regnet med en normaldensitet på 0,0899 kg/Nm <sup>3</sup>
Leveringstryk for elektrolyseanlæg	35 bar(g)
Dimensionering af rør	Er foretaget ud fra en statisk betragtning ud fra den dimensionerende case
Design af rørledningssystemet	Ud fra de forhold der gør sig gældende i denne case er rørnettet dimensioneret til 12".
Brintproduktion	Sammenlagt elektrolysekapacitet på 470 MWel med 4000 fuldlasttimer og en virkningsgrad på 75%
Kalkulationsrente	Der er benyttet en samfundsøkonomisk kalkulationsrente på 3,5%
Timelig optimeringsmodel	Der er til den timelige optimeringsmodel benyttet spotpriser for 2020 med en antagelse om produktion i de 4000 billigste timer
Brintlager	Der er antaget at lageret har en startkapacitet på 25% af maksimale kapacitet i starten af året
Komponenter, materialer, stationer, etablering mm. relateret til den rørførte infrastruktur	Omkostninger til disse er baseret på erfaringspriser og indhentede tilbud





# ClusterNorth<sub>2</sub>