Brintbranchen
Hydrogen Denmark

Den danske brint- og PtX-industri kortlagt

BRINT I TAL 2021

Klima. Arbejdspladser. Eksport.

INDHOLD

FORORD 1
OM BRINT I TAL

BRINT I DANMARK 2
EXECUTIVE SUMMARY / KEY FACTS
BRINTBRANCHENS MEDLEMMER DÆKKER HELE VÆRDIKÆDEN

HVOR ER VI I DAG 4
INTERNATIONALE BRINTSTRATEGIER
BRINTFORBRUG I DANMARK
BRINT- OG PTX-PROJEKTER I DANMARK
DET DANSKE BRINTLANDSKAB
ANNONCERET KAPACITETSAMBITION I 2030
TEKNOLOGILEVERANDØRER SKABER DANSKE JOBS
POTENTIALE FOR TEKNOLOGIEKSPORT

STATUS PÅ LOVGIVNING 12
REGULATORISK OVERSIGT

HVOR SKAL VI HEN 13
DANSK BRINT OG PTX MÅLTAL
POTENTIALE FOR STOR ENERGIEKSPORT
AFGØRENDE BIDRAG TIL DANSKE KLIMAMÅLSÆTNINGER

OM BRINT I TAL 17
BRINTBRANCHENS FORBEHOLD

REFERENCER 18

FORORD

Dette er Brintbranchens første udgave af **Brint i tal**. Publikationen præsenterer en række nøglefacts om status for den danske brint- og PtX-sektor, samt analyserer, og kortlægger det fremtidige potentiale på området.

Fremover vil Brint i tal udkomme én gang årligt med opdaterede og udbyggede opgørelser og analyser.

Hovedkonklusionen i Brint i tal 2021 er, at brint- og PtX-sektoren i Danmark er midt i en rivende udvikling, og er gået fra at være et nicheområde til at være en bredt anerkendt nøgle i den grønne omstilling i Danmark og globalt.

Der er nu annonceret projekter på 6+ GW elektrolysekapacitet i Danmark. Det vil have en lang række positive effekter for klimamålsætninger, eksport og arbejdspladser.

Men potentialet er endnu større. Danmark har muligheden for at blive globalt førende på brint og PtX.

Det har vi blandt andet pga. meget gunstig adgang til VE; gode infrastrukturmuligheder og adgang til CO2-kilder, som er nødvendige for e-fuels. Samt ikke mindst stærke , danske virksomheder, der dækker hele værdikæden - fra viden til energiproduktion, teknologiudvikling og systemintegration. Det bliver der efterspørgsel på i hele verden.

Nu er det op til os i branchen såvel som regering og Folketing at få gjort potentialet til virkelighed. Det kræver blandt andet, at vi i lighed med resten af Europa sætter en en markant dansk målsætning der kan drive udviklingen. Så er branchen klar til at levere!

God læselyst.

Tejs Laustsen Jensen
Direktør Brintbranchen

BRINT I DANMARK
EXECUTIVE SUMMARY / KEY FACTS

Der er nu 21 annoncerede brint- og PtX-projekter i Danmark, som tilsammen har en vision om at levere 6+ gigawatt (GW) elektrolysekapacitet i 2030.
Det reflekterer en markant fremtidig udvikling - og allerede i 2022 mangedobles den danske elektrolysekapacitet.

Allerede nu skaber Brintbranchens teknologileverandør-medlemmer over 680 direkte, grønne jobs, primært i provinsen. Dette tal tal forventes at stige markant de kommende år, Brintbranchen estimerer at branchen totalt kan skabe op til 53.000 jobs i 2030.

Brintbranchen vurderer, at Danmark har potentiale for at øge sit kapacitetsmål og realisere 10 GW elektrolysekapacitet i 2030. Det vil resultere i en CO2-reduktion på omkring 5 MtCO2e (dvs. halvdelen af mankoen til 70%-målet (1)), samt bidrage til betydelige emissionsreduktioner udenfor Danmark, qua eksport.

Eksport af PtX-teknologi kan resultere i indtægter på 4-33 mia. kr., hvilket svarer til 4-37 procent af 2019s eksport af grøn energiteknologi og service (afhængig af den opnåede EU-markedsandel). Det er 1-2 gange højere end værdien af gas-eksporten for 2019.

21
annoncerede brintprojekter i Danmark pt.

6+ GW
total elektrolysekapacitet i 2030 i de 20 annoncerede projekter

680+
direkte, grønne arbejdspladser hos Brintbranchens medlemmer, der leverer teknologi og en mulighed for at skabe 53.000 nye brintrelaterede job frem mod 2030

BRINT I DANMARK
BRINTBRANCHENS MEDLEMMER DÆKKER HELE VÆRDIKÆDEN

Brintbranchen har 31 medlemmer, fordelt over hele værdikæden for PtX & brint.

Clusters

GreenLab
HYDROGEN VALLEY
Klimafonden skive

Viden

DTU Management Engineering
Department of Management Engineering
DTU Energy
Department of Energy Conversion and Storage
SDU
AALBORG UNIVERSITY DENMARK
COWI
DGC Danish Gas Technology Centre
DNV
RAMBØLL

Energiproducenter

EUROPEAN ENERGY
Eurowind Energy.
Ørsted
Air Liquide
Crossbridge ENERGY FREDERICIA
STRANDMØLLEN
Everfuel

OEMs

ADVENT
Blue World Technologies
HYUNDAI
BALLARD
GREEN HYDROGEN SYSTEMS
nel
Electrochaea
ITM POWER Energy Storage | Clean Fuel
SIEMENS Gamesa RENEWABLE ENERGY
Swagelok

Infrastruktur

evida
GAS STORAGE DENMARK

HVOR ER VI I DAG

Status for brint og PtX i Danmark er, at der er en annonceret kapacitetsambition på 6+ GW i 2030 i de pt. aktive projekter. Branchen rykker således allerede hurtigt for at indfri det store potentiale.

Men hvis Danmark skal blive et grønt foregangsland på brintområdet, er det afgørende, at der sættes en endnu højere ambition, så den grønne brint kan bidrage til en decarbonisering af flere sektorer, og samtidig sætte gang i et nyt eksporteventyr.

I de følgende afsnit kortlægges den hastigt voksende branchen som den ser ud i dag, og potentialet for yderligere vækst skitseres.

HVOR ER VI I DAG
INTERNATIONALE BRINTSTRATEGIER

Danmark er blandt de få lande i Europa, der endnu ikke har en decideret brintstrategi.

Det på trods af, at Danmark - grundet vores store VE-potentiale i både Nord- og Østersø, og en strategisk rigtig geografisk placering - har alle muligheder for at være blandt de førende producenter af brint og brintbaserede brændsler som bl.a. metanol og ammoniak.

Men resten af Europa rykker fremad med ambitiøse strategier og hurtig implementering. Danmark har behov for snart at gøre det samme.

Figur 1: Oversigt over nationale brinstrategier i Europa

HVOR ER VI I DAG
BRINTFORBRUG I DANMARK I DAG

I Danmark bruger vi omkring 18 tusind ton brint om året, primært på raffinaderierne. Dette er en meget lille andel af det europæiske brintforbrug , som ligger på omkring 8-10 million tons om året [6]. Meget af den brint er dog for indeværende produceret på fossil energi.

Der forventes en markant stigning i forbruget af brint i Danmark i de kommende år, særligt i den nødvendige grønne omstilling af transportsektoren. Både i form af grøn brint til personbiler og tung transport samt elektrofuels som f.eks. metanol til skibs og lufttrafik. Der vil ligeledes være et forbrug til produktion af grøn ammoniak til bl.a. kunstgødning.

Figur 2: Brintforbrug Danmark, tons om året

HVOR ER VI I DAG
BRINT- OG PTX-PROJEKTER I DANMARK

Som vist, er den danske brint- og PtX-produktionen er på nuværende tidspunkt begrænset, men begynder for alvor at tage fart efter 2024.

Der er i Danmark nu annonceret 21 brint- og PtX-projekter, som tilsammen har en kapacitetsambition på 6+ GW i 2030.
Det gør den danske brintbranche til en af de mest ambitiøse i EU.

Langt de fleste annoncerede projekter vedrører decarbonisering af transportsektoren. Det er partnerskaber mellem virksomheder, som kæder brintproduktion og -forbrug i transportsektoren sammen (bl.a. tankstationer og fly og skibsbrændsel) for derved at løse hønen-og-ægget-problemstillingen.

5-6% den samlede kapacitet i projekterne har for indeværende offentligt kendte tilsagn om finansiering.

Brintbranchens medlemmer har udviklet 76% af de annoncerede projekter.

> “Den danske brintbranche er bland de mest ambitiøse i EU”

HVOR ER VI I DAG
DET DANSKE BRINTLANDSKAB

Annoncerede brint- og PtX-projekter samt produktionssteder i Danmark pr. 10. december 2021 [3].

Figur 3: Brint- og PtX-projekter i Danmark

HVOR ER VI I DAG
ANNONCERET KAPACITETSAMBITION I 2030

> 6+ GW elektrolyse i 2030

Figur 4: Elektrolyse kapacitetsambition i Danmark, år for år (MW)
Kum. MW Kapacitet i Danmark

HVOR ER VI I DAG
TEKNOLOGILEVERANDØRER SKABER DANSKE JOBS

Antallet af arbejdspladser i brint- og PtX-sektoren er i hastig vækst disse år. Det er spredt over hele værdikæden og i hele landet - fra energiproducenter, universiteter og rådgivningskoncerner, infrastrukturejere og clusters til underleverandører. Hertil kommer at der forventes en lang række job i forbindelse med anlægsfasen af de brintprojekter, der pt. er under opførsel.

Ser man isoleret på Brintbranchens teknologileverandørmedlemmer, skaber de allerede i dag over 680 grønne arbejdspladser, særligt i provinsen (2). Teknologileverandørerne rapporterer, at dette er er 2-4 gange flere medarbejdere end for blot et år siden, og de forventer en tilsvarende stigning de kommende år.

EU-kommissionen estimerer, at ambitionerne i den europæiske brintstrategi vil medføre op til 1 million brintrelaterede jobs i 2030 (5).

Brintbranchen estimerer, at dette, med de rette investeringer, kan lede til op til 53.000 brintrelaterede jobs i Danmark frem mod 2030.

Figur 5: Antal ansatte blandt Brintbranchens teknologileverandørmedlemmer

HVOR ER VI I DAG
POTENTIALE FOR DANSK TEKNOLOGIEKSPORT

Den kraftige vækst i efterspørgslen indenfor brint- og PtX-teknologi, vil inden for få år føre til et milliardstort marked, især for elektrolyse, der er grundstenen i alt PtX. Og den voksende efterspørgsel har ikke alene potentiale til at føre til massiv vækst i antallet af beskæftigede i sektoren.

Brintbranchens analyser viser, at værdien af den danske eksport alene af elektrolyseteknologi kan nå et endog meget højt niveau inden for en kort årrække. Nedenstående tal bygger på Brintbranchens egen analyse af elektrolysemarkedet. Hertil kommer eksportværdien af brændselsceller, brinttankstationer, teknlogi til integration med vindmøller m.v., der ligeldes er danske styrkepositioner.

Figur 6: Teknologieksport markedsværdi i 2030

- Med en dansk markedsandel (12) på 15-20% (13) i EU's 40 GW kapacitetsmål i 2030, estimeres eksportgevinster til 4-33 mia. kr, afhængig af CAPEX-niveau i 2030 (14). Til sammenligning eksporterer danske virksomheder for ca. 90 mia. kr. inden for grønne energiteknologier og service i dag (15).
- Udover det, er der yderligere værdi i eksport af brændselsceller og enkelte komponenter.

STATUS PÅ LOVGIVNING
REGULATORISK OVERSIGT

Brint- og PtX-virksomheder er underlagt både dansk og EU-lovning. Her er en oversigt over de vigtigste regulatoriske initiativer på området, der er i gang.

- EU-Kommissionens 'Fit for 55'-pakke medfører en indirekte dansk minimum elektrolysekapacitet på 0,5-1 GW. Bl.a. i form af bestemmelser om at:
  - 2,6% af det danske energiforbrug i transportsektoren skal dækkes af RFNBOs
  - 50% af brintforbruget i den danske industri skal være grøn brint
  - 0,7% energiforbruget i de danske intra-EU luftrejser skal dækkes af RFNBOs
  - Der skal sættes brinttankstationer op for hver 150 km langs TEN-T transportkorridorerne med minimumskapacitet på 2 t/dag
- Den delegerede retsakt om vedvarende brændstoffer af ikke biologiske oprindelse ('RFNBOs') forventes præsenteret af EU-kommissionen inden udgangen af 2021
- Kommissionens forslag til revidering af reguleringen af det europæiske gasmarked, forventes præsenteret inden udgangen af 2021. Den forventes at inkludere en række tiltag på brintområdet.

- En dansk brint- og PtX strategi samt en gasstrategi forventes lanceret inden udgangen af 2021
- Nye regler for etablering af direkte linjer fra VE-produktion til brintanlæg nye og mere reelt omkostningsægte el-tariffer forventes vedtaget i 2022.
- Første udbud til støtte af PtX-produktion forventes gennemført i 2022, med udgangspunkt i de såkaldte 'Hollænderpengene'
- Et dansk system for oprindelsesgarantier for VE-brint forventes implementeret i juli 2022
- 850 mio. kr. afsat til de 2 danske projekter udpeget som IPCEI

HVOR SKAL VI HEN

På de foregående sider har vi dokumenteret øjebliksbilledet af den danske brint- og PtX-industri, som den ser ud i december 2021. Men potentialet er som bekendt langt større. Både for industrien og for Danmark. I det næste afsnit analyserer vi nærmere, hvad potentialerne er - ikke mindst i forhold til produktion og forbrug af brint og brintbaserede brændstoffer i Danmark.

Hvor meget og hvordan kan PtX bidrage til opfyldelsen af de danske klimamål, hvad med den internationale transport, og hvordan får vi hurtigt vi den tilstrækkelige skala, der kan gøre danskproduceret brint og PtX konkurrencedygtigt - herhjemme såvel som i udlandet?

Det kræver en endnu større opskalering af produktionen, end den branchen allerede selv har undersvejs, samt en satsning på både indenlandsk forbrug, international transport og eksport af grønne danske PtX-produkter.

HVOR SKAL VI HEN
DANSK BRINT & PTX MÅLTAL

Brint og PtX kræver skala. Danmark har - grundet vores VE-ressourcer - muligheden for at rykke hurtigt, og inden 2030 opskalere produktionen af brint til et højt niveau. Brintbranchens analyser viser, at Danmark har brug for 10GW installeret elektrolysekapacitet i 2030. Med en sådan installeret kapacitet vil vi både opnå den tilstrækkelige skala og kunne dække efterspørgsel fra både eksport, international transport og bidrage betydeligt til de indenlandske reduktionsmål.

Figur 7: 10 GW i 2030

Eksport og int. transport

- 3,4 GW dedikeret til reduktion af emissioner i udlandet, enten via brændstofsforbrug i international transport eller ved direkte brinteksport. (8)

Industri

- 0,6 MtCO2e reduktion via konvertering til PtX i direkte fyrede processer i erhverv. (9) Svarer til omkring 1,1 GW elektrolyse.
- 0,7 MtCO2e reduktion fra øgede forbrug af grøn brint i raffinaderier og metanisering af biogas. (10) Svarer til omkring 1,4 GW elektrolyse.

Transport i Danmark

- 3,7 MtCO2e reduktion.
- ~20% direkte forbrug eller iblanding af PtX-brændstoffer i indenrigstransport. (11)

HVOR SKAL VI HEN
POTENTIALE FOR STOR ENERGIEKSPORT

Brint og PtX repræsenterer muligheden for at forædle den danske VE-produktion til højværdiprodukter i from af brint og flydende brændstoffer.

Figur 8: Energieksport markedsværdi i 2030

> Estimeret værdi af 3-4 GW til eksport af grøn brint er 1,7-3,5 mia. kr.

- Med en samlet elektrolysekapacitet på 3-4 GW dedikeret til eksport af ren, grøn brint, estimeres værdien at ligge mellem 1,7-3,5 mia. kr. (16).Til sammenligning var værdien af det danske eksport af gas på 1,5 mia. kr. i 2019 (17).
- Værdien af brinteksport forventes at være højere, hvis der opstår en "grøn premium", eller hvis energien sælges som mere komplekse e-brændstoffer.

HVOR SKAL VI HEN
AFGØRENDE BIDRAG TIL DANSKE KLIMAMÅLSÆTNINGER

Brint og PtX kan bidrage markant til opfyldelsen af reduktionsmålsætningerne fastlagt i Klimaloven.
En ambition på 10 GW kan reducere den nuværende manko op til reduktionsmålet på 70% med helt op til ~50%, gennem bidrag i transportsektoren og industrien (18).

Figur 9: Reduktionspotentialer i 2030

OM BRINT I TAL

Informationer om projekter, eksisterende brintforbrug, jobs eller regulatorisk status er indsamlet af Brintbranchen på baggrund af tilgængelige informationer. Informationerne fremlagt i Brint i tal givet et øjebliksbillede på status i det danske brintlandskab pr. 10. december 2021. Brintbranchen tager ikke stilling til projekternes levedygtighed eller andre succeskriterier, kun at de er annoncerede og aktive.

"Hvor skal vi hen"-kapitlet er baseres på forslag, som viser én af de mange mulige veje til at dekarbonisere Danmark (både med og uden grøn brint). Forslaget baserer sig på flere antagelser, og vi gør derfor læserne opmærksomme på, at det netop er antagelser og ikke reel fakta. Vi har fortrukket at bruge forsimplede antagelser, som giver læserne mulighed for at bruge tallene til selv at udregne alternative scenarier, frem for at bygge en mere komplekst model. Har du spørgsmål til antagelser og modelopbygning, er du naturligvis velkommen til at kontakte Brintbranchen.

Tallene i publikationen er for overskuelighedens skyld afrundet, og i nogle tilfælde kan der derfor være et mismatch mellem det overordnet tal og dets relaterede tal.

REFERENCER

(1) Opgjort efter KF21 og Landbrugsaftale, dvs. mankoen beregnes til at være på ~10 MtCO2e.

(2) Fra virk.dk antal ansatte i juli 2021 og medlemsinput,. Inkluderer ikke arbejdspladser hos leverandører af delkomponenter, af hvilke der også er nogle i Danmark.

(3) Inkluderer kun brint og PtX produktionsprojekter, ikke forbrugsprojekter. Dette er naturligvis for at undgå dobbelttælling.

(4) Hydrogen Europe (2021): "Clean Hydrogen Monitor".

(5) EU's Brintstrategi fra d. 8. juli 2020 har mål om 40 GW elektrolysekapacitet i EU plus 40 GW grøn brintimport i 2030 udefra EU.

(6) Tal fra FCH Observatory.

(7) Se f.eks. Figur 29 i IRENA (2020): "Green Hydrogen Cost Reduction: Scaling up electrolysers to meet the 1.5°C climate goal".

(8) Tysk brintforbrug i 2030 skønnes til 90-110 TWh, af hvilket ~15 TWh ville kunne dækkes af tyske grøn brint produktion. Hvis Kommissionens forslag til revidering af VE-direktivet under 'Fit for 55'-pakken vedtages (50% af brintforbrug skal være grøn), ville Tyskland blive nødt til at importere ~35 TWh grøn brint. Hvis disse 3,4 GW dedikeres eksklusivt til brinteksport til Tyskland, ville Danmark kunne dække ~25% af den tyske grøn brintbehov. Emissionsreduktioner er afhængige af, hvad brinten bruges til, hvorfor der ikke inkluderes en vurdering her, af hvor meget CO2 danske brinteksport ville fortrænge.

(9) Regeringens Klimaprogram 2021 fremskriver et teknisk reduktionspotentiale i erhverv og produktion af brændstoffer af 0,7-0,9 MtCO2e ved konvertering til gas og PtX i direkte fyrede processer.

(10) x2,5 opskalering af grønt brintforbrug i raffinaderier (fra 300 MW) og metanisering af ~21% af danske biogasproduktion.

(11) ~20% omlægning af diesel forbrug i vejtransport til brint/PtX, 10% iblanding i søfart og 30% i luftfart (på linje med luftfartens egne ambitioner).

(12) Antages en GW-salg svarende til en vis markedsandel af EUs 40 GW mål i 2030.

(13) Baseret på antal af virksomheder i FCH Observatory's register af europæiske teknologileverandører, forventer Brintbranchen en minimum markedsandel af dansk teknologi i EU's 40 GW kapacitetsmål i 2030 på 5-6% af markedet. Men baseret på produktionskapaciteten af de forskellige europæiske teknologileverandører, mener vi, at det er realistisk at den danske markedsandel når 15-20%.

REFERENCER

(14) Baseret på CAPEX-værdien af elektrolyseanlæg fra Energistyrelsens Teknologikatalog (2021), medlemmer input og eksterne studier, med en CAPEX spænd på ~285-650 €/kW.

(15) Forum for Genstart af Dansk Eksport (2020): "Genstart af dansk eksport – i lyset af covid-19"

(16) Antages at brinten sælges uden "grøn premium", dvs. til samme pris som fossilt brint (dvs. 1-1,5 €/kg).

(17) Danmarks Statistik: Værdi af import og eksport (1000 kr.) efter im- og eksport, SITC-hovedgrupper og tid. Vi sammenligner med 2019 og ikke 2020 for at undgå effekten af COVID-19.

(18) Reduktionspotentialet af eksportdelen inkluderes ikke i MtCO2e-tallet, selvom de foreslåede 10 GW af elektrolysekapacitet inkluderer 3,4 GW til eksport.