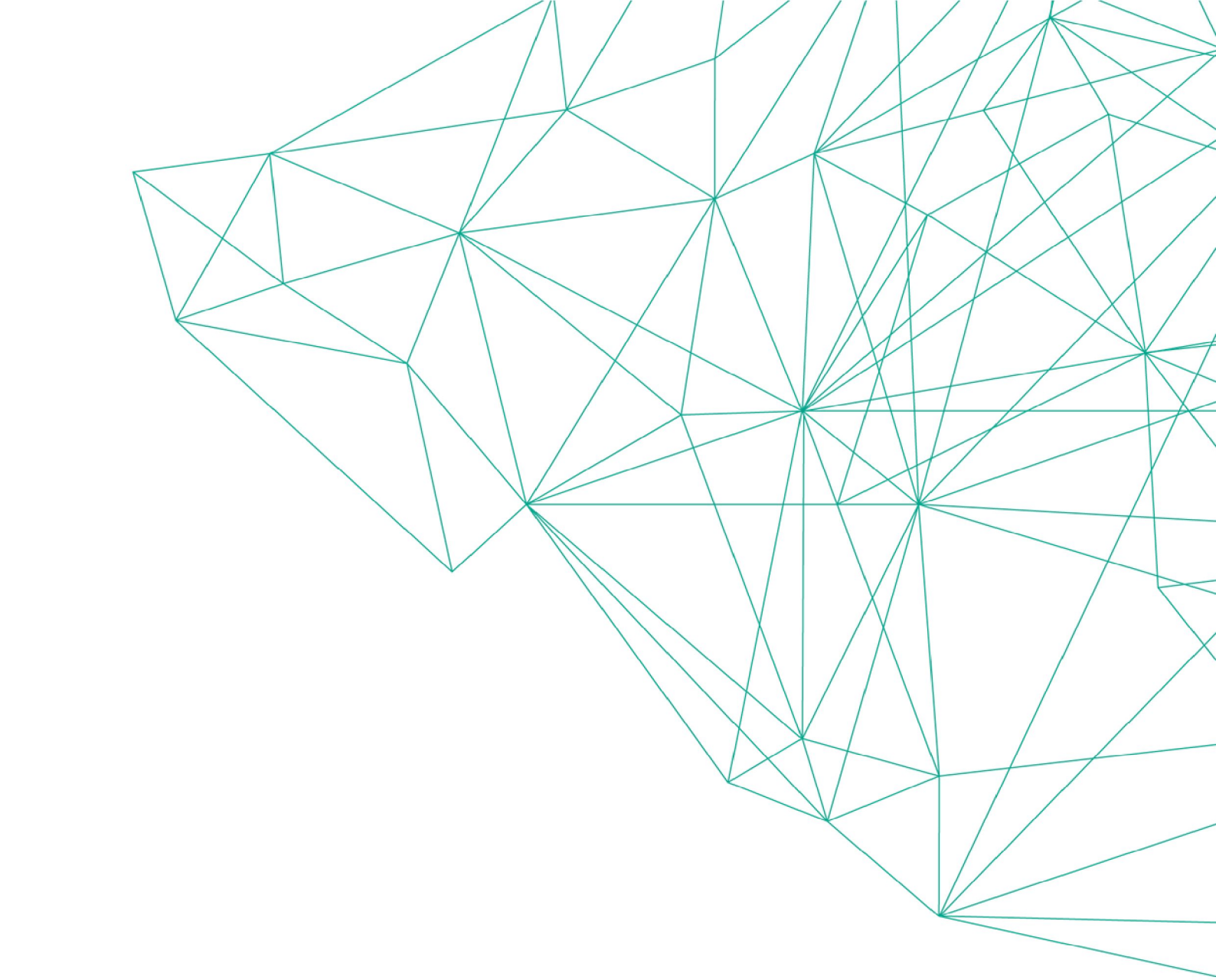




RAPPORT

BEHOVSANALYSE FOR BRINTTRANSMISSION 2023

Energinets langsigtede udviklingsplan 2024

Indhold

1. Indledning.....	3
2. Sammenfatning	5
3. Behovsanalyse	6
3.1 Produktion og forbrug	6
3.2 Eksport til Tyskland	10
3.3 Fleksibilitet mellem produktion og forbrug	10
4. Ordliste	12

1. Indledning

Denne rapport er en analyse over de fremtidige behov i brinttransmissionssystemet. Behovsanalysen identificerer fremtidige behov for ny infrastruktur og danner grundlag for de fremtidige investeringsbeslutninger – og dermed de løsninger, der skal sikre danskerne en høj forsyningsikkerhed hele vejen frem mod et klimaneutralt samfund senest i 2050.

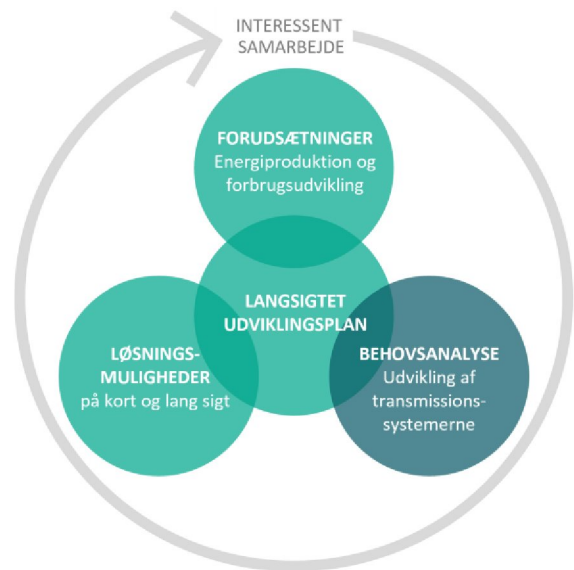
Tilsvarende udarbejdes behovsanalyser for el- og gastransmissionssystemet. De er en del af Energinets langsigtede udviklingsplan, som udkommer hvert andet år.

Behovsanalyserne er en vigtig del af Energinets langsigtede udviklingsplan

Energinets langsigtede udviklingsplan (LUP) udgør et helt centralt element i Energinets fremtidige investeringsgrundlag. Den indeholder et overblik over, hvor der kan være behov for udbygninger og forstærkninger – og hvilke projekter Energinet planlægger at igangsætte de næste 20 år. Ud over behovsanalyserne består den langsigtede udviklingsplan også af et katalog med løsningsmuligheder og en projektlister. Behovsanalyserne er udgangspunktet for drøftelser med Energinets interessenter om blandt andet udviklinger og løsninger.

Lovgrundlaget for Energinets arbejde med den langsigtede udviklingsplan og Energinets arbejde hermed fremgår af Lov om Energinet og er udmøntet i systemansvarsbekendtgørelserne for henholdsvis eltransmissionsnettet og gassystemet.

Energinets langsigtede udviklingsplan udkommer hvert andet år. Den første udgave udkom i 2022, og du kan se resultatet på [Energinets Langsigtede Udviklingsplan 2022](#).



Hvorfor udarbejder Energinet behovsanalyser?

Den accelererede internationale klimadagsorden og de store forandringer i vores energilandskab betyder, at behovet for langsigtet planlægning aldrig har været større: Infrastrukturen skal udbygges, og det skal ske til en samfundsøkonomisk acceptabel pris samtidig med, at forsyningsikkerheden sikres.

Det kan kun lykkes ved at sikre den optimale sammenhæng på tværs af el-, gas- og brintsystemerne, så vi binder grøn produktion og forbrug effektivt sammen – også om 20-30 år. Det er en kompleks opgave, da vi opererer med mange ubekendte, samtidig med at løsningerne typisk har en lang planlægningshorisont. Derfor er behovsanalyser en vigtig del af Energinets samlede langsigtede planlægning.

Hvordan analyserer vi fremtidens behov i brinttransmissionssystemet?

Behovsanalysen for brinttransmissionssystemet adskiller sig fra behovsanalyserne for el- og gastransmissionssystemerne. Det skyldes først og fremmest, at der ikke findes et brinttransmissionssystem i dag. Behovet er dermed et helt nyt infrastrukturel system, som skal understøtte et marked under udvikling. Derudover indeholder Energinets forudsætningsgrundlag, Energistyrelsens Analyseforudsætninger til Energinet, endnu ikke brint i en grad, hvor det kan anvendes som planlægningsgrundlag. Derfor må der kigges andetsteds for at kunne identificere behovet for brinttransport.

Behovsanalysen for brinttransmissionssystemet præsenterer den viden, der er tilgængelig i dag blandt andet fra markedsdialog og feasibility-studie – og konkluderer på baggrund af resultaterne herfra behov for transport af brint. Det betyder også, at det på nuværende tidspunkt ikke er muligt, på fornuftig vis, at adskille behov og løsninger på samme

måde som for el- og gastransmissionssystemerne, da den data, der er til rådighed, har rørbunden infrastruktur som iboende løsning.

Det er første gang, der udarbejdes en behovsanalyse for brinttransmissionssystemet. Det sker sideløbende med et igangværende modningsprojekt for den første brinttransmissionsinfrastruktur, som er igangsat, efter Energinet blev tildelt rollen som systemansvarlig virksomhed for brintsystemet i sommeren 2023¹.

Modningsprojektets analysearbejde udgør således i praksis en behovsanalyse, hvor fundamentet for fremtidig behovsafdækning af brinttransmissionssystemet lægges.

¹ [Aftaletekst - mulighed for etablering af brintinfrastruktur.pdf \(kefm.dk\)](#)

2. Sammenfatning

Brinttransmissionssystemets behovsanalyse peger ikke på konkrete behov, da Energinets arbejde med brint ikke er modent til dette endnu. Derimod peges på nogle indikationer af, hvad et brinttransmissionssystem skal kunne for at understøtte fremtidens brintproduktion og -aftag:

- Behov for brinttransport baseret på forbrug og produktion.
- Behov for eksport på grund af efterspørgsel i Tyskland.
- Behov for fleksibilitet.

Behov for brinttransport baseret på forbrug og produktion

Der kan peges på et behov for brinttransport baseret på markedets udmeldinger om forventninger til brintproduktion og forbrug. Omend disse udmeldinger er forbundet med stor usikkerhed, peger de dog på, at der vil være behov for brintinfrastruktur; i første omgang i Jylland, som forbinder til det tyske marked. Der arbejdes videre på at kvantificere dette behov i forbindelse med Energinets igangværende modningsprojekt af dansk brintinfrastruktur².

Det er et ønske fra politisk side, at der skal etableres en PtX-industri i Danmark med både produktion og forbrug af brint. Samtidig udtrykker det politiske ønske, at der skal være mulighed for, at brintinfrastruktur understøtter eksport til Tyskland.

Baseret på Energinets tidligere feasibility-studie af brintinfrastruktur i Jylland kan brintinfrastruktur være med til at realisere den samfundsøkonomiske gevinst i forbindelse med etableringen af dansk brintproduktion.

Behov for eksport på grund af efterspørgsel i Tyskland

Der forventes også en efterspørgsel i Tyskland efter danskproduceret brint. Dette fremgår blandt andet af den tyske brintstrategi, som i 2023 blev opdateret med en dedikeret importstrategi og en målsætning om at importere en stor del af deres brintforbrug i fremtiden, herunder fra Danmark.

Behov for fleksibilitet

Det forventes, at brintproduktionen i fremtidens brintsystem kommer til at variere over timer, døgn, uger og måneder, da brintproduktionen vil spille tæt sammen med den varierende produktion af VE-el. Der ses derfor et behov for at skabe balance mellem produktion og forbrug af brint for at imødekomme de forskellige driftsmønstre for henholdsvis brintproducerende og brintforbrugende anlæg og for at sikre, at brintsystemet kan spille sammen med elsystemet.

Dette behov kan imødekommes på forskellig vis; fx gennem brintlagring eller ved at dimensionere infrastrukturen til at kunne tilbyde en del af denne fleksibilitet.

² [Modningsprojekt \(energinet.dk\)](#)

3. Behovsanalyse

Behovet for at etablere brintinfrastruktur afhænger af, hvilke produktions- og forbrugsmængder der ønskes transporteret i et fremtidigt brintsystem. Behovsanalyserne for henholdsvis el- og gassystemerne tager afsæt i Energistyrelsens Analyseforudsætninger til Energinet 2022. Analyseforudsætningerne indeholder på nuværende tidspunkt ikke brint og er dermed ikke tilstrækkelige, idet området og datagrundlaget er under opbygning.

Behovsanalysen for brinttransmissionssystemet præsenterer den viden, der er tilgængelig i dag om fremtidigt behov for brinttransport. Behovsanalysen er delt op i tre kapitler, der belyser 1) forventninger til produktion og forbrug, 2) potentialet for eksport af brint til Tyskland og 3) behovet for fleksibilitet i et fremtidigt brintsystem. Datagrundlaget udgøres i stedet af tidligere studier og analyser, som beskrives i dette kapitel.

3.1 Produktion og forbrug

I dette kapitel præsenteres behov for brintinfrastruktur beskrevet gennem markedsdialogen fra 2022, Energinets feasibility-studie samt politiske målsætninger.

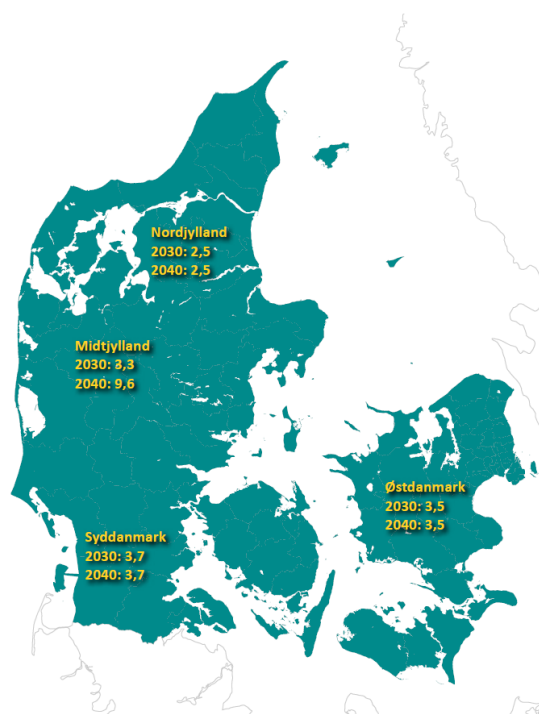
Markedsdialog

Energinet har sammen med Evida, og med Energistyrelsen som observatør, gennemført en markedsdialog³ med danske PtX-aktører i 2022. Selve dialogen med markedets aktører blev gennemført af konsulentvirksomheden KPMG. Formålet med markedsdialogen var at indsamle informationer om markedsaktørernes projekter, deres forventninger til, hvor meget brint de vil producere og anvende i fremtiden, og hvordan deres interesse for at etablere PtX-kapacitet fordeler sig geografisk. Endelig skulle markedsdialogen belyse aktørernes forventninger til brintinfrastruktur.

Markedsdialogen leverer ikke et endeligt og entydigt resultat, men den giver nogle indikationer om behovet for brinttransport i fremtiden. Indikationerne er forbundet med væsentlig usikkerhed, som blandt andet skyldes den varierende modenhed blandt de indmeldte projekter. På tidspunktet for markedsdialogen var langt størstedelen af projekterne stadig i den undersøgende fase, det vil sige indledende overvejelser, pre-feasibility og feasibility. En mindre andel, 8 ud af i alt 70 projekter, havde imidlertid truffet endelig investeringsbeslutning eller var i etableringsfasen.

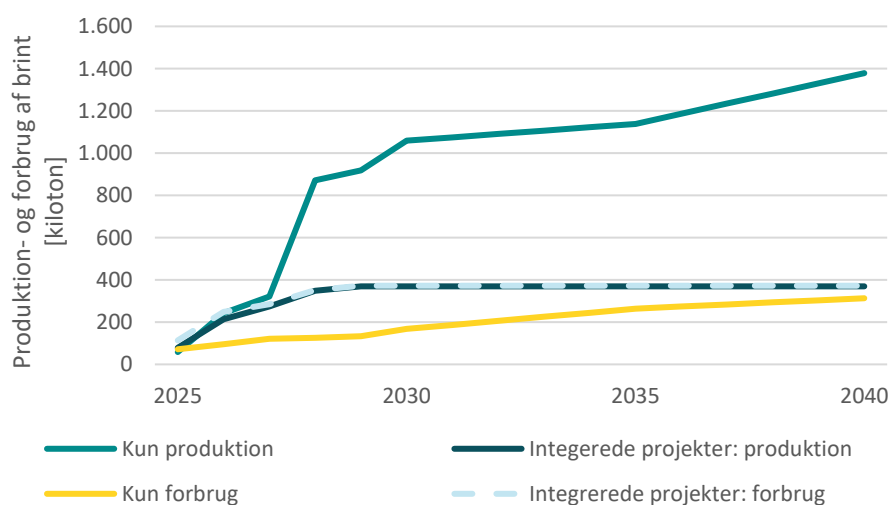
Markedsaktørerne indmeldte en samlet elektrolysekapacitet i Danmark på 14,4 GW i 2030 og 21 GW i 2040, hvoraf placeringen af 1,4 GW i 2030 og 1,7 GW i 2040 er ukendt. Placeringen af elektrolysekapaciteterne er vist i Figur 1.

³ [Markedsdialog om brintinfrastruktur 2022 \(energinet.dk\)](https://energinet.dk/Markedsdialog-om-brintinfrastruktur-2022)



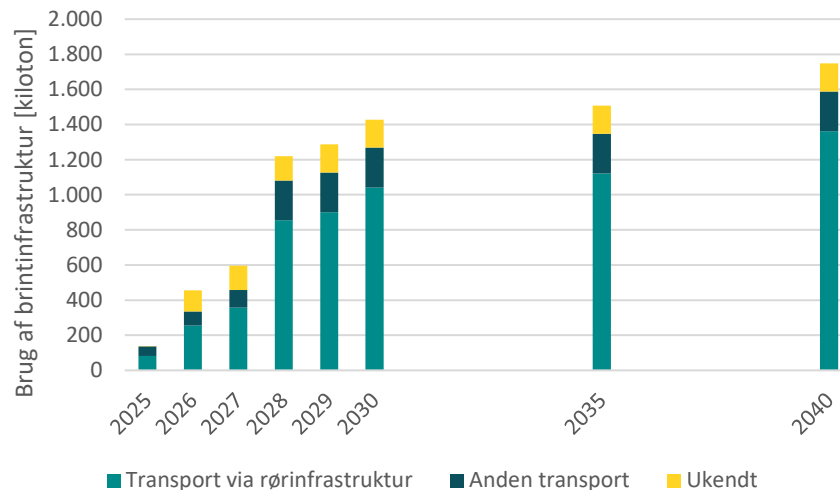
Figur 1 Elektrolysekapaciteter i GW for henholdsvis 2030 og 2040, fordelt på regioner, fra Markedsdialogen.

Ifølge markedsdialogen forventes størstedelen af de indmeldte projekter at producere brint, som ikke skal anvendes på produktionsstedet, jf. Figur 2. Mængden af produceret brint forventes i 2040 at være 2,5 gange så stor som den mængde, der skal anvendes nationalt. Det kan skyldes, at brintproducenter er længere fremme i deres planlægning end mulige brintforbrugere i Danmark, men samlet set tegnes et billede af, at der vil være et behov for brinttransport. Dette billede understøttes blandt andet af, at kun 42 pct. af den mængde brint, der forventes at forbruges, vil være forsynet af produktion på stedet.



Figur 2 Forventet produktion og forbrug af brint fra Markedsdialogen. Figuren viser den forventede brintproduktion- og forbrug frem mod 2040, hvor andelen af selvforsynende projekter også fremgår.

Tilkendegivelserne fra aktørerne angiver, at behovet for transport af brint er stigende over tid, jf. Figur 3. Behovet for at transportere brinten i rørbunden infrastruktur udgør dertil også en stigende andel af behovet i perioden.



Figur 3 Figuren viser hvor stor en andel af den producerede brint, som aktørerne forventer at transportere i henholdsvis rørinfrastruktur eller på anden vis, baseret på markedsdialog 2022.

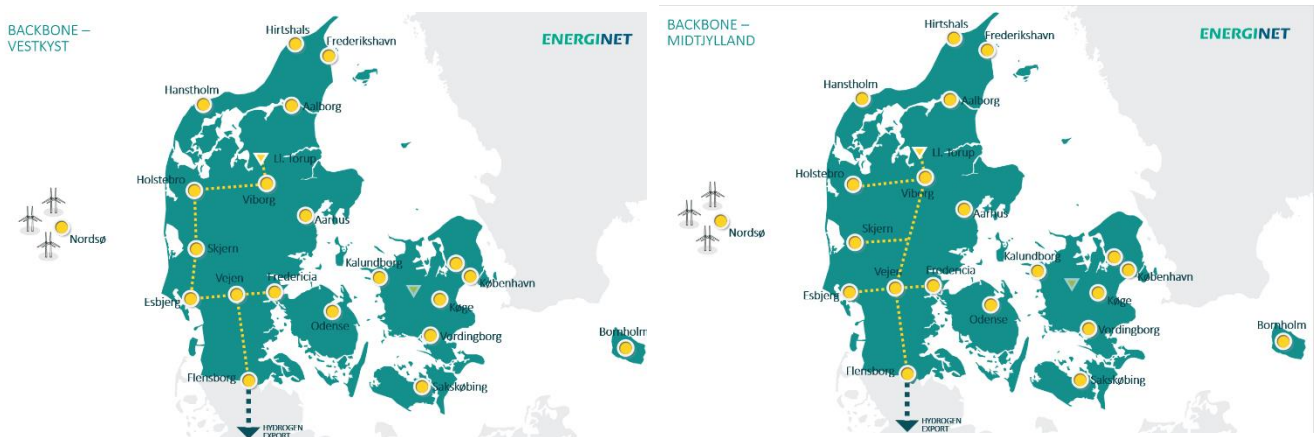
Feasibility-studie

Energinet gennemførte et feasibility-studie af brintinfrastruktur i Jylland fra juni 2022 til april 2023. Studiet havde til formål at lave en indledende vurdering af samfundsøkonomiske gevinster og tekniske muligheder ved at forbinde et brintlager ved Lille Torup med brintproduktion i Danmark og brintinfrastruktur i Tyskland. Overordnet konkluderer studiet, at:

- En brintinfrastruktur øger efterspørgslen efter dansk brint via det tyske marked.
- En brintinfrastruktur giver incitamenter til at investere i PtX-kapacitet.
- En brintinfrastruktur bidrager til Danmark som nettoeksportør af grøn energi.

Forudsætningsgrundlaget for studiet var Analyseforudsætninger 2022 og markedsdialogen fra 2022. Antagelser om den geografiske placering af fremtidens PtX-anlæg baserer sig på input fra markedsdialogen, viden om aktuelle og potentielle PtX-anlæg samt antagelsen, at PtX-anlæggene placerer sig tæt på de store knudepunkter i eltransmissionsnettet for at få nem adgang til elforsyning. Derudover baserer studiet sig også på de danske politiske ambitioner om udbygning af vedvarende energi og PtX-produktion, jf. også afsnit 3.1.

Studiet har undersøgt to infrastruktur-løsninger, som er illustreret i Figur 4. Tilgangen i studiet har været at undersøge en trinvis udbygning, fx etablering af det såkaldte "Nedre T" i Sydjylland, som forbinder Esbjerg og Fredericia med eksport til den tyske grænse efterfulgt af en nordgående infrastruktur, som enten etableres i Vestjylland (Danmarkskortet til venstre) forbi de store el-knudepunkter eller i Midtjylland (Danmarkskortet til højre) parallelt med den eksisterende gasledning. Den vestjyske backbone omfatter samlet en rørstrækning på ca. 360 km. For nye rør viser studiets analyser, at 36 tommer rør med et designtryk til 80 bar er fremtidssikret kapacitetsmæssigt. Metangasrørledningen i Sydjylland, som muligvis kan konverteres, er på 30 tommer, og analyser viser, at det umiddelbart ikke er en kapacitetsmæssig begrænsning at konvertere det eksisterende rør fremfor at etablere et nyt.



Figur 4 Figuren viser de to infrastrukturløsninger, som er undersøgt i feasibility-studiet.

Analyserne viser, at brintsystemet kan transportere op til 3.000 MW brintproduktion uden kompression, og at kapaciteten kan øges til mellem 7.000 MW og 10.000 MW med kompression. Den trinvis udbygning af kapaciteten opnås ved, at driftstrykket i systemet øges. Dette kan ske ved at etablere kompressorstationer, hvor det vurderes nødvendigt.

Samfundsøkonomiske gevinst fra dansk el- og brintproduktion

Feasibility-studiet undersøgte den samfundsøkonomiske værdi af at etablere en infrastruktur til brinttransport – ikke selve behovet for at transportere brint. Givet studiets forudsætningsgrundlag viser det en væsentlig samfundsøkonomisk værdi ved at etablere brintinfrastruktur sammenlignet med en situation uden brintinfrastruktur. Den samfundsøkonomiske gevinst tilfalder primært de danske el- og brintproducenter, og størstedelen af den danskproducerede grønne brint forventes eksporteret til Tyskland. Størrelsen på de samfundsøkonomiske gevinster er dog forbundet med store usikkerheder, hvorfor metoden herfor skal kvalificeres i det videre arbejde.

Studiet viser, at der er størst potentiale for – og værdi i – brug af storskala dansk brint til eksport sammenlignet med lokal dansk videreforædling. Det indikerer et behov for at kunne transportere store mængder brint til Tyskland, hvor brinten forventes at kunne afsættes. Transportbehovet, som feasibility-studiet antager, er derfor meget afhængig af det tyske aftag af brint fra Danmark. Derfor spiller udviklingen af tysk efterspørgsel en rolle for, hvordan det danske transportbehov kommer til at se ud. Desuden vil udviklingen af offshore-VE, -brint, -net og indfødningpunkter i Danmark og Tyskland have betydning for behovet for onshore-transport i Danmark.

Politiske målsætninger

Udviklingen af en brintsektor sker inden for de rammer, der fastsættes politisk. Med andre ord: de konkrete forretningsmuligheder for kommende producenter og forbrugere af brint afgøres i væsentlig udstrækning af, hvad der politisk besluttet. Behovet for brintinfrastruktur i Danmark er derfor i en vis grad drevet af politiske målsætninger om, at energisystemet skal omstilles til at være baseret på vedvarende energi.

På nuværende tidspunkt ligger følgende politiske aftaler til grund for udviklingen af brintsystemet:

- *PtX-aftale* fra marts 2022⁴, hvor der sættes mål om 4-6 GW elektrolyse i 2030 og en ambition om, at Danmark skal være nettoeksportør af grøn energi i 2030.
- Samarbejdsaftale mellem den danske og tyske regering fra marts 2023⁵ om at arbejde sammen om at muliggøre en landbaseret brintledning fra Danmark til Tyskland.
- *Aftale om mulighed for etablering af brintinfrastruktur, 1. delaftale: Ejerskab og drift af fremtidens danske, rørbundne brintinfrastruktur* fra maj 2023⁶, hvor Energinet tildeles rollen som Systemansvarlig virksomhed for det danske brintsystem. Desuden tildeles Energinet ansvaret for at forbinde grænseoverskridende rørbunden brintinfrastruktur til et dansk modtagerpunkt, offshore rørbunden brintinfrastruktur og grænseoverskridende brintrør på tværs af landet til et brintlager, en såkaldt backbone.

3.2 Eksport til Tyskland

Der er indikationer på, at Tyskland i fremtiden vil anvende og importere brint fra omkringliggende områder. Samtidig er det en politisk målsætning, at Danmark blandt andet skal bidrage til at imødekomme både tysk og europæisk brintforbrug og dermed udnytte det danske potentiale for brintproduktion og -eksport. Det fremgår af *PtX-aftalen*, at fremtidig dansk brintinfrastruktur kan bidrage til at eksportere brint til udlandet, og at brintinfrastruktur til Danmarks nabolande, herunder Tyskland, kan understøtte de danske muligheder for at bidrage til at dekarbonisere Europa.

Den tyske regerings nationale brintstrategi⁷ fra 2020 er blevet opdateret i 2023. Strategien beskriver blandt andet, at analyser viser, at 50-70 pct. af det fremskrevne tyske forbrug af brint og brintbaserede brændsler i 2030 – svarende til 45 til 90 TWh – vil komme fra import, og at andelen af import vil stige sammen med forbruget efter 2030. Den tyske regering lægger derfor også op til, at der skal udvikles en særskilt strategi for brintimport.

Energinet og Gasunie Deutschland har udarbejdet en fælles markedsvurdering af henholdsvis det danske og tyske marked Market Assessment Report fra 2023⁸. Ifølge rapporten forventes det – baseret på danske og europæiske scenarier – at Danmark i 2030 kan eksportere ca. 15 TWh grøn brint. Der forbruges allerede i dag ca. 55 TWh brint i Tyskland, hvoraf størstedelen er såkaldt grå brint, produceret fra naturgas. Det danske eksportpotentiale i 2030 kan således potentielt absorberes af det tyske marked. Dette kan forventes som følge af politiske målsætninger for reduktioner af drivhusgasser.

3.3 Fleksibilitet mellem produktion og forbrug

Samspillet mellem brint og el forventes at skabe et behov for fleksibilitet mellem produktion og forbrug af brint i et fremtidigt brintsystem; både kortvarigt over fx døgnet, men også over længere tid, fx dage eller uger.

Produktion af brint forventes at variere over døgnet på grund af varierende produktion af VE-el. Dette skyldes en forventning om, at anlæggene til en vis grad producerer brint, når elpriserne er lave, hvilket ofte er tilfældet, når andelen af vedvarende energi i systemet er høj. Samtidig forventes det, at en del af brintproducenterne vil levere systemydelser til elsystemet, og at produktionen dermed også vil variere, afhængigt af behovet for balancering af elsystemet.

⁴ [Aftale om udvikling og fremme af brint og grønne brændstoffer \(regeringen.dk\)](#)

⁵ [Samarbejdsaftale skal bane vej for brintrørledning mellem Danmark og Tyskland \(kefm.dk\)](#)

⁶ [Aftaletekst - mulighed for etablering af brintinfrastruktur.pdf \(kefm.dk\)](#)

⁷ [National Hydrogen Strategy Update \(bmw.de\)](#)

⁸ [energinet-gasunie-rapport-2023.pdf](#)

Modsat produktion af brint – så forventes forbruget af brint at være relativt jævnt og stabilt. Det skyldes, at nogle af de anlæg, som forventes at anvende brint til at producere grønne brændsler – fx e-metanol – af tekniske og økonomiske grunde, ikke vil skrue op og ned i samme tempo som produktionen af vedvarende energi og produktionen af brint.

Der ses således et behov for at kunne anvende brintinfrastruktur til at skabe kortvarig fleksibilitet mellem produktion og forbrug, om end rørene ikke kan anvendes til længerevarende lagring af brint.

Dertil forventes det også, at brintaftagere – fx i den tyske industri – vil have behov for stabil forsyning over året, da PtX-produkterne kan afsættes stabilt til markedet. Det betyder, at selv i perioder med høje elpriser og lav brintproduktion så vil der stadig være behov for at kunne levere brint. Omvendt gælder det også den anden vej; at der er behov for at kunne producere brint, når elpriserne er fordelagtige, selv når brintproduktionen overstiger aftaget.

For at imødekomme dette længerevarende behov for fleksibilitet mellem produktion og forbrug kan der opstå behov for brintlagring, hvor brinten kan opbevares i længere tid, end hvad det er muligt i brintrørene.

4. Ordliste

VE

Vedvarende energi.

Brintsystemet

Brintsystemet er en bredere betegnelse for et fremtidigt brintmarked, brintrør til transmission og distribution samt andre dele af et fremtidigt system.

Brinttransmissionssystemet

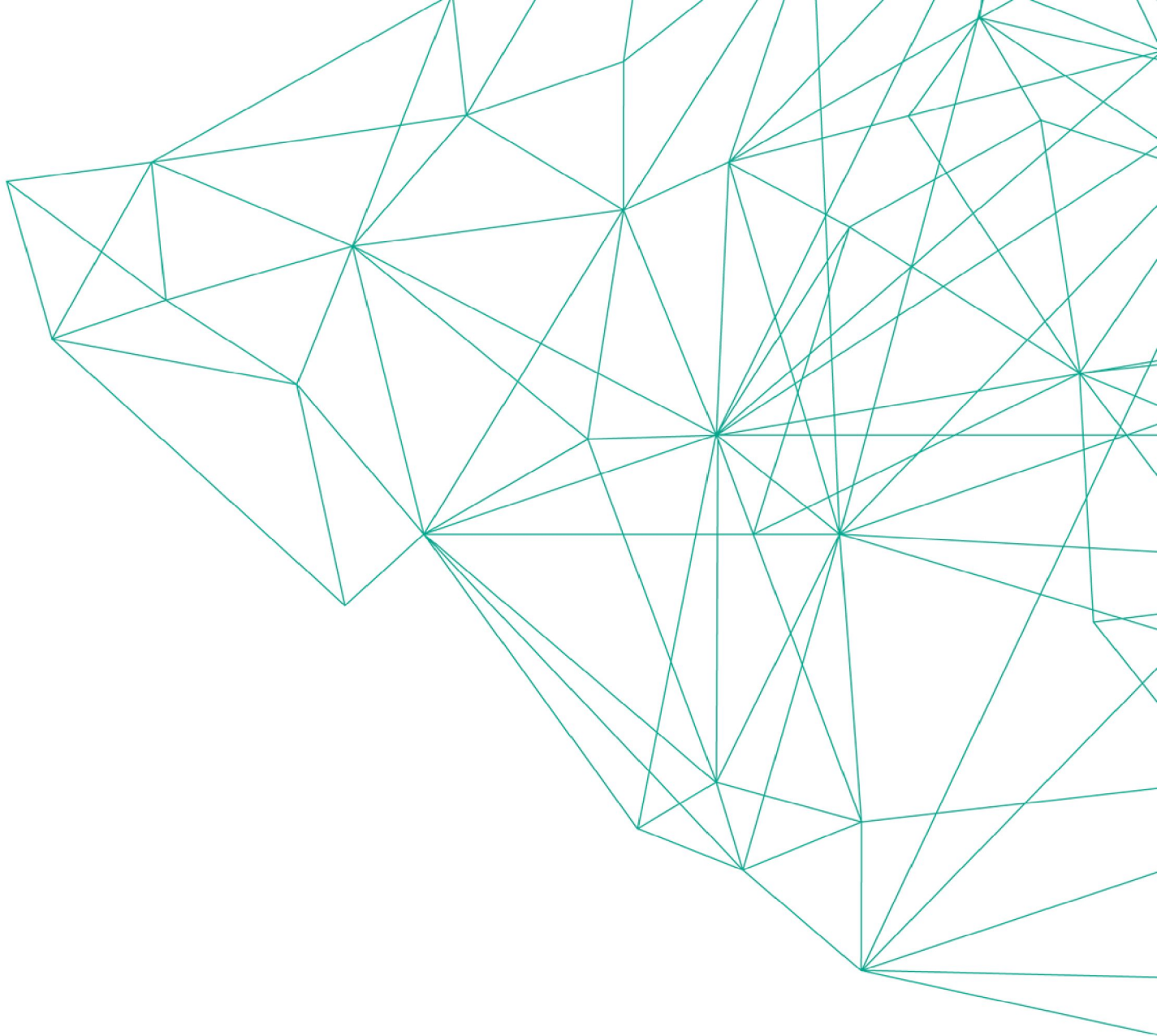
Transmissionsrørdelen af brintsystemet.

PtX

Power-to-X er en betegnelse for den teknologi, hvor der gennem elektrolyse anvendes strøm – ofte fra vedvarende energikilder – til at producere brint fra vand. Brinten kan derefter anvendes direkte som gas eller videreforældes til grønne brændsler.

DK1 og DK2

Det danske elsystem er inddelt i to budzoner: DK1 og DK2. DK1 repræsenterer Vestdanmark og inkluderer Jylland og Fyn. DK2 repræsenterer Østdanmark og inkluderer Sjælland og Bornholm.



ENERGINET

Energinet
Tonne Kjærsvej 65
DK-7000 Fredericia

+45 70 10 22 44
info@energinet.dk
CVR-nr. 28 98 06 71

KOLOFON

Forfatter: SHO
Dato: 12. december 2023