



Analyseforudsætninger til Energinet 2026 – Brintproduktion og brintforbrug

Sektornotat (høringsudgave)

Kontor/afdeling
Systemanalyse

Dato
01-09-2026

J nr. 2026 - 388

/snlsn, fdms

Indholdsfortegnelse

1. Introduktion til brintproduktion og brintforbrug.....	2
2. Udviklingen frem mod 2050.....	3
3. Metode og antagelser	3
4. Forskelle i forhold til AF25	9

Dette sektornotat er udarbejdet som en del af Analyseforudsætninger til Energinet 2026 (AF26). Der henvises til AF26's sammenfatningsnotater for en overordnet beskrivelse af analyseforudsætningerne, herunder formål, anvendelse og metodiske rammer.

Energistyrelsen

Carsten Niebuhrs Gade 43
1577 København V

T: +45 3392 6700
E: ens@ens.dk

www.ens.dk



1. Introduktion til brintproduktion og brintforbrug

Sektornotatet "Brintproduktion og brintforbrug" omfatter elektrolysekapacitet (produktion af brint) samt brintforbrug.

Politiske målsætninger, ambitioner og regulering

Af *Aftale om udvikling og fremme af brint og grønne brændstoffer* af 15. marts 2022¹, der tog afsæt i *Klimaaftale for energi og industri mv. 2020* af 22. juni 2020, fremgik, at Danmark skal sigte efter at bygge op mod 4–6 GW elektrolysekapacitet i 2030. Siden har rammerne for energisystemet og udbygningen med elektrolysekapacitet dog ændret sig flere gange.

Konstruktion og idriftsættelse af elektrolyseanlæg er en kompliceret proces, der stiller en række omfattende tekniske krav, herunder:

- Adgang til stor nettilslutningskapacitet samt adgang til vandressourcer (af den rette kvalitet) og evt. CO₂ til viderekonvertering.
- Infrastruktur eller logistiksystemer til transport af brint eller viderekonverterede produkter frem til modnede markeder.

Derudover kræves også godkendelser og tilladelser fra offentlige myndigheder. Elektrolyseanlæg vil endvidere typisk have en længere testperiode, før kommerciel drift kan påbegyndes. Desuden er markedet for grøn brint præget af stor usikkerhed og forsinkelser både i Danmark og internationalt. Med kun tre år til 2030 vurderer Energistyrelsen, at elektrolyseprojekter skal have opnået en vis modenhed i forhold til ovenstående punkter for teknisk set at kunne nå fuld idriftsættelse i 2030. Dette vurderes ikke at være tilfældet for den kapacitet, der skal til for at nå ambitionen om 4-6 GW elektrolysekapacitet i 2030. I AF26 indgår på baggrund af bl.a. elforbrugspipelinen og ovenstående punkter elektrolysekapacitet på 2,7 GW i 2030.

Produktionsfremskrivningen er opdelt i følgende tre kategorier:

- Ved **Pipeline** forstås et estimat af udbygning frem mod 2030 som følge af konkrete offentlige projektudmeldinger med en vis modenhed.
- Ved **Overplanting** forstås mulig elektrolysekapacitet knyttet til overplanting af havvindmølleparker², men som også er nettilsluttet, så den kan drage fordel af udbygningen med landvindmøller og solceller.
- Ved **Energiø Nordsøen** forstås elektrolysekapacitet koblet til udbygningen af Energiø Nordsøen, jf. sektornotatet til AF26 om Havvind.
- Ved **Yderligere udbygning** forstås øvrig udbygning med elektrolysekapacitet efter 2031.

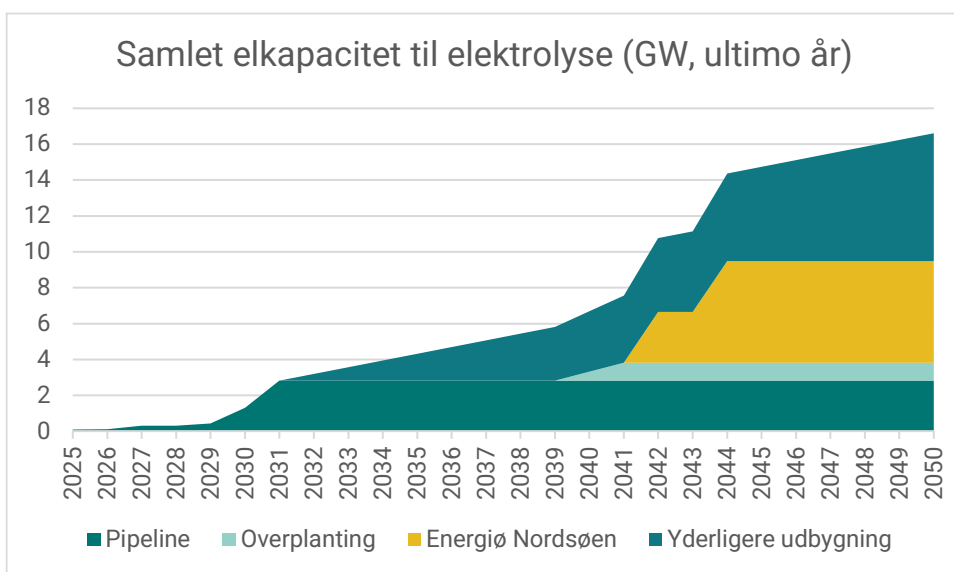
¹ <https://regeringen.dk/aktuelt/tidligere-publikationer/aftale-om-udvikling-og-fremme-af-brint-og-groenne-braendstoffer/>

² Overplanting betyder, at vindmølleparker kan opstille mere kapacitet og producere mere strøm, end der er kapacitet til at aftage via elnettet. Evt. overskydende strøm kan udnyttes til f.eks. elektrolyse.



2. Udviklingen frem mod 2050

Fremskrivningen skønner en stigning i elektrolysekapacitet igennem hele perioden fra 2025 til 2050. Nedenstående figur viser den samlede udvikling i elektrolysekapacitet i AF26, opgjort som kapacitet for elinput (figur 1). Frem mod 2030 skønnes kapaciteten at stige gennem etablering af kendte projekter. Herefter skønnes kapaciteten at stige yderligere gennem udbygning af elektrolyse knyttet til overplanting af radielle havvindparker og Energiø Nordsøen, samt yderligere udbygning af elektrolyse, som ikke er koblet op på kendte projekter eller specifik udbygning af havvind.



Figur 1: Samlet inputkapacitet til elektrolyse (GW), ultimo året.

3. Metode og antagelser

Metode og antagelser omfatter udbygning med elektrolysekapacitet fra pipelines for elektrolyseprojekter, samt forventninger til havvindudbygning og hertil knyttede antagelser om fuldlasttimer (produktion), nettilslutning, levetid, effektivitet og fleksibilitet, samt antagelser ift. dansk og europæiske forbrug. Nedenfor følger gennemgang af antagelser.

Udbygning på kort sigt ud fra konkrete projekter i pipeline

Udbygningen af elektrolysekapacitet til og med 2030 er baseret på projekter i Energistyrelsens elforbrugspipeline og Energinets status for nettilslutningsaftaler. Ud fra informationerne om projekterne i pipelinen om forventet idriftsættelsesdato, evt. opskalering af projektfaser, støttetilsagn, samt evt. salgsaftaler o.l., vurderer Energistyrelsen, at projekter med en høj grad af modenhed teknisk set kan nå at være i fuld drift i 2030. Øvrige projekter indgår ikke.



Tabel 1 viser den akkumulerede udbygning af elektrolysekapacitet frem mod udgangen af 2030. Bemærk at de akkumulerede kapaciteter i nedenstående tabel er opgjort som ultimo år (hvor kapaciteter i AF ellers normalt opgøres primo året) – dette er mhp. at vise udviklingen frem mod mållåret 2030.

År for idrift-sættelse	Første år med fuld produktion/ primo år	DK1: Akkumuleret ka- pacitet (ekskl. kapaci- tet knyttet til Syvtal- let) (GW) <i>(opgjort ultimo året)</i>	DK1: Akkumuleret kapacitet knyttet til Syvtallet (GW) <i>(op- gjort ultimo året)</i>	DK2: Akkumu- leret kapacitet (GW) <i>(opgjort ultimo året)</i>	Danmark: Ak- kumuleret ka- pacitet i alt (GW) <i>(opgjort ultimo året)</i>
2026	2027	0,286	0	0	0,286
2027	2028	0,286	0	0	0,286
2028	2029	0,403	0	0	0,403
2029	2030	1,008	0	0	1,008
2030	2031	1,008	1,500	0,280	2,788

*Tabel 1: Forudsætninger for elektrolyseudbygning fra Energistyrelsens elforbrugspipe-
line inkl. elektrolysekapacitet knyttet til "Syvtallet".*

Udbygning på mellemlangt sigt knyttet til radiale udbudsparker samt Energiø Nordsøen

I AF26 antages det, at 50 pct. af det beregningstekniske loft for overplanting på Nordsøen Nord, Kattegat og Kriegers Flak II vil blive realiseret, jf. tabel 2.

Der er ikke truffet politisk beslutning vedrørende den etapevise udbygning af Energiø Nordsøen, men i forbindelse med AF26 er det beregningsteknisk antaget, at der ifm. en fasevis udbygning etableres ca. 5,7 GW elektrolysekapacitet, hvoraf halvdelen forventes idriftsat i 2041 og resten forventes idriftsat i 2043 (jf. sektornotatet om havvind). Det antages endvidere, at elektrolysekapaciteten er tilsluttet en kommende ny elpriszone for energiøen.

I AF26 antages en udbygning med elektrolysekapacitet i sammenhæng med udbygningen med radiale havvindmølleparker og Energiø Nordsøen, som anført i tabel 2.

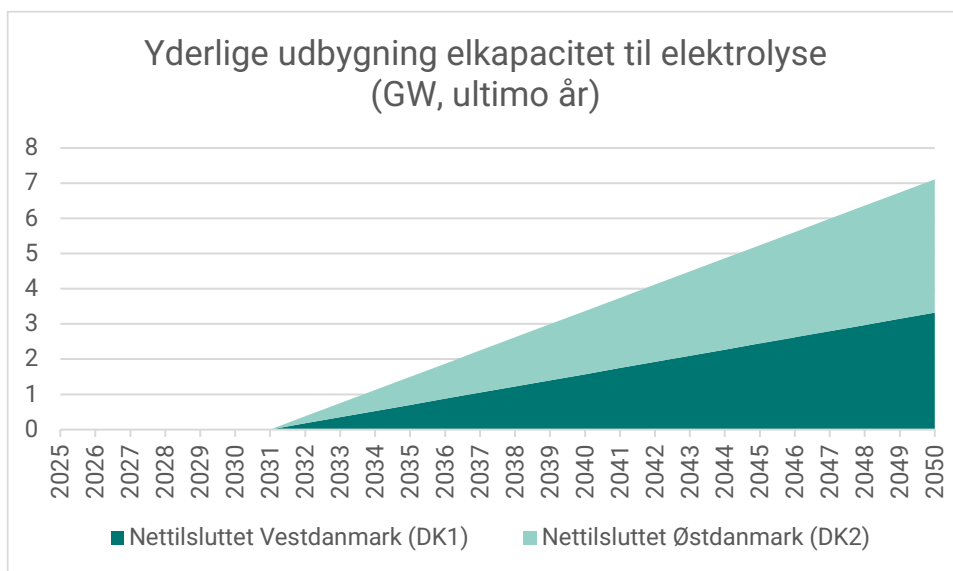


Projekt	Placering	Overplanting for elektrolyse (ultimo)	Første år med fuld produktion/ primo år	Kapacitet (GW)
Nordsøen Nord	DK1	2039	2040	0,500
Kattegat	DK1	2040	2041	0,100
Kriegers Flak II	DK2	2040	2041	0,400
Energiø Nordsø (Fase 2)	EØN	2041	2042	2,837
Energiø Nordsø (Fase 3)	EØN	2043	2044	2,837

Tabel 2: Forudsætninger for elektrolysekapacitet knyttet til radiale udbudsparker samt Energiø Nordsøen.

Yderligere udbygning

Den samlede elektrolysekapacitet i 2050 beregnes i modellen PEERS³ baseret på bl.a. antagelser om brintefterspørgsel i Europa. Den yderligere udbygning i 2050 antages at være lig den samlede elektrolysekapacitet i 2050 fratrullet elforbrugspipelinen samt elektrolysekapacitet knyttet til overplanting af radial havvind og Energiø Nordsøen. Udbygningen er lagt lineært ind i AF26 fra 2031-2050. Den yderligere udbygning af elektrolysekapacitet i AF26 fremgår af figur 2.



Figur 2: Yderligere udbygning af elektrolysekapacitet frem til 2050.

Fuldlasttimer

Elektrolyseanlæg antages i AF26 at have 5.000 fuldlasttimer frem til primo 2031, hvorefter de danske elektrolyseanlæg frem til 2040 gradvist bliver konkurrenceudsat

³ Information om PEERS kan findes på Energistyrelsens hjemmeside (<https://ens.dk/analyser-og-statistik/modeller>).



i takt med etablering af et europæisk marked, som det danske marked forbindes med gennem etablering af Syvtallet. Det bemærkes, at antagelsen om 5.000 fuldlasttimer er forbundet med usikkerhed og ikke nødvendigvis afspejler de faktiske driftsforhold. Efter 2040 er elektrolysekapacitet antaget fuldt konkurrenceudsat i det europæiske marked.

På det modellerede europæiske marked opnår danske elektrolyseanlæg ikke nødvendigvis 5.000 fuldlasttimer i gennemsnit, da fuldlasttimerne i stedet modelleres, og dermed bliver et resultat af efterspørgslen i markedet. Det europæiske brintmarked er modelleret uden begrænsninger for investeringer i brintinfrastruktur, så længe disse er rentable i modellen.

Nettilslutning

Valget om nettilslutning afhænger af adskillige faktorer. I AF26 differentieres mellem tre grader af nettilslutning:

- Fuld nettilslutning, hvor elektrolyseanlæg er tilsluttet det danske kollektive elnet med fuld kapacitet, og dermed dækker hele sit elforbrug fra det kollektive net. En antagelse om fuld nettilslutning i AF26 udelukker ikke, at anlægget kan tilsluttes med hel eller delvis afbrydelighed mhp. øget netvenlighed.
- Ingen nettilslutning, hvor elektrolysekapacitet ikke er tilsluttet det kollektive elnet, men f.eks. er tilsluttet en direkte linje til et VE-anlæg, eller er tilsluttet direkte til elnet i udlandet (f.eks. Tyskland).
- Delvis nettilslutning, hvor et elektrolyseanlæg i sammenhæng med et VE-anlæg, er tilsluttet det kollektive net med en kapacitet mindre end den samlede VE-kapacitet. Elektrolyseanlægget kan både modtage strøm fra VE-anlægget direkte eller fra det kollektive net, hvis VE-anlægget ikke producerer (f. eks. pga. begrænset vind).

Radiale havvindmølleparker med overplanting antages tilsluttet både det kollektive net samt elektrolysekapacitet. Der er tale om en delvis nettilslutning til det kollektive net, da den samlede kapacitet i havvindmølleparken overstiger kapaciteten på nettilslutningen. Elektrolysekapacitet antages at blive etableret på land og kan både udnytte kapacitet fra havvindmølleparken eller fra det kollektive elnet. Det er dog muligt, at nogle elektrolyseanlæg grundet projektspecifikke årsager vælger ikke at tilslutte sig det kollektive elnet, ligesom elektrolyseanlæggene potentielt kan etableres offshore på sigt. Det bemærkes, at der aktuelt ikke er lovhjemmel til brintproduktion på havet, hvorfor antagelserne omkring brintproduktion for Energiø Nordsøen er behæftet med væsentlig usikkerhed.



Levetid

Der regnes generelt med en levetid for elektrolyseanlæg på 25 år, jf. *Energistyrelsens Teknologikatalog*⁴. Nogle delkomponenter kan dog have kortere levetider. Her antages det, at disse komponenter løbende udskiftes gennem det samlede anlægs levetid. Det antages endvidere, at elektrolysekapacitet opstillet før 2025 vil blive erstattet af ny elektrolysekapacitet efter endt levetid.

Effektivitet

Effektiviteten for elektrolyseanlæg er baseret på virkningsgrader fra *Energistyrelsens Teknologikatalog*. Dette omfatter alle teknologier på PtX-området, hvor tilsvarende teknologier findes i Teknologikataloget for fornybare brændstoffer og er baseret på følgende kapitler.

- Elektrolyse baseres på kapitlet om alkalisk elektrolyse
- E-ammoniak baseres på kapitlet om brint til ammoniak
- E-metanol baseres på kapitlet om brint til metanol
- E-SAF baseres på kapitlet om brint til SAF (*Sustainable Aviation Fuel*)

Overskudsvarme

Overskudsvarme fra elektrolyse kan udnyttes, hvis elektrolyseanlægget er placeret i nærheden af et fjernvarmenet. Til AF26 antages, at overskudsvarme fra elektrolyseanlæg med ambition om udnyttelse af overskudsvarme til fjernvarme, følger samme metode som i KF26. Det antages dermed, at 20 pct. af elforbruget kan udnyttes til overskudsvarme. Overskudsvarmen leveres i modellen uden omkostninger til fjernvarmenettet. Overskudsvarme fra viderekonverteringsanlæg, som kan anvendes til fjernvarme, er ikke indregnet i AF26, da der er usikkerhed om det endelige PtX-slutprodukt.

Fleksibilitet/minimumslast

Elektrolyseteknologier har som udgangspunkt tekniske forudsætninger for at fungere fleksibelt i forhold til energisystemet. Dialog med centrale aktører peger på, at elektrolyseanlæg kan drives kontinuerligt ned til lastniveauer på mellem 5 og 20 pct. for hvert enkelt elektrolysemodul, afhængig af teknologi. Slukkes elektrolyseanlæggene vil elforbruget falde til mellem 0 og 3,5 pct. af nominel kapacitet afhængig af teknologien. Selvom det teknisk er muligt at drive elektrolyseanlæg fleksibelt, er der andre omstændigheder, som kan have betydning for, hvor fleksibelt anlæggene i praksis vil blive drevet.

Det er eksempelvis uvist, hvor meget fleksibel drift vil påvirke effektivitet og levetid for anlæggene og dermed, hvor store meromkostninger fleksibel drift medfører. Samtidig spiller brintinfrastruktur med tilhørende lager en afgørende rolle for at opnå

⁴ <https://ens.dk/analyser-og-statistik/teknologikataloger>



fuld fleksibilitet fra elektrolyse, fordi det gør det muligt at afkoble produktion fra forbrug af brint. Der er dog ikke sikkert, at alle elektrolyseanlæg vil have adgang til brintinfrastruktur. Herudover kan forpligtelser på aftagersiden om levering af brint og PtX-brændstoffer også betyde, at elektrolyseproducenters mulighed for fleksibel drift reduceres.

På baggrund af tekniske forhold og andre omstændigheder, der kan påvirke mulighederne for fleksibel drift af anlæggene, er der i AF26 antaget et samlet minimums-el-forbrug fra elektrolyseanlæg på 10 pct. af kapaciteten i 2030 faldende lineært til 2 pct. frem mod 2040 på alle anlæg, uanset typen af nettilslutning. Fra 2040 til 2050 fastholdes minimumslast på 2 pct.

Dansk brintforbrug

I AF26 sammensættes forløbet for det danske brintforbrug af input fra seneste Klimastatus og -fremskrivning (KF26) om udviklingen i efterspørgslen på energitjenester, tal fra elforbrugspipeline samt TYNDP24 DE scenariet⁵ til at anskueliggøre et muligt brintforbrug i Danmark for hhv. 2030 og 2050.

Fsva. dansk forbrug af brint til viderekonvertering i 2030 antages det, at produktion fra projekter på elforbrugspipeline med konkrete udmeldinger om viderekonvertering til PtX-brændstoffer, vil blive forbrugt i Danmark. Mere specifikt henviser dette til produktionen af elektrolysebaseret bæredygtigt jetbrændstof (e-SAF) i Danmark til dækning af den indenlandske luftfarts efterspørgsel, jf. *Aftale om Grøn Luftfart i Danmark af 15. december 2023*.⁶

Dansk forbrug af brint og PtX-brændstoffer i 2050 tager også udgangspunkt i KF26's fremskrivning af energitjenester, med den største forskel, at det i AF26 antages, at en del af e-brændstofferne som forbruges i international luftfart og bunkring produceres i Danmark, hvilket er forbundet med et dansk brintforbrug. Der antages, at 65 pct. af det samlede e-SAF-forbrug dækkes af danskproducerede brændstoffer, og de resterende 35 pct. antages at blive importeret. Fordelingen stammer fra TYNDP24, hvor 65 pct. af alle brændstoffer til luftfart antages at være PtX-brændstoffer produceret i Europa. Den samme antagelse anvendes for bunkring. Antagelserne er de samme som i AF25.

Det skønnede danske brintforbrug i 2030 og 2050 fremgår af tabel 3. Forbruget fremskrives lineært fra 2030-2050.

⁵ Ten-Year Network Development Plan 2024 (TYNDP 2024) udgives af sammenslutningen af Europas transmissionssystemoperatører, ENTSO-E's. For dette område anvendes TYNDP24 DE, som specifikt vedrører distribution af energi.

⁶ <https://skm.dk/media/nxucpgyd/aftaletekst-groen-luftfart-i-danmark.pdf>



TWh brint		2030	2050
Dansk direkte brintforbrug	Samlet forbrug	0,2	1,3
	Raffinaderier	0,2	0,1
	Vejtransport	0,0	1,2
Dansk brintforbrug til viderekonvertering	Samlet forbrug	0,8	18,1
	eSAF (indenrigs og udenrigs luftfart)	0,5	14,0
	Andre brændstoffer (e-metanol, e-metan, e-ammoniak)	0,3	4,2

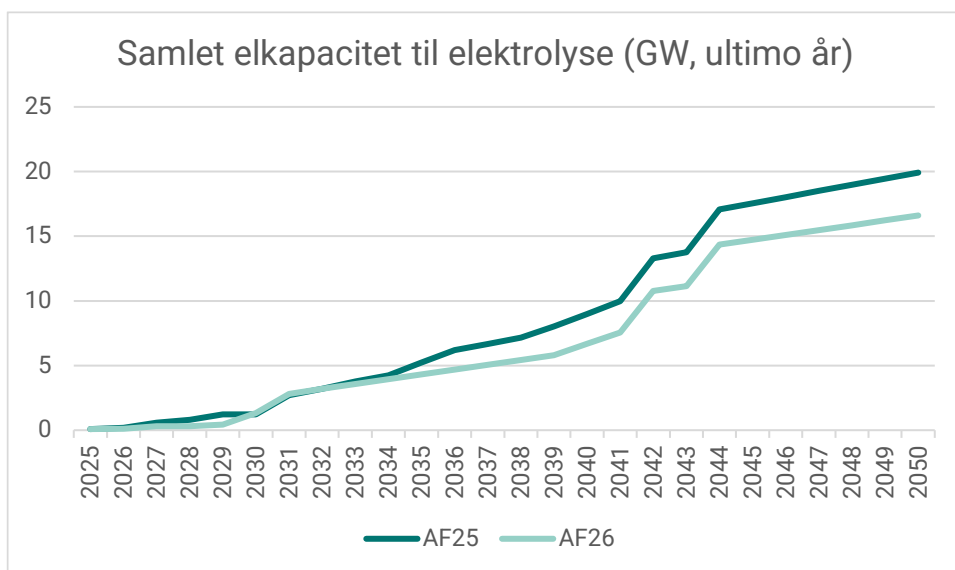
Tabel 3: Forudsætninger for dansk brintforbrug i 2030 og 2050, TWh brint. Afvigelser i summen kan forekomme pba. afrunding.

Europæisk brintforbrug

I AF26 antages et europæisk brintforbrug (ekskl. forbrug til elproduktion) på 2.100 TWh i 2050. Hertil skønnes pba. beregninger i Energistyrelsens langsigtede investeringsmodel (PEERS) et europæisk brintforbrug til elproduktion på knap 60 TWh. Det europæiske brintforbrug i AF26 er lavere end i TYNDP24 DE. Reduktionen relaterer sig til forbrug til energitjenester, som Energistyrelsen vurderer med stor sikkerhed ikke vil blive dækket af brint, fx privatbilisme og rumopvarmning. Det er antaget, at mindreforbruget af brint erstattes af et øget elforbrug. I tilpasningen af efterspørgslen er der sigtet mod, at europæisk produktion af e-ammoniak bør være konkurrencedygtig med import af e-ammoniak fra Nordafrika. Dette har dog i AF26 ikke ført til en justering af det skønnede brintforbrug.

4. Forskelle i forhold til AF25

Sammenlignet med AF25 er der forskelle fsva. opdateret pipeline. Desuden antages det i AF26, at der ikke etableres elektrolyse relateret til overplanting af udbuddet af 2,8 GW havvind (Hesselø, Nordsøen Midt og Nordsøen Syd)jf. sektornotat om havvind. Dertil antages det i AF26, at der ikke etableres elektrolyse i forbindelse med Energiø Bornholm. Endelig er den yderligere udbygning af elektrolysekapacitet opdateret i overensstemmelse med den samlede PEERS-optimering. Figur 3 viser forløbet for elektrolysekapacitet i AF26 sammenlignet med forløbet i AF25.



Figur 3: Samlet elektrolysekapacitet i Danmark i AF26 sammenlignet med AF25.