



Baggrundsnotat om sektorvurderinger

Baggrundsnotat til Klimarådets rapport *Statusrapport 2021*.

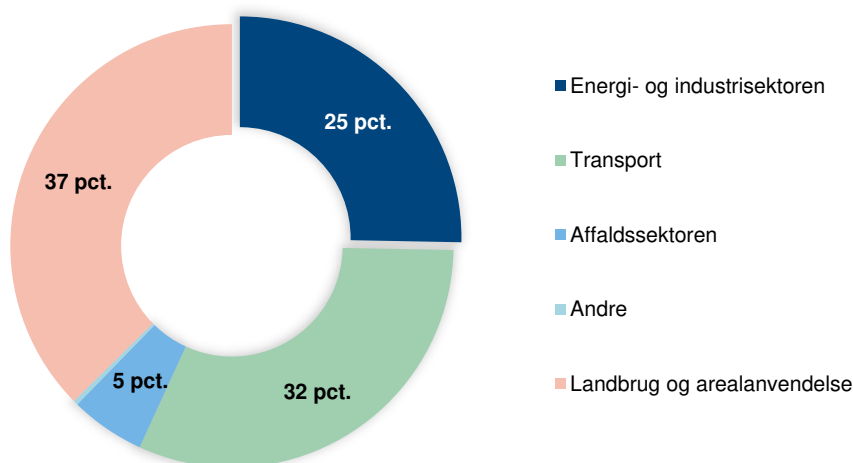
Indhold

| | | |
|----|--|----|
| 1. | Klimaindsatsen i energi- og industrisektoren | 2 |
| 2. | Klimaindsats i affaldssektoren..... | 19 |
| 3. | Klimaindsats i transportsektoren | 28 |
| 4. | Klimaindsats i landbrug og arealanvendelse..... | 39 |
| 5. | Tekniske reduktionspotentialer | 45 |
| | Noter | 60 |

1. Klimaindsatsen i energi- og industrisektoren

Trin 1: Vurdering af fremskrivning

Energi- og industrisektoren tilskrives udledninger fra fremstillings erhverv, herunder også procesrelaterede udledninger, offentlige og private serviceerhverv, bygge- og anlægssektoren, energirelaterede udledninger fra landbrug, skovbrug, fiskeri og gartnerier, olie- og gasindvinding, raffinaderier og både kollektiv og individuel opvarmning. Energi- og industrisektoren stod i 2018 for godt 37 pct. af de samlede nationale drivhusgasudledninger. Ifølge *Basisfremskrivning 2020* forventes udledningerne at falde markant, hvilket især skyldes initiativer rettet mod produktionen af el og fjernvarme. I fremskrivningen forventes det, at energi- og industrisektoren vil stå for cirka 25 pct. af de samlede drivhusgasudledninger i Danmark i 2030, som vist i figur 1.1.



Figur 1.1 Fremskrevne drivhusgasudledninger i Danmark i 2030

Anm. 1: Diagrammet viser danske drivhusgasudledninger i 2030, som fremskrevet i Energistyrelsens *Basisfremskrivning 2020*. Fremskrivningen viser udledninger i 2030, givet at der ikke implementeres yderligere politik end allerede vedtaget ved offentliggørelsen af fremskrivningen i juni 2020.

Kilder: Energistyrelsen, *Basisfremskrivning 2020*, 2020

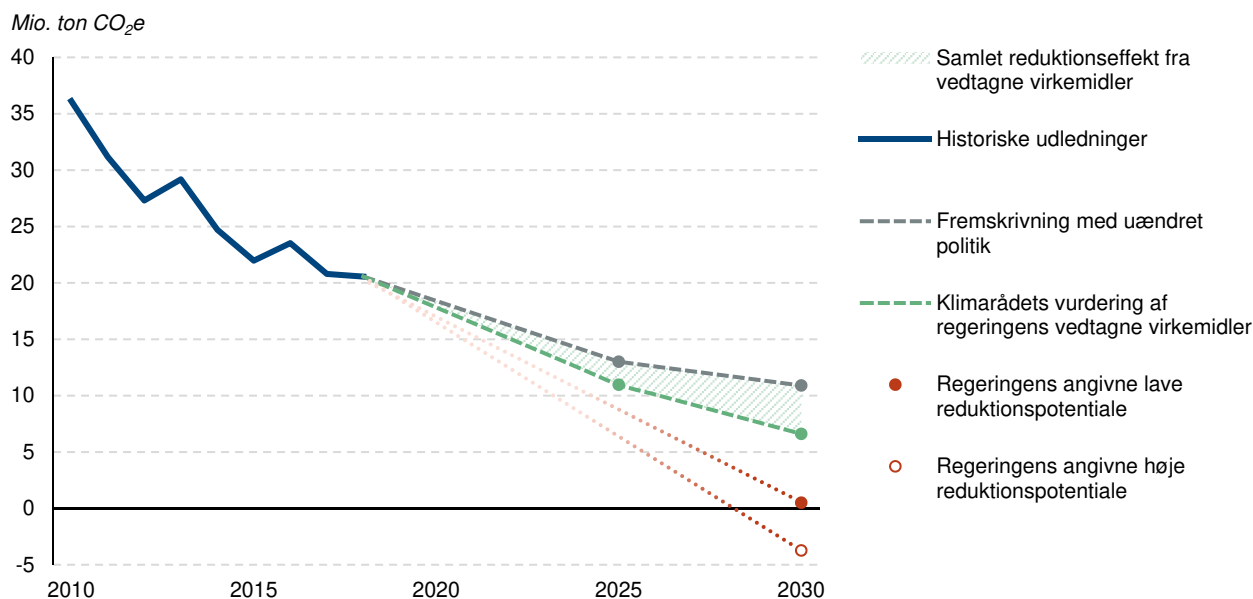
Basisfremskrivningens forventede udledninger i energi- og industrisektoren i 2030 kan deles op i fire hovedkategorier:

- Fremstillingsvirksomheder samt bygge- & anlægsvirksomheder, som har energirelaterede udledninger og procesudledninger, vil stå for godt halvdelen af de resterende udledninger. Udledningerne kommer især fra produktion af cement.
- Opvarmning af bygninger, både kollektivt ved produktion af fjernvarme og individuelt i form af olie- og naturgasfyr, vil stå for cirka 20 pct.
- Olie- og gasudvinding i Nordsøen samt raffinering af olie på raffinaderierne vil også stå for cirka 20 pct.
- Landbrug, skovbrug, gartnerier og fiskeriers udledninger fra maskiner og anlæg vil stå for cirka 12 pct.

Den samlede industrisektor forventes i *Basisfremskrivningen 2020* at udlede cirka 9 mio. ton CO₂e i 2030 ud af de i alt 10,9 mio. ton, som udledes i hele energi- og industrisektoren.

Figur 1.2 viser den historiske udvikling i sektorens drivhusgasudledninger og fremskrivninger af udledningerne i basisfremskrivningens scenarie med uændret politik fra juni 2020. Derudover viser figuren effekten af regeringens vedtagne virkemidler og effekten af alle regeringens angivne initiativer fra konkretiseringsstadie A-E i et lavt og et

højt scenarie. Se kapitel 2 i *Statusrapport 2021* for uddybning af metode til kategorisering af konkretiseringsstadiet af regeringens initiativer. De samlede udledninger fra sektoren udgjorde i 1990 43,3 mio. ton CO₂e.



Figur 1.2 Drivhusgasudledninger i energi- og industrisektoren

- Anm. 1: Figuren viser Klimarådets vurdering af effekten af regeringens vedtagne virkemidler og tekniske reduktionspotentialer. I modsætning til regeringens opgørelse i *Klimaredegørelse 2020*, er effekten af *Ny epoke med energier* ikke inkluderet i Klimarådets vurdering af regeringens vedtagne virkemidler, men effekten fra *Samarbejdsaftale mellem regeringen og Aalborg Portland*, *Gasledning til Lolland-Falster* og *Teknisk potentiale for øget biogasproduktion* er inkluderet.
- Anm. 2: Klimarådet har korrigeret for overlap mellem tekniske potentialer samt for overlap mellem tekniske potentialer og vedtagne virkemidler.
- Anm. 3: Klimarådet har interpoleret lineært mellem reduktionseffekten af vedtagne virkemidler i 2025 og 2030, og seneste statistiske opgørelse, 2018.
- Kilder: Klimarådet på baggrund af egne beregninger, Energistyrelsen, *Basisfremskrivning 2020*, Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, *Klimaprogram 2020, 2020* og politiske aftaler¹

Det bemærkes, at Klimarådet har medtaget alle initiativer vedrørende fangst og lagring af CO₂ (CCS) og fangst og anvendelse af CO₂ (CCU) under gennemgangen af indsatsen i energi- og industrisektoren, hvorfor regeringens angivne høje reduktionspotentialer på figur 1.2 er større end de fremskrevne udledninger.

Trin 2: Konkretiseringsstadiet

I energi- og industrisektoren har regeringen vedtaget en række initiativer, som skal nedbringe drivhusgasudledningerne frem mod 2030. Hovedparten af initiativerne fremgår af *Klimaaftale for energi og industri mv. 2020*, *Aftale om fremtiden for olie- og gasindvinding i Nordsøen*, *Grøn boligaftale* og *Aftale om grøn skattereform*, samt *Finanslov 2021 – aftale om stimuli og grøn genopretning*. Derudover har regeringen indgået en frivillig samarbejdsaftale med cementvirksomheden Aalborg Portland om at nedbringe virksomhedens udledninger frem mod 2030. Tabel 1.1 præsenterer et overblik over indholdet af de initiativer, som Klimarådet lægger til grund for vurderingen af regeringens klimaindsats i energi- og industrisektoren.

Tabel 1.1 Overblik over regeringens initiativer i energi og industri

| Initiativ | Beskrivelse |
|---|---|
| Energiforsyning og individuel opvarmning | |
| 1 | Grøn fjernvarme Initiativet ændrer regulering af fjernvarmen, herunder ophævelse af kraftvarmekravet og brændselsbindingerne til naturgas, justering af samfundsøkonomikravet samt ændring af aftagepligten. |
| 2 | Grøn omlægning af afgifter på varme Initiativet nedsætter elvarmeafgiften for erhverv og husholdninger til EU's minimumssatser og rumvarmeafgiften for fossile brændsler forhøjes med cirka 6 kr. pr. GJ. |
| 3 | Udfasning af olie og gasfyr Initiativet afsætter 4,2 mia. kr. i 2020-2030, hvoraf 1,9 mia. kr. udgøres af afledte afgiftstab. |
| 4 | Øgede puljer til udfasning af olie- og gasfyr frem mod 2025 Initiativet afsætter samlet 810 mio. kr. i 2021-2025 til eksisterende tilskudspuljer til udfasning af olie- og gasfyr, som blev aftalt i <i>Klimaaftale for energi og industri mv. 2020</i> og den opfølgende aftale af d. 30. oktober 2020. |
| 5 | Ny epoke med energiøer Det besluttes at der skal bygges to energiøer med mindst 5 GW tilkoblet effekt. Der er afsat i alt 93 mio. kr. hen over 2021-2022 til forundersøgelse af de to energiøer samt parken ved Hesselø. Herudover fremrykkes park 2 fra <i>Energiaftale 2018</i> . Der omprioriteres desuden midler fra <i>Energiaftale 2018</i> til formålet. |
| 6 | Understøttende tiltag vedr. udfasning af olie- og gasfyr Initiativet afsætter 81 mio. kr. i 2020-2030 til tiltag målrettet forbrugersikkerhed og sikker implementering, der skal understøtte omstillingen til varmepumper. Derudover afsættes 4 mio. kr. i 2021-2022 til kortlægning af kommunale og regionale olie- og gasfyr. |
| 7 | Fortsættelse af nuværende forsøgsmølleordninger Initiativet prioriterer 68 mio. kr. i 2020-2021 til fortsættelse af forsøgsmølleordninger og reserverer 202 mio. kr. i 2022-2024 til at styrke udvikling og forskning inden for vindenergi. |
| 8 | Udskydelse af landvindmølleloftet Initiativet udskyder landvindmølleloftet fra 2030 til 2040. Landvindmølleloftet sætter et loft for, hvor mange vindmøller, der maksimalt må stå på land i Danmark. Med ændringen tillades flere landvindmøller i 2030. |
| 9 | Ændring af identitetskravet for egetforbrug af el fra vedvarende energi Initiativet ændrer identitetskravet for egetforbrug af el fra vedvarende energi. Den administrative barriere ændres, så virksomheder kan investere i mere solenergi. |
| 10 | Nedbringelse af sagsbehandlingstid i klagenævn og landdistriktspuljen Initiativet afsætter 60 mio. kr. i 2021-2024 til realisering af krav om kortere sagsbehandlingstid for klager vedr. projekter for vedvarende energi og 40 mio. kr. i 2021-2024 til kompensation af lokalområder med mange vindmøller. Derudover hæves udbetalingen i VE-bonusordningen, som kompenserer naboer til blandt andet vindmøller og solceller. |
| 11 | Understøttende tiltag vedr. grøn fjernvarme Med initiativet afsættes 4 mio. kr. i 2021-2022 til en række understøttende initiativer. |
| 12 | Gasledning til Lolland-Falster Beslutning om at udbygge gasnettet til Nordic Sugar fabrikkerne på Lolland og Falster, hvormed disse fabrikker kan aftage gas og erstatte det nuværende kul- og olieforbrug. |
| Nordsøen, raffinaderier og biogas | |
| 13 | Nordsøaftale 2020 Aftalen indfører blandt andet et stop for alle eksisterende og evt. fremtidige tilladelser til olie- og gasindvinding i Danmark efter 2050. Derudover bliver 8. udbudsrunde og fremtidige udbudsrunder aflyst. |
| 14 | Teknisk potentiale for elektrificeringspotentiale Nordsøaftalen sætter gang i et samarbejde med branchen for at vurdere mulighederne for at elektrificere relevante olie- og gasplatforme. Aftalen anslår et potentiale på 0,6 mio. ton identificeret af klimapartnerskabet for energi. |
| 15 | Fremme af biogas og andre grønne gasser Regeringen har afsat midler til udbygning af biogas startende med 200 mio. kr. i 2024 og voksende til 678 mio. kr. i 2030. Regeringen vurderer reduktionseffekten til 0,7 mio. ton i 2030. |
| 16 | Teknisk potentiale for øget biogasproduktion Potentialerne er baseret på en forudsætning om, at biogasproduktionen kan øges med cirka 9 PJ ud over den forventede biogasmængde i <i>Basisfremskrivning 2020</i> og tiltagene i klimaaf-talen. |

| CCS og CCU | | |
|---------------------|--|---|
| 17 | Markedsbaseret tilskudspulje til køb og lagring af CO ₂ | Initiativet afsætter penge til projekter for køb og lagring af CO ₂ . Der er afsat 202 mio. kr. i 2024 og stigende årligt med et beløb fra og med 2029 på 815 mio. kr. årligt. Regeringen forventer, at initiativet leverer 0,9 mio. ton i 2030. |
| 18 | Lagring af CO ₂ i Nordsøen | For at fremme udviklingen af sikker lagring af CO ₂ i Nordsøen fra 2025 er der afsat 100 mio. kr. årligt i 2021 og 2022 til udviklings- og demonstrationsprojekter for lagring. |
| 19 | Teknisk potentiale for fangst og lagring eller anvendelse af CO ₂ | Potentialet for at anvende CCS og CCU kan være stort og vil ifølge regeringen formentlig være i størrelsesordenen 4-9 mio. ton CO ₂ /år baseret på de forventede punktkilder til drivhusgasudledninger i <i>Basisfremskrivning 2020</i> . |
| 20 | Prioritering af "Fangst og lagring eller anvendelse af CO ₂ " som forskningsmission | Der igangsættes en missionsdrevet forsknings- og udviklingsindsats for både CCS, CCU og Power-to-X. |
| Erhverv og industri | | |
| 21 | Grøn omstilling af industrien | Initiativet afsætter 2,45 mia. kr. over perioden 2020-2030 til tilskud til grøn omstilling af industrien målrettet konverteringer væk fra fossil energi og energieffektivisering af processer, som ikke i dag kan elektrificeres. |
| 22 | Samarbejdsaftale mellem regeringen og Aalborg Portland | Samarbejdsaftale som forpligter cementproducenten Aalborg Portland til at reducere egne drivhusgasudledninger med minimum 0,66 mio. ton inden 2030. |
| 23 | Aftale om grøn skattereform | Aftalen forhøjer energifgiften på fossile brændsler for erhverv med 6 kr. per GJ. Forhøjelsen bliver indfasat fra 2023 til 2025, dog først i 2025 for mineralogiske processer og landbrug og gartnerier. |
| 24 | Teknisk potentiale for elektrificering og energieffektivitet inden for industrisektoren | Teknisk potentiale for at reducere udledninger fra industrien gennem elektrificering og energieffektivisering. |
| 25 | Teknisk potentiale for reduktioner gennem partnerskabsaftaler | Teknisk potentiale for at reducere udledninger i erhvervslivet gennem virksomhedsaftaler, som samarbejdsaftalen med Aalborg Portland. |
| 26 | Udvidelse af erhvervspuljen | Grøn skattereform #1 udvider erhvervspuljen med 315 mio. kr. hovedsageligt i årene 2022-2024. Fokus er på energieffektivisering og grøn omstilling af gartnerier, herunder væksthuse. |
| 27 | Tilskudspulje til grøn omstilling | Grøn skattereform #1 opretter en ny tilskudspulje på 360 mio. kr. over perioden 2021-2025. Hovedfokus er grøn omstilling og målrettede energieffektiviseringer. |
| 28 | Investeringsvindue med merafskrivning | Grøn skattereform #1 indfører et investeringsvindue til og med 2022, hvor afskrivningsgrundlaget på driftsmidler midlertidigt øges med 16 pct. Undtaget er maskiner, der drives af fossile brændstoffer. |
| Bygninger | | |
| 29 | Grøn boligaftale | Aftalen afsætter og fremrykker midler fra Landsbyggefonden til renovering af boliger i den almene sektor i 2021-2026 og sikrer prioritering af energibesparende tiltag ved tilføjelse af et nyt grønt tildelingskriterie. Derudover øges incitamentet til energirenovationsprojekter i den almene boligsektor via en grøn garantiordning. |
| 30 | Tilskud til grønne boligforbedringer | Initiativet forøger Bygningspuljen med 400 mio. kr. i 2021-2025 for at styrke indsatsen med energikonverteringer og energirenovering i helårsbygninger samt i almene boliger. |
| 31 | Tilskudspulje til energirenoveringer i offentlige bygninger | Initiativet afsætter 315 mio. kr. i 2021-2025 til en tilskudspulje målrettet energirenoveringer i regionale og kommunale bygninger, der har de laveste energimærker og som opvarmes med olie- og gasfyr. |
| 32 | Målrettet energieffektiviseringsindsats | Initiativet afsætter 456 mio. kr. i 2021-2030 til en energieffektiviseringsindsats, der blandt andet kan inkludere krav til energibesparelser i statslige bygninger og understøtte energirenoveringer. Størstedelen af pengene er afsat efter 2025. |
| 33 | Midlertidig lempelse af Boligjobordningen i 2021 | Initiativet afsætter 340 mio. kr. i 2021 til finansiering af, at loftet for serviceydelser hæves til 25.000 kr. og skatteværdien af fradraget øges til 35 pct. for serviceydelser samt at loftet for håndværksydelser hæves til 25.000 kr. Lempelserne er gældende i 2021. |

Kilder: Politiske aftaler²

For at vurdere regeringens indsats i energi- og industrisektoren opstiller Klimarådet en vurdering af, hvor konkret regeringen har defineret de initiativer, der skal levere reduktioner frem mod 2030. Initiativer uden direkte reduktionspotentiale bliver vurderet i afsnit om bidrag fra understøttende og øvrige initiativer.

Klimarådet.

I det følgende beskrives hvilke klimainitiativer regeringen har fået vedtaget eller aftalt med Folketingets øvrige partier siden seneste klimafremskrivning. Disse initiativer kategoriseres som 'A' på Klimarådets konkretiseringsskala. Derudover gennemgås også øvrige initiativer, der har reduktionspotentiale i 2030, og som kan kategoriseres som 'B', 'C', 'D' eller 'E' på Klimarådets konkretiseringsskala. Vurderingen er fordelt på undersektorer. Klimarådet har placeret 15 af regeringens 20 initiativer i energi og industrisektoren på det højeste konkretiseringsniveau, A, da de har karakter af at være virkemidler med reduktionseffekt i 2030.

I energiforsyningssektoren er der politisk aftalt en række initiativer, der gør det mere attraktivt at anvende alternative opvarmningsformer i forhold til olie- og gasfyr. Det drejer sig blandt andet om initiativerne *Grøn omlægning af afgifter på varme, Udfasning af olie og gasfyr* samt *Øgede puljer til udfasning af olie- og gasfyr frem mod 2025*. Desuden er der med initiativet *Grøn fjernvarme*, som et første skridt, i fjernvarmesektoren aftalt ændrede normative rammevilkår, der giver fjernvarmen større mulighed for valg af grønne varmekilder, mens ændring af økonomiske rammevilkår afventer oplæg til forskellige modeller fra regeringen. Herudover har regeringen indstillet til Energinet, at gassystemet skal udbygges med en gasledning til Lolland-Falster som et led i at facilitere et skift fra olie og kul til gas i industrien på Lolland-Falster.³

I *Klimaaftale for energi og industri mv. 2020* blev det vedtaget at etablere verdens to første energioer. Klimarådet vurderer dog, at initiativet *Ny epoke med energioer* har karakter af en strategi og en ambition om at etablere energioer i dansk farvand, hvilket svarer til niveau C på konkretiseringsskalaen. Regeringen er kommet et stykke vej med at konkretisere initiativet med aftalen om *Tillæg til klimaaftale om energi og industri af 22. juni 2020 vedr. Ejerskab og konstruktion af energioer mv.* fra februar 2021. Tillægsaftalen beskriver, at der fortsat udestår en række politiske beslutninger, inden energioerne kan realiseres, herunder rammerne for udbud af energioer og tilknyttede havvindmøleparker. Derudover bemærkes det i aftalen, at parterne noterer sig, at der er usikkerheder forbundet med de fremtidige skøn for energioernes rentabilitet. Det er fortsat en betingelse for projektet, at det er selskabsøkonomisk rentabelt, hvilket Klimarådet også vurderer ikke nødvendigvis er tilfældet. Skulle etableringen af energioerne vise sig at kræve offentlig støtte, da vil dette kræve et nyt politisk flertal. På denne baggrund anser Klimarådet ikke etableringen af energioerne som et vedtaget virkemiddel. Når et konkret udspil er vedtaget, hvori detaljer om finansiering/udbud og eventuelle offentlige tilskud, tidsplan for etableringsprocessen og øvrige rammevilkår er beskrevet, kan initiativet rykke op til konkretiseringsstadium A. Andre aktører har tidligere ligeledes vurderet, at initiativet ikke er særlig konkret, herunder Energistyrelsen, som ikke forventer at indregne en reduktionseffekt af energioerne i *Klimafremskrivning 2021*, hvilket fremgår af Energistyrelsens høringsmateriale.⁴

I olie- og gassektoren i Nordsøen har regeringen sammen med et folketingsflertal lavet en ny *Nordsøaftale 2020*, hvori er aftalt et stop for alle eksisterende og evt. fremtidige tilladelser til olie- og gasindvinding i Danmark efter 2050 samt en aflysning af 8. og efterfølgende udbudsrunder. Det er også aftalt, at igangsætte et samarbejde med branchen om at undersøge mulighederne for at elektrificere danske platforme i Nordsøen. I aftalen refereres til et teknisk reduktionspotentiale på 0,6 mio. ton CO₂e i 2030, som også angivet i rapporteringen fra Klimapartnerskabet for energi og forsyning. I *Aftale om grøn skattereform* er aftalt, at en mere ensartet CO₂e-afgift skal sikres ved, at der, efter forhøjelsen af energiafgifterne i det eksisterende afgiftssystem, skal ske udvidelser af afgiftsgrundlaget til blandt andet raffinaderier. For raffinaderierne har regeringen ikke angivet yderligere initiativer.

For at fremme biogas har regeringen i *Klimaaftale for energi og industri mv. 2020* afsat årlige beløb fra 200 mio. kr. i 2024 stigende til 678 mio. kr. årligt fra 2029. I *Klimaprogram 2020* er derudover angivet et teknisk reduktionspotentiale for merproduktion af biogas. I tabel 1.2 er initiativet *Teknisk potentiale for øget biogasproduktion* placeret på konkretiseringsstadium A. Baggrunden er, at udbygningen med biogas forventes at overstige antagelserne i *Basisfremskrivning 2020*, hvilket fremgår af Energistyrelsens opjustering af forventningerne til udbygning med biogas i forhold til tidligere basisfremskrivninger i december 2020.⁵ Energistyrelsens forventning er nu, at den samlede biogasproduktion når op på 42 PJ på gamle støtteordninger, i stedet for 31 PJ tidligere, og at der hertil kommer cirka 10 PJ som følge af udbudspuljen i initiativ om *Fremme af biogas og andre grønne gasser*. Den samlede forventede produktion på 52 PJ overgår dermed det samlede potentiale på 50 PJ, der lå til grund for udregningen af det tekniske reduktionspotentiale på 0,6 mio. ton. Det betyder, at hele det resterende tekniske reduktionspotentiale fra udbygning med biogas nu forventes realiseret med eksisterende ordninger samt initiativet om *Fremme af biogas og andre grønne gasser*. Klimarådet har i mangel af præcise oplysninger valgt en tilgang, hvor alle 0,6 mio. ton bogføres som et vedtaget virkemiddel, selv

Klimarådet.

om også øget effekt af eksisterende støtteordninger gør indhug i det tekniske reduktionspotentiale. For CCS og CCU er der med initiativet *Markedsbaseret tilskudspulje til køb og lagring af CO₂* afsat penge årligt fra 2024 og frem (startende med 202 mio. kr. i 2024 og op til et konstant niveau på 815 mio. kr. fra 2029), som skal sikre teknologineutral støtte til CCS- og CCU-projekter. Regeringen har derudover oprettet en grøn forskningsstrategi, som skal understøtte udviklingen af teknologi til blandt andet fangst af CO₂, produktion af grønne brændstoffer og lagring af CO₂. Endelig har regeringen anvist et teknisk potentiale for CCS og CCU. Regeringen har annonceret, at den vil udkomme med en samlet strategi for Power-to-X, CCU og CCS. Der er på nuværende tidspunkt ikke udmeldt en dato for denne.⁶

I erhvervs- og industrisektoren⁷ er det med *Aftale om grøn skattereform og Grøn omstilling af afgifter på varme* politisk aftalt at øge energiafgifterne på brug af fossile brændsler til procesvarme og rumvarme. Derudover er det med initiativet *Grøn omstilling af industrien* aftalt at yde tilskud til elektrificering og energieffektivisering. Puljerne til grøn omstilling i industrien er desuden forhøjet med *Finanslov af 2021*. Regeringen har derudover indgået en *Samarbejdsaftale mellem regeringen og Aalborg Portland* om at nedbringe cementproducentens udledninger. Klimarådet har vurderet denne aftale til konkretiseringsstadiet A, da Aalborg Portland fra 2021 er påbegyndt produktionen af en grønnere type cement, og da der på europæisk plan generelt sker en omstilling af cementproduktionen hen mod grønnere produktionsmetoder. Samtidig er det vurderingen, at der er selskabsøkonomiske fordele ved at påbegynde omstillingen af cementproduktionen nu, med udsigten til højere afgifter på længere sigt: Med aftalen om en grøn skattereform øges energiafgifter for cementproduktion med 6 kr. pr. GJ fra år 2025, og senere planlægges det at indføre en generel drivhusgasafgift. Samlet set vurderer Klimarådet, at samarbejdsaftalen vil føre til reduktioner frem mod 2030. Ud over vedtagne og aftalte initiativer er der i *Klimaprogram 2020* fremlagt en række tekniske reduktionspotentialer i sektoren. De tekniske potentialer er henholdsvis energieffektivisering og elektrificering inden for industrien og partnerskaber med virksomheder (i lighed med aftalen med Aalborg Portland).

I bygningssektoren er der med *Grøn boligaftale, Tilskud til grønne boligforbedringer* samt *Tilskudspulje til energirenoveringer i offentlige bygninger* aftalt en styrket energirenoveringsindsats på tværs af almene boliger, helårsboliger og offentlige bygninger. Indsatsen styrkes gennem forskellige tilskudspuljer, ved en fremrykning af Landsbyggefondens midler og et nyt grønt tildelingskriterie i fondens tildeling af støtte samt en grøn garantiordning. Regeringen har ikke angivet tekniske reduktionspotentialer for sektoren, som går ud over de allerede vedtagne og aftalte initiativers reduktionseffekt.

Klimarådet har i tabel 1.2 samlet de initiativer i energi- og industrisektoren, som rådet vurderer vil have en direkte reduktionseffekt eller reduktionspotentiale i 2030.

Tabel 1.2 Konkretiseringsstadiet af regeringens klimaindsats i energi- og industrisektoren

| Skala | Forklaring | Initiativ |
|-------|--|--|
| A | Vedtagne og finansierede virkemidler, der nedbringer reduktionsmankoen | <ul style="list-style-type: none"> - Grøn fjernvarme - Grøn omlægning af afgifter på varme - Udfasning af olie og gasfyr - Øgede puljer til udfasning af olie- og gasfyr frem mod 2025 - Gasledning til Lolland-Falster - Nordsøaftale 2020 - Fremme af biogas og andre grønne gasser - Teknisk potentiale for øget biogasproduktion - Markedsbaseret tilskudspulje til køb og lagring af CO₂ - Grøn omstilling af industrien - Samarbejdsaftale mellem regeringen og Aalborg Portland - Aftale om grøn skattereform - Grøn boligaftale - Tilskud til grønne boligforbedringer - Tilskudspulje til energirenoveringer i offentlige bygninger |
| B | Udspil til virkemidler | |
| C | Strategi for at realisere reduktionspotentiale | <ul style="list-style-type: none"> - Ny epoke med energigøer |
| D | Analyser af virkemidler til at realisere reduktionspotentialer | |
| E | Teknisk reduktionspotentiale | <ul style="list-style-type: none"> - Teknisk potentiale for elektrificering af Nordsøen - Teknisk potentiale for fangst og lagring eller anvendelse af CO₂ - Teknisk potentiale for elektrificering og energieffektivitet inden for industrisektoren - Teknisk potentiale for reduktioner gennem partnerskabsaftaler |

Kilder: Klimarådet og politiske aftaler⁸

Trin 3: Effektvurdering

Tilsammen er de vedtagne virkemidler i energi- og industrisektoren angivet til at reducere de danske udledninger med cirka 3,7 mio. ton CO₂e i 2030 sammenlignet med *Basisfremskrivning 2020*. Klimarådet foretager en række justeringer af de forventede reduktionseffekter og reduktionspotentialer, som tilsammen fører til en opjustering af effekten af vedtagne virkemidler til i alt 4,3 mio. ton CO₂e i 2030. I det følgende gennemgås disse justeringer. Tabel 1.3 giver et overblik over initiativerne, herunder den af regeringen anviste reduktionseffekt, samt Klimarådets justering heraf.

Vedtagne initiativer med størst reduktionseffekt i 2030 er tilskudspulje til CCS og tilskudspulje til biogas og andre grønne gasser. Disse bidrager med en reduktionseffekt på henholdsvis 0,9 mio. ton CO₂e og 0,7 mio. ton CO₂e i 2030. Tilsammen reducerer de vedtagne initiativer i energi- og industrisektoren, efter Klimarådets justeringer, udledningerne med cirka 2,0 mio. ton i 2025 og som nævnt cirka 4,3 mio. ton CO₂e i 2030 relativt til *Basisfremskrivning 2020*. Klimarådets rapport fra marts 2020 identificerede til sammenligning et reduktionspotentiale fra kendte omstillingselementer på 5,6 mio. ton CO₂e i 2030 i sektoren. Det skal understreges, at denne sammenligning ikke kan foretages 1-1, da Klimarådets reduktionspotentialer og regeringens effektberegninger er udregnet med udgangspunkt i forskellige basisfremskrivninger. Der er især to store forskelle i sammenligningsgrundlaget. Den ene store forskel er, at udfasning af kul på Fynsværket er indregnet i *Basisfremskrivning 2020*, hvilket ikke var tilfældet i *Basisfremskrivning 2019*, som Klimarådets reduktionspotentiale er udregnet på baggrund af. Den anden store forskel er, at forventninger til produktionen af biogas er opjusteret betydeligt siden Klimarådets potentialeopgørelse i marts 2020, hvilket uddybes senere i dette afsnit. Den opjusterede forventning til biogasproduktionen har Klimarådet medregnet i opgørelsen af regeringens vedtagne initiativer, men det er ikke tilsvarende medregnet i Klimarådets kendte omstillingselementer. De to forskelle i baseline trækker i hver sin retning. Uanset det uens beregningsgrundlag vurderer Klimarådet, at forskellen mellem reduktionseffekten af regeringens vedtagne initiativer og Klimarådets reduktionspotentiale giver en tydelig indikation af, at der via kendte omstillingselementer i energi- og industrisektoren kan reduceres ud over de reduktioner, som anslås realiseret ved de vedtagne virkemidler i sektoren. I kapitel 4 i *Statusrapport 2021* uddybes en række af forskellene mellem regeringens anviste reduktionseffekter og Klimarådets reduktionspotentialer.

Tabel 1.3 Reduktionseffekt og reduktionspotentiale for initiativer i energi- og industrisektoren

| Initiativ | Konkretiserings- stadie | Anvist reduktionseffekt og -potentiale (mio. ton CO ₂ e) | | Justeret reduktionseffekt og -potentiale (mio. ton CO ₂ e) | |
|---|----------------------------|--|--------------------|--|--------------------|
| | | 2025 | 2030 | 2025 | 2030 |
| Energiforsyning og individuel opvarmning | | | | | |
| Grøn fjernvarme | A | 0,05 | 0,02 | Ingen justering | Ingen justering |
| Grøn omlægning af afgifter på varme | A | 0,25 | 0,35 | Ingen justering | Ingen justering |
| Udfasning af olie- og gasfyr | A | 0,2 | 0,35 | Ingen justering | Ingen justering |
| Øgede puljer til udfasning af olie- og gasfyr frem mod 2025 | A | 0,06 | 0,04 | Ingen justering | Ingen justering |
| Gasledning til Lolland-Falster | A | - | 0,051 | - | Ingen justering |
| Ny epoke med energiøer | C | 0 | 0,02 | Ingen justering | Ingen justering |
| Nordsøen, raffinaderier og biogas | | | | | |
| Nordsøaftale 2020 | A | 0 | 0,01 | Ingen justering | Ingen justering |
| Fremme af biogas og andre grønne gasser | A | 0,2 | 0,7 | Ingen justering | Ingen justering |
| Teknisk potentiale for øget biogasproduktion | A | - | 0,6 | - | Ingen justering |
| Teknisk potentiale for elektrificering af Nordsøen | E | - | 0,6 | - | Ingen justering |
| CCS og CCU | | | | | |
| Markedsbaseret tilskudspulje til køb og lagring af CO ₂ | A | 0,4 | 0,9 | Ingen justering | Ingen justering |
| Teknisk potentiale for fangst og lagring eller anvendelse af CO ₂ | E | - | 4 – 9 | - | 3,8 - 7,9 |
| Erhverv og Industri | | | | | |
| Grøn omstilling af industrien | A | 0,1 | 0,2 | Ingen justering | Ingen justering |
| Samarbejdsaftale med Aalborg Portland | A | 0,25 | 0,5 | Ingen justering | Ingen justering |
| Aftale om grøn skattereform | A | 0,5 | 0,5 | Ingen justering | Ingen justering |
| Teknisk potentiale for elektrificering og energieffektivitet inden for industrisektoren | E | - | 2 | - | 1,5 |
| Teknisk potentiale for reduktioner gennem partnerskabsaftaler | E | - | 0,2 - 0,4 | - | 0,15-0,35 |
| Bygninger | | | | | |
| Grøn boligaftale | A | 0 | 0,047 | Ingen justering | Ingen justering |
| Tilskud til grønne boligforbedringer | A | 0,03 | 0,02 | Ingen justering | Ingen justering |
| Tilskudspulje til energirenoveringer af offentlige bygninger | A | 0,004 | 0,004 | Ingen justering | Ingen justering |
| Samlet mulig reduktionspotentiale i energi- og industrisektoren | | | 11,1 - 16,3 | | 10,4 - 14,6 |
| Samlet reduktion fra vedtagne virkemidler i energi- og industrisektoren | | 2,0 | 3,7 | 2,0 | 4,3 |

Anm. 1: De *anviste* reduktionseffekter og -potentialer i 2025 og 2030 angiver initiativernes reduktioner, som de angives i de respektive aftaler og *Klimaprogram 2020*. Den samlede reduktion fra vedtagne virkemidler inkluderer for de anviste reduktionseffekter og -potentialer initiativet *Ny epoke med energiøer*.

Anm. 2: De *justerede* reduktionseffekter og -potentialer i 2025 og 2030 angiver initiativernes reduktioner efter Klimarådets justering. Den samlede reduktion fra vedtagne virkemidler inkluderer for de justerede reduktionseffekter og -potentialer ikke initiativet *Ny epoke med energiøer*, idet Klimarådet placerer dette initiativ på konkretiseringsstadie C, men inkluderer derimod *Teknisk potentiale for øget biogasproduktion*, idet Klimarådet placerer dette initiativ konkretiseringsstadie A.

Anm. 3: Afvigelse i summer skyldes afrundinger.

Kilder: Klimarådet, Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, *Klimaprogram 2020*, 2020 og politiske aftaler⁹

Klimarådet har ikke foretaget justeringer af regeringens anviste effektvurderinger for vedtagne initiativer. For uddybning se metodebeskrivelsen i hovedrapportens kapitel 2. Klimarådet har, som det fremgår af tabel 1.3, derimod justeret regeringens tekniske reduktionspotentialer, da flere af disse potentialer overlapper på forskellig vis. Klimarådet har i energi- og industrisektoren foretaget korrektioner på baggrund af tre forhold, som uddybes i det følgende.

For det første opjusteres den samlede, forventede reduktionseffekt af vedtagne virkemidler. Opjusteringen skyldes, at Klimarådet placerer initiativet *Teknisk potentiale for øget biogasproduktion* på konkretiseringsstadiet A. Dermed tæller initiativets reduktionspotentiale på 0,6 mio. ton CO₂e med som en vedtaget reduktionseffekt.

For det andet har Klimarådet korrigeret for overlap mellem regeringens angivne tekniske reduktionspotentialer via egne beregninger ud fra *Metodenotat om de tekniske reduktionspotentialer i Klimaprogram 2020*.¹⁰ Se kapitel 5 i indeværende baggrundsnotat for uddybning af metode for korrektion af overlap. Dette vedrører for energi- og industrisektoren de tekniske reduktionspotentialer for øget biogasproduktion og for CCS og CCU. Klimarådet har justeret for overlap mellem biogas og gylletilsætningsstoffer ved at fratrage hele overlappet på 0,6 mio. ton CO₂e fra det tekniske reduktionspotentiale ved gylletilsætningsstoffer. Dette er valgt som følge af, at det tekniske reduktionspotentiale ved øget biogasproduktion, som nævnt, allerede antages at blive realiseret ved eksisterende og vedtagne virkemidler. Da det fulde biogaspotentiale således antages at blive realiseret, betyder det, at potentialet for reduktioner gennem gylletilsætningsstoffer reduceres betydeligt. Derudover angives der i metodenotatet til *Klimaprogram 2020* også et overlap mellem det tekniske reduktionspotentiale for Power-to-X, CCS og CCU. I Klimarådets korrektion herfor fordeles overlappet ligeligt mellem de to potentialer. Overlappet er på cirka 0,3 og 2,3 mio. ton CO₂e i henholdsvis regeringens lave og høje skøn for potentialerne. Det tekniske reduktionspotentiale for CCS og CCU reduceres dermed fra 9 til 7,9 mio. ton CO₂e i det høje skøn og fra 4 til 3,8 mio. ton CO₂e i det lave skøn.

For det tredje har Klimarådet, som det også fremgår af tabel 1.3, derudover korrigeret for overlap mellem angivne tekniske reduktionspotentialer fra *Klimaprogram 2020* og forventede reduktionseffekter fra aftaler, der er indgået efter klimaprogrammets offentliggørelse. Dette vedrører for energi- og industrisektoren det tekniske potentiale for elektrificering og energieffektivisering inden for industrisektoren og det tekniske potentiale for reduktioner gennem partnerskaber og gasledningen til Lolland-Falster. Klimarådet antager, at hele reduktionseffekten fra *Aftale om grøn skattereform* på 0,5 mio. ton CO₂e skal fratrages *Teknisk potentiale for elektrificering og energieffektivitet inden for industrisektoren*, da reduktionerne fra forhøjelse af energifgifterne hovedsageligt finder sted i industrisektoren. Det tekniske potentiale nedskrives dermed fra 2 til 1,5 mio. ton CO₂e. Tilsvarende antager Klimarådet, at hele reduktionseffekten fra regeringens indstilling om *Gasledning til Lolland-Falster* skal fratrages *Teknisk potentiale for reduktioner gennem partnerskabsaftaler*. Det tekniske potentiale nedskrives dermed fra 0,4 til 0,35 mio. ton CO₂e i regeringens høje skøn og fra 0,2 til 0,15 mio. ton CO₂e i regeringens lave skøn.

Det bemærkes, at regeringen vurderer, at det samlede reduktionspotentiale i energi- og industrisektoren er større end de samlede forventede udledninger i 2030 på 10,9 mio. ton CO₂e. Klimarådet vil analysere dette nærmere i den kommende tid, men vurderer, at det primært skyldes antagelser om, at dele af det kulstof, der indfanges ved CCS eller CCU vil stamme fra biomasseressourcer. Da drivhusgasudledninger fra biomasse tælles som nul i opgørelsen af danske udledninger, kan fangst af kulstoffet herfra opgøres som negative udledninger. Negative udledninger kan på den måde potentielt kompensere for udledninger fra andre sektorer, hvor reduktioner er vanskelige og/eller meget dyre.

Trin 4: Risikovurdering

Klimarådet har gennemgået initiativerne i energi- og industrisektoren og forholdt sig til graden af risiko i forhold til de anviste reduktionseffekter og -potentialer. Vurderingen er baseret på de tre risikoparametre *implementeringsudfordringer*, *incitamentsstyrke* og *system- og arealsammenhæng*, som er yderligere beskrevet i hovedrapportens kapitel 2. Vurderingen er en systematisk, kvalitativ vurdering, og resultatet angives med *lav*, *moderat* eller *høj* risiko. Overblikket over vurderingen er sammenfattet i tabel 1.4.

Klimarådet har vurderet risici ved hvert af de i tabel 1.3 oplyste initiativer. I det følgende præsenteres Klimarådets risikovurdering pr. undersektor. For hver undersektor fremhæves relevante aspekter af Klimarådets risikovurdering, og alle initiativer og risikovurderinger beskrives således ikke slavisk. Vurderingen fordeles på undersektorerne:

- Energiforsyning og individuel opvarmning
- Energiøer
- Nordsøen, raffinaderier og biogas
- CCS og CCU
- Erhverv og industri
- Bygninger

Energiforsyning og individuel opvarmning

I de følgende afsnit gennemgås initiativerne i energiforsyningssektoren på nær initiativet med energiøer, der beskrives særskilt efterfølgende.

Implementeringsudfordringer: Initiativerne i energiforsyningen og den individuelle opvarmning indebærer konvertering til kendte teknologier i form af varmepumper og fjernvarme samt omstilling af fjernvarmeproduktion til vedvarende energikilder og udvidelse af naturgasnettet. Realiseringen bliver for mange initiativers vedkommende finansieret via eksisterende og nye tilskudspuljer og omlægning af afgifter på varme, mens fjernvarmens omstilling bliver styrket via regulering af rammevilkår i fjernvarmesektoren. Størstedelen af omkostningerne til udvidelsen af naturgasnettet til Lolland-Falster finansieres gennem tariffer. Klimarådet vurderer samlet, at der er lav risiko for at teknologiske, administrative eller juridiske udfordringer forhindrer realisering af initiativernes angivne reduktionseffekter i energiforsyningssektoren i 2030.

Incitamentsstyrke: I energiforsyningen og i den individuelle opvarmning er der med initiativerne *Udfasning af olie og gasfyr* og *Øgede puljer til udfasning af olie- og gasfyr frem mod 2025* politisk afsat midler til puljer, der blandt andet reducerer investeringsomkostningen ved skift til varmepumper. Denne er betydeligt højere end for andre individuelle varmeløsninger og anses derfor som en central barriere for investeringslysten hos borgere og virksomheder. Med disse tilskudsordninger samt de aftalte omlægnings af rumvarme- og elvarmeafgifter i *Grøn omlægning af afgifter på varme* bliver både løbende energiomkostninger og investeringsomkostninger i varmepumper reduceret. Ændringerne i fjernvarmens rammevilkår og udvidelsen af naturgasnettet realiseres på baggrund af henholdsvis *Klimaaftale for energi og industri mv. 2020* og regeringens indstilling til Energinet om anlæggelse af gasledning til Lolland-Falster. På baggrund heraf vurderer Klimarådet overordnet, at der er lav risiko for, at initiativerne ikke sikrer en tilstrækkelig høj incitamentsstyrke til at realisere den angivne reduktionseffekt.

System- og arealsammenhæng: Der er for initiativerne i el- og fjernvarmesektoren ikke indregnet konsekvenser for energisystemet, men på baggrund af aftalerne igangsættes blandt andet analyser, der skal belyse konsekvenserne ved ændringerne i fjernvarmens regulering, herunder konsekvenserne for elforsynings sikkerheden. Konverteringer til varmepumper både i husholdninger og i fjernvarmen vil øge elforbruget. Dette skal som al anden elektrificering koordineres med en tilstrækkelig udbygning med elproduktionskapacitet fra vedvarende energi for at imødegå stigende udledning fra elproduktion i både Danmark og udlandet. Se boks 1.1 om behovet for udbygning med vedvarende energi som følge af elektrificering og tiltag, der øger elforbruget. Konverteringer til varmepumper i husholdninger vil øge den maksimale effekt og kan give anledning til udfordringer i lokale distributionsnet i visse områder, hvis der ikke planlægges herfor. Ophævelse af brændselsbindingerne til naturgas og skiftet til varmepumper og fjernvarme kan reducere gasforbruget og dermed forringe økonomien i gasnettet. Omvendt vil udvidelsen af naturgasnettet bidrage til et øget gasforbrug fra industri på Lolland-Falster. Klimarådet vurderer overordnet set, at der er lav risiko for, at de identificerede udfordringer hindrer realiseringen af de angivne reduktionseffekter.

Energiøer

Implementeringsudfordringer: Klimarådet vurderer, at etableringen af to energiøer, henholdsvis ved Bornholm og i Nordsøen, som følger af initiativet *Ny epoke med energiøer*, vil være behæftet med høj risiko. Det drejer sig særligt om regulatoriske risici, herunder udmøntningen af vigtige rammevilkår som fx fordeling af råderet, økonomiske vilkår, forpligtigelser og finansiering. Derudover er der også tale om anvendelse af teknologi i en ikke

tidligere afprøvet skala. Dette indebærer også en risiko for, at projekterne bliver forsinkede og først kan komme i drift efter 2030. Således vurderes det i *Tillæg til klimaaftale om energi og industri af 22. juni 2020 vedr. Ejerskab og konstruktion af energiøer mv.*, at den ene energiø i Nordsøen vil være vanskelig at realisere før 2033.

System- og arealsammenhæng: Klimarådet vurderer, at der er moderat risiko forbundet med system- og arealsammenhæng, da det er uklart, hvordan elproduktion skal ilandføres, samt hvilken effekt den øgede elproduktion vil have på det danske transmissionsnet og udlandsforbindelser, herunder særligt om det kræver udbygning af disse. Derudover kan der være negative miljømæssige konsekvenser af at etablere en energiø.

Særlig fordi der er tale om et helt nyt koncept, hvor projekterne stadig er i en meget tidlig fase, vurderer Klimarådet samlet set, at der er høj risiko forbundet med initiativet. Klimarådet vurderer derudover, at det er kritisk for øvrige reduktioner, fx gennem Power-to-X og generel elektrificering, at havvindmøllekapacitet, der med *Klimaaftale for energi og industri mv. 2020* nu er tilknyttet energiøerne, bliver etableret inden 2030 (se boks 1.1).

Nordsøen, raffinaderier og biogas

Implementeringsudfordringer: Med aftalen om den fremtidige produktion af olie og naturgas i Nordsøen har et flertal i Folketinget aflyst 8. udbudsrunde og fremtidige udbudsrunder, hvormed den forventede produktion fra disse udbudsrunder ikke vil finde sted. Aftalen sætter også en slutdato for alle eksisterende og fremtidige tilladelser til olie- og gasproduktion. Stoppet vil indebære forhandling med aktører, der har indgået aftaler, som i øjeblikket kan række ud over 2050. Regeringen forventer, at aftalen medfører en reduktionseffekt på 0,01 mio. ton CO₂e i 2030, hvilket omtrentligt stemmer overens med Klimarådets beregninger i analysen *Danmarks indvinding af olie og gas i Nordsøen* fra 2020. Klimarådet vurderer, at der ikke er væsentlige juridiske eller administrative udfordringer, der udgør en risiko for, at reduktionseffekten bliver hindret.

Foruden Nordsøaftalens direkte reduktionseffekt, angives et teknisk potentiale på 0,6 mio. ton CO₂ ved elektrificering af anlæg på danske olie- og gasplatforme, som i øjeblikket anvender naturgas til egetforbrug. Realisering heraf indebærer dels nye anlæg på platformene og dels tilslutning til elproduktion, der kan ske på forskellig vis. Klimarådet har tidligere, som en del af rådets såkaldte udviklingsspor i rapporten *Kendte veje og nye spor til 70 procents reduktion* fra 2020, estimeret et potentiale på 0,5 mio. ton CO₂ gennem en delvis elektrificering af platformene i Nordsøen inden 2030. Realiseringen indebærer anvendelse af kendte teknologier og systemer, som dog forudsætter en tæt koordinering mellem aktører og udbygningen af infrastruktur i Nordsøen. Der vurderes at være en potentiel udfordring i at sikre en tilstrækkelig incitamentsstruktur til at realisere omstillingen uden, at der indirekte skabes et tilskud til fossil energiindvinding. Behovet for støtte vil afhænge af den virksomhedsøkonomiske rentabilitet. De største risici forbundet med realiseringen vurderes på baggrund heraf at være af regulatorisk karakter. Da initiativet endnu ikke er konkretiseret i særlig høj grad og derfor er på konkretiseringsstadiet E, vurderer Klimarådet samlet set, at der er moderat risiko forbundet med fuld realisering af potentialet inden 2030.

For pulje til *Fremme af biogas og andre grønne gasser*, samt det tekniske reduktionspotentiale for øget produktion af biogas, vurderer Klimarådet, at der er tale om kendt teknologi, som kan opskaleres. På den baggrund vurderer Klimarådet, at der er lav risiko for, at teknologiske, administrative eller juridiske udfordringer forhindrer realisering af reduktionseffekten inden 2030.

Incitamentsstyrke: Nordsøaftalens aflysning af udbudsrunderne medfører et lovgivningsbestemt stop. Initiativet for stop for olie- og gasindvinding efter 2050 beror på frivillig forhandling af allerede indgåede aftaler med tilladelser, der forventeligt rækker til efter 2050. Incitamentet for, at selskaberne vil indgå nye frivillige aftaler, er ikke nærmere aftalt, og Klimarådet vurderer, at der er en vis risiko for, at incitamentsstyrken ikke er tilstrækkelig til at sikre, at sådanne aftaler kan indgås. Da den forventede reduktionseffekt i 2030 primært vurderes at være et resultat af aflysningen af udbudsrunder, vurderer Klimarådet samlet set, at der er lav risiko for, at initiativet ikke sikrer en tilstrækkelig høj incitamentsstyrke til at realisere reduktionseffekten.

Udbygningen af biogas går stærkt og har som nævnt overgået forventningerne i tidligere fremskrivninger. Klimarådet vurderer derfor også, at der ikke er nogen nævneværdige udfordringer vedrørende incitamentsstyrken ved det vedtagne virkemiddel *Fremme af biogas og andre grønne gasser*, som derfor vurderes til lav risiko.

Klimarådet.

System- og arealsammenhæng: Med aftalen om den fremtidige olie- og gasindvinding i Nordsøen bliver Danmarks fremtidige olie- og gasproduktion reduceret, og selvforsyningsgraden af et fremtidigt olie- og gasforbrug bliver derved også mindre. Størstedelen af konsekvenserne ved aflysning af fremtidige udbudsrunder vurderes at forekomme efter 2030, da produktionen fra disse runder primært ville kunne ske efter 2030. Klimarådet vurderer, at der er lav risiko for, at reduktionseffekten ikke realiseres som følge af disse udfordringer.

I forhold til reduktioner fra øget produktion af biogas, vurderer Klimarådet, at der er lav risiko for udfordringer vedrørende system- og arealsammenhænge i forhold til realisering af reduktionseffekten fra det vedtagne initiativ *Fremme af biogas og andre grønne gasser*. For det tekniske reduktionspotentiale for øget biogasproduktion vurderes risikoen som moderat. Denne vurdering bunder i, at udbygningen af biogas, særligt i den størrelsesorden, der er tale om, er forbundet med et markant ressourcetræk. Den samme fraktion fra landbruget kan kun udnyttes én gang, og udbygningen af biogas gør dermed, at potentialet for fx reduktioner gennem tilsætningsstoffer til gylle reduceres. Ligeledes kan der komme konkurrerende efterspørgsel efter fx halmressourcer, og derudover forudsætter reduktionseffekten fra udbygning med biogas, at husdyrbesætningen forbliver på et højt niveau. Klimarådet vurderer samlet set at der er moderat risiko forbundet med initiativet *Teknisk potentiale for øget biogasproduktion*.

CCS og CCU

Implementeringsudfordringer: Teknisk set er det muligt at indfange CO₂ svarende til det høje skøn for potentialet, men der er en række implementeringsudfordringer, der skal adresseres, hvis teknologien skal kunne levere signifikante drivhusgasreduktioner. Etableringen af CCS og CCU vil kræve klart definerede rammevilkår om aftaget af indfanget CO₂. Det vil sige, at aktører til enhver tid skal kunne komme af med indfanget CO₂ gennem transport og lagring eller anvendelse; der skal være en klar og langsigtet ansvarsfordeling i kæden af aktører indenfor både fangst, transport og lagring; der skal være klare definitioner af hvem, der kan tilskrive sig de opnåede reduktioner i drivhusgasudledning; og ansvar for sikkerhed og for udslip af CO₂ fra transportkæde og lagre skal være veldefineret. Der skal desuden være højst mulig sikkerhed for, at udslip undgås, og at de i modsatte fald detekteres. I et studie fra National Energy Technology Laboratory under det amerikanske energiministerium har det på flere eksisterende lagre ikke været muligt at registrere udslip.¹¹ Rammevilkårene skal gøre det muligt at opnå langsigtede løsninger allerede ved igangsætning af de første projekter. Når rammevilkårene er på plads, vil der skulle etableres infrastruktur til at håndtere indfanget CO₂. Erfaringerne med at etablere denne infrastruktur er begrænsede, da der ikke er mange projekter i drift rundt omkring i verden. De foreløbige erfaringer indikerer dog, at det er særdeles tidskrævende at planlægge og etablere infrastruktur. I Norge har man haft en betydelig satsning på forskning og udvikling af CCS gennem en lang årrække. Her bygger det store fangst- og lagringsprojekt 'Langskip' videre på de kompetencer, der er blevet opbygget gennem disse år. Projektet vil fange og lagre i alt 0,8 mio. ton CO₂ årligt og er netop påbegyndt opførelsesfasen efter en planlægningsfase på cirka 5 år med omkring 20 fuldtidsansatte på myndighedssiden. Med idriftsættelse i 2024 vil det samlede tidsforløb fra igangsætning af forstudier være omkring 9 år.¹² Selv når der er kommet styr på rammevilkårene, er der en begrænsning for hvor stort et bidrag CCS og CCU kan levere, som afgøres af hvor mange punktkilder, der bevares på sigt, og af hvor store udledninger, de hver især står for. Antal punktkilder og mængden af udledninger reduceres fx gennem nedlægning af affaldsforbrændingsanlæg og biomassefyrede kraftværker, samt af reduktionstiltag i de enkelte virksomheder, fx ved effektivisering af cementproduktion.

I *Klimaaftale for energi og industri* fra juni 2020 besluttede et folketingsflertal at etablere en *Markedsbaseret tilskudspulje til køb og lagring af CO₂* med en angivet reduktionseffekt på 0,9 mio. ton svarende cirka til den norske fangst. Klimarådet vurderer, at puljen vil hjælpe udbredelsen af CCS og CCU, men at den ikke adresserer udfordringen med at etablere infrastrukturen. Der er derfor behov for understøttende initiativer for at sikre reduktionseffekten. Derudover er det positivt, at der med *Aftale om stimuli og grøn genopretning* er sikret mulighed for lagring af CO₂ i udtjente oliefelter i Nordsøen.

En anden, og mere administrativ risiko, består i, at der udestår en endelig dansk beslutning om, hvorvidt dansk indfanget, biogent CO₂, som bliver lagret i udlandet, kan tælle med som bidrag til 70-procentsmålet. Der mangler internationale standardiserede regler for, hvordan fangst og lagring af biogent CO₂ skal godskrives. Klimalovens bemærkninger foreskriver, at klimalovens mål omfatter "negative emissioner fra teknologiske processer (f.eks. lagring af CO₂ i undergrunden)", men ikke om det specifikt skal være i dansk undergrund, eller om det også kan være i udenlandsk undergrund.

Klimarådet.

Det er Klimarådets vurdering, at det er svært at sandsynliggøre, at det nedre potentiale for *Teknisk potentiale for fangst og lagring eller anvendelse af CO₂* kan nås i 2030, og at der er meget høj risiko for, at det høje potentiale ikke kan realiseret. Klimarådet vurderer derfor både regeringens fremlagte lave og høje tekniske reduktionspotentiale til at have høj implementeringsrisiko. Samlet set vurderer Klimarådet på baggrund af ovenstående, at der er moderat implementeringsrisiko for initiativet *Markedsbaseret tilskudspulje til køb og lagring af CO₂* og høj risiko vedrørende initiativet *Teknisk potentiale for fangst og lagring eller anvendelse af CO₂*.

Incitamentsstyrke: For initiativet om *Markedsbaseret tilskudspulje til køb og lagring af CO₂* vurderer Klimarådet incitamentsstyrken til at være tilstrækkelig til at opnå nok projekter til at indfri reduktionseffekten. Puljernes størrelse og den antagne reduktionseffekt giver tilsammen et forventet omkostningsniveau på omkring 1.000 kr. per ton fanget og lagret CO₂, hvilket Klimarådet anser som et retvisende omkostningsniveau.

System- og arealsammenhæng: Som beskrevet i afsnit om implementeringsudfordringer kan realiseringen af de angivne reduktionspotentiale for CCS og CCU begrænses af hvor mange punktkilder, der bevares fremadrettet, og hvor store udledninger, de hver står for. Klimarådet vurderer derudover, at der for CCS og CCU er væsentlig risiko forbundet med mængden af varme, der kan tilgås for de enkelte fangstanlæg, da den afgør hvor høj en andel af udledningerne virksomhederne vil kunne indfange. Da ambitionerne for reduktion er store set i forhold til mængden af anvendelige punktkilder i 2030, vil en lav gennemsnitlig fangstprocent kunne gøre det vanskeligt at realisere de opgjorte potentialer. Regeringen har derudover ikke undersøgt, hvorvidt øget elforbrug til fangstanlæg har nogen negativ påvirkning på udledninger i energiforsyning eller på distributionsnettet. For både det lave og høje tekniske potentiale vurderer Klimarådet på denne baggrund, at risikovurderingen for system- og arealsammenhæng er moderat. For initiativet *Markedsbaseret tilskudspulje til køb og lagring af CO₂* vurderer Klimarådet, at reduktionseffekten er opnåelig trods disse potentielle udfordringer.

Klimarådet vurderer, på baggrund af ovenstående gennemgang, den samlede risiko vedrørende initiativet *Markedsbaseret tilskudspulje til køb og lagring af CO₂* til moderat og den samlede risiko for både det lave og høje skøn for initiativet *Teknisk potentiale for fangst og lagring eller anvendelse af CO₂* til høj.

Erhverv og industri

Implementeringsudfordringer: I erhvervs- og industrisektorerne medfører initiativerne hovedsageligt konverteringer til kendte teknologier som fx varmepumper, elkedler og energieffektiviseringer. Med initiativet *Grøn omstilling af industrien* tilskyndes konverteringerne med en udvidelse af en eksisterende støtteordning, Erhvervspuljen, vedtaget med *Energiaftale 2018*, samt ved at øge de eksisterende energiafgifter for fossile anvendelser med *Aftale om grøn skattereform* og *Grøn omlægning af afgifter på varme*. Klimarådet vurderer på den baggrund, at der er lav grad af risiko for implementeringsudfordringer for regeringens vedtagne initiativer i erhvervs- og industrisektorerne. Det tekniske reduktionspotentiale ved elektrificering, energieffektivisering og partnerskabsaftaler med erhvervslivet vurderes af Klimarådet ligeledes at omfatte overvejende kendte teknologier. Der vil være områder, hvor særligt direkte elektrificering er vanskelig grundet et behov for høje procestemperaturer, men der er tale om et begrænset omfang. Klimarådet vurderer overordnet set, at der er lav risiko for, at hovedparten af de identificerede implementeringsudfordringerne for regeringens angivne tekniske reduktionspotentiale for elektrificering og energieffektivisering i industrien vil hindre realiseringen af potentialet. Da initiativet befinder sig på konkretiseringsstadiet E, udestår det fortsat for regeringen at definere konkrete planer for hvordan potentialet realiseres, og på baggrund heraf vurderer Klimarådet, at initiativet samlet set indebærer moderat risiko. Tilsvarende vurderes der at være moderat risiko forbundet med implementeringsudfordringer vedrørende partnerskabsaftalerne, da konkretiseringsstadiet for dette initiativ tilsvarende er forholdsvis lav.

Incitamentsstyrke: I erhvervs- og industrisektorerne gør regeringen brug af afgifter og tilskud, hvilket Klimarådet vurderer har en høj incitamentsstyrke med det afsatte finansieringsomfang. Det er positivt, at udfordringen med store up-front investeringsomkostninger ved alternative teknologier, såsom elvarmepumper, er adresseret, idet der sammen med afgiftsstigningen målrettes indsatser ved hjælp af tilskudspuljerne i *Grøn omstilling af industrien*, så tilskyndelsen til konvertering væk fra fossile teknologier højnes. I beskrivelserne af tilskudspuljerne har regeringen inkluderet et afledt afgiftstab, som skal regnes med i puljestørrelserne. Derudover varierer de årlige puljestørrelser for flere af initiativerne med +/- 200 mio. kr. årligt i perioden frem mod 2030. Klimarådet vurderer, at usikkerheden om puljestørrelser og forskelle i puljestørrelser i perioden 2020-2030 begge er med til at give uklare

Klimarådet.

signaler til aktører i markedet, som med aftalen ikke får oplyst størrelsen på puljen. Samlet set vurderer Klimarådet dog, at incitamentsstyrken er høj, og dermed at risikoen er lav, for afgifts- og tilskudsinitiativerne, da de tilsammen korrekt adresserer barriererne for investeringer i alternative teknologier, såsom elvarmepumper.

Samarbejdsaftale med Aalborg Portland er udformet som en frivillig aftale uden sanktionsmuligheder. Desuden er den alene gældende med den nuværende regering. Klimarådet vurderer disse forhold som svagheder ved det valgte politiske instrument, og det bidrager til en vis risiko om indfrielse af reduktionseffekten. Klimarådet vurderer samtidig, at det er muligt, at Aalborg Portland vil søge midler fra puljen i initiativet *Grøn omstilling af industrien* målrettet konverteringer fra fossile brændsler til elektricitet og energieffektiviseringer inden for industrien. Hvis dette er tilfældet, vil aftalen med Aalborg Portland – og den separate opgørelse af denne aftales effekt – sandsynligvis betyde, at den forventede effekt af erhvervspuljen bliver mindre, fordi Aalborg Portlands reduktioner ikke kan tælle med to gange. Samlet set vurderer Klimarådet, at der er en moderat grad af risiko omkring incitamentets styrke for aftalen med Aalborg Portland. Ligeledes vurderer Klimarådet, at *Teknisk potentiale for reduktioner gennem partnerskabsaftaler* er behæftet med moderat risiko, da regeringen umiddelbart påtænker aftaler af samme frivillige karakter som aftalen med Aalborg Portland.

System- og arealsammenhæng: I erhvervs- og industrisektorerne er der en række initiativer, der fordrer elektrificering og deraf øget elforbrug. Effekten af disse på produktionen af el er ikke afsøgt af regeringen, herunder om omfanget af øget el-efterspørgsel vil øge udledningerne ved elproduktion, eller om et øget effekttræk giver udfordringer i distributionsnettet. Klimarådet vurderer dog, at initiativerne ikke vil have en stor negativ effekt på begge disse forhold. Se boks 1.1 om behovet for udbygning med vedvarende energi som følge af elektrificering og tiltag, der øger elforbruget. Initiativerne i sektoren medfører samtidig en reduktion af forbruget af gas. Den faldende efterspørgsel efter gas er positiv ud fra en klimamæssig betragtning, men regeringen bør være opmærksom på, at det alt andet lige vil gøre gasnettet mindre rentabelt. Det er Klimarådets vurdering, at der ikke er tale om en reduktion af gasforbruget, der er kritisk for nettet. Både øget elforbrug og faldende gasforbrug vil intensiveres i takt med at de tekniske reduktionspotentialer i sektoren indfries frem mod 2030.

Bygninger

Implementeringsudfordringer: Initiativerne *Grøn boligaftale*, *Tilskud til grønne boligforbedringer* og *Tilskudspulje til energirenoveringer af offentlige bygninger* giver incitamenter til energibesparelser gennem kendte energirenoveringstiltag. Dette finansieres via en forhøjelse af den eksisterende Bygningspulje, Landsbyggefondens midler og en nyoprettet tilskudspulje målrettet energirenoveringer i regionale og kommunale bygninger med laveste energimærker og med opvarmning fra nyere olie- og gasfyr. Klimarådet vurderer samlet, at der er lav risiko for, at teknologiske, administrative eller juridiske udfordringer forhindrer realisering af initiativernes angivne reduktionseffekter i bygningssektoren i 2030.

Incitamentsstyrke: Udmøntningen af puljerne inkluderer tiltag for at sikre høj additionalitet, der trækker på viden og erfaringer fra energiselskabernes energispareforpligtelse. En høj additionalitet sikrer, at midler i begrænset omfang går til projekter, der var blevet udført uden tilskud. Givet forholdet mellem de afsatte midler og den forholdsvis begrænsede reduktionseffekt vurderer Klimarådet, at der er lav risiko for, at initiativet ikke sikrer en tilstrækkelig høj incitamentsstyrke til at realisere effekten.

System- og arealsammenhæng: Forbedringer af ydervægge, vinduer og andre dele af klimaskærmen i private og offentlige bygninger samt den almene boligsektor vil reducere forbruget af energi til opvarmning, herunder især forbruget af olie, gas, biomasse og el brugt til direkte elvarme og til varmepumper. Det reducerede forbrug af gas og el vurderes af Klimarådet til at have begrænset betydning for gas- og eldistributionssystemerne, herunder økonomiske forhold i disse. Konverteringer til varmepumper vil modsat øge det maksimale effekttræk og kan give anledning til udfordringer i lokale distributionsnet. Klimarådet vurderer, at der overordnet er lav risiko for, at disse udfordringer hindrer realiseringen af initiativernes angivne reduktionseffekt.

Boks 1.1 Elektrificering og behovet for yderligere vedvarende elproduktion

En lang række af regeringens initiativer vedrører en generel elektrificering af samfundet, herunder elektrificering af husholdninger, industri og transport gennem varmepumper, elkedler og elbiler. Hvis det øgede elforbrug fra disse anvendelser ikke kan matches af en øget elproduktion fra vedvarende energi, vil elektrificeringen indebære en øget udledning fra elsektoren. Den øgede udledning kan ske fra danske anlæg, der stadig anvender fossile brændsler til elproduktion, eller fra udenlandske anlæg. En rettidig udbygning af vedvarende energi, der er afstemt med det forventede øgede forbrug fra blandt andet den generelle elektrificering af samfundet og tilkomsten af fx store datacentre, der bruger store mængder strøm, er derfor afgørende. Foruden dette kan en øget udbygning af vedvarende energi med samfundsøkonomisk fordel etableres til erstatning for en andel af elproduktionen på biomasse. Klimarådet vurderer, at øget efterspørgsel efter el fra en generel elektrificering i samfundet vil kunne blive mere end mødt af øget produktion fra vedvarende energikilder, som er besluttet i *Energiaftale af 2018, Klimaaftale for energi og industri mv. 2020 og Tillæg til klimaaftale om energi og industri af 22. juni 2020 vedr. Ejerskab og konstruktion af energiøer mv.*

Ud over den generelle elektrificering gennem regeringens initiativer vil der være behov for en stor udbygning af vedvarende energi, hvis regeringens tekniske reduktionspotentialer for Power-to-X-brændstoffer skal indfries. Det skyldes, at reduktionspotentialer for Power-to-X er afhængig af en tilstrækkelig udbygning med vedvarende elproduktion for at kunne levere den forventede reduktion af CO₂e-udledninger via brintproduktion. Ifølge regeringen vil indfrielse af det høje potentiale for Power-to-X, der resulterer i reduktioner på op mod 3,5 mio. ton CO₂e pr. år i 2030, indebære et øget elforbrug på cirka 21 TWh pr. år.¹³ Dette svarer omtrent til produktionen fra 5 GW havvind, og er et ganske betydeligt elforbrug sammenlignet med Danmarks nuværende elforbrug på omtrent 34 TWh pr. år. I *Klimaaftale for energi og industri mv. 2020* indgik ønsket om, at energiøernes kapacitet i 2030 udgjorde 5 GW, hvoraf 3 GW er tilknyttet energiøen i Nordsøen og 2 GW er tilknyttet Bornholm. I den seneste aftale om energiøerne vurderes det dog at være vanskeligt at realisere energiøen i Nordsøen inden 2033. En forsinkelse af etableringen af energiøer vurderes at kunne forhindre realiseringen af det høje potentiale for Power-to-X, som udgør en betydelig del af regeringens anviste reduktionspotentialer. Ligeledes gælder det, at hvis en betydelig mængde af elproduktionen fra energiøerne sendes mod udlandet, vil det blive vanskeligere at realisere det forventede reduktionspotentiale fra Power-to-X. For at kunne realisere reduktionseffekten på 3,5 mio. ton CO₂e kræves desuden en betydelig brintproduktion. Regeringen anslår, at det vil kræve en elektrolysekapacitet på 4 GW.

Samlet vurdering af risiko

Den samlede vurdering af risiko fremgår af overblikket i tabel 1.4.

Tabel 1.4 Samlet vurdering af initiativers risiko på tværs af parametre

| Initiativ | Konkretiserings- stadie | Implementerings- udfordringer | Incitamentsstyrke | System- og arealsammenhæng | Samlet vurdering |
|---|----------------------------|----------------------------------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| Energiforsyning og individuel opvarmning | | | | | |
| Grøn omlægning af afgifter på varme | A | Lav | Lav | Lav | Lav |
| Grøn fjernvarme | A | Lav | Lav | Lav | Lav |
| Udfasning af olie- og gasfyr | A | Lav | Lav | Lav | Lav |
| Øgede puljer til udfasning af olie- og gasfyr frem mod 2030 | A | Lav | Lav | Lav | Lav |
| Gasledning til Lolland-Falster | A | Lav | Lav | Lav | Lav |
| Ny epoke med energiøer | C | Høj | Ikke vurderet | Moderat | Høj |

| Nordsøen, raffinaderier og biogas | | | | | |
|--|---|---------|---------------|---------------|----------------|
| Nordsøaftale | A | Lav | Lav | Lav | Lav |
| Fremme af biogas og andre grønne gasser | A | Lav | Lav | Lav | Lav |
| Teknisk potentiale for øget biogasproduktion | A | Lav | Ikke vurderet | Moderat | Moderat |
| Teknisk potentiale for elektrificering af Nordsøen | E | Moderat | Ikke vurderet | Ikke vurderet | Moderat |
| CCS og CCU | | | | | |
| Markedsbaseret tilskudspulje til køb og lagring af CO ₂ | A | Moderat | Lav | Lav | Lav |
| Teknisk potentiale for fangst og lagring eller anvendelse af CO ₂ , lavt og højt skøn | E | Høj | Ikke vurderet | Moderat | Høj |
| Erhverv og Industri | | | | | |
| Grøn omstilling af industrien | A | Lav | Lav | Lav | Lav |
| Samarbejdsaftale med Aalborg Portland | A | Lav | Moderat | Lav | Moderat |
| Aftale om grøn skattereform | A | Lav | Lav | Lav | Lav |
| Teknisk potentiale for elektrificering og energieffektivitet inden for industrisektoren | E | Lav | Ikke vurderet | Ikke vurderet | Moderat |
| Teknisk potentiale for reduktioner gennem partnerskabsaftaler, lavt og højt skøn | E | Moderat | Ikke vurderet | Ikke vurderet | Moderat |
| Bygninger | | | | | |
| Grøn boligaftale | A | Lav | Lav | Lav | Lav |
| Tilskud til grønne boligforbedringer | A | Lav | Lav | Lav | Lav |
| Tilskudspulje til energirenoveringer af offentlige bygninger | A | Lav | Lav | Lav | Lav |

Anm. 1: Den samlede vurdering af det tekniske potentiale for elektrificering og energieffektivisering inden for industrien er vurderet til moderat risiko, idet disse initiativer er på konkretiseringsstadiet E og regeringen ikke har defineret konkrete planer for realisering af potentialerne.

Kilder: Klimarådet

Bidrag fra understøttende og øvrige initiativer

Regeringens klimaindsats i energi- og industrisektoren består foruden de ovenstående initiativer også af en række understøttende initiativer, der enten ikke direkte kan opgøres en reduktionseffekt af i 2030, eller hvor denne ikke fremgår af regeringens aftaletekster. Klimarådet anderkender dog disse øvrige initiativer som en vigtig del af den samlede indsats. Klimarådet har udvalgt de initiativer, som rådet vurderer er mest relevante i vurderingen af regeringens klimaindsats.

Tabel 1.5 giver et overblik over de udvalgte initiativer, som Klimarådet lægger til grund i vurderingen af regeringens klimaindsats.

Tabel 1.5 Vurdering af betydning for at understøtte målopfyldelse

| Initiativ | Klimarådets vurdering af betydning for at understøtte målopfyldelse |
|--|--|
| Energiforsyning og individuel forsyning | |
| Ny epoke med energigøer | Øget VE-elproduktion ud over forbruget er en forudsætning for potentiel dansk produktion af Power-to-X til fortrængning af fossile brændstoffer i tung transport og tung industri |
| Fortsættelse af nuværende forsøgsmølleordninger | Initiativet styrker forsknings- og udviklingsaktiviteter inden for vindenergi ved at fortsætte nuværende forsøgsmølleordninger samt reservere midler til ordningerne. Danmark har i flere årtier haft en styrkeposition inden for udvikling af vindmølleteknologi, men teknologiudviklingen er i dag også præget af internationale forsknings- og udviklingsaktiviteter. Selvom teknologiudviklingen ikke kun afhænger af danske aktiviteter, kan styrkelse af vilkårene for forsøgsmøller i Danmark understøtte og bidrage til økonomisk og teknisk optimering af fremtidige vindmøller. |
| Udskydelse af landvindmølleloftet | Klimarådet har tidligere anbefalet, at loftet for antallet af landvindmøller, som blev aftalt i <i>Energiaftale af 2018</i> , afskaffes. Initiativet rykker ikrafttrædelsesåret for loftet på 1.850 landvindmøller fra 2030 til 2040. Dermed reduceres afhængigheden af nedtagning af eksisterende vindmøller ved udbygning med ny landvind, ligesom eksisterende landvindmøller i højere grad kan holdes i drift indtil deres tekniske levetid nås. |
| Ændring af identitetskravet for egetforbrug af el fra vedvarende energi | Initiativet lægger op til en ændring af identitetskravet, der afgrænser muligheden for økonomiske besparelser ved egetforbrug af el fra vedvarende energi til situationer, hvor ejeren af energianlægget og forbrugeren er samme juridiske enhed eller person. I aftalen er den konkrete ændring ikke videre beskrevet, men initiativet forventes at lede til en øget udbygning med solceller fra virksomheder fx på industritage, der kapacitetsmæssigt bliver relativt begrænset set i forhold til den forventede udbygning med store solcelleanlæg på marker. Det understreges, at ændringen af kravet samt videre ændringer i rammevilkårene for solcelleudbygningen i Danmark bør understøtte en omkostningseffektiv udbygning, hvor privat- og virksomhedsøkonomiske forhold ikke fører til en u hensigtsmæssig stor udbygning med små og mellemstore taganlæg, hvor elproduktion generelt er samfundsøkonomisk dyrere end elproduktionen fra store markanlæg. |
| Nedbringelse af sagsbehandlingstid i klagenævn og landdistriktspuljen | Initiativet inkluderer tiltag, der forbedrer forholdene for beboere tæt ved landvindmøller, herunder kortere sagsbehandlingstider ved klager, større kompensation af lokalsamfund gennem støtte til forskellige landdistriktprojekter og en stigning i VE-bonusordningens udbetalingsbeløb til beboere, der bor nær vindmøller eller solceller. Lokal accept af projekter er af stor betydning for udbygningen af især vindmøller og solceller i Danmark. Derfor er det positivt, at der med initiativet fokuseres herpå, men det er svært at vurdere, om initiativets tiltag er de rette, og om de vil opnå den ønskede effekt. |
| Understøttende tiltag vedr. udfasning af olie- og gasfyfyr | Initiativet inkluderer blandt andet, at serviceintervallet for små varmepumper ændres fra et til to år, så omkostningerne ved at eje en varmepumpe reduceres og installatørressourcer frigøres, og at informations- og rådgivningsindsatsen vedr. nye varmeløsninger udvides. Klimarådet finder det positivt, at initiativet blandt andet inkluderer tiltag, der adresserer risikoen for en begrænset tilgængelighed af varmepumpeinstallatører. Investering i en ny varmeløsning er en stor privatøkonomisk beslutning, og tiltag for øget information, rådgivning og sikkerhed kan bidrage til at realisere en større udskiftning af olie- og naturgasfyfyr. |
| Understøttende tiltag vedr. grøn fjernvarme | Tiltagene for grøn fjernvarme understøttes med initiativet af en række ikke nærmere specificerede, understøttende initiativer. En vurdering af betydningen af disse initiativer er derfor ikke mulig, om end den samlede effekt vurderes at være begrænset på baggrund af de forholdsvist få afsatte midler. |
| Nordsøen, raffinaderier og biogas | |
| Der er ikke yderligere initiativer end de, der er aftalt i Aftale om fremtiden for olie- og gasindvinding i Nordsøen | |
| CCS og CCU | |
| Udvikling af CCS i Nordsøen | Med aftalen for fremtiden for olie- og gasindvinding fra december 2020 lukkes for nye borer i Nordsøen, men samtidig åbnes op for muligheden for at bruge udtjente olieletter til lagring af CO ₂ . Dette kan i nogle tilfælde være en fornuftig måde at skabe kapacitet for lagring. Det kan vise sig, at der relativt hurtigt kan |

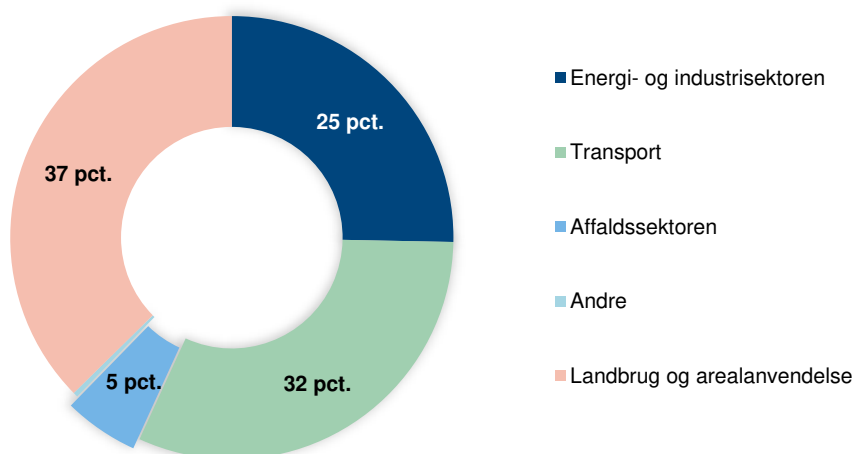
| | |
|---|--|
| | etableres kapacitet i udtjente olie- og gasfelter, da undergrunden ved felter med produktion er velkendt, og da en del af infrastrukturen allerede er udviklet. Initiativet kan desuden bidrage til at fastholde aktører og kompetencer, som i dag opererer i Nordsøen. |
| Prioritering af CCS og CCU som forskningsmission samt øgning af samlede relevante midler til FU&D | CCS og CCU er udpeget som mission under fordeling af forskningsreserven og de samlede midler til FU&D er forøget. Klimarådet vurderer, at der oplagt er behov for at støtte udviklingen af dette område, hvis en indfrielse af de ønskede tekniske potentialer skal lykkes. Der er flere områder inden for både CCS og CCU, der kan løftes væsentligt ved hjælp af forskning og udvikling. Nogle relevante eksempler for CCU er nye effektive elektrolyseteknologier, opskalering af elektrolyse og optimering af processer til brændselsproduktion med fleksibelt input af brint. For CCS kunne udvikling af fangstprocesser med udvikling af minimalt varmebehov og øget udnyttelse af overskudsvarmen være et eksempel. Nye fangstprocesser og forbrændingsteknologier, fx med ren ilt, kunne være andre eksempler. |
| Erhverv og industri | |
| Udvidelse af erhvervspuljen | Erhvervspuljen øges med 315 mio. kroner i perioden 2022-2025. Puljen vil give anledning til mere elektrificering og energieffektivisering end beregnet med klimaaftalen for energi og industri fra juni 2020, og dermed reducere udledningerne frem mod 2030. Reduktionseffekten er ikke kvantificeret i aftaleteksten. |
| Tilskudspulje til grøn omstilling | Der er tale om en ny pulje med samme formålsbeskrivelse som indskrevet i erhvervspuljen med <i>Klimaaf tale for energi og industri mv. 2020</i> fra juni 2020. Puljen vil give anledning til elektrificering og målrettet energieffektivisering, som vil reducere udledningerne frem mod 2030. Reduktionseffekten er ikke kvantificeret i aftaleteksten. |
| Investeringsvindue med merafskrivning | Initiativet vil sandsynligvis give anledning til merinvesteringer i grønnere driftsmidler (maskiner og inventar mv.) i perioden 2021-2022. Reduktionseffekten er ikke kvantificeret i aftaleteksten. |
| Bygninger | |
| Målrettet energieffektiviseringsindsats | Med initiativet afsættes betydelige midler til en øget energieffektiviseringsindsats, herunder krav til energibesparelser i statslige bygninger. Der er i aftaleteksten ikke kvantificeret en reduktionseffekt, men Klimarådet vurderer, at initiativet kan understøtte en mindre reduktion af udledningerne fra statslige bygninger. |
| Midlertidig lempelse af Boligjobordningen i 2021 | Med lempelsen hæves fradraget for investeringer i grønne løsninger i boliger, herunder energirenovering og skifte væk fra olie- og gasfyr. En høj startinvestering kan udgøre en stor barriere for realisering af grønne tiltag i danske hjem, og et større fradrag kan her hjælpe med at imødekomme denne barriere. Der er i aftaleteksten ikke kvantificeret en reduktionseffekt, men Klimarådet vurderer, at lempelsen kan understøtte en fremrykket og i et vist omfang øget indsats for grønne tiltag i danske bygninger og hermed bidrage med drivhusgasreduktioner i 2030. |

Kilder: Klimarådet

2. Klimaindsats i affaldssektoren

Trin 1: Vurdering af fremskrivning

Affald og spildevand stod i 2018 for 5 pct. af de samlede nationale drivhusgasudledninger. Af de 2,7 mio. ton CO₂e, som sektoren udledte i 2018, kom 1,5 mio. ton CO₂e fra affaldsforbrænding, mens deponi, biologisk affald og spildevand stod for den resterende del. Udledningerne fra sektoren forventes, ifølge *Basisfremskrivning 2020*, at falde til cirka 2,3 mio. ton CO₂e i 2030. På baggrund af forventede reduktioner i øvrige sektorer, forventes affaldssektoren i 2030 stadig at udgøre cirka 5 pct. af de samlede nationale drivhusgasudledninger. Dette fremgår af figur 2.1.

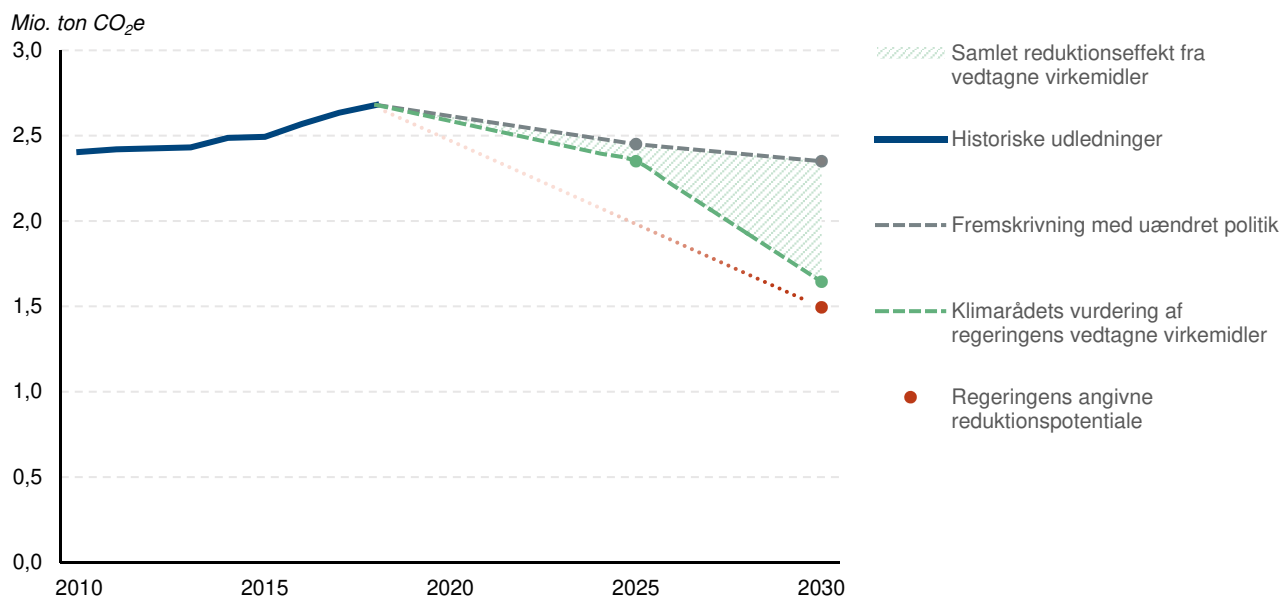


Figur 2.1 Fremskrevne drivhusgasudledninger i Danmark i 2030

Anm. 1: Diagrammet viser danske drivhusgasudledninger i 2030, som fremskrevet i Energistyrelsens *Basisfremskrivning 2020*. Fremskrivningen viser udledninger i 2030, givet at der ikke implementeres yderligere politik end allerede vedtaget ved offentliggørelsen af fremskrivningen i juni 2020.

Kilder: Energistyrelsen, *Basisfremskrivning 2020*, 2020

Faldet fra 2,7 mio. ton CO₂e i 2018 til 2,3 mio. ton i 2030 skyldes dels færre udledninger fra deponering af organisk affald, dels færre udledninger fra historiske deponier samt reduktioner i metanlækager fra biogasanlæg. Ud over den opgjorte fossilt baserede udledning fra forbrænding, på omkring 1,5 mio. ton CO₂e, udledes der en mængde biogent CO₂ fra forbrænding. Af den samlede mængde CO₂, der udledes fra skorstenene på affaldsfyrede anlæg i 2018, var cirka halvdelen af biogen oprindelse, som ikke opgøres i de danske nationale drivhusgasudledninger. Det kan fx være fra biomasse, bioplastik eller madaffald. Denne del vil dog også kunne indfanges. Udviklingen fremgår af figur 2.2. De samlede udledninger fra sektoren udgjorde i 1990 2,3 mio. ton CO₂e.



Figur 2.2 Drivhusgasudledninger i affaldssektoren

Anm. 1: Fremskrivningen med uændret politik er fra *Basisfremskrivning 2020*, hvori der kun angives data for årene 2025 og 2030. Der er interpoleret lineært mellem disse data for årene mellem 2018 og 2025 og mellem 2025 og 2030.

Kilder: Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, *Klimaplan for en grøn affaldssektor og cirkulær økonomi*, 2020; Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, *Klimaprogram 2020*, 2020; Energistyrelsen, *Basisfremskrivning 2020*, 2020 og Klimarådet

Klimarådet vurderer, at der for affaldssektoren er særlig grund til at hæfte sig ved usikkerhederne knyttet til opgørelse af udledninger fra affaldsdeponier i fremskrivningen. Udledningerne fra deponi forventes i *Basisfremskrivning 2020* at falde fra 0,56 mio. ton CO₂e i 2018 til 0,36 mio. ton i 2030. Der er i forbindelse med en tidligere statslig tilskudsordning til biocovers på deponier foretaget en række målinger af drivhusgasudledningerne fra nedbrydning af organisk stof fra deponier. Et biocover er et lag af fx kompost, der lægges hen over deponiet, og som omdanner den kraftige drivhusgas metan til den mindre kraftige drivhusgas CO₂. Målingerne foretaget i forbindelse med ordningen har vist, at udledningerne fra deponier ser ud til at være lavere end forudsat i opgørelsen af udledningerne.¹⁴ Flere målinger vil potentielt kunne give viden om den reelle udledning fra deponier. Energistyrelsen har i november 2020 modtaget en redegørelse om emnet fra forskere på DCE, Nationalt Center for Miljø og Energi, som står for opgørelsen af udledning fra danske deponier. Her redegøres for, at det vil kræve omfattende målinger og dokumentation at forbedre opgørelsen af udledningerne.¹⁵ Klimarådet anfører derfor alene som opmærksomhedspunkt, at usikkerheder i opgørelsesmetoden kan medføre, at udledningen fra deponier er overestimeret.

Trin 2: Konkretiseringsstadie

Klimarådet har vurderet regeringens indsats i affaldssektoren primært på baggrund af den politiske aftale *Klimaplan for en grøn affaldssektor og cirkulær økonomi*, hvori der indgår 17 initiativer. Derudover har Klimarådet set på det tekniske reduktionspotentiale i affaldssektoren, som regeringen fremlagde i *Klimaprogram 2020* og endelig på regeringens prioritering af området som en af dens fire forskningsmissioner. I tabel 2.1 er et overblik over alle initiativerne, som er lagt til grund for Klimarådets vurdering.

Tabel 2.1 Overblik over regeringens initiativer i affaldssektoren

| Initiativ | Beskrivelse |
|--|---|
| 1 Ny organisering af affaldssektoren | Kommunernes Landsforening (KL) blev anmodet om at udarbejde en plan for reduktion af den danske miljøgodkendte kapacitet til affaldsforbrænding, så kapaciteten svarer til danske affaldsmængder, hvilket svarer til en reduktion af kapaciteten på 30 pct. i 2030 i forhold til i dag. |
| 2 Strømlining af sortering og indsamling af erhvervs husholdningslignende affald | Krav til virksomheder om, at de inden udgangen af 2022 skal sortere husholdningslignende affald. |
| 3 Strømlining og obligatoriske henteordninger for husholdningernes affald | Indsamlingen gøres ens på tværs af kommuner, blandt andet ved krav om 10 slags affaldsfraktioner, heraf de fleste fra juli 2021. |
| 4 Strømlining med obligatorisk henteordning for husholdningernes tekstilaffald | Som noget nyt skal tekstilaffald også indsamles. |
| 5 Affaldssortering i det offentlige rum | Der etableres en ordning fra 2025 om indsamling af plastiskaffald i det offentlige rum. |
| 6 Storskrald ud af affaldsforbrændingen | Krav om at kommunerne skal sikre, at storskrald bliver eftersorteret. |
| 7 Mere direkte genbrug og klare rammer for kommunale genbrugsbutikker | Krav til kommunale genbrugspladser om at stille et område til rådighed for borgerne til direkte genbrug mv. |
| 8 Krav om mindre tabsrater i genanvendelse af plastik | Krav til kommunerne om fra januar 2022 at stille krav i udbud om 60 pct. reel genanvendelse af indsamlet plasticaffald. |
| 9 Mål om 50 pct. reduktion af visse takeaway-emballager af plastik i 2026 | Mål, som skal opnås ved et samarbejde med restaurationsbranchen. |
| 10 National implementering af udvidet producentansvar for emballage | Den nationale implementering af EU's krav om udvidet producentansvar for emballage fra 2025 medfører, at producenter har ansvar for hele værdikæden af produktet. Det kan medføre bedre design og øget reel genanvendelse. |

| | | |
|----|--|--|
| 11 | Øget genanvendelse af plastik fra landbrugssektoren | Mål på 80 pct. udsortering af plast i landbruget i 2030, som skal opnås ved samarbejde med sektoren. |
| 12 | Øget genanvendelse af plastik i bygge- og anlægssektoren | Mål på 75 pct. udsortering af plast i bygge- og anlægssektoren i 2030, som skal opnås ved samarbejde med sektoren. |
| 13 | Ny model for affaldstilsynet som skal sikre øget genanvendelse | Forbedring af Affaldstilsynet med henblik på øget kontrol. |
| 14 | Produktivtetsgevinst på øget genanvendelse af plastik | Regeringen antager, at de øvrige virkemidler tilsammen medfører synergieffekter, det vil sige samspillet med at der kommer klare rammer for sektoren, at markedet for adgang til både husholdningernes og erhvervets affald og at affaldsstrømmene øges og strømlines. |
| 15 | Frivillige tilbagemagningsordninger for virksomheder der vil tage egne produkter retur | Understøttende initiativ. |
| 16 | Standardiserede nedrivningsplaner for byggeri | Understøttende initiativ. |
| 17 | Loft over lattergasemissioner fra store renseanlæg | Kravet indføres for anlæg, der renses spildevand svarende til 30.000 person-ækvivalenter. |
| 18 | Teknisk potentiale for genanvendelse og reduktion af plastaffald | Regeringen har i sit klimaprogram fremlagt et muligt yderligere teknisk reduktionspotentiale for genanvendelse og reduktion af plastaffald. |
| 19 | Prioritering af "Cirkulær økonomi med fokus på plastik og tekstiler" som forskningsmission | Regeringen og et flertal i Folketinget har prioriteret cirkulær økonomi som forskningsmission og øget mængden af statslige midler øremærket til grøn forskning og udvikling til at understøtte indsatsen. |

Kilder: Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, *Klimaplan for en grøn affaldssektor og cirkulær økonomi*, 2020; Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, *Klimaprogram 2020*, 2020; Uddannelses- og Forskningsministeriet, *Fordeling af forskningsreserven samt midler fra reserven til genstart af dansk økonomi samt særlige udfordringer afledt af COVID-19 i 2021 mv.*, 2020 og Klimarådet.

Initiativerne fra *Klimaplan for en grøn affaldssektor og cirkulær økonomi* er præciseret i *Klimaprogram 2020*.

Initiativerne handler primært om at:

- Organisere affaldssektoren på nye måder, så husholdninger og erhverv sorterer mere affald til genanvendelse og affaldsmængden til forbrænding dermed bliver mindre. Det reducerer først og fremmest de danske nationale udledninger, fordi det medfører en mindsket afbrænding af plastik ved hjælp af direkte nedbringelse af plastmængder og øget genanvendelse af plast.
- Nedbringe den samlede danske forbrændingskapacitet, så den svarer til de forventede danske affaldsmængder og med henblik på stop for import af affald til forbrænding i Danmark.
- Reducere lattergasudledningen fra spildevandsanlæg.

I *Klimaplanen for en grøn affaldssektor og cirkulær økonomi* fremgår desuden et afsnit med 'yderligere initiativer frem mod en klimaneutral affaldssektor'. Her annonceres blandt andet igangsættelse af en række analyser. Disse er endnu ikke konkretiseret tilstrækkeligt til at indgå i Klimarådets vurdering af regeringens indsats. Analyserne vil blive vurderet i kommende statusanalyser som en del af regeringens klimaindsats, når de er offentliggjorte.

Klimarådet har vurderet regeringens indsats i affaldssektoren frem mod 2030 ved at placere de enkelte initiativer på nedenstående skala for konkretiseringsstadiet. Klimarådet tager udgangspunkt i initiativer med reduktionseffekt eller et angivet reduktionspotentiale, mens de understøttende initiativer vurderes efterfølgende.

Tabel 2.2 Konkretiseringsstadiet af regeringens klimaindsats i affaldssektoren

| Skala | Forklaring | Initiativ |
|-------|--|--|
| A | Vedtagne og finansierede virkemidler, der nedbringer reduktionsmankoen | <ul style="list-style-type: none"> - Ny organisering af affaldssektoren - Strømlining af sortering og indsamling af erhvervets husholdningslignende affald - Strømlining og obligatoriske henteordninger for husholdningernes affald - Strømlining med obligatorisk henteordning for husholdningernes tekstilaffald - Affaldssortering i det offentlige rum - Storskrald ud af affaldsforbrændingen - Mere direkte genbrug og klare rammer for kommunale genbrugsbutikker - Krav om mindre tabsrater i genanvendelse af plastik - Mål om 50 % reduktion af visse takeaway-emballager af plastik i 2026 - National implementering af udvidet producentansvar for emballage - Øget genanvendelse af plastik fra landbrugssektoren - Øget genanvendelse af plastik i bygge- og anlægssektoren - Ny model for affaldstilsynet som skal sikre øget genanvendelse - Produktivitetsgevinst på øget genanvendelse af plastik - Loft over lattergasemissioner fra store renseanlæg |
| B | Udspil til virkemidler | |
| C | Strategi for at realisere reduktionspotentialer | |
| D | Analyser af virkemidler til at realisere reduktionspotentialer | |
| E | Teknisk reduktionspotentialer | - Teknisk potentialer for genanvendelse og reduktion af plastaffald |

Kilder: Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, *Klimaplan for en grøn affaldssektor og cirkulær økonomi*, 2020; Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, *Klimaprogram 2020*, 2020 og Klimarådet.

Klimarådet har placeret 15 af klimaprogrammets 17 initiativer på det højeste konkretiseringsniveau, A, da de har karakter af at være virkemidler med forventet reduktionseffekt i 2030. De to resterende initiativer fra planen karakteriseres som understøttende initiativer og vurderes efterfølgende, ligesom prioriteringen af området som en af regeringens fire forskningsmissioner karakteriseres som et understøttende initiativ. Regeringen angiver i *Klimaprogram 2020* yderligere et teknisk reduktionspotentialer, som Klimarådet vurderer er på det laveste konkretiseringsniveau, E.

Klimarådet bemærker, at regeringen desuden har fremlagt initiativer inden for CCS, som også kan være relevant for affaldsforbrændingsanlæg. Initiativerne inden for CCS er vurderet i kapitel 1 om energi og industri i dette notat.

Trin 3: Effektvurdering

Initiativer fra *Klimaplan for en grøn affaldssektor og cirkulær økonomi* forventes at reducere de danske nationale udledninger med cirka 0,1 mio. ton CO₂e i 2025 og 0,7 mio. ton CO₂e i 2030 sammenlignet med *Basisfremskrivning 2020*, primært fordi de medfører mindsket afbrænding af plast. Effekten opnås dels ved at nedbringe den samlede danske forbrændingskapacitet, så kapaciteten svarer til de forventede danske affaldsmængder med henblik på et stop for import af affald til forbrænding i Danmark. Derudover vil aftalen mindske de danske mængder af plast til forbrænding, dels ved mindre forbrug af plast i Danmark og dels ved øget genanvendelse af det forbrugte plast. Desuden vedrører et af initiativerne en reduktion af lattergasudledningen fra spildevandsanlæg. Tabel 2.3 giver et overblik over initiativerne og regeringens anviste reduktionseffekter og -potentialer.

De tre væsentligste virkemidler reducerer tilsammen udledningen med 0,4 mio. ton CO₂e i 2030. Virkemidlerne med størst reduktionseffekt er *Ny organisering af affaldssektoren* (0,14 mio. ton CO₂e i 2030), *National implementering af udvidet producentansvar for emballage* (0,12 mio. ton CO₂e i 2030) og *Produktivitetsgevinst på øget genanvendelse af plastik* (0,15 mio. ton CO₂e i 2030).

Regeringens tekniske reduktionspotentialer er angivet til at kunne reducere sektorens udledningen med 0,15 mio. ton CO₂e i 2030. Se tabel 2.3 for overblik over effekter og potentialer.

Tabel 2.3 Reduktionseffekt og reduktionspotentiale for initiativer i affaldssektoren

| Initiativ | Konkretiserings- stadie | Anvist reduktionseffekt og -potentiale (mio. ton CO ₂ e) | | Justeret reduktionseffekt og -potentiale (mio. ton CO ₂ e) | |
|---|----------------------------|--|------------|--|-----------------|
| | | 2025 | 2030 | 2025 | 2030 |
| Ny organisering af affaldssektoren | A | Se sum | 0,14 | Ingen justering | Ingen justering |
| Øget og strømlinjet affaldssortering i husholdninger og erhverv | A | Se sum | 0,15 | Ingen justering | Ingen justering |
| National implementering af udvidet producentansvar for emballage | A | Se sum | 0,12 | Ingen justering | Ingen justering |
| Produktivtetsgevinst på øget genanvendelse af plastik ved synergieffekten mellem at der kommer klare rammer for sektoren, at markedet får adgang til både husholdningernes og erhvervets affald og at affaldsstrømmene øges og strømlines | A | Se sum | 0,15 | Ingen justering | Ingen justering |
| Øvrige sorterings- og genanvendelsesinitiativer | A | Se sum | 0,13 | Ingen justering | Ingen justering |
| Loft over lattergasemissioner fra store renseanlæg | A | Se sum | 0,02 | Ingen justering | Ingen justering |
| Teknisk potentiale for genanvendelse og reduktion af plastaffald | E | - | 0,15 | - | Ingen justering |
| Samlet mulig reduktionspotentiale i affaldssektoren | | | 0,9 | | 0,9 |
| Samlet reduktion fra vedtagne virkemidler i affaldssektoren | | | 0,1 | 0,1 | 0,7 |

Anm. 1: De *anviste* reduktionseffekter og -potentialer i 2025 og 2030 angiver initiativernes reduktioner, som de angives i de respektive aftaler og *Klimaprogram 2020*. De *justerede* reduktionseffekter og -potentialer i 2025 og 2030 angiver initiativernes reduktioner efter Klimarådets justering.

Anm. 2: *Øvrige sorterings- og genanvendelsesinitiativer* udgøres af initiativerne *Affaldssortering i det offentlige rum*, *Storskrald ud af affaldsforbrændingen*, *Mere direkte genbrug og klare rammer for kommunale genbrugsbutikker*, *Krav om mindre tabsrater i genanvendelse af plastik*, *Mål om reduktion af visse takeaway-emballager af plastik*, *Øget genanvendelse af plastik fra landbrugssektoren*, *Øget genanvendelse af plastik i bygge- og anlægssektoren* og *Ny model for affaldstilsynet som skal sikre øget genanvendelse*.

Kilder: Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, *Klimaplan for en grøn affaldssektor og cirkulær økonomi*, 2020; Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, *Klimaprogram 2020*, 2020 og Klimarådet.

Klimarådet har ikke fundet fagligt belæg for at justere regeringens anviste reduktionseffekter og -potentialer. Overordnet bemærker Klimarådet, at det vil være vanskeligt at tilskrive reduktioner til de enkelte initiativer, da flere af initiativerne vil overlape hinanden og på forskellig vis bidrage til reduktion af plastmængden til forbrænding.

Trin 4: Risikovurdering

Klimarådet har risikovurderet affaldsplanens 15 vedtagne virkemidler med reduktionseffekt i 2030 samt det tekniske reduktionspotentiale for sektoren, som angivet i *Klimaprogram 2020*. Vurderingen er baseret på de tre risikoparametre *implementeringsudfordringer*, *incitamentsstyrke* og *system- og arealsammenhæng*.

Risikovurderingen er foretaget som en systematisk, kvalitativ vurdering, hvor resultatet angives med *lav*, *moderat* eller *høj* risiko.

I risikovurderingen fremhæver Klimarådet risikoparametre forbundet med de tre væsentlige initiativer *Ny organisering af affaldssektoren*, *National implementering af udvidet producentansvar for emballage* og *Produktivtetsgevinst på øget genanvendelse af plastik* i nævnte rækkefølge, samt for det tekniske reduktionspotentiale. For *Ny organisering af affaldssektoren* fremhæver Klimarådet pointer vedrørende alle tre risikoparametre. For de to øvrige væsentlige initiativer fremhæves alene pointer for incitamentsstyrken. For det

tekniske reduktionspotentiale fremhæves pointer omkring implementeringsudfordringer. I tabel 2.4 præsenteres et overblik over risikovurderingen for alle de 15 initiativer, hvor regeringen har angivet en reduktionseffekt i 2030, samt for det tekniske reduktionspotentiale.

Ny organisering af affaldssektoren

Implementeringsudfordringer: Organiseringen af affaldssektoren er kompleks, og der er mange aktører involveret. For at mindske plastmængderne til forbrænding skal organiseringen på plads. Det gælder fx producenternes design af produkter og emballage, herunder mængden og typen af plast, samt design, som muliggør adskillelse i forskellige materialer efter endt levetid. Det gælder også slutbrugerens kildesortering, indsamlingsordningerne, mulig teknisk eftersortering og selve genanvendelsen.

I initiativet *Ny organisering af affaldssektoren* er der lagt op til en grundlæggende ændring af sektoren. Kommunernes Landsforening (KL) blev af regeringen og aftalepartierne bag den politiske aftale *Klimaplan for en grøn affaldssektor og cirkulær økonomi* anmodet om at udarbejde en plan for, hvordan den samlede anlægskapacitet kan nedbringes i et omfang svarende til 30 pct. mindre afbrænding af affald. KL's plan blev offentliggjort i december 2020. Ifølge KL's plan vil kapacitetsnedbringelsen svare til at lukke 10 af de 23 eksisterende danske anlæg i perioden 2026 til 2030. Af disse 10 anlæg peger planen på syv kommunalt ejede anlæg og tre forbrugerejede. KL's plan blev dog ikke godkendt af de relevante myndigheder. Ifølge den politiske affaldsaftale skal der ved manglende godkendelse af KL's plan automatisk iværksættes en liberalisering med konkurrenceudsættelse og stramning af miljøkrav, som skal resultere i nedbringelse af kapaciteten.

Klimarådet vurderer, at der er høj risiko forbundet med implementeringen af kapacitetsnedbringelsen uanset om der er tale om en planlagt nedlukning af anlæg eller om nedbringelse af kapaciteten via konkurrenceudsættelse.

For så vidt angår en planlagt nedlukning ser Klimarådet en række væsentlige udfordringer, herunder at nedlukningen kræver, at ejerne af de enkelte anlæg selv skal indvilge i at lukke, og at de forbrugerejede anlæg ifølge KL's plan har meddelt KL, at de ikke ser sig omfattet af arbejdet med kapacitetsnedbringelsen.

Klimarådet vurderer, at implementeringsudfordringerne ikke er mindre i et scenarie med konkurrenceudsættelse. Her er det uklart, hvad den nye konkurrencesituation vil indebære, og hvad kommunernes vilkår vil blive, da der ifølge den politiske aftale på den ene side skal gennemføres en konkurrenceudsættelse og på den anden side, at kommunerne skal have majoritetskontrol med de eksisterende kommunale forbrændingsanlæg. KL anfører i den forbindelse i sin plan, at denne sikring af majoritetskontrol forekommer at være svært foreneligt med en markedsmodel. Det er herudover uklart hvilke miljøkrav, der vil skulle sikre kapacitetsnedbringelsen, og om der er tale om miljø- eller klimakrav eller begge dele. Endeligt er det også uklart, hvordan import af affald skal undgås. Aftaleteksten i den politiske aftale nævner desuden afgifter, CO₂-krav og krav til plastindhold som alternative reguleringsmuligheder. Klimarådet vurderer, at disse uafklarede forhold skaber en så stor usikkerhed om implementeringen, at der i lyset af den korte tidshorisont er høj risiko forbundet med, om implementeringsudfordringerne kan nå at blive løst inden for den tidshorisont, regeringen har lagt til grund i sin opgørelse af reduktionseffekten i 2030.

Incitamentsstyrke: Incitamentet til at nedbringe forbrændingskapaciteten er i *Klimaplan for en grøn affaldssektor og cirkulær økonomi* givet ved en række forskellige reguleringsmuligheder. Den første, men nu skrinlagte reguleringsmulighed, var en frivillig, kontrolleret lukning af anlæg, som er suppleret med en statslig tilskudspulje på 200 mio. kr. til at kompensere kommunerne for strandede omkostninger i forbindelse med lukning af anlæg med gæld. I *Klimaplan for en grøn affaldssektor og cirkulær økonomi* angives flere alternative reguleringsmuligheder, som Klimarådet vurderer er stærke i forhold til at sikre tilstrækkelig incitament, herunder stramning af miljøkrav i miljøbeskyttelsesloven, indførelse af afgifter, CO₂-krav eller krav til plastandelen. Disse er stærke alternative reguleringsmuligheder, som af Klimarådet vurderes at repræsentere en tydelig tilkendegivelse fra regeringen om, at hvis den frivillige lukning ikke gennemføres, så er et flertal i Folketinget klar til at skabe incitament til lukningerne gennem afgifter eller nye krav. Klimarådet vurderer på denne baggrund, at der er lav risiko for, at der ikke kan skabes tilstrækkelig incitament til at sikre lukning af forbrændingsanlæggene.

System- og arealsammenhæng: Lukningen af omkring 10 forbrændingsanlæg vil påvirke energisystemet i de byer, hvor forbrændingsanlæg lukkes. Generelt vil det betyde et øget lokalt behov for produktion af varme til

Klimarådet.

fjernvarmenettet. Det vil kunne imødegås af en række teknologier, fx store varmepumper. Klimarådet vurderer, at det kan blive svært at erstatte nogle forbrændingsanlægs varmeproduktion med store varmepumper, hvis det drejer sig om betydelige kapaciteter i fjernvarmenettet, og hvis der i nærområdet ikke findes relevante kilder som for eksempel hav eller sø, der kan trække tilstrækkelig effekt til store varmepumper. Derfor kan det i nogle byer potentielt føre til øget anvendelse af biomasse, idet biomasse regnes CO₂-neutralt ved afbrænding.

I scenariet, hvor det er konkurrence, der skal definere hvilke anlæg der skal lukke, er det uklart om denne systemsammenhæng håndteres. Aftalepartierne skriver i *Klimaplan for en grøn affaldssektor og cirkulær økonomi*, at de noterer sig, at varme- og elforsyningsloven sikrer, at forbrændingsanlæg ikke kan lukke uden der er fundet et alternativt varmegrundlag. Imidlertid omtaler KL i sin plan, at det ikke synes oplagt, hvordan dette skal sikres. Klimarådet vurderer på den baggrund, at det ikke er tilstrækkeligt, at aftalepartierne i affaldsplanen noterer sig, at varme- og elforsyningsloven sikrer, at forbrændingsanlæg ikke kan lukke uden, at der findes et alternativt varmegrundlag. Klimarådet vurderer derfor, at der er en moderat risiko knyttet til systemsammenhæng for dette initiativ i scenariet med konkurrenceudsættelse.

National implementering af udvidet producentansvar for emballage

Incitamentsstyrke: Initiativet fra EU skal sikre, at producenter får incitament til at fremstille emballage, som kan sikre øget genanvendelse. I beregningen af tiltagets effekt antager regeringen, at implementeringen af EU-reguleringen kan få tabsraten for emballage til at falde betydeligt ved at producenterne får ansvar.

Tabssraten angiver hvor meget af det udsorterede plast, der tabes i forbindelse med genanvendelse. I dag er der en tabsrate for emballage på 54 pct., hvilket vil sige, at 54 pct. af den plast, der indsamles til genanvendelse, alligevel ikke bliver genanvendt. I beregningen af tiltagets effekt antager regeringen, at tabsraten for emballage reduceres til 35 pct. i 2025 og 15 pct. i 2030. Klimarådet vurderer på den baggrund, at der er en moderat risiko for, at incitamentet ikke er stærkt nok til at opnå så stort et fald i tabsraten og dermed at nå regeringens anviste reduktionseffekt i 2030.

Produktivitetstgevinst på øget genanvendelse af plastik

Incitamentsstyrke: Effekten af initiativet er vurderet som en effekt, der afspejler de indirekte og kombinerede effekter fra aftalens øvrige initiativer. Regeringen antager, at der ved disse synergieffekter opnås en gennemsnitlig reduktion af plastmængderne til forbrænding på 2 pct. pr. år frem til 2030. Den årlige reduktion antager regeringen bliver realiseret udelukkende gennem synergieffekter med de øvrige initiativer, da der ikke er tilknyttet yderligere virkemidler til at opnå reduktionseffekten.

Klimarådet vurderer, at antagelsen om den årlige øgede synergieffekt i tillæg til de øvrige virkemiddeleffekter er forbundet med høj risiko, da der i sig selv ikke er knyttet yderligere virkemidler til at realisere effekten, som kan påvirke regeringens anviste reduktionseffekt i 2030.

Teknisk potentiale for genanvendelse og reduktion af plastaffald

Implementeringsudfordringer: Klimarådet vurderer, at der er moderat risiko forbundet med implementering af det tekniske potentiale for genanvendelse og reduktion af plastaffald på 0,15 mio. ton CO₂e i 2030, da det vil tage tid at følge, om effekten af de virkemidler, der med den politiske aftale er besluttet, før der evt. skrues op for dem. Det kan betyde, at en del af perioden frem mod 2030 går med erfaringsopsamling og justering af virkemidler.

Samlet vurdering af risiko

Den samlede vurdering af risiko fremgår af tabel 2.4.

Tabel 2.4 Samlet vurdering af initiativers risiko på tværs af parametre

| Initiativ | Konkretise rings- stadie | Implementerings- udfordringer | Incitaments- styrke | System- og areal- sammenhæng | Samlet vurdering |
|---|--------------------------------|----------------------------------|------------------------|---------------------------------|---------------------|
| Ny organisering af affaldssektoren | A | Høj | Lav | Moderat | Høj |
| Strømlining af sortering og indsamling af erhvervets husholdningslignende affald | A | Lav | Lav | Lav | Lav |
| Strømlining med obligatorisk henteordning for husholdningernes affald - herunder synergieffekter til eksisterende ordninger samt effektivisering (2 % effektivisering - adfærd) | A | Lav | Lav | Lav | Lav |
| Strømlining med obligatorisk henteordning for husholdningernes tekstilaffald | A | Lav | Lav | Lav | Lav |
| Affaldssortering i det offentlige rum | A | Lav | Lav | Lav | Lav |
| Storskrald ud af affaldsforbrændingen | A | Lav | Lav | Lav | Lav |
| Mere direkte genbrug og klare rammer for kommunale genbrugsbutikker | A | Lav | Lav | Lav | Lav |
| Krav om mindre tabsrater i genanvendelse af plastik | A | Lav | Lav | Lav | Lav |
| Mål om 50 % reduktion af visse takeaway-emballager af plastik i 2026 | A | Lav | Lav | Lav | Lav |
| National implementering af udvidet producentansvar for emballage | A | Lav | Moderat | Lav | Moderat |
| Øget genanvendelse af plastik fra landbrugssektoren | A | Lav | Lav | Lav | Lav |
| Øget genanvendelse af plastik i bygge- og anlægssektoren | A | Lav | Lav | Lav | Lav |
| Ny model for affaldstilsynet som skal sikre øget genanvendelse | A | Lav | Lav | Lav | Lav |
| Produktivitets-gevinst på øget genanvendelse af plastik ved synergieffekten mellem at der kommer klare rammer for sektoren, at markedet får adgang til både husholdningernes og erhvervets affald og at affaldsstrømmene øges og strømlines | A | Lav | Høj | Lav | Høj |
| Loft over lattergasemissioner for store renseanlæg | A | Lav | Lav | Lav | Lav |
| Teknisk potentiale for genanvendelse og reduktion af plastaffald | E | Moderat | Ikke vurderet | Ikke vurderet | Moderat |

Anm. For initiativet *Ny organisering af affaldssektoren* vedrører vurderingen *moderat risiko* for system- og arealsammenhæng et scenarie, hvor sektoren konkurrenceudsættes (frem for et scenarie med kontrolleret kapacitetsnedbringelse)

Kilder: Klimarådet

Bidrag fra understøttende og øvrige initiativer

En række initiativer er betegnet som understøttende og øvrige initiativer, da regeringen ikke har angivet et særskilt potentiale for reduktion af udledningerne herfra. Initiativerne kan alligevel vise sig at være relevante med hensyn til at reducere drivhusgasudledningerne på affaldsområdet, selvom det ikke er muligt at henvise reduktioner direkte til initiativerne og de tilknyttede virkemidler. De identificerede understøttende initiativer er vurderet i tabel 2.5.

Tabel 2.5 Vurdering af betydning for at understøtte målopfyldelse

| Initiativ | Klimarådets vurdering af betydning for at understøtte målopfyldelse |
|--|---|
| Prioritering af "Cirkulær økonomi med fokus på plastik og tekstiler" som forskningsmission | Danmark ligger i den høje ende i EU i forhold til husholdningslignende affald per dansker med over 800 kg årligt. ¹⁶ Forskningsmissionen vurderes at kunne bidrage med både udvikling af tekniske løsninger for produktion og genanvendelse samt med ændrede forbrugsformer og vurderes dermed at kunne understøtte reduktioner i sektorens udledninger i 2030. |
| Frivillige tilbagetagningsordninger for virksomheder, der vil tage egne produkter retur | Virksomheder kan etablere private tilbagetagningsordninger for deres produkter og selv stå for affaldsbehandling og ressourceudnyttelse heraf. Det vil give mindre affald, hvis tilbagetagelse af produkter kan føre til genanvendelse af enten produkt, eller af komponenter fra dette. |
| Standardiserede nedrivningsplaner for byggeri | Ved at standardisere nedrivning for byggeri skal det gøres lettere at holde byggematerialer adskilt, så de kan genanvendes som fyld i veje, støvfolde mv. Klimarådets vurderer, at initiativet vil kunne understøtte 70-procentsmålet, men det vil kræve, at denne genbrug af materialer medfører en mindsket produktion af nye materialer. I det lys må initiativet anses for værende mindre væsentligt. |

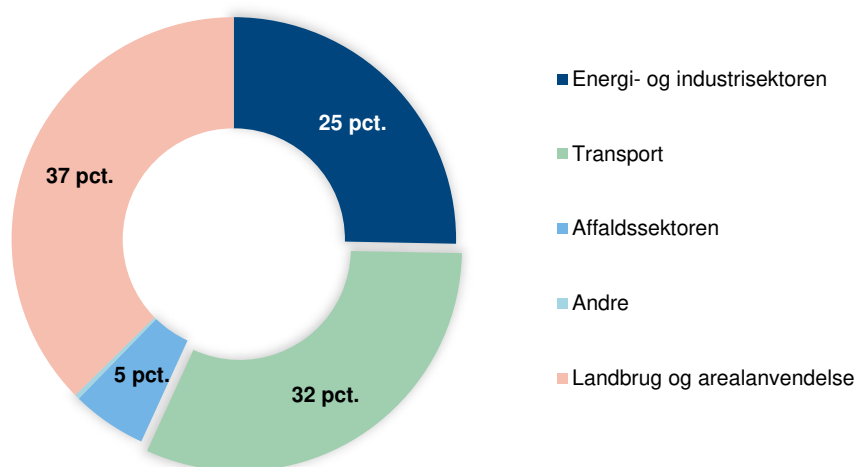
Kilder: Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, *Klimaplan for en grøn affaldssektor og cirkulær økonomi*, 2020, Regeringen *Klimaprogram 2020*, 2020, Uddannelses- og Forskningsministeriet, *Fordeling af forskningsreserven samt midler fra reserven til genstart af dansk økonomi samt særlige udfordringer afledt af COVID-19 i 2021 mv.*, 2020 og Klimarådet.

3. Klimaindsats i transportsektoren

Trin 1: Vurdering af fremskrivning

Transportsektoren stod i 2018 for cirka 25 pct. af de samlede nationale drivhusgasudledninger, svarende til cirka 14 mio. ton CO₂e. I *Basisfremskrivning 2020* forventes de årlige udledninger at forblive stort set uændrede frem mod 2030, da energieffektiviseringer og skift til alternative drivmidler opvejes af mere trafik. Antagelsen om øget trafik er først og fremmest et resultat af økonomisk vækst, befolkningsvækst, besluttede og finansierede investeringer i infrastruktur, men også forventninger til effekten af ikke-besluttede infrastrukturinvesteringer.

I 2030 forventes transportsektorens andel af de samlede udledninger at være på et højere niveau end i dag. Transportsektoren forventes således, ifølge *Basisfremskrivning 2020*, at stå for cirka 32 pct. af de samlede drivhusgasudledninger i 2030, svarende til 13,7 mio. ton CO₂e, og dermed bliver transporten den næstmest udledende enkeltstående sektor i Danmark. *Basisfremskrivning 2020* inkluderer ikke effekter af politik vedtaget efter offentliggørelsen i juni 2020. Et overblik over de forventede udledninger kan ses i figur 3.1.



Figur 3.1 Fremskrevne drivhusgasudledninger i Danmark i 2030

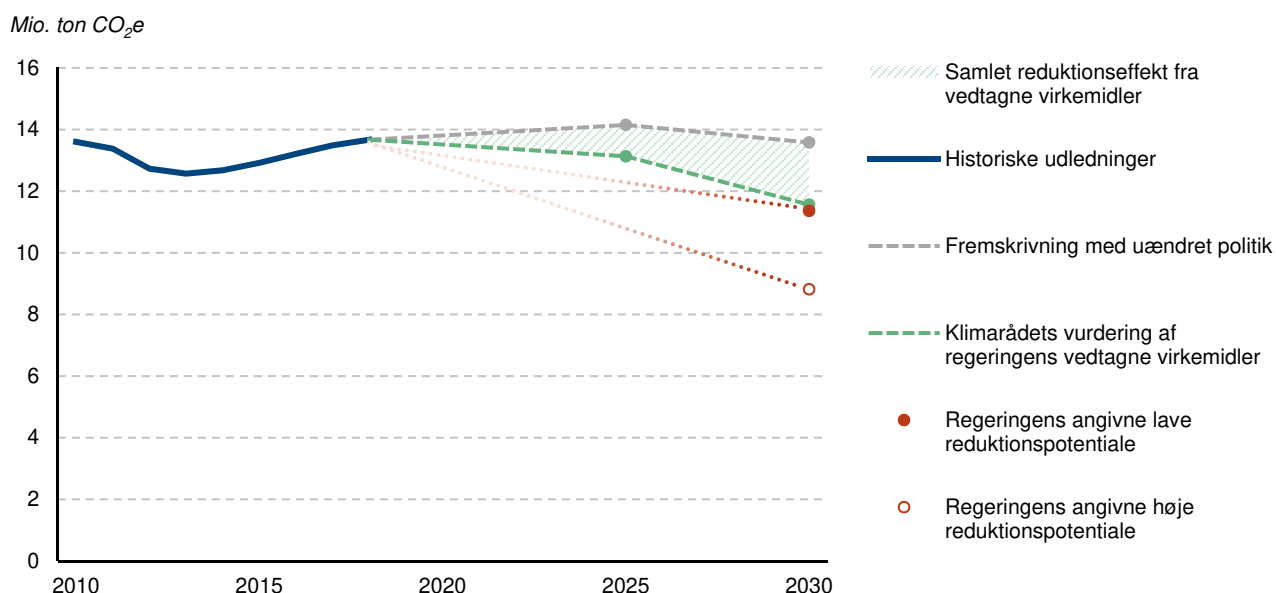
Anm. 1: Diagrammet viser danske drivhusgasudledninger i 2030, som fremskrevet i Energistyrelsens *Basisfremskrivning 2020*. Fremskrivningen viser udledninger i 2030, givet at der ikke implementeres yderligere politik end allerede vedtaget ved offentliggørelsen af fremskrivningen i juni 2020.

Kilder: Energistyrelsen, *Basisfremskrivning 2020*, 2020

Udledningerne kommer fra fossile brændstoffer, da benzin og diesel er primære drivmidler i vejtransporten. Udledningerne i 2030 i transportsektoren kan deles op i to hovedkategorier:

- Vejtransporten forventes at udlede cirka 12,6 mio. ton CO₂e i 2030, svarende til cirka 92 pct. af transportens udledninger. Heraf forventes personbiler at stå for 7,3 mio. ton CO₂e, varebiler for 2,1 mio. ton CO₂e, lastbiler for 2,6 mio. ton CO₂e og busser for 0,4 mio. ton CO₂e.
- Den øvrige transport, som består af national søfart, jernbane og national luftfart, forventes at stå for cirka 8 pct. af udledningerne fra transportsektoren i 2030.

Klimarådet vurderer i de følgende afsnit effekten af regeringens initiativer. På figur 3.2 ses Klimarådets vurdering af den samlede reduktionseffekt af regeringens vedtagne virkemidler og øvrige initiativer sammenlignet med de fremskrevne udledninger. De samlede udledninger fra sektoren udgjorde i 1990 10,9 mio. ton CO₂e.



Figur 3.2 Effekt af regeringens virkemidler i transportsektoren

Anm. 1: Figuren viser Klimarådets vurdering af effekten af regeringens vedtagne virkemidler. Vurderingen indebærer, i modsætning til regeringens opgørelse i *Klimaredegørelse 2020*¹⁷, at effekten af initiativet *Kilometerbaserede vejafgifter for lastbiler* ikke er inkluderet. I vurderingen af regeringens indsats har Klimarådet også lagt andre initiativer til grund end de vedtagne virkemidler, hvilket præsenteres i de følgende afsnit.

Anm. 2: Fremskrivningen med uændret politik er fra *Basisfremskrivning 2020*, hvori der kun angives data for 2025 og 2030. Der er interpoleret lineært mellem disse datapunkter og den seneste statistiske opgørelse fra 2018. Klimarådets vurdering af regeringens tiltag er baseret på data fra *Klimaprogram 2020*, der angiver potentialer i 2025 og 2030. Også her er der interpoleret lineært.

Kilde: Energistyrelsen, *Basisfremskrivning 2020*, 2020; Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, *Klimaprogram 2020*, 2020, politiske aftaler¹⁸ og Klimarådet.

Potentielle forbedringer i den kommende klimastatus og -fremskrivning

Klimarådet vurderer, at der for transportsektoren er særlig grund til at se på flere af forudsætningerne i klimafremskrivningen, hvorfor disse indledningsvist præsenteres. Klimarådet peger på, at det er væsentligt, at Energistyrelsen i næste klimafremskrivning har fokus på følgende:

- **Elbiler**

Salget af elbiler har overhalet forventningerne i *Basisfremskrivning 2020*, som angav et forventet salg på i alt 12.000 el- og plug-in-hybridbiler i 2020. Det realiserede salg er 14.000 elbiler og 18.000 plug-in-hybridbiler, altså næsten tre gange så højt, selv om det samlede bilsalg faldt med 12 pct. i 2020. Dette kan formentligt kun i mindre grad skyldes hamstring af el og plug-in hybridbiler på grund af forventninger til ændret lovgivning. Den markant højere andel bør give anledning til revision af de underliggende antagelser for fremskrivningen af salget af el- og plug-in-hybridbiler. Klimarådet forventer, at klimafremskrivningen, også for kommende år vil undervurdere elbilssalget, med mindre der tages højde for den aktuelle udvikling. Fremskrivningsmodellen indeholder en faktor, som repræsenterer bilisters 'gene' ved at købe en elbil frem for en benzin- eller dieselbil. Denne faktor bør formentlig mindske kraftigere frem mod 2030 end i den nuværende fremskrivning. En sådan justering af forudsætningerne vil højst sandsynligt nedbringe reduktionsbehovet i 2030, fordi det forventede antal el- og plug-in-hybridbiler vil være større end under de nuværende antagelser.

- **Tyske brændselsafgifter**

Fra 1. januar 2021 har den tyske stat indført en CO₂-afgift på brændstoffer til transport. Det kan medføre, at køretøjer i højere grad tankes brændstof i Danmark frem for i Tyskland, hvilket med FN's opgørelsesmetode øger Danmarks udledninger og dermed reduktionsbehovet. Afgiftsændringen fører ifølge Skatteministeriet¹⁹ til øget grænsehandel med diesel svarende til 0,25 mio. ton CO₂ i 2021, som efterfølgende vil stige som følge af, at den tyske afgift stiger frem mod 2025. Dertil kommer effekten af grænsehandel med benzin. For at have et retvisende reduktionsbehov er det nødvendigt at inkludere denne effekt, når Danmarks udledninger fremskrives.

- **Effekt af infrastrukturprojekter**

I *Basisfremskrivning 2020* estimerede Energistyrelsen reduktionsbehovet på baggrund af en underliggende antagelse om fortsat udbygning af veje med videre. Det fremgår af høringsmaterialet til *Klimafremskrivning 2021*, at Energistyrelsen vil benytte nye modeller til fremskrivning af bilparken, trafikarbejdet og drivhusgasudledningerne, men at disse ligeledes tager udgangspunkt i en fortsættelse af trenden for historiske investeringer. Metoden kan tages som udtryk for rettidig omhu, da det fx fordrer, at der etableres mere vedvarende energi til transporten. På den anden side tydeliggøres det ikke i klimafremskrivningen, at vejtrafikken og dermed drivhusgasudledningerne fra transport stiger, når der vedtages nye investeringer i vejinfrastruktur, da en del af disse allerede er inkluderet i fremskrivningen. Klimarådet anbefaler en metodediskussion af forudsætningerne for trafikfremskrivningen, herunder at man undersøger hvor meget forskelle i antagelserne om udbygningen af transportinfrastrukturprojekter frem mod 2030 vil påvirke basisfremskrivningens drivhusgasudledninger fra transportsektoren både gennem konsekvenserne for trafikomfanget og i forbindelsen med anlægsarbejdet.

Over- og underestimeringer af de ovennævnte faktorer giver usikkerhed om det retvisende niveau for klimafremskrivningen og dermed reduktionsbehovet. Klimarådet har dog ikke kvantificeret effekterne af de tre faktorer og har derfor for transportsektorens emissioner baseret sig på opgørelsen i *Basisfremskrivning 2020* som grundlag for det samlede reduktionsbehov.

Trin 2: Konkretiseringsstadiet

Folketinget har vedtaget en række initiativer med det formål at nedbringe drivhusgasudledningerne fra transportsektoren frem mod 2025 og 2030. Konkretiseringsstadiet af disse varierer fra en detaljeret afgiftsoplægning på person- og varebiler til en hensigt om at implementere kilometerbaserede afgifter for lastbiler fra 2025 og et teknisk potentiale for Power-to-X. Dertil en lang række understøttende initiativer, som blandt andet puljer til ladeinfrastruktur, cykelstier og kollektiv trafik. Tabel 3.1 viser de transportinitiativer, der forventes at have en væsentlig effekt på drivhusgasudledningerne fra transportsektoren.

Tabel 3.1 Overblik over regeringens initiativer i transportsektoren

| Initiativ | Beskrivelse |
|--|---|
| 1 Omlægning af registreringsafgiften for person- og varebiler | Der er vedtaget en omlægning af blandt andet registreringsafgiften på person- og varebiler, der har til formål at fremme lav- og nulemissionsbiler. Registreringsafgiften kommer i højere grad til at afhænge af bilens drivhusgasudledninger og samtidig indføres el- og opladningshybridbilerne i afgiftssystemet langsommere end tidligere besluttet. |
| 2 CO ₂ -fortrængningskrav for VE-brændstoffer | Det er vedtaget, at iblandingskravet, der skulle gøre sig gældende fra 2022 erstattes af et CO ₂ -fortrængningskrav. Formålet er at sikre grønne brændstoffer i fossile køretøjer. Med CO ₂ -fortrængningskravet inkluderes blandt andet brug af en øget mængde af avancerede biobrændstoffer og nye brændstoffer som fx Power-to-X. CO ₂ -fortrængningskravet indføres fra 3,4 pct. i 2022-24 stigende til i udgangspunktet 5,2 pct. i 2025, 6 pct. i 2028 og 7 pct. i 2030 og frem. Et CO ₂ -fortrængningskrav betyder, at brændstofleverandører skal reducere CO ₂ -udledningen i et livscyklus-perspektiv. Udledningerne forbundet med indirekte arealanvendelse, ILUC-udledninger, inkluderes hurtigst muligt og senest i 2025. Regeringen vil inden 2025 reducere de globale udledninger fra 1.-generationsbiobrændstoffer ved ikke at tælle brændstoffer på soja og palmeolie med i målopfyldelsen i perioden efter 2022. |
| 3 Forhøjelse og fremrykning af pulje til grøn transport (fra Energiaftalen 2018) | I <i>Klimaaftale for energi og industri mv. 2020</i> blev det besluttet, at forhøje puljen til grøn transport (Energiaftalen fra juni 2018) med 50 mio. kr. i 2020. Samtidig fremrykkes de resterende midler fra puljen, så der i alt udmøntes 100 mio. kr. i 2020 og 375 mio. kr. i 2021. Midlerne er møntet på udbredelse af ladeinfrastruktur, omstilling af tung transport og færger. Puljen forventes at reducere udledningerne med cirka 0,1 mio. ton CO ₂ e i såvel 2025 som 2030. |
| 4 Pulje til grøn transport (fra Grøn omstilling af vejtransporten 2020) | Der er besluttet en pulje til grøn transport møntet på blandt andet grønne færger, udbredelse af ladeinfrastruktur og omstilling af den tunge transport. Der er afsat 150 mio. kr. i 2021, 50 mio. kr. i 2022 og 10 mio. kr. årligt i 2023-2025. Regeringen skønner, at initiativet vil have en reduktionseffekt på 0,02 mio. ton CO ₂ e i 2025 og 0,02 mio. ton CO ₂ e i 2030. |
| 5 Kilometerbaserede afgifter for lastbiler fra 2025 | Det er vedtaget, at regeringen skal komme med et oplæg til en konkret afgiftsmodel for kilometerbaserede afgifter på tung transport. Afhængig af designet kan denne påvirke kørselsomfanget og drivhusgasudledninger. De reelle reduktioner afhænger af, om afgiften understøtter et lavere forbrug af fossile brændstoffer. |
| 6 Teknisk potentiale for Power-to-X | Regeringen har valgt at satse på udvikling af Power-to-X-brændstoffer. Disse kan indgå i transportsektoren som erstatning for fossile brændstoffer. Det er især den tunge transport, herunder lastbiler, fly og skibe, hvor der kan være et potentiale. Hvor meget af potentialet, der realiseres, afhænger af, om brændstofferne bliver konkurrencedygtige på den samlede løsning, det vil sige både omkostninger ved brændstoffer, fyldestationer, køretøjer med mere. Herudover kræver det, at produktionsmængden gør brændstofferne relevante at indfase, ligesom det er en forudsætning for realisering af reduktionspotentialet, at der sikres tilstrækkelig udbygning med vedvarende energi fx ved etablering af energigøer. |
| 7 Teknisk potentiale for biobrændstoffer | Regeringen fremhæver et teknisk potentiale i form af yderligere brug af biobrændstoffer. Regeringen har allerede i dag med CO ₂ -fortrængningskravet realiseret en stor del af dette tekniske potentiale. |
| 8 Lav elafgift til opladning af biler | Det er besluttet at forlænge særordningen med lav elafgift på el til opladning af elbiler frem til 2030. |
| 9 Forhøjelse og omlægning af løbende bilafgifter | Det er besluttet, at udligningsafgiften for dieslbiler øges fra 2021 med 300 kr. i gennemsnit, hvilket indebærer en stigning på cirka 21 pct. Ejerafgiften øges med 3 pct. i 2022, 6,5 pct. i 2023, 6,5 pct. i 2024, 6,5 pct. i 2025 og 10 pct. i 2026. Dette har virkning for alle afgiftspligtige køretøjer. Ejer- og udligningsafgiften omlægges for køretøjer, der indregistreres den 1. juli 2021 eller senere til en afgift, der er differentieret efter hvor mange gram CO ₂ de udleder pr. km. |
| 10 Midlertidig forhøjelse af skrotningspræmie for gamle dieslbiler | Der gennemføres en midlertidig øget skrotningspræmie for ældre dieslbiler fra før 2006, der skal fremskynde skrotning af disse. Der er afsat 100 mio. kr. i 2021, samt 20 mio. kr. til afledte konsekvenser i 2021-2023. |
| 11 Justeringer af beskatningen af fri bil | Beskatning af fri bil, også kaldet firmabiler, justeres, så miljøtillægget skal vægtes højere i beskatningsgrundlaget, og anskaffelsesprisen vægtes mindre. Formålet er at tilgodese el- og plug-in hybridbiler, der er dyrere i anskaffelsespris end benzin- og dieslbiler men omvendt billigere i løbende udgifter. Justeringen har virkning fra 1. juli 2021 for alle medarbejdere, der beskattes af fri bil og forventes at være provenuneutral. |

| | | |
|----|---|---|
| 12 | Øget deleøkonomisk bundfradrag for grønne biler | Det er aftalt at fremme delebilisme ved at indføre et bundfradrag på 10.700 kr. pr. år til privates lejlighedsvis udlejning af biler, og at kun 60 pct. af lejen over 10.700 kr. beskattes. Endvidere er fradraget for privat udlejning af el- og plug-in hybridbiler 20.000 kr. om året fra og med indkomståret 2021. Der skønnes et mindreprovenu efter tilbageløb og adfærd på cirka 1 mio. kr. i 2021-2025 stigende til cirka 5 mio. kr. i 2030. |
| 13 | Udviklingsforsøg med roadpricing (Kilometerbaseret vejafgift) for personbiler | Der er afsat 20 mio. kr. til et offentligt-privat partnerskabsprojekt i 2022, et offentligt-privat udviklings samarbejde, der skal kortlægge de teknologiske og administrative udfordringer, der er forbundet med roadpricing for personbiler. |
| 14 | Fremme af infrastruktur til el-cyklisme | Der er afsat 10 mio. kr. i 2024 til offentlig tilgængelig opladning af elcykler. Dette skal understøtte udbredelsen af elcykler. |
| 15 | Cykelpulje til stat og kommuner | Der er afsat midler til at fremme cykeltransporten, der skal understøtte og videreudvikle grøn mobilitet. Puljerne er til anlæg af cykelstier langs statsveje og medfinansiering af kommunale cykelprojekter. Der afsættes i alt 520 mio. kr. fordelt på 180 mio. kr. i 2021 og 170 mio. kr. årligt i 2022-2023 til cyklisme. |
| 16 | Klimasamarbejder om grøn transport med kommunerne og regionerne, samt Grøn buspulje til regionale busser og øer | Regeringen har indgået klimasamarbejdsaftaler om grøn kollektiv trafik med en række kommuner samt de danske regioner. Samarbejdet skal fremme indkøb af grøn transport gennem frivillige målsætninger for blandt andet personbiler, busser og tog. Dermed udskiftes langt de fleste offentlige busser frem mod 2030. Togene bliver udskiftet løbende med grønne drivmidler fra 2021 og køb/leasing af personbiler vil blive grønne. Der er etableret en pulje på 75 mio. kr., der er blevet udmøntet som tilskud til at dække meromkostninger forbundet til at omlægge buskørsel til grøn transport, herunder busser på el og syntetisk diesel. |
| 17 | Kommissionen for grøn omstilling af personbiler, delrapport 2 | Kommissionen blev nedsat i februar 2019. Den første delrapport vedrørende afgiftsomlægning af personbilsbeskatningen blev offentliggjort den 7. september 2020 og ligger til grund for ovennævnte aftale. Den anden delrapport blev offentliggjort d. 12. februar 2021, og anbefalingerne fra denne kan understøtte beslutninger til at fremme den grønne omstilling af transporten. |
| 18 | Prioritering af "Grønne brændstoffer til transport og industri (Power-to-X mv.)" som forskningsmission | Grønne brændstoffer til transport og industri (Power-to-X med videre) er udpeget som en af regeringens fire forskningsmissioner under fordeling af forskningsreserven, og de samlede midler til forskning, udvikling og demonstration er forøget. Klimarådet vurderer, at prioriteringen af dette område frem mod 2025 kan understøtte national drivhusgasreduktion i 2030. Herefter vil prioriteringen kunne understøtte de kommende klimamål, som fastsættes med klimalovens mekanisme herfor. Forskning, udvikling og demonstration (FU&D) inden for grønne brændstoffer til transport kan understøtte reduktioner i sektoren ved at udvikle kommercielt bæredygtige alternativer til fossile brændstoffer i især den tunge transport. |

Kilder: Politiske aftaler²⁰

I tabel 3.2. præsenteres initiativer, hvor regeringen har angivet drivhusgasreduktioner, sammen med Klimarådets vurdering af, hvor konkrete initiativerne er udformet. Øvrige initiativer præsenteres i et efterfølgende afsnit omkring understøttende initiativer, jf. Trin 5. Af de syv kvantificerede initiativer i transportsektoren har Klimarådet placeret fire på det højeste konkretiseringsstadium, A, da de har karakter af at være virkemidler med reduktionseffekt i 2030

Tabel 3.2 Konkretiseringsstadiet af regeringens klimaindsats i transportsektoren

| Skala | Forklaring | Initiativ |
|-------|--|---|
| A | Vedtagne og finansierede virkemidler, der nedbringer reduktionsmankoen | <ul style="list-style-type: none"> - Omlægning af registreringsafgiften for person- og varebiler - CO₂-fortrængningskrav for VE-brændstoffer - Forhøjelse og fremrykning af pulje til grøn transport - Pulje til grøn transport 2020 |
| B | Udspil til virkemidler | |
| C | Strategi for at realisere reduktionspotentiale | <ul style="list-style-type: none"> - Kilometerbaserede afgifter for lastbiler fra 2025 |
| D | Analyser af virkemidler til at realisere reduktionspotentialer | |
| E | Teknisk reduktionspotentiale | <ul style="list-style-type: none"> - Power-to-X - Biobrændstoffer |

Anm.: Tabellen inkluderer ikke de initiativer, som kategoriseres som understøttende. I regeringens *Klimaprogram 2020* er desuden redegjort for et potentiale for biogas i transportsektoren. Dette er vurderet i kapitlet om energi og industri.

Kilder: Klimarådet

Omlægning af registreringsafgiften for person- og varebiler er et af de centrale elementer i *Aftale om Grøn omstilling af vejtransporten*. Med afgiftsomlægningen fremmes indfasningen af grønne biler i bilparken, samtidig med at disse bliver indfaset i afgiftssystemet. Dette er suppleret af en række understøttende initiativer, herunder puljer til ladestandere, som præsenteres senere. *Omlægning af registreringsafgiften for person- og varebiler* er grundigt beskrevet, vedtaget og finansieret, hvorfor dette er anført med konkretiseringsstadie A.

CO₂-fortrængningskrav for VE-brændstoffer er et andet centralt element i *Aftale om Grøn omstilling af vejtransporten*. Det har til formål at reducere udledningerne fra de fossile biler. CO₂-fortrængningskravet er grundigt beskrevet, vedtaget og finansieret, hvorfor dette er anført med konkretiseringsstadie A (vedrørende CO₂-fortrængningskravet se boks 3.1 om *Biobrændstoffer og udledninger fra Indirect Land Use Change*).

Boks 3.1 Biobrændstoffer og udledninger fra Indirect Land Use Change

CO₂-fortrængningskravet har til formål at reducere udledningerne fra transporten ved at fremme brugen af alternative drivmidler, blandt andet gennem iblanding af biobrændstoffer. Biobrændstoffer, som bioethanol og biodiesel, kan iblandes benzin og diesel, og dermed reducere CO₂ ved delvist at erstatte fossile brændstoffer. De opdeles i 1.- og 2.-generationsbiobrændstoffer, som har forskellige drivhusgasudledninger.

1.-generationsbiobrændstoffer produceres på mad- og foderafgrøder eller dedikerede energiafgrøder, fx raps, palme og soja. Dette er den mest modne og billigste teknologi. En række analyser²¹ viser dog, at biodiesel på 1.-generationsbiobrændstoffer kan medføre højere drivhusgasudledninger end fossilt diesel, når der tages hensyn til indirekte effekter på arealanvendelsen (ILUC). ILUC-udledningerne er en konsekvens af øget efterspørgsel efter 1.-generationsbiobrændstoffer, der hvor den øgede produktion af brændstoffer medfører omlægning af arealer fra græs eller skov til landbrugsareal. Det kan medføre høje drivhusgasudledninger i forbindelse med skovrydning eller dræning af arealer.

2.-generationsbiobrændstoffer er delt op i to grupper, populært kaldet avancerede og ikke-avancerede biobrændstoffer. Begge grupper laves på restprodukter, typisk fra landbrugs- og fødevarerproduktion, men teknologien til at producere de avancerede biobrændstoffer er mindre moden end teknologien bag de ikke-avancerede, og omkostningerne er derfor relativt høje. 2.-generationsbiobrændstoffer har relativt lave drivhusgasudledninger fra selve produktionen af brændstoffet og har ikke ILUC-effekter i samme grad. Mængden af 2.-generationsbiobrændstoffer er dog naturligt begrænset af mængden af restprodukter, og det er væsentligt for bæredygtigheden, at der ikke gives incitament til at øge mængden af restprodukter.

Puljerne til grøn transport kan benyttes til ladestandere, erhvervstransport og færger. Da puljerne er afsat og tidshorizonten fremlagt, er disse i konkretiseringsstadiet A.

Indførelse af kilometerbaserede afgifter for lastbiler er ikke konkretiseret i samme grad som de ovenstående, da afgiftsstrukturen endnu ikke er præsenteret. Initiativet minder på nuværende tidspunkt om en strategi og placeres i konkretiseringsstadiet C. Når et konkret forslag til afgiftsstrukturen er præsenteret og senere vedtaget, vil initiativet kunne rykke til konkretiseringsstadiet B eller A.

Regeringen har, udover de konkrete initiativer, angivet tekniske reduktionspotentialer for Power-to-X og biobrændstoffer, der begge er i konkretiseringsstadiet E. Det skyldes, at der for nuværende hverken er fremlagt en analyse, strategi, virkemidler eller vedtaget aftaler, der kan indfri det nævnte potentiale. Initiativets konkretiseringsstadiet vil øges, hvis der fremlægges en strategi for Power-to-X, CCS og CCU med tids- og procesplaner.

Regeringen vil herudover arbejde for en grøn dagsorden i EU. Formålet er fokus på strammere EU-krav til bilproducenterne, der vil fremme grønnere biler, samt gøre det muligt for EU-medlemslande at forbyde salg af fossile biler i 2030, hvilket kan være juridisk problematisk i dag. Arbejdet i EU kan have omfattende betydning for reduktionerne fra transportsektoren frem mod og især efter 2030.

Trin 3: Effektvurdering

Tabel 3.3 giver et overblik over initiativerne og den af regeringen anviste reduktionseffekt. Tilsammen er vedtagne virkemidler i transportsektoren angivet til at reducere de danske udledninger med cirka 2,2 mio. ton CO₂e i 2030 sammenlignet med *Basisfremskrivning 2020*. Initiativerne med størst forventet reduktionseffekt er et resultat af den politiske aftale *Grøn omstilling af vejtransporten*. Aftalens primære elementer er en afgiftsoplægning, der fremmer nul- og lavemissionsbiler, et CO₂-fortrængningskrav på de fossile brændstoffer og kilometerbaserede afgifter på tung transport. Regeringen forventer, at initiativerne i aftalen vil reducere drivhusgasudledningerne med 1 mio. ton CO₂ i 2025 og 2,1 mio. ton CO₂ i 2030.

Regeringen har dog flere forbehold i forhold til, om potentialet for *Kilometerbaserede afgifter for lastbiler* kan realiseres, blandt andet at den skønnede reduktionseffekt kræver, at vejafgiften kan CO₂-differentieres, hvilket regeringen fremhæver vil kræve ændret EU-regulering. Ændringer af EU-regulering pågår på området, og det forventes blandt andet at blive muligt, at CO₂-differentiere vejafgifter og implementere tidsbaserede vejafgifter under den eksisterende Euro Vignette.²² Den manglende konkretisering er årsagen til, at rådet ikke medtager reduktionerne på 0,1 mio. ton CO₂ i 2025 og 0,2 mio. ton CO₂ i 2030 i reduktioner fra vedtagne initiativer.

Reduktionseffekten af puljerne til grøn transport afhænger af, hvor stor en andel, der gives til projekter, der i sig selv reducerer udledningen, fx faktisk omstilling af færger, og hvor meget der går til projekter, der vurderes at understøtte indsatsen, fx ladestandere. Dette er ikke specificeret fra regeringens side. Klimarådet har ikke fundet fagligt belæg for at justere effektvurderingen.

Klimarådets placering af *Kilometerbaserede afgifter for lastbiler* på konkretiseringsstadiet C, bevirker, at det er rådets vurdering, at de vedtagne initiativer på transportområdet, inklusiv effekten af forhøjelse og fremrykning af pulje til grøn transport, kan resultere i drivhusgasreduktioner på 2 mio. ton CO₂ i 2030. Dette kan stige til 2,2 mio. ton CO₂, hvis implementeringen af kilometerbaserede afgifter konkretiseres yderligere.

Regeringen har angivet et teknisk reduktionspotentiale, som Power-to-X kan levere i form af brændstoffer til især den tunge transport. Af det tekniske reduktionspotentiale vil en del realiseres med det vedtagne CO₂-fortrængningskrav, da kravet indebærer iblanding af biobrændstoffer og Power-to-X-brændstoffer i fossile brændstoffer. Derudover overlapper det tekniske reduktionspotentiale fra Power-to-X med de tekniske reduktionspotentialer fra biobrændstoffer og fra CCS og CCU. Se kapitel 5 i indeværende baggrundsnotat for uddybning af Klimarådets metode for korrektion af overlap. Klimarådet har på baggrund af disse korrektioner nedskrevet regeringens tekniske reduktionspotentiale for Power-to-X på 0,5-3,5 mio. ton CO₂e i 2030 til 0-1 mio. ton CO₂e, hvilket fremgår af tabel 3.3. Klimarådet vurderer samtidig, at der er usikkerhed forbundet med realisering af potentialet for Power-to-X, hvilket er nærmere beskrevet i kapitel 5.

Tilsvarende har Klimarådet nedskrevet regeringens potentiale for biobrændstoffer på 0,5-3,5 mio. ton CO₂e i 2030 til 0-1,6 mio. ton CO₂e, idet en del af dette potentiale også forventes at blive realiseret med CO₂-fortrængningskravet og idet potentialet overlapper med de tekniske reduktionspotentiale fra Power-to-X og kulstofbinding og biokoks.

Tabel 3.3 Reduktionseffekt og reduktionspotentiale for initiativer i transportsektoren

| Initiativ | Konkretiseringsgrad | Anvist reduktionseffekt og -potentiale (mio. ton CO ₂ e) | | Justeret reduktionseffekt og -potentiale (mio. ton CO ₂ e) | |
|--|---------------------|---|------------------|---|------------------|
| | | 2025 | 2030 | 2025 | 2030 |
| Omlægning af registreringsafgiften for person- og varebiler | A | 0,2 | 0,5 | Ingen justering | Ingen justering |
| CO ₂ -fortrængningskrav for VE-brændstoffer | A | 0,7 | 1,4 | Ingen justering | Ingen justering |
| Forhøjelse og fremrykning af pulje til grøn transport | A | 0,1 | 0,1 | Ingen justering | Ingen justering |
| Pulje til grøn transport 2020 | A | 0,02 | 0,02 | Ingen justering | Ingen justering |
| Kilometerbaserede afgifter for lastbiler fra 2025 | C | 0,1 | 0,2 | Ingen justering | Ingen justering |
| Teknisk potentiale for Power-to-X | E | - | 0,5 - 3,5 | - | 0,0 – 1,0 |
| Teknisk potentiale for biobrændstoffer | E | - | 0,5 - 3,5 | - | 0,0 – 1,6 |
| Samlet mulig reduktionspotentiale i transportsektoren | | | 3,2 - 9,2 | | 2,2 – 4,8 |
| Samlet reduktion fra vedtagne virkemidler i transportsektoren | | 1,1 | 2,2 | 1,0 | 2,0 |

Anm. 1: De *anviste* reduktionseffekter og -potentialer i 2025 og 2030 angiver initiativernes reduktioner, som de angives i de respektive aftaler og *Klimaprogram 2020*. Den samlede reduktion fra vedtagne virkemidler inkluderer for de anviste reduktionseffekter og -potentialer initiativet *Kilometerbaserede afgifter for lastbiler fra 2025*.

Anm. 2: De *justerede* reduktionseffekter og -potentialer i 2025 og 2030 angiver initiativernes reduktioner efter Klimarådets justering. Den samlede reduktion fra vedtagne virkemidler inkluderer for de justerede reduktionseffekter og -potentialer ikke initiativet *Kilometerbaserede afgifter for lastbiler fra 2025*, idet Klimarådet placerer dette initiativ på konkretiseringsstadiet C.

Kilder: Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, *Klimaprogram 2020, 2020*, politiske aftaler²³ og Klimarådet.

Trin 4: Risikovurdering

Klimarådet har gennemgået de syv initiativer i transportsektoren og forholdt sig til graden af risiko i forhold til den anviste reduktionseffekt. Vurderingen er baseret på de tre risikoparametre *implementeringsudfordringer*, *incitamentsstyrke* og *system- og arealsammenhæng* (se metodebeskrivelsen i kapitel 2).

Vurderingen er kvalitativ og resultatet angives med *lav*, *moderat* eller *høj* risiko. Overblikket over vurderingen er sammenfattet i tabel 3.4.

Implementeringsudfordringer

Klimarådets vurderer, at der for velkendte instrumenter såsom afgifter og krav kun forventes begrænsede administrative, teknologiske eller lovgivningsmæssige implementeringsudfordringer. Dette gælder for initiativerne 'Omlægning af registreringsafgiften på person- og varebiler', samt 'CO₂-fortrængningskrav for VE-brændstoffer'. I *Grøn omstilling af vejtransporten* nævnes en række udfordringer ved at inkludere indirekte udledninger i CO₂-fortrængningskravet, men Klimarådet vurderer, at det er muligt at overkomme disse. Risici relateret til implementering vurderes derfor som lav.

Udmøntning af puljerne til grøn transport er et administrativt, teknologisk og lovgivningsmæssigt gennemprøvet initiativ, hvorfor det vurderes, at der er lav risiko forbundet med disse.

Klimarådet vurderer, at risici forbundet med implementering af kilometerbaserede afgifter for lastbiler er moderate. Regeringen fremhæver blandt andet, at det er centralt for effekten af initiativet, at EU-regulering kommer til at tillade, at afgifterne kan CO₂-differentieres. Samtidig kræver implementeringen både administrative

Klimarådet.

og tekniske løsninger, som der endnu ikke er redegjort for, ligesom der ikke er fremlagt et oplæg til den konkrete afgiftsmodel.

Implementeringsudfordringerne forbundet med Power-to-X-brændstoffer vurderes høje, idet disse er teknologisk usikre i produktion, såvel som efterspørgsel i transporten. Power-to-X-brændstofferne til transport kan blandt andet være brint til landtransport og ammoniak til skibe (se kapitel 5), hvilket vil kræve infrastruktur til brændstofferne, samt transportmidler, der efterspørger disse. Sidstnævnte kan understøttes gennem krav, men vil kræve, at brændstofferne er mere attraktive end alternativerne.

Risici ved implementering af biobrændstoffer vurderes lave, idet teknologien er kendt, imens udfordringen er forbundet til blandt andet markedsudbud og pris. Af denne grund vurderer Klimarådet, at implementeringen indebærer lav risiko.

Incitamentsstyrke

Klimarådet vurderer, at initiativer i form af afgifter og krav er virkningsfulde instrumenter med relativt velbeskrevne adfærdspåvirkninger. For både afgiftsoplægningen og CO₂-fortrængningskravet vurderes, at der med det afsatte finansieringsomfang er lav risiko for, at incitamentsstyrken er utilstrækkelig til at opnå den angivne effekt.

Puljerne til grøn transport er endnu ikke udmøntet i konkrete støtteordninger. Det giver en risiko for, at incitamentstyrken ikke bliver tilstrækkelig til, at effektive projekter bliver implementeret i tilstrækkeligt omfang. Klimarådet vurderer derfor, at der er moderat risiko forbundet med incitamentsstyrken.

System- og arealsammenhæng

I aftalen *Grøn omstilling af vejtransporten* fra 2020 tilskyndes elektrificering af bilparken og øget elforbrug. Effekten af øget elektrificering af bilparken på produktionen af el, herunder effekten på forsyningssikkerhed, forventes undersøgt i forbindelse med *Klimafremskrivning 2021*. Klimarådet vurderer, at det er vigtigt at få lagt en plan for håndtering af de eventuelle udfordringer, som elektrificering af transporten kan medføre, og opfordrer til øget fokus på dette. Samtidig vurderer Klimarådet dog, at de beskrevne udfordringer ved elektrificeringen kan håndteres frem mod 2030 og risikoen for, at der opstår problemer forbundet med system- og arealsammenhænge er vurderet lav.

Klimarådet vurderer, at der er en lav risiko forbundet med system- og arealsammenhænge for CO₂-fortrængningskravet. Vurderingen er baseret på, at Danmarks andel af forbruget af biobrændstoffer er relativ beskeden, og risikoen for, at Danmark ikke kan skaffe den nødvendige mængde biobrændstoffer er lav. Det er dog væsentligt for en samlet global reduktion i drivhusgasudledninger, at der inkluderes retvisende ILUC-værdier (se boks 3.1), som annonceret. Såfremt ILUC-værdier ikke inkluderes i tilstrækkelig grad vil kravet kunne opfyldes med 1.-generationsbiobrændstoffer, som lægger beslag på store arealer, som via skovrydning og dræning vil medføre meget store drivhusgasudledninger og potentielt forringet biodiversitet. Dette forhold påvirker ikke de danske udledninger som opgjort ifølge FN's opgørelsesmetode, der anvendes i forbindelse med 70-procentsmålet, men er afgørende for, at indsatsen resulterer i en global reduktion af drivhusgasudledninger. Manglende retvisende ILUC-værdier vil medføre en høj risiko for problemer med system- og arealsammenhænge globalt, men udgør ikke en risiko for at realisere reduktionseffekten i Danmark.

Klimarådet vurderer, at puljerne til grøn transport har moderat risiko i forhold til systemsammenhænge. Det skyldes, at puljerne kan komme til at fremme nogle teknologier frem for andre. I udmøntning af puljemidlerne i *Puljen til grøn transport* i 2020 var fx en øvre tilskudsgrænse på 60.000 kr. til køb af lastbiler.²⁴ I praksis er gasdrevne lastbiler den eneste teknologi, hvor dette tilskud er tilstrækkeligt til investering, men en af u hensigtsmæssighederne for gasdrevne lastbiler er, at disse tankes fra gasnettet. Dermed vil de køre på en blanding af bionaturgas og naturgas. Det vurderes, at det er støttesystemet til biogasproduktion, der driver den samlede anvendelsen af bionaturgas og dermed reduktionerne i dag. Støtte til gasdrevne lastbiler vil derfor alene medføre en ændring af biogasanvendelsen fra én sektor til en anden, uden at øge den samlede mængde af biogas til fortrængning af naturgas, hvorfor gasdrevne lastbiler *netto* vil betyde et skift fra diesel til naturgas. Samtidig vil puljens design kunne fremme gasdrevne lastbiler frem for lastbiler på alternative teknologier, som muligvis kunne være samfundsøkonomisk mere hensigtsmæssige. Klimarådet er i gang med at analysere omstillingen af lastbiler.

Klimarådet.

Klimarådet vurderer, at der for kilometerbaserede afgifter for lastbiler er lav risiko forbundet med system- og arealsammenhænge, da denne ikke forventes at have stor indflydelse på andre sektorer eller inddragelse af fysiske arealer.

Klimarådet vurderer, at realisering af regeringens høje tekniske potentiale for Power-to-X er forbundet med høj risiko i system- og arealsammenhænge i transportsektoren. For at realisere dette potentiale, vurderer Klimarådet, at over 5 GW havvind er nødvendigt alene til Power-to-X. En central forudsætning er fx, at de aftalte energiøer etableres inden 2030, hvilket Klimarådet, som beskrevet i kapitel 1 om energi- og industrisektoren, har vurderet til høj risiko.

Klimarådet vurderer, at risikoen forbundet med system- og arealsammenhænge for det tekniske potentiale for biobrændstoffer er det samme som for CO₂-fortrængningskravet.

Samlet vurdering af risiko

Den samlede vurdering af initiativernes risiko fremgår af overblikket i tabel 3.4.

Klimarådet har på nuværende tidspunkt alene identificeret mindre risici forbundet med biobrændstoffer, men givet at initiativet befinder sig på konkretiseringsstadiet E, har det ikke været muligt at vurdere risiko for incitamentsstyrken. Det udestår fortsat for regeringen at definere konkrete planer for hvordan det tekniske reduktionspotentiale realiseres. Af denne grund vurderer Klimarådet, at initiativet samlet set indebærer moderat risiko.

Tabel 3.4 Samlet vurdering af initiativets risiko på tværs af parametre

| Initiativ | Konkretiserings-grad | Implementerings-udfordringer | Incitamentsstyrke | System- og arealsammenhæng | Samlet vurdering |
|---|----------------------|------------------------------|-------------------|----------------------------|------------------|
| Omlægning af registreringsafgiften for person- og varebiler | A | Lav | Lav | Lav | Lav |
| CO ₂ -fortrængningskrav for VE-brændstoffer | A | Lav | Lav | Lav | Lav |
| Forhøjelse og fremrykning af pulje til grøn transport | A | Lav | Moderat | Moderat | Moderat |
| Pulje til grøn transport 2020 | A | Lav | Moderat | Moderat | Moderat |
| Kilometerbaserede afgifter for lastbiler fra 2025 | C | Moderat | Ikke vurderet | Lav | Moderat |
| Teknisk potentiale for Power-to-X, højt skøn | E | Høj | Ikke vurderet | Høj | Høj |
| Teknisk potentiale for biobrændstoffer, højt skøn | E | Lav | Ikke vurderet | Lav | Moderat |

Anm.: Den samlede vurdering af det tekniske potentiale for biobrændstoffer er vurderet moderat, idet dette er på konkretiseringsstadiet E og regeringen ikke har defineret konkrete planer for realisering af potentialet.

Kilder: Klimarådet

Bidrag fra understøttende initiativer

Der er vedtaget en række initiativer, der er relevante for omstillingen af transportsektoren, se tabel 3.5. Initiativerne har isoleret set ikke reduktionspotentialer, men er forudsætninger for at andre initiativer kan få effekt.

Indenfor persontransporten er der initiativer med fokus på at fremme grønne biler, herunder forhøjelse og omlægning af løbende bilafgifter, lav elafgift på opladning af elbiler, skrotpræmie på dieslbiler og justering af

beskatning af fri bil. Effekten af disse er ikke konkretiseret og Klimarådet antager, at effekterne af initiativerne er inkluderet i det samlede potentiale fra *Grøn omstilling af vejtransporten*. Det samme gælder for en række initiativer med fokus på at reducere bilparken, herunder understøtte samkørsel og delebiler, og ved at øge cyklisme via investeringer i cykelstier og ladeinfrastruktur til elcykler. Effekten af initiativerne afhænger i høj grad af, hvordan midlerne prioriteres. Det er væsentligt at fremhæve, at selvom der er tale om understøttende initiativer, er disse centrale for at sikre grøn mobilitet i samfundet. Initiativerne kan påvirke den enkeltes rejsevalg i dag, men mere væsentligt kan disse understøtte nye tendenser på langt sigt i forhold til blandt andet bopælsvalg og bilkøb. Regeringen er desuden indgået i klimasamarbejder med kommuner og regioner, der har fokus på omstilling af transporten ved blandt andet at have målsætninger om flere grønne brændstoffer i biler, busser og tog.

Herudover kan der komme midler til forskningsprojekter, der kan understøtte fremtidig omstilling af transporten. I Danmarks grønne forskningsstrategi (september 2020) er der fire missioner, hvoraf det ene er at understøtte 'Grønne brændstoffer til transport og industri (Power-to-X)'. Ud over nedenstående har regeringen afsat midler til en række analyser, der skal fremme den grønne omstilling. Herunder analyse af ladeinfrastruktur, en analyse af delebiler og samkørsel, samt en analyse af dimensionering af lastbiler. Regeringen vil desuden arbejde med en grøn EU-dagsorden og skærpede miljøzoner.

Tabel 3.5 Vurdering af betydning for at understøtte målopfyldelse

| Initiativ | Klimarådets vurdering af betydning for at understøtte målopfyldelse |
|---|--|
| Lav afgift på opladning af biler | Den lave afgift på el til elbiler kan understøtte udbredelsen af elbiler på grund af den billigere el. |
| Forhøjelse og omlægning af løbende bilafgifter | Omlægning af de løbende bilafgifter kan understøtte et skift fra fossile biler til flere elbiler. Initiativet indgår således i aftalen Grøn omstilling af vejtransporten 2020. |
| Midlertidig forhøjelse af skrotningspræmie for ældre dieselmotorer fra før 2006 | En øget skrotpræmie kan understøtte en udfasning af de gamle dieselmotorer. Dermed understøttes et skift til grønnere biler. Miljøministeriet har vurderet, at 20 pct. af de biler som blev skrottet som resultat af den forhøjede skrotpræmie i 2020 var stillestående. |
| Justeringer af beskatningen af fri bil | Initiativet kan være understøttende i forhold til fremme af køb af grønne biler. |
| Øget deleøkonomisk bundfradrag for grønne biler | Initiativet kan fremme udlejning af biler, samt give bilister incitament til at købe grønne biler og hente finansiering fra udlejning. Effekten er afhængig af en række elementer, herunder billejers alternative transportform. Effekten af initiativet vurderes ikke at være væsentligt alene, men understøtte en grundlæggende omstilling til grøn mobilitet. |
| Udviklingsforsøg med roadpricing (Kilometerbaseret vejafgift) for personbiler | Vejbenyttelsesafgifter kan understøtte en omkostningseffektiv beskatning af eksternaliteter i transportsektoren, herunder trængsel, skades- og sundhedsmæssige omkostninger. Roadpricing vil alt andet lige reducere kørselsomfanget for personbilerne og dermed udledningerne. |
| Fremme af infrastruktur til cyklisme | Ladestanderne til elcykler betragtes som understøttende initiativ, der kan fremme elcykler generelt og dermed grønnere mobilitet. Klimaeffekten af ladeinfrastrukturen isoleret set afhænger dog af, om der reelt kommer et behov for ladestanderne, givet elcyklens rækkevidde samt hvilke ture, der erstattes. |
| Cykelpulje til stat og kommuner | Mere infrastruktur til cykler vil alt andet lige fremme mere cyklisme. Effekten afhænger af, hvilket transportmiddel cyklisterne brugte før. Potentialet afhænger desuden af, hvilke projekter der investeres i. |
| Klimasamarbejder om grøn transport med kommunerne og regionerne, samt Grøn buspulje til regionale busser og øer | Samarbejdsaftalerne kan, i samspil med puljer til grønne indkøb af busser, give anledning til udskiftning af offentlige køretøjer. Implementeringen af målsætningerne og hvorvidt målsætningerne reelt fremskynder den grønne omstilling. |
| Kommissionen for grøn omstilling af personbiler, delrapport 2 | Kommissionen blev nedsat i februar 2019. Kommissionens delrapport om ladeinfrastruktur blev offentliggjort medio februar 2021 og kan understøtte beslutninger til at fremme den grønne omstilling. |
| Prioritering af 'Grønne brændstoffer til transport og industri (Power-to-X mv.)' som forskningsmission | 'Grønne brændstoffer til transport og industri (Power-to-X mv.)' er udpeget som en af regeringens fire forskningsmissioner under fordeling af forskningsreserven og de samlede midler er forøget. Forskning, udvikling og demonstration inden for grønne brændstoffer til transport kan |

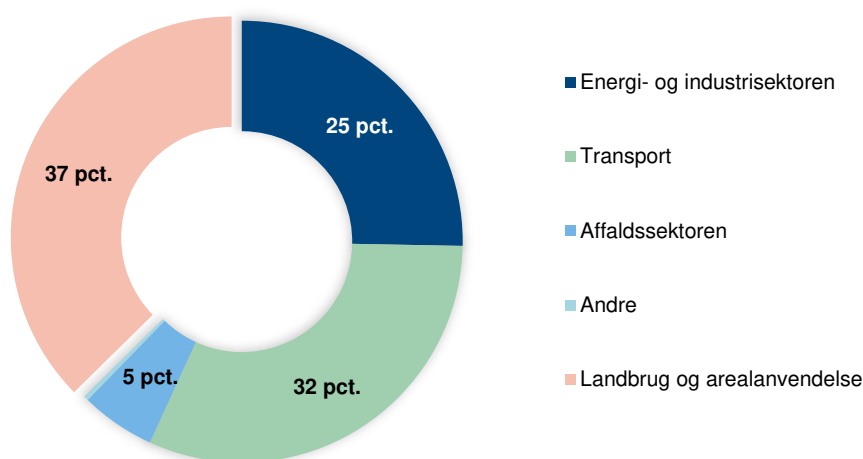
understøtte reduktioner i sektoren ved at billiggøre Power-to-X-brændstoffer til brug i transporten.

Kilder: Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, *Klimaprogram 2020*, 2020, samt politiske aftaler.²⁵

4. Klimaindsats i landbrug og arealanvendelse

Trin 1: Vurdering af fremskrivning

Sektoren består af udledninger fra henholdsvis landbrug og arealanvendelse. Arealanvendelse dækker over udledning og optag ved brug og dyrkning af jorden samt skovbrug, og kaldes i forbindelse med de nationale opgørelser for LULUCF (Land Use, Land Use Change and Forestry). Landbrug og arealanvendelse stod i 2018 for næsten 18 mio. ton CO₂e, svarende til 32 pct. af de samlede nationale drivhusgasudledninger. I *Basisfremskrivning 2020* forventes sektorens udledninger i 2030 at udgøre 37 pct. af Danmarks samlede drivhusgasudledning, hvilket fremgår af figur 4.1. De to udledningskilder er her vurderet sammen, idet regeringens klimaprogram lægger op til at adressere reduktionsudfordringerne fra disse to udledningskategorier sammen. Klimabelastningen fra landbruget og arealanvendelsen består både af CO₂ (cirka 37 pct.), men også af metan, CH₄ (36 pct.) og af lattergas, N₂O (27 pct.). Da både metan og lattergas er stærke drivhusgasser, medfører selv relativt begrænsede udledninger af disse gasser en betydelig belastning af drivhusgasregnskabet. Alle gasser omregnes til en enhed, der beskriver hvor meget belastningen svarer til i CO₂, kaldet CO₂-ækvivalent, eller blot CO₂e. Udledninger fra anlæg og maskiner indgår ikke i denne kategori.



Figur 4.1 Fremskrevne drivhusgasudledninger i Danmark i 2030

Anm. 1: Diagrammet viser danske drivhusgasudledninger i 2030, som fremskrevet i Energistyrelsens *Basisfremskrivning 2020*. Fremskrivningen viser udledninger i 2030, givet at der ikke implementeres yderligere politik end allerede vedtaget ved offentliggørelsen af fremskrivningen i juni 2020.

Kilder: Energistyrelsen, *Basisfremskrivning 2020*, 2020

Kilderne til udledninger i landbrug og arealanvendelse adskiller sig betydeligt, hvorfor der i det følgende er en kort gennemgang af hver sektor.

Landbrugets udledninger, der er direkte knyttet til landbrugsproduktionen, var i 2018 på 11 mio. ton CO₂e og forventes at ligge mere eller mindre stabilt på dette niveau frem mod 2030. Her forventes udledningerne at udgøre cirka 25 pct. af de samlede udledninger, medmindre der politisk vedtages virkemidler, som mindsker landbrugets klimapåvirkning. Landbrugets udledninger kan deles op i tre væsentlige kategorier:

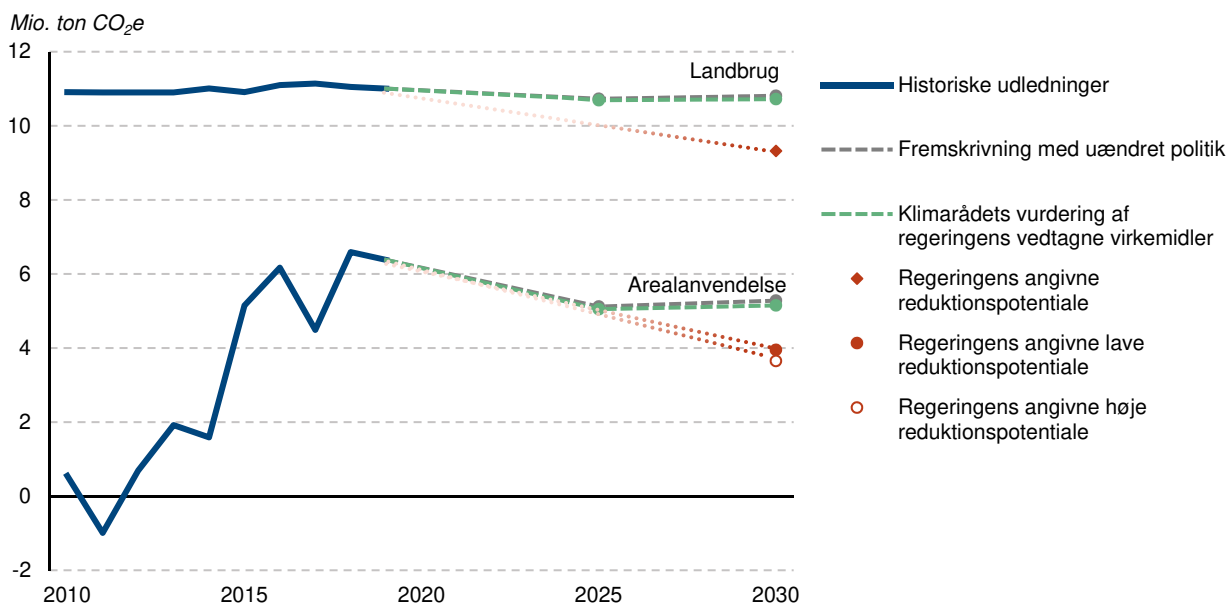
- Metanudledning fra primært køer og andre drøvtyggerses fordøjelse – udgør cirka 34 pct.
- Metan og lattergasudledning fra gyllehåndtering – udgør cirka 27 pct.
- Lattergas fra omsætning af gødning på markerne – udgør cirka 37 pct.

Dertil kommer en ganske lille CO₂-udledning fra blandt andet kalkning af markerne.

Modsat landbrugsaktiviteterne, kan arealanvendelsen både være kilde til udledning og optag af CO₂. Optag vil finde sted såfremt forvaltningen medfører en stigning i mængden af kulstof bundet i jord og skove. Udledninger fra arealanvendelse forekommer primært som CO₂ udledninger og udviser en tendens til betydelige udsving, også langt større udsving end landbrugsudledningerne, og det forventes at fortsætte fremover. Dette skyldes, at elementer som årlige klimaudsving og særligt variationer i tilvækst og den årlige hugst i skovene har stor betydning for udviklingen. Et eksempel på disse udsving er opgørelsen af optag i skovene i 2011 på næsten 6 mio. ton CO₂, hvilket blev vendt til en mindre udledning blot fire år senere. I 2018 blev de samlede udledninger fra arealanvendelse opgjort til lidt over 6,5 mio. ton. I *Basisfremskrivning 2020* forventes udledningerne at svinge +/- 1 mio. ton omkring et stabilt niveau på cirka 5 mio. ton om året. Den primære kilde til udledninger er lavbundsjorder, men også de danske skove forventes at være en mindre kilde til udledninger frem mod 2030. I 2030 forventes udledningerne at være lidt over 5 mio. ton, svarende til cirka 12 pct. af de samlede danske udledninger. Udledninger fra arealanvendelse dækker over udledning og optag i fem væsentlige kategorier:

- Skove – ny skov, afskovning, biomassetab eller -tilvækst i eksisterende skove
- Kulstofpuljen i mineraljorder – både dyrkede jorder og arealer udlagt til permanent græs
- Kulstofpuljen i organiske lavbundsjorder – både dyrkede jorder og arealer udlagt til permanent græs
- Opbygningen af kulstofpuljen i træprodukter, fx i byggeri
- Udvidelse af bebyggede områder

De samlede udledninger fra landbrug og arealanvendelse og reduktionseffekten af regeringens indsats samt angivne potentialer fremgår af figur 4.2. De samlede udledninger fra landbrug udgjorde i 1990 13,2 mio. ton CO₂e, mens udledningerne fra arealanvendelse i 1990 udgjorde 6,5 mio. ton CO₂e.



Figur 4.2 Effekt af regeringens vedtagne virkemidler inden for landbrug og arealanvendelse

Anm. 1: Som det fremgår af figuren udskiller arealanvendelsen sig ved at have potentialer til at have negative udledninger, og dermed optage CO₂ fra atmosfæren.

Kilder: Energistyrelsen, *Basisfremskrivning 2020*, 2020; Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, *Klimaprogram 2020*, 2020; Miljøministeriet, *Natur- og biodiversitetspakken*, 2020 og Klimarådet.

Trin 2: Konkretiseringsstadie

Regeringen har kun i begrænset omfang taget nye konkrete initiativer til at nedbringe udledningerne fra landbrug og arealanvendelse siden offentliggørelsen af *Basisfremskrivning 2020*. Regeringen har meddelt, at den tidligt i 2021 vil fremlægge et samlet landbrugsudspil, der indeholder forslag, som medfører yderligere

drivhusgasreduktioner frem mod 2030. I starten af februar indledte regeringen forhandlinger, der skal munde ud i en aftale. Der er ikke offentliggjort et udspil fra regeringen.

I forbindelse med *Aftale om Finanslov for 2021* mellem regeringen og et folketingsflertal, blev der tilført yderligere midler til udtagning af lavbundsjord – i tillæg til udtagningen, som var indregnet i basisfremskrivningens udledninger. Regeringen har desuden foranstaltet en reduktion af kvælstofudledningen fra lavbundsjord og § 3-arealer (søer, moser m.fl.). Effekten af Statens Klima-skovfond, der blev vedtaget i 2019, indgår ikke i *Basisfremskrivning 2020*, antageligvis fordi fonden først blev etableret og fik midler i 2020. Desuden blev der i december 2020 vedtaget en natur- og biodiversitetspakke, der potentielt kan medføre både øget biomassetilvækst – bl.a. træer og andre planter – i eksisterende skove og udtagning af landbrugsjord. Den eventuelle klimaeffekt er ikke belyst, og initiativet ses derfor indtil videre som et understøttende tiltag. Der er desuden afsat midler til udvikling af bedriftsregnskaber, der skal give den enkelte bedriftsejer et værktøj til at opgøre og optimere klimaaftrykket ved landbrugsproduktionen.

Derudover pegede regeringen i sit klimaprogram på en række tekniske reduktionspotentialer for sektoren.

Endelig er der set på regeringens prioritering af området som forskningsmission. Nedenfor præsenteres et overblik over alle initiativerne, som ligger til grund for Klimarådets vurdering.

Tabel 4.1 Overblik over regeringens initiativer i landbrug og arealanvendelse

| Initiativ | Beskrivelse |
|---|---|
| 1 Udtagning af lavbundsjord | Der er afsat yderligere midler med finansloven for 2021 til udtagning af lavbundsjord, ud over midlerne fra finansloven for 2020. |
| 2 Nedbragt kvælstofudledning | Reduktion af kvælstofnormen for gødning på lavbundsjord samt forbud mod gødning på § 3-arealer. Omsætning af kvælstof på markerne er kilde til lattergasudledning, der er en kraftig drivhusgas. |
| 3 Skovrejsning | Klima-skovfonden skal medvirke til at øge skovrejsning i Danmark og udtage lavbundsjord. Desuden er der tilført yderligere midler til skovrejsning via landdistriktsprogrammet for 2021. |
| 4 Natur- og biodiversitetspakke | Pakken skal fremme biodiversitet i Danmark blandt andet ved etablering af 13 nye nationalparker. Pakken vil potentielt kunne medføre klimaeffekter som følge af udtagning af landbrugsjord og mere optaget CO ₂ i de danske skove. |
| 5 Bedriftsregnskaber | Udvikling af bedriftsregnskaber, der skal give den enkelte bedriftsejer overblik over de specifikke udledninger forbundet med landbrugsproduktionen. |
| 6 Teknologipulje til landbrugssektoren | Tilskud til nye teknologier, der kan give reduktioner inden for landbruget, eksempelvis bioraffineringsteknologier og erfaring med pyrolyse. |
| 7 Mere klimavenlig kost | Gennem kampagner som eks. <i>Madglade klimatips</i> og nye kostråd fremmes en bevægelse mod mere klimavenlig kost blandt danskerne. |
| 8 Teknisk reduktionspotentiale for fodertilsætningsstoffer | Forskning antyder, at metanudledningen fra drøvtyggerses fordøjelse kan nedsættes ved tilsætning af forskellige stoffer til foderet. |
| 9 Teknisk reduktionspotentiale for tilsætningsstoffer til gylle | Der forskes aktuelt i stoffer, der kan tilsættes gylle og reducere metanproduktionen. |
| 10 Teknisk reduktionspotentiale for kulstofbinding og biokul | Biomasse omdannes gennem pyrolyse til blandt andet biokul, eller mere korrekt og herefter omtalt som <i>biokoks</i> , der stabilt binder CO ₂ og kan nedpløjes i jorden for at øge mængden af kulstof, der bliver i jorden. |
| 11 Prioriteret forskningsmission | Måltrettet forskningsmission, som skal fremme klimaeffektiv landbrugsproduktion. Kan ses i sammenhæng med den øvrige forskningsindsats, hvoraf flere andre indsatser ligeledes fokuserer på landbruget. |

Kilder: *Klimaprogram 2020, Natur- og biodiversitetspakken*.²⁶

Klimarådet har i tabel 4.2 samlet de initiativer, som Klimarådet vurderer har direkte reduktionseffekt eller reduktionspotentiale i 2030, mens de understøttende initiativer først vurderes efterfølgende. Initiativerne er præsenteret i regeringens klimaprogram og -redegørelse.

Tabel 4.2 Konkretiseringsstadiet af regeringens klimaindsats inden for landbrug og arealanvendelse

| Skala | Forklaring | Initiativ |
|-------|--|---|
| A | Vedtagne og finansierede virkemidler, der nedbringer reduktionsmankoen | - Udtagning af lavbundsjord - Nedbragt kvælstofudledning - Skovrejsning |
| B | Udspil til virkemidler | |
| C | Strategi for at realisere reduktionspotentiale | |
| D | Analyser af virkemidler til at realisere reduktionspotentialer | |
| E | Teknisk reduktionspotentiale | - Teknisk reduktionspotentiale for fodertilsætningsstoffer - Teknisk reduktionspotentiale for tilsætningsstoffer til gylle - Teknisk reduktionspotentiale for kulstofbinding og biokoks |

Kilder: Klimaprogram 2020, Natur- og biodiversitetspakken

Der er sat midler af til udtagning af lavbundsjord på *Finansloven for 2020*, og det må forventes, at midlerne fra *Finanslov for 2021* vil kunne indgå i denne indsats og dermed hurtigt blive implementeret. For initiativerne, der medfører en reduceret kvælstofudledning, er rammerne også på plads.

Trin 3: Effektvurdering

Tilsammen er de vedtagne virkemidler inden for landbrug og arealanvendelse af Klimarådet vurderet til at reducere de danske nationale udledninger med 0,22 mio. ton CO₂e i 2030 sammenlignet med *Basisfremskrivning 2020*.

Med *Finanslov for 2021* blev der sat yderligere 660 mio. kroner af til udtagning af lavbundsjord i årene 2021-2024, med en effekt i 2030 på 0,075 mio. ton CO₂e. Det uddybes nærmere i hovedrapportens kapitel 4, at Klimarådet forventer, at en målrettet indsats vil kunne realisere et større udtag pr. krone, og i denne sammenhæng vurderer rådet, at reduktionseffekten med de rette rammer kan øges.

Reduktionen af kvælstofudledningen forventes at medføre en afledt reduktion af drivhusgasudledninger i 2030 på 0,09 mio. ton CO₂e, mens klima-skovfonden og den øvrige ekstra skovrejsning forventes at medføre en reduktion på 0,055 mio. ton CO₂e i 2030. Et overblik over reduktionerne præsenteres i tabel 4.3.

Tabel 4.3 Reduktionseffekt og reduktionspotentiale for initiativer i landbrug og arealanvendelse

| Initiativ | Konkretiseringsstadiet | Anvist reduktionseffekt og potentiale (mio. ton CO ₂ e) | | Justeret reduktionseffekt og potentiale (mio. ton CO ₂ e) | |
|--|------------------------|--|------------|--|------------------|
| | | 2025 | 2030 | 2025 | 2030 |
| Udtagning af lavbundsjord | A | 0,04 | 0,075 | Ingen justering | Ingen justering |
| Nedbragt kvælstofudledning | A | - | 0,09 | Ingen justering | Ingen justering |
| Skovrejsning | A | - | 0,055 | Ingen justering | Ingen justering |
| Teknisk reduktionspotentiale for fodertilsætningsstoffer | E | - | 1,00 | Ingen justering | Ingen justering |
| Teknisk reduktionspotentiale for tilsætning til gylle | E | - | 1,00 | Ingen justering | 0,4 |
| Teknisk reduktionspotentiale for kulstofbinding og biokoks | E | - | 2,00 | Ingen justering | 1,2 - 1,5 |
| Samlet mulig reduktionspotentiale i landbrug og arealanvendelse | | | 4,2 | | 2,8 - 3,1 |
| Samlet reduktion fra vedtagne virkemidler i landbrug og arealanvendelse | | 0,0 | 0,2 | 0,0 | 0,2 |

- Anm. 1: De *anviste* reduktionseffekter og -potentialer i 2025 og 2030 angiver initiativernes reduktioner, som de angives i de respektive aftaler og *Klimaprogram 2020*. Klimaeffekten af *Nedbragt kvælstofudledning* og *Skovrejsning* er ikke medregnet i regeringens klimaredegørelse til Folketinget december 2020, men medregnes her.
- Anm. 2: De *justerede* reduktionseffekter og -potentialer i 2025 og 2030 angiver initiativernes reduktioner efter Klimarådets justering.
- Kilder: Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, *Klimaprogram 2020*, 2020; Miljøministeriet, *Natur- og biodiversitetspakken*, 2020 og Klimarådet.

Klimarådet har ikke fagligt belæg for at justere regeringens anviste effektvurderinger for vedtagne initiativer. Rådet vurderer, at der er overlap mellem det anførte reduktionspotentiale ved gylletilsætningsstoffer og biogas, samt mellem kulstofbinding og biobrændstoffer, hvorfor potentialerne for disse initiativer er nedjusteret. Klimarådet har i justeringen fordelt et effektoverlap mellem potentialerne, som regeringen havde angivet som totalt overlap. Derved er det tekniske reduktionspotentiale for tilsætning til gylle justeret fra 1 mio. ton CO₂e i 2030 til 0,4 mio. ton CO₂e. Ligeledes er det tekniske reduktionspotentiale for kulstofbinding og biokoks justeret fra 2 mio. ton CO₂e i 2030 til 1,2-1,5 mio. ton CO₂e. Det skyldes, at flere initiativer beslægtet ligger på de samme bioressourcer, og derfor er effektjusteringen nødvendig. En detaljeret gennemgang af beregninger af overlap fremgår af kapitel 5. Rådet vurderer, at initiativet 'Teknologipulje til landbrugssektoren' og 'Prioriteret forskningsmission' i princippet vil kunne realisere noget af regeringens anviste tekniske reduktionspotentiale, men da regeringen ikke har angivet reduktionseffekter af tilskudspuljen, er der ikke behov for at korrigere for overlap til regeringens tekniske reduktionspotentialer.

Trin 4: Risikovurdering

Klimarådet har gennemgået de tre initiativer *Udtagning af lavbundsjorder* og *Nedbragt kvælstofudledning* og *Skovrejsning*, samt regeringens fremlagte tekniske reduktionspotentialer og forholdt sig til graden af risiko i forhold til den anviste reduktionseffekt. Vurderingen er baseret på de tre risikoparametre *implementeringsudfordringer*, *incitamentsstyrke* og *system- og arealsammenhæng*.

Vurderingen er kvalitativ og resultatet angives med *lav*, *moderat* eller *høj* risiko. Overblikket over vurderingen er sammenfattet i tabel 4.4.

Implementeringsudfordringer

Udtagning af lavbundsjorder er et teknisk velkendt virkemiddel der slår igennem så snart arealerne er vådlagte, og der er med det nuværende ambitionsniveau ikke kendte lovgivningsmæssige barrierer. Klimarådet vurderer, at der ikke er grundlæggende tekniske udfordringer i forhold til at sikre reduktion af kvælstofudledninger og den deraf følgende nedbragte udledning af den kraftige drivhusgas lattergas. Klimarådet vurderer derfor, at der er lav risiko forbundet med implementeringen. Det samme gør sig gældende for både skovrejsning og udrulning af natur- og biodiversitetspakken, når disse skal omsættes til arealomlægning.

For de anførte reduktionspotentialer på henholdsvis fodertilsætningsstoffer og gylletilsætningsstof taler den missionsorienterede forskningsindsats for, at dele af dette potentiale vil kunne omsættes til reelle virkemidler og reduktioner. Der er dog ofte et betydeligt spring fra succesfulde laboratorieforsøg til tilsvarende markforsøg, og Klimarådet vurderer risikoen for de to initiativer til moderat. Udviklingen af bioraffinering, og bioraffinering kombineret med brugen af biokoks, understøttes af både den missionsorienterede forskningsindsats og den målrettede teknologiudviklingspulje til landbruget. Da der fortsat udestår et udviklingsforløb, og særligt er udfordringer i forhold til at skalere produktionen op i en størrelse, der vil kunne resultere i det anførte reduktionspotentiale, vurderer Klimarådet, at der er en høj risiko forbundet med denne indsats.

Incitamentsstyrke

Regeringens forventning til reduktionseffekten af udtagning af lavbundsjorder er, efter Klimarådets overbevisning, relativt lavt sat. Rådet vurderer, at forventningen kan nås med de afsatte midler, administrative rammer og incitament. Skal potentialet øges, hvilket Klimarådet finder både muligt og anbefalelsesværdigt, vurderer rådet dog, at den eksisterende tilskudsmodel ikke har tilstrækkelig incitamentsstyrke. Se endvidere Klimarådets anbefalinger i hovedrapportens kapitel 4.

I forhold til at nedbringe kvælstofudledningen vurderes der ikke at være grundlæggende risici forbundet med incitamentsstyrken.

System- og arealsammenhæng

Effektvurderingen af udtagningen af lavbundsjord er baseret på, at cirka 5.000 ha lavbundsjord udtages. Sammen med de 15.000 ha (inkl. randarealer), der ligger til grund for effektvurderingen i udtagningsordningen fra *Finanslov for 2020*, er der fortsat et potentiale for betydelige yderligere udtag, inden det samlede lavbundsareal på i alt cirka 170.000 ha er udtaget. Samtidig tilhører de forventede udtagne jorder de mindst produktive arealer. Der er en vis grad af konkurrence om arealerne mellem forskellige hensyn, således at ordninger til at nedbringe kvælstofudledning, etablere ny skov og nedbringe drivhusgasudledning konkurrerer om samme arealer. Det er dog primært i støtteordningernes administration, der reelt er konkurrence, da mange af miljøeffekterne er komplimentære, og med de rette administrative justeringer (hvoraf visse allerede er taget) vil de enkelte lavbundsarealer kunne indfri flere miljømålsætninger på samme tid. På den baggrund forventes der ikke at være usikkerhed eller risici ud fra et synspunkt om arealsammenhæng. Dermed vurderes risikoen at være lav.

Der er ikke angivet en forventet arealanvendelse ved Klima-skovfonden, og da den forventede klimaeffekt på 0,055 mio. ton i 2030 kan opnås med en kombination af både skovrejsning og udtagning af lavbundsjord, har Klimarådet ikke mulighed for at estimere arealbehovet. Opnå effekten alene ved skovrejsning, vil det kunne give anledning til et arealforbrug på omkring 50.000 ha. Den yderligere støtte via landdistriktsmidlerne forventes at give skovrejsning på ekstra 1.000 ha i 2030. Klimarådet har i rapporten *Kendte veje og nye spor til 70 procents reduktion i 2030* fra marts 2020 vurderet, at der var potentiale for at udtage 100.000 ha landbrugsland. På den baggrund er vurderingen, at den samlede arealefterspørgsel ikke strider fundamentalt imod det tilgængelige landbrugsareal til udtagning af landbrugsdrift, eller det samlede potentiale for udtagning af lavbundsjord.

Samlet vurdering af risiko

Den samlede vurdering af risiko fremgår af nedenstående overblik.

Tabel 4.4 Samlet vurdering af initiativers risiko på tværs af parametre

| Initiativ | Konkretiserings- stadium | Implementerings- udfordringer | Incitamentsstyrke | System- og arealsammenhæng | Samlet vurdering |
|---|-----------------------------|----------------------------------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| Udtagning af lavbundsjord | A | Lav | Lav | Lav | Lav |
| Nedbragt kvælstofudledning | A | Lav | Lav | Lav | Lav |
| Skovrejsning | A | Lav | Lav | Lav | Lav |
| Teknisk potentiale for fodertilsætningsstoffer | E | Moderat | Ikke vurderet | Ikke vurderet | Moderat |
| Teknisk potentiale for tilsætningsstoffer til gylle | E | Moderat | Ikke vurderet | Ikke vurderet | Moderat |
| Teknisk potentiale for kulstofbinding og biokoks, lavt og højt skøn | E | Høj | Ikke vurderet | Ikke vurderet | Høj |

Kilder: Klimarådet

Bidrag fra understøttende initiativer

Regeringens klimaindsats i landbrug og arealanvendelse består foruden ovenstående initiativer også af en række understøttende initiativer, som ikke direkte har en reduktionseffekt. Klimarådet anderkender dog disse øvrige initiativer som en vigtig del af den samlede indsats. I *Klimaprogram 2020* fremgår en lang række initiativer.

Tabel 4.5 giver et overblik over de udvalgte initiativer, som Klimarådet lægger til grund i vurderingen af regeringens klimaindsats.

Tabel 4.5 Vurdering af betydning for at understøtte målopfyldelse

| Initiativ | Klimarådets vurdering af betydning for at understøtte målopfyldelse |
|--|---|
| Natur- og biodiversitetspakke | I december 2020 blev det besluttet at allokere 888 mio. kr. i perioden 2021-2024 til fremme natur og biodiversitet i Danmark. Dette vil blandt andet blive udmøntet i etableringen af yderligere 13 nationalparker udover de to allerede udpegede og et yderligere udlæg af urørt skov, så man når op på samlet 75.000 ha urørt skov. Pakken kan potentielt have en klimaeffekt, dels hvor landbrugsarealer tages ud af drift, og dels hvor skovarealer vil få mulighed for at opbygge en større kulstofpulje end i almindelig skov i omdrift. Klimaeffekten er ikke opgjort i forbindelse med pakken, og vil afhænge af hvorledes den implementeres i praksis. |
| Udvikling af bedriftsregnskaber | Der blev i sektorstrategien for energi og industri afsat 5 mio. kr. i 2021, som skal bidrage med udviklingen af bedriftsregnskaber. Et velfungerende og retvisende klimaregnskab på bedriftsniveau er en væsentlig forudsætning for at sikre, at mulighederne for klimaoptimering på den enkelte bedrift tydeliggøres, og at innovation hos aktørerne kan registreres og dokumenteres. Bedriftsregnskabs endelige udformning vil være afgørende for hvorledes det kan finde anvendelse klimapolitisk. |
| Prioritering af forskningsmission klima- og miljøvenligt landbrug og fødevarerproduktion | Klima- og miljøvenligt landbrug og fødevarerproduktion er udpeget som mission under fordeling af forskningsreserven og de samlede midler til forskning, udvikling og demonstration er forøget. Klimarådet vurderer, at prioriteringen af dette område frem mod 2025 kan understøtte national drivhusgasreduktion i 2030. Herefter vil prioriteringen kunne understøtte de næstkommende klimamål, som fastsættes med klimalovens mekanisme herfor. |
| Grøn forskning, teknologiudvikling og innovation, UDP og forskningsmidler afsat til landbrug/klimaforskning og udvikling | Der er afsat betydelige midler til forskning, hvor landbrug og klima er nævnt som specifikke succeskriterier. Klimarådet vurderer, at indsatsen kan bidrage til at udvikle nye løsninger, bedre dokumentation på området og hjælpe udviklede løsninger ud på markedet. |
| Teknologipulje til landbrugssektoren | Klimarådet vurderer, at øget erfaring med brug af teknologi til omdannelse af biomasse til biobrændstoffer og biokoks ved pyrolyse kan understøtte 70-procentsmålet i 2030. |
| Mere klimavenlig kost | Klimarådet vurderer, at indsatser, som retter sig mod danskernes forbrug, kan understøtte en andel af danskerne i at omlægge til en mere klimavenlig livstil med medfølgende reduktioner. Det kan både være viden, værktøjer og inspiration såsom regeringens klimavenlige kostråd og madlavningskampagnen Madglade Klimatips. Reduktionerne vil ske globalt, og det er vanskeligt at adskille i nationale og udenlandske reduktioner. Klimarådet vurderer dog, at mere klimavenlige kostvaner i Danmark i nogen grad vil påvirke dansk produktion og de nationale udledninger. |

Kilder: Klimarådet

5. Tekniske reduktionspotentialer

I regeringens *Klimaprogram 2020* er der anvist betydelige muligheder for klimareduktioner som 'tekniske reduktionspotentialer'. De anviste tekniske reduktionspotentialer er forklaret i *Metodenotat tekniske reduktionspotentialer* som: "I potentialeskønnene er der ikke taget højde for teknologiens omkostninger, men fokuseret på det teknisk mulige og omfanget af, hvad der teoretisk vurderes realiserbart i 2030."²⁷ Dermed er potentialerne et billede af, hvad der er teoretisk muligt, og hvad der kan reduceres inden for de segmenter, hvor teknologierne vurderes at være relevante. Klimarådet har ikke foretaget egne vurderinger af det tekniske reduktionspotentiale inden for de anviste teknologier. Klimarådet vil i dette kapitel alene uddybe vurderingen af potentialet for reduktioner gennem disse tekniske reduktionspotentialer. Klimarådet fokuserer i dette baggrundsnotat på de opgjorte potentialer for:

- Fangst, lagring eller anvendelse af CO₂
- Grønne brændstoffer (Power-to-X, biobrændstoffer og biogas)

Klimarådet.

- *Binding af kulstof i jorder og biokul*

Et overblik over alle regeringens tekniske potentialer kan ses i tabel 5.2 sidst i dette notat. Der er en række sammenhænge mellem de nævnte potentialer, og Klimarådet har derfor valgt at samle en række overvejelser i dette kapitel. De faktiske vurderinger af potentialerne er afspejlet i sektorkapitlerne om energi og industri, transport og landbrug og arealanvendelse sammen med risikovurderinger for potentialerne.

5.1 Fangst og lagring eller anvendelse af CO₂

Fangst og *lagring* af CO₂ (CCS) er en teknologi, der ved at indfange CO₂ fra forskellige punktkilder kan forhindre, at CO₂ fra disse udledes i atmosfæren og i stedet pumpes i et lager i jorden. En punktkilde er fx røgen fra en skorsten eller en anden udledning med forhøjet koncentration af CO₂, som kan indfanges. Fangst direkte fra luft (direct air capture, DAC) er ikke medtaget i vurderingen af det tekniske reduktionspotentiale, da den ikke vurderes at være moden til opskalering inden 2030. Den kan potentielt få en rolle på længere sigt, hvor den kan udgøre en kilde til CO₂, som ikke begrænses af tilgængeligt kulstof, men nærmere af produktionen af vedvarende energi.

Ved fangst og *anvendelse* af CO₂ (CCU) indfanges CO₂ for efterfølgende at blive omdannet til nye produkter eller brændstoffer ved at lade CO₂ indgå i en kemisk proces sammen med brint. Dette er altså et alternativ til at skaffe CO₂ af vejen ved lagring. Simple anvendelser af CO₂ kan være direkte i fødevarer, fx øl og sodavand, eller i drivhuse som væksthjælper. I en dansk klima-kontekst for CCU er det primært relevant at producere brændstoffer, da vi i dag ikke har produktion af plast og relevante kemikalier. Disse processer har det fælles kendetegn, at de afhænger af store mængder elektricitet til elektrolyse.

Brændstoffer fra CCU-processer fremstilles ved brug af brint fra elektrolyse, som produceres ved brug af el og vand. Disse brændstoffer betegnes derfor elektro-brændstoffer eller e-fuels. Brændstofferne vil, når de fx bruges i en lastbil, udlede den samme mængde CO₂, som er blevet optaget under fremstillingen. Brændstofferne vil dog erstatte et tilsvarende forbrug af fossile brændstoffer og derved bidrage til at reducere udledninger. Den lavest mulige udledning af CO₂ fra elektro-brændstoffer opnås ved at den el, der skal anvendes i produktionen af brændstofferne, er 100 pct. vedvarende, og at den anvendte CO₂ er af biogen oprindelse. Biogene kilder er biomasse, som har optaget sit kulstof fra luften og ikke fra fossile kilder. Det vil også være muligt at opnå en lav samlet udledning ved brug af 'blå brint' til produktion af CCU-brændstoffer. 'Blå brint' stammer fra fossil brintproduktion med CCS. Traditionel 'grå' brint produceret ud fra naturgas uden CCS vil derimod ikke give mening at anvende, da det dannede brændstof ville forårsage en højere klimabelastning end fossile brændstoffer.

CCS og CCU kan potentielt reducere danske drivhusgasudledninger på forskellig vis:

1. Hvis fossile brændstoffer afbrændes og alle CO₂-udledninger indfanges og lagres (CCS) vil der være netto-nul udledninger til atmosfæren.
2. Hvis biomasse afbrændes og alle CO₂-udledninger indfanges og lagres (CCS) vil der være tale om negative udledninger til atmosfæren, da biomassen har indlejret CO₂ fra atmosfæren i vækstperioden.
3. Hvis fossile brændsler afbrændes og alle CO₂-udledninger indfanges og anvendes til produktion af elektro-brændstoffer (CCU) vil der fortsat udledes CO₂ til atmosfæren. Dette vil dog ske forsinket, når elektro-brændstofferne afbrændes.
4. Hvis biomasse afbrændes og alle CO₂-udledninger indfanges og anvendes til produktion af elektro-brændstoffer vil der, ligesom ved normal biomasseafbrænding, per definition være tale om nul udledninger til atmosfæren, da biomassen har indlejret CO₂ i vækstperioden. Samtidig fortrænger elektro-brændstoffet udledninger fra fossile brændstoffer som diesel.

Der kan være årsager til at fremme anvendelse af elektro-brændstoffer, som ikke udelukkende er begrundet i deres fortrængning af fossile brændstoffer. Fremstilling af elektro-brændstoffer i Danmark vil reducere afhængigheden af leverance af brændstof fra udlandet. Selve kvaliteten af elektro-brændstoffer kan desuden give fordele frem for fossile brændstoffer i form af færre miljøskadelige udledninger, da de ikke vil indeholde urenheder som fx aromater, svovl og kvælstof. I nærværende vurdering af CCS og CCU er det fortrængningen af udledningen af

Klimarådet.

klimagasser, der vurderes. Vurderingen i denne tekst er relateret til mulig opnåelse af tekniske reduktionspotentialer i 2030. Det vil i en vurdering af hvorvidt enkelte punktkilder skal forsynes med kulstoffangst desuden være relevant at se på, om disse forventes at have en fortsat udledning på langt sigt, fx om en investering vil have en værdi i et 2050-sigte.

CCS giver en større klimagevinst end CCU

De to teknologier CCS og CCU benytter de samme kilder til kulstof, hvorfor det er vigtigt at overveje, i hvilket omfang hver af de to metoder bør bringes i anvendelse for at opnå CO₂-reduktioner. CCU kan potentielt være vigtig for samfundet, da den udgør en potentiel kilde til brændstoffer, der ikke baseres på fossile kilder. Imidlertid er der i forhold til klimaet en række grunde til at anvende CCS frem for CCU:

- **Man kan opnå en større samlet fortrængning med CCS fremfor CCU.** Med CCU kan den begrænsede mængde tilgængelige, vedvarende energi anvendes til direkte elektrificering eller til produktion af kulstoffrie elektro-brændstoffer. Dermed opnås en fortrængningseffekt, som svarer til CO₂-indholdet i de kulstoffholdige brændstoffer, der bliver erstattet. Hvis man i stedet anvender den begrænsede mængde indfangede CO₂ til lagring, kan der opnås en klimaeffekt fra denne oveni fortrængningseffekten fra den anvendte vedvarende energi, som ikke benyttes til at omdanne CO₂ til fx brændstoffer.
- **CO₂-reduktioner via CCS har for nuværende lavere omkostninger end reduktioner fra CCU.** Det store energitab ved fremstilling af elektro-brændstoffer er en væsentlig årsag til at CO₂-reduktioner via CCU for nuværende er væsentligt dyrere end CO₂-reduktioner via CCS. Dette er også tilfældet, når man tager højde for værdien af det fossile brændstof, som elektro-brændstoffet erstatter. Samtidig vil man med CCS-teknologien formentlig hurtigere kunne opnå store fortrængninger end det er tilfældet for CCU. Omvendt er der for CCS-teknologien også en række problemstillinger omkring lagring, som vil skulle adresseres.
- **CCU kan fortrænge udledninger, der er vanskelige at reducere.** Elektro-brændstoffer produceret med brint baseret på 100 pct. vedvarende el og af biogen indfanget CO₂ kan potentielt erstatte fossile brændstoffer i sektorer, hvor det i dag er vanskeligt at skifte til anden teknologi. Det er fx tilfældet med skibs- og lufttransporten. Fortrængning af CO₂ med CCU er dog, som beskrevet ovenfor, forholdsvis omkostningstungt, og vil derfor hovedsageligt finde anvendelse, hvor der ikke er alternative reduktionsmuligheder.

I *Klimaprogram 2020* er de to teknologiers tekniske reduktionspotentialer vurderet samlet, og diskussionen om i hvilket omfang der skal satses på hver af de to teknologier kan derfor parkeres i denne sammenhæng. Klimarådet vil i stedet fokusere på at vurdere, om der samlet set er det reduktionspotentialer for CCS og CCU på 4-9 mio. ton i 2030 udover de 0,9 mio. ton, der er målsætningen for initiativet *Markedsbaseret tilskudspulje til køb og lagring af CO₂*.

Det tekniske reduktionspotentialer er muligt at opnå, men det indebærer store udfordringer

Et overslag for det tekniske reduktionspotentialer baseres på tilgængeligheden af CO₂ og en vurdering af, om denne teknisk kan indfanges:

- **Tilstrækkelig adgang til CO₂ forudsætter, at de store punktkilder fortsætter med at producere.** Hvis mængden af udledt CO₂ fra punktkilder reduceres vil det tekniske potentialer for CCS reduceres tilsvarende. Der kan oplagt ske en reduktion i udledningerne fra en del af de nuværende punktkilder inden 2030 og særligt i et længere perspektiv frem mod 2050. Store danske punktkilder, som hver udleder over 50.000 ton CO₂ per år, står sammen med CO₂ fra biogas for en samlet udledning på 15,3 mio. ton CO₂ per år. Det er her antaget, at de nuværende store punktkilder fortsat eksisterer i 2030, og at mængden af produktion af biogas forøges til 52 PJ, som fremskrevet af Energistyrelsen. I princippet er alt dette CO₂, som vil kunne indfanges og lagres. Af de cirka 15,3 mio. ton udgøres cirka 8,7 mio. ton af biogent CO₂, altså CO₂, der stammer fra biomasse. Dette kan være fra biogas, fra biomassekraftvarme eller fra den ikke-fossile del af affald og industri.
- **Teknisk muligt at indfange CO₂.** Det er teknisk muligt at opsamle langt hovedparten af den samlede mængde CO₂ fra en punktkilde. Den mest modne teknologi til dette formål er såkaldt aminvask. Her kan

der i princippet fanges mere end 95 pct. af den samlede mængde CO₂ fra en røggas fra fx et affaldsforbrændingsanlæg. Et aminvask-anlæg til fangst af CO₂ skal have et stort input af varme, samt en del strøm, men det er teknisk muligt at fange næsten alt udledt CO₂. I praksis vil man ofte være begrænset af adgangen til brugbar varme til forsyning af fangstanlægget, og man vil derfor vælge at fange en mindre del af CO₂-udledningen.

Antager man en høj gennemsnitlig fangstprocent på fx 90 pct., kan det tekniske potentiale for fangst i Danmark vurderes til cirka 13,7 mio. ton CO₂ (90 pct. af 15,3 mio. ton), hvis de nuværende tilgængelige punktkilder stadig måtte være tilstede i 2030. Samlet set kan ovenstående grove vurdering af et teknisk potentiale sammenholdes med det angivne potentiale på 4-9 mio. ton CO₂ fra *Klimaprogram 2020*, hvilket leder frem til en foreløbig konklusion om, at både det lave og det høje spænd af potentialet er *teknisk* muligt.

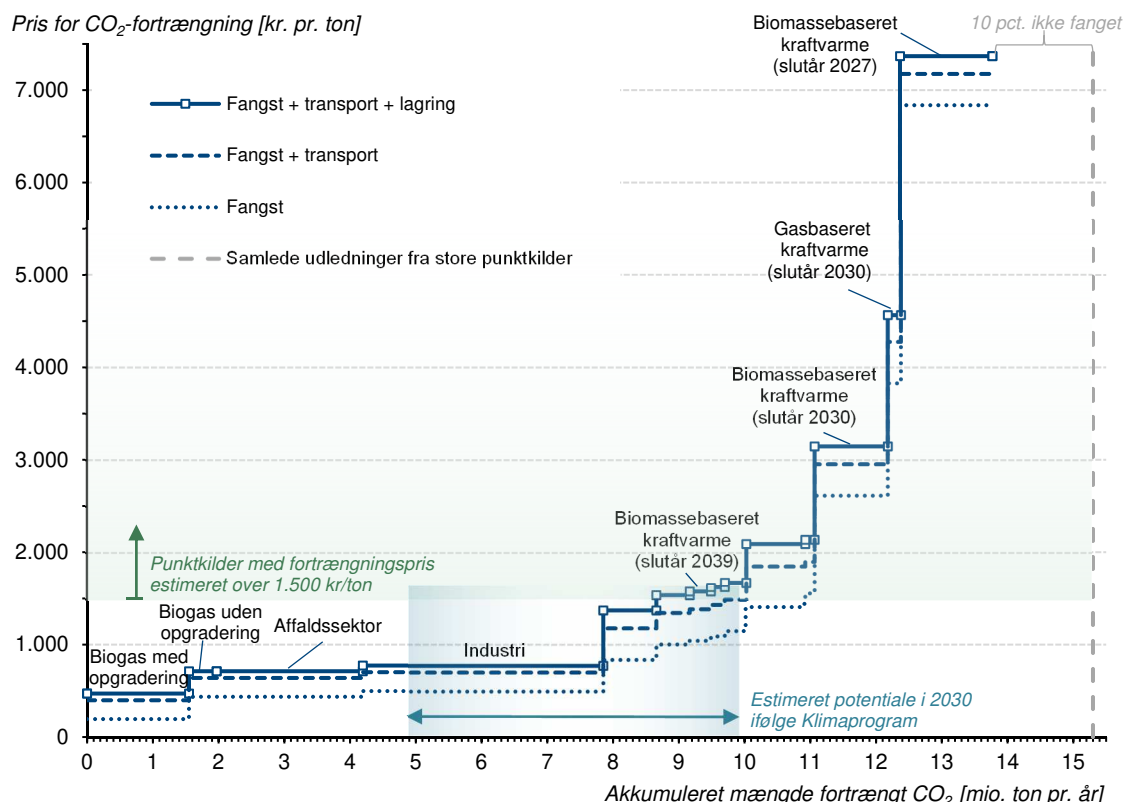
Der er dog en række yderligere forhold, som bør tages i betragtning, når det tekniske potentiale for CCS og CCU vurderes:

- **Bevarelse af punktkilder.** En stor del af de samlede udledninger fra punktkilder i Danmark stammer fra biomassefyrede kraftværker. I forhold til det tekniske potentiale for CCS, og særligt for CCU, er det afgørende, hvad der politisk beslutes på dette område i forhold til anlæggenes levetid. Nedlægning af affaldsforbrændingsanlæg, som ved gennemførelse af *KLs plan for at tilpasse kapacitet for affaldsenergi frem mod 2030*²⁸ vil på samme måde reducere et dansk CCS-potentiale.
- **Fremtidig udledning fra punktkilder.** Udledninger fra hver af de store danske punktkilder i 2030 vil ikke nødvendigvis modsvare deres nuværende udledninger. Hvis fx Aalborg Portland som planlagt reducerer deres årlige udledning med 660.000 ton CO₂ i 2030, reduceres det tekniske potentiale tilsvarende med 660.000 ton. Desuden kan der være en tendens til, at andre industrielle punktkilder på tilsvarende vis vil mindske udledningerne inden 2030. Klimapartnerskaberne for energitung industri har i deres egne anbefalinger vurderet et CCS-potentiale fra store industrielle udledere på 1,1 mio. ton CO₂.²⁹ Klimarådet har tidligere estimeret et tilsvarende potentiale fra industrielle punktkilder, og finder dette estimat realistisk. I ovenstående opgørelse af punktkilder i dag indgår i alt 3,6 mio. ton CO₂ fra hele industrien. 90 pct. af denne mængde er cirka 2,2 mio. ton CO₂ højere end partnerskabets vurdering af eget potentiale.
- **Varmebehov for fangstanlæg.** Det kræver store mængder varme at drive et aminvask anlæg. Dette vil i praksis betyde, at nogle punktkildeejere vil skulle opsætte ny termisk kapacitet for at opnå en høj fangstprocent på deres anlæg, hvilket kan være problematisk. Dette taler for at sætte den gennemsnitlige fangstprocent for alle punktkilder lavere end 90 pct., fx som ved CCS-projektet på den norske cementfabrik Norcem. Her er fangsten begrænset til 400.000 ton CO₂ pr. år ud af en samlet udledning på cirka 1 mio. ton CO₂ – altså cirka 40 pct. fangst.³⁰ Det skyldes, at man har designet anlægget til kun at benytte tilgængelig overskudsvarme. I dette tilfælde ligger fabrikken ikke i tilknytning til et fjernvarmenet, og tilføjelse af termisk kapacitet vil være problematisk. I andre tilfælde vil man dog have varmen til rådighed. Et eksempel er Fortum Oslo Varmes anlæg, hvor en fangst på cirka 95 pct. forventes. I Amager Ressourcecenters (ARC) igangværende fangstprojekt, forventes tilsvarende en fangstprocent omkring 90 pct. Kravene til varmebehov er nærmere beskrevet i Energistyrelsens teknologikatalog for fangst af CO₂.³¹
- **Mulighed for lagring af CO₂.** En afgørende begrænsning for potentialet for CCS er, hvor stor en mængde CO₂, der er sikret aftag for i 2030 enten gennem etablering af danske lagre eller ved anvendelse af udenlandske lagre.
- **Aftag af indfanget CO₂ til anvendelser.** Opskalering af CCU til en skala, der ligger inden for størrelsesordenen af CO₂-mængderne angivet i regeringens tekniske potentiale, vil kræve opbygning af brændstoffabrikker af betydelig størrelse. Til disse fabrikker vil enorme mængder af grøn brint skulle sikres, hvilket kan blive en begrænsende faktor. Anvendelse af 1 mio. ton CO₂ om året til CCU vil kræve omkring 25 PJ el, svarende til elproduktionen fra omkring 1,5 GW havvind.
- **Infrastruktur** til understøttelse af både CCS og CCU vil være afgørende for at opnå de tekniske reduktionspotentialer. Infrastrukturen vil omfatte pumper og rørsystemer, samt mellemlagre og evt. transport med lastbiler og skibe. Kravene til transport af CO₂ er nærmere beskrevet i Energistyrelsens teknologikatalog for transport af CO₂.³² En foreløbig infrastruktur vil også være nødvendig for at komme i

gang med de første projekter, som beskrevet i anbefalingerne for CCS i kapitel 4 i *Statusrapport 2021*.

Det tekniske potentiale for CCS kan have en høj skyggepris, hvis restlevetiden er kort

Økonomien er i princippet ikke afgørende for vurderingen af, om der findes et *teknisk* reduktionspotentiale. Det kan dog være relevant at se på en af de primære begrænsninger, som er nævnt ovenfor, ud fra en økonomisk betragtning. Restlevetiden for de eksisterende anlæg, herunder særligt biomassefyrede kraftværker, vil være den primære faktor, der afgør, hvor stort det reelle tekniske potentiale er i 2030. Det giver økonomisk set ikke mening at udstyre et biomassefyret kraftværk, som nedlægges kort efter 2030, med et dyrt fangstanlæg. En anden vigtig faktor for prisen på CCS er antagelser om driftstimer på anlæggene. For at illustrere disse to faktorer kan der konstrueres en udbudskurve for CCS for de danske punktkilder som vist i figur 5.1. Af figuren kan aflæses CO₂-skyggeprisen ved CCS. Det skal understreges, at beregningen er behæftet med usikkerheder især vedr. en række antagelser, som bliver uddybet i anmærkningerne til figuren.



Figur 5.1 Skyggepris for CO₂-fangst og -lagring

Anm.: Antagelser: 1) Fangst opnås ved brug af et aminosæningsanlæg med afskrivning frem til punktkildens forventede ophør. For de biomassefyrede kraftværker er det forventede slutår fra *Analyseforudsætninger til Energinet* anvendt. Startåret for CCS er valgt til 2027 for alle punktkilder. Afskrivning af fangstanlægget sker over restlevetiden af punktkilden med 8 pct. forrentning. Levetiden for biogas, affald og industri antages meget forsimplet at være lang og afskrivning sker over 20 år. 2) Det antages groft, at udledninger fra de forskellige typer punktkilder kan indfanges ved drift i følgende antal timer om året: 8000 timer for biogas, affald og industri, 3000 timer for biomassekraftvarme og 2000 timer for gasfyret kraftvarme, samt for sukkerproduktion. 3) Det er antaget, at der i gennemsnit indfanges 90 pct. af alle udledninger fra alle punktkilder. 4) Transport er antaget at foregå med skib til et lager 600 km væk. 5) Lageret antages at være et onshore lager, svarende til det foreslåede lager ved Havnsø (altså den billigste form for lagring). 6) Omkostninger til fangst og transport er baseret på Energistyrelsens teknologikataloger for carbon capture og for transport af CO₂. Prisen for lagring er en anslået pris for onshore lagring fra Gas Storage Denmark og er konsistent med niveauet beskrevet i Rambølls analyse af CCS for Dansk Affaldsforening. Lagres der derimod under havbunden i Nordsøen skal der lægges cirka 200 kr. pr. ton CO₂ til omkostningerne.

Kilder: Klimarådet.

Det fremgår af figur 5.1, at der med de grove antagelser opnås en pris på CO₂-fortrængning på maksimalt 700 kr. pr. ton CO₂ for biogas, affaldsforbrænding og industri. Dette stemmer godt overens med tal fra DAF/Rambølls rapport om CCS på affaldsforbrændingsanlæg.³³ Det skyldes blandt andet, at disse punktkilder antages at have mange årlige driftstimer og lang levetid. For biogasproduktion med opgradering er der desuden ikke indregnet anlægsinvesteringer til fangst af CO₂, da hovedparten af disse investeringer allerede er afholdt i forbindelse med opgraderingen. Biokraftvarme med en levetid frem til 2050 vil også have en skyggepris under 1.500 kr. pr. ton CO₂, mens omkostningen bliver væsentligt højere for værker med kortere levetid, fx i størrelsesordenen 3-4.000 kr. pr. ton CO₂ for anlæg, hvor indfangningen starter i 2027 og anlæggene nedlægges allerede i 2030. Biomassefyrede kraftværkers levetid er altså afgørende og skal være væsentligt længere end til 2030 for at undgå, at CO₂-reduktion via de biomassefyrede kraftværker bliver uforholdsmæssigt dyr. Det tekniske potentiale skal baseres på de tilgængelige punktkilder i 2030. Som nævnt tidligere har Klimapartnerskaberne for energitilgængelighed i industri, med de eksisterende punktkilder i sektoren i dag, anslået et potentiale som er 2,2 mio. ton CO₂ lavere end potentialet der opnås ud fra fremgangsmåden herover. Dette vil betyde en betydelig reduktion af den 'billigste' del af det samlede potentiale.

En tilsvarende kurve for fortrængningsprisen ved anvendelse af kulstof i CCU vil vise samme pris på fangstdelen, hvorfor konklusionen om biomassefyrede kraftværker vil være den samme. Denne kurve vil være en parallelforskydning i opadgående retning af kurven for omkostninger til fangst. Forskydningens størrelse vil afhænge af omkostningen til produktion af elektro-brændstoffer fratrukket omkostningerne til at producere det fossile alternativ. Den totale skyggepris for CCU vil starte væsentligt højere end 2.000 kr. pr. ton CO₂ for anlæg med brug af biogas, og der vil således ikke være et potentiale, der ligger under fx 1.500 kr. pr. ton CO₂ med denne teknologi i 2030.

Det samlede potentiale for CCU vil desuden være væsentligt mindre end for CCS. Det skyldes, at der kan stilles spørgsmål til, hvorvidt CO₂ af fossil oprindelse bør medregnes som et potentielt input til CCU på langt sigt, da det fortsat vil give netto-udledninger til atmosfæren.

Der er høj risiko for, at de tekniske potentialer for CCS og CCU ikke kan opnås i 2030

I ovenstående afsnit har Klimarådet redegjort for at der er en række udfordringer med at indfri regeringens tekniske reduktionspotentiale for CCS og CCU i 2030. Udfordringerne frem mod 2030 er især:

- **Antal punktkilder og fangst andel.** Det er begrænset hvor mange punktkilder, man realistisk set kan basere indsatsen på, og det kan for mange af de relevante punktkilder være en udfordring at opnå en høj fangstandel på grund af varmebehovet til processen. Det er desuden vigtigt at punktkilder, der udstyres med CO₂-fangst, forventes at have en lang levetid. Gerne over 20 år.
- **Vedvarende energi.** For anvendelse af CO₂ til at fremstille brændstoffer vil tilgangen til den fornødne vedvarende energi før 2030 være en stor udfordring, da der bruges omkring 1,5 GW havvind til hver 1 mio. ton CO₂, der reduceres.
- **Lagringskapacitet.** Det vil også være udfordrende at finde tilstrækkelig lagringskapacitet til at sikre realisering af det lave reduktionspotentiale – og dermed i høj grad også af det høje – inden 2030.
- **Etableringstid er en udfordring.** At realisere et meget stort reduktionspotentiale frem mod 2030 vil også være en udfordring, da hvert enkelt projekt kan vise sig at have en varighed på op mod 9 år fra de første forstudier til CO₂-fangst påbegyndes til at anlægget kan sættes i drift. Det er muligt at væsentligt hurtigere projektforsløb kan opnås, men der er en risiko for lange forløb.
- **Rammevilkår.** Herudover er der behov for etablering af rammevilkår for sektoren, inden virksomheder for alvor kan initiere projektudviklingen.

Det kan samlet set konkluderes, at det vil blive en stor udfordring at opnå reduktionspotentialer med kulstoffangst i den størrelsesorden, som regeringen angiver i de anviste tekniske potentialer. Dette er tilfældet uanset om fangsten kombineres med lagring eller med anvendelser af kulstoffet. Klimarådet vurderer, at der er høj risiko for, at både 4,9 og 9,9 mio. ton CO₂-reduktioner ikke kan realiseres inden 2030.

Der er en tidsmæssig udfordring og et stort behov for en strategi

Mens Klimarådet vurderer, at det for CCS + CCU er *teknisk* muligt at opnå potentialet angivet i *Klimaprogram 2020*, vurderes det, at det er en stor udfordring tidsmæssigt at nå det. Fra en investeringsbeslutning for et fangstanlæg til driften igangsættes, bør påregnes 3-4 år. Forud for denne investeringsbeslutning skal der foreligge et konkret og gennemtænkt projekt for det enkelte anlæg samt en forretningsmodel, der kan fjerne risikoen for anlægsejeren i tilstrækkelig grad til, at de tør igangsætte projektet. I tillæg til den økonomiske risiko skal lægges vurderingen af, om der ved afsluttet projektforsløb er en sikker mulighed for aftag af den fulde mængde indfanget CO₂ på både kort og lang sigt. I den norske model tager staten det fulde ansvar for dette i de første 10 år af projektet. I Norge er det anslået, at det samlede tidsforløb for alle faser af projektet er omkring 9 år, hvilket er beskrevet i en nylig 'Lessons learned' rapport.³⁴ Det fremgår at såvel de to indeholdte fangstprojekter, som det indeholdte transport- og lagringsprojekt hver har en samlet tidsramme på 9 år. De norske erfaringer er desuden beskrevet indgående i et white paper fra september 2020.³⁵ En strategi bør forholde sig til hvor lang levetid, der forventes for de enkelte punktkilder. Kun kilder med en lang forventet levetid bør udstyres med fangst. Desuden bør fangst af CO₂ ikke træde i stedet for omstilling væk fra brugen af fossile brændstoffer.

En vigtig del af den kommende strategi for Power-to-X, CCS og CCU fra regeringen bør være en anvisning af, hvordan risici forbundet med transport og lagring nedbringes. Opbygning af en understøttende infrastruktur vil kræve omfattende tekniske installationer og også klare rammer for ansvar og ejerskab. Dette må ligeledes forventes at tage en årrække. Der bør tages højde for hvor stort behov for transport og lagring, der vil være på lang sigt. Vælger man at åbne op for lagring af udenlandsk CO₂ i danske lagre skal dette indregnes, når den understøttende infrastruktur planlægges. Det vil være muligt at igangsætte etableringen af en infrastruktur omkring et eller flere regionale 'CO₂-clusters', hvor en samlet CO₂-indsamling føres til en udskibningshavn med tilhørende mellemlagring. Når den eller de første af disse 'clusters' er etableret, kan infrastrukturen derfra udbygges gradvist til at inkludere flere punktkilder og til slut det fulde antal punktkilder, der ønskes medtaget. Et samarbejde om et cluster i Hovedstadsområdet, kaldet C4, er etableret og har et mål om at indsamle over 3 mio. ton CO₂ årligt inden 2030. I den sammenhæng efterspørger de en mulig lagring af disse mængder.³⁶

Et sted at starte kan være anvendelse af den allerede udskilte CO₂ i opgraderingsanlæg til biogas, der kan opsamles i lastbiler og fragtes til et mellemlager ved kysten. På kort sigt kan den sejles til Northern Lights i Norge, og på lidt længere sigt til et oprettet dansk lager. Det første store fangstprojekt, som ser ud til at kunne blive klar til at udskibe CO₂ omkring 2025, er ARC i København. For at dette projekt skal kunne lykkes på så kort tid, skal der konkret anvises en model for økonomien omkring projektet og ikke mindst findes en løsning for lagring af den indfangede CO₂ allerede i 2025.

5.2 Power-to-X

Power-to-X er angivet til at have et teknisk potentiale på 0,5-3,5 mio. ton CO₂ i 2030. Power-to-X betegner teknologier, der omdanner elektricitet til energibærende brændstoffer, herunder brint, samt andre brintholdige forbindelser. I *Klimaprogram 2020* er reduktionspotentialet for Power-to-X angivet som en undergruppe af 'Grønne brændsler' og det antages derfor her, at der udelukkende er tale om produktion af brændstoffer, herefter kaldet *elektro-brændstoffer*. Overordnet set kan grønne brændstoffer opdeles i to grupper: kulstofholdige brændstoffer og ikke-kulstofholdige brændstoffer, herunder ren brint.

Brændstofferne fra begge grupper kan føre til fortrængning af CO₂ ved at erstatte brugen af fossile brændstoffer. Det er tilfældet for begge grupper af brændstoffer, at der kræves betydeligt større mængder energi til fremstillingsprocessen end den energimængde, der lagres i brændstoffet. Udgangspunktet for synteser af brændstoffer er vand (H₂O), kvælstof (N₂) og kuldioxid (CO₂), som er ikke-energiholdige former af brint, kvælstof og kulstof. De fremstillede brændstoffer kaldes elektro-brændstoffer, eller 'e-fuels', da de vil få al deres energi fra den elektricitet, der tilføres ved elektrolysen af vand. Dette er i modsætning til fossile brændstoffer, som udvindes fra jorden med deres energi indeholdt. Oveni dette skal indregnes et tab af energi i form af varme, som cirka udgør 30-50 pct. af den anvendte elektricitet. I mange tilfælde vil denne varme kunne have en værdi som fjernvarme, såfremt elektrolysekapaciteten placeres i nærheden af større fjernvarmeområder.

For ikke-kulstofholdige brændstoffer er der få muligheder, og udvalget begrænser sig reelt til brint (H_2) og ammoniak (NH_3). Brint har den fordel, at det kan produceres direkte fra vand, og at det ved forbrænding giver rent vand som eneste restprodukt. Udfordringen ved brint er lagring, da brint er en gas med meget lavt kogepunkt ($-252,9\text{ }^\circ\text{C}$) og derfor primært opbevares som en tryksat gas (typisk ved omkring 700 bars tryk) eller i specielle tilfælde nedkølet til under kogepunktet (kaldet kryogen brint). Lagring af brint er beskrevet i Energistyrelsens teknologikatalog for brintlagring.³⁷ Brint vil kunne drive en brændselscelle ('fuel cell') og dermed få en bedre virkningsgrad som brændsel end flydende brændstoffer i en forbrændingsmotor. Ammoniak kan produceres ved at kombinere brint kemisk med kvælstof, som skilles ud fra atmosfærisk luft. Ammoniak er en gas, der koger ved en noget højere temperatur end brint ($-33,3\text{ }^\circ\text{C}$) og har den fordel, at den kan tryksættes og bringes på væskeform (typisk omkring 20 bar), hvilket gør den lettere at lagre end brint. Udfordringen ved ammoniak er dog, at det er et giftigt kemikalie ved indånding i selv små koncentrationer. Giftigheden kombineret med den høje flygtighed gør udslip meget farlige. Dette betyder i praksis, at det må forventes, at ammoniak i første omgang kun kan benyttes som brændstof ved stationære applikationer og om bord på store skibe, hvor sikkerhedsudfordringerne kan håndteres forsvarligt.

For de kulstofholdige brændstoffer er der en lang række af muligheder. Et par eksempler på 'simple' brændstoffer er metanol og DME (dimethylether). Det er også muligt at lave mere komplekse brændstoffer, som kan opnå kvalitet svarende til diesel, benzin og jet-fuel (e-diesel, e-benzin, e-jet-fuel), og dermed vil stille forholdsvis små eller slet ingen nye krav til de motorer hvori de anvendes. De komplekse brændstoffer vil dog generelt være dyrere og vil typisk komme i form af et produktmiks, hvor kun en del af produktet opfylder kravene til et bestemt brændstof på samme måde som ved raffinering af råolie. Håndtering af det blandede produkt vil i praksis kræve, at produktet behandles på et raffinaderi. Fælles for alle kulstofholdige e-brændstoffer er, at kulstoffet kan komme fra indfanget CO_2 som er dyrt (som beskrevet under vurdering af CCU og CCS) og involverer et stort energitab, eller alternativt fra biomasse, hvor hovedparten af brændstoffets energi allerede er indeholdt i biomassen. Biobrændstoffer vil derfor i udgangspunktet kunne produceres billigere og mindre energikrævende end tilsvarende elektro-brændstoffer.

Anvendelse af Power-to-X i transportsektoren

I forhold til den danske 70 pct.-målsætning har anvendelse af ammoniak som brændstof i skibsfart den begrænsning, at det alene er indenrigs skibsfart, som indgår i målsætningen. Dermed er det kun omstilling af ganske få skibe, der vil kunne tælles med i potentialet, og effekten vil højst sandsynligt være en mindre del af de 0,6 mio. ton CO_2 , som forventes udledt fra indenrigs skibsfart i 2030. Regeringen påpeger, at 90 pct. af udledningerne fra indenrigs skibsfart kan nås med Power-to-X³⁸, herunder både ammoniak, brint og kulstofholdige brændstoffer. Omstillingen vil enten kræve en stor produktion af kulstofholdige brændstoffer til de eksisterende skibe, eller alternativt en stor udskiftning af skibe til brint- og ammoniakdrevne skibe. Skibe på ren brint forventes også at dække en del af behovet i skibstrafikken. Et projekt med udvikling af en brintdreven færge med brændselsceller og elfremdrift til København-Oslo-ruten er blandt andet blevet igangsat.³⁹ Et stor initiativ er desuden igangsat for at finde fremtidens brændstoffer, herunder elektro-brændstoffer, til skibsfarten.⁴⁰

Brint kan, udover til skibsfart, potentielt benyttes til en stor del af landtransporten, men det vil kræve store ændringer af infrastrukturen og omfatte både nye køretøjer, et brint-rørnet og nye brint-fyldstationer. Direkte elektrificering af transporten vil være simplere end at benytte brint, og vil desuden give en langt bedre udnyttelse af elektriciteten. Dette er illustreret i tabel 5.1, hvor det kan ses, at en elbil er cirka 77 pct./33 pct. = 2,3 gange mere effektiv end en brintbil – der skal altså populært sagt sættes 2,3 gange flere vindmøller op til sidstnævnte. For tungere vejtransport kan faktorer som behov for lang rækkevidde og hurtigere optankning være argumenter for alligevel at anvende brint frem for direkte elektrificering i nogen udstrækning.

Ved sammenligning af batterielektriske biler med biler med forbrændingsmotor, der anvender elektro-brændstoffer, viser tabel 5.1, at en elbil vil udnytte den vedvarende energi cirka 4 gange bedre end en konventionel bil med elektro-brændstoffer. Dette skyldes såvel konverteringstab ved fremstillingen af elektro-brændstoffer, som tab ved brug af forbrændingsmotorer. Dette vil tale imod at anvende elektro-brændstoffer til de dele af transporten, der kan elektrificeres, så længe vedvarende energi er en begrænset ressource. Der vil dog være køretøjer og transportmidler, som vil være svære at elektrificere direkte og hvor brintløsninger også har lange udsigter. Herunder kan fly udgøre en særlig udfordring, da lang rækkevidde og høj energitæthed af brændstoffet er påkrævet. Kulstofholdige brændstoffer vil derfor være særligt svære at erstatte i fly, og elektro-brændstoffer og

biobrændstoffer kan vise sig at være de eneste grønne alternativer. I rapporten 'Hydrogen-powered aviation' fra maj 2020 af McKinsey forventes det, at klimaneutrale langdistancefly kan være klar omkring 2040.⁴¹

Tabel 5.1 Effektivitet for udnyttelse af strøm i forskellige biltyper

| Effektivitet i processer | Elbiler | Brintbiler Power-to-X | Dieselbil Power-to-X | Benzinbil Power-to-X |
|---|----------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | 100 pct. el | 100 pct. el | 100 pct. el | 100 pct. el |
| Elektrolyse | - | 76 pct. | 76 pct. | 76 pct. |
| CO ₂ fangst fra luft og brændstofproduktion | - | | 72 pct. | 72 pct. |
| Transport, lagring og distribution | 94 pct. | 89 pct. | - | - |
| Samlet effektivitet i produktion og distribution | 94 pct. | 68 pct. | 55 pct. | 55 pct. |
| Opladningsudstyr | 95 pct. | - | - | - |
| Batteriopladning | 95 pct. | - | - | - |
| Brint til el | | 54 pct. | - | - |
| DC til AC | 95 pct. | 95 pct. | - | - |
| Motor | 95 pct. | 95 pct. | 36 pct. | 30 pct. |
| Samlet effektivitet | 77 pct. | 33 pct. | 20 pct. | 16 pct. |

Anm: Der kan findes variationer på de enkelte effektivitets- og konverteringstab, og flere af tabene vil med teknologiuudvikling blive reduceret. Det overordnede billede er dog nogenlunde som angivet.

Kilder: Klimarådet på baggrund af Transport & Environment⁴²

I forhold til den danske 70 pct. målsætning udgør omstilling af flytrafik dog et meget begrænset potentiale for CO₂ fortrængning, da indenrigsfly i 2030 forudses at udlede omkring 0,1 mio. ton CO₂.

Det tekniske potentiale for elektro-brændstoffer fra Power-to-X er begrænset af flere udfordringer:

- Produktionen af elektro-brændstoffer er begrænset af den tilgængelige mængde vedvarende energi (en grov antagelse er, at 1 GW opsat havvind årligt producerer omkring 4,5 TWh el. Ved anvendelse af denne strøm i Power-to-X, kan der fortrænges fossile brændstoffer, der alternativt havde udledt cirka 0,65 mio. ton CO₂), samt opførsel af den tilsvarende kapacitet af elektrolyse, der vil være en udfordring. I dag er den samlede kapacitet af elektrolyse i hele verden på cirka 125 MW og forventes af IEA først at overstige 1 GW i 2022.⁴³
- Infrastruktur til produceret brint vil være afgørende for at igangsætte store elektrolyseprojekter og for at sammenkoble disse med aftag af brint. For brint vil et røret mellem produktion og aftag i praksis være påkrævet, da det er vanskeligt at opnå stor kapacitet i transport med tryksatte beholdere. Dette røret bør desuden forbinde produktion og forbrugere til et stort brintlager, som kan hjælpe til at udjævne ubalance mellem tilførsel og aftag. Dette vil typisk være i form af en gaskaverne, tilsvarende dem der i dag findes i Lille Thorup i Midtjylland til naturgaslagring.
- Aftager-potentialet for Power-to-X brændstoffer i transporten er begrænset af konkurrencen med blandt andet direkte elektrificering. Potentialet for ren brint til vejtransport vil afgøres af antallet af brintdrevne køretøjer, og det vil kræve udskiftning af i omegnen af cirka 350.000 fossildrevne personbiler, eller cirka 40 pct. af transportarbejdet for fossildrevne lastbiler, at opnå fortrængning af 1 mio. ton CO₂. Potentialet for ammoniak er begrænset af, at det antages kun at kunne anvendes på skibe, samt at udledningerne fra dansk skibsfart med 0,6 mio. ton CO₂ per år udgør en forholdsvis lille andel af de samlede udledninger fra transportsektoren. Tilsvarende vil en omstilling af den nationale lufttransport kun medføre en CO₂ reduktion på 0,1 mio. ton CO₂ i 2030.

Samlet set kan det tekniske potentiale for Power-to-X, opfattet som brændstoffer til transport, vurderes som følger:

- For flydende brændstoffer, der kan indgå direkte i eksisterende infrastruktur, vil det mulige tekniske aftag være enormt og begrænsningen vil i praksis være mængden af biogent, indfanget CO₂, samt adgangen til vedvarende energi. En del af brændstofferne kan være metanol og DME, som vil være billigere end e-diesel og e-jet-fuel, men disse vil kun kunne bruges i et begrænset omfang. Potentialet for kulstofholdige brændstoffer overlapper med det tekniske potentiale beskrevet under fangst og lagring samt med anden anvendelse af CO₂.
- For ammoniak vil potentialet for CO₂-fortrængning i Danmark begrænse sig til vores indenrigs skibsfart, og reelt kun til de største af disse skibe. Den første skibsmotor til ammoniak forventes godkendt omkring 2025.⁴⁴ Det er tvivlsomt, om man derefter når så langt (inden 2030) at man er villig til at bruge ammoniak på danske færger med passagerer, da en sikker håndtering skal udvikles først. Ammoniak har udbredt anvendelse til produktion af gødning i udlandet, men anvendelse her vil ikke tælle som danske reduktioner. Et sikret aftag vil kunne hjælpe en produktion i gang. Det første danske ammoniakprojekt er blevet annonceret i december 2020.⁴⁵
- For ren brint er der naturligvis ingen begrænsning i forhold til kulstofinput. Begrænsningen vil derfor være, hvor store mængder vedvarende energi man kan anvende, samt hvor meget infrastruktur og hvor mange køretøjer man kan og vil introducere inden 2030. Et estimat for elektro-brændstoffer i landbaseret transport er givet i en rapport fra Nordic Energy Research, 'P2X for Sustainable Road Transport'.⁴⁶ Ren brint vurderes her at udgøre under 1 pct. af landtransportens energibehov i alle scenarier frem til 2045, mens Power-to-X samlet set vurderes at udgøre cirka 3 pct. i 2030 i et højt scenarie.

Anvendelse af Power-to-X i erhvervs- og industrisektoren

Brint anvendes i nogle industrier i dag, men kun i yderst begrænset omfang i Danmark. Brint kan anvendes til fire primære formål i industriprocesser: ved produktion af kemikalier; til raffinering af råolie til brændstoffer; som reduktionsmiddel; og som brændsel til høj-temperatur procesvarme. Brint anvendes kun i begrænset omfang til høj-temperatur procesvarme i dag, da der findes billigere alternativer som fx fossile brændstoffer og/eller biogas. I et helt grønt samfund vil brint til højtemperatur procesvarme dog være en mulighed, og potentialet i Danmark vil være den del af procesindustrien, som ikke kan elektrificeres, og som der ikke måtte være nok biogas til at forsyne. Det vil i dette tilfælde sandsynligvis være muligt at forsyne med en blanding af grøn brint og biogas. Det vurderes dog, at industriens højtemperaturprocesser til dels kan elektrificeres til lavere omkostninger, og at potentialet for opgraderet biogas er nok til at imødekomme det resterende behov, hvorfor potentialet for reduktioner i industriens procesenergiforbrug med brint er begrænset.

Anvendelse af brint til reduktion af metaloxider i stålproduktion er en anden mulighed for at reducere CO₂ udledninger. I dag anvendes kul, som omdannes til reduktionsmidlet kulmonooxid. Introduceres brint i stålproduktionen i fx Tyskland og Sverige, vil potentialet for eksport af brint kunne øges markant. Reduktionseffekten i denne industri vil desuden være høj, men vil dog ikke bidrage til reduktion af danske udledninger.

Anvendelse af brint på raffinaderier udgør en stor del af verdens forbrug i dag (primært fra dampreformerer af naturgas). I Danmark er der dog ikke egentlig brintproduktion på de to raffinaderier, men kun en flytning af brint fra produktionen af benzin (nafta reforming) til produktionen af diesel (diesel hydrotreating). Der vil allerede i dag kunne anvendes mere brint til at hydrogenere diesel på de eksisterende raffinaderier. Dette udgør et muligt aftag af brint fra elektrolyse, som vil kunne udnyttes allerede i dag. Brinten vil øge energiindholdet af de producerede olieprodukter (diesel og jet-fuel), så der udledes mindre CO₂ per produceret energimængde brændstoffer. En udfordring er de nuværende standarder for brændselskvaliteter, som begrænser hvor meget brint der kan tilføres. En ny kvalitet, som fx den svenske MK1 City diesel, vil give mulighed for øget brintaftag på kort bane. Kvaliteten produceres allerede på det ene raffinaderi, men eksporteres udelukkende til Sverige, hvor kvaliteten oprindeligt er indført på grund af dens mindre miljøbelastning i forhold til partikelforurening.

Brint anvendt til videre produktion af elektro-brændstoffer, som beskrevet i forrige afsnit, kan også finde anvendelse i erhvervslivet. Sammen med biobrændstoffer, præsenteret i næste afsnit, vil disse brændstoffer kunne

Klimarådet.

erstatte fossile brændstoffer som drivmiddel til erhvervslivets entreprenørmaskiner, landbrugsmaskiner og fiskekuttere – ofte refereret til som erhvervslivets 'interne transport'. Elektrificering vil også spille en rolle på området, men det vurderes, at der vil være større maskineri, der ikke kan elektrificeres før 2030. Der er et betydeligt teknisk potentiale for reduktioner med elektro-brændstoffer eller biobrændstoffer inden for erhvervslivets interne transport. Specialløsninger, som fx ren tryksat DME i lastbiler, kan med fordel introduceres først i køretøjer som ikke kører rundt i landet, men som har fast base lokalt og dermed kan tankes ved én specialfyldestation.

5.3 Biobrændstoffer

Biobrændstoffer er af regeringen angivet til at have et teknisk potentiale på 0,5-3,5 mio. ton CO₂ i 2030. Betegnelsen dækker over en lang række brændstoffer og opdeles i to overordnede kategorier, der produceres på basis af forskellige råvarer.

1.-generationsbiobrændstoffer produceres på mad- og foderafgrøder eller ud fra dedikerede energiafgrøder. Det er fx bioethanol produceret på korn eller sukker, og biodiesel produceret på raps, soya eller palmeolie. Disse biomasser vil alternativt kunne anvendes som fødevarer, og det kan derfor være problematisk at udvide produktion af brændstoffer baseret på disse på grund af ILUC-udledninger. Samtidig er dette den mest modne og billigste teknologi. Potentialet i 1.-generationbiobrændstoffer er primært begrænset af, at biomassen fortrænger produktion til fødevaremarkedet.

2.-generationsbiobrændstoffer produceres på restprodukter, typisk fra landbrugs- og fødevarerproduktion. Disse er delt op i to grupper, populært kaldet avancerede og ikke-avancerede biobrændstoffer, hvor teknologien til at producere avancerede biobrændstoffer er mindre moden end teknologien bag de ikke-avancerede, og dermed dyrere. Ikke-avancerede 2.-generationsbiobrændstoffer kan være biodiesel baseret på brugte fødevarerolier, eller andre ikke-fødevarerolier som palmekerneolie eller dyrefedt fra slagteriaffald. Avancerede 2.-generationsbiobrændstoffer er produceret ud fra halm og anden fast biomasse, spildevandsslam, mikroalger mm. Eksempler på dette er 2.-generationsbioethanol og benzin og diesel fra HTL (hydrothermal liquefaction). Potentialet fra ikke-avancerede 2.-generationsbiobrændstoffer er naturligt begrænset af affaldsmængden og et stort potentiale kræver dermed, at man tager forholdsvis ny teknologi i brug og producerer avancerede biobrændstoffer. Disse teknologier vil også kunne omdanne affaldsplastik til brændstoffer, eller evt. til ny plastik, hvorfor der kan være en relation her til målet om at nedbringe mængden af afbrændt plastikaffald. Biobrændstoffer produceret ud fra fast biomasse kaldes også under tiden for 3.-generationsbiobrændstoffer.

Forskel på produktion af brændstoffer fra biomasse og fossile olier

Alt biomasse består primært af kulstof og brint, og det er muligt at omdanne det til brændstoffer i form af 'kulbrinter', som nogenlunde svarer til de samme produkter som fra fossil olie. I biomasse er der dog desuden et betydeligt indhold af ilt, som skal fjernes. Ilt kan fjernes ved brug af brint, ligesom også de små mængder af kvælstof og svovl i biomassen kan fjernes med brint. Ilten vil omdannes til vand, som efterfølgende fraskilles. Den anvendte energi fra brint til dette vil betyde et energitab i processen. Jo mere ilt der fjernes, jo renere og bedre brændstoffer vil man generelt producere.

Et eksempel herpå er biodiesel. Biodiesel fremstilles ved dannelse af 'fedtsyreester' (FAME) fra fedtsyre og alkohol. Fedtsyren kan fx komme fra rapsolie eller svinefedt. Den dannede fedtsyreester indeholder en del ilt fra sin estergruppe. Den har derfor udfordrede brændstofegenskaber, idet den giver korrosionsproblemer, dårlig holdbarhed, mm. Behandles fedtsyren i stedet med tilstrækkelige mængder brint, vil ilten fjernes og et brændstof med egenskaber som traditionel diesel vil resultere (som 'hydrogeneret vegetabilsk olie', HVO). Dette vil give et samlet set bedre biobrændstof med et højere energiindhold relativt til den indgående biomasse, men det forårsager også et højere forbrug af brint.

Der er en lang række af muligheder for omdannelse af biomasse til forskellige brændstoffer med forskellige processer. Overordnet kan det siges, at jo mere brint, der tilføres under omdannelse, jo mere energi vil man få i brændstofferne, relativt til hvor meget kulstof der er tilgængelig i biomassen. Der vil dog være et maksimalt brintoptag for alle biomasser.

Klimarådet.

Biobrændstoffer, som fx HVO, produceres i dag flere steder i verden og kan blandt andet importeres fra Europa. Det vil være forbundet med store omkostninger, men det vil ikke udgøre en teknisk risiko. Skal biobrændstoffer, svarende til de tekniske potentialer produceres i Danmark, vil det være en teknisk udfordring, og hvis det skal ske udelukkende på dansk biomasse, vil potentialet være begrænset af tilgængelighed. Der vil være begrænsede mængder af fx brugt fritureolie, mens biobrændstoffer fra fx fast biomasse vil være mindre begrænsede af denne tilgængelighed. Disse vil til gengæld være teknisk vanskeligere at producere i stor skala inden 2030.

5.4 Biogas

Biogas er i regeringens klimaprogram angivet til at have et teknisk potentiale på 0,6 mio. ton i 2030 under grønne brændsler. Det er muligt at udvide produktionen af biogas ved at øge puljen af midler, hvorfor der ikke forventes en teknisk risiko ved dette.

Biogas er i regeringens klimaprogram angivet til at have et teknisk reduktionspotentiale på 0,6 mio. ton i 2030 ved øget udbygning af biogas. 0,5 mio. ton af disse reduktioner antages at komme fra opgradering af biogassen og tilførsel til naturgasnettet (som derved erstatter naturgasforbrug) og 0,1 mio. ton som følge af reduktion af metanudledninger fra husdyrgødning i landbruget. Det er muligt at udvide produktionen af biogas ved at øge puljen af midler, hvorfor der ikke forventes en teknisk risiko ved dette.

Biogas er anvist som en del af det tekniske potentiale for 'Grønne brændsler'. I det følgende er der derfor kort oplistet forskellige muligheder med den producerede biogas for anvendelser som brændstof:

- **Komprimeret biogas (CBG) til køretøjer og skibe.** Biogas kan komprimeres og bruges direkte i transporten som komprimeret opgraderet biogas (compressed biogas, CBG). Det vil ikke kræve ny teknologi på produktionssiden, men det vil kræve køretøjer og skibe der kan køre på tryksat gas, hvilket ikke er udbredt i Danmark i dag. Opgraderet biogas er kvalitetsmæssigt identisk med naturgas og køretøjerne vil derfor være i stand til også at køre på fossil naturgas.
- **Flybrændstof fra syntesegas.** Biogas kan omdannes til syntesegas og videre til flydende brændstoffer. Dette kaldes en såkaldt 'GtL' proces (Gas-to-Liquid) og er moden teknologi, som bruges i dele af verden, som fx i Qatar og Malaysia. Syntesegassen kan laves til en bred vifte af kemikalier og brændstoffer, fx til metanol eller via en Fischer-Tropsch proces til jet-fuel og diesel. Fischer-Tropsch syntese er også velkendt teknologi, men er dog ingen steder koblet med biogas i stor skala. Den er af enkelte udpeget som en mulig teknologi til grønt flybrændstof, fx i studiet 'Nordic jet-fuel' fra 2019.⁴⁷ Umiddelbart vil skalaen på GtL anlæg kræve et stort gasnet for at kunne tilføre tilstrækkelige mængder af biogas. Det er umiddelbart ikke svært at finde aftagere til øgede mængder produceret biogas. Flere af regeringens klimapartnerskaber efterspørger øget biogasproduktion og der er således flere mulige aftagere. Tilslutning af to sukkerfabrikker og en cementfabrik til gasnettet vil yderligere give et potentielt stort aftag af biogas. Andelen af biogas i gasnettet forventes at overstige 20 pct. i 2025 ifølge *Basisfremskrivning 2020*. Skal biogas omdannes til syntesegas og flydende brændstoffer vil det være oplagt ikke at installere opgradering og tilslutning til gasnettet. Biogassens blanding af metan og CO₂ kan samlet bruges som input til en konvertering, fx i en elektrificeret dampreformeringsproces (såkaldt 'eSMR proces'⁴⁸).
- **Metan til naturgasnettet.** Biogas kan metaniseres ved brug af brint, det vil sige ved kemisk omdannelse af CO₂ i biogas til metan ved brug af brint. Ved opgradering af biogas fraskilles de cirka 40 pct. CO₂, mens de ved metanisering omdannes til mere metan. Det er dyrt, men kan have den praktiske fordel at den metaniserede biogas kan sendes direkte i et naturgasnet. Metanisering giver et CCU-produkt som erstatter det billigst mulige fossile alternativ (naturgas) og vil derfor have en meget høj skyggepris. Kemisk set bruger metanisering mere brint end andre CCU processer. Halvdelen af den brugte brint bliver til vand i reaktionen, hvilket forårsager et stort varmeoverskud, som typisk vil have begrænset værdi på et biogasanlæg.

5.5 Binding af kulstof i jorder og biokul

Binding af kulstof i jorder og biokoks er i regeringens klimaprogram angivet til at have et teknisk potentiale på 2 mio. ton i 2030. Reduktionspotentialet kommer ved at producere biokoks (kaldet 'biokul' i Klimaprogram 2020 – her anvendes betegnelsen biokoks) af biomasse i en såkaldt pyrolyseproces, som betegner en proces der omdanner biomassen ved høj temperatur i fravær af ilt. Der kan både benyttes biomasse med højt vandindhold, og biomasse med indhold af salte og mineraler. Pyrolyseprocesser af typen 'slow pyrolysis' vil omdanne cirka halvdelen af kulstoffet fra biomassen til biokoks og cirka halvdelen til en pyrolyseolie.

- **Pyrolyse kan anvendes til opvarmning og til produktion af jet-fuel og plastik.** Pyrolyseolien vil indeholde en del ilt og vil kunne bruges som brændstof i begrænset omfang, blandt andet til opvarmning. Pyrolyseolien kan opgraderes med tilstrækkelige mængder brint, og forædles til brændstoffer af højere kvalitet, som fx til diesel og jet-fuel.
- **Biokoks kan lagres.** Biokoks kan formentligt nedpløjes i landbrugsjorder, hvor den vil have en levetid på flere hundrede år. Derved kan omdannelse af biomasse til biokoks ses som en form for kulstoflagring i stil med CCS. Lagringen forventes at have en billig fortrængningspris.

Dermed vil man ved brug af pyrolyse både fortrænge fossile brændstoffer med en del af den anvendte biomasse, og samtidig opnå negative emissioner ved lagring af den resterende (biogene) biomasse. Det tekniske potentiale på 2 mio. ton CO₂ er baseret på de tilgængelige rest-biomasser i landbruget, fx halm. Tallet er i overensstemmelse med Klimarådets estimat på 4 mio. ton fra udgivelsen i marts 2020⁴⁹, hvor halvdelen af dette estimat var fra den del af biomassen, der antages at blive brugt til at producere brændstoffer.

Anvendelse af pyrolyse

En central udfordring ved at nå et stort potentiale med pyrolyse er, at teknologien på nuværende tidspunkt langt fra er opskalaret tilstrækkeligt. Der arbejdes på en kommerciel udnyttelse af teknologien som en del af projektet SkyClean⁵⁰, hvor halm påtænkes omdannet til jet-fuel. En 2 MW pilotanlæg opføres af firmaet i 2021, men yderligere opskalering vil være nødvendig efterfølgende. Der er dog grund til at tro på at dette er muligt. Tidligere har Ørsted arbejdet med den lignende teknologi, Pyroneer, som blev opskalaret til 6 MW. Der findes desuden anlæg til en lignende proces kaldet termisk forgasning, som er opført i endnu større skala⁵¹, samt til processer til 'hurtig pyrolyse', som også er kommet op i skala.⁵² En yderligere opskalering ville være påkrævet for at anvende teknologierne i stor skala.

Teknologien har en række andre mulige fordele inden for blandt andet produktion af plastik og i landbruget. Den kan fx anvendes til at omsætte affaldsplastik, ligesom pyrolyseolien potentielt kan anvendes til at producere ny plastik.⁵³ I landbruget kan pyrolyse omdanne rest-afgrøder, fx halm og gyllefibre, til brændstoffer og biokoks. En fordel er at temperaturen for dannelse af biokoks kan kontrolleres, så næringssalte udfældes på biokoksen, mens fx pesticider kan fraskilles fra denne. Derved kan man kontrollere hvilken del af biomassen, der føres tilbage til landbrugsjorden. Potentielt kan biokoksen forbedre jorder ved at forbedre deres evne til at holde på fugt, samt ved at virke kulstofforbedrende for plantevækst. Der mangler dog fortsat en grundig forståelse af de potentielle langtidseffekter af at nedpløje biokoks i landbrugsjorden. Da langtidseffekterne potentielt kan hænge sammen med mængden af biokoks, der nedpløjes, vil CO₂ lagringspotentialet kunne blive justeret i takt med, at den tekniske og biologiske forståelse vokser.

Samlet kan pyrolyseteknologier være en del af en løsning i flere sektorer: energi, industri, transport, affald og landbrug, men på nuværende tidspunkt er udfordringen uanset anvendelse at opskalere teknologien. Viser det sig ikke muligt at nedpløje biokoks i jorder vil deponi af biokoks stadig forventes at være en billig vej til kulstoflagring.

5.6 Overlap mellem tekniske potentialer

Regeringens tekniske potentialer er angivet enkeltvis uden korrektion for overlap

I regeringens *Klimaprogram 2020* er de *tekniske reduktionspotentialer* angivet enkeltvis uden korrektion for overlap. Ifølge klimaprogrammet overlapper flere af reduktionspotentialerne imidlertid med hinanden i et betydeligt omfang. Et eksempel herpå er produktionen af visse Power-to-X-brændstoffer, der kræver anvendelse af

Klimarådet.

kulstof, som kan være en begrænset ressource. I en situation med begrænset kulstof er det derfor nødvendigt at prioritere om kulstoffet anvendes til fx produktion af Power-to-X-brændstoffer ved CCU teknologi, eller lagres ved anvendelse af CCS-teknologi. Klimarådet forventer derfor, at de angivne tekniske reduktionspotentialer for CCS, CCU og Power-to-X således ikke begge kan realiseres fuldt ud, hvilket også understreges i *Klimaprogram 2020*.

I *Klimaprogram 2020* er overlappene mellem de tekniske reduktionspotentialer kun beregnet størrelsesmæssigt. I de tilfælde, hvor to eller flere af de tekniske reduktionspotentialer overlapper, er der ikke en nærmere prioritering af tiltagene. I *Klimaprogram 2020* samt i det tilhørende metodenotat⁵⁴ er fire overlap angivet kvantitativt:

- *Fangst og lagring eller anvendelse af CO₂ og Power-to-X*
- *Biobrændstoffer og Power-to-X*
- *Tilsætningsstoffer til gylle og Biogas*
- *Binding af kulstof i jorder og biokul og Biobrændstoffer*

I metodenotatet vurderes det, at der potentielt er yderligere overlap, men de vurderes at være af begrænset omfang. Da disse overlap ikke kvantificeres af regeringen, foretager Klimarådet heller ikke korrektioner.

Klimarådets korrektion af de tekniske potentialer

For at kunne vurdere regeringens anskueliggørelse af målopfyldelse og vurdere de forskelligartede risici forbundet med de enkelte tekniske reduktionspotentialer, har Klimarådet anslået omfanget af de tekniske reduktionspotentialer efter korrektion for overlap.

I tabel 5.2 vises de tekniske reduktionspotentialer i regeringens udviklingsspor før og efter Klimarådets korrektion for overlap. Klimarådet har, hvor det er muligt, fordelt overlappene ligeligt mellem de tekniske reduktionspotentialer, dvs. 50 pct. af overlappet fratrækkes hvert potentiale. Dermed prioriterer korrektionen ikke ét teknisk reduktionspotentiale over et andet, hvilket afspejler, at regeringen ikke har angivet en prioritering. To af Klimarådets korrektioner afviger dog fra 50/50-fordelingen. Det ene overlap, der ikke er ligeligt fordelt, er overlappet mellem *Binding af kulstof i jorder og biokul* og *Biobrændstoffer* i regeringens lave skøn. Denne fordeling afviger fra en 50/50-fordeling, da halvdelen af overlappet størrelsesmæssigt overgår potentialet for biobrændstoffer i det lave skøn efter fratæk af overlappet med Power-to-X. I dette tilfælde fordeles overlappet derfor proportionelt med størrelsen af de ikke-korrigerede reduktionspotentialer. Den anden korrektion, hvor overlappet ikke fordeles ligeligt er mellem biogas og gylletilsætningsstoffer. Som det er beskrevet i kapitel 1, antages det tekniske reduktionspotentiale fra øget biogasproduktion, som angivet i *Klimaprogram 2020*, at blive realiseret via eksisterende og vedtagne virkemidler. På baggrund af antagelsen om, at hele dette potentiale vil blive realiseret, fratrækkes hele overlappet på 0,6 mio. ton CO₂e fra det tekniske potentiale fra gylletilsætningsstoffer. Det skal her bemærkes, at fordelingen af overlap ikke repræsenterer Klimarådets anbefaling til en prioritering af tiltag for opfyldelse af 70-procentsmålet, og at størrelsen af overlappene, som angivet af regeringen, er behæftet med stor usikkerhed.

Tabel 5.2 Tekniske reduktionspotentialer i regeringens udviklingsspor før og efter korrektion for overlap

| Klimaprogrammets tekniske reduktionspotentialer | Uden korrektion for overlap | | Korrigeret for overlap | |
|--|-----------------------------|-------------|------------------------|-------------|
| | Lave skøn | Høje skøn | Lave skøn | Høje skøn |
| Fangst og lagring eller anvendelse af CO ₂ | 4,0 | 9,0 | 3,8 | 7,9 |
| <i>Grønne brændsler</i> | <i>0,6</i> | <i>5,1</i> | <i>1,0</i> | <i>4,2</i> |
| Power-to-X | 0,5 | 3,5 | 0,2 | 1,5 |
| Biobrændstoffer | 0,5 | 3,5 | 0,2 | 2,1 |
| Biogas | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 |
| Elektrificering og energieffektivisering inden for industrisektoren | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 |
| <i>Eksempler på udviklingsprojekter i skov- og landbrugssektoren</i> | <i>4,0</i> | <i>4,0</i> | <i>2,6</i> | <i>2,9</i> |
| Fodertilsætningsstoffer | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| Tilsætningsstoffer til gylle | 1,0 | 1,0 | 0,4 | 0,4 |
| Binding af kulstof i jorder og biokul | 2,0 | 2,0 | 1,2 | 1,5 |
| Genanvendelse og reduktion af plastaffald | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| Partnerskabsaftaler | 0,2 | 0,4 | 0,2 | 0,4 |
| Sum, korrigeret for overlap | 9,8 | 17,6 | 9,8 | 17,6 |

Anm. 1: De lave og høje skøn uden korrektion for overlap er en gengivelse af regeringens tekniske reduktionspotentialer, som angivet i *Klimaprogram 2020*. Summerne for disse skøn er, ligesom i klimaprogrammet, korrigeret for overlap. De viste summer afviger dog fra angivelsen i klimaprogrammet, jf. anmærkning 4, samt grundet afrunding.

Anm. 2: De lave og høje skøn, som er korrigeret for overlap, angiver regeringens tekniske reduktionspotentialerne efter Klimarådets fordeling af overlap på de enkelte initiativer.

Anm. 3: *Grønne brændsler* og *Eksempler på udviklingsprojekter i skov- og landbrugssektoren* repræsenterer begge opsummerende kategorier, og de tilknyttede potentialeangivelserne udgør delsummer, der ikke skal tælles med i summerne.

Anm. 4: De tekniske reduktionspotentialer er ikke, modsat i *Klimaprogram 2020*, fratrukket et forventet overlap på 0,8 mio. ton CO₂e fra regeringens transportudspil fra september 2020. Dette er medtaget for at angive regeringens fulde tekniske potentialer uden korrektion for politiske udspil.

Anm. 5: I tabellen er kun korrigeret for overlap mellem de tekniske reduktionspotentialer. I tabellen er der således ikke korrigeret for vedtagne aftaler, der realiserer dele eller hele af de tekniske reduktionspotentialer. Korrektion for vedtagne aftaler fremgår af effektvurderingerne i kapitel 1 og 3.

Kilde: Regeringens *Klimaprogram 2020* med tilhørende metodenotat og Klimarådets beregninger.

Af tabel 5.2 fremgår det, at især de tekniske reduktionspotentialer for de grønne brændstoffer, som angivet i *Klimaprogram 2020*, dels overlapper med hinanden, dels ikke forventes at kunne realiseres i fuldt omfang ved en samtidig realisering af blandt andet potentialet for fangst og lagring eller anvendelse af CO₂. Tilsvarende vil adgangen til biomasse kunne forventes at begrænse realiseringen af de fulde tekniske reduktionspotentialer ved kulstofbinding i jorder og biokul og produktionen af biobrændstoffer. Omvendt vurderes der ifølge regeringen ikke at være betydelig overlap mellem de angivne tekniske potentialer ved elektrificering og energieffektivisering i industrien og de øvrige tekniske reduktionspotentialer, hvilket ligeså vurderes at være tilfældet for potentialerne for fodertilsætningsstoffer, partnerskabsaftaler samt genanvendelse og reduktion af plastaffald.

Noter

- ¹ Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, *Klimaaftale for energi og industri mv. 2020*, Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, *Samarbejdsaftale mellem Regeringen og Aalborg Portland A/S om at sænke udledningen af drivhusgasser fra den danske cementproduktion*, Transport- og Boligministeriet, *Grøn boligaftale 2020*, Klima- Energi- og Forsyningsministeriet, *aftale om Fremtiden for olie- og gasindvinding i Nordsøen*, Skatteministeriet, *aftale om Grøn skattereform #1*, Finansministeriet, *aftale om Finanslov for 2021*, Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, *Klimaprogram 2020* samt Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, *Gasledning til Lolland-Falster skal sikre CO₂-reduktioner og arbejdspladser*.
- ² Se note 1.
- ³ Klima- energi- og forsyningsministeriet, *Gasledning til Lolland-Falster skal sikre CO₂-reduktioner og arbejdspladser*, 2021. (<https://kefm.dk/aktuelt/nyheder/2021/feb/gasledning-til-lolland-falster-skal-sikre-co2-reduktioner-og-arbejdspladser>)
- ⁴ Energistyrelsen, *Høring: Forudsætninger for klimastatus og –fremskrivning 2021*, 2021
- ⁵ Energistyrelsen, *Klimastatus og –fremskrivning 2021 (KF21): Biogasproduktion - Forudsætningsnotat nr. 4E (høringsversion)*, 2021
- ⁶ Klima- energi- og forsyningsministeriet: *Svar på spørgsmål 125 alm. del*, 2021
- ⁷ Erhvervs- og industrisektoren består af fremstillings erhverv, offentlige og private serviceerhverv, bygge og anlægssektoren, samt energirelaterede udledninger fra landbrug, skovbrug, fiskeri og gartnerier
- ⁸ Se note 1.
- ⁹ Se note 1.
- ¹⁰ Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, *Metodenotat om de tekniske reduktionspotentialer i Klimaprogram 2020*, 2020 (https://kefm.beru.dk/Media/8/1/Metodenotat%20om%20tekniske%20reduktionspotentialer_19okt2020.pdf).
- ¹¹ National Energy Technology Laboratory, *Safe Geologic Storage of Captured Carbon Dioxide – DOE’s Carbon Storage R&D Program: Two Decades in Review*, 2020
- ¹² Gassnova, *Report: Developing Longship – Key Lessons Learned*, 2020 (<https://gassnova.no/en/news/report-developing-longship-key-lessons-learned>).
- ¹³ Se note 10.
- ¹⁴ DCE, Nationalt Center for Miljø og Energi, *Udledninger af metan fra affaldsdeponier*, 2020.
- ¹⁵ Se note 14.
- ¹⁶ Eurostat, *Municipal waste statistics*, https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Municipal_waste_statistics
- ¹⁷ Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, *Redegørelse af 16/12 20 for klimateffekter 2020*, 2020
- ¹⁸ Finansministeriet, *Grøn omstilling af vejtransporten*, 2020 (<https://fm.dk/media/18300/aftale-om-groen-omstilling-af-vejtransporten.pdf>); Finansministeriet, *Faktaark: Opfølgning på Klimapartnerkabernes anbefalinger*, 2020, (https://fm.dk/media/18309/faktaark_opfoelgning-paa-klimapartnerkabernes-anbefalinger.pdf); Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, *Klimaaftale for energi og industri mv. 2020*, 2020 ([http://kefm.beru.dk/Media/8/8/aftaletekst-klimaaftale-energi-og-industri%20\(1\).pdf](http://kefm.beru.dk/Media/8/8/aftaletekst-klimaaftale-energi-og-industri%20(1).pdf)).
- ¹⁹ Skatteministeriet, *SAU Alm. del - endeligt svar på spørgsmål 404*, 2020 (<https://www.ft.dk/samling/2019/alm-del/sau/spm/404/svar/1667939/2204661.pdf>).
- ²⁰ Skatteministeriet, *Aftale om Grøn omstilling af vejtransporten*, 2020. Kommissionen for grøn omstilling af personbiler, *Delrapport 1: Veje til en grøn bilbeskatning*, 2020. Transport- og Boligministeriet, *Aftale om udmøntning af pulje til grøn transport i 2020*, 2020. Transport- og Boligministeriet, *Overliggeraftale om klimasamarbejdsaftaler om grøn kollektiv trafik mellem regeringen og Københavns Kommune, Aarhus Kommune, Odense Kommune, Aalborg Kommune, Vejle Kommune og Frederiksberg Kommune*, 2020. Transport- og Boligministeriet, *Overliggeraftale om klimasamarbejdsaftaler om grøn kollektiv trafik mellem regeringen og Danske Regioner*, 2020. Transport- og Boligministeriet, *Klimasamarbejdsaftaler om grøn kollektiv trafik og grøn buspulje til regionale busser og øer d. 22. april 2020*, 2020. Uddannelses- og forskningsministeriet, *Aftale om Fordeling af forskningsreserven samt midler fra reserven til genstart af dansk økonomi samt særlige udfordringer afledt af COVID-19 i 2021 mv.*, 2020. Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, *Klimaaftale for energi og industri mv. af 22. juni 2020*, 2020.
- ²¹ ECOFYS, International Institute for Applied Systems Analysis, E4tec, *The land use change impact of biofuels consumed in the EU - Quantification of area and greenhouse gas impacts*, bestilt af Europakommissionen, 2015; Transport and Environment, *Globiom: the basis for biofuel policy post-2020*, 2016
- ²² European Commission, *Proposal for a Directive of the European Parliament and the Council amending Directive 1999/62/EC on the charging of heavy goods vehicles for the use of certain infrastructure*, 2020
- ²³ Se note 18.
- ²⁴ Transport- og Boligministeriet, *Bekendtgørelse om pulje til omstilling af erhvervstransport*, *BEK nr. 1153 af 08/07/2020*, 2020
- ²⁵ Skatteministeriet, *Aftale om Grøn omstilling af vejtransporten*, 2020. Miljø- og Fødevareministeriet, *L 206 endeligt svar på spørgsmål 267*, 2020. Kommissionen for grøn omstilling af personbiler, *Delrapport 1: Veje til en grøn bilbeskatning*, 2020. Transport- og Boligministeriet, *Overliggeraftale om klimasamarbejdsaftaler om grøn kollektiv trafik mellem regeringen og Københavns Kommune, Aarhus Kommune, Odense Kommune, Aalborg Kommune, Vejle Kommune og Frederiksberg Kommune*, 25. juni 2020, 2020. Transport- og Boligministeriet, *Overliggeraftale om klimasamarbejdsaftaler om grøn kollektiv trafik mellem regeringen og Danske Regioner*, 10. december 2020, 2020.
- ²⁶ Miljøministeriet, *Natur- og biodiversitetspakken*, 2020 (https://mim.dk/media/217328/aftaletekst_-_natur-_og_biodiversitetspakken.pdf).
- ²⁷ Se note 10.
- ²⁸ Kommunernes Landsforening, *KL klar med plan for at tilpasse forbrændingskapaciteten, der gavner både klima og økonomi*, 2020 (<https://www.kl.dk/forsidenyheder/2020/december/kl-klar-med-plan-for-at-tilpasse-forbraendingskapaciteten-der-gavner-baade-klima-og-oekonomi>).
- ²⁹ Dansk Industri, *Partnerskab for energitilgange industri: Afrapportering*, 16. marts 2020, 2020 (<https://www.danskindustri.dk/globalassets/dokumenter-analyser-publikationer-mv/pdf/klimapartnerkaber/energiintensiv-afrapportering---20-marts-di.pdf>).
- ³⁰ Bjerge, L-V. & Brevik, P., *CO₂ Capture in the Cement Industry, Norcem CO₂ Capture Project*, 2014. (https://www.researchgate.net/publication/272380178_CO2_Capture_in_the_Cement_Industry_Norcem_CO2_Capture_Project_No_rway).

- ³¹ Energistyrelsen, *Teknologikatalog for industrielle varmeprocesser og CO₂-fangst*, 2020 (https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Analyser/technology_data_catalogue_for_industrial_process_heat_and_cc.pdf#page=133).
- ³² Energistyrelsen, *Teknologikatalog for transport*, 2020 (https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Analyser/technology_data_for_energy_transport.pdf#page=96).
- ³³ Dansk Affaldsforening, *CO₂-fangst på danske affaldsenergianlæg*, 2020 (https://danskaffaldsforening.dk/sites/danskaffaldsforening.dk/files/media/document/CCS-affaldsenergianlaeg-DAF_ver5_Final.pdf).
- ³⁴ Gassanova, *Developing longship - key lessons learned*, 2020 (<https://gassnova.no/wp-content/uploads/2020/11/Gassnova-Developing-Longship-FINAL-1.pdf>).
- ³⁵ Norwegian Ministry of Petroleum and Energy, *Longship – Carbon capture and storage*, 2020 (<https://www.regjeringen.no/contentassets/943cb244091d4b2fb3782f395d69b05b/en-gb/pdfs/stm201920200033000engpdfs.pdf>).
- ³⁶ Energiwatch, *CCS-konsortium vil realisere 15 pct. af dansk klimamål: "Hvis jeg var regeringen, ville jeg rulle den røde løber ud"*, 2021 (<https://energiwatch.dk/Energinyt/Cleantech/article12782256.ece>).
- ³⁷ Energistyrelsen, *Teknologikataloget for energilagring*, 2018 (https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Analyser/technology_data_catalogue_for_energy_storage.pdf#page=72).
- ³⁸ Se note 10.
- ³⁹ Maritime Danmark, *DFDS vil udvikle brint-færge til Oslo-rute*, 2020 (<https://maritimedanmark.dk/?Id=44843>).
- ⁴⁰ Mærsk Mc-Kinney Møller Center for Zero Carbon Shipping, n.d. (<https://zerocarbonshipping.com/>).
- ⁴¹ McKinsey, *Hydrogen-powered Aviation*, 2020 (https://www.fch.europa.eu/sites/default/files/FCH%20Docs/20200507_Hydrogen%20Powered%20Aviation%20report_FINAL%20web%20%28ID%208706035%29.pdf).
- ⁴² Transport & Environment, *Electrofuels? Yes, we can ... if we're efficient*, 2020.
- ⁴³ International Energy Agency, *Global electrolysis capacity becoming operational annually, 2014-2023, historical and announced*, 2020 (<https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/global-electrolysis-capacity-becoming-operational-annually-2014-2023-historical-and-announced>).
- ⁴⁴ Ammonia Energy Association, *Maritime Ammonia: ready for demonstration*, 2020 (<https://www.ammoniaenergy.org/articles/maritime-ammonia-ready-for-demonstration/>).
- ⁴⁵ Haldor Topsøe, *Danish partnership sets out to build world's first commercial scale green ammonia plant*, 2020 (<https://blog.topsoe.com/danish-partnership-sets-out-to-build-worlds-first-commercial-scale-green-ammonia-plant>).
- ⁴⁶ Nordic Energy Research, *Nordic P2X for Sustainable Road Transport*, 2020 (<https://www.nordicenergy.org/wp-content/uploads/2020/09/Nordic-Power-2X-for-Sustainable-Road-Transport.pdf#page=31>).
- ⁴⁷ Niras, *Nordic GTL – a pre-feasibility study on sustainable aviation fuel from biogas, hydrogen and CO₂*, 2019 (<https://www.niras.dk/media/10910828/nordic-aviation-fuel-production-28-10-2019-final.pdf>).
- ⁴⁸ Fuelsandlubes.com, *Topsoe to build demo plant to produce cost-competitive CO₂-neutral methanol*, 2019 (<https://www.fuelsandlubes.com/topsoe-build-demonstration-plant-produce-cost-competitive-co2-neutral-methanol/>).
- ⁴⁹ Klimarådet, *Kendte veje og nye sport til 70 procents reduktion*, 2020.
- ⁵⁰ Stiesdal Fuel Technologies, *Skyclean: Carbon-Negative Fuel Concept*, 2019 (<https://www.stiesdal.com/material/2019/02/Stiesdal-SkyClean-01.01.19.pdf>).
- ⁵¹ Dall Energy, *6 Biomasse brændselsanlæg i drift/under konstruktion*, n.d. (<https://dallenergy.com/da/biomass-projects/>).
- ⁵² Energistyrelsen, *Teknologikatalog for fornybare brændsler*, 2018 (https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Analyser/technology_data_for_renewable_fuels.pdf#page=180).
- ⁵³ Innovationsfonden, *Stort forskningsprojekt vil sætte en stopper for plastikspild*, n.d. (<https://innovationsfonden.dk/da/investeringer/investeringshistorier/stort-forskningsprojekt-vil-saette-en-stopper-plastikspild>).
- ⁵⁴ Se note 10