

## Global Afrapportering 2022 (GA22):

### Eksport

Baggrundsnotat nr. 6

## Indholdsfortegnelse

1. Rammesætning.....	2
2. Hovedresultater.....	4
2.1 Drivhusgasudledninger fra dansk eksport.....	4
2.2 Værdien af dansk eksport af grønne løsninger.....	6
2.3 Potentialet for CO <sub>2</sub> -reduktioner fra dansk, grøn eksport.....	9
3. Metode og antagelser.....	13
3.1 Drivhusgasudledninger fra dansk eksport.....	13
3.2 Værdien af dansk eksport af grønne løsninger.....	17
3.3 Potentialet for CO <sub>2</sub> -reduktioner fra dansk, grøn eksport.....	20
4. Resultater og analyse.....	29
4.1 Drivhusgasudledninger fra dansk eksport.....	29
4.2 Værdien af dansk eksport af grønne løsninger.....	35
4.3 Potentialet for CO <sub>2</sub> -reduktioner fra dansk, grøn eksport.....	41
5. Kvalificering.....	49
5.1 Drivhusgasudledninger fra dansk eksport.....	49
5.2 Værdien af dansk eksport af grønne løsninger.....	49
5.3 Potentialet for CO <sub>2</sub> -reduktioner fra dansk, grøn eksport.....	50
6. Kilder.....	52
7. Bilag.....	54
Bilag 1: Værdien af dansk eksport af grønne løsninger.....	54
Bilag 2: Potentiel klimaeffekt af dansk energiteknologiekseport.....	56
Bilag 3: Følsomhedsberegninger for potentiale for CO <sub>2</sub> -reduktioner.....	57

#### Energistyrelsen

Carsten Niebuhrs Gade 43  
1577 København V

T: +45 3392 6700

E: ens@ens.dk

www.ens.dk

## 1. Rammesætning

Den globale afrapportering skal – ifølge Klimaloven – synliggøre Danmarks negative og positive påvirkning af klimaet (KEFM, 2020). Dette baggrundsnotat fokuserer på dansk eksport som et væsentlige område, hvor Danmark påvirker de globale CO<sub>2</sub>e-udledninger.

Baggrundsnotatet fokuserer på dansk eksports globale klimaeffekt set fra tre forskellige vinkler, illustreret i Figur 1. Den første vinkel er drivhusgasudledninger fra dansk eksport. Denne del omfatter alle drivhusgasudledninger forbundet med de varer og serviceydelser, som Danmark eksporterer. Den anden vinkel er værdien af dansk eksport af grøn miljø- og energiteknologi samt –service. Denne del stiller skarpt på dansk eksport af grønne løsninger fordelt på teknologier og lande. Den sidste vinkel er potentialet for CO<sub>2</sub>-reduktioner fra dansk eksport af grønne energiteknologier. Denne del undersøger potentialet for at reducere drivhusgasudledninger i udlandet ved eksport af danske grønne løsninger. De tre vinkler belyser på forskellige vis det klimamæssige aspekt af dansk eksport.

Figur 1: Overblik over de tre vinkler på dansk eksport



Kilde: Energistyrelsen

### 1) Drivhusgasudledninger fra dansk eksport

Denne analyse opgør de drivhusgasudledninger, som er forbundet med den samlede danske eksport. Udledninger relateret til dansk eksport af varer og serviceydelser i udlandet indgår ikke i det danske forbrugsbaserede klimaaftryk, men vil indgå i andre landes forbrugsbaserede klimaaftryk. I opgørelsen af de territoriale drivhusgasudledninger vil udledninger knyttet til den del af den danske produktion som eksporteres, også tælle med.

### 2) Værdien af dansk eksport af grønne løsninger

Denne analyse giver en status for værdien af den danske eksport af grøn miljø- og energiteknologi samt service. Opgørelsen er i kroner og fordeler eksporten på teknologityper og på lande. Dansk eksport af grønne løsninger udbreder flere grønne produkter og serviceydelser. Derigennem knytter der sig en reduktion af drivhusgasudledninger i udlandet til denne eksport og derfor er det relevant at opgøre som en del af Global Afrapportering 2022 (GA22).

### 3) Potentialet for CO<sub>2</sub>-reduktioner fra dansk, grøn eksport

Denne analyse sætter fokus på, hvor meget den danske grønne eksport af energiteknologi potentielt kan reducere de udenlandske drivhusgasudledninger med. Opgørelsen belyser hvor meget CO<sub>2</sub> der potentielt kan reduceres set ift. hvis den grønne eksport ikke havde fundet sted. Der er en lang række varer som kan tilskrives en grad af CO<sub>2</sub>-reduktion, men denne analyse begrænser sig til at omfatte grøn energiteknologi.

Notatet er udarbejdet af Energistyrelsen.

## 2. Hovedresultater

I dette afsnit præsenteres hovedresultaterne fra de tre vinkler på danske eksport.

### 2.1 Drivhusgasudledninger fra dansk eksport

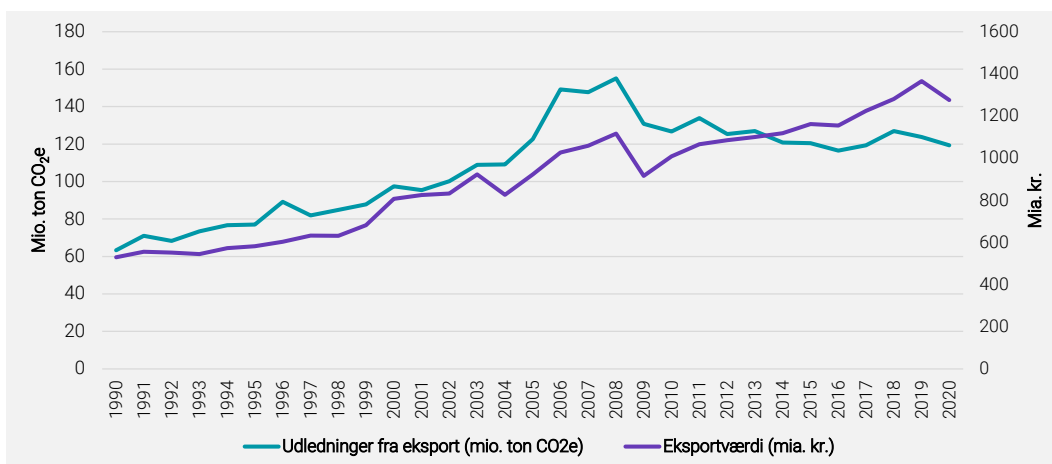
I dette afsnit fremhæves hovedresultaterne fra analysen af drivhusgasudledninger fra dansk eksport. Afsnittet beskriver 1) udviklingen i drivhusgasudledninger fra dansk eksport og 2) Danmarks største eksportmarkeder.

#### 2.1.1 Udviklingen i drivhusgasudledninger fra dansk eksport

Drivhusgasudledninger fra dansk eksport af varer og serviceydelser udgjorde i 2020 ca. 119 mio. ton CO<sub>2</sub>e. Det er omtrent dobbelt så meget som Danmarks forbrugsbaserede klimaaftryk (opgjort i baggrundsnotatet *Forbrug* om det forbrugsbaserede klimaaftryk). Knap halvdelen af udledningerne fra dansk eksport stammer fra skibsfartsbranchen.

Udledningerne er opgjort med en livscyklustilgang og søger at omfatte alle udledninger frem til, at de eksporterede varer og serviceydelser skifter fra danske til udenlandske hænder. Figur 2 viser, at både værdien af dansk eksport og drivhusgasudledninger relateret til dansk eksport steg betydeligt i perioden 1990 til 2007. Finanskrisen førte til et markant fald i dansk eksport, og dermed også udledninger relateret til eksporten. Siden 2010 har udledningerne fra dansk eksport været relativt konstante, mens værdien af dansk eksport har fortsat sin stigning frem til 2019 inden der skete et fald i 2020. Faldet kan skyldes de globale handelsudfordringer som følge af covid-19.

Figur 2: Udvikling i udledninger relateret til dansk eksport i perioden 1990 til 2020

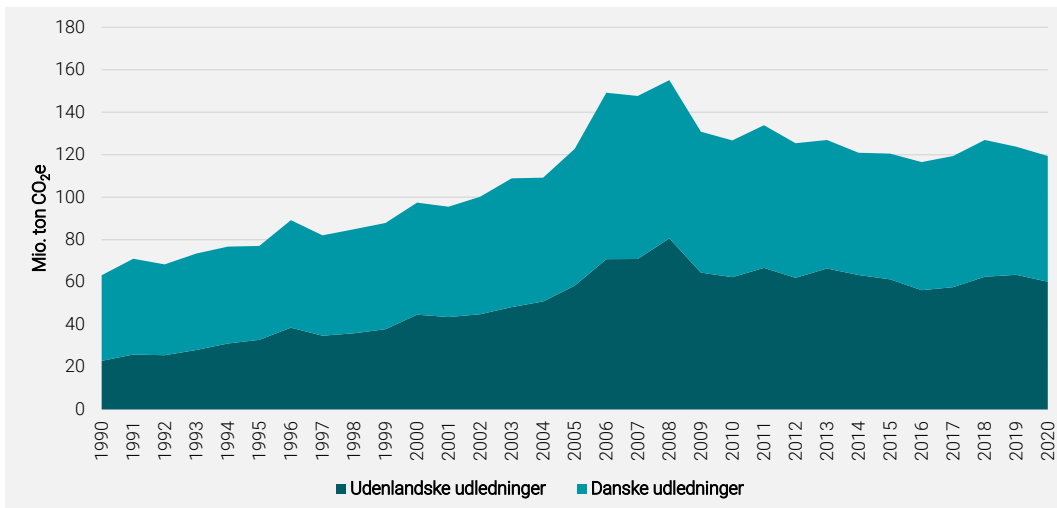


Kilde: Energistyrelsen. Anm.: Eksportværdien er angivet i faste 2020-priser.

Udledningerne fra dansk eksport består af både danske og udenlandske udledninger. Danske udledninger stammer fra dansk produktion, mens udenlandske udledninger stammer fra dansk import, da en del af den danske eksport udgøres af varer og serviceydelser, som tidligere er importeret til Danmark. Figur 3 viser andelen af danske og udenlandske udledninger fra dansk eksport i perioden 1990 til 2020. Andelen af de udenlandske

udledninger har været stigende fra at udgøre 36 pct. af de samlede udledninger fra dansk eksport i 1990 til at udgøre halvdelen i 2020. Den primære stigning er sket i perioden 1990 til 2008, hvorefter klimaeffekten af dansk eksport de sidste ca. 10 år har været relativt konstant. Det samme har forholdet mellem danske og udenlandske udledninger.

Figur 3: Andelen af danske og udenlandske eksportrelaterede udledninger i perioden 1990 til 2020



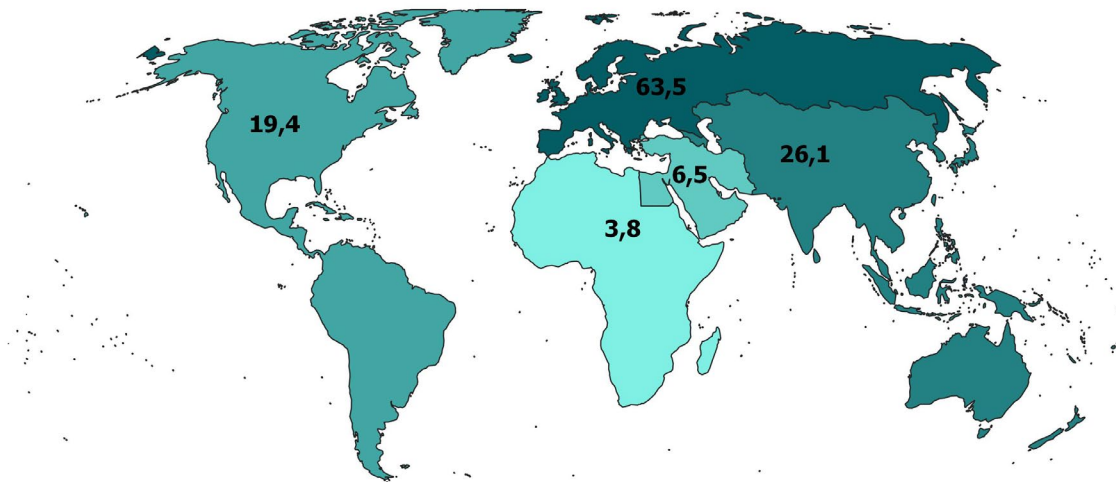
Kilde: Energistyrelsen.

### 2.1.2 Danmarks største eksportmarkeder

Danmark eksporterede i 2020 varer og serviceydelser til mere end 150 forskellige lande. Til den eksport er der knyttet udledninger af drivhusgasser. Energistyrelsens model giver mulighed for at undersøge, hvor i verden de danske varer og serviceydelser, som har tilknyttede udledninger, eksporteres til. Opgørelsen viser *ikke*, hvor de danske eksporterede varer og serviceydelser i sidste ende forbruges, da modtagerlandene kan eksportere den danske eksport videre, ligesom der kan være udledninger forbundet med brugen og afskaffelsen af varerne. Overblikket giver derimod et billede af det første land, som Danmark eksporterer til.

Figur 4 viser et overblik over i hvilke regioner af verdenen, de indlejrede drivhusgasudledninger i dansk eksport ender i første eksportled. Lidt over halvdelen af udledningerne knyttet til dansk eksport aftages i Europa (godt 64 mio. ton CO<sub>2</sub>e). Dernæst følger Asien med ca. 26 mio. ton CO<sub>2</sub>e og Nord- og Sydamerika med ca. 19 mio. ton CO<sub>2</sub>e. Mellemøsten og Afrika står for en relativt lille del med hhv. ca. 7 og knap 4 mio. ton CO<sub>2</sub>e.

Figur 4: Udledninger fra dansk eksport fordelt på fem regioner af verden (mio. ton CO<sub>2e</sub>)



**Kilde:** Energistyrelsen. **Anm.:** Opdelingen af verden i fem regioner er baseret på EXIOBASEs opdeling i version 3.8.2. Det betyder fx, at Grønland hører til Nord- og Sydamerika og at Rusland hører til Europa.

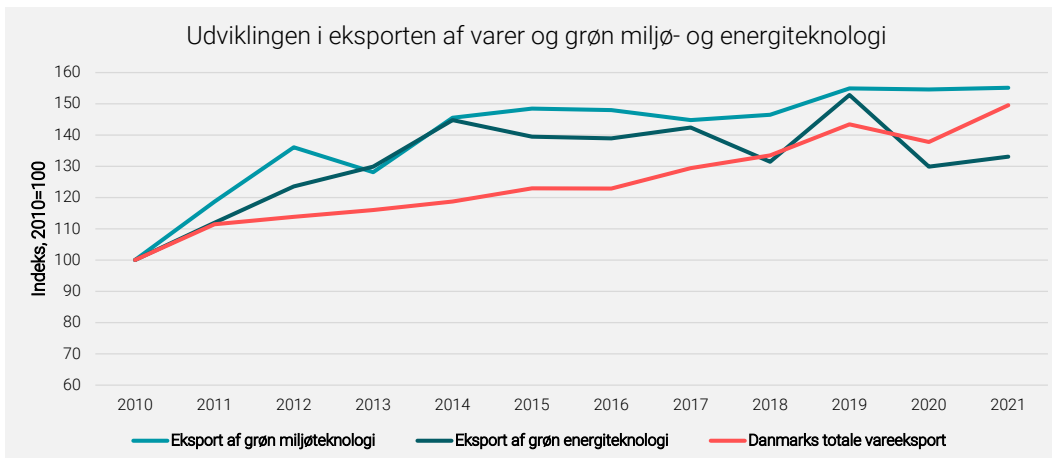
## 2.2 Værdien af dansk eksport af grønne løsninger

Den grønne eksport er her afgrænset til grøn energiteknologi, grøn miljøteknologi og relateret grøn service, hvor alle kan siges at bidrage positivt til reduktioner af de globale udledninger eller til miljø- og ressourcebesparelser. Grøn service dækker over serviceydelser såsom fx rådgivning eller servicering af produkter inden for grøn energi- og miljøteknologi. Det kan fx være dansk ingeniørrådgivning af projekter indenfor energi eller miljø i udlandet, eller det kan være servicering af vindmøller eller større vandprojekter i udlandet. Opgørelserne for værdi af dansk eksport af grønne løsninger bl.a. baseret på tal fra Danmarks Statistik, Eurostat og Energistyrelsens egne beregninger.

### *Grøn vareeksport set ift. den samlede vareeksport*

I 2021 eksporterede Danmark for knap 20 mia. kr. grøn miljøteknologi og 65 mia. kr. grøn energiteknologi, hvilket svarer til hhv. ca. 2 og 8 pct. af den samlede danske vareeksport. Både eksport af grøn energiteknologi og grøn miljøteknologi har været stigende siden 2010 og i en længere periode også steget relativt mere end den totale danske vareeksport.

Figur 5 viser, at eksporten af både grøn energiteknologi og grøn miljøteknologi voksede hurtigere end den samlede danske vareeksport i de første år af den viste periode hvorefter de begge lå relativt stabilt i en årrække. I 2021 ligger den totale eksport på samme niveau som eksport af grøn miljø- og energiteknologi set ift. 2010.



Figur 5: Eksportudviklingen af danske, grønne energi- og miljøteknologier sammenlignet med den totale vareeksport

Kilde: (Eurostat, 2022) og egne beregninger

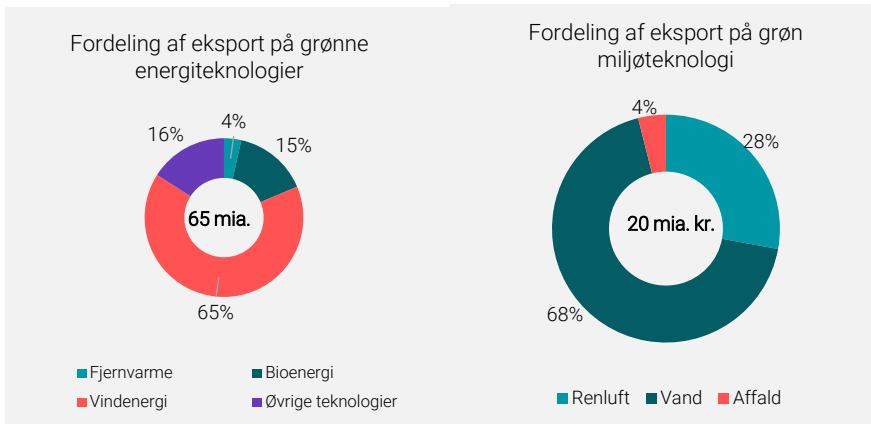
Der kan være overlap imellem eksporten af grøn miljøteknologi og eksporten af grøn energiteknologi, og derfor kan disse ikke sammenlægges uden risiko for dobbelttælling. Af den grund bliver eksporten af de to teknologier også behandlet separat i dette baggrundsnotat. Det samme er gældende for serviceeksporten af miljø og energi.

#### De største teknologityper inden for grøn vareeksport

Figur 6 viser eksportfordelingen imellem teknologityperne inden for grøn energi- og miljøteknologi i 2021. Vindteknologi udgør langt den største andel af den samlede danske grønne energiteknologiekseport med en eksport på knap 43 mia. kr. Bioenergi og øvrig står begge for 10 mia. kr. mens der eksporteres grøn fjernvarmeteknologi for godt 2 mia. kr.

Inden for eksport af grøn miljøteknologi er det eksport af grøn vandteknologi, som udgør den største del af den samlede danske grønne miljøteknologiekseport. Ca. 15 mia. kr. grøn vandteknologi blev der eksporteret for i 2021. Eksport af grøn renluftteknologi blev der eksporteret for 6 mia. kr. af i 2021, mens der blev eksporteret for knap 1 mia. kr. grøn affaldsteknologi. Grundet overlap i eksporten af renluftteknologi, vandteknologi og affaldsteknologi summer disse ikke til den samlede eksport af miljøteknologi.

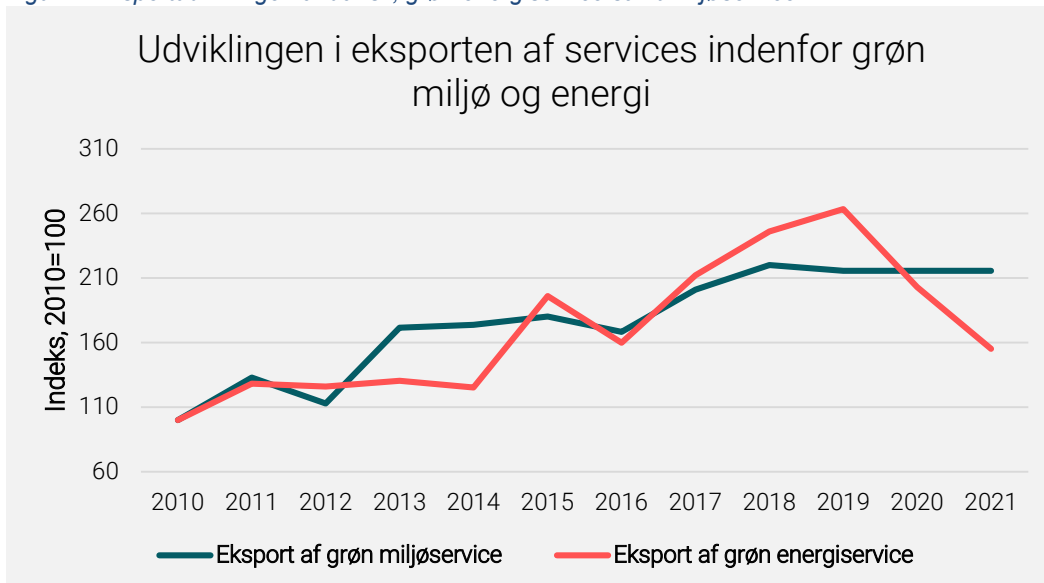
Figur 6: Eksport af grøn energiteknologi og grøn miljøteknologi fordelt på energiformer, 2021



Kilde: (Eurostat, 2022) og egne beregninger.

Figur 7 viser at dansk eksport af både grøn miljøservice og grøn energiservice har været stigende fra 2010 frem til hhv. 2018 og 2019, hvorefter der er sket et faldt i eksporten af grøn energiservice, mens grøn miljøservice er stagneret. I 2010 eksporterede Danmark for 2,2 mia. kr. grøn miljøservice, som i 2021 var steget til 4,8 mia. kr. Det svarer til en stigning på 116 pct. over hele perioden. Ligeledes lå eksporten af grøn energiservice på 7,7 mia. kr. i 2010 og steg til 11,9 mia. kr. i 2021, hvilket svarer til en stigning på 55 pct. over hele perioden.

Figur 7: Eksportudviklingen af dansk, grøn energiservice samt miljøservice



Kilde: Energistyrelsens beregninger på baggrund af data fra Danmarks Statistik.

Serviceeksporten til ikke-EU-lande er en beregnet størrelse, idet der er for stor usikkerhed omkring data. Derfor vil det heller ikke være retvisende at sammenligne eksporten af



energiservice og miljøservice med den samlede danske serviceeksport på samme måde som det er gjort for eksporten af teknologier.

Såvel grøn vareeksport som grøn serviceeksport er uddybet i afsnit 4.2.

### 2.3 Potentialet for CO<sub>2</sub>-reduktioner fra dansk, grøn eksport

I forlængelse af den grønne eksport af miljø- og energiteknologi i afsnit 2.2 ovenfor belyses her hvad dansk, grøn eksport potentielt kan bidrage til af CO<sub>2</sub>-reduktioner udenfor Danmark.

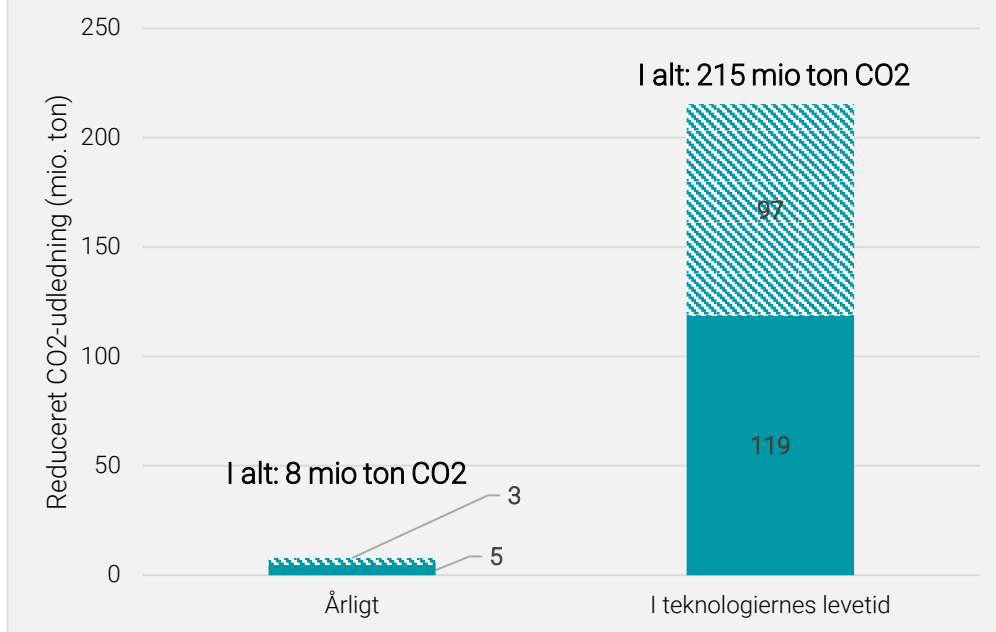
I afsnit 2.1 opgøres klimaaftrykket fra den danske eksport opgjort i form af alle udledninger fra hele værdikæden af produktionen af eksportvarer, indtil de skifter fra danske til udenlandske hænder. Opgørelsen inkluderer dog ikke hvad forbruget af varerne medfører eller potentielt reducerer af udledninger i udlandet. I nærværende analyse er fokus på brugsfasen af eksporteret, grøn, dansk energiteknologi. Der opgøres ikke hvor meget teknologien i sig selv udleder i brugsfasen, men hvor meget reduktion den potentielt kan bidrage med.

Grundstenen i analysen er en sammenligning med en hypotetisk referencesituation, hvor eksporten ikke har fundet sted. Det er væsentligt, at der er tale om et potentiale og at al den potentielle reduktion er tilskrevet vareeksporten, selvom andre aktiviteter såsom transport og installation af teknologien kan være nødvendige for at udløse reduktionen.

#### *Opgørelse af potentialet for CO<sub>2</sub>-reduktion i udlandet*

I Figur 8 er vist hovedresultaterne af den potentielle CO<sub>2</sub>-reduktion fra dansk eksport af grøn energiteknologi i 2021. Den ene søjle angiver, at dansk eksport af grøn energiteknologi i 2021 i ét givent år indenfor teknologiernes levetid potentielt reducerer de globale udledninger med imellem 5 og 8 mio. ton CO<sub>2</sub>. I den anden søjle tages der højde for, at de eksporterede teknologier grundet deres levetid vil reducere udledningerne i en årrække. Inddrages levetiden på teknologierne estimeres den danske eksport af grønne energiteknologier i 2021 potentielt at kunne reducere udledningerne uden for Danmark med imellem 119 og 215 mio. ton CO<sub>2</sub> i løbet af levetiden.

Figur 8: Potentielle CO<sub>2</sub>-reduktioner foranlediget af dansk, grøn energiteknologiekспорт i 2021

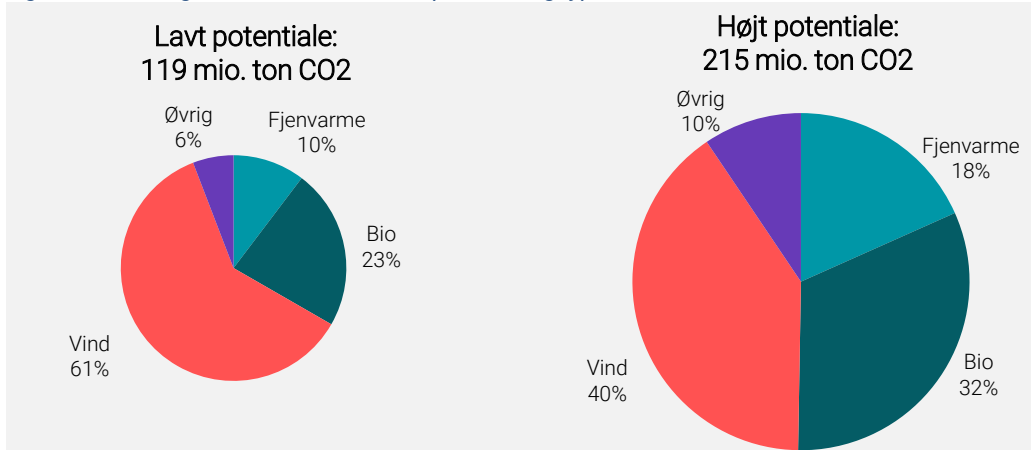


**Kilde:** Energistyrelsen. **Anm.:** Det fuldt farvede område indikerer et minimum for potentialet for reduktion af udledninger i udlandet. Sammen med det skraverede område udgør det et maksimum.

Den potentielle CO<sub>2</sub>-reduktion fra grøn, dansk eksporteret energiteknologi er beregnet med udgangspunkt i de fire teknologikategorier, som den grønne energiteknologiekспорт (se afsnit 2.2) også er opdelt i: fjernvarmeteknologi, vindteknologi, bioteknologi og øvrig teknologi.

I Figur 9 er vist hvor stor en andel af de totale estimerede reduktioner udenfor Danmark, som de fire teknologier hver især står for, når der tages højde for levetiderne på teknologierne. Cirkeldiagrammet til venstre viser et minimum for potentialet og cirkeldiagrammet til højre et maksimum for potentialet.

Figur 9: Fordeling af CO<sub>2</sub>-reduktionerne på teknologityper over hele levetiden



**Kilde:** Energistyrelsen. **Anm.:** Cirklen til venstre viser fordelingen af imellem de fire teknologikategorier ved et minimum for potentialet og cirklen til højre ved et maksimum for potentialet.

Potentiale for CO<sub>2</sub>-reduktioner knyttet til vindteknologi dominerer i begge cirkler. Det hænger sammen med, at langt størstedelen af den grønne, danske eksport udgøres af netop vindteknologi. Bioenergi fylder også en del, særligt i cirklen til venstre. Dette skyldes dels, at ved maksimum fortrængning antages biokraftvarme, der indgår i bioenergi, at erstatte varme på kul, men også at biokraftvarme har en meget høj effektivitet sammenlignet med ren varmeproduktion, hvilket fører til høje potentielle reduktioner.

#### Eksempler på anden grøn eksport

Ud over eksport af grøn energiteknologi er der også anden eksport, der kan kategoriseres som grøn og kan understøtte reduktion af drivhusgasudledninger i udlandet. To konkrete eksempler<sup>1</sup> er:

- Reduktion af madspild reducerer CO<sub>2</sub>-udledninger

Den danske virksomhed Chr. Hansen har udviklet produktet FreshQ®, som forlænger holdbarheden og dermed mindsker yoghurtspild.

Madspild estimeres af Verdensnaturfonden til at stå for ca. 10 % af verdens drivhusgasudledninger, når det opgøres som CO<sub>2</sub>-udledninger (WWF, 2022). Chr. Hansen vurderer, at de i 2019/20 igennem salg af FreshQ®, forhindrede 200.000 tons yoghurtspild på globalt plan svarende til op til 260.000 ton CO<sub>2</sub>-udledninger på globalt plan.

- Avlsprogram giver færre CO<sub>2</sub>e-udledninger fra malke- og kødkvæg

Mælke- og kødkvæg forårsager betydelige mængder drivhusgasudledninger på verdensplan. Dels pga. deres naturlige metanudledninger, men også pga. den foderproduktion, der er nødvendig.

Med den danske virksomhed VikingsGenetics avlsprogram optimeres forholdet imellem høj mælkeproduktion og lav metanudledning af malkekøer og kødkvæg.

<sup>1</sup> Eksemplerne er baseret på de pågældende virksomheder data og vurderinger medmindre andet er angivet.

En ko fra VikingGenetics, der erstatter en gennemsnitlig europæisk ko, kan reducere udledninger fra en liter mælk med ca. 0,1 kg CO<sub>2</sub>e. Tallet er højere for køer udenfor Europa.

De to eksempler er yderligere uddybet i afsnit 4.3 under Resultater og analyse.

### 3. Metode og antagelser

Indeværende notat belyser som nævnt i afsnit 1 eksport fra tre vinkler. Den første del om drivhusgasudledninger fra dansk eksport har fokus på de udledninger, der er indlejret i varer og serviceydelser, frem til at de forlader Danmark som eksport. Den anden del har fokus på værdien af de grønne varer og serviceydelser Danmark eksporterer, og hvad de består af. Endeligt har sidste del fokus på konsekvenserne af dansk grøn eksport i modtagerlandene, ved at afdække potentialet for CO<sub>2</sub>-reduktioner fra dansk, grøn energiteknologiekspport.

De tre vinkler på dansk eksport er baseret på tre forskellige metoder. Dette afsnit gennemgår først metoder og antagelser for analysen af drivhusgasudledninger fra dansk eksport. Herefter for analysen af værdien af dansk eksport af grøn miljø- og energiteknologi samt -service og endeligt for analysen af potentialet for CO<sub>2</sub>-reduktioner fra dansk, grøn energiteknologiekspport.

#### 3.1 Drivhusgasudledninger fra dansk eksport

Dette afsnit beskriver metoder og antagelser for beregningerne af drivhusgasudledninger fra dansk eksport. Konkret beskrives 1) metode, 2) beregningsmodel, 3) overordnede forudsætninger og afgrænsninger og 4) primære datakilder.

##### 3.1.1 Metode

Opgørelsen af klimaaftrykket fra dansk eksport omfatter de drivhusgasudledninger, som dansk eksport giver anledning til frem til, at de eksporterede varer og serviceydelser skifter fra danske til udenlandske hænder.

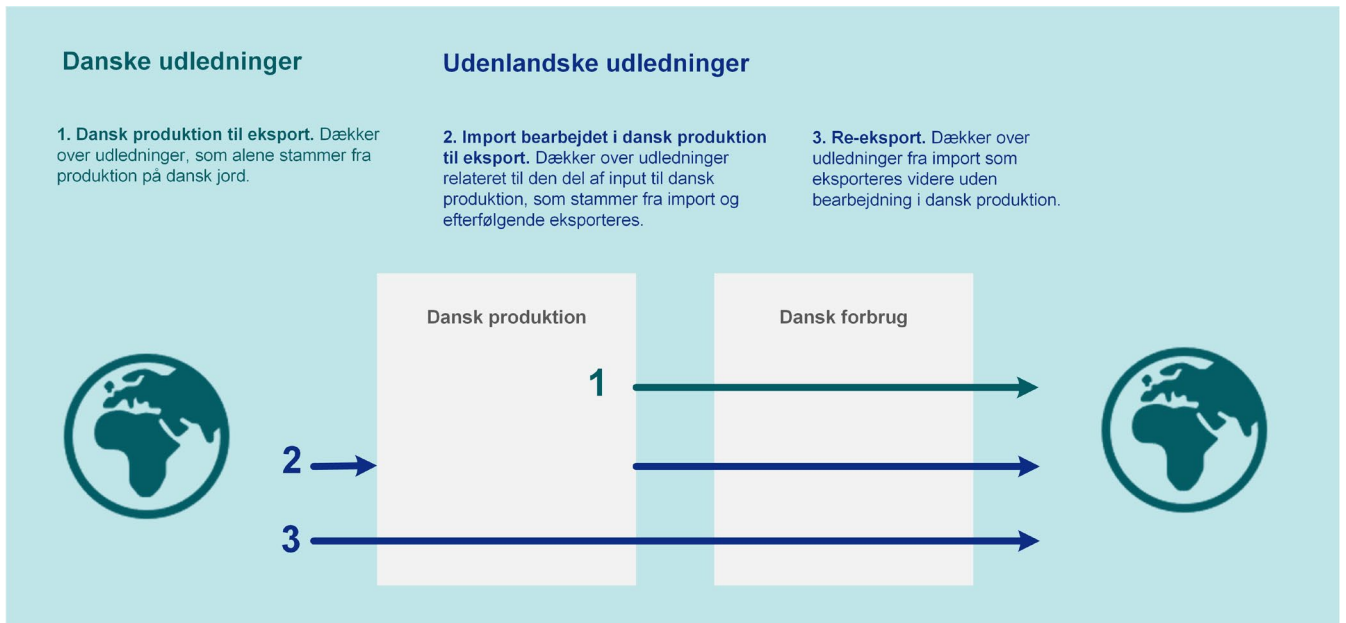
Drivhusgasudledninger fra dansk eksport kan overordnet opdeles i to grupper: 1) danske udledninger og 2) udenlandske udledninger. De danske udledninger dækker over udledninger, som er jf. residensprincippet udledt af danske residerter, herunder økonomisk hjemmehørende virksomheder.

##### **Residensprincippet**

Residensprincippet betyder, at udledninger tilskrives danske residenters aktiviteter, også selvom aktiviteten i nogle tilfælde sker i udlandet. Dermed vil fx udledninger knyttet til danske turisters forbrug i udlandet indgå i Danmarks forbrugsbaserede klimaaftryk, fordi turisterne er hjemmehørende i Danmark. Det samme er gældende for udledninger fra danske virksomheder i udlandet, som er økonomisk hjemmehørende i Danmark. Det gælder i Danmarks tilfælde særligt danske transportselskaber, som opererer internationalt. Residensprincippet står i kontrast til det territoriale princip, hvor udledninger tilskrives det land, hvor udledningerne geografisk finder sted

Udenlandske udledninger dækker over udledninger, som er udledt i udlandet, importeret til Danmark og efterfølgende eksporteret videre. Denne fordeling er illustreret i Figur 10.

Figur 10: Drivhusgasudledninger fra dansk eksport



Kilde: Energistyrelsen.

Figur 10 viser, at de udenlandske udledninger kan opdeles i to undergrupper. Den første er udenlandske udledninger, som er importeret til Danmark og bearbejdet i den danske produktion til eksport. Den anden er re-eksport, hvor de importrelaterede udledninger eksporteres ud af Danmark uden at blive bearbejdet i den danske produktion.

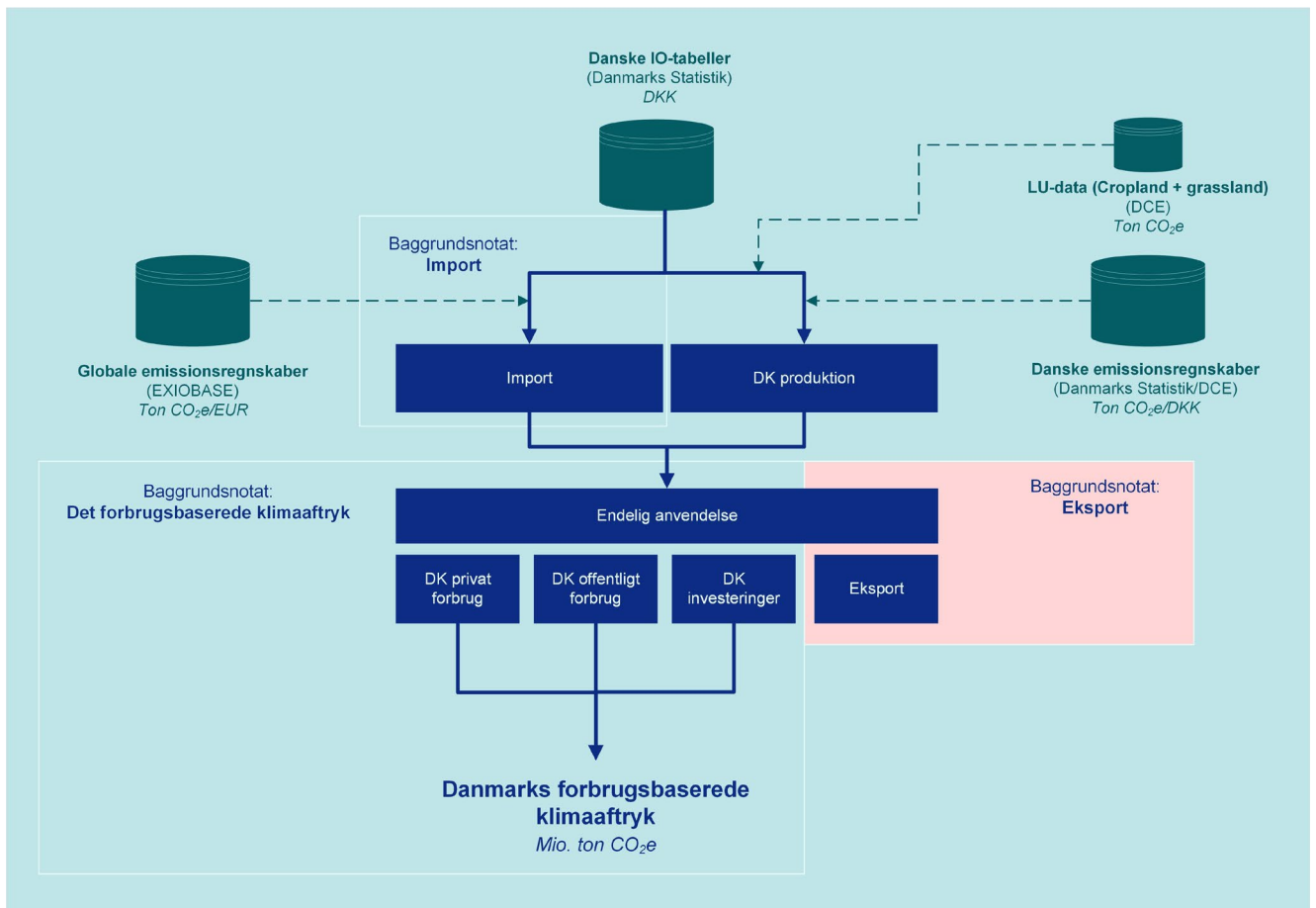
Drivhusgasudledninger fra dansk eksport har et delvist overlap til Energistyrelsens klimastatus og –fremskrivning. I klimastatus og –fremskrivningen indgår alle territoriale drivhusgasudledninger – også dem, som Danmark eksporterer til udlandet. I indeværende notat indgår alene de dele af de territoriale drivhusgasudledninger, som eksporteres ud af Danmark og dermed ikke det, der forbrugs i Danmark. Omvendt indgår de udenlandske udledninger og udledninger fra international transport ikke i klimastatus og –fremskrivning, mens de indgår i indeværende notat. Danmarks 70-pct. målsætning er baseret på de territoriale drivhusgasudledninger.

De udenlandske udledninger indgår også i baggrundsnotatet *Import*. Der er imidlertid ikke overlap mellem Danmarks forbrugsbaserede klimaaftryk som beskrevet i baggrundsnotat *Forbrug* og indeværende notat, fordi udledninger forbundet med danske virksomheders eksportvarer "følger med" til det land, hvor varerne forbruges, og dermed indgår i modtagerlandets forbrugsbaserede klimaaftryk.

### 3.1.2 Beregningsmodel

Resultaterne i GA22 vedr. klimaaftryk fra import, forbrug og eksport er beregnet ud fra samme beregningsmodel. Figur 11 illustrerer, hvordan beregningen af udledningerne fra dansk eksport er knyttet til opgørelserne af det forbrugsbaserede klimaaftryk og import.

**Figur 11:** Illustration af metodisk sammenhæng mellem forbrugsbaseret klimaaftryk, import og eksport



**Kilde:** Energistyrelsen.

Figuren viser, at drivhusgasudledninger fra dansk eksport er en del af den endelige anvendelse i Danmark, men ikke indgår i opgørelsen af det forbrugsbaserede klimaaftryk. Resultaterne er dog baseret på de samme beregninger, som ligger til grund for opgørelsen af Danmarks forbrugsbaserede klimaaftryk.

Metoden bag modellen er nærmere beskrevet i det separate baggrundsnotat *Forbrug* om det forbrugsbaserede klimaaftryk.

### 3.1.3 Overordnede forudsætninger og afgrænsninger

Opgørelsen af drivhusgasudledninger fra dansk eksport indregner udledninger fra hele livscyklussen af varer og serviceydelser, som dansk eksport giver anledning til globalt frem til, at eksporten forlader danske hænder.

I udledninger fra dansk eksport er indregnet udledninger knyttet til Land Use (LU), men ikke Land-Use Change (LUC) eller Forestry (F). Det vil særligt have betydning for opgørelserne af udledninger fra dansk eksport fra de brancher, som har et stort LUC-aftryk. Det er eksempelvis fødevarerbranchen.

#### LULUCF

LULUCF står for arealanvendelse (Land Use), ændringer i arealanvendelse (Land-Use Change) og skovbrug (Forestry).

*Arealanvendelse* (Land Use) dækker over de ændringer i et areals kulstofbalancer, som brugen af det givne areal medfører. Det kunne fx være dræning og dyrkning af landbrugsarealer.

*Ændringer i arealanvendelser* (Land-Use Change) dækker over de ændringer i et areals kulstofbalancer, som en ændring i brugen af det givne areal medfører. Ændringer i arealanvendelse kan opdeles i dLUC (direct Land-Use Change) og iLUC (indirekte Land-Use Change). *dLUC* er direkte ændringer i arealanvendelse direkte knyttet til forbrug, fx forbrug af landbrugsvarer som dyrkes på arealet hvor der før var skov til fordel for dyrkning af landbrugsafgrøder. *iLUC* er indirekte ændringer i arealanvendelse, fx at omlægning fra majsdyrkning til sojadyrkning betyder, at sojadyrkingen skal ske et andet sted i verden – antaget at efterspørgslen er konstant.

*Skovbrug* (Forestry) dækker over de ændringer i et areals kulstofbalancer, som forvaltning af skovområder medfører. Det kunne fx være rater for hugst og genplantning.

Forudsætninger og afgrænsninger for den samlede beregningsmodel er nærmere beskrevet i baggrundsnotatet *Forbrug* om det forbrugsbaserede klimaaftryk.

### 3.1.4 Primære datakilder

Beregningsmodellen gør brug af fire primære datakilder: 1) danske IO-tabeller fra Danmarks Statistik, 2) danske emissionsregnskaber fra Danmarks Statistik, 3) EE-MRIO database i form af EXIOBASE og 4) Land Use data fra DCE. Datakilderne er nærmere beskrevet i baggrundsnotat *Forbrug* om det forbrugsbaserede klimaaftryk.

Som supplement til beregningen af det forbrugsbaserede klimaaftryk bygger dette baggrundsnotat også på opgørelser fra Danmarks Statistik om dansk eksport og re-eksport fordelt på lande og brancher. De detaljerede opgørelser er for 2020 og produceret af Danmarks Statistik på baggrund af Energistyrelsens forespørgsel.



### 3.2 Værdien af dansk eksport af grønne løsninger

I dette afsnit gennemgås metode og antagelser inden for opgørelsen af dansk eksport af grøn miljø- og energiteknologi og services.

Overordnet opgøres eksporten af grønne miljø- og energiteknologier ud fra Danmarks samlede vareeksport fordelt på varekoder. Her summeres den del af eksporten inden for hver varekode der kan kategoriseres som grøn miljø- eller energiteknologi. For serviceeksporten estimeres hvor stor en del af hver virksomheds serviceeksport der kan kategoriseres som grøn inden for miljø- eller energi, og summeres for at få den samlede grønne serviceeksport for hhv. miljø og energi. I tabel 1 er yderligere skitseret hvordan eksporten af den grønne vare- og serviceeksport er beregnet for hhv. energi og miljø.

*Tabel 1: Overblik over metode til opgørelsen af hhv. vare- og serviceeksporten inden for grøn energi og miljø*

	Energi	Miljø
Varer	Baseret på data fra Eurostat, Baseret på varekoder. Dækker alle grønne teknologier indenfor fjernvarme, bioenergi, vindenergi og anden effektiv energi	Baseret på data fra Eurostat, Baseret på varekoder. Dækker alle grønne teknologier indenfor renluft, affald og vand
Service fra vareproducerende virksomheder	Baseret på data fra Danmarks Statistik. Frem til 2019: Beregnet ud fra virksomhedens andel af grøn energiteknologi i forhold til den totale vareeksport, hvorefter andelen er ganget på virksomhedens serviceeksport. Derefter: For ovenstående er beregnet en vægt ud fra 2019 data, der fortæller hvor stor en del den grønne serviceeksport udgør af den totale eksport for hver branche. Denne vægt er brugt til at fremskrive serviceeksporten til 2021. Dækker samme kategorier som for varer	Baseret på data fra Danmarks Statistik. Tilnærmelsesvis samme metode som for varer. Dækker samme kategorier som for varer
Service fra rådgivende ingeniører	Data er fra Danmarks Statistik. Dækker energiplanlægning, vedvarende energi og andre energiopgaver uden nærmere skelnen mellem hvorvidt det er grøn eksport. Opgøres hvert 2. år, og fremskrives lineært for manglende statistikår	Data er fra Danmarks Statistik. Dækker ingeniørtjenester i forbindelse med affaldshåndtering, vandforsyning og kloak & afvanding. Der bruges

		<p>samme metode som for energi</p>
--	--	------------------------------------

Kilde: Energistyrelsen

### 3.2.1 Metodebeskrivelse

Opgørelsen af eksporten i denne rapport bygger på de årlige statistikker over eksport af energiteknologi (ENS, 2021c), miljøteknologi (Damvad, 2022) og service indenfor disse områder, men dækker her alene den del af eksporten, der kategoriseres som "grøn".

#### *Varekoder for eksport danner grundlag for opgørelsen af teknologi*

Eksporten er opgjort på baggrund af den danske eksport på varekodeniveau, hvor alle danske virksomheder indberetter deres eksport fordelt på mere end 9.000 varetyper. Det er herudfra opgjort hvilke, og hvor stor en andel, af varekoderne der knytter sig til hhv. energi- og miljøteknologi. Listen indeholder både faktiske produkter og delkomponenter. Fx indgår gearkasser som en delkomponent i vindmøller, men det er vurderet, at omkring halvdelen af eksporten af gearkasser, indgår i andre teknologier, der ikke knytter sig til miljø- og energiteknologi.

#### *Definition af den grønne andel*

Herefter er det opgjort hvor stor en del der er "grøn". Her er brugt Eurostats definition af grønne produkter, der blandt andet omfatter produkter der:

- måler, kontrollerer, genopbygger, forebygger, behandler, minimerer og inddriver viden om miljømæssige skader på luft, vand og regenererer ressourceudnyttelse samt håndterer problemer med affald.

Eftersom denne opgørelse alene har fokus på eksport af grøn miljø- og energiteknologi vil resultaterne blive mindre end den totale eksport af hhv. miljø- og energiteknologi som fremgår af Miljøstyrelsens [eksportdashboard \(Damvad, 2022\)](#) og analysen af eksport af energiteknologi (ENS, 2021c). I tillæg til den grønne liste, er det her antaget, at alt eksport der knytter sig til vindmølle- og bioenergiteknologi kan betegnes som grønt.

#### *Opgørelse af serviceeksporten*

Foruden opgørelsen af vareeksporten af grøn miljø- og energiteknologi er eksporten af de grønne serviceydelser som den danske miljø- og energibranche leverer samt eksporten fra de rådgivende ingeniører inden for samme område også beregnet. Samlet betegnes denne del af opgørelsen "serviceeksporten" i det følgende. Serviceeksporten kan deles op i 2. Hvor 1. del er serviceeksport fra de vareproducerende virksomheder, mens 2. del er eksport fra rådgivende ingeniører. Serviceeksporten kan fx være servicering af solgte grønne energi- og miljø produkter og ingeniøropgaver der knytter sig til miljø- og energi-projekter.

Opgørelserne baserer sig på statistiske data, men for serviceeksport fra vareproducerende virksomheder findes der ikke tilstrækkelig statistik for eksporten til lande udenfor

EU. Derfor beregnes serviceeksporten for disse virksomheder. Det gøres ud fra en servicefaktor, der angiver, hvor mange kroner den enkelte virksomhed eksporterer service for hver krone vareeksport. Denne kan kun regnes på EU-niveau. Det antages derfor, at forholdet er det samme for eksporten til lande uden for EU. Den samlede serviceeksport til verden er beregnet ved at gange servicefaktoren på den samlede vareeksport fra udenrigshandelsstatistikken.

Serviceeksporten for 2020 og 2021 er fremskrevet, da statistikkeren til ovenstående beregning kommer med et par års forsinkelse. Det antages, at serviceeksporten udvikler sig på samme måde som den samlede eksport af varer og service, og dermed ganges virksomhedernes energiandel på firmaernes køb og salg på brancheniveau. Dermed estimeres udviklingen i serviceeksporten på baggrund af udviklingen i branchernes samlede eksport i 2020 og 2021.

2. del af serviceeksporten, der er eksport fra rådgivende ingeniøren på energi- og miljøområdet, trækkes fra Danmarks Statistiks ingeniørstatistik. Statistikken udkommer hvert andet år, hvorfor eksporten er beregnet via en lineær tilgang i manglende statistikår, hvilket også gælder for eksporten i 2020 og 2021.

### *3.2.2 Overordnede forudsætninger og afgrænsninger*

Eksporten af energi og miljøteknologi opgøres alene for Danmark, og dækker dermed alene eksport fra virksomheder, der har deres fysiske produktion i Danmark. Dermed indgår salget fra de mange danske virksomheder, der har produktion i andre lande, og som eksporterer grønne løsninger derfra ikke i opgørelsen

#### **Dansk eksport i GA22 omfatter ikke danske datterselskaber i udlandet**

I Global Afrapportering 2022 er opgørelsen af dansk eksport af grøn teknologi og service baseret på offentligt tilgængelig data fra Eurostat der er indberettede af Danmarks Statistik. Det betyder helt konkret, at dansk eksport defineres som noget der skifter fra danske hænder til udenlandske hænder. Det vil sige ejerskabsskifte af varer og serviceydelser fra enheder, der er danske (såkaldte danske residenter) til enheder, der ikke er danske. Det indebærer, at varer og tjenester ikke behøver at krydse den danske grænse for at tælle med i opgørelsen af den danske eksport, så længe der er tale om ejerskifte fra danske til ikke-danske enheder.

En konsekvens af ejerskabsskiftekravet er imidlertid at danske datterselskaber i udlandet ikke defineret som danske residenter, og aktivitet fra disse er derfor ikke med i opgørelsen af den danske eksport, også selvom de er ejet af en enhed, der er dansk resident.

Serviceeksporten opgøres for hhv. rådgivende ingeniører og serviceeksport beregnet for vareproducerende virksomheder, der eksporterer grøn energi- eller miljøteknologi. Eventuel grøn serviceeksport fra andre virksomheder er ikke medtaget i denne opgørelsen. Det vil sige, at hvis en virksomheder, udover rådgivende ingeniører, alene eksporterer grøn energi- eller miljøservice, uden samtidig at eksportere varer, så indgår denne eksport ikke i beregningerne.

### 3.2.3 Primære datakilder

Data til eksport af grøn energi- og miljøteknologi hentes fra Eurostat, og opgøres i løbende priser.

Eurostat opdaterer løbende data og dermed kan størrelsen af eksporten ændres alt efter hvornår data er trukket fra Eurostat. Eurostat forventes at offentliggøre det sidste kvartal af 2021-eksporten i marts 2022, og erfaringer viser, at Eurostats løbende opdatering af data kan betyde at der kan ske opdateringer bagud i tid.

Opgørelsen af serviceeksporten bygger på fire kilder fra Danmarks Statistik <sup>2</sup>:

- 1) Momsstatistikken, der indeholder den samlede eksport af varer og service,
- 2) Udenrigshandelsstatistikken, der indeholder vareeksporten på vareniveau
- 3) Den generelle firmastatistik, der indeholder baggrundsvARIABLE f.eks. branche
- 4) Statistikken for rådgivende ingeniørvirksomhed og anden teknisk rådgivning, "ingeniørstatistikken".

Serviceeksporten for rådgivende ingeniørvirksomheder og anden teknisk rådgivning opgøres i ingeniørstatistikken fra Danmarks Statistik.

## 3.3 Potentialet for CO<sub>2</sub>-reduktioner fra dansk, grøn eksport

I dette afsnit gennemgås metode, forudsætninger og datakilder inden for opgørelsen af potentialet for CO<sub>2</sub>-reduktioner i udlandet knyttet til Danmarks eksport af grøn energiteknologi.

Opgørelsen er baseret på en konsekvenstilgang for at belyse potentialet for reduktionen af emissioner i udlandet. Det betyder, at opgørelsen søger at svare på spørgsmålet om hvilke udledninger, der havde fundet sted, hvis ikke eksport af dansk grøn energiteknologi havde fundet sted. Opgørelsen er dermed delvist baseret på hypoteser om alternativet, det vil sige hvad der ville være sket i fraværet af dansk grøn eksport. Opgørelsen er afgrænset til brugsfasen for teknologierne i eksporten, og medtager dermed ikke udledninger relateret til produktion af produktet, transport i forbindelse med eksporten eller bortskaffelse efter endt brug. Opgørelsen tilskriver hele potentialet for reduktioner til værdien af vareeksporten, selvom andre aktiviteter såsom transport og installation af teknologien kan være nødvendige for at udløse reduktionen.

---

<sup>2</sup> Hele metodebeskrivelsen for serviceeksporten er baseret på (ENS, 2018):

Der foreligger dog ikke data for præcis hvad der er eksporteret og i hvilke installationer og projekter det indgår. For at nå frem til en kvantificering af potentialet er der derfor gjort antagelser, der er mundet ud i beregninger af cases:

- For eksporten er der opstillet en række cases for teknologier, der rent metodisk antages at være repræsentative for den samlede eksport. Fx en havvindmølle med en hvis omkostning, en hvis årlig produktion og en hvis levetid.
- For alternativet er der opstillet en række cases, der rent metodisk antages at repræsentere situationen uden dansk grøn eksport. Fx individuel opvarmning med naturgas eller emissioner for elproduktion.

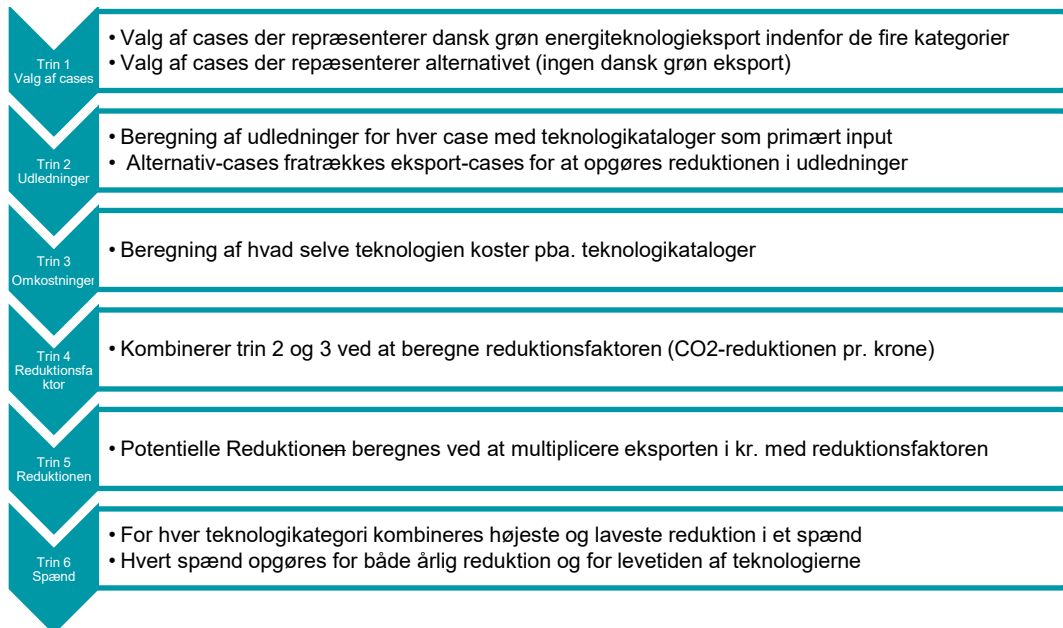
Der er i valget af alternative cases antaget fuld additionalitet for den grønne danske eksport. Det betyder, at det antages, at dansk eksport vælges i stedet for eksisterende teknologi. Dermed er der ikke taget højde for, at en lignende løsning fra et andet land kunne være alternativet. For dansk vindkrafteksport ses der således ikke på et alternativet med en anden vindmølle (fra et andet land), men i stedet på hvilke teknologier i elnettet vindkrafteksporten reducerer. Og for eksport af fjernvarmesystemer ses der ikke på et alternativt fjernvarmesystem men fortsat individuel opvarmning. Resultaterne skal derfor ses som et potentiale for CO<sub>2</sub>-reduktion snarere end et forsøg på at opgøre den egentlige reduktion, der kan vise sig reelt at være lavere, hvis alternativet er en lignende teknologi, der blot ikke er fra Danmark.

### 3.3.1 Metodebeskrivelse

Trinene i den overordnede metode er vist i figur 12. Kernen i metoden er først og fremmest beregninger af såkaldte *reduktionsfaktorer* (trin 4 i figur 12). Reduktionsfaktorerne udtrykker den potentielle CO<sub>2</sub>-reduktion per krone, dvs. omkostningen af en teknologi relativt til den potentielle CO<sub>2</sub>-reduktion den estimeres til at medvirke til.

Reduktionsfaktorerne er beregnet for hver af de fire teknologikategorier som eksporten af grøn, dansk energiteknologi er opdelt i: Fjernvarme, vind, bio og øvrig. Der defineres herefter et interval, som udgøres af den laveste og højeste reduktionsfaktor indenfor hver teknologikategori. På baggrund af de resulterende reduktionsintervaller (potentiell CO<sub>2</sub>-reduktion /mio kr.) og eksportværdien for hver teknologikategori (fra afsnit 2.4) kan der således beregnes en potentiel CO<sub>2</sub>-reduktion for den samlede grønne eksport. Reduktionsfaktorerne beregnes både for ét gennemsnitligt år (simpelt gennemsnit) og for hele levetiden af teknologien.

*Figur 12: Trinvis gennemgang af metoden for at beregne den potentielle reduktion i udlandet knyttet til dansk eksport af grøn energiteknologi*



**Kilde:** Energistyrelsen.

### 3.3.2 Overordnede forudsætninger og afgrænsninger

For alle fire teknologikategorier er beregningerne baseret på cases inden for energiproduktion og -anvendelse med udgangspunkt i Energistyrelsen og Energinets teknologikataloger. De valgte cases antages således rent metodisk at være repræsentative for den samlede eksport indenfor hver kategoris reduktion. Der anvendes kun omkostninger relateret til den materielle udgift fra teknologikatalogerne, som antages, at være repræsentativ for eksportværdien af grøn energiteknologi. Særligt for mindre anlæg, vil denne antagelse formentlig føre til højere omkostninger end eksportpriserne, idet teknologikatalogerne angiver forbrugerpriser, der bl.a. indeholder avancer, som eksportpriserne ikke gør.

Nedenfor bliver forudsætninger, herunder valgte teknologier, indenfor hver af de fire teknologikategorier gennemgået. I afsnit 4.3 opstilles og gennemgås de resulterende reduktionsfaktorer og den potentielle reduktion foranlediget af de fire forskellige teknologikategorier.

Energiteknologi, der anvender biomasse, er indeholdt i bioenergi og anvendelsen af dem antages for CO<sub>2</sub>-neutral. Således indgår den udledning, der forekommer i forbindelse med forbrænding af biomasse i brugsfasen, ikke. Globale klimaeffekter ved forbrug af biomasse er belyst i baggrundsnotatet *Forbrug af biomasse*.

#### Antagelser for fjernvarmeteknologi

Eksporten af fjernvarmeteknologi består af dele og komponenter til fjernvarmesystemer, herunder både ledninger, pumper og varmevekslere. Til beregning af reduktionsfaktoren

tages der derfor udgangspunkt i et komplet fjernvarmesystem med data fra teknologikatalogerne<sup>3</sup>, hvor både transmissions- og distributionsledninger samt fjernvarmeenheder hos forbrugerne er medtaget som en del af omkostningen. Teknologien er afgrænset til ikke at omfatte selve varmeproduktionen (fx et varmeværk der fører ind i fjernvarmesystemet) eller forbrugernes egne varmesystemer (fx et centralvarmesystem der modtager varme fra fjernvarmeenheden hos forbrugeren). Dvs. at det antages, at der et eksisterende varmeværk med overkapacitet eller noget overskudsvarme, der kan levere grøn fjernvarme ind i fjernvarmesystemet.

I Tabel 2 er den antagede omkostningsfordeling imellem transmission, distribution inkl. stik og pumper samt forbrugers fjernvarmeenhed angivet. Ligeledes er levetiderne for de tre elementer angivet.

*Tabel 2: Antaget omkostningsfordeling mellem dele af fjernvarmesystemet*

	Levetider, år	Andel af samlet omkostning
Transmissionsledning	40	4%
Fjernvarmeledningsnet inkl. stik, pumper m.v.	40	56%
Fjernvarmeenhed	25	40%

Kilde: (ENS, 2021) og (ENS, 2021b)

Det antages, at den leverede fjernvarme er grøn og dermed CO<sub>2</sub>-neutral, og at den erstatter individuel opvarmning. Som alternativ til den danske eksport af fjernvarmesystemer regnes der således på tre forskellige typer af individuel opvarmning: naturgas, olie og kul, hvor naturgassen antages at være udelukkende fossil. Dermed estimeres den potentielle reduktion indenfor fjernvarmeteknologi altså på baggrund af tre forskellige kombinationer af cases. De anvendte emissionsfaktorer går på tværs af alle energiteknologier og er angivet i tabellerne nederst i dette afsnit.

### Antagelser for vindteknologi

Den danske eksport af vindteknologi består af dele og komponenter til vindmøller bredt set. Det antages, at de materielle omkostninger ved en vindmølle inkl. tilslutninger er repræsentative for denne eksport, og der er derfor anvendt data for en stor havvindmølle samt en stor landvindmølle fra teknologikatalogerne (ENS, 2022) til at definere et interval for den potentielle reduktion af drivhusgasser foranlediget af dansk eksport af grøn vindteknologi. I data indgår også omkostninger til kabler og nettilslutninger.

Som alternativ til el leveret fra dansk eksport af vindkraft antages el leveret fra det pågældende lands eksisterende elproduktion. Således er der regnet med at dansk eksport af vindkraft fortrænger el svarende til det gennemsnitlige elmiks i modtagerlandene. Samme

<sup>3</sup> (ENS, 2021) og (ENS, 2021b)

antagelse bliver gjort for andre teknologier. Uddybning omkring beregning af emissionsfaktoren for det gennemsnitlige elmiks gennemgås længere nede. Der anvendes levetider på 27 år for både landvind og havvind jf. teknologikatalogerne (ENS, 2022).

### Antagelser for bioenergiteknologi

Eksporten af bioenergiteknologi indeholder, som beskrevet i afsnit 4.2 omkring energi- og miljøteknologiekspert, al eksport, der vedrører el- og varmeproduktion baseret på bio-brændsler samt produktion af biogas. Derfor er der til brug for beregningen af potentiel CO<sub>2</sub>-reduktion relateret til grøn, dansk eksport af bioteknologier anvendt cases for komplette produktionssystemer indenfor disse teknologer baseret på data fra teknologikatalogerne<sup>4</sup>. Der er tale om tre cases for produktionssystemer, der rent metodisk antages at repræsentere dansk eksport af bioteknologi samt fem cases for alternativet (ingen dansk eksport), vist i Tabel 3:

1. Et middelstort træpillefyret biomassekraftvarmeverk hvor det antages at alternativerne, der fortrænges, er el og varmeproduktionen baseret på både på kul og fossil naturgas i form af kraftvarme.
2. Et biogasproduktionsanlæg, hvor det antages, at alternativet der fortrænges med den producerede biogas er fossil naturgas
3. Et træpillefyret i et eksisterende enfamiliehus, hvor det antages, at der fortrænges olie

*Tabel 3: Teknologier og deres reduktion indenfor bioenergiteknologi*

Teknologi	Levetid, år	Antaget fortrængt energi
Kraftvarme	25	Fossil gas
Kraftvarme	25	Kul
Biogasanlæg	20	Fossil gas
Træpillefyret	20	Individuel opvarmning med fossil gas

Kilde: (ENS, 2022), (ENS, 2022a) og (ENS, 2021b)

### Antagelser for øvrig energiteknologi

I eksporten af den øvrige, grønne energiteknologi indgår teknologier til mange forskellige formål jf. afsnittene omkring dansk, grøn eksport. Det er udfordrende at få repræsenteret alle typer på baggrund af data fra teknologikatalogerne<sup>5</sup>, og for at simplificere er det valgt, at tage udgangspunkt i de data som forligger og som vurderes indenfor kategorien: kommercielle solcelleanlæg og individuelle luft-vand varmepumper (se Tabel 4):

1. Kommercielt solcelle-taganlæg hvor det antages at alternativer, der fortrænges, er eksisterende elproduktion svarende til det gennemsnitlige elmiks.
2. Kommercielt solcelle-markanlæg, hvor det ligeledes antages at fortrænge emissioner svarende til det gennemsnitlige elmiks.

<sup>4</sup> (ENS, 2022), (ENS, 2022a) og (ENS, 2021b)

<sup>5</sup> (ENS, 2022) og (ENS, 2021b)



3. Individuel luft-vand varmepumpe, hvor det antages at alternativet, der fortrænges er individuel opvarmning med olie eller naturgas. I disse beregninger indgår desuden udledninger forårsaget af elforbruget til varmepumperne.

*Tabel 4: Teknologier og deres reduktion indenfor øvrig energiteknologi*

Teknologi	Levetid, år	Antaget fortrængt energi
Stort solcelleanlæg, tag	35	Elmiks
Stort solcelleanlæg, mark	35	Elmiks
Individuel varmepumpe	16	Individuel opvarmning med fossil gas
Individuel varmepumpe	16	Individuel opvarmning med fossil olie

Kilde: (ENS, 2022) og (ENS, 2021b)

#### Emissionsfaktorer for el som dansk eksport fortrænger eller forbruger

For at kunne beregne reduktionsfaktorerne skal der gøres antagelser omkring drivhusgasudledningerne fra den fortrængte energi i alternativet til dansk grøn eksport i form af emissionsfaktorer. Dette afsnit omhandler emissionsfaktorer for den el, som de elproducerende, grønne teknologier fortrænger eller som de forbruger (gælder for den individuelle varmepumpe).

En påvirkning af elproduktionen, ved fx installation af en vindmølle, vil have både kortsigtede og langsigtede effekter, idet vindmøllen fortrænger elproduktion fra andre kilder. På kort sigt vil elproduktionen på eksisterende anlæg nedjusteres, fx på gas og kulkraft. Samtidig kan opstilling af en vindmølle betyde, at kommende opstilling af produktionskapacitet udskydes, det kan fx være investering i vind- og solkraft. Påvirkningen på brændselsmikset til elproduktion ved opstilling af ny kapacitet kan altså ramme bredt ift. hvilke typer produktion, der fortrænges.

For at indfange, at påvirkningen på brændselsmikset potentielt rammer bredt anvendes det pågældende lands gennemsnitlige emissionsfaktor til at opgøre det miks af elproduktion der fortrænges. Dette er en forsimpning af de virkelige forhold, hvor der kan være anlæg i det eksisterende elmiks, der hverken justeres eller hvis kapacitet er uændret på trods af påvirkningen af elproduktionen fra dansk eksport af grøn teknologi. Men udgangspunktet i det pågældendes lands gennemsnitlige emissionsfaktor betyder, at beregningerne er knyttet til specifikke elsystemer, hvor påvirkningen indgår og samtidig afspejler både kortsigtede og langsigtede effekter.

De anvendte emissionsfaktorer til beregning af reduktionsfaktorer er angivet for forskellige teknologier i tabel 5. For at give de mest retvisende emissionsfaktorer tages udgangspunkt i de gennemsnitlige emissionsfaktorer for el fra top 10 over eksportlande indenfor teknologikategorierne, som omtalt i afsnit 4.2 og vist i Tabel 13. Dvs. at der anvendes data på emissioner for 10 forskellige lande for hver af de tre teknologikategorier, hvor der vægtes i forhold til eksportfordelingen.

Der tages udgangspunkt i de enkelte landes emissionsfaktorer for el fra IEA, som senest er opgjort for 2020. Disse nedskrives over tid i henhold til landenes udmeldinger omkring CO<sub>2</sub>-neutral elproduktion. I tabel 5 er angivet de omfattede landes emissionsfaktorer i 2020, deres målsætningsår for CO<sub>2</sub>-neutral elproduktion samt kilden herfor. Der interpoleres lineært imellem emissionsfaktoren for 2020 og det CO<sub>2</sub>-neutrale målsætningsår, og på baggrund af disse tidsserier for emissioner beregnes for hvert land en gennemsnitlig emissionsfaktor for alle teknologierne, hvor levetiderne for hver enkelt teknologi sætter rammen.

*Tabel 5: Emissionsfaktorer og CO<sub>2</sub>-neutral elproduktion*

Land	Emissionsfaktor i 2020	CO <sub>2</sub> -neutral elproduktion	Kilde for CO <sub>2</sub> -neutral elproduktion
Storbritannien	193	2035	(BBC, 2021)
Tyskland	320	2035	(Euractiv, 2022)
Sverige	21	2040	(SE, u.d.)
Holland	308	2050	(IEA, 2022)
USA	352	2035	(Ember, 2021)
Taiwan	550	2050	(Taiwan, 2022)
Finland	74	2035	(IEA, 2022)
Norge	7	2050	(EU, 2022)
Kina	617	2060	(IEA, 2021)
Frankrig	51	2035	(Ember, 2021)
Polen	635	2050	(EU, 2022)
Italien	266	2035	(Ember, 2021)

**Kilde:** Emissionsfaktorene for 2020 er fra IEA. **Anm.:** For Norge er anvendt 2050 som år for CO<sub>2</sub>-neutral elproduktion, hvilket passer med EU's målsætning.

Tabel 6 viser at vindteknologi har den laveste emissionsfaktor, hvilket dels skyldes, at den gennemsnitlige, landevægtede emissionsfaktor er lavere end for de andre teknologikategorier, og dels at vindmøllerne har en relativ lang levetid. Indenfor øvrig energiteknologi ses der stor variation grundet forskellig vægtning af lande (ud fra hvor eksporten går til) og forskellige levetider (emissionen i elsystemet bliver mindre jo længere frem i tid teknologien lever). Emissionsfaktoren for varmepumpe ligger betydelig over dem for solceller. Det hænger sammen med de store forskelle i levetider jf. tabel 2, 3, og 4.

*Tabel 6: Emissionsfaktorer for el*

Teknologi	Teknologikategori	Kg CO <sub>2</sub> /MWh
Vindkraft	Vindteknologi	106
Biokraftvarme	Bioenergiteknologi	167
Solceller, mark	Øvrig energiteknologi	129
Solceller, tag	Øvrig energiteknologi	143
Varmepumpe (forbrug)	Øvrig energiteknologi	261

**Kilde:** Energistyrelsens beregninger pba. IEA og øvrige kilder jf. tabel 5

Emissionsfaktorerne anvendes både til at beregne potentialet for reduktioner i hele teknologiens levetid og for et gennemsnitligt år.

#### Emissionsfaktorer for individuel opvarmning som dansk eksport fortrænger

For at kunne beregne reduktionsfaktorerne skal der gøres antagelser omkring drivhusgasudledningerne fra den fortrængte energi i alternativet til dansk grøn eksport i form af emissionsfaktorer. Dette afsnit omhandler emissionsfaktorer for den individuelle opvarmning som eksport af fjernvarmeteknologi og varmepumpeteknologi fortrænger

Til beregninger af reduktionsfaktorer, hvor der antages fortrængning af individuel opvarmning, er der taget udgangspunkt i et varmeforbrug i et standardhus på 65 GJ/år. Der anvendes emissionsfaktorer fra Energistyrelsens årsstatistik og virkningsgrader jf. teknologikatalogerne (ENS, 2021b) til at beregne emissionsfaktorerne angivet i Tabel 7. Som det ses, er emissionsfaktoren fra kul væsentligt højere end for olie og gas. Dette skyldes den meget lave effektivitet, som er antaget, baseret på information for Tyrkiet og Polen.

*Tabel 7: Emissionsfaktorer ved individuel opvarmning*

Fortrængt energi	Emissionsfaktor brændsel kg CO <sub>2</sub> /GJ	Virkningsgrad	Emissionsfaktor teknologi ton CO <sub>2</sub> /standardhus/år
Fossil gas	56	0,95	3,8
Olie	74	0,92	5,2
Kul	94	0,50	12,3

Kilde: (ENS, 2021b)

#### Emissionsfaktorer for fjernvarmeproduktion og gas som dansk eksport fortrænger

Ud over emissioner fra individuel opvarmning og i elproduktionen, er der i beregningerne også anvendt emissioner ved fortrængning af fossil kraftvarme til fordel for CO<sub>2</sub>-neutral biomassekraftvarme. Til beregning af disse er der anvendt data fra teknologikatalogerne (ENS, 2022) og antaget at den fortrængte kraftvarme opnås ved at reducere produktionen med samme mængde varme og el som biomassekraftvarmen leverer.

/

Tabel 8 er de resulterende emissionsfaktorer angivet for fjernvarmeproduktion som dansk eksport fortrænger.

*Tabel 8: Emissionsfaktorer ved biomassekraftvarme*

Fortrængt energi	Emissionsfaktor brændsel kg CO <sub>2</sub> /GJ	Emissionsfaktor pr. varmeproduktion kg CO <sub>2</sub> /MWh varme
Fossil gas	56	424
Kul	94	216

Kilde: (ENS, 2022)

Anm.: Emissionsfaktor pr. varmeproduktion indebærer også en dertilhørende elproduktion

For eksport af biogasteknologi antages det at biogas erstatter fossilt naturgas, og som emissionsfaktor for dette er anvendt 56 kg/GJ gas.

### *3.3.3 Primære datakilder*

Den bærende kilde til teknologidata til beregning omkostninger såvel som emissioner for cases er Energistyrelsen og Energinets teknologikataloger. Dertil kommer input til opgørelse af gennemsnitlige emissionsfaktorer for el i specifikke lande fra IEA. Endelig bør det nævnes, at tal for værdien af eksporten fordelt på teknologikategorier og lande som nævnt i afsnit 3.2 stammer fra Eurostat.

## 4. Resultater og analyse

Dette afsnit uddyber hovedresultaterne fra afsnit 2. Først foldes resultaterne om drivhusgasudledninger fra dansk eksport ud, og ser bl.a. nærmere på vores største eksportmodtagere. Derefter foldes resultaterne om værdien af grøn dansk eksport ud ved bl.a. at se på udviklingen over tid og de største eksportmodtagere af dansk eksport af grøn miljø- og energiteknologi samt -service. Endelig udfolder det tredje afsnit potentialet for CO<sub>2</sub>-reduktioner fra dansk, grøn eksport ved bl.a. at gennemgå resultater for teknologikategoriernes spænd for potentialer og uddybe konkrete cases.

### 4.1 Drivhusgasudledninger fra dansk eksport

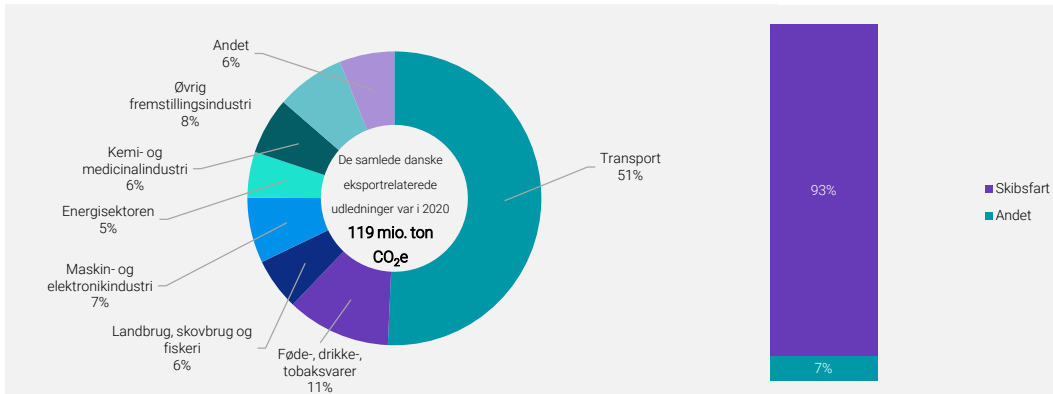
Dette afsnit uddyber afsnit 2 om resultater for drivhusgasudledninger fra dansk eksport. Afsnittet ser nærmere på 1) udledninger fra dansk eksport fordelt på branchegrupper, 2) udledninger fra dansk eksport fordelt på de tre undergrupper af eksport, 3) vores største handelspartnere, 4) drivhusgasintensiteten af dansk eksport og 5) en sammenligning med resultaterne fra GA21.

#### 4.1.1 Udledninger fra dansk eksport fordelt på branchegrupper

Figur 13 viser en oversigt over hvor stor en andel af udledninger fra dansk eksport som de enkelte danske branchegrupper leverancer tegner sig for. Figuren viser de branchegrupper, som er sidste led inden varer og serviceydelser eksporteres til udlandet. Det vil sige, at de udledninger som er forbundet med input fra andre brancher er indlejret i udledningerne fra den branche, som er sidste led inden eksporten. I opgørelsen indgår dermed både danske og udenlandske udledninger.

Figur 13 viser, at transport står for 51 pct. af udledningerne fra dansk eksport. Langt størstedelen (93 pct.) af de udledninger fra transport stammer fra skibsfarten. Det svarer til 47 pct. af de samlede udledninger fra dansk eksport. Når eksporten af skibsfart for Danmark er høj skyldes det, at danske rederier spiller en stor rolle i fragten af varer på verdenshavene. Den fragt betragtes som eksport så længe, at skibene ikke transporterer varer, som forbruges i Danmark. Efter transporten tegner føde-, drikke- og tobaksvareproduktionen sig for næst flest udledninger med 11 pct. Her er det særligt mejeribranchen og slagteribranchen, som der står for udledningerne. Herefter følger en række branchegrupper som fylder mellem 5 pct. og 8 pct. af udledningerne fra dansk eksport. Det gælder bl.a. landbrug, skovbrug og fiskeri.

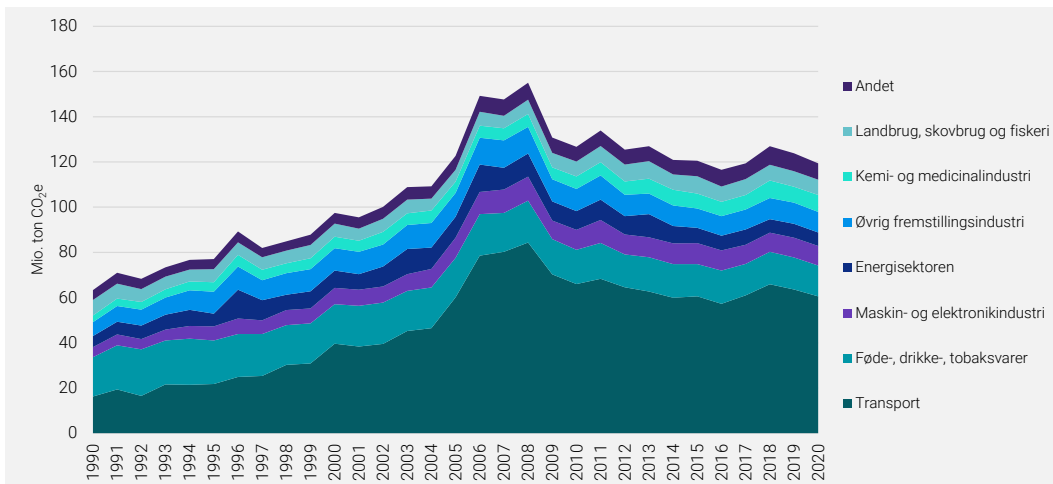
Figur 13: Udledninger fra dansk eksport fordelt på branchegrupper for 2020 (pct.)



**Kilde:** Energistyrelsen. **Anm.:** Energisektoren dækker i brancheinddelingen over råstofudvinding, olieraffinaderier, elforsyning, gasforsyning og varmforsyning.

Figur 14 viser udviklingen af udledninger fra danske eksport fordelt på danske branchegrupper i perioden 1990 til 2020. Transportbranchen har oplevet den største stigning i udledninger fra dansk eksport og udgør i 2020 ca. halvdelen af udledningerne. Udviklingen er drevet af en markant stigning i udledninger fra dansk eksport knyttet til skibsfart.

Figur 14: Udledninger fra dansk eksport fordelt på branchegrupper i perioden 1990 til 2020



**Kilde:** Energistyrelsen.

#### 4.1.2 Drivhusgasudledninger fra dansk eksport fordelt på tre undergrupper af eksport

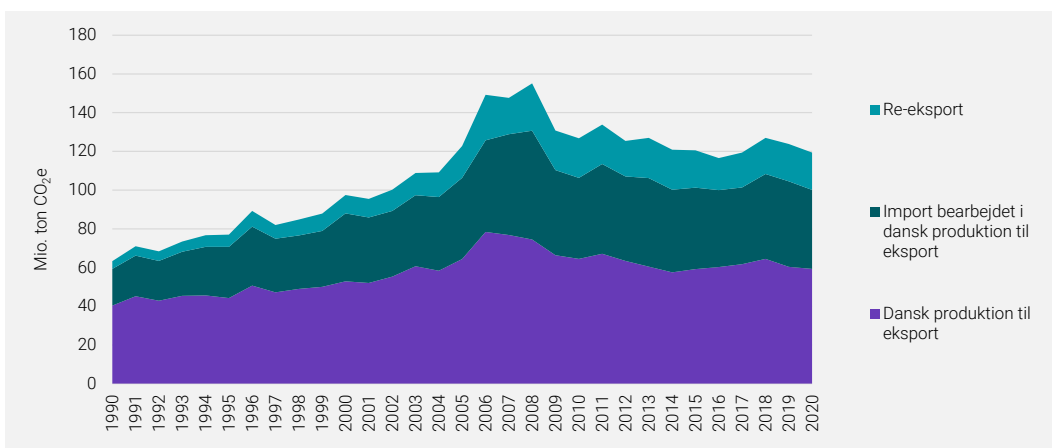
Som beskrevet i Figur 10, kan drivhusgasudledninger fra dansk eksport opdeles i tre undergrupper: 1) dansk produktion til eksport, 2) import bearbejdet i dansk produktion til eksport og 3) re-eksport.

Figur 15 viser fordelingen af udledninger fra danske eksport fordelt på de tre undergrupper i perioden 1990 til 2020. Figuren viser, at i 2020 stammer ca. halvdelen af udledningerne fra dansk eksport fra ren dansk produktion (uden import). Det vil sige, at der er tale

om danske udledninger. Den anden halvdel er udenlandske udledninger, hvor størstedelen (ca. 34 pct.) stammer fra udledninger relateret til import, som bearbejdes videre i dansk produktion, mens en mindre del (ca. 16 pct.) stammer fra re-eksport.

Figuren viser også, at drivhusgasudledninger fra alle tre undergrupper har været støt stigende frem til 2008. De seneste ca. 10 år har fordelingen af drivhusgasudledninger mellem de tre undergrupper været relativt stabil.

Figur 15: Drivhusgasudledninger fra dansk eksport fordelt på undergrupper i perioden 1990 til 2020



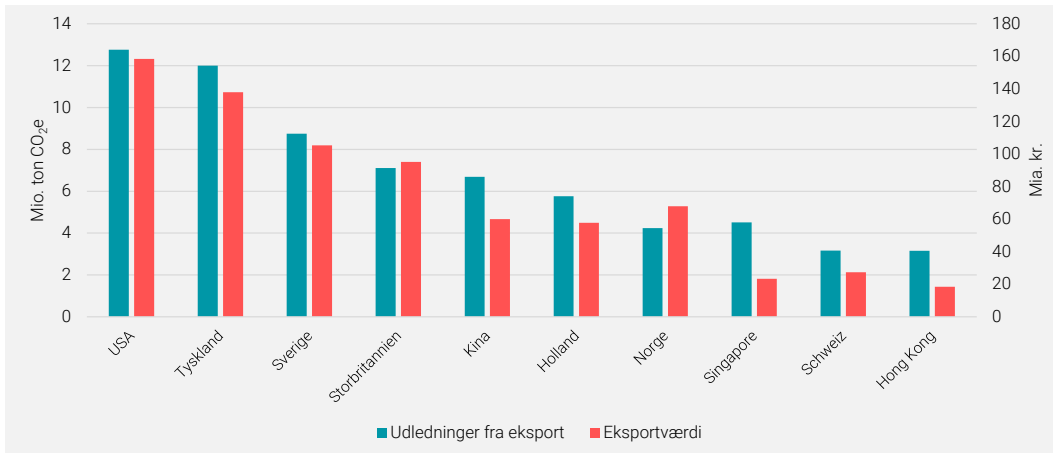
Kilde: Energistyrelsen.

#### 4.1.3 Danmarks største eksportmarkeder

Figur 16 stiller skarpt på de 10 lande, som aftog den største del af de danske udledninger relateret til eksport i 2020 samt dansk eksport til de 10 lande i kroner og ører. Samlet dækker de 10 lande ca. 57 pct. af de danske udledninger fra eksport (svarende til ca. 68 mio. ton CO<sub>2</sub>e). Figuren viser, at USA er det land, hvor dansk eksport giver anledning til flest udledninger med ca. 13 mio. ton CO<sub>2</sub>e. Det svarer til knap 11 pct. af de samlede udledninger fra dansk eksport. Tyskland følger efter med ca. 12 mio. ton CO<sub>2</sub>e. Vores skandinaviske nabolande Sverige og Norge tegner sig for hhv. knap 9 mio. ton CO<sub>2</sub>e og ca. 5 mio. ton CO<sub>2</sub>e.

De fire lande (USA, Tyskland, Sverige og Storbritannien) hvor dansk eksport er forbundet med flest udledninger er også de fire største eksportlande målt i økonomisk værdi. Omvendt er eksporten til Norge og Storbritannien mindre udledningstung, end tilfældet er for eksporten til Kina og Holland. Singapore og Hong Kong ligger ikke blandt Danmarks 10 største eksportmarkeder målt i kroner og ører.

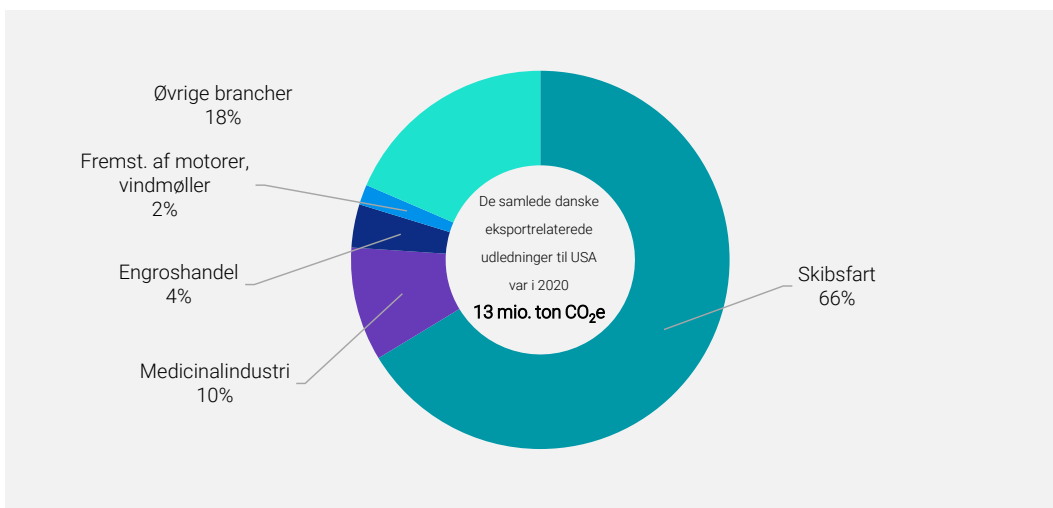
Figur 16: Overblik over de 10 lande, som aftog flest udledninger fra dansk eksport samt eksportværdien til de 10 lande i 2020



Kilde: Energistyrelsen.

Danmarks to største modtagere – både målt i udledninger fra dansk eksport og i eksportens værdi – er USA og Tyskland. Figur 17 viser udledningerne fra dansk eksport til USA fordelt på danske brancher for 2020. Figuren viser, at størstedelen af udledningerne fra danske eksport til USA stammer fra skibsfart (66 pct.). Derudover stammer en betydelig del fra medicinalindustrien (10 pct.), mens engroshandlen står for 4 pct. og fremstilling af motorer og vindmøller for 2 pct. De resterende 18 pct. kommer fra de øvrige 113 danske brancher.

Figur 17: Danske eksportrelaterede udledninger til USA fordelt på eksportbrancher for 2020 (pct.)

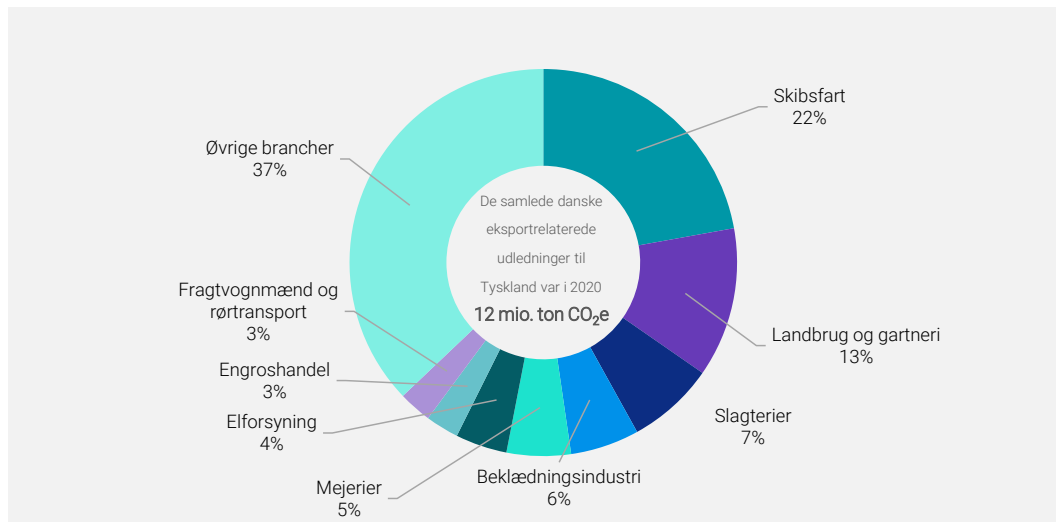


Kilde: Energistyrelsen. Anm.: Fordelingen er baseret på 117 brancher. Kategorien "Øvrige brancher" dækker over de resterende 113 danske brancher.



Figur 18 viser samme opgørelse for Danmarks næststørste aftager af udledninger fra dansk eksport, Tyskland. Udledningerne fra dansk eksport til Tyskland er lidt mere jævnt fordelt ud over brancher, end tilfældet er for USA. Skibsfart udgør også her den største post med 22 pct., mens landbrug og gartneri følger efter med 13 pct. Slagterier og mejerier står for hhv. 7 pct. og 5 pct. Beklædningsindustrien tegner sig for 6 pct., elforsyning for 4 pct. og engroshandel for 3 pct. Endelig udgør fragtvognmænd og rørtransport, det vil sige primært lastbilskørsel, ligeledes 3 pct. De resterende 37 pct. af udledningerne fra dansk eksport til Tyskland stammer fra de øvrige 109 danske brancher.

Figur 18: Danske eksportrelaterede udledninger til Tyskland fordelt på brancher for 2020 (pct.)



**Kilde:** Energistyrelsen. **Anm.:** Fordelingen er baseret på 117 brancher. Kategorien "Øvrige brancher" dækker over de resterende 109 danske brancher.

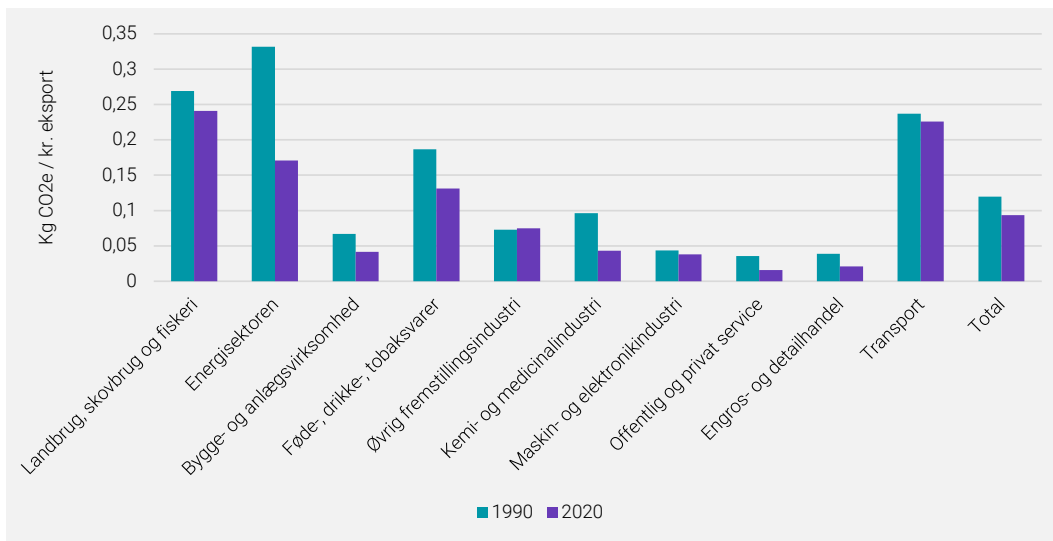
#### 4.1.4 Drivhusgasintensiteten i dansk eksport

Drivhusgasintensiteten kan sige noget om, hvor udledningstunge leverancerne fra en branche er. Dvs. om der udledes mange eller få drivhusgasser ift. den værdi, der eksporteres for. Det er vigtigt at have for øje, at drivhusgasintensiteten her er beregnet som kg CO<sub>2</sub>e pr. eksportkrone. Det betyder, at værdien af et produkt påvirker drivhusgasintensiteten. Et stort prisfald kan dermed også føre til en højere drivhusgasintensitet, samtidig med at dyre produkter vil kunne give en lavere drivhusgasintensitet, end hvis man beregnede det fx pr. producerede kg. Det er også vigtigt at have for øje, at udledningerne i de enkelte brancher både indeholder danske og indlejrede udenlandske drivhusgasudledninger. Ændringer i drivhusgasintensiteten kan derfor både skyldes ændringer i hhv. den danske og udenlandske produktion.

Figur 19 viser drivhusgasintensiteten i dansk eksport beregnet som kg CO<sub>2</sub>e pr. eksportkrone fordelt på branchegrupper i henholdsvis 1990 og 2020. De højeste drivhusgasinten-

siteter i 2020 findes i landbrug, skovbrug og fiskeri og transport. Derefter følger energisektoren og føde-, drikkevarer og tobaksindustrien. Figuren viser også, at drivhusgasintensiteten i dansk eksport totalt set, og for alle branchegrupper undtagen øvrig fremstillingsvirksomhed, er faldet fra 1990 til 2020. Det største fald i drivhusgasintensiteten er sket i energisektoren, som har ca. halveret sin drivhusgasintensitet i perioden. Det skyldes, at dansk energiproduktion er blevet væsentligt mindre klimabelastende.

Figur 19: Drivhusgasintensiteten i dansk eksport fordelt på branchegrupper i 1990 og 2020



**Kilde:** Energistyrelsen. **Anm.:** Eksportværdien er baseret på faste 2020-priser.

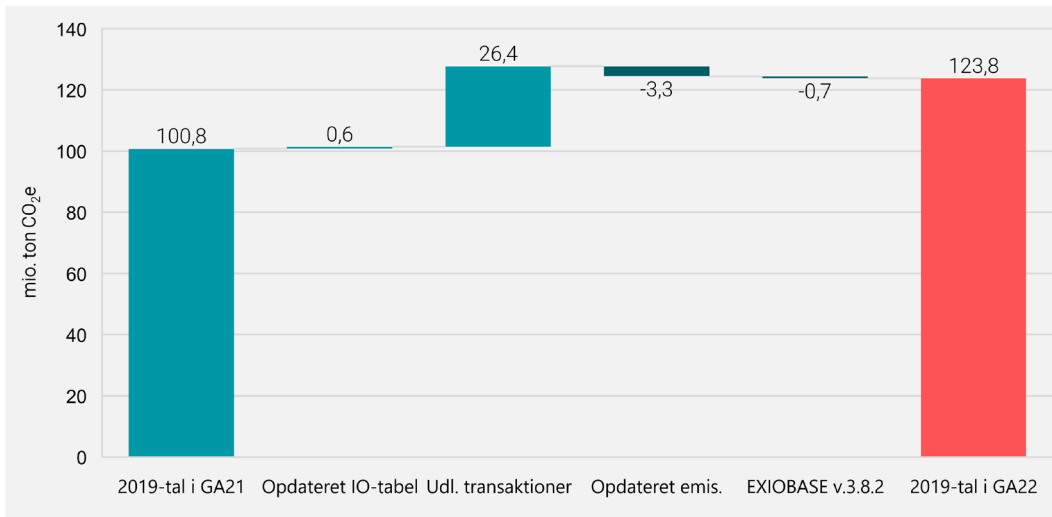
#### 4.1.5 Sammenligning ift. GA21

I GA21 var udledningerne fra dansk eksport i 2019 beregnet til ca. 100 mio. ton CO<sub>2</sub>e. I GA22 er udledningerne fra dansk eksport for 2019 beregnet til ca. 124 mio. ton CO<sub>2</sub>e. Det skyldes datamæssige forbedringer i beregningsmodellen. Sammenlignet med GA21 er der sket datamæssige forbedringer på fire områder:

1. Opdateret IO-tabel
2. Opdateret fordeling af udenlandske transaktioner i IO-tabellen
3. Opdateret emissionsregnskab
4. Opdateret version af EXIOBASE (fra 3.8.1 til 3.8.2)

Betydningen af de enkelte datamæssige forbedringer for opgørelsen af udledninger fra dansk eksport fremgår af Figur 20. Figuren viser, at den store forskel i de to 2019-tal primært skyldes en ændring i Danmarks Statistiks opgørelse af udenlandske transaktioner i IO-tabellen, hvor bl.a. danske skibes bunkring og udgifter i fremmede havne er placeret under branchen skibsfart i stedet for i en selvstændig matrice i IO-tabellen. Dermed var disse økonomiske transaktioner fejlagtigt ikke lagt til dansk eksport i GA21. Der er altså ikke tale om en reel stigning i drivhusgasudledningerne fra dansk eksport på 24 mio. ton, men en korrektion af tallene. De øvrige datamæssige forbedringer har en væsentlig mindre betydning for resultatet.

Figur 20: Betydning af datamæssige forbedringer af opgørelsen af udledninger fra dansk eksport



Kilde: Energistyrelsen.

## 4.2 Værdien af dansk eksport af grønne løsninger

I dette afsnit bliver resultaterne omkring den grønne eksport fra afsnit 2.2 udfoldet yderligere.

### 4.2.1 Eksport af grøn energi- og miljøteknologi

I Figur 6 i afsnit 2 blev vist hvordan den grønne energiteknologiekseport fordelte sig imellem de fire typer teknologier: fjernvarme, bioenergi, vindenergi og øvrig. I Tabel 9 gengives disse tal for 2021 sammen med data fra de tre foregående år. Som det ses, har vindteknologi de sidste fire år udgjort langt størstedelen af den grønne energiteknologiekseport, og den store stigning fra 2018 til 2019, som Figur 5 viste, kan også i høj grad forklares med øget eksport af vindteknologi. Eksporten af grøn fjernvarme har derimod været meget stabil gennem de sidste fire år, mens grøn eksport af bioteknologi har været svagt stigende med et fald i 2020. Eksporten af øvrig grøn energiteknologi steg fra 2018 til 2019, og har ligget stabilt i de to efterfølgende år.

Tabel 9: Fordeling af grøn eksport af energiteknologier efter type

Mia. kr.	2018	2019	2020	2021
Fjernvarme	2,2	2,2	2,1	2,3
Bio	9,3	9,5	8,8	9,9
Vind	43,1	52,6	42,4	42,6
Øvrige teknologier	9,9	10,5	10,3	10,4
<b>Samlet grøn energiteknologiekseport</b>	<b>64,3</b>	<b>74,8</b>	<b>63,6</b>	<b>65,2</b>

Kilde: (Eurostat, 2022) og egne beregninger

Ann.: Kategoriseringen for teknologityper blev foretaget med udgangspunkt i 2018-eksporten, og der ses derfor ikke længere tilbage end 2018 i denne opdeling.

Eksporten af grøn teknologi inden for vindenergi består primært af dele til vindmøller, herunder generatorer, dele til elektriske motorer, tårne- og gittermasker, gearkasser og glasfiber. Grøn energiteknologi inden for fjernvarme omfatter, fjernvarmerør, varmeudvekslere og cirkulationspumper, mens grøn energiteknologi inden for bioenergi omfatter dele til større biomasse- og biogasanlæg, samt individuelle fyr og miniovne til træ og halm.

Eksporten af øvrig grøn energiteknologi vedrører alt, hvad der ikke kan relateres til vindenergi, fjernvarme eller bioenergi. Bl.a. isolering, energilagring, teknologi til vandkraft og solceller samt dele til individuelle varmepumper. Desuden energibesparende produkter som fx automatisk regulering af varme, vand og elforbrug samt isolering og energiruder.

Figur 6 viste fordelingen af eksport af grøn miljøteknologi i 2021 på de tre typer miljøteknologi: renluft, vand og affald. Tabel 10 viser den samme fordeling sammen med fordelingen for 2018-2020. Vandteknologi udgør i alle årene klart den største andel af den samlede eksport af miljøteknologi, og eksporten af den har været stabil over årene. Eksporten af grøn affaldsteknologi har ligeledes ligget stabilt over perioden, mens grøn renluftteknologi lå lidt højere i 2019 og 2020 end i 2018 og 2021.

*Tabel 10: Fordeling af grøn eksport af miljøteknologier efter type*

Mia. kr.	2018	2019	2020	2021
Renluft	6,3	6,9	6,8	6,2
Vand	14,0	14,8	14,8	15,2
Affald	0,8	0,9	0,9	0,9
<b>Samlet grøn miljøteknologiekspport</b>	<b>18,6</b>	<b>19,6</b>	<b>19,6</b>	<b>19,7</b>

**Kilde:** (Eurostat, 2022) og egne beregninger

**Anm.:** Kategoriseringen for teknologityper blev foretaget med udgangspunkt i 2018-eksporten, og der ses derfor ikke længere tilbage end 2018 i denne opdeling. Grundet overlap i eksporten af renluftteknologi, vandteknologi og affaldsteknologi summer disse ikke til den samlede eksport af miljøteknologi.

Eksporten af miljøteknologier inden for vand relaterer sig til den brede vandsektor, herunder fx alt inden for kloakering og spildevandshåndtering, og omfatter bl.a. cirkulationspumper, måleudstyr, centrifuger, dykpumper, dele til spildevandsfiltre og væskepumper samt ventiler og haner. Desuden kloakrør og komponenter samt pumper til kloaksystemer. Miljøteknologi indenfor renluft omfatter bl.a. varmevekslere samt katalysatorer til brug for luftkvalitet mens eksport af grøn miljøteknolog inden for affald vedrører feje- og sugemaskiner, fragmenteret affald og skrot samt dele til affalds- og sorteringsanlæg.

#### 4.2.2 Eksport af grøn energi- og miljøservice

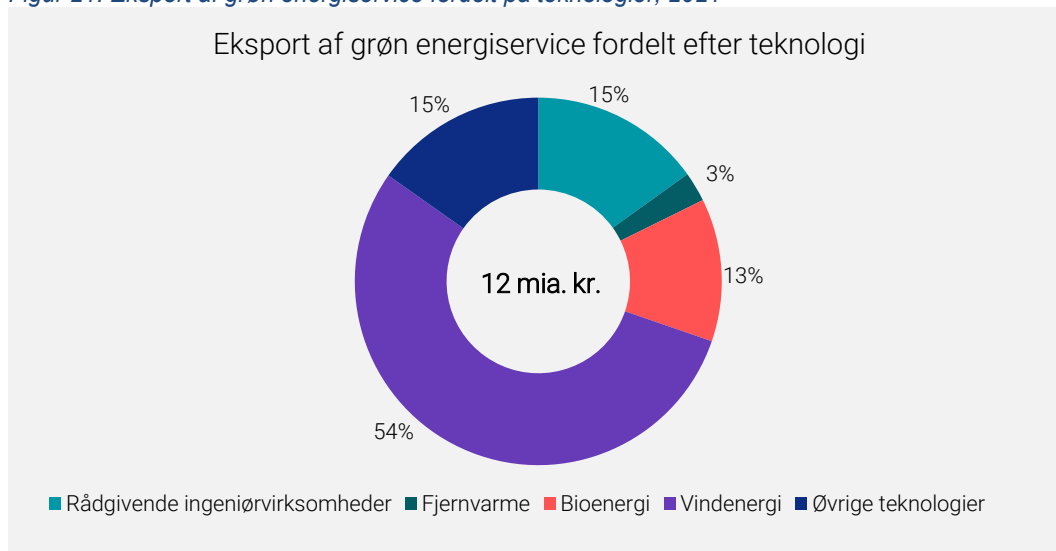
Udover eksport af grønne teknologier eksporterer Danmark også grønne services inden for miljø og energi, og som vist i Figur 7 har eksporten af disse været stigende siden 2010. Grøn miljø- og energiservice omfatter bl.a. servicering af de eksporterede, grønne varer samt rådgivning.

I Figur 21 er fordelingen af eksport for grønne energiservices for 2021 visualiseret og i

Tabel 11 er data for perioden 2018-2021 angivet. Dataene er detaljer for de energiservice-data, som blev vist i Figur 7. Eksporten af energiservices er fordelt ud på samme teknologityper, som eksporten af energiteknologi ovenover; fjernvarme, bio, vind og øvrig. Dertil kommer serviceeksporten fra rådgivende ingeniørvirksomheder.

Som det ses af Figur 21, udgjorde eksport af service indenfor vindteknologi med 6,5 mia. kr. i 2021 over halvdelen af den grønne, danske energiserviceeksport. Af Tabel 11 ses, at dette har været gældende igennem de sidste fire år. Energiservice relateret til øvrige teknologier var i 2021 på 1,8 mia. kr. og har igennem de sidste fire år udgjort omkring 10-15 pct. af den samlede grønne serviceeksport indenfor energi. Energiservice relateret til fjernvarme, bioenergi og rådgivende ingeniørvirksomheder udgjorde med samlet 3,6 mia. kr. i eksport i 2021 30 pct. af den samlede serviceeksport indenfor energiteknologi.

Figur 21: Eksport af grøn energiservice fordelt på teknologier, 2021



Kilde: Energistyrelsens beregninger på baggrund af data fra Danmarks Statistik

Af Tabel 11 ses desuden at den grønne serviceeksport indenfor særligt vindteknologi er faldet i 2018-2021, mens den grønneserviceeksport indenfor rådgivende ingeniørvirksomheder har ligget stabilt. Heraf kan også konkluderes at faldet i den samlede danske grønne eksport af energiservice gennem de sidste 4 år særligt er drevet af et fald i eksporten af service indenfor vindteknologiservice. Det forventes, at faldet i serviceeksporten er sket som følge af covid-19 pandemien.

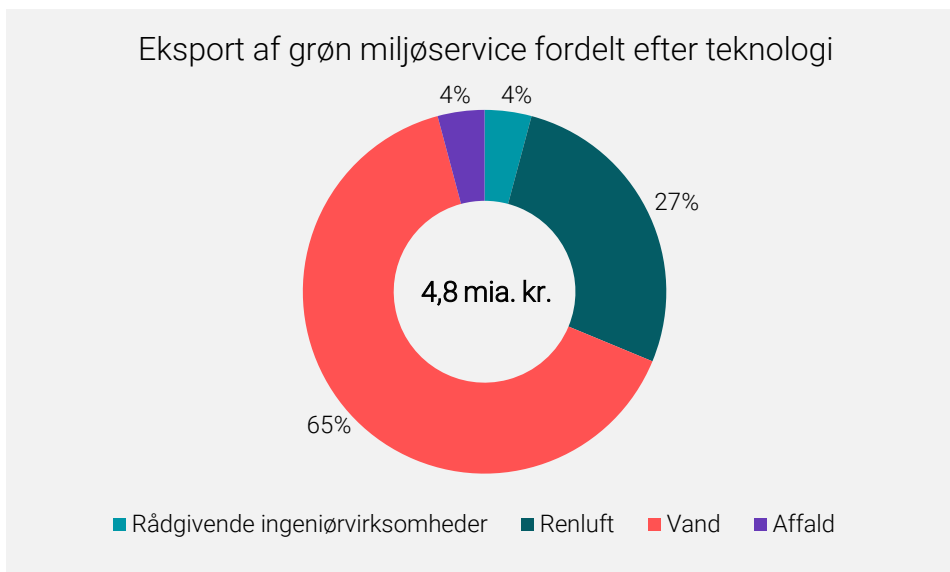
*Tabel 11: Fordeling af grøn eksport af energiservice efter teknologitype*

Mia. kr.	2018	2019	2020	2021
Fjernvarmeteknologi	0,4	0,6	0,4	0,3
Bioenergiteknologi	1,9	2,7	1,9	1,5
Vindenergiteknologi	12,9	12,8	9,5	6,5
Øvrige teknologier	1,9	2,5	2,0	1,8
Rådgivende ingeniørvirksomheder	1,8	1,7	1,8	1,8
<b>Den totale grønne energiserviceeksport</b>	<b>18,9</b>	<b>20,2</b>	<b>15,6</b>	<b>11,9</b>

Kilde: Energistyrelsens beregninger på baggrund af data fra Danmarks Statistik

Eksporten af service relateret til miljøteknologier er vist i Figur 22 og Tabel 12. Eksport af grøn service indenfor vandteknologi udgjorde med 3,1 mia. kr. ud af en samlet eksport på 4,8 mia. kr. den største andel af den samlede grønne serviceeksport indenfor miljøteknologier i 2021.

*Figur 22: Eksport af grøn, dansk miljøservice fordelt efter teknologi, 2021*



Kilde: Energistyrelsens beregninger på baggrund af data fra Danmarks

Af Tabel 12 ses, at serviceeksport indenfor vandteknologi har udgjort den største andel gennem de sidste fire år, og at den har været stigende over perioden. Eksporten af grøn service indenfor affaldsteknologi har været stabil over hele perioden, mens renluftteknologi har været stabil i perioden 2018-2020 for derefter at tage et lille hop ned i 2021.

*Tabel 12: Fordeling af grøn eksport af miljøservice efter teknologitype*

Mia. kr.	2018	2019	2020	2021
Rådgivende ingeniørvirksomheder	0,4	0,2	0,2	0,2
Renluftteknologi	1,4	1,4	1,4	1,3

Vandteknologi	2,9	3,0	3,0	3,1
Affaldsteknologi	0,2	0,2	0,2	0,2
<b>Den totale grønne miljøserviceeksport</b>	<b>4,9</b>	<b>4,8</b>	<b>4,8</b>	<b>4,8</b>

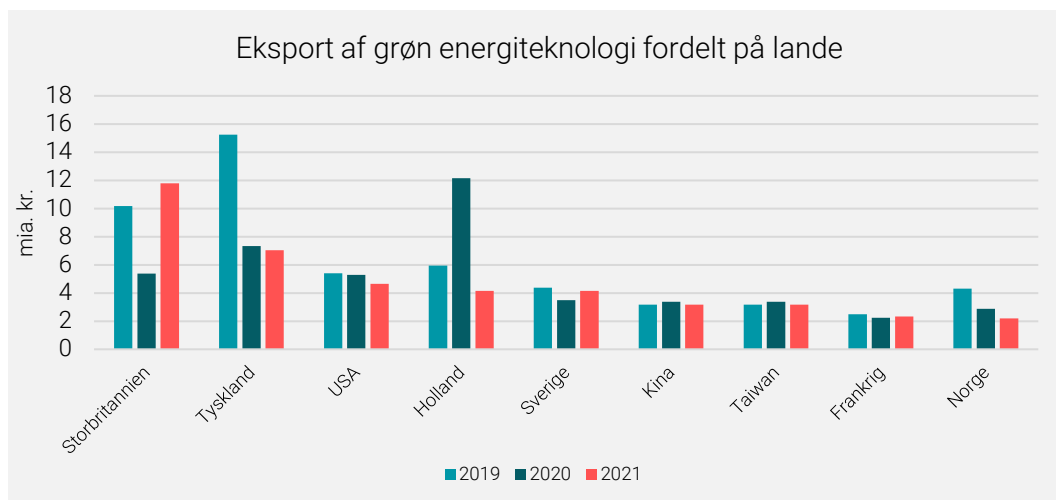
Kilde: Energistyrelsens beregninger på baggrund af data fra Danmarks

Anm.: Data er estimeret og vil blive opdateret med realiseret data inden offentliggørelsen af GA22. Den samlede eksport er estimeret på baggrund af eksporten af vandteknologiservice og fordelt i forhold til vareeksporten af miljø. Estimatet vil blive beregnet på baggrund af alle tre miljøteknologier til offentliggørelse.

#### 4.2.3 Eksportlande for energi og miljø

Den danske eksport af grøn energiteknologi og grøn miljøteknologi går til mange forskellige lande både inden- og udenfor EU. I Figur 23 er vist de 10 største eksportlande sammen med den samlede eksport af energiteknologi gennem de seneste tre år. Det ses at Storbritannien, Tyskland, USA og Holland har været Danmarks største eksportmarkeder indenfor grøn energiteknologi igennem de sidste 3 år. Det ses også at eksporten til især disse lande varierer meget fra år til år. Dette skyldes i stor udstrækning eksporten af vindteknologi, som i høj grad er store leveringer af eller til havvindmølleparker målt i værdi, og som naturligt vil give nogle store udsving.

Figur 23: Eksport af grøn energiteknologi fordelt på eksportlande



Kilde: (Eurostat, 2022) og egne beregninger

I Tabel 13 er de 10 største eksportlande indenfor de fire energiteknologier; fjernvarme, vind, bio og øvrig teknologi i 2021 angivet. Her ses, at Storbritannien var den absolut største importør af vindteknologi i 2021, og samtidig at Storbritannien primært importerede grøn vindteknologi fremfor øvrige grønne energiteknologier i 2021.

Tabel 13: Top 10 over lande for grøn energiteknologiekseport i 2021

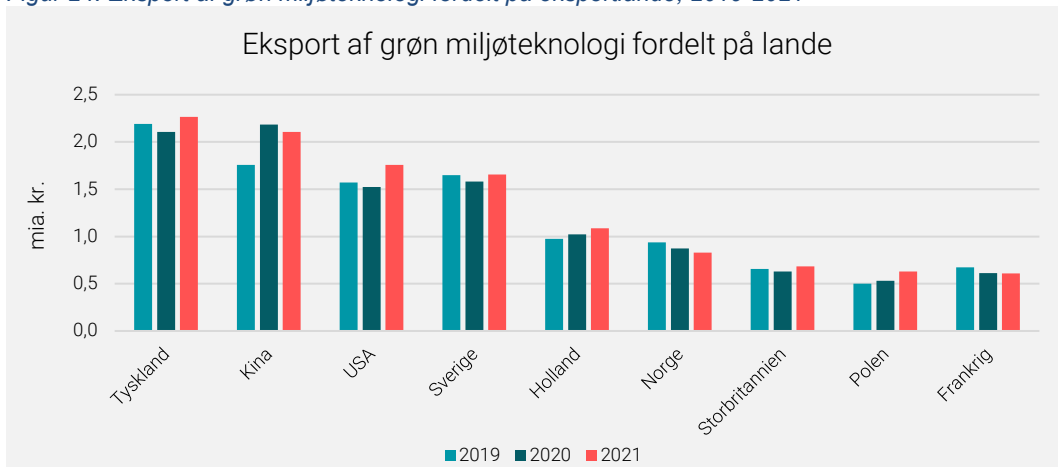
Fjernvarmeteknologi		Vindteknologi		Bioteknologi		Øvrig energiteknologi	
Land	Mia. kr.	Land	Mia. kr.	Land	Mia. kr.	Land	Mia. kr.

Tyskland	0,3	Storbritannien	10,7	Tyskland	1,4	Tyskland	1,3
Kina	0,2	Tyskland	4,0	Kina	0,8	USA	1,2
Taiwan	0,2	Holland	3,2	Taiwan	0,8	Kina	0,9
USA	0,2	Sverige	2,6	USA	0,8	Taiwan	0,9
Sverige	0,2	USA	2,5	Sverige	0,6	Sverige	0,7
Holland	0,1	Norge	1,3	Frankrig	0,6	Storbritannien	0,6
Norge	0,1	Kina	1,3	Holland	0,4	Polen	0,4
Frankrig	0,1	Taiwan	1,3	Norge	0,4	Holland	0,4
Storbritannien	0,1	Frankrig	1,2	Storbritannien	0,4	Frankrig	0,4
Polen	0,1	Polen	0,8	Polen	0,3	Norge	0,4

Kilde: (Eurostat, 2022) og egne beregninger

I Figur 24 er vist de 10 lande, hvortil der er blevet eksporteret den største værdi af miljøteknologi til igennem de sidste tre år samt værdien af eksporten til de enkelte lande. Tyskland er det land, som har importeret mest grøn, dansk miljøteknologi målt i værdi i 2021, men også Kina, USA og Sverige har været nogle af de større aftagere de seneste år. Sammenlignes med eksporten af grøn energiteknologi ses også, at eksporten af grøn miljøteknologi er mere stabil for de enkelte lande. Dette kan jf. ovenfor tilskrives eksporten af vindteknologi, som variere meget fra år til år i de enkelte lande.

Figur 24: Eksport af grøn miljøteknologi fordelt på eksportlande, 2019-2021



Kilde: (Eurostat, 2022) og egne beregninger

I Tabel 14 ses de største aftagerlande af de forskellige miljøteknologier: renluft, vand og affald. Ligesom for energiteknologi er det Tyskland, Kina, USA og Sverige som er de største importører af grøn, dansk miljøteknologi.

Tabel 14: Top 10 over lande for grøn miljøteknologiekspert, 2021

Renluftsteknologi	Vandteknologi	Affaldsteknologi
-------------------	---------------	------------------



Land	Mia. kr.	Land	Mia. kr.	Land	Mia. kr.
USA	0,7	Tyskland	1,9	Tyskland	0,13
Tyskland	0,5	Kina	1,8	USA	0,09
Kina	0,5	Sverige	1,4	Sverige	0,06
Sverige	0,4	USA	1,3	Holland	0,06
Rusland	0,3	Holland	1,0	Kina	0,05
Storbritannien	0,3	Norge	0,8	Norge	0,05
Italien	0,2	Frankrig	0,5	Storbritannien	0,05
Polen	0,2	Storbritannien	0,5	Italien	0,03
Holland	0,2	Polen	0,5	Frankrig	0,03
Frankrig	0,1	Italien	0,4	Polen	0,02

Kilde: (Eurostat, 2022) og egne beregninger

#### 4.2.4 Sammenligning ift. GA21

I forhold til GA21 er det i dette års GA medtaget eksport af service relateret til både grøn energiteknologi og grøn miljøteknologi. Derudover er teknologiekporten opdateret med både 2020 og 2021-data i forhold til GA21. De historiske data (2019 og tilbage) er desuden også blevet opdateret og kan derfor differentiere fra data i GA21.

### 4.3 Potentialet for CO<sub>2</sub>-reduktioner fra dansk, grøn eksport

I afsnit 2.3 blev hovedresultatet for potentialet for CO<sub>2</sub>-reduktioner i udlandet præsenteret ved et spænd. Dette spænd dækker over en række forskellige teknologiberegninger indenfor de fire energiteknologikategorier (fjernvarme, vind, bioenergi og øvrig), som bliver gennemgået i dette afsnit. Således udfolder dette afsnit hvad der ligger bag hovedresultatet i afsnit 2.3. Først gennemgås dog resultaterne for de reduktionsfaktorer, der som nævnt i afsnit 3.3 er kernen i at beregne potentialerne for reduktioner.

#### 4.3.1 Reduktionsfaktorer – CO<sub>2</sub>-reduktion pr. krone

For alle de anvendte teknologier, der er med til definere spændet indenfor hver energiteknologikategori, er der beregnet en såkaldt reduktionsfaktor. Denne faktor definerer hvor meget CO<sub>2</sub> teknologierne potentielt kan reducere med i eksportlandene. Reduktionsfaktoren er dermed af stor betydning først og fremmest for det reduktionsfaktor-spænd, der estimeres for hver teknologikategori, og dernæst for det resulterende potentiale for reduktion. Reduktionsfaktoren belyser for hver teknologi, potentialet for CO<sub>2</sub>-reduktionen for hver krone materialeudgift (dvs. ekskl. installation og transport).

Faktoren for ét år er et udtryk for hvor meget teknologien potentielt kan reducere udledningerne med i et gennemsnitligt år af teknologiens levetid, mens faktoren for hele levetiden viser hvad teknologien potentielt kan reducere udledningerne med i hele teknologiens levetiden. Det er antaget, at alternativet til den danske, grønne energiteknologiekspert er den samme i hele eksportens levetid med undtagelse af den elproduktion som evt. fortrænges eller forbruges. Som nævnt i afsnit 3.3 anvendes eksportlandenes gennemsnitlige elmiks for at fastlægge hvad der reduceres og der er taget højde for at elproduktionen

i udlandet bliver grønnere over tid. Derved vil dansk eksporteret vindkraft give en mindre reduktion i slutningen af sin levetid, da det elsystem, som den indgår i og påvirker, er grønnere.

I Tabel 15 nedenfor er reduktionsfaktorerne angivet for alle teknologier, der indgår. Som det ses af tabellen opnås de højeste reduktionsfaktorer med fjernvarme. Under antagelse af at fjernvarme erstatter individuel forsyning med kul, så opnås den højeste reduktionsfaktor på over 17.000 ton CO<sub>2</sub>/mio. kr. set over levetiden. Erstatte den derimod individuel forsyning med olie er reduktionsfaktoren på godt 7000 ton CO<sub>2</sub>/mio. kr. set over levetiden. Havvind har en reduktionsfaktor på mere end 2.000 ton CO<sub>2</sub>/mio. kr. set over levetiden. I den nedre ende af spektret ligger solceller installeret på tage og individuelle varmepumper, der har reduktionsfaktorer omkring 1.000 ton CO<sub>2</sub>/mio. kr. set over levetiden. Eksport af individuel grøn energiteknologi giver altså mindre end 1/3 reduktion pr. krone sammenlignet med kollektive løsninger såsom biomassekraftvarme og fjernvarme.

*Tabel 15: Reduktionsfaktorer for alle beregnede teknologier for eksport i 2021*

Teknologi	Potentiel fortrængt energi	Reduktionsfaktor, levetid, 1.000 ton CO <sub>2</sub> /mio. kr.
<b>Fjernvarme</b>		
Fjernvarme	Fossil gas, individuel	5,3
Fjernvarme	Olie, individuel	7,4
Fjernvarme	Kul, individuel	17,2
<b>Vind</b>		
Landvind	Elmiks	1,7
Havvind	Elmiks	2,1
<b>Bioenergi</b>		
Kraftvarme	Fossil gas, kraftvarme	3,5
Kraftvarme	Kul, kraftvarme	6,8
Biogasanlæg	Fossil gas, kollektive net	2,7
Træpillefyr	Olie, individuel	3,5
<b>Øvrig</b>		
Stort solcelleanlæg, tag	Elmiks	0,8
Stort solcelleanlæg, mark	Elmiks	2,0
Individuel varmepumpe	Fossil gas, individuel	0,7
Individuel varmepumpe	Olie, individuel	1,1

Kilde: Energistyrelsen

I den følgende gennemgang af potentialer for CO<sub>2</sub>-reduktioner er det forholdet mellem reduktionsfaktorer inden for den enkelte teknologikategori, der giver forskellige potentialer, og dermed et spænd for det samlede potentiale.

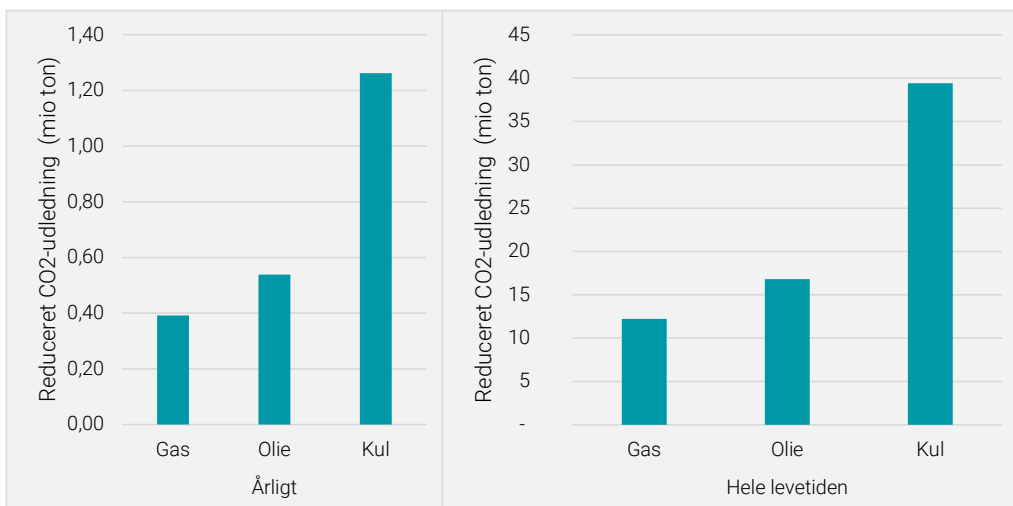
#### 4.3.2 Spænd for fjernvarme - potentialet for CO<sub>2</sub>-reduktion fra eksport

Som beskrevet i 3.3 er potentialet for CO<sub>2</sub>-reduktion afledt af dansk eksport af grøn fjernvarmeteknologi estimeret ved at inddrage omkostninger og fortrængninger ved et komplet

fjernvarmesystem, som antages at levere grøn fjernvarme. Resultaterne ved estimering af fortrængning af hhv. gas, olie og kul ses i Figur 25. Til venstre vises potentialer for CO<sub>2</sub>-reduktion for ét år og til højre for hele levetiden af fjernvarmesystemet. Alle resultater er regnet for den samlede fjernvarmeeksport i 2021.

Figuren viser, at et fjernvarmesystem, der fortrænger individuel opvarmning med kul, giver den absolut højeste reduktion imens gas vil give den laveste, der er ca. 30 pct. lavere end for kul. Disse to resultater anvendes som et maksimum og et minimum for potentialet for CO<sub>2</sub>-reduktion fra dansk eksport af fjernvarme og danner dermed et spænd, som anvendes i den samlede opgørelse. Den relativt store forskel imellem resultaterne understreger også at alternativet til dansk eksport har stor betydning for potentialet for reduktion.

Figur 25: Potentialer for CO<sub>2</sub>-reduktion fra dansk eksport af fjernvarmeteknologi i 2021 ved fortrængning af hhv. gas, olie og kul



Kilde: Energistyrelsen

At fortrængning af kul giver højere reduktioner end olie, som igen giver højere potentielle fortrængninger end gas, skyldes for det første, at emissionsfaktorerne er højere for kul end for olie, og højere for olie end for gas. Det fremgår også af Tabel 7 i afsnit 3.3. For det andet skyldes det, at virkningsgraden for individuel opvarmning med kul er antaget at være meget lav.

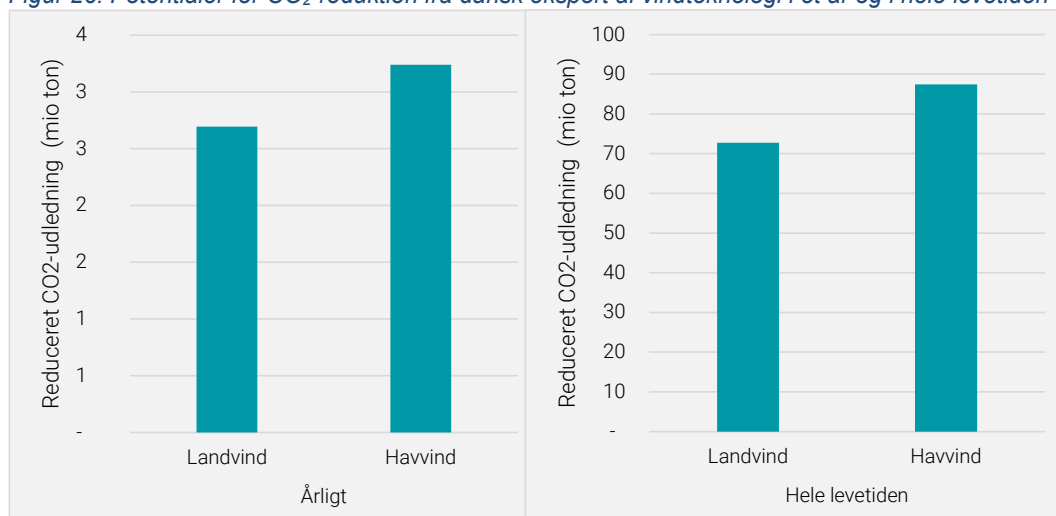
#### 4.3.3 Spænd for vindenergi - potentialet for CO<sub>2</sub>-reduktion fra eksport

Eksport af vindenergiteknologi udgør jf. Figur 6 i afsnit 2.2 langt størstedelen af dansk energiteknologiekseport, og det estimerede potentiale for CO<sub>2</sub>-reduktion herfra er derfor også af væsentlig betydning for den grønne eksports samlede potentiale. For vindenergiteknologi er potentialet regnet for teknologiekseport af udelukkende landvind og udelukkende havvind, som er vist i Figur 26. Differencen imellem de to teknologier danner

spændet for potentielt reduceret drivhusgasudledning fra eksport af dansk vindenergiteknologi som indgår i Figur 9.

Til venstre i Figur 26 er illustreret potentialet i ét år og til højre vises potentialet for hele levetiden af produkterne. Både for havvind og landvind er levetiden jf energiteknologikataloget 27 år (ENS, 2022), og derfor er potentialet for hele levetiden 27 gange højere end for ét år.

Figur 26: Potentialer for CO<sub>2</sub>-reduktion fra dansk eksport af vindteknologi i ét år og i hele levetiden



Kilde: Energistyrelsen

Som det ses af Figur 26, estimeres eksport af havvind, til at kunne reducere større mængder CO<sub>2</sub> end eksport af landvind. Dette skyldes, at havvind er billigere at etablere i forhold til den forventede elproduktion teknologien kan producere end landvind er, og dermed bliver det resulterende potentiale for reduktion højere. Resultatet skal dog ses i lyset af, at elproduktionen er meget afhængig af lokale forhold og at der derfor for driften af specifikke vindmøller kan opnås CO<sub>2</sub>-reduktion, der er væsensforskellig fra det her estimerede.

#### 4.3.4 Spænd for bioenergi - potentialet for CO<sub>2</sub>-reduktion fra eksport

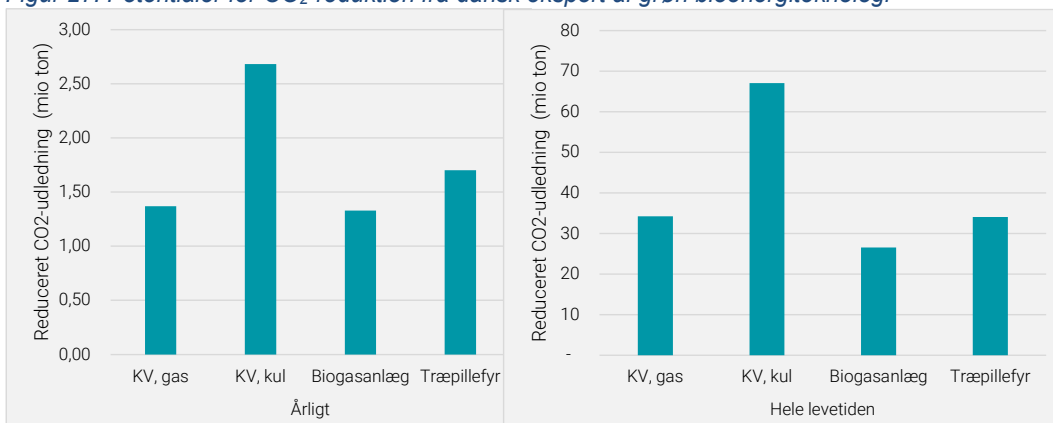
Eksport af grøn bioenergi inkluderer en række varettyper, som alle relaterer sig til biobaseret energi, og potentialet for CO<sub>2</sub>-reduktion er derfor beregnet ved tre forskellige teknologier; biomassebaseret kraftvarme, biogasanlæg samt individuelt træpillefyr. For kraftvarme er der lavet beregninger på fortrængning af to forskellige kraftvarmekilder: Naturgas og kul. Biomassebaseret kraftvarme antages således at fortrænge både el såvel som fjernvarmevarme (baseret på alternativ kraftvarmeproduktion på de to nævnte fossile brændsler).

I Figur 27 ses resultaterne for de forskellige biobaserede teknologier. Til venstre vises de potentielle fortrængninger for ét år og til højre for hele levetiden af produkterne. Alle resultater er regnet for den samlede bioenergieksport i 2021.

Hvis der antages, at al den grønne danske eksport af bioenergiteknologi udgøres af teknologi indenfor biogasanlæg, bliver de potentielle reduktioner lavere end for kraftvarmeanlægget. Dette skyldes at, biogasanlæg er en relativ dyr teknologi i forhold til mange af de andre, der indgår i denne opgørelse.

Potentialet for CO<sub>2</sub>-reduktion fra individuelle træpillefyr ligger imellem biogas og kraftvarme på kul. Spændet for potentialet for CO<sub>2</sub>-reduktioner fra eksport af grøn bioenergiteknologi udgøres dermed i den høje ende af eksport af biobaseret kraftvarme, som fortrænger kul, og i en lave ende eksport af biogasanlæg som fortrænger fossil gas.

Figur 27: Potentialer for CO<sub>2</sub>-reduktion fra dansk eksport af grøn bioenergiteknologi



Kilde: Energistyrelsen. Anm: KV er forkortelse af kraftvarme

Dermed er der altså et relativt stort spænd for potentialet for CO<sub>2</sub>-reduktion fra eksport af bioenergiteknologi i forhold til de tre andre teknologikategorier, nemlig 27-67 mio. ton CO<sub>2</sub> i hele levetiden og 1,3-2,7 mio. ton CO<sub>2</sub> for ét år. Dette understreger at valget af teknologi til at repræsentere eksporten har stor betydning for det resulterende potentiale for CO<sub>2</sub>-reduktion.

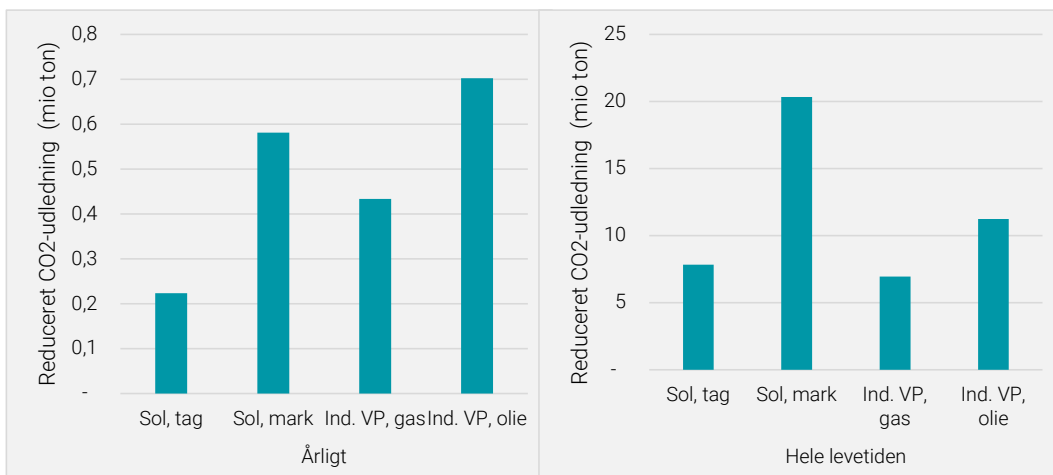
#### 4.3.5 Spænd for øvrig energiteknologi - potentialet for CO<sub>2</sub>-reduktion fra eksport

Eksporten af øvrig energiteknologi udgøres af et større antal forskellige varegrupper, som for mange er svære at kategorisere i form af en konkret teknologi. Dele til solceller og dele til varmepumper er nogle af de varer under øvrig energiteknologi, som kan repræsenteres ved konkrete teknologier, der er indeholdt i energiteknologikatalogerne.

I Figur 28 er vist potentialer for CO<sub>2</sub>-reduktion fra eksport af grøn øvrig energiteknologi i 2021, hvis den udgjordes af hhv. solcelle-taganlæg, solcelle-markanlæg, individuelle varmepumper, som fortrængte gas eller individuelle varmepumper, som fortrængte olie.

Til venstre vises de potentielle reduktioner for ét år og til højre for hele levetiden af teknologierne. Forskellen mellem de to figurer viser tydeligt, at varmepumper kan levere reduktioner på højde med solcelle-markanlæg, men set over levetiden så er varmepumpernes reduktion markant lavere fordi solceller har en markant længere levetid (mere end dobbelt så lang).

Figur 28: Potentialer for CO<sub>2</sub>-reduktion fra dansk eksport af øvrig energiteknologi i ét år og i hele levetiden



Kilde: Energistyrelsen. Anm: VP er forkortelse for varmepumpe

#### 4.3.6 Dansk eksport inden for andre sektorer bidrager også

Beregningerne ovenfor af potentialer for CO<sub>2</sub>-reduktioner uden for Danmark afledt af dansk eksport, dækker udelukkende over eksport af grøn dansk energiteknologi. Dansk eksport af grøn energiteknologi udgjorde 8 pct. af den samlede danske vareeksport i 2021. Iblant resten af den danske eksport kan der dog også findes mange produkter, som kan tilskrives bidrag til reduktion af CO<sub>2</sub>-udledninger. Nedenfor er givet to konkrete eksempler på dette.

### **Case: Reduktion af madspild reducerer CO<sub>2</sub>-udledninger**

*Chr. Hansen er en dansk virksomhed, som udvikler og eksporterer naturlige bakterielle kulturer og enzymer til fødevarer- og ernæringssektoren samt til den farmaceutiske industri og landbruget. Et af deres mange produkter er bakteriestammerne navngivet FreshQ®, som er udviklet med det formål at mindske yoghurtspild. FreshQ® forhindrer nemlig tidlig gæring og mugdannelse i yoghurtprodukter, hvilket giver yoghurtprodukterne længere holdbarhed, og dermed er det mere sandsynligt at yoghurten når ud til forbrugeren og forbruges før udløbsdatoen.*

*Madspild estimeres af Verdensnaturfonden til at stå for ca. 10 % af verdens drivhusgasudledninger, når det opgøres som de CO<sub>2</sub>-udledninger, der sker i forbindelse med produktionen af de fødevarer, som går til spilde fremfor at blive anvendt som mad. Der til kommer også den vand- og landanvendelse, som går til spilde. Inden for Europa estimeres det, at ca. 17 pct. af det producerede yoghurt går til spilde. Den forlængede udløbsdato, som Chr. Hansens produkt kan give, lægger altså op til et stort potentiale for at reducere drivhusgasudledningerne på global plan ved at mindske produktionen af yoghurtprodukter, der ellers ville være endt som affald.*

*Chr. Hansen vurderer, at de i 2019/20 igennem salg af FreshQ®, forhindrede 200.000 tons yoghurtspild på globalt plan. Til produktion, distribution og opbevaring af et kg. yoghurt udledes 1,2-1,3 kg CO<sub>2</sub>. I 2019/20 alene har Chr. Hansens produkt dermed forhindret udledninger på op til 260.000 ton CO<sub>2</sub> på globalt plan. Det vurderes at Chr. Hansen ved fremtidigt salg af FreshQ® potentielt kan reducere hele Europas yoghurtproduktion med næsten 5 pct., hvilket svarer til en reduktion på 30 pct. af alt yoghurtspild i Europa. Reduktionspotentialet for drivhusgasudledningerne som følge af yoghurtproduktionen i Europa alene er altså op mod 520.000 ton CO<sub>2</sub> ved eksport af den grønne løsning FreshQ®.*

*Kilde: Chr. Hansen Holding*

#### **Case: Avlsprogram giver færre udledninger fra malke- og kødkvæg**

*Gennem forskning og udvikling af avl, genomisk selektion og fodereffektivitet bidrager VikingGenetics til reduktion af de globale drivhusgasser forårsaget af mælke- og kødproduktionen fra kvæg. Mælke- og kødkvæg forårsager betydelige mængder CO<sub>2</sub>e-udledninger på verdensplan. Dels pga. deres naturlige metanudledninger, men også pga. den foderproduktion, der er nødvendig.*

*Med VikingsGenetics avlsprogram optimeres forholdet imellem høj mælkeproduktion og lav metanudledning af malkekøer og kødkvæg. 2/3 af generne fra VikingGenetics anvendes på hjemmemarkederne i Danmark, Sverige og Finland, mens den sidste 1/3 eksporteres. Det estimeres at der findes ca. 616.000 malkekøer uden for Norden fra VikingGenetics.*

*En malkeko fra VikingGenetics, der erstatter en gennemsnitlig europæisk ko, kan reducere udledningen fra produktion af ét kg. mælk med ca. 0,1 kg CO<sub>2</sub>e og en ikke-europæisk ko med endnu mere. Uden for Norden estimeres reduktionen fra produktion af ét kg. mælk til at være gennemsnitligt 0,2 kg CO<sub>2</sub>e. VikingGenetics produkter udvikles løbende med øgede drivhusgasreduktionerne til følge. Det estimeres, at drivhusgasudledningerne på sigt kan reduceres årligt med ca. 740.000 ton CO<sub>2</sub>e globalt i 2032.*

*Kilde: VikingGenetics*

#### **4.3.7 Sammenligning med GA21**

I sidste års Globale affapportering (GA21) blev der også præsenteret et estimat for den hypotetiske klimaeffekt fra globalt salg. Dette års beregning af potentiel CO<sub>2</sub>-reduktion fra dansk eksport søger i store træk at belyse samme spørgsmål, men bygger på en anden metode.

I dette års beregning er det udelukkende reduktioner fra eksporten af grøn energiteknologi, som der lægges til grund for resultaterne. I beregningerne fra sidste år blev der inddraget samtlige varetyper og ikke skelnet mellem salg i Danmark og eksport. Derudover anvender GA22-beregningen data fra teknologikatalogerne mens beregningen fra klimapartnerskabet for Produktionsvirksomheder anvendte cases på produkter indhentet fra et mindre antal virksomheder. Herudover er der i GA22 lagt vægt på at fremlægge alle antagelser og forudsætninger og gøre dette på tværs af teknologier. Grundet forskellene i afgrænsning og metode er det ikke meningsfuldt at sammenligne resultatet i GA21 med resultatet i GA22 indenfor potentiale for CO<sub>2</sub>-reduktion fra dansk, grøn eksport og man kan derfor ikke konkludere om der er en udvikling fra 2018 (GA21) til 2021 (GA22).



## 5. Kvalificering

Dette afsnit kvalificerer baggrundsnotatets analyser. For hver af de tre vinkler på dansk eksport beskrives usikkerheder, følsomheder og fremtidige perspektiver for analyserne. Først kvalificeres analysen af drivhusgasudledninger fra dansk eksport. Herefter analysen af værdien af dansk eksport af grønne løsninger og endeligt analysen af potentialet for CO<sub>2</sub>-reduktioner fra dansk, grøn eksport.

### 5.1 Drivhusgasudledninger fra dansk eksport

Dette afsnit kvalificerer analysen af drivhusgasudledningerne fra dansk eksport. Konkret beskrives 1) usikkerheder, 2) følsomheder og 3) perspektivering.

#### 5.1.1 Usikkerhed

Der er en vis metodisk usikkerhed forbundet med fordelingen af udledninger fra dansk eksport på modtagerlande. Beregningen af drivhusgasudledninger fra danske branchers eksport sker i beregningsmodellen. Herefter fordeles udledningerne på modtagerlande på baggrund af detaljerede eksportdata fra Danmarks Statistik. Her anvendes supplerende data fra Danmarks Statistik om dansk eksport til alle verdens lande som en fordelingsnøgle. Hvis eksempelvis Norge modtager 5 pct. af eksporten fra den danske beklædningsindustri i kroner og ører, tildeles Norge 5 pct. af udledninger fra dansk eksport fra beklædningsindustrien. Nogle beklædningsprodukter kan have et højt klimaaftryk, mens andre kan have et lavere klimaaftryk. Fordelingen tager ikke hensyn til, om Norge fx importerer særligt klimabelastende beklædningsprodukter fra Danmark, mens Frankrig fx importerer mindre klimabelastende beklædningsgenstande. Det har ikke været muligt at kvantificere denne usikkerhed.

For en nærmere beskrivelse af usikkerhederne forbundet med beregningsmodellen henvises til baggrundsnotatet *Forbrug* om det forbrugsbaserede klimaaftryk.

#### 5.1.2 Følsomheder

For en nærmere beskrivelse af resultaternes følsomhed overfor ændringer i beregningsmodellen henvises til baggrundsnotatet *Forbrug* om det forbrugsbaserede klimaaftryk.

#### 5.1.3 Perspektivering

Energistyrelsen vil fremadrettet undersøge muligheden for at kunne opgøre udledningerne fra dansk eksport på de lande, som i sidste ende forbruger de danskeksporterede varer og serviceydelser. På nuværende tidspunkt dækker opgørelsen kun det første land, som modtager de danske eksportvarer og -ydelser.

### 5.2 Værdien af dansk eksport af grønne løsninger

Dette afsnit beskriver 1) usikkerheder og 2) perspektivering for opgørelsen af dansk eksport af grøn miljø- og energiteknologi samt service.

### 5.2.1 Usikkerhed

Om end brugen af varekoder til at opgøre grøn eksport af miljø- og energiteknologi er en meget anvendt metode, så er der en række udfordringer ved metoden. Eksempelvis er der usikkerhed knyttet til vurderingen af, hvilke varekoder der er grønne og varekodernes grønne vægt. Usikkerheden skyldes blandt andet, at Eurostats liste over grønne varekoder ikke er blevet opdateret de seneste år. Listen tager heller ikke højde for, at det i mange tilfælde kun vil være en procentdel inden for en given varekode, der er grøn, ligesom det afhænger af brugen af varen, om den kan kategoriseres som grøn eller ej. Det betyder, at en varegruppe hvor under 50 pct. eksporten ventes at være grøn, ikke vil fremgå af Eurostats liste.

Af andre mulige fejlkilder er der en risiko for, at virksomheder indberetter på forkerte varekoder og dertil kommer at udenrigshandlen er "diskretoneret" således, at ikke alle virksomheders eksport indgår i opgørelsen.

Derudover er opgørelsen af serviceeksporten omfattet af en vis usikkerhed da data er beregnede størrelser og er delvist surveybaseret og delvist baseret på indberettede regnskabsoplysninger (MST, 2019). Serviceeksporten for 2020 og 2021 baserer sig på frem skrivning, der er foretaget på baggrund af momsstatistikken, men da SKAT har udsat momsfristerne i forbindelse med covid-19, medfører dette en ekstra usikkerhed.

### 5.2.2 Perspektivering

Opgørelsen af eksporten i Global Afrapportering følger metode og grundlag for opgørelserne af hhv. energiteknologi opgjort af Energistyrelsen, Dansk Industri, Dansk Energi, Wind Denmark og Dansk Fjernvarme og miljøteknologi opgjort af Damvad og Miljøministeriet. Såfremt der laves opdateringer i metode eller grundlag til disse udgivelser, vil det også blive medtaget i fremtidige versioner af Global Afrapportering.

## 5.3 Potentialet for CO<sub>2</sub>-reduktioner fra dansk, grøn eksport

Der er i beregningen af potentialet for CO<sub>2</sub>-reduktioner fra dansk, grøn energiteknologiekspport gjort en række forsimplinger af virkelighedens tilstand. Ligeledes er der gjort en række antagelser for at kunne lave nogle gennemsnitsbetragtninger. I dette afsnit diskuteres de overordnede linjer omkring dette og der præsenteres enkelte følsomhedsberegninger.

### 5.3.1 Usikkerheder

Den danske eksport af grøn energiteknologi dækker over en lang liste af forskellige varer, som enten er eller indgår som en del af en energiteknologi. Der er i denne analyse udvalgt nogle få teknologier, til at repræsentere det brede spektrum af teknologier, som bliver eksporteret fra Danmark. Det er gjort ud fra en antagelse om, at de udvalgte teknologier er repræsentative for den energiteknologikategori, som de indgår i. Særligt for teknologikategorien 'øvrige energiteknologier' har det dog været vanskeligt med udgangspunkt

i teknologikatalogerne, at få repræsenteret de mange forskelligartede varegrupper som indgår i kategorien. Dette skal der naturlig tages forbehold for.

På samme måde som for eksporten er der valgt nogle få teknologier, der repræsenterer alternativet til dansk eksport. Energistyrelsen har ikke en fyldestgørende viden omkring hvilke sammenhænge, som dansk grøn eksport indgår i, og ligeledes heller ikke viden omkring hvad et potentielt alternativ til dansk energiteknologi ville være i udlandet. Situationen, hvor der ikke er dansk, grøn eksport af energiteknologi, har afgørende betydning for beregningen af hvor stort potentialet for CO<sub>2</sub>-reduktion er. Disse antagelser, der som nævnt er meget usikre, er samtidig meget afgørende. Ved at angive resultatet i et spænd, er der i nogen grad taget højde for disse forhold.

I beregningen anvendes eksportværdien for 2021 og jf. afsnit 4.2 udgøres denne både i 2021, men også i tidligere år, af en betydelig vindenergiteknologi. Som også beskrevet i afsnit 4.2 har der de seneste år været ét land, som har været primær aftager på dansk eksport af vindenergiteknologi. Det betyder, at udledningerne som vind fortrænger, og dermed den samlede potentielle reduktion, i høj grad er hængt op på emissionsfaktoren for el i det land, som der eksporteres mest vindenergiteknologi til.

I beregningerne anvendes i høj grad data og standarder fra teknologikatalogerne, som tager udgangspunkt i danske forhold og gennemsnitsdata. Bl.a. anvendes som grundlag for flere af teknologiernes potentielle reduktion en antagelse om, at de gennemsnitlige huse i eksportlandene svarer til danske standardhuse med et varmebehov på 65 GJ årligt. Dette vil givetvis ikke være i overensstemmelse med virkeligheden. Dertil kommer, at danske vindforhold, solindstråling og forventede driftstimer for værker givetvis vil være anderledes i de situationer, hvori dansk eksport af grøn teknologi indgår.

### 5.3.2 Følsomhedsberegninger

For at teste robustheden af det samlede resultat er der blevet foretaget en række forskellige følsomhedsberegninger. Følsomhedsberegningerne dækker over justeringer af den centrale beregning på parametre for vind- og solressourcer, årlige driftstimer for kraftvarmeværker og biogas og emissionsfaktorer for el. Dertil er der set på konsekvensen hvis fjernvarmesystemets CO<sub>2</sub>-reduktion også kræver at der bygges et varmeværk. Følsomhedsberegningerne er nærmere beskrevet i Bilag 3: Følsomhedsberegninger for potentielle for CO<sub>2</sub>-reduktioner.

Følsomhedsberegningerne viser, at de samlede resultater for potentialet for CO<sub>2</sub>-reduktion knyttet til dansk, grøn energiteknologiekseksport er robust ift. de nævnte parametre med undtagelse af vindressourcerne. Dette skyldes til dels, at vindkraft udgør en meget stor andel af potentialet. Beregningerne er i vid udstrækning baseret på data fra teknologikatalogerne, som er baseret på danske forhold. Danmark har set i sammenligning med resten af verden meget gode vindressourcer. Følsomhedsberegningerne viser, at hvis dansk ek-

sport af vindkraftteknologi installeres i områder med væsentlig ringere vindforhold (beregnet som 25 pct. lavere antal fuldlasttimer) så vil det samlede potentiale blive reduceret med omkring 15 pct. og dermed være op omkring 20 mio. ton CO<sub>2</sub> mindre.

### 5.3.3 Perspektivering

Opgørelsen af den potentielle reduktion af drivhusgasudledninger fra dansk, grøn eksport begrænser sig til at omfatte energiteknologi, og opgøres i forhold til en hypotetisk referencesituation, hvor eksporten ikke havde fundet sted. Ideelt set skulle der foretages livscyklusanalyser, hvor produkternes klimapåvirkning i hele levetiden blev medregnet. Ligeledes ville det også have givet et mere komplet billede, hvis hele den danske vareeksport var lagt til grund for beregningen.

Det har inden for rammerne af dette arbejde dog ikke været muligt, at anvende en sådan komplet og omfattende tilgang. Det, der i høj grad er en begrænsning for at komme nærmere den metodisk korrekte CO<sub>2</sub>-reduktion fra dansk grøn eksport, er adgang til relevant data. Fremadrettet vil Energistyrelsen afsøge muligheden for at få mere detaljerede data og informationer om både eksporten og den kontekst som den indgår i, for således at forbedre de antagelser der ligger bag beregningerne.

## 6. Kilder

- BBC. (2021). *BBC News*. Hentet 22. april 2022 fra <https://www.bbc.com/news/uk-politics-58792261>
- Damvad. (2022). *Eksportdashboard*. Hentet 6. april 2022 fra <http://eksport.damvad.io/>
- Ember. (2021). Hentet 22. april 2022 fra <https://ember-climate.org/insights/commentary/g7-poised-to-lead-the-world-towards-clean-electrification/>
- ENS. (2018). *Eksport af energiteknologi og -service 2017*. Energistyrelsen, Dansk Energi, DI Energi, Wind Denmark og Dansk Fjernvarme.
- ENS. (2021). *Technology catalogue - Energy transport*. Energistyrelsen og Energinet.
- ENS. (2021b). *Technology catalogue - Heating Installations*. Energistyrelsen og Energinet.
- ENS. (2021c). *Eksport af energiteknologi og -service 2020*. Energistyrelsen, Dansk Energi, DI Energi, Wind Denmark og Dansk Fjernvarme.
- ENS. (2022). *Technology data - Generation of electricity and district heating*. Energistyrelsen og Energinet .
- ENS. (2022a). *Technology catalogue - Renewable fuels*. Energistyrelsen og Energinet.
- EU. (2022). *Climate action*. Hentet 22. april 2022 fra [https://ec.europa.eu/clima/eu-action/climate-strategies-targets/2050-long-term-strategy\\_da](https://ec.europa.eu/clima/eu-action/climate-strategies-targets/2050-long-term-strategy_da)

- Euractiv. (2022). Hentet 22. april 2022 fra Renewable Energy:  
<https://www.euractiv.com/section/energy/opinion/germany-leads-europe-with-target-to-reach-100-clean-power-by-2035/>
- Eurostat. (2022). *EU trade since 1999 by HS2,4,6 and CN8*. Hentet 6. april 2022 fra  
<https://ec.europa.eu/eurostat/web/international-trade-in-goods/data/database>
- IEA. (2021). Hentet 22. april 2022 fra Country report: <https://www.iea.org/reports/an-energy-sector-roadmap-to-carbon-neutrality-in-china>
- IEA. (22. april 2022). Hentet fra Countries: <https://www.iea.org/countries/the-netherlands>
- KEFM. (2020). *Lov om klima*. Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet.
- MST. (2019). *Eksport af vandteknologi 2018*. Miljøstyrelsen.
- SE. (u.d.). *Energy use in Sweden*. Hentet 22. april 2022 fra  
<https://sweden.se/climate/sustainability/energy-use-in-sweden>
- Taiwan, F. (2022). Hentet 22. april 2022 fra Business:  
<https://focustaiwan.tw/business/202203300019>
- WWF. (2022). *Food Waste*. Hentet 19. april 2022 fra  
<https://www.worldwildlife.org/initiatives/food-waste>

## 7. Bilag

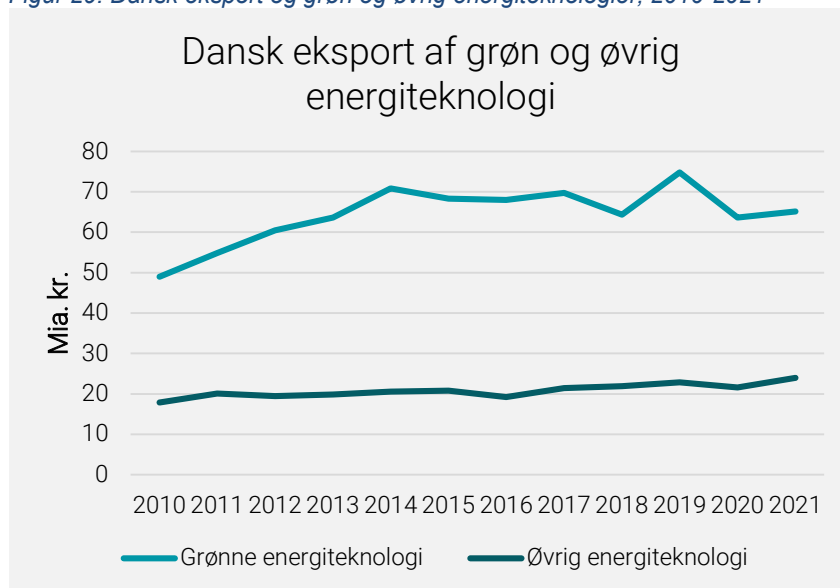
### Bilag 1: Værdien af dansk eksport af grønne løsninger

#### *Grøn teknologi som andel af den samlede teknologieksporthandel*

Den grønne energiteknologi og den grønne miljøteknologi er en delmængde af hhv. den samlede energiteknologi og den samlede miljøteknologi. I den samlede energiteknologi og den samlede miljøteknologi indgår også teknologier, som ikke kan tilskrives et grønt formål. Det kan for eksempel være naturgasrør, dele til fossildrevne motorer eller transmissionskabler til el, da den europæiske elektricitet fortsat overvejende kommer fra fossil energi. I Figur 29 og Figur 30 er vist hvordan den grønne eksport af energiteknologi og miljøteknologi har udviklet sig siden 2010 i forhold til eksporten af den øvrige, og altså ikke-grønne teknologieksporthandel.

Af Figur 29 ses, at eksporten af den grønne teknologieksporthandel er steget mere målt i værdi end den øvrige energiteknologi siden 2021. Den grønne eksport af energiteknologi er vokset med 16 mia. kr. siden 2010 mens den øvrige er vokset med 6 mia. kr. Relativt set er eksporten af den øvrige energiteknologi dog steget mere end den grønne. Fra 2010 til 2021 er den øvrige energiteknologieksporthandel steget med 34 pct. mens den grønne er steget med 33 pct. Det ses også, at eksporten af den grønne energiteknologi er mere fluktuerende end den øvrige energiteknologi. Dette kan i høj grad tilskrives eksporten af vindteknologi, som bl.a. udgøres af nogle store enkeltstående ordre, der kan give udsving fra år til år.

Figur 29: Dansk eksport og grøn og øvrig energiteknologier, 2010-2021



Kilde: (Eurostat, 2022) og egne beregninger

Udviklingen af grøn og øvrig miljøteknologi ligner den for energiteknologi. Af Figur 30 ses, at eksporten af grøn miljøteknologi er steget mere end eksporten af øvrig miljøteknologi siden 2010 målt i værdi. Mens eksporten af grøn miljøteknologi er steget med 7 mia. kr. er eksporten af øvrig miljøteknologi steget med 3,5 mia. kr. Relativt set er det dog den øvrige miljøteknologi som med 114 pct. vækst siden 2010 imod 55 pct. vækst for grøn miljøteknologi er steget mest.

Figur 30: Dansk Eksport af grøn og øvrig energiteknologi, 2010-2021



Kilde: (Eurostat, 2022) og egne beregninger

#### Varekodeliste for diskretionering

Konkret udgår følgende fire varekoder fra opgørelsen af grøn miljø- og energiteknologiekspport som følge af diskretionering<sup>6</sup>:

Varekode	Beskrivelse af varekoderne
68061000	Slaggeuld, stenuld og lignende mineralskuld, herunder indbyrdes blandinger af disse varer, i løs masse, plader eller ruller (undtagen varer af letbeton, asbest, asbestcement, cellulosecement og lignende, blandinger og andre varer af eller på basis af asbest samt keramiske varer)

<sup>6</sup> Diskretionering skal sikre, at der ikke kan udledes fortrolig og individuel data på enkeltpersoner eller virksomheder.

68069000	Blandinger og varer af varmeisolerende, lydisolerende eller lydabsorberende mineralske stoffer (undtagen slaggeuld, stenuld og lignende mineralsk uld; ekspanderet vermiculit, ekspanderet ler, skumslagge og lignende ekspanderede mineralske stoffer; varer af letbeton, asbestcement, cellulosecement og lignende; blandinger og andre varer af eller på basis af asbest; keramiske varer)
84136039	Tandhjulpumper (undtagen håndpumper, pumper henhørende under pos. 8413.11 eller 8413.19, brændstof-, smøremiddel- og kølevæskepumper til stempeldrevne forbrændingsmotorer, samt hydrauliske pumper, herunder hydrauliske aggregater)
90321020	Termostater, elektroniske

Kilde: Danmarks Statistik

## Bilag 2: Potentiel klimaeffekt af dansk energiteknologiekспорт

I dette bilag ses en tabel med alle resultaterne fra de forskellige teknologiberegninger bag den samlede beregning af potentialet for reduktioner fra grøn, dansk energiteknologiekспорт.

Tabel 16: Samlet overblik over teknologier reduktionsfaktorer og potentielt resulterende reduktion i ét år og i hele levetiden

Teknologi	Levetid, år	Fortrængt energi	Reduktionsfaktor, 1.000 ton CO <sub>2</sub> /mio kr	Reduktion, et år	Reduktion, levetid
Fjernvarme					
Fjernvarme	Blandet	Gas	5,3	0,4	12
Fjernvarme	Blandet	Olie	7,4	0,5	17
Fjernvarme	Blandet	Kul	17,4	1,3	39
Vind					
Landvind	27	Elmiks	1,3	2,0	55
Havvind	27	Elmiks	1,5	2,4	66
Bioenergi					
Kraftvarme	25	Fossil gas	3,5	1,4	34
Kraftvarme	25	Kul	6,8	2,7	67
Biogasanlæg	20	Fossil gas	2,7	1,3	27
Træpillefyr	20	Olie	3,5	1,7	34
Øvrig					
Stort solcelleanlæg, tag	35	Elmiks	0,8	0,2	8
Stort solcelleanlæg, mark	35	Elmiks	2,0	0,6	20
Individuel varmepumpe	16	Fossil gas	0,7	0,4	7
Individuel varmepumpe	16	Olie	1,1	0,7	11

Kilde: Energistyrelsen



## Bilag 3: Følsomhedsberegninger for potentiale for CO<sub>2</sub>-reduktioner

I dette bilag redgøres i detaljer for de følsomheder, som der blev refereret til og konkluderet omkring i afsnit 5.3.2.

### *Følsomheder for fjernvarme*

I beregningerne for potentialet fra fjernvarmeteknologi tages der som beskrevet i afsnit 3.3 udgangspunkt i et komplet fjernvarmesystem uden varmeproduktion. Der antages altså, at den eksporterede fjernvarmeteknologi installeres i forbindelse med en eksisterende CO<sub>2</sub>-neutrale fjernvarmekilde og den samlede potentielle reduktion tilskrives udelukkende den eksporterede fjernvarmeteknologi.

Et andet scenarie kunne være, at der skulle opstillet ny, grøn kraftvarme eller udbygges på eksisterende i forbindelse med installation af fjernvarmesystemet. I det tilfælde vil der udover fjernvarmesystemet også skulle inkluderes et fjernvarmeværk i omkostningen til beregning af reduktionsfaktoren for fjernvarme, hvilket naturligt vil reducere den og dermed også det samlede potentiale for reduktion. Hvis det antages, at der i forbindelse med fjernvarmesystemet opsættes et biomasseværk, som skal indgå i den samlede omkostning mens antagelsen omkring fortrængt energi fortsat er individuel fossil opvarmning vil reduktionsfaktoren falde fra godt 5.000 ton CO<sub>2</sub>/mio. kr. til godt 3.000 ton CO<sub>2</sub> /mio kr. Det samlede potentiale for reduktioner bliver i dette tilfælde 113 -213 mio ton CO<sub>2</sub>, hvor den centrale beregning i afsnit 2.3 er 119-215 mio ton CO<sub>2</sub>.

### *Følsomheder for vind*

Den årlige energiproduktion fra vindmøller er stærkt afhængig af hvor meget det blæser på vindmøllens lokation, hvilket kan være meget varierende. Der er først og fremmest en betydelig forskel imellem vindstyrker på hav og på land, men også betydelige variationer inden for land og hav.

De anvendte fuldlasttimer for vindproduktion til beregninger for potentielle reduktioner i udlandet er fra teknologikataloget (ENS, 2022), som tager udgangspunkt i danske gennemsnitlige vindressourcer. De danske forhold for vindproduktion er relativt gode grundet de gode vindressourcer, som findes mange steder i landet, men det er naturligvis ikke sikkert, at den eksporterede vindmølle teknologi anvendes på tilsvarende gunstige lokationer. Omvendt kan de naturligvis også opstilles under bedre forhold. For at belyse dette, er der foretaget følsomhedsberegninger, hvor der antages både højere og lavere vindstyrker end angivet i teknologikataloget. Helt konkret er der antaget en forøgelse af fuldlasttimerne på 10 pct. og en reduktion på 25 pct.

For det samlede potentiale vil en 10 pct. forbedring af vindstyrken resultere i et interval på 126-224 ton CO<sub>2</sub> fremfor de 119-215 ton CO<sub>2</sub>, som blev angivet i afsnit 2.3. Omvendt vil en reduktion af vindstyrken på 25 pct. give et samlet potentiale for reduktioner i udlandet

på 101-194 mio. ton CO<sub>2</sub>. Resultaterne for vind ses Tabel 17 nedenfor sammen med de øvrige resultater for følsomhedsberegninger.

#### *Følsomheder for sol*

På samme måde som for vind, er elproduktionen fra solceller i høj grad afhængig af soltimerne på den anvendte lokation. De anvendte data fra teknologikataloget (ENS, 2022) tager udgangspunkt i danske forhold, som ikke nødvendigvis er repræsentative i eksportlandene for dansk energiteknologiekspert. For at teste dette, er der blevet foretaget følsomhedsberegninger, hvor der antages både bedre og dårlige forhold end de gennemsnitlige værdier fra Teknologikataloget. Dette er gjort ved at lave beregninger, med hhv. 15 højere og 15 lavere fuldlasttimer.

Som det ses af Tabel 17 vil det samlede potentiale for reduktioner ved en 15 pct. reduktion af elproduktionen fra solceller falde til imellem 1118 og 212 mio. ton CO<sub>2</sub> mens en 15 pct. forøgelse vil give en stigning i potentialet til imellem 119 og 218 mio. ton CO<sub>2</sub>.

#### *Følsomheder for varmeproduktion*

Der er i beregningerne for kraftvarme under bioenergiteknologi antaget, at anlægget har en anvendelse svarende til 4500 fuldlasttimer årligt. Dette kan naturligvis være meget varierende afhængig af forholdene det givne sted, hvor anlægget opsættes. Der er derfor lavet følsomheder på produktionen ved at foretage følsomhedsberegninger med hhv. 15 yderligere og færre fuldlasttimer. Hvis fuldlasttimerne øges vil det øvre interval for den potentielle reduktion stige med 5 pct. Ligeledes hvis fuldlasttimerne reduceres vil det øvre interval falde med 5 pct. Resultaterne kan ses i Tabel 17 sammen med de øvrige resultater for følsomheder.

#### *Følsomheder for biogasproduktion*

Produktion af biogas indgår i teknologierne under bioenergiteknologi og har den laveste fortrængningsfaktor indenfor bioenergi. I de centrale beregninger antages det, at et biogasanlæg har en årlig produktion svarende til 8000 fuldlasttimer. Robustheden af det samlede resultat i forhold til dette er testet med beregninger, der antager 15 pct. højere fuldlasttimer og 15 pct. lavere. Resultaterne påvirker den nedre del af intervallet ved at være hhv. 3 pct. højere og 3 lavere jf Tabel 17.

#### *Følsomheder for emissioner*

Til beregning af reduktionsfaktoren for alle de elproducerende teknologier er der anvendt en beregnet emissionsfaktor, som tager højde for eksportlandenes nuværende og forventede fremtidige emissioner fra el. Denne emissionsfaktor er naturligvis behæftet med en vis usikkerhed ligesom den også i høj grad afhænger af det eksportland, som i 2021 importerede den største andel vindteknologi jf metode for beregning af emissionsfaktoren for el-miks i afsnit 3.3.2. For at teste robustheden af emissionsfaktoren for el er der foretaget følsomhedsberegninger med variationer på emissionsfaktoren for vind, hvor der er beregnet hhv. 15 pct. højere og 15 pct. lavere emission fra el. Resultat heraf, er at intervallet for

det samlede potentiale for CO<sub>2</sub>-reduktioner i udlandet ændrer sig til hhv. 129-228 og 108-202 mio. ton CO<sub>2</sub>.

*Table 17: Oversigt over samtlige følsomhedsberegninger*

Variation	Samlet potentiale for CO <sub>2</sub> -reduktion i udlandet over levetiden	Variation ift. centralt forløb	
	mio. ton CO <sub>2</sub> 119 - 215	pct. afvigelse - -	
GA22 (central beregning)	119 - 215	-	-
Vindkraft, bedre vindressourcer (+ 10 pct. fuldlasttimer)	126 - 224	4 %	6 %
Vindkraft, dårligere vindressourcer (- 25 pct. fuldlasttimer)	101 - 194	-15 %	-10 %
Solceller, flere soltimer (+ 15 pct. fuldlasttimer)	119 - 218	0 %	1 %
Solceller, færre soltimer (- 15 pct. fuldlasttimer)	118 - 212	0 %	-1 %
Biomassekraftvarme, højere produktion (+ 15 pct. fuldlasttimer)	119 - 226	0 %	5 %
Biomassekraftvarme, lavere produktion (- 15 pct. fuldlasttimer)	119 - 205	0 %	-5 %
Biogas, højere produktion (+ 15 pct. fuldlasttimer)	123 - 215	3 %	0 %
Biogas, lavere produktion (- 15 pct. fuldlasttimer)	115 - 215	-3 %	0 %
Fjernvarmesystemet kræver også et varmekværk	113 - 213	-5 %	-1 %
Udledninger fra el i eksportlande (+15 pct. emissioner)	129 - 228	9 %	6 %
Udledninger fra el i eksportlande (-15 pct. emissioner)	108 - 202	-9 %	-6 %

Kilde: Energistyrelsen