

Enslartet skat på drivhusgasser

En ambitiøs klimapolitik med mindst mulige omkostninger

CONCITO
22. oktober 2013

Forfattere:
Partner, Helge Sigurd Næss-Schmidt
Economist, Jens Sand Kirk

Indholdsfortegnelse

Forord	7
Sammenfatning	8
1 Den nuværende energipolitik er utilstrækkelig til at sikre vejen mod 2 graders målsætningen	13
1.1 Det samlede overblik anno 2015 – Udledninger af drivhusgasser, energiforbrug og afgifter	13
1.2 Internationale målsætninger og dansk klimapolitik	18
1.3 Når vi 2050 målsætningen? – 2 ton CO ₂ per indbygger	25
1.4 Energipolitikken: Den globale klimaudfordring	26
2 Gevinster ved en ensartet beskatning af klimagasser	28
2.1 Gevinster ved en ensartet drivhusgasskat	28
2.2 De skæve skatter bremser teknologiskift	30
2.3 Den krævede ensartede skat på drivhusgasser	32
2.4 Resultatet af en ensartet skat i en ambitiøs verden i 2030 og 2050	35
3 Den internationale dimension	38
3.1 Højere priser på energi ved et lavt globalt ambitionsniveau	38
3.2 Udvikling af CO ₂ e-besparende teknologier bremses ved et lavt globalt ambitionsniveau	41
3.3 Betydningen af det integrerede kraftmarked i ETS	42
3.4 Carbon leakage og skattebase	45

4 Velfærd, offentlige finanser, fordeling og arbejdsmarked	49
4.1 Introduktion til modelscenarier	49
4.2 Velfærd	51
4.3 Det offentlige budget	53
4.4 Overvejelser om alternative finansieringskilder	55
Litteraturliste	61
A Appendiks A	66
B Appendiks B	77
C Appendiks C	81
D Appendiks D	88

Oversigt over tabeller

Tabel 3.1 Industrier med højest risiko for carbon-leakage	48
Tabel 4.1 Oversigt over scenarier.....	50
Tabel 4.2 Velfærdsvirkning ifht. grundforløb 2030 og 2050 (pct./BNP).....	53
Tabel 4.3 Offentligt budgetbidrag i dag (2015) og i 2030	54
Tabel 4.4 Offentligt budgetbidrag i dag (2015) og i 2050	55

Oversigt over figurer

Figur 1.1 Det endelige energiforbrug 2015 – 621 PJ.....	14
Figur 1.2 Drivhusgasudledning i 2015 - 8,5 tCO ₂ e per indbygger	14
Figur 1.3 Effektive afgifter på energi til endelig anvendelse i 2015 – Kr./GJ	17
Figur 1.4 Drivhusgasbeskatning i 2015 – Gns. på 520 Kr./tCO ₂ e	18
Figur 1.5 Regeringens energipolitiske milepæle mod 2050	21
Figur 1.6 Energi til endelig anvendelse per indbygger 2010-2050	23
Figur 1.7 Drivhusgasudledning per indbygger 2010-2050	23
Figur 1.8 Drivhusgasudledning i 2030: 7,2 tCO ₂ e per indbygger	24
Figur 1.9 Drivhusgasudledning i 2050: 7,0 tCO ₂ e per indbygger	24
Figur 1.10 Dansk manko i forhold til internationale målsætninger i 2030 og 2050	25
Figur 1.11 Estimat af olie- og gasreserver i hhv. 2008 og 2012, omregnet til olie-ækvivalenter	26
Figur 2.1 Energi og drivhusgasbeskatning i 2030	29
Figur 2.2 CO ₂ -prissætning for lavere forbrug af benzin kontra skift til andet drivmiddel i 2015 (2010-priser)	31
Figur 2.3 Reduktionsomkostninger ved teknologiskift i elproduktion og vejtransport (Kr./tCO ₂)	33
Figur 2.4 Teknologiske reduktionsbaner og det nødvendige beskatningsniveau	35
Figur 2.5 Emissionsmanko i 2030: Fra 3,1 til -0,1 tons	37
Figur 2.6 Emissionsmanko i 2050: Fra 4,8 til 0,0 tons	37
Figur 3.1 Priser på energi stiger, hvis verden er uambitiøs.....	39

Figur 3.2 Højere teknologiomkostninger, hvis verden er uambitiøs	42
Figur 3.3 Potentiel leakage på 69 pct. af udledningen	45
Figur 3.4 Nettoenergipriser ved anvendelse af kvoteomfattet industri i 2030	47
Figur 4.1 Husstandsforbrug på energiprodukter og biler	58
Figur 4.2 Nettoeffekter på fordeling ved højere elafgift brugt til lavere indkomstskat	59

Oversigt over bokse

Boks 1.1 Beregning af energiforbrug og CO ₂ -udledning.....	15
Boks 1.2 Fremskrivningsprincipper	20
Boks 3.1 Beskatning af fossile brændstoffer i elproduktion.....	43
Boks 3.2 Støtte til eller ressourcerente fra vindmøller.....	44
Boks 4.1 Argumenter for punktafgifter er ikke begrundet i eksternaliteter.....	57

Forord

Copenhagen Economics er af den grønne tænketank CONCITO blevet bedt om at udarbejde et studie, der belyser, hvorledes en ensartet og konsekvent beskatning af drivhusgasser kan bruges som redskab til at reducere danske udledninger til et niveau, der er foreneligt med det såkaldte 2 graders scenario.

Studiet har fem fokuspunkter i forhold til udformning af en dansk klimapolitik. Som punkt et vurderes det, om den eksisterende klima- og energipolitik er tilstrækkelig i forhold til opfyldelse af målsætningen. Som punkt to vurderes gevinsterne af en ensartet og harmoniseret beskatning af drivhusgasser. Dernæst som punkt tre vurderes det, i hvilken grad klimapolitikken – ikke mindst på EU plan – er afgørende for, hvor langt Danmark kan komme med en ensartet og harmoniseret beskatning af drivhusgasser. Som punkt fire vurderes det, hvor vigtig udviklingen af nye drivhusgasbesparende teknologier er for at opnå succes med denne strategi. Herunder undersøges også Danmarks afhængighed af, at teknologiudviklingen drives på globalt plan. Endelig som punkt fem klargøres det, hvorledes en sådan omlægning af den eksisterende energibeskatning påvirker de offentlige finanser, herunder behovet for alternativ finansiering, i et langsigtet perspektiv som her er frem til 2050.

Sammenfatning

Det er en internationalt anerkendt målsætning, at den globale opvarmning ikke må overstige 2 grader celsius, såfremt man vil undgå drastiske klimaforandringer. I denne kontekst er der i Danmark stor politisk enighed om, at brugen af fossile brændstoffer stort set skal afvikles over de kommende årtier. I EU sammenhæng har Danmark allerede forpligtet sig til en ambitiøs klimapolitik gennem vedtagelsen af en fælles målsætning om at reducere EU's samlede udledninger med mere end 80 % i forhold til 1990-niveauet frem til 2050.

I dette studie konkretiseres disse politiske målsætninger og forpligtigelser, og der fokuseres på en overordnet målsætning om, at den samlede drivhusgasudledning i Danmark reduceres til 4,0 tons per indbygger i 2030 og 2,2 tons i 2050. Det er det forløb, der med overvejende sandsynlighed er krævet for at begrænse temperaturstigninger til de målsatte 2 grader givet samme udledninger per indbygger globalt set. Regeringens egne fremskrivninger, baseret på eksisterende danske klima- og energipolitikker, giver en forventet 2030 manko på 3,2 tons. Til dette studie er fremskrivningen forlænget til 2050. Man når da til en manko på hele 4,8 tons.

Det vurderes, at en konsekvent omlægning af hele energibeskatningen mod en ensartet beskatning af alle drivhusgasser de facto vil kunne fjerne eller i hvert fald markant reducere den fremskrevne manko allerede i 2030 selv med gennemsnitlig beskatning af drivhusgasser som i 2013. En sådan omlægning indebærer, at alle de nuværende energiafgifter (såkaldte CO₂-afgifter, energiafgifter, elafgifter, forsynings sikkerhedsafgifter mv.) bliver fjernet og erstattet af én ensartet afgift på drivhusgasudledning beregnet per ton CO₂-ækvivalent (tCO₂e)¹.

Det kan dårligt understreges nok, at vores illustrative regnestykker er behæftet med betydelig usikkerhed. En stor del af denne knytter sig til, hvor stærkt forbrugerne på lang sigt vil reagere på ændringer i energipriser, og hvor gunstig teknologiudviklingen vil være. De effekter der er indlagt skal ses som klare underkantsskøn af hvor stærkt ændringer i beskatning af energi og drivhusgasser virker på energibesparelser og teknologiudvikling. Regnestykkerne skal dermed mere ses som pejlemærker for de gevinster, der kan høstes ved en omlægning af beskatningen af energi, end præcise forudsigelser. I forlængelse heraf vil vi også understrege, at den store usikkerhed omkring hvor og hvordan udvikling af ny teknologi finder sted netop underbygger behovet for en ensartet beskatning af drivhusgasser, således at de mange og delvist nu ukendte løsninger til reduktion af udledning præmieres lige meget.

¹ Andre eksternaliteter skal dog stadig beskattes. Derfor bibeholdes de eksisterende svovl- og NOx-afgifter.

Et hovedproblem ved det nuværende skattesystem er således, at det stiller sig i vejen for ibrugtagning af teknologier, der kan reducere udledningen af drivhusgasser til stadig fallende omkostninger. Det betyder, at incitamentet til at gå efter de billigste muligheder tabes. Vi vil her pege på tre hovedproblemer:

- **Vejtransport**

Det nuværende system er baseret på en blanding af en energiskat baseret på drivstoffets energiindhold og en CO₂ skat baseret på CO₂ indhold, som svarer til omtrent 150 kroner per ton. En ensartet ny gennemsnitsskat på 880 kroner per ton, baseret alene på CO₂ indhold, i kombination med nul energiafgifter betyder, at 2. generations biobrændstof med lavt beregnet CO₂ indhold bliver konkurrencedygtige, hvor det nuværende system de facto stopper en lovende teknologi på grund af energibeskatningsdelen. Hermed kan på sigt også droppes nuværende krav om, at traditionelle drivmidler skal iblandes biobrændstof.

- **Kraftvarmesektor**

Den nuværende beskatning af fossile brændstoffer (primært kul og gas) er helt minimal på grund af den lave kvotepris, som i starten af 2013 var under 60-70 kroner per ton. Hvis udledninger fra kraftvarmesektoren ligesom alle andre udledninger blev omfattet af en ensartet skat på knap 900 kroner, vil en lang række teknologier forventes at blive konkurrencedygtige uden krav om tilskud via PSO-midler til vindmøller mv. Ligeledes vil også såkaldte carbon-capture baserede kul og gasværker kunne vinde indpas uden særskilte tilskud.

- **Ikke-energirelaterede udledninger**

En række drivhusgasser er i dag ikke beskattet på tilsvarende vis som f.eks. fossile brændstoffer i forhold til deres beregnede påvirkning af klimaet. En indførsel af en skat på ikke-energirelaterede drivhusgasser, som medfører reduktioner i udledningerne, vil mindske behovet for reduktioner på andre områder.

Et hovedelement i dette regnestykke er, at der frem mod 2030 og 2050 udvikles og indpasses drivhusgasbesparende teknologier i kraftvarmeproduktion, transport og andre sektorer, i takt med at reduktionsmålsætningen skærpes. Forudsætningen for at opnå en sådan udvikling er, at der er det nødvendige skattemæssige incitament i *alle* sektorer på en måde, som er troværdig, for at investorer tør foretage de nødvendige langsigtede investeringer.

Givet udgangspunktet med meget betydelige afvigelser fra et sådant ensartet system må en sådan omlægning foretages gradvist over mange år. Studiet er på ingen måde en detaljeret analyse af en sådan omlægning. For at opnå de ønskede effekter er det imidlertid vigtigt, at den påbegyndes snart, og at den har et klart endeligt sigtmål. Det kunne f.eks. være en ensartet pris på drivhusgasser fra 2030. For beskatning af vejtransport kan omlægninger også ses som et led i en større omlægning hvor også støj, lokalforurening, trængsel og slid på vej mv. inddrages i skattebasen for biler.

Såfremt resten af verden ikke følger den ambitiøse danske klimapolitik, må Danmark acceptere betydelige højere omkostninger. Det er en nettokonsekvens af fem effekter:

1. Ved en global ambitiøs klimapolitik reduceres efterspørgslen efter fossile brændstoffer, hvilket sænker prisen på dem. Da Danmark i fremtiden forventes at blive nettoimportør af fossile brændstoffer, giver dette en bytteforholdsgevinst. Den mistes, hvis Danmark alene fører ambitiøs klimapolitik.
2. Teknologiudvikling drives af de globale rammevilkår. Danmark står kun for ca. 1 promille af de globale udledninger. Det vil være meget omkostningsfuldt og risikabelt for virksomheder at udvikle teknologier, der alene forventes at være rentable i Danmark. Det betyder, at Danmark ved en gang ikke vil have adgang til de nødvendige nye drivhusgasbesparende teknologier.
3. Beskatningen af fossile brændstoffer til kraftvarmeproduktion er reelt bestemt via EU's kvotesystem ETS². I fremskrivninger af ETS-prisen, der baserer sig på et lavere ambitionsniveau end 2 graders målsætningen, er kvote-prisen langt fra høj nok til at gøre en række drivhusgasbesparende teknologier rentable. Da det reelt ikke er muligt at pålægge dansk elproduktion systematisk højere skatter end udlandet, vil dette forhold lægge en øvre grænse for, hvor høj beskatningen af fossile brændstoffer i kvotesektoren kan blive.
4. Væsentligt højere skatter på drivhusgasser i Danmark end i resten af verden betyder, at internationalt handlede aktiviteter med højt indhold af drivhusgasudledning i betydelig grad vil flytte til udlandet, et fænomen kendt som *carbon-leakage*. Det betyder, at ensartet høj dansk beskatning af sådanne aktiviteter nok løser en dansk målopfyldelse – udledninger sker/flyttes uden for landets grænser – men en sådan dansk beskatning kan omvendt øge de totale globale udledninger, såfremt danske virksomheder er mere energieffektive end udenlandske.
5. Såfremt Danmark alene fører en ambitiøs klimapolitik, vil adgangen til biomasse blive mindre dyr, da der bliver mindre konkurrence om den. Denne faktor vejer imidlertid mindre tungt end de fire andre tilsammen.

De beregnede velfærdsmæssige effekter for Danmark ved at nå de skrappe miljøpolitiske mål kan deles op i to hovedtyper af resultater.

Såfremt resten af verden fører en ambitiøs klimapolitik sammen med Danmark, kan klimamålene nås for lavere velfærdsmæssige omkostninger end ved blot at fortsætte den nuværende politik frem til 2030 og videre frem til 2050. Dette skyldes fundamentalt set to forhold. Det nuværende system er ineffektivt, dvs. at det ikke får aktiveret de lavest hængende frugter. Desuden forventes en ambitiøs global klimapolitik at udløse fremskridt i drivhusgasbesparende teknologier, således at de bliver rentable i fremtiden, selv om beskatningen af drivhusgasser i Danmark fastholdes i gennemsnit nogenlunde på sit nuværende niveau.

Modsat, hvis Danmark står alene med nogle få andre frontløbere. Hovedproblemet bliver her, at teknologiudviklingen ikke kan blive nær så gunstig – et land, der kun står for en brøkdel af verdens udledninger, har kun marginal indflydelse på den globale teknologiud-

² The EU Emissions Trading System (EU ETS).

vikling. Det vil sige, at reduktion af transport, opvarmning og andre aktiviteter knyttet til udledninger af drivhusgasser må reduceres i langt større omfang, fordi det er billigere end at udvikle tekniske løsninger, der kun kan sælges i Danmark. Vi får derfor, på trods af et system med tilnærmelsesvist ens beskatning af drivhusgasser og dermed nogle effektivitetsgevinster i forhold til det nuværende system, et velfærdstab i forhold til et grundscenarion med en uambitiøs og ineffektiv dansk klimapolitik.

De afledte fiskale konsekvenser af en konsekvent strategi med ensartet beskatning af drivhusgasser er betydelige. Den afgørende faktor i denne sammenhæng er, at den nuværende danske gennemsnitskat på fossile brændstoffer faktisk er tilstrækkelig til at gøre alternative teknologiløsninger rentable på sigt. Det følger heraf, at bidraget fra energiskatterne til finansiering af offentlige udgifter vil falde relativt til BNP. Denne konklusion baseres på, at det samlede reale gennemsnitsniveau for beskatningen af drivhusgasser kun stiger svagt eller slet ikke, mens mængden af drivhusgasser falder med omkring 85 procent fra 2012 til 2050. Dertil forventes der en vækst i BNP over samme periode, hvilket bidrager til det relative fald.

Indtægtgrundlaget fra energiafgifter falder i grundforløbet fra 2,4 procent af BNP i 2015 til 1,8 procent i 2030. Med andre ord vil en klimastrategi baseret på en ensartet beskatning af drivhusgasser reducere statens indtægter yderligere fremtiden.

Samfundsøkonomisk er det faldende bidrag fra beskatning af energi- og drivhusgasser – fra en reduceret skattebase og en lavere afgift på drivhusgasser end i dag – ikke en samfundsøkonomisk omkostning. Det knytter sig for det første til, at man rent faktisk når nogle klimapolitiske mål, som der politisk set er sat en betydelig værdi i at opnå: så faldet i skattebasen betyder, at man når de mål, man har sat. Den lavere skat på udledninger end i dag er tilsvarende udtryk for en mere smart beskatning samt, at ny teknologi giver mulighed for, at klimaudfordringen kan løses med mindre radikale omlægninger af vores forbrugsmønstre, herunder koldere huse og færre muligheder for at rejse mv. Sagt med andre ord. Hvis disse teknologier ikke realiseres, så skal skatten på drivhusgasser være meget større og reduktionen i tjenester og varer med højt energiindhold være tilsvarende større. Regnestykkerne i denne rapport viser således, at de ekstra omkostninger for samfundet, der er forbundet med at introducere ny teknologi med lavere CO₂ intensitet, er lavere, end de omkostninger forbrugerne ellers påføres, hvis de skal ændre deres adfærd.

Allerede i grundforløbet udestår et finansieringsbehov, som i 2030 ift. 2015 udgør knap 15 mia. kr. I det mest gunstige scenarie, hvor omverdenen er lige så ambitiøs som Danmark, og hvor teknologier kan realiseres til begrænsede omkostninger, vokser finansieringsbehovet til 30 mia. kr. De velfærdøkonomiske konsekvenser af dette kan opdeles i to elementer. For det første den vinkling der blev anlagt ovenfor. For det andet gennemvirkninger i forhold til forvriddninger på arbejdsmarkedet afledt af skattesystemet.

Udgangspunktet vil være, at generelle finansieringsbehov skal dækkes af brede skatter, der forvrider så lidt som muligt. Det kunne f.eks. være en sænkning af personfradraget sammen med en lidt højere bundskat. Dette giver den samme økonomiske fordeling og

den samme effektive marginale beskatning af arbejdsindkomsten som den energiskat, der bortfalder.

Virkningen på arbejdsmarkedet skal som udgangspunkt vurderes som værende neutralt. Tilskyndelse til at arbejde påvirkes positivt af det ekstra forbrug, man kan få ved at arbejde mere: en energiskat gør det samlede private forbrug dyrere ligesom moms gør det. Hermed følger også, at bortfaldet af energiskatter alt andet lige øger tilskyndelsen til at arbejde. Den øgede tilskyndelse til at arbejde vil imidlertid selvsagt blive helt eller delvist opvejet af den nye finansiering der skal til for at opretholde solide offentlige finanser.

Nettoeffekten på arbejdsmarkedet afhænger således af hvilken konkret finansiering, der vælges til at dække hullet.

Der kan også overvejes andre finansieringskilder. Den første er øgede boligskatter: Genopretning til den effektive værdi af ejendomsværdiskatten på 1 procent – stop for skattestoppet – vil kunne indbringe omkring 10 mia.kr. En effektiv sats på 1 til 1,5 procent vurderes foreneligt med et neutralt og sammenhængende system for beskatning af kapitalindkomster, herunder afkast fra husholdningernes investeringer i boliger, på lang sigt. Pointen er imidlertid, at en sådan omlægning vil være en god idé, uanset om der er finansieringshul fra lavere energiskatter.

Finansieringsbehovet kunne alternativt også føre til, at man fastholder et niveau for beskatningen af energi på et niveau, der er højere, end hvad der skal til for at nå de ambitiøse klimamål. Som udgangspunkt vurderer vi, at der *ikke* er gevinster ved dette alternativ af fire årsager:

1. Satserne for beskatning af drivhusgasser er netop afpasset behovet for nå de ambitiøse klimamål.
2. De energikilder, der fortrænger kul og gas, vil i stigende grad være energikilder baseret på lokale/stabile råvarer. Der er altså ikke gode forsyningsmæssige begrundelser for en ekstra skat.
3. En afgift, som ikke opfylder klare velfærdsøkonomiske målsætninger, er forvridende. Her vil en højere moms være mere neutral.
4. Fastholdelse af energiskatter i stedet for f.eks. lavere bundfradrag og højere bundskat giver ikke færre forvridninger på arbejdsmarkedet: energiskatter er også en skat på arbejde som beskrevet ovenfor.

Kapitel 1

Den nuværende energipolitik er utilstrækkelig til at sikre vejen mod 2 graders målsætningen

Dette kapitel fokuserer på, hvorvidt målsætningen om at reducere CO₂e-udledningerne til 2,2 tons per indbygger kan realiseres med de klima- og energipolitiske instrumenter, der allerede er vedtaget. Udgangspunktet for vurderingen er en fremskrivning af Danmarks energiforbrug i de kommende årtier, hvor energiforbruget er hovedkilden til den danske udledning af drivhusgasser. Hertil lægges skøn for udledningen af andre drivhusgasser frem til 2050 (sektion 1.1). Dette sammenlignes med, hvor meget danske drivhusgasser skal reduceres frem til 2050, hvis man ønsker at opfylde et mål om kun 2,2 ton pr. dansker. Hermed kan der opstilles en manko mellem politiske målsætninger og det, der kan realiseres uden yderligere klima- og energipolitiske tiltag (sektion 1.2).

1.1 Det samlede overblik anno 2015 – Udledninger af drivhusgasser, energiforbrug og afgifter

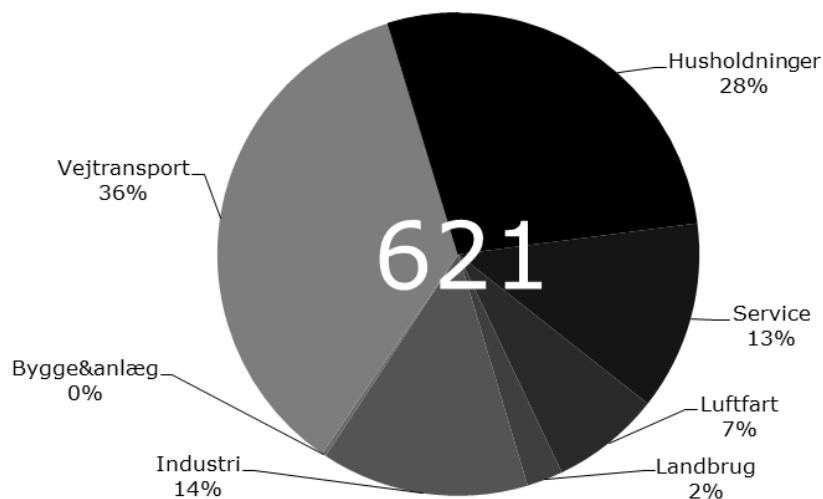
Vores analyse er baseret på en detaljeret fremskrivning af dansk forbrug og produktion af energi fra 2010-2035 fra energistyrelsen. Vi bruger i dette studie fremskrivningen for år 2015 som reference i stedet for et historisk år. Det er der to grunde til: 1) Satsændringerne fra energiaftalen fra 2012 er fuldt indfaset i 2015. 2) Data fra historiske år afhænger af faktiske vindforhold, temperaturer og den økonomiske konjunktursituation, hvor fremskrivningen for 2015 udtrykker forventninger til et normalt år.

Energiforbrug og drivhusgasudledning

Det endelige energiforbrug i Danmark i 2015 er på 621 petajoules. Vejtransport og husholdninger står for det største forbrug med hhv. 36 pct. og 28 pct. af det samlede energiforbrug, jf. figur 1.1. Herefter kommer industrien og servicesektoren med hhv. 14 pct. og 13 pct. Resten af energiforbruget stammer fra hhv. luftfartssektoren og landbrugssektoren.

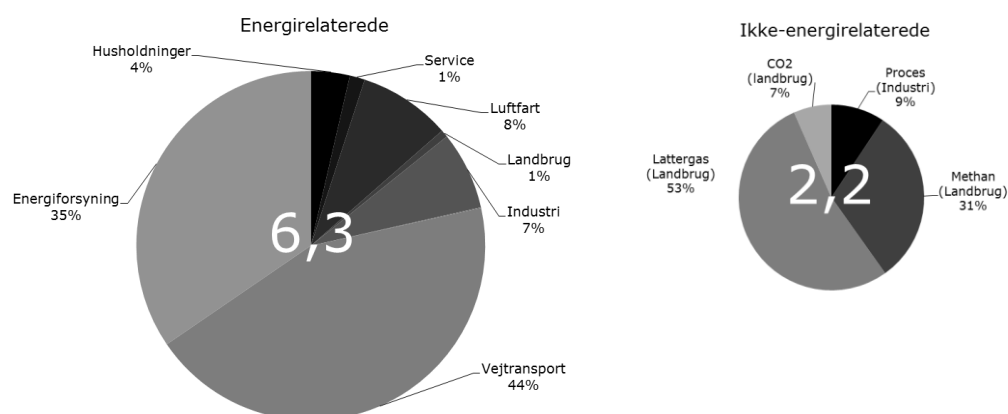
De samlede drivhusgasudledninger er i 2015 på 8,5 tCO₂e per indbygger. De energirelaterede udledninger udgør ca. $\frac{3}{4}$ af de samlede udledninger, jf. figur 1.2. De to mest forurenende sektorer, hvad angår energirelaterede udledninger, er vejtransport og energiforsyning. De udleder hhv. 44 pct. og 35 pct. af de energirelaterede udledninger. Landbruget står bag ca. 90 pct. af de ikke-energi-relaterede udledninger, hovedsageligt pga. udledning af lattergas og metan. Den resterende udledning stammer fra processer i industrien.

Figur 1.1 Det endelige energiforbrug 2015 – 621 PJ



Kilde: Copenhagen Economics

Figur 1.2 Drivhusgasudledning i 2015 - 8,5 tCO₂e per indbygger



Note: Af hensyn til en strukturel sammenligning af den nuværende og fremtidige drivhusgasudledning er drivhusgasudledningen i forbindelse med udvinding og raffinering af olie og gas også udskilt, jf. Boks 1.1

Kilde: Copenhagen Economics

Boks 1.1 Beregning af energiforbrug og CO₂-udledning

Det endelige energiforbrug er opgjort eksklusiv dansk opererede skibes køb af brændstof i udlandet (bunkring). Dette forbrug er uden for danske myndigheders kontrol og er ikke medregnet i Danmarks internationale forpligtigelser eller politiske målsætninger. I 2010 er forbruget af bunkringsolie på knap 500 PJ. Det giver anledning til udledning af CO₂ svarende til knap 7 tCO₂ per indbygger.

I de beregnede energirelaterede CO₂-udledninger indregnes foruden udledninger fra brug af energi til endeligt forbrug også udledninger afledt af bruttoenergiforbruget ved produktion af el og fjernvarme. I alle beregnede forløb i rapporten antages nettoeksporten af el at være 0 ved justering af produktionen på kraftvarmeanlæg. Det gør det muligt at holde en snæver national tilgang til CO₂-udledningen, når der ikke skal tages højde for den indirekte udledning ved import af elektricitet.

Energistyrelsens opgørelse af Danmarks bruttoenergiforbrug indeholder desuden energiforbrug i forbindelse med udvinding og raffinering af olie og gas. Produktionen af olie og gas i den danske Nordsø forventes at aftage gradvist mod 2050, og vil således få en stadig mindre betydning for den samlede udledning. Dette forbrug, der primært består af gas, er i 2010 på 40 PJ og giver anledning til udledninger svarende til knap 0,4 tCO₂ per indbygger. På trods af faldende produktion stiger forbruget af gas af tekniske årsager³ svarende til 0,5 tCO₂ per indbygger i 2030, men må dog forventes at falde på sigt i takt med produktionen.

I vores beregninger anlægger vi den betragtning at produktionen på de to danske raffinaderier udfases sammen med udvindingen. Derfor inkluderes energiforbrug i forbindelse med udvinding og raffinering af olie og gas forbrug ikke i modelberegningerne. Det er også en mulighed at produktionen vil blive opretholdt på baggrund af importeret råolie. I så fald vil de beregnede udledninger i grundforløbet mod 2050 skulle opjusteres lidt. - Raffinaderiernes forbrug vil da naturligt også skulle omfattes af den ensartede beskatning af drivhusgasudledning, og der vil kunne forventes teknologiske reduktioner også her, jf. kapitel 3.

For at kunne lave en strukturel sammenligning af den nuværende og fremtidige drivhusgasudledning er drivhusgasudledningen i forbindelse med udvinding og raffinering af olie og gas også udskilt i Figur 1.2, Figur 1.4 og Figur 1.7.

Kilde: Copenhagen Economics baseret på Sammenfatningsmodellen, Energistyrelsen 2012.

³ (Energistyrelsen. 2012f)

Overblik over afgifter

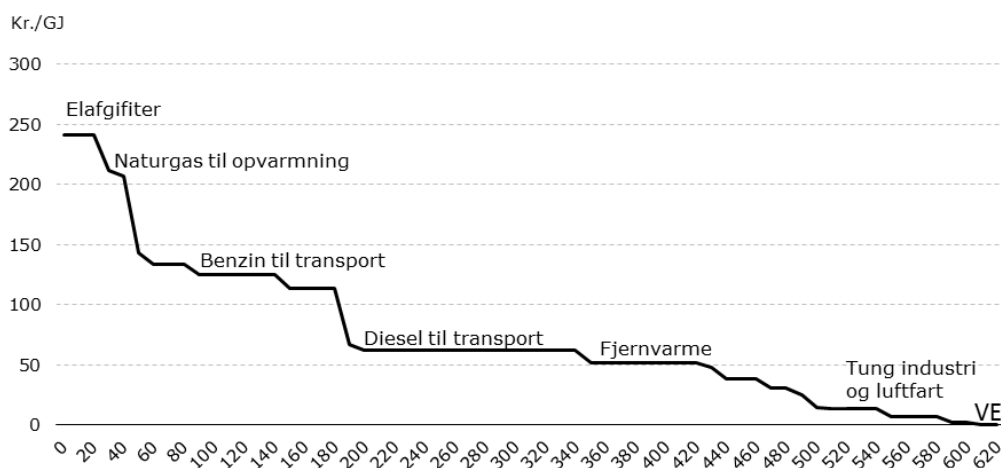
Den nuværende beskatning er juridisk set konstrueret omkring to elementer; en CO₂-afgift og en energiafgift. CO₂-afgiften er fastsat med henblik på at skabe en formelt set tilnærmelsesvis ensartet beskatning af CO₂ uden for og inden for ETS-kvotestystemet. Energiafgiften er hovedsageligt provenumotiveret. CO₂-afgiften på el er blevet omdøbt til et 'elsparebidrag', og el blev med Forårspakke 2.0 (2009) pålagt en ny afgift, betegnet 'tillægsafgift', som fuldt indfaset i 2015 udgør 6,4 øre/kwh.

Energiaftalen fra 2012 medfører en række yderligere ændringer i energiafgifterne, der, i tillæg til Forårspakke 2.0, også indføres gradvist mod 2015. Aftalens planlagte udbygning af vedvarende energi bliver finansieret via den eksisterende PSO-afgift på el. Fra 2012 bredes PSO-afgiften ud til også at omfatte naturgas. Der indføres en forsyningssikkerhedsafgift på rumvarme for bl.a. at dække det statslige tilskud til biogas. Den modsvares dog til dels af en lempelse af energiafgifterne på el og på energi til procesformål af hensyn til industriens konkurrenceevne.

I realiteten må energiafgiften primært ses som en residual afledt af de historiske bestemte energiafgifter, som ikke har været baseret på nogen klare energipolitiske målsætninger, fratrukket en CO₂-afgift, der er sat lig den forventede kvotepris. En adskillelse af de enkelte beskatningselementer er dog ikke vigtig i et økonomisk perspektiv, da incitamenterne er de samme uanset betegnelse. En energiafgift på kul virker lige så besparende på kulforbruget som en CO₂ afgift på kul, såfremt den har samme værdi per ton kul. I figur 1.3 har vi derfor angivet de samlede afgifter opdelt på energiformer.

Skattesatserne varierer på de enkelte energiformer, afhængigt af anvendelse, men også energiformerne imellem. Afgifterne varierer fra en meget lav sats på den tunge industri til en meget høj sats på el. Hertil kommer, at VE "monteret" direkte hos slutbrugere som f.eks. solcelleanlæg helt er fritaget for energiafgifter af nogen art. Det vil sige, at de i betydelig grad "lever" af de meget høje energiafgifter, f.eks. elafgift.

Figur 1.3 Effektive afgifter på energi til endelig anvendelse i 2015 – Kr./GJ

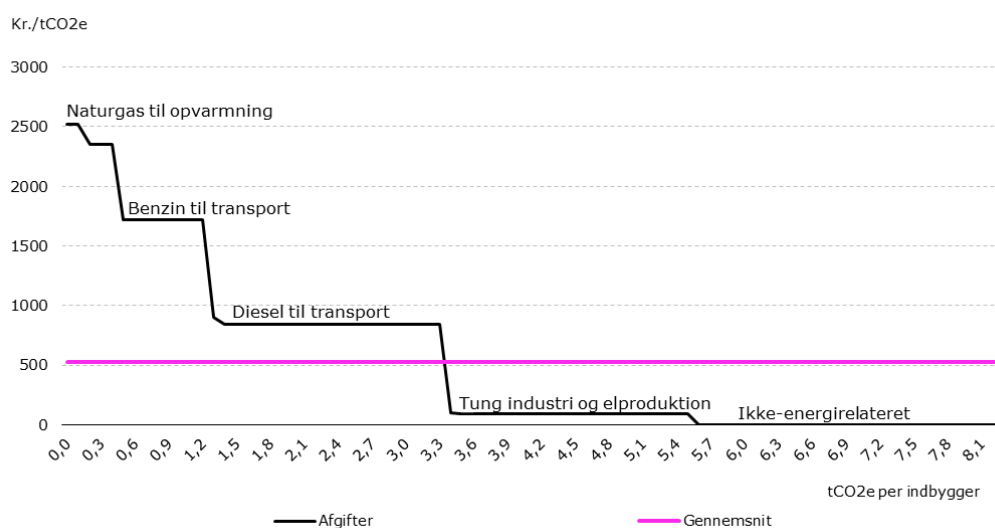


Note: Modelberegneede tal. Effektive afgifter beregnes i 2010 på baggrund af energiudgift fra Danmarks Statistik divideret med energiforbrug fra Energistyrelsen og fremskrives proportionalt med udvikling i nominelle afgifter (2010-priser). Afgifter på fjernvarme ligger i producentledet, men er her omregnet til en forbrugsafgift. Se i øvrigt bilag A.

Kilde: Copenhagen Economics

I figur 1.4 vises afgiftssatserne omregnet til kr./ton CO₂e. Hvis energipolitikken udelukkende var klimaorienteret, ville målet være at tilstræbe mere ens beskatning, opgjort i forhold til CO₂e frem for per energienhed⁴. Som det fremgår, er der en betydelig skævhed i beskatningen af drivhusgasser. Højest beskattet er naturgas til opvarmning, derefter kommer vejtransport, industrielle processer, elproduktion og til sidst landbrugets ikke energirelaterede udledninger, der ikke er beskattede i dag (men dog omfattet af andre miljøregulering med potentielle virkninger på udledning af drivhusgasser).

⁴ Der kan også være andre eksternaliteter, som tilfældet er med NO_x- og svovlafgifterne, som man også bør tage højde for. I forhold til incitamentet til at spare på et givent brændstof er virkningen dog den samme uanset begrundelsen for afgiften. I studiets beregninger med ensartet skat på drivhusgasser fastholdes netop NO_x- og svovl-afgifterne i til-læg til den ensartede drivhusgasafgift.

Figur 1.4 Drivhusgasbeskatning i 2015 – Gns. på 520 Kr./tCO₂e

Note: Af hensyn til en strukturel sammenligning af den nuværende og fremtidige drivhusgasudledning er drivhusgasudledningen i forbindelse med udvinding og raffinering af olie og gas også udskilt, jf. Boks 1.1

Note: Bemærk: Industri omfattet af ETS-systemet, f.eks. cementfabrikken Aalborg Portland, bliver tildelt gratis-kvoter, som de kan sælge i det omfang de ikke selv bruger dem.

Kilde: Copenhagen Economics

1.2 Internationale målsætninger og dansk klimapolitik

Internationale klimamålsætninger

Det er en internationalt anerkendt målsætning⁵, at den globale opvarmning ikke må overstige 2 grader celsius, såfremt man vil undgå drastiske klimaforandringer. I UNEP⁶ er vurderingen, at man for at opnå en "likely" (> 66 pct.) mulighed for at holde den globale temperaturstigning på mindre end 2 grader celsius i 2050 skal have en udledning på mindre end 21 GtCO₂e. Da den forventede befolkningsstørrelse for verden i 2050 ifølge FN⁷ er 9,7 mia., vil den maksimale gennemsnitlige udledning pr. verdensborger være ca. 2,2 t CO₂e. Til sammenligning var udledningerne i 2009 på 49,5 GtCO₂e, eller 7,3 tCO₂e per indbygger.

⁵ "At [the] Copenhagen [climate summit] this led to the situation where a global goal of 2°C above preindustrial was referenced in the Copenhagen Accord, along with the understanding that this goal reviewed with a view to strengthening it to a 1.5°C goal." (Hare, Schaeffer & Rocha, 2011)

⁶ (UNEP, 2011).

⁷ (UN DESA, 2011).

Der er altså tale om, at udledningerne skal reduceres med mere end 50 procent, samtidig med at den økonomiske udvikling og befolkningsvækst, ikke mindst i udviklingslandene, trækker i retning af stadigt stigende udledninger. Den drastiske reduktion af drivhusgasudledningen indebærer, at maksimalt en tredjedel af de i dag kendte fossile brændstoffsreserver (olie, kul og gas) må forbruges. Med andre ord: For at holde den globale opvarmning under 2 grader celsius skal to-tredjedele af de globale fossile brændstoffsreserver efterlades i undergrunden⁸.

I forlængelse af den samme 2 graders klimamålsætning analyserer det Internationale Energiagentur (IEA), hvordan lande og områder i forskellige dele af verden konkret kan bidrage til at opfylde målsætningen. På et overordnet niveau er IEA's fremskrivning karakteriseret ved, at de rige vestlige lande også i 2050 udleder mere drivhusgas per indbygger end udviklingslandene. IEA tager kun stilling til energirelaterede drivhusgasser, men i beskrivelsen af scenariet fremgår det, at målopfyldelsen også kræver reduktioner i de ikke-energirelaterede udledninger.

Foruden 2 graders scenariet beregner IEA også et New Policy scenarie, hvor det antages, at de nuværende klimapolitikker fortsættes og at annoncerede politikker, som endnu ikke er formelt vedtaget, implementeres. IEA vurderer, at dette er tilstrækkeligt til med overvejende sandsynlighed at begrænse temperaturstigningerne til under 4 grader. Derudover opererer IEA med et Current Policy-scenarie. Current Policy-scenariet tager udgangspunkt i de klimapolitikker, der er vedtaget eller adopteret medio 2012, og fremskriver konsekvenserne ved en "business as usual"-tilgang. I nærværende rapport behandler vi de to førstnævnte scenarier, hhv. 2 graders scenariet og New Policy scenariet (fremover 4 graders scenariet).

⁸ (IEA, 2012)

Boks 1.2 Fremskrivningsprincipper

Danmark (Grundforløb)

Fremskrivningen dækker over en opdatering af klimakommissionens 2050 fremskrivning fra 2008. Opdateringen inkluderer nye forudsætninger frem til 2035 på baggrund af energistyrelsens seneste fremskrivning af dansk energiforbrug. Til forskel fra klimakommissionen er det indregnet som en betingelse, at nettoeksporten af elektricitet skal være 0 i hele fremskrivningen. Se i øvrigt bilag A. Udviklingen i internationale priser på kul, olie, gas og ETS kvoteprisen følger antagelser i det internationale New Policy-scenarie. Scenariet bruges til at opgøre manko i forhold til nedenstående internationale målsætninger (Figur 1.10) og som udgangspunkt for modelberegningerne i kapitel 2-4.

4 grader - Europa/Verden (uambitiøs verden)

Baseret på IEA's New Policy-scenarie. Dette tager udgangspunkt i de nuværende klimapolitikker og disses konsekvenser. Det antages, at de nuværende klimapolitikker fortsættes, og at annoncerede politikker som endnu ikke er formelt vedtaget implementeres. Scenariet tager dermed udgangspunkt i eksisterende forhold og giver indblik i de konsekvenser, som nuværende politiske holdninger vil medføre. En fremskrivning af dette scenarie forudsiger (med 50 pct. sandsynlighed) en gennemsnitlig global temperaturstigning på ca. 4 grader celsius. I scenariet regnes dog ikke med en lige stor udledning pr. verdensborger, idet højindkomstlande (herunder Europa) kan have en større udledning. Derfor opgøres mankoen separat for verden og Europa (Figur 1.10). I beregningerne i kapitel 2 og 3 danner 4-graders scenariet udgangspunkt for et sæt af grundforudsætninger under overskriften "uambitiøs verden".

2 grader - Europa/Verden (ambitiøs verden)

Tager i modsætning til New Policy-Scenariet ikke udgangspunkt i eksisterende forhold. To-graders scenariet bygger på et fremtidigt mål om en gennemsnitlig global temperaturstigning på 2 grader celsius, som anbefalet af IPCC⁹. Scenariet beskriver, hvordan den gennemsnitlige emission per indbygger skal udvikle sig i hhv. verden og Europa for at opnå dette mål. Scenariet implicerer, at energirelaterede CO₂-udledninger skal mere end halveres i 2050 (sammenlignet med 2009) og tilsvarende falde efterfølgende for at undgå yderligere opvarmning. En omdannelse af energisektoren er en væsentlig faktor for at nå to-graders målet. Omdannelse skal dog komplimenteres af reduktioner af drivgasser uden for energisektoren. I scenariet regnes dog ikke med en lige stor udledning pr. verdensborger, idet højindkomstlande (herunder Europa) kan have en større udledning. Derfor opgøres mankoen separat for verden og Europa (Figur 1.10). I beregningerne i kapitel 2 og 3 danner 4-graders scenariet udgangspunkt for et sæt af grundforudsætninger under overskriften "Ambitiøs verden".

Kilde: (IEA, 2012) og Copenhagen Economics

Dansk klimapolitik mod 2030 og 2050

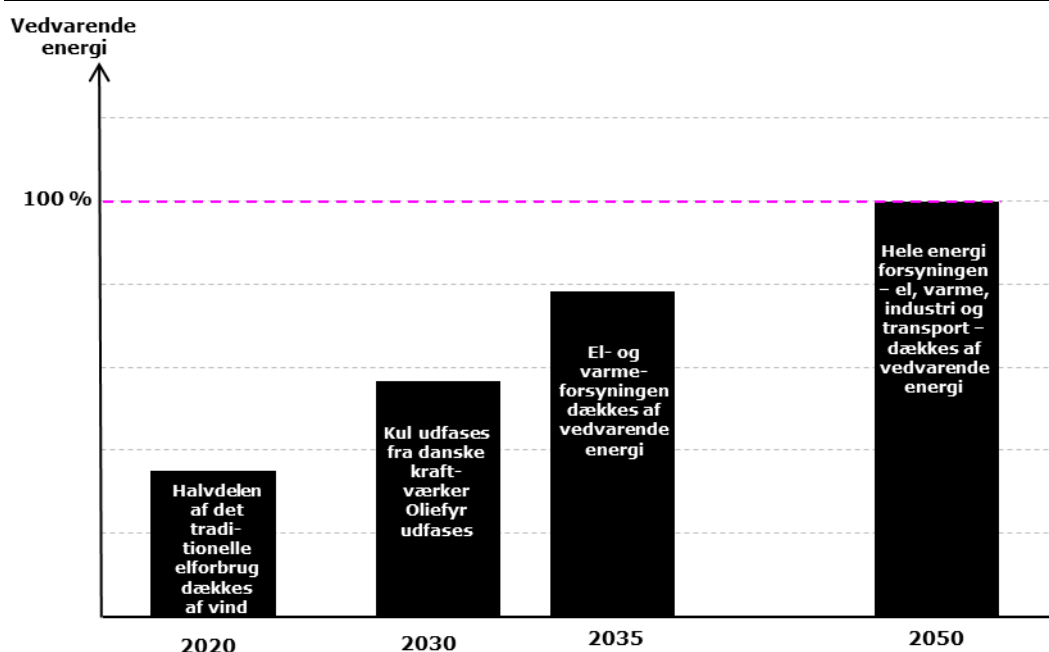
Danmarks regerings overordnede klimapolitiske målsætning er, at transportsektoren og energiforsyningen skal være 100 procent fossilfri i 2050. Olie, gas og kul skal udfases og erstattes af vedvarende energikilder. Der er ikke en tilsvarende målsætning for de ikke-energirelaterede emissioner, som i 2015 udgør godt 25 procent af de samlede emissioner (se figur 1.2). Den nuværende målsætning vil i sig selv ikke bringe Danmark ned på det

⁹ (IPCC, 2007)

nødvendige globale gennemsnit på 2,2 tCO₂e per indbygger i FN's 2 graders scenarie. En fossilfri transportsektor og energiforsyning i 2050 resulterer i en udledningsreduktion på 4,2 tCO₂e per indbygger. Den resterende udledning er dermed 2,8 tCO₂e per indbygger og markant over kravet i forbindelse med i 2 graders målet.

Den danske klimapolitik er forankret i Regeringens udspil Vores Energi fra 2011. Danmarks drivhusgasudledning udgør kun ca. 1 promille af den samlede globale udledning. Det er, som der står i udspillet, derfor ved "eksemplets kraft, at Danmark skal bidrage til at få resten af verden med i den globale indsats mod klimaforandringer"¹⁰.

Figur 1.5 Regeringens energipolitiske milepæle mod 2050



Note: Figuren er alene illustrativ. Søjlernes indbyrdes højde afspejler ikke en numerisk sammenhæng.

Kilde: (Regeringen, 2011)

Ambitionerne er indtil videre omsat til handling i Energiaftalen fra 2012, der sætter rammen om den danske klima- og energipolitik frem til 2020¹¹.

Aftalens bærende element er planlægningen af en række nye havvindmølleparker med henblik på at nå regeringens delmål, om at halvdelen af det traditionelle elforbrug skal være dækket af strøm fra vindmøller i 2020. Med sigte på målsætningen for 2035 – at el og varmforsyningen dækkes af vedvarende energi – rummer aftalen også en række tiltag

¹⁰ (Regeringen, 2011b), side 3.

¹¹ (Regeringen, 2012).

for at fremme et skift fra kul til biomasse i forbrændingsanlæg, samt yderligere en række tiltag til fremme af energieffektiviseringer og vedvarende energi i individuel opvarmning.

Med hensyn til 2050-målsætningen om et fossil-frit transportsystem tager energiaftalen kun indledende skridt i form af udarbejdelse af en, i skrivende stund, endnu ikke offentliggjort strategi for at fremme energieffektive køretøjer og for udrulning af opladningsstandere til elbiler.

Aftalens forskellige støtteordninger og puljer finansieres via afgifter på den endelige anvendelse af energi, via den eksisterende PSO-afgift, en forøgelse af energiafgifterne og en ny forsyningssikkerhedsafgift, jf. afsnit 1.1.

Danmarks energiforbrug fremskrevet til 2050

I figur 1.6 illustreres Danmarks energiforbrug frem mod 2050. Energiforbruget per indbygger drives af to modsatrettede kræfter: Energiforbruget afhænger positivt af BNP, idet mere produktion kræver flere inputs og derfor også energi. Dette implicerer, at når indkomsten per indbygger stiger vil det, alt andet lige, parallelt afspejles i et øget energiforbrug. Omvendt er der en modsatrettet tendens i form af faldende energiintensitet per BNP-enhed over tid. Denne tendens drives af forventede energieffektiviseringer, bl.a. i kraft af energiaftalen.

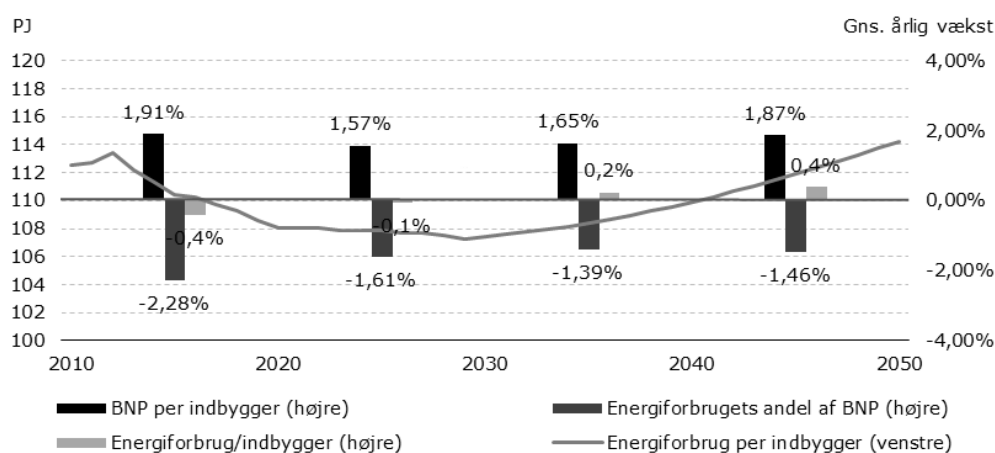
I årene frem til 2030 vil energiforbruget som følge af energiaftalen være faldende. Efter 2030 frem mod 2050 vil energiforbruget atter stige, således at det i 2050 vender tilbage til 2012 niveauet. Den økonomiske vækst medfører et øget transportforbrug, hvilket samlet set leder til et øget energiforbrug per indbygger.¹² Udviklingen fra 2035-2050 følger implicit de samme antagelser som anvendt af Klimakommissionen¹³, da vækstrater herfra er benyttet til fremskrivningen efter 2035, hvor Energistyrelsens fremskrivning stopper.

Udledning af drivhusgasser drives primært af den CO₂-emission, som udløses ved energiforbrug. CO₂-emissionen per indbygger vil derved, alt andet lige, vokse når energiforbruget øges. Omvendt medfører skift til CO₂-besparende teknologier (vind, biomasse mm.), at den relative CO₂-udledning i forhold til energiforbrug falder, hvilket har en reducerende effekt på de facto emissionerne fra energiforbruget.

¹² Jf. (Klimakommissionen, 2010)

¹³ (EA, 2010b)

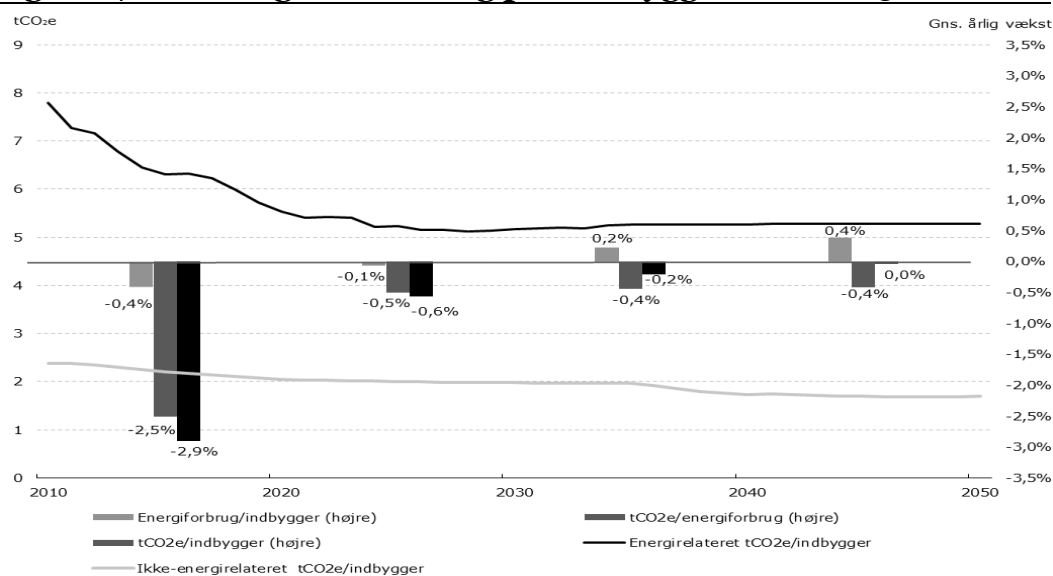
Figur 1.6 Energi til endelig anvendelse per indbygger 2010-2050



Note: Figuren viser på venstre akse energiforbrug per indbygger, som drives af to modsatgående komponenter: BNP per indbygger og energiforbrug per BNP (højre akse).

Kilde: Copenhagen Economics

Figur 1.7 Drivhusgasudledning per indbygger 2010-2050



Note: Eksklusiv drivhusgasudledningen i forbindelse med udvinding og raffinering af olie og gas, jf. Boks 1.1.

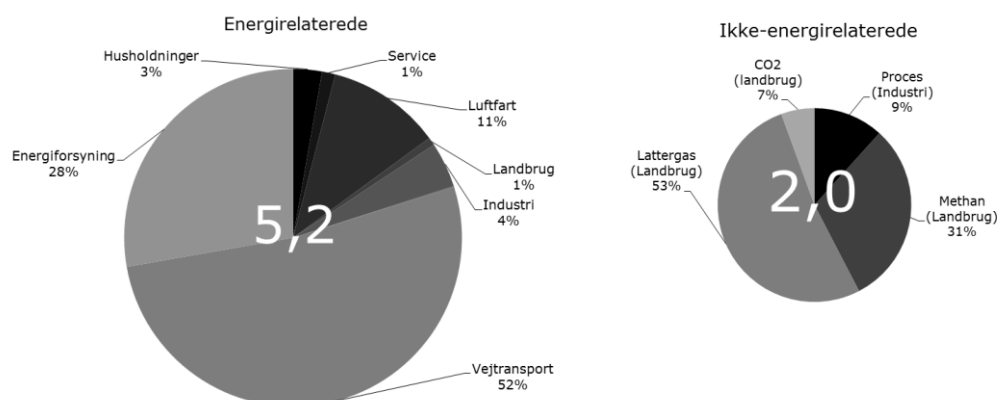
Note: Figuren viser på venstre akse udvikling i energirelaterede og ikke-energi-relaterede udledninger. De energirelaterede udledninger drives af to modsatgående komponenter: tCO₂ per endeligt energiforbrug (inkl. udledninger ved produktion af el og fjernvarme) og endeligt energiforbrug per indbygger (højre akse). De ikke-energi-relaterede udledninger følger en separat fremskrivning. Se bilag 4.4A.

Kilde: Copenhagen Economics

Figur 1.8 og 1.9 viser drivhusgasudledningerne i hhv. 2030 og 2050 opdelt på sektorer. De ikke-energi-relaterede udledninger er faldet med 9 procent siden 2015, mens de energi-relaterede er faldet med 17 procent. Som resultat af den førte politik, er Energiforsyningernes andel af udledningerne faldet, mens vejtransportens andel er steget markant.

Billedet er det samme i 2050. Vejtransporten udgør nu 61 procent af de energi-relaterede udledninger. Energiforsyningens andel er faldet til 20 pct. Siden 2030 er de energi-relaterede udledninger steget en smule. De ikke-energi-relaterede udledninger er til gengæld faldet med 15 procent. De samlede udledninger er på 7 tCO₂e per indbygger og således langt over FN's globale målsætning for 2 graders scenariet.

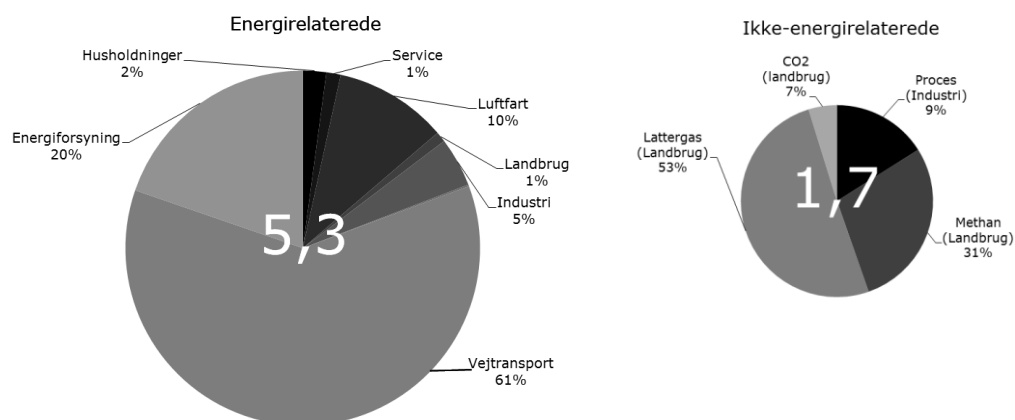
Figur 1.8 Drivhusgasudledning i 2030: 7,2 tCO₂e per indbygger



Note: Eksklusiv drivhusgasudledningen i forbindelse med udvinding og raffinering af olie og gas på 0,5 tCO₂ per indbygger, jf. Boks 1.1.

Kilde: Copenhagen Economics

Figur 1.9 Drivhusgasudledning i 2050: 7,0 tCO₂e per indbygger



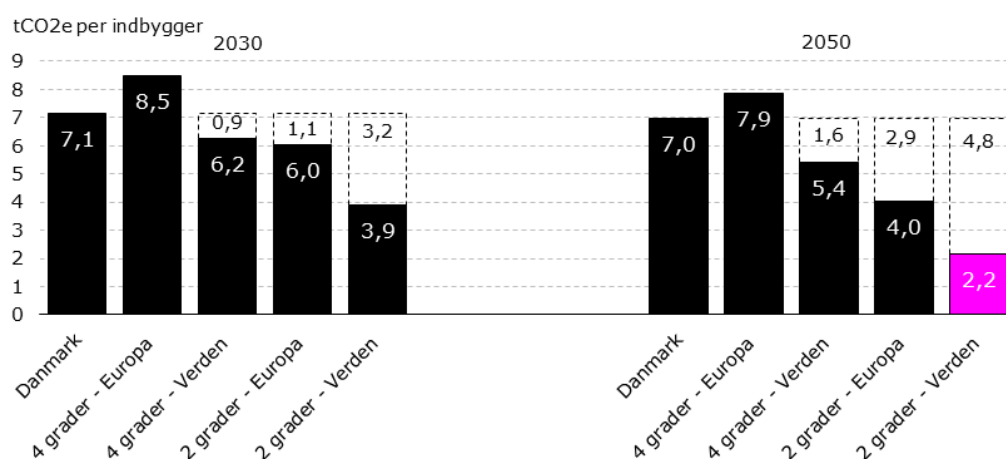
Kilde: Copenhagen Economics

1.3 Når vi 2050 målsætningen? – 2 ton CO₂ per indbygger

Der er et stort behov for yderligere tiltag til reduktion af drivhusgasser for at nå 2 tons-målsætningen i 2050. Det kan illustreres ved at sammenligne de forventede udledninger i Danmark med de afledte krav fra de omtalte internationalt anerkendte scenarier.

Figur 1.10 illustrerer Danmarks CO₂e-manko i forhold til udledninger i IEA's 2 og 4 graders scenarier for hhv. Europa isoleret set og for hele verden, med tillæg af ikke-energirelaterede udledninger, som ikke er omfattet af IEA's analyse¹⁴.

Figur 1.10 Dansk manko i forhold til internationale målsætninger i 2030 og 2050



Note: De stiplede linjer illustrerer mankoen ift. dansk udledning under grundforløbet.

Note: Eksklusiv drivhusgasudledning i forbindelse med udvinding og raffinering af olie og gas på 0,5 tCO₂ per indbygger, jf. Boks 1.1.

Kilde: Copenhagen Economics.

Selv i det relativt uambitiøse 4 graders scenarie vil Danmark få en betydelig manko i forhold til gennemsnittet for hele verden. At udledningerne i Europa er højere end for verden skyldes, at IEA forudsætter, at de rige lande i hele fremskrivningen vil fortsætte med at have højere drivhusgasudledning end fattige lande, jf. Boks 1.2. Når man sammenligner med 2 graders forløbet for verden, hvilken danner grundlag for definitionen af en ambitiøs klimamålsætning i dette studie, er mankoen markant. I 2030 skal der ske yderligere reduktioner på 3,2 tons per indbygger og i 2050 4,8 tons per indbygger.

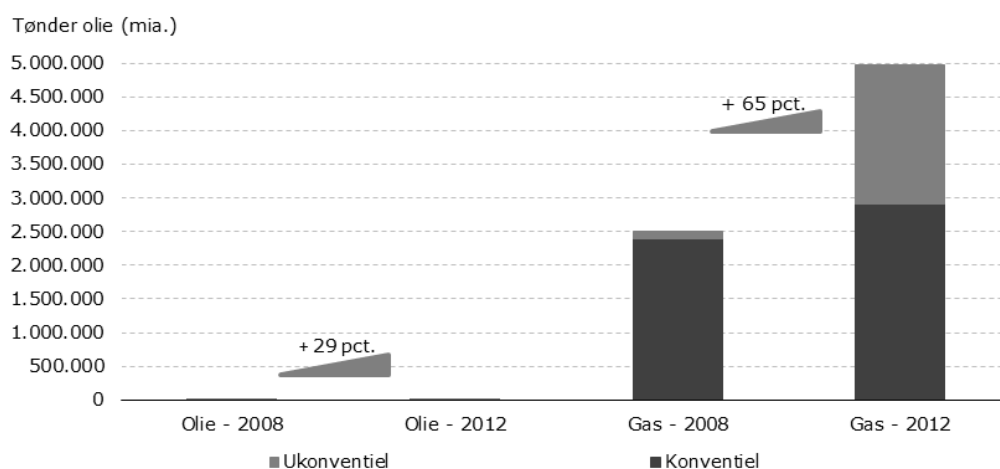
¹⁴ Se Bilag C.

1.4 Energilpolitikken: Den globale klimaudfordring

Af de to hovedudfordringer på energiområdet, klimaudfordringen og hensynet til at skabe sikkerhed for energiforsyningen, tegner klimaudfordringen til at blive den mest vanskelige at klare.

Det skyldes ikke mindst, at de højere priser på olie, kul og gas over de seneste ti år har igangsat en betydelig global indsats for at udvinde en større andel af forekomsterne af olie, gas og kul i undergrunden. Dette afspejles tydeligt i de opjusteringer, som IEA har gjort i deres skøn for reserver over olie og gas de seneste år. Således er estimatet over olieforekomster fra 2008 til 2012 blevet opjusteret med ca. 30 pct., mens estimatet for gas er blevet opjusteret med ca. 65 pct. Den markante stigning i vurderingen af gasreserverne skyldes primært teknologiske fremskridt¹⁵, men også at estimatet for de ukonventionelle reserver i 2008 kun omfattede USA, da der ikke fandtes pålidelige estimater for resten af verden på daværende tidspunkt¹⁶.

Figur 1.11 Estimat af olie- og gasreserver i hhv. 2008 og 2012, omregnet til olie-ækvivalenter



Note: Bemærk. Oliereserverne er meget små ift. de estimerede gasreserver.

Kilde: (IEA, 2008), (IEA, 2012) og (EC, 2012).

¹⁵ (EC, 2012).

¹⁶ Vurderingen af ukonventionelle gasreserver er yderst kompleks pga. gasens geologiske natur. Efterhånden som ukonventionelle gastyper har fået en mere betydelig rolle i energiforsyning, er metoderne til at estimere reserverne blevet betydeligt bedre. I 2008 havde man dog ikke brugbare globale mål. De bedste estimater fås fra USA, men også disse er præget af usikkerhed (IEAWEO, 2008) (IEAWEO, 2009). I 2012 rapporten opgør IEA gasreserver (såvel som oliereserver) som "remaining recoverable resources", hvilket inkluderer dokumenterede reserver, projekteret reservevækst i allerede kendte gasfelter, og endnu uopdagede ressourcer, som er vurderet til at kunne produceres med nuværende teknologi (IEAWEO, 2012).

Denne udvikling medfører, at den relative udfordring for klimapolitikken bliver større, mens de forsyningsmæssige udfordringer bliver mindre:

1. Højere reserver betyder et nedadgående pres på priserne på alle fossile brændstoffer.
2. "Selvforsyningsgraden" for USA – og formentligt også en række andre vestlige lande, som tager de nye udvindingsteknikker til sig – vil kunne øges betydeligt, således at afhængigheden af olie- og gasimport af olie fra Mellemøsten, Rusland mv. vil blive relativt mindre.

Den naturlige følge på politiksiden af dette relative skifte i fokus mod klimapolitik er, at beskatningen på drivhusgasser skal øges for at modgå effekten af lavere markedspriser på fossile brændstoffer. Derimod kan man relativt set overveje at nedtone instrumenter, der fokuserer på at fortrænge f.eks. kul og gas fra forsyningssektoren med omkostninger, der overstiger de mest effektive tiltag til at reducere drivhusgasser generelt. Vi kommer ind på de mere praktiske konsekvenser af dette senere.

Kapitel 2

Gevinster ved en ensartet beskatning af klimagasser

I dette kapitel undersøger vi potentialet for, hvordan Danmark gennem reformer af energibeskatningen kan reducere de samfundsøkonomiske omkostninger ved at opfylde en 4-tonns målsætning i 2030 og en 2-tonns målsætning i 2050.

Først argumenterer vi for, hvorfor en ensartet skat på alle drivhusgasser i Danmark i stedet for den nuværende model med spredte niveauer kunne give en betydelig gevinst i forhold til at realisere en ambitiøs reduktionsmålsætning (afsnit 2.1). I forlængelse af denne argumentation fremhæver vi 3 konkrete punkter, hvor de nuværende skæve skatter bremser muligheden for markedsbaserede teknologiskift (afsnit 2.2).

Næste skridt er at analysere, hvilket niveau for en ensartet skat på drivhusgasser afgiftssystemet skal rettes mod i 2030 og 2050, for at sikre målopfyldelse (afsnit 2.3). Det vurderes i forlængelse heraf hvilke teknologiskift det kan give anledning i forskellige typer af anvendelser, primært kraftvarmesektoren og vejtransport.

Bagefter (afsnit 2.4) beregner vi et forløb for dansk energiforbrug og drivhusgasudledning med henblik på at nå de to målsætninger. Præmissen for beregningen er, at alle afgifter på energi¹⁷ erstattes af en ensartet drivhuskat på et niveau, der akkurat gør, at de gradvise teknologiskift er rentable i alle sektorer. Det er lagt til grund at teknologiskift kun kan ske gradvist og løbende ikke mindst i kraftvarmesektoren, hvor investeringer har en meget lang levetid.

Forløbet er samtidig forskelligt fra ”grundforløbet” ved at være baseret på en forudsætning om, at omverdenen, eller specielt EU, fører en tilsvarende ambitiøs politik med et tilsvarende højt beskatningsniveau for drivhusgasser. Forløbet kaldes således ”ensartet skat i en ambitiøs verden”.

I kapitel 3 behandles konsekvenserne af, at resten af verden *ikke* fører den samme ambitiøse politik som Danmark. I kapitel 4 diskuteres makroøkonomiske aspekter med udgangspunkt i modelscenarier afledt af analyserne i kapitel 2 og 3.

2.1 Gevinster ved en ensartet drivhusgasskat

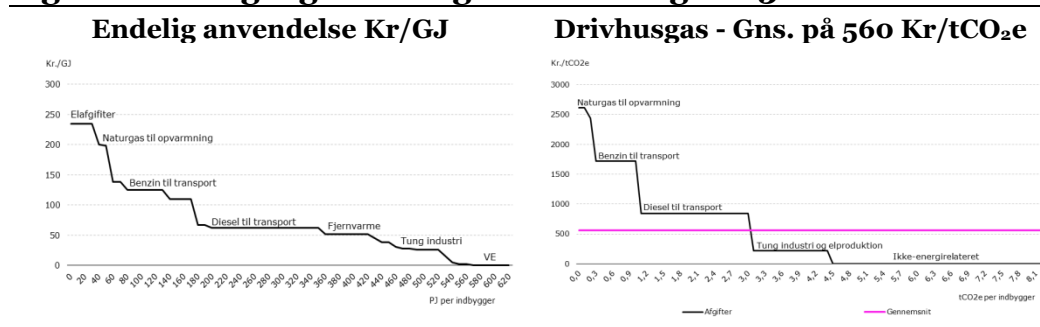
Som det fremgår af afsnit 1.1, er den eksisterende beskatning af energi præget af en meget forskelligartet beskatning af drivhusgasser. I tilgift hertil, er dansk energipolitik præget af

¹⁷ Med undtagelse af NO_x-afgiften og Svovl-afgiften, der har et tilsvarende sigte at beskatte eksterne miljøomkostninger fra respektive udledninger.

en række støtteordninger samt reduktionsincitamenter fra kombinationen med anden beskatning eller lovgivning¹⁸. Et eksempel er den kombinerede effekt af brændstofafgifter og bilafgifter i forhold til bilvalg. Den kombinerede effekt af disse instrumenter er en effektiv beskatning af CO₂ på 3.000-5.000 Kr./ton. Alt dette bidrager yderligere til at øge spredningen i de effektive reduktionsomkostninger mellem energiformer og anvendelser.¹⁹

Svarende til illustrationerne for 2015 i kapitel 1 er den effektive drivhusgasbeskatning i 2030 illustreret i Figur 2.1. Energiaftalen er fuldt indfaset allerede i 2015. Fra 2015 er det, foruden ændringer i forbrugssammensætningen, kun de forventede stigninger i kvotepriisen under IEA's 4-graders scenarie, der spiller ind (216 Kr./tCO₂ i 2030 og 450 Kr./tCO₂ i 2050).

Figur 2.1 Energi og drivhusgasbeskatning i 2030



Note: Prisen er beregnet baseret på fremskrevne effektive afgifter divideret med CO₂-udledninger.

Kilde: Copenhagen Economics

Der er 3 fordele ved at tilrettelægge dansk energi- og klimapolitik mod en ensidig ensartet skat på drivhusgasudledning:

1. En afgift, som ikke opfylder klare velfærdsøkonomiske målsætninger, fører til unødigt tab af forbrugervelfærd.
2. Drivhusgasreduktioner til de lavest mulige omkostninger.
3. Et klart signal til investorer i alle brancher fremmer investeringer.

1) Velfærdstab kan reduceres ved omlægning til mere generelle skatter, f.eks. ved en øget moms²⁰. Der er ikke sådanne gode velfærdsøkonomiske argumenter for det nuværende beskatningssystem (kapitel 1). I realiteten må energiafgifterne primært ses som et residual afledt af de historisk bestemte energiafgifter kombineret med en beskeden CO₂-

¹⁸ Se (Copenhagen Economics, 2012).

¹⁹ En international sammenligning findes i en nyligt udgivet rapport (OECD, 2013), hvor reduktionsomkostningerne fra direkte skatter på energiforbrug sammenlignes svarende til de illustrationer der findes i dette studie. I et kommende studie fra OECD, der forventes offentliggjort juli 2013, kortlægges de effektive reduktionsomkostninger på tværs af reguleringsinstrumenter, skatter og subsidier. Copenhagen Economics bidrager med analysedelen for Danmark.

²⁰ Se Boks 4.1.

afgift. Afgifterne kombineres med en målrettet støtte til vindmøller og bioenergi i forbrændingsanlæg, som primært er motiveret af et forsyningssikkerhedsargument. Det seneste årtis teknologiske udvikling inden for, især, udvinding af gas, bør imidlertid føre til en nedprioritering af forsyningssikkerheden som en velfærdsøkonomisk målsætning (kapitel 2). Det taler for, at energiafgifterne og eventuelle støttesystemer i stedet bør rettes mod den klimapolitiske målsætning.

2) Spredningen i de effektive reduktionsomkostninger giver en skævvridning af, hvor markedsbaserede indsatser til reduktion af drivhusgasser koncentrerer. Det gælder både med hensyn til udvikling og implementering af ny teknologi og i forhold til påvirkning af forbrugeradfærd. I afsnit 2.2 gennemgås 3 konkrete tilfælde, hvor det nuværende afgiftssystem bremser den nødvendige udvikling.

3) Sidst med ikke mindst vil en dansk energi og klimapolitik rettet mod en ensidig ensartet skat på drivhusgasudledning sende et klart signal til investorer i alle brancher. Danmark kan ikke drive den teknologiske udvikling alene, men hvis omlægningen sker i samarbejde med flere større lande, vil dette element være det potentielt vigtigste argument.

2.2 De skæve skatter bremser teknologiskift

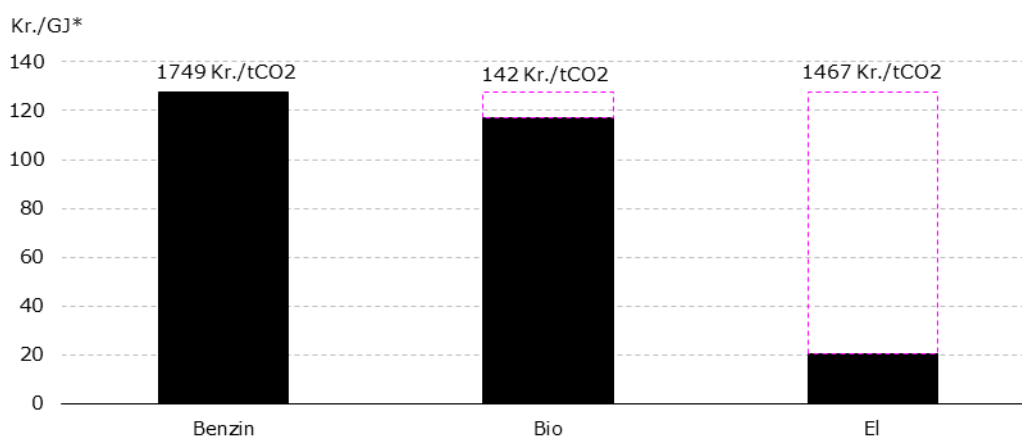
Den første og største udfordring ved den nuværende beskatning er den lave beskatning af drivhusgasser fra forsyningssektoren, der giver meget lave tilskyndelser til at reducere brug af kul og gas. Gevinsten på EU-niveau ved at fortrænge udledning af drivhusgasser i forsyningssektoren via ETS-systemet er i praksis under 70 kroner per ton²¹, mens den i Danmark er over 1.000 kr. i samtlige anvendelser uden for kvotesystemet. Den lave kvotepris betyder, at de billigste reduktionsmuligheder, f.eks. omstilling fra kul til gas, ikke er rentable, samtidig med at det eksterne finansieringsbehov til den planlagte forøgelse af vind og biomasse i forsyningssektoren gennem PSO-systemet forøges. Mod 2030 forventes kvoteprisen af Energistyrelsen, baseret på IEAS's 4 graders scenarie, at stige til 515 Kr./ton CO₂. Det er et selvstændigt spørgsmål, om dette er realistisk, men det vil fortsat være en pris som er lavere end for udledninger fra vejtransport og individuel opvarmning med naturgas mv.

Den anden store udfordring er inden for vejtransport. Her er det ikke niveauet, men strukturen i beskatningen der er problematisk. Bilafgifterne har allerede været nævnt som et problem i afsnittets indledning. I det følgende fokuseres der derfor alene på brændstofafgifterne. Beskatningen af diesel og benzin består primært af en energiafgift, beregnet per energienhed, og en CO₂-afgift opgjort per mængde CO₂ udledt ved forbrænding. Dette er kombineret med et EU-bestemt bioethanol-iblandingskrav på i dag 5 %, stigende til 10 % i 2020. Biobrændstof anvendt til vejtransport er friholdt for CO₂-afgift, men ikke energiafgiften. Dermed er tilskyndelsen til at skifte fra f.eks. benzin til ren bioethanol meget mindre (CO₂-afgift) end tilskyndelsen til at køre mere brændstoføkonomisk eller at købe

²¹ Markedsprisen for ETS-kvoter har konsekvent ligget under 10 EUR per ton siden 2010.

en konventionel benzinbil, der kører længere på literen (CO₂-afgift+energiafgift). Det samme gør sig i princippet gældende for el- og hybridbiler på grund af de høje elafgifter. Disse er imidlertid midlertidigt begunstiget ved at strømmen, forudsat at den købes via en elbils-operator, beskattes under procesreglerne frem til 2015²². Figur 2.2 illustrerer problemet.

Figur 2.2 CO₂-prissætning for lavere forbrug af benzin kontra skift til andet drivmiddel i 2015 (2010-priser)



Note I: *) De sorte søjler viser afgifterne per energienhed. For el er afgiften justeret proportionalt med forskellen i motoreffektivitet mellem en typisk benzinbil (547 km/GJ) og en elbil (1605 km/GJ). De stiplede søjler illustrerer afgiftsbesparselsen ved skift fra benzin til henholdsvis biobrændstof eller el. Over disse søjler er besparelsen omregnet til Kr. per reduceret udledning af CO₂ fra benzin.

Note II: Elafgiften er beregnet for el under procesreglerne, da elbilsoperatører er midlertidigt omfattet af procesreglerne indtil netop 2015. Bemærk, at elbiler samtidig er undtaget for registreringsafgift og grøn ejerafgift. Medregnes dette er den effektive CO₂-prissætning ca. 5 gange højere, dog meget afhængig af værdien af den benzinbil, der sammenlignes med.

Kilde: Copenhagen Economics

Den tredje store udfordring er netop afgifterne på el, biobrændstof og fjernvarme. Afgifter, der således overvælttes på det endelige produkt, giver ikke producenterne incitament til at producere CO₂-besparende brændstoffer eller CO₂-besparende el og varme. I stedet giver de forbrugerne incitament til at skifte el og fjernvarme ud med fossile alternativer som naturgas, benzin og diesel. Det giver den samme type af blandede incitament som beskrevet ovenfor for vejtransporten; incitamenterne til at reducere energiforbruget er generelt høje, mens incitamenterne til at skifte til drivhusgasbesparende energiformer er lave.

²² Da elbiler samtidig er undtaget for registreringsafgift og grøn ejerafgift er den reelle CO₂-pris væsentligt større end hvis, som det er gjort her, beregnet alene ved afgifterne på drivmidler.

2.3 Den krævede ensartede skat på drivhusgasser

Eksperimentet i vores analyse er forholdsvis enkelt. Vi viser tavlen ren ved, at alle afgifter - og anden regulering - på energiforbrug afskaffes og erstattes af én ensartet afgift på drivhusgasudledning per CO₂-ækvivalent. Målet er, at denne afgift netop skal være tilstrækkelig til at sikre opfyldelse af en ambitiøs klimapolitisk målsætning, som beskrevet i kapitlets indledning.

Spørgsmålet er, hvor stor en sådan skat vil blive. Dette afhænger dels af, hvor meget forbrugerne reagerer på ændringer i energipriser, og dels af hvad meromkostningen ved at skifte til CO₂-besparende teknologier er i fremtiden. Som understreget i indledning, så har vi anvendt ret forsigtige effekter, som efter vores opfattelse undervurderer de langsigtede effekter af højere skatter på energiforbrug og udledninger af drivhusgasser. Det tenderer samlet set til at overvurdere de velfærdsøkonomiske effekter af ambitiøse langsigtede klimamål²³. Dette valg er blandt betinget af, at vores analyser bruger Energistyrelsens fremskrivninger som vores grundforløb, hvor der netop er anvendt ganske forsigtige effekter. For at undgå at grundforløb opererer med et sæt af adfærdseffekter og vores nye politikscenarier har vi derfor også valgt at bruge disse forsigtige effekter.

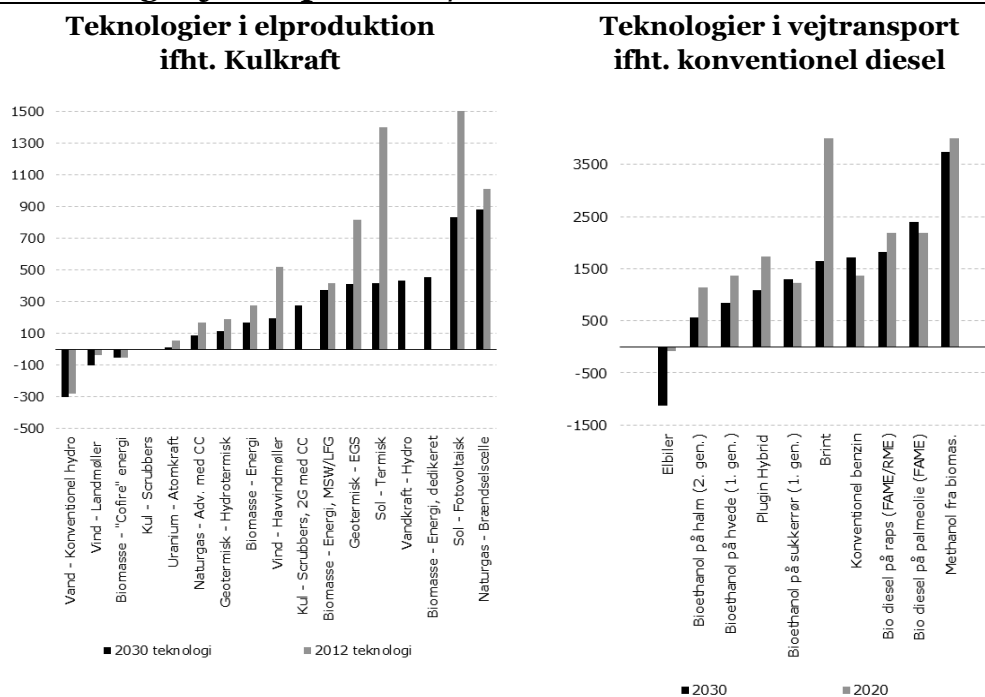
Hvor store omkostningerne for drivhusgasbesparende teknologi er – nu og i fremtiden – er altså et centralt element. Der findes en lang række analyser, såvel danske som internationale, der forudsiger, at drivhusgasbesparende teknologier kan udvikles til et niveau, hvor de er rentable ved en drivhusgasbeskatning, der ofte ligger et godt stykke under den effektive beskatning, der er på energi til endelig anvendelse allerede i dag i Danmark. Dette er indenfor alle anvendelser; el og varme, vejtransport, industri, landbrug mv.

Frem mod 2030 er der en række potentielle drivhusgasbesparende teknologier i spil inden for forskellige anvendelser. Der er dog også den fællesnævner, at usikkerheden om udviklingen for konkrete teknologier stadig er meget stor. I elproduktion er billedet, at en række teknologier forventes at kunne konkurrere med konventionel kulkraft ved en CO₂-pris på omkring 300 kr., inden for vejtransport er der ligeledes en række teknologier, der kan forventes at kunne konkurrere med benzin- og dieslbiler frem mod 2030, men til en højere CO₂-pris på omkring 1.000 Kr., jf. Figur 2.3. Dette er på niveau med afgifterne på diesel i dag og væsentlig lavere end afgifterne på benzin, jf. Figur 2.1.

Nøjagtig hvor stor fortrængning, der kan ske i et givent år ved denne prissætning, er vanskelig at vurdere uden en meget detaljeret viden om de fremtidige teknologier, hvilket, som beskrevet tidligere, per definition vil være behæftet med stor usikkerhed, når vi ser frem mod 2030 og i særdeleshed i et 2050 perspektiv.

²³ I en rapport for EU kommissionen har vi gennemgået den internationale litteratur på området for sammenhæng mellem energibeskatning, energibesparelser og udvikling af ny teknolog (Copenhagen Economics (2011)). Det er denne rapport som er grundlaget for vores vurdering.

Figur 2.3 Reduktionsomkostninger ved teknologiskift i elproduktion og vejtransport (Kr./tCO₂)



Note: Enkelte teknologier er allerede i dag, eller forventes at blive, rentable selv i fravær af en CO₂-afgift: Elbiler, vandkraft og landmøller. Fælles for disse er, at deres potentiale til at dække en stor del af markedet er naturligt begrænset. Det er vanskeligt at finde plads til landmøller, og elbiler er forventeligt også i fremtiden bedst egnede til bytrafik.

Kilde: Copenhagen Economics²⁴

Beregningerne i dette studie er derfor *ikke* baseret på antagelser om konkrete teknologier, men lægger sig – med hensyn til antagelserne om de marginale reduktionsomkostninger i et forløb med en ambitiøs klimapolitik – op ad vurderinger fra en nyligt udgivet rapport af IEA²⁵ for de to største drivhusgas-sektorer, vejtransport og energiforsyning. Beregningerne i dette studie er derfor lidt heroisk brugt til at beregne den nødvendige beskatning på drivhusgasser for at nå de opstillede målsætninger. For industrien antages de marginale reduktionsomkostninger at følge udviklingen for energiforsyning, men med et generelt lavere niveau af reduktioner. Der gøres ikke nogen eksplicitte antagelser om reduktionsomkostningerne for de ikke energirelaterede udledninger fra landbruget. Det antages *ad hoc*, at de forudsatte reduktioner kan ske til reduktionsomkostninger svarende til industrien.

²⁴ Egne beregninger baseret på data fra (COWI, 2012) og OpenEnergyInfo (openenergi.org).
²⁵ (IEA, 2013)

Det fremgår klart af figurerne ovenfor at usikkerhed om konkrete teknologier er ganske stort og der er tilsvarende også en usikkerhed på hvor teknologiudvikling samlet set kan reducere omkostninger ved at nå klimamålsætninger. Modsat er der betydelig koncensus om i en række internationale studier at der allerede eksisterer en række teknologier som kan blive rentable ved højere priser på udledning og at en konsekvent klimapolitik med systematisk højere priser over en lang årrække også vil bidrage til langt højere investeringer i udvikling af low carbon teknologier.²⁶

Alt dette udmøntes i et sæt af enkle antagelser, som illustreret i Figur 2.4. Kurverne viser på højre-aksen, hvor stor en andel af drivhusgasudledningen inden for den konkrete sektor, der antages at kunne fortrænges i kraft af skift til ny teknologi i det pågældende år. Søjlerne viser på venstreaksen den marginale reduktionsomkostning for hver sektor. Det vil sige den drivhusgasbeskatning, der er nødvendig, for at udskiftningen til de nye teknologier er rentabel. Udledningen fra produktionen af el og fjernvarme forventes at kunne reduceres med 70 % i 2030 i forhold til grundforløbet ved en ekstra teknologiomkostning svarende til 495 Kr./tCO₂. De marginale reduktionsomkostninger stiger til 880 Kr./tCO₂ i 2050, i takt med at reduktionen i drivhusgasudledningen øges til 95 procent. I vejtransport er omkostningen forventet stabil fra 2030-2050 samtidig med at reduktionerne gradvist øges fra 70 % i 2030 til 90 % i 2050. De marginale reduktionsomkostninger for vejtransport er netop lagt på niveau med 2050-niveauet for el og fjernvarme for at understrege forventningen, at de konvergerer mod hinanden – drevet specielt af forventede store fremskridt i teknologierne inden for vejtransport.²⁷

For industrien og for de ikke-energi-relaterede udledninger i landbruget antages udledningerne at kunne reduceres gennem teknologiskift med 25 % i 2030 stigende til 50 % i 2050.

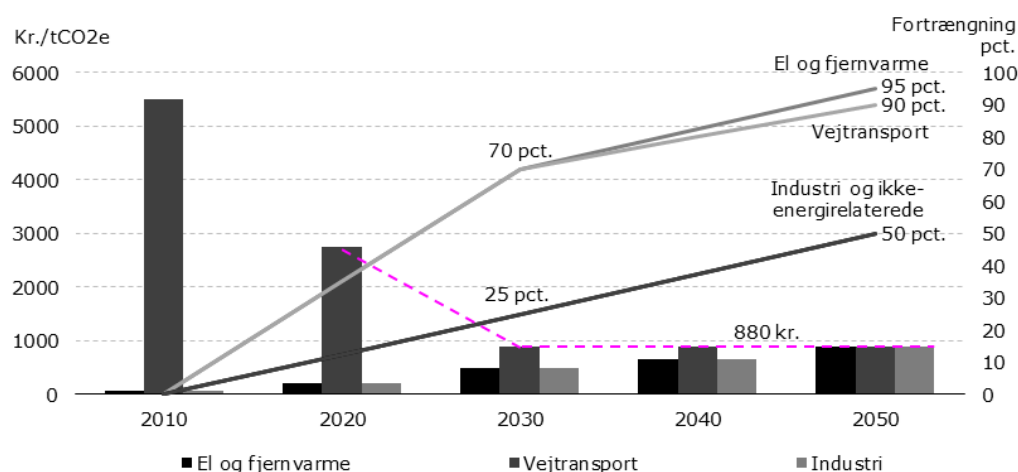
²⁶

Se f.eks. (OECD, 2009), (OECD, 2010), og tilsvarende også (Copenhagen Economics, 2013).

²⁷

Se bilag C for yderligere dokumentation af de anvendte teknologiantagelser.

Figur 2.4 Teknologiske reduktionsbaner og det nødvendige beskatningsniveau



Note I: Den lyserøde stiplede linje angiver den nødvendige karbonpris for at kunne reducere emissionerne, illustreret med virkning fra 2020.

Note II: Reduktionsomkostningerne (søjler) i 2010 illustrerer CO₂-prissætningen i dag, jf. høje effektive afgifter i vejtransport og en lav ETS-pris.

Kilde: Copenhagen Economics, se bilag C

Gennem hele fremskrivningen er reduktionsomkostningerne højest i vejtransport. Det er dermed reduktionsomkostningerne hér, der danner grundlag for udviklingen i den ensartede skat på drivhusgasser i beregningen, der således forventes at skulle ligge stabilt på 880 Kr./tCO₂ fra 2030 til 2050. Der er i appendiks D lavet en beregning, der viser konsekvenserne af at reduktionsomkostninger i vejtransport bliver dobbelt så høje som der er lagt til grund her. Dette scenarie kan fortolkes som en illustration af effekten af at der *ikke* udvikles bæredygtige biobrændstoffer. - Forskellige biobrændstoffer udgør en væsentlig del af de teknologier der forventes at blive mest rentable indenfor en 2030-horisont, jf. Figur 2.3, men der er imidlertid stor diskussion både i Danmark og internationalt om biobrændstoffers reelle bæredygtighed²⁸.

2.4 Resultatet af en ensartet skat i en ambitiøs verden i 2030 og 2050

Hovedudfordringen for klimapolitikken er at give investorer inden for alle brancher fra landbrug til transport et klart og troværdigt signal om hvilke reduktionsomkostninger, der vil være gældende i 2030 og at sikre, at omstillingen sker til de lavest mulige omkostninger.

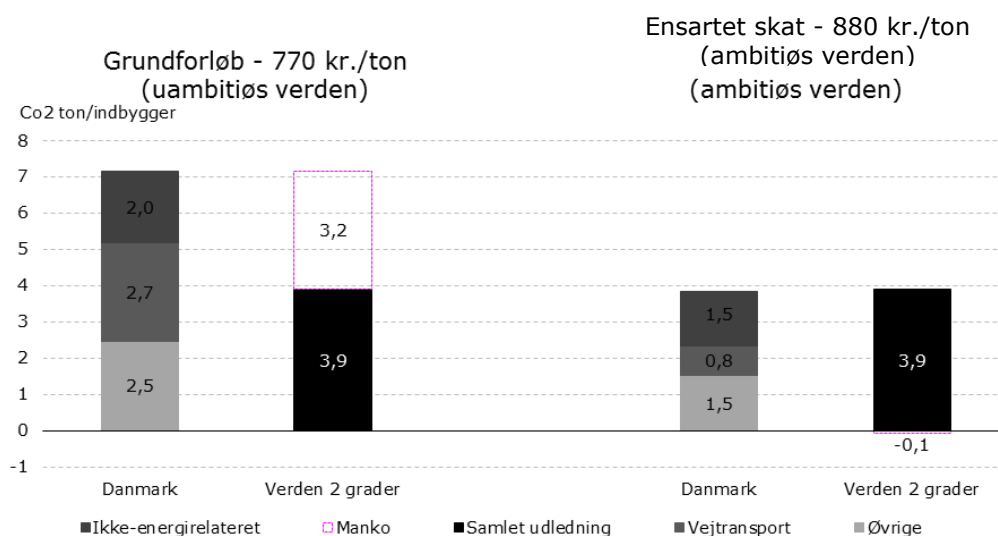
²⁸ Se (Concito, 2011) og (Concito, 2012b).

Dette kan understøttes ved en ensartet skat på drivhusgasser, som gøres troværdigt overfor investorer gennem en stærk national og international forankring med langvarigt, bindende politiske målsætninger og hertil hørende redskaber til beskatning af drivhusgasser.

Beregningerne her viser, at *hvis* verden følger en ambitiøs klimapolitik sammen med Danmark, kan 4-tonsmålsætningen for 2030 og 2-tonsmålsætningen for 2050 forventeligt begge nås med en stabil effektiv beskatning på 880 Kr./tCO₂ fra 2030-2050.

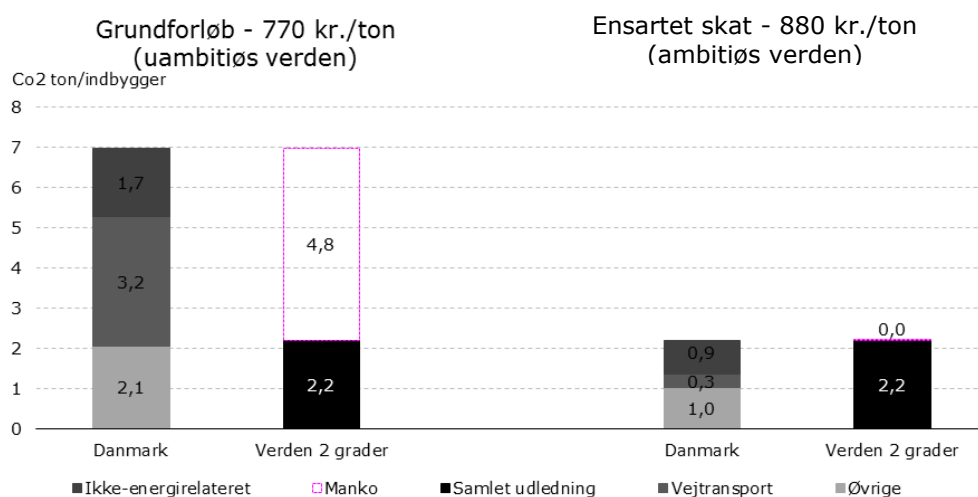
Omlægningen mod et ensartet system for beskatningen af drivhusgasser må indføres over en længere periode. Det skyldes først og fremmest, at der i udgangspunktet er meget forskellige satser samt en række fiskale afgifter med ingen eller begrænset miljøøkonomisk fundament. Det mest realistiske kunne derfor være en omlægning, som er endelig gennemført i 2030. Hvis den starter nu (2013) og kan ses som troværdig for investorer, så vil det kunne bidrage allerede nu til at påbegynde de investeringer, der skal til for at få gennemført omlægningen af energisystemet.

Figur 2.5 Emissionsmanko i 2030: Fra 3,1 til -0,1 tons



Kilde: Copenhagen Economics

Figur 2.6 Emissionsmanko i 2050: Fra 4,8 til 0,0 tons



Kilde: Copenhagen Economics

Kapitel 3

Den internationale dimension

Diskussionen i dette kapitel fokuserer på en række konkrete samspil mellem den danske og den internationale klimaindsats. Klimaproblemet er globalt, og en egentlig løsning forudsætter, at stort set alle lande bakker op. Dertil kommer, at Danmark er en åben økonomi, der opererer i en globaliseret økonomi med udstrakt frihandel og fri lokaliseringsret. Der er en reel risiko for, at ensidigt højere danske afgifter på drivhusgasser fører til øgede globale udledninger – medmindre at man tager hensyn til risikoen for ”carbon leakage” for danske virksomheder, der er udsat for konkurrence på drivhusgas-intensive processer (sektion 3.1). Hertil kommer, at den globale klimaindsats vil være afgørende for den fortsatte prisudvikling for fossile brændstoffer såsom kul, gas og olie (sektion 3.2) samt udvikling af drivhusgasbesparende teknologier (sektion 3.3). Endeligt vil strukturen i den danske drivhusgasbeskatning kunne afhænge af, hvordan EU fordeler reduktionsmål inden for og uden for kvotesektoren. Hidtil har det været skævvredet således, at kvotesektorreduktioner ud fra en økonomisk betragtning har været alt for små (sektion 3.4)²⁹. I den afsluttende sektion 3.5 samler vi op på disse tre temaer ved at vise, hvor meget den internationale dimension betyder for udformningen af en fornuftig og omkostningseffektiv dansk klimapolitik.

3.1 Højere priser på energi ved et lavt globalt ambitionsniveau

Et højt globalt ambitionsniveau, hvor forbruget af olie, gas og kul fortrænges af vedvarende energikilder, vil føre til lavere verdensmarkedspriser. Ligesom det er tilfældet for udviklingen af de drivhusgasbesparende teknologier, så er produktionen af fossil energi ultimativt bestemt af den forventede fremtidige pris.

Import af fossil energi

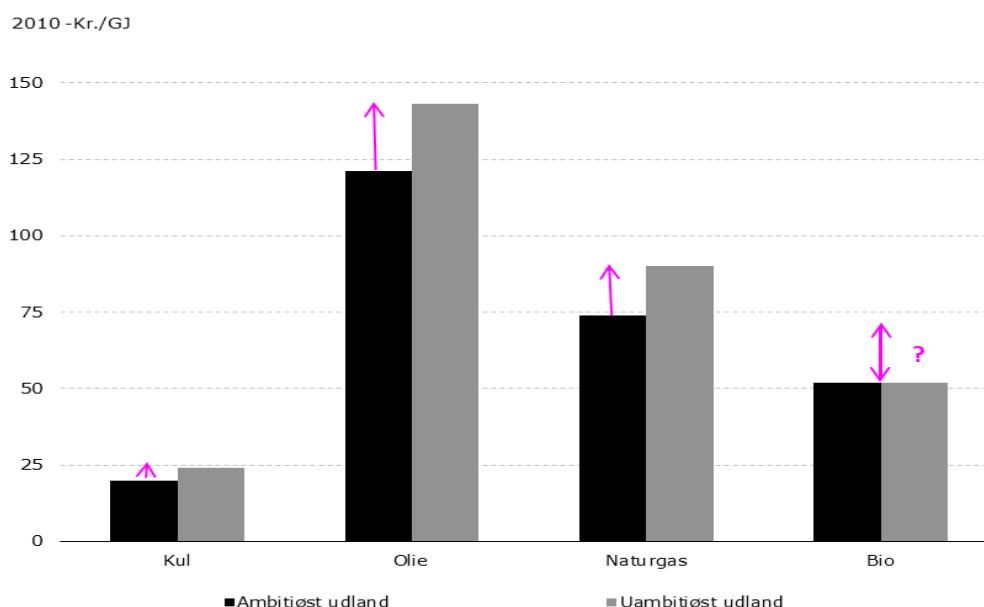
IEA's fremskrivninger for 2 og 4 graders scenarierne (Jf. Boks 1.2 på s.20) indeholder således forudsætninger om forskellige priser på olie, gas og kul. I grundforløbet og i de alternative forløb med en ”uambitiøs verden” er prisforudsætningerne de samme, som Energistyrelsen anbefaler til samfundsøkonomiske analyser på energiområdet (Energistyrelsen, 2011a). Forudsætningerne er baseret på IEA's 4 graders scenarie. I forløbet med en ”ambitiøs verden” er priserne nedjusteret proportionalt til forskellen mellem priserne i 2 og 4 graders scenariet.

Den umiddelbare konsekvens af, at priserne på fossil energi falder ved en global klimapolitik, er, at der opstår en ”rebound effect” på drivhusgasudledningen, fordi forbrugerne

²⁹ Se for eksempel (Copenhagen Economics, 2012) som indeholder nogle forslag til reformer af ETS i en bredere reform af beskatning af drivhusgasser og håndtering af energiintensive virksomheder (rapport til svenske tænketank Fores).

reagerer ved at øge deres forbrug. Det betyder, alt andet lige, at der skal en højere drivhusgasbeskatning til at nå en given målsætning for den nationale drivhusgasudledning. Alligevel er lavere priser på energi isoleret set en fordel for Danmark. Vi vil i fremtiden blive nettoimportører af fossil energi. Lavere internationale priser på fossil energi er derfor en gevinst for Danmark, simpelthen fordi danske forbrugere kan få mere energi for de samme penge, uden at danske virksomheder går glip af tabt profit. Populært sagt erstattes importudgifter for danske forbrugere af højere CO₂-afgifter, der kan tilbageføres til forbrugerne.

Figur 3.1 Priser på energi stiger, hvis verden er uambitiøs



Note: Basispriser for fossil energi i 2030.

Kilde: Copenhagen Economics

Biomasse

Bemærk, at prisen for biomasse er antaget uændret mellem de to forløb. Dette er baseret på en række konkrete overvejelser.

I et 2030 perspektiv, må prisen på biomasse umiddelbart forventes at være højere hvis verden er ambitiøs contra en uambitiøs verden³⁰. - I Klimakommissionen (2009) var knaphed på biomasse i en ambitiøs verden den væsentligste årsag til, at man fandt, at det ville være billigere for Danmark at føre en ambitiøs klimapolitik, hvis verden er uambitiøs.

³⁰ Dertil kommer muligheden for, at man i lys af ny erkendelse må revurdere bioenergis reelle klimaeffekt; jf. (DØR, 2013).

Man må imidlertid også indregne gevinsten for danske producenter af biomasse ved en højere pris. I Klimakommissionens fremskrivninger med et højt forbrug af biomasse er Danmark nettoeksportør af biomasse frem til omkring 2030. Så længe Danmark er nettoeksportør, vil en højere pris på biomasse samlet set være en fordel for Danmark. Omkring 2030, hvor nettoeksporten altså kan forventes at være tæt på nul, vil de to effekter udligne hinanden. Hverken Klimakommissionen eller vi indregner producentgevinsten eksplicit, men ved at regne med en uændret pris udlignes de to modsatrettede effekter i den samlede samfundsøkonomiske omkostning. For en detaljeret sammenligning, se følgenotatet til rapporten³¹.

I et 2050 perspektiv er det vores vurdering, at usikkerheden omkring teknologiudviklingen og betydningen af kendte biomasse-teknologier er særlig stor. En global ambitiøs klimapolitik vil med stor sandsynlighed kunne føre til udvikling af billigere og bedre teknologi til at udvinde biobaseret energi. Med det udgangspunkt har vi også i den langsigtede fremskrivning valgt at regne med en uændret biomassepris.

Sådanne usikkerheder understreger behovet for ikke at tilrettelægge den langsigtede klimapolitik omkring meget specifikke teknologiske løsninger. Fortolkningen, der lægges til grund i dette studie, er, at der er stor sandsynlighed for, at en eller flere teknologier vil blive rentable ved de priser på drivhusgasser, vi har lagt til grund for modelberegningerne, mens det er langt mere uklart præcist hvilke teknologier, der vinder (mest) frem.

Produktion af olie og gas i Nordsøen

I et 2050 perspektiv forventes produktionen af olie og gas i Nordsøen at udfases, hvorfor produktionen ikke har betydning for den langsigtede klimapolitik. I et 2030 perspektiv forventes produktionen dog stadig at spille en rolle for samfundsøkonomien.

Energistyrelsen laver 3 fremskrivninger af produktionen baseret på forskellige forudsætninger. Hvis verden er ambitiøs vil lavere værdi af olie og gasproduktionen i det mindst gunstige forløb "Forventet fremskrivning af produktion" give et tab for danske olie og gas producenter på 2,6 mia. kr. i 2030 ved uændret produceret mængde. Ved den mest gunstige udvikling, dvs. energistyrelsens "mulige" forløb, hvor produktionen bliver højere på grund af bidrag fra teknologiske- og efterforsknings-ressourcer vil tabet blive op til 10,5 mia. Kr. i 2030.

Samfundsøkonomisk tab af højere priser ved en uambitiøs verden

I de i kapitel 4 opgjorte samfundsøkonomiske omkostninger er bytteforholdseffekten af høje contra lave priser på fossil energi ikke udskilt eksplicit. I stedet henvises til et følgenotat til rapporten (Copenhagen Economics, 2013b) . Vi finder, med udgangspunkt i et forløb med en ensartet skat på drivhusgasser, at Danmark vil opnå et samlet tab på 9,2 Mia Kr. i 2030 og 17 Mia. Kr. i 2050 hvis verden er uambitiøs contra ambitiøs. Det svarer

³¹ (Copenhagen Economics, 2013a)

til henholdsvis 0,37 % og 0,47 % i forhold til BNP. Bemærk at disse beregninger er eksklusiv tab for danske producenter af olie og gas. Under de mest gunstige forudsætninger, jf. ovenfor, vil dette potentielt udligne den beregnede gevinst i 2030, men forventes ikke at have betydning i et 2050 perspektiv.

3.2 Udvikling af CO₂e-besparende teknologier bremses ved et lavt globalt ambitionsniveau

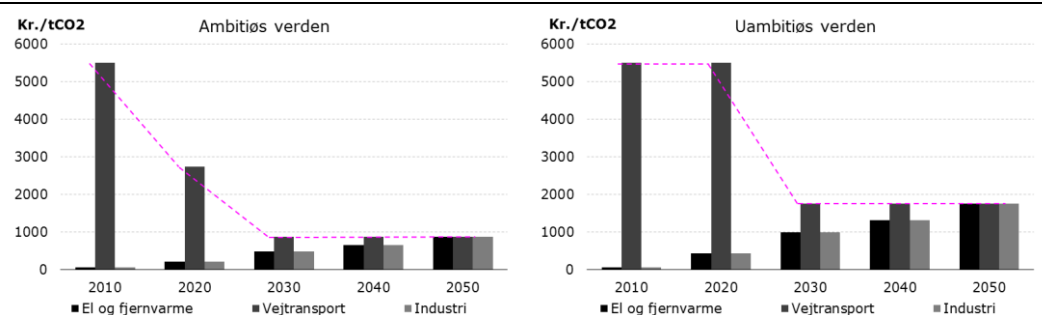
Teknologiudvikling drives af de globale rammevilkår. Danmark står kun for ca. 1 promille af de globale udledninger. Det vil derfor være meget omkostningsfuldt og risikabelt for virksomheder at udvikle teknologier, der alene forventes at være rentable i Danmark. Det betyder i værste fald, at Danmark ved enegang ikke vil have adgang til de nødvendige nye drivhusgasbesparende teknologier. I bedste fald betyder det, at det bliver meget dyrere at realisere målsætningen.

I de fleste studier, der behandler omkostninger ved klimapolitik, antages teknologiomkostningerne at være uafhængige af politik. OECD har i flere analyser³² analyseret sådanne sammenhænge og finder blandt andet, at politik rettet mod en global ensartet prissætning af drivhusgasser på sigt vil føre til markante forøgelser af investeringerne i drivhusgasbesparende teknologi allerede i dag. Yderligere finder de i konkrete modelberegninger, at sådanne markante investeringer vil kunne nedbringe omkostningerne ved at gennemføre en ambitiøs klimapolitik med op til 50 %.

I forlængelse af dette resultat har vi i de konkrete beregninger baseret på en ”uambitiøs verden” gjort den simple antagelse, at de marginale reduktionsomkostninger inden for alle sektorer bliver dobbelt så høje som antaget i forløb med en ambitiøs verden, jf. kapitel 1. Dette er illustreret i Figur 3.2. Den nødvendige ensartede beskatning af drivhusskatter, drevet af reduktionsomkostningerne i vejtransport, er da ikke 880 Kr./tCO₂e men 1760 Kr./tCO₂e fra 2030-2050³³. Bemærk at denne antagelse knytter sig til skift fra fossil energi i forhold til grundforløbet. De omkostninger, der er forbundet med grundforløbets udvikling i f.eks. biomasseanlæg og vindmøller, og som netop er baseret på allerede udviklet teknologi, påvirkes ikke.

³² Se f.eks. (OECD, 2010)

³³ Til sammenligning er omkostninger i den ovenfor omtalte OECD publikation i 2050 på 350 USD/tCO₂ (1750 Kr.) i et forløb med såkaldte backstopteknologier drevet af høje globale investeringer og 150 USD/tCO₂ (750 Kr.) i et alternativt forløb uden de nødvendige investeringer, jf. figur 1.1 i publikationen.

Figur 3.2 Højere teknologiomkostninger, hvis verden er uambitiøs

Kilde: Copenhagen Economics

3.3 Betydningen af det integrerede kraftmarked i ETS

Beskatningen af fossile brændstoffer til kraftvarmeproduktion er under de nuværende institutionelle rammer reelt bestemt via EU's kvotesystem ETS³⁴.

Med stadigt mere integrerede elmarkeder i Europa vil en isoleret dansk beskatning af elproduktion, baseret på gas eller kul for at påvirke tilskyndelser til at flytte produktion fra fossile brændstoffer, være svær at gennemføre, jf. Boks 3.1 nedenfor. Det skyldes ganske enkelt, at højere produktionsomkostninger for danske producenter vil gøre det mere attraktivt for udenlandske producenter at øge eksporten til Danmark. Dermed bremses det opadgående pres på priser, og tilsvarende udhules skattebasen for den danske beskatning af fossile brændstoffer.

En dansk klimapolitik med ambitiøse reduktionsmål kan da gennemføres enten ved at give subsidier svarende til teknologiomkostningen – som man gør i dag i forhold til eksempelvis vindmøllerne - eller ved at opkøbe andre landes kvoter for derved at opnå billigere globale reduktioner. Vi har dog også regnet på et tredje og mere utraditionelt alternativ, hvor en ensartet beskatning indføres ad bagvejen gennem et certifikatsystem.

En mulig model, som kan undersøges, er et CO₂ certifikationsystem kombineret med den danske CO₂ skat. Princippet vil være, at detailleverandører af el til forbrugere vil komme til at betale en skat for hver MW strøm leveret svarende til den mængde drivhusgasser, der var medgået til at producere det. En tysk gasbaseret producent af el, som ønsker at øge produktionen og salget til en dansk distributør, fordi de danske elpriser er stigende, må således inddrage i sin kalkulation, at den danske distributør også skal have kompensation for udgifter til at erhverve CO₂ certifikater svarende til udledningen.

³⁴ (Copenhagen Economics, 2009).

Ordningen vil have sine udfordringer. Det fordrer, at der udvikles et system, hvor alle producenter af strøm til Danmark bliver omfattet af et certifikationssystem. Et sådant system eksisterer ikke i dag. Det forudsætter også, at et sådant system skal være foreneligt med EU's statsstøtteregele og understøttes af andre landes regeringer.

Boks 3.1 Beskatning af fossile brændstoffer i elproduktion

En øget dansk beskatning på kul- og gasbaseret strøm får svært ved at slå igennem på den danske strømpris. Det forudsætter de facto, at der ikke er en producent i f.eks. Sverige eller Tyskland, som ikke med det samme udnytter den lidt højere danske strømpris til at øge eksporten til Danmark og dermed holde prisen nede og forhindre den danske producent i at øge prisen som modstykke til højere afgifter. Den praktiske konsekvens heraf er, at afgiften på strøm ikke får nogen effekt på prisen og at provenuet svækkes, fordi de danske virksomheder taber markedsandele. På den korte bane kan effekten bremses af, at der er en betydelig eksisterende strømkapacitet. Denne kapacitet er dog i forvejen presset af øget vindproduktion, som har reduceret rentabilitet af kul- og gasbaserede værker mv.

Reelt kræver et gennemslag på prisen, at Danmark står i situationer, hvor den danske strømpris er løsrevet fra priserne på de omkringliggende markeder. Det vil f.eks. sige situationer, hvor der bliver produceret så lidt strøm i Danmark, at vi må udnytte kapaciteten til import fra udlandet fuldt ud, men hvor det er utilstrækkeligt til at holde priserne i Danmark på niveau med de andre lande. Det vil sige, at på margenen vil strømprisen i Danmark blive bestemt af en eller flere danske gas- eller kulbaserede elproducenter.

Ser man imidlertid på et almindeligt produktionsår, så er strømprisen i Danmark og de omkringliggende lande tæt på hinanden de fleste af døgnets timer, og der er ledig kapacitet.

Samtidig er det danske elsystem stadig mere forbundet med resten af de europæiske lande. Det danske elmarked har allerede været en del af det nordiske elmarked i mange år og er nu også blevet markedskoblet med elmarkedet syd for grænsen til Tyskland. Det gælder både markedsførelse og fysisk med udbygning af elkabler mellem landene i Nordvesteuropa og i Vesterhavet. Det er også helt afgørende for at kunne håndtere de stadigt stigende andele af vindbaseret strøm i elsystemerne: Med større volatilitet i den samlede produktion øges behovet for at kunne eksportere overskudsstrøm og importere i perioder med lav indenlandsk produktion.

Så konklusionen er ret ligetil: En isoleret dansk beskatning af fossil baseret strøm fungerer kun, såfremt det danske elsystem er løsrevet fra det europæiske system (medmindre man kan skabe en model baseret på oprindelsescertifikater), hvilket præcis er hvad Danmark ikke har brug for i de kommende år med stadig stigende produktion af mere volatil vindbaseret strøm.

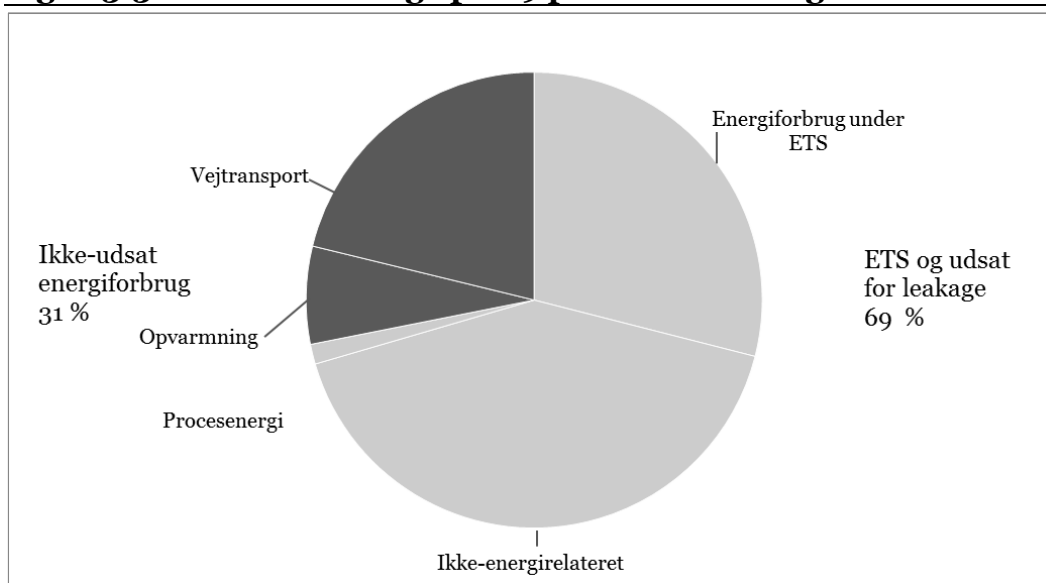
Kilde: Copenhagen Economics

3.4 Carbon leakage og skattebase

En stor del af den danske drivhusgasudledning er knyttet til produktion i konkurrenceudsatte brancher, hvor beskatning af drivhusgasudledning vil medføre en betydelig risiko for at produktionen, og dermed drivhusgasudledningen, flytter til udlandet. Såkaldt *carbon-leakage*. Det drejer sig om tung industri, anden energiintensiv produktion og ikke mindst landbrug.

I dag er energiforbruget i sådanne erhverv begunstiget af særlige reduktioner i energifgifterne under de såkaldte procesregler, og de største forbrugere er ligesom kraftværkerne omfattet af ETS-kvotestystemet, hvilket giver anledning til endnu lavere effektiv beskatning. Sidst, men ikke mindst, er landbrugets udledning af metan og lattergas helt undtaget for beskatning. I beregningsmodellen er proces- og kvoteomfattet energiforbrug estimeret og fremskrevet særskilt med henblik på at kunne opgøre betydningen af at undtage dem for beskatning. Samlet set udgør disse leakage udsatte udledninger knap 69 procent af den samlede drivhusgasudledning i 2030, som illustreret i Figur 3.3.

Figur 3.3 Potentiel leakage på 69 pct. af udledningen



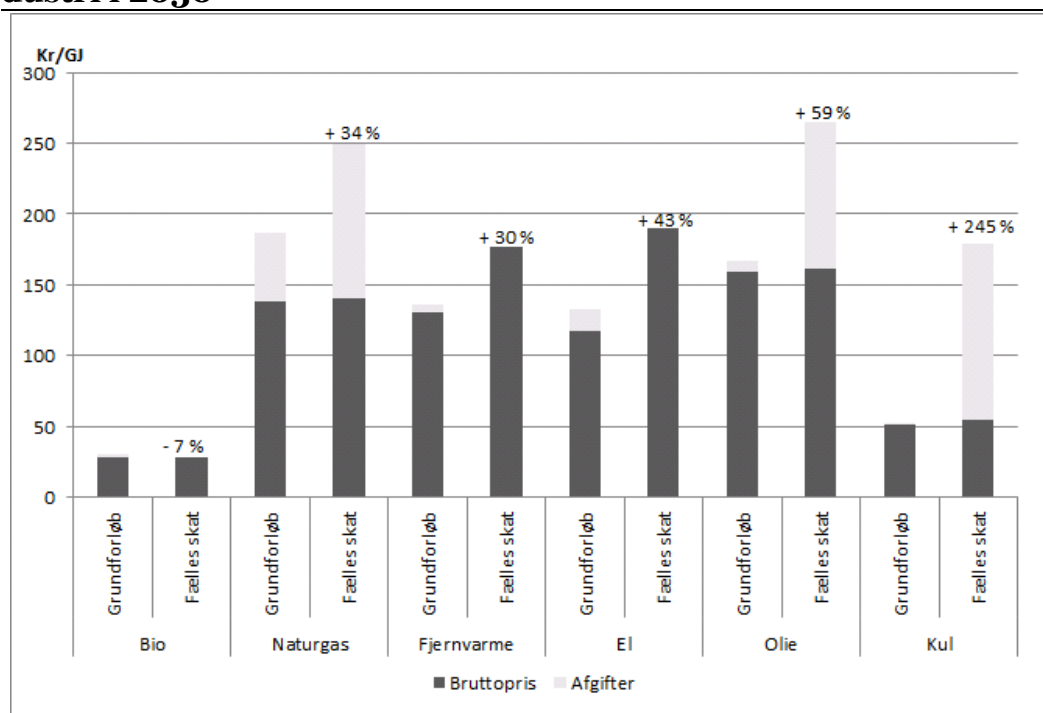
Note: Beregnet under forløbet "Ensartet skat i en uambitiøs verden". I grundforløbet udgør ETS og leakage udsatte udledninger 58 % i 2030 (62 % i 2015). Forskellen skyldes især relativt højere udledninger fra vejtransport (ikke-udsat) i grundforløbet.

Kilde: Copenhagen Economics

Dilemmaet er det samme som for energiforsyningen, at produktionen ikke kan fastholdes ved en markant højere energibeskatning, fordi prisen på det endelige produkt er bestemt på det globale marked. For at sikre implementeringen af den nødvendige teknologi er det altså også her nødvendigt med støttefinansieret teknologiskift, hvis ikke vores handelspartnere beskatter udledninger lige så højt som Danmark.

I vores beregninger med en ensartet skat på drivhusgasser forøges energiudgiften for proces- og kvoteomfattet energiforbrug ganske betydeligt. Dette er illustreret i Figur 3.4, hvor energiudgiften for kvoteomfattet industri i grundforløbet er sammenlignet med et forløb med en ensartet skat på drivhusgas på 1760 Kr./tCO₂e, og hvor det samtidig er antaget, at omverdenen er uambitiøs. Deraf forløbets titel: "Ensamlet skat i en uambitiøs verden".

Udgiften til olie og naturgas forøges med hhv. 34 og 59 procent på grund af den ensartede skat. Selvom industrien i dag er begunstiget af lave afgifter for el og fjernvarme, og dette forbrug under en ensartet skat vil være fri for afgifter, stiger udgiften alligevel hhv. 43 og 30 procent. Dette er en afledt konsekvens af, at en ensartet skat på drivhusgas og et delvis skift til CO₂-besparende, men dyrere, teknologi, fører til øgede produktionsomkostninger og dermed en højere bruttopris på el og fjernvarme. Endelig stiger udgiften ved brug af kul med hele 245 %. Bemærk dog, at det i grundforløbet antages, at industrien er begunstiget med gratis-kvoter svarende til deres forbrug, sådan at den gennemsnitlige udgift til kul og anden fossil energi er upåvirket af ETS-systemet. Til sammenligning påregnes proces-energi (uden for ETS) CO₂-afgift, som dog er ganske beskednen i forhold til den ensartede drivhusgasafgift og derfor ikke ændrer noget kvalitativt i forhold til ovenstående.

Figur 3.4 Nettoenergi priser ved anvendelse af kvoteomfattet industri i 2030

Note: Modelberegnete tal. Grundforløbet er, jf. Tabel 4.1, sammenlignet med forløbet "Ensartet skat i en uambitiøs verden".

Kilde: Copenhagen Economics

I modelberegningerne er det leakage-udsatte energiforbrug antaget at være sammenfaldende med det forbrug, der i dag og i fremskrivningen, enten er omfattet af ETS-systemet eller er omfattet af reglerne for proces-energi. Det giver mening, da disse regler netop eksisterer for at beskytte leakage udsatte virksomheder og konkrete industrielle processer. Tabel 3.1 viser en oversigt over de mest leakage-udsatte brancher i Danmark. Kendetegnet er, at deres udgifter til energi udgør minimum 10 % af branchens værditilvækst, samt at branchen som helhed, eller delprocesser, vurderes at være konkurrenceudsatte. For sådanne virksomheder vil forøgelser i deres energiudgifter på 30-60 % (245 % for kul) være helt uholdbart. Det er derfor urealistisk, at produktionen vil kunne fastholdes i Danmark med en ensartet skat på drivhusgasser på et niveau, som det vi har regnet med her, hvis ikke konkurrerende virksomheder i udlandet udsættes for en tilsvarende beskatning.

Tabel 3.1 Industrier med højest risiko for carbon-leakage

Industri	Energiudgift i pct. af værditilvækst
Proces og konservering af fisk og fiskeprodukter	14
Fremstilling af grøntsager og dyre-olie og fedt	18
Fremstilling af stivelse og produkter af stivelse	13
Fremstilling af malt	15
Færdigbehandling af tekstiler	13
Fremstilling af papir og pap	34
Fremstilling af industrielle gasser	12
Fremstilling af plastik	10
Fremstilling af glas og glasprodukter	13
Fremstilling af mursten, tegl mv.	24
Fremstilling af cement, kalk og gips*	13

Note: *Data for cementindustrien i Danmark er ikke tilgængelige af fortrolighedshensyn. Energiudgiften er derfor beregnet på data fra Norge, Sverige og Finland. Foruden energiudgiften indgår også en vurdering af sektorernes konkurrenceudsathed i udvælgelsen.

Kilde: Copenhagen Economics. Baseret på data fra Eurostat og WITS.

I tillæg til ovenstående regner vi også landbrugets ikke-energirelaterede drivhusgasudledning for værende leakage-udsat. Med en skat på 1760 Kr./tCO₂e vil landbruget i 2010 skulle betale ca. 21 milliarder kroner i ekstra afgifter, et tal på niveau med landbrugets samlede bruttoværditilvækst. Den reelle belastning af landbruget afhænger af de teknologiske muligheder for at nedbringe udledningerne³⁵.

³⁵ Dette er belyst i en rapport fra Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet ved Aarhus Universitet (Dalgaard et al, 2010). De regner med, at landbrugets ikke-energirelaterede udledninger med den teknologi, vi har i dag, ca. vil kunne halveres frem mod 2050. Der er imidlertid store variationer i reduktionsomkostningerne ved de forskellige tiltag. Nogle er negative, dvs. rentable uden en afgift, mens andre først er rentable ved en afgift på 1.000-2.500 kr. I vores modelberegninger indregner vi ikke eksplicit omkostningerne for landbruget men forholder os blot til, at selv med en gunstig teknologisk udvikling mod 2030 vil store dele af produktionen i dansk landbrug ikke kunne fastholdes med en ensidig dansk afgift på 1760 Kr./tCO₂e.

Kapitel 4

Velfærd, offentlige finanser, fordeling og arbejdsmarked

I dette kapitel vurderer vi, baseret på modelscenarier afledt af analyserne i kapitel 2 og 3, de makroøkonomiske aspekter af at føre en ambitiøs klimapolitik.

Indledningsvis introduceres fem scenarier (afsnit 4.1) baseret på analyserne i kapitel 2 og 3. Grundforløbet sammenlignes med først et scenarie, hvor en ambitiøs klimapolitik gennemføres under en præmis om, at verden også fører en tilsvarende ambitiøs klimapolitik (jf. kapitel 2). Derpå følger tre scenarier, der illustrerer konsekvenserne af, at dansk klimapolitik tilrettelægges under hensyn til de forhold, det medfører, at verden ikke er tilsvarende ambitiøs (jf. kapitel 3).

Efter introduktionen af de fem scenarier følger først en diskussion af de overordnede velfærdsmæssige konsekvenser (afsnit 4.2). Dernæst behandles konsekvenserne for de offentlige finanser (afsnit 4.3) og endelig en række overvejelser om alternative finansieringskilder (afsnit 4.4).

4.1 Introduktion til modelscenarier

I kapitel 2 satte vi fokus på tre aspekter, hvorved den danske klimapolitik er påvirket af den internationale energi og klimapolitik:

1. Et lavt globalt ambitionsniveau fører til højere brutto-energipriser og dermed en større forbrugsudgift for danske forbrugere. Det belaster de danske forbrugere og er til gavn for de lande, der eksporterer fossil energi til os i fremtiden.
2. Et lavt globalt ambitionsniveau bremser den teknologiske udvikling. Også det belaster forbrugerne, der da både må betale mere for den samme teknologi og må betale en højere afgift for det resterende fossile forbrug.
3. Hvis overgangen til en ensartet beskatning ikke sker i et internationalt samarbejde, kan det i praksis ikke lade sig gøre for op mod 70 procent af den samlede udledning (2030) på grund af risiko for carbon-leakage og af hensyn til det fælles ETS-system.

Konsekvenserne af disse aspekter er sammenfattet i fire forløb, med udgangspunkt i forløbet med ”Ensamlet skat i en ambitiøs verden”, der blev gennemgået i kapitel 2.

Table 4.1 Oversigt over scenarier

Scenarier	Politik
Grundforløb	Energiaftalen frem til 2030 og derefter uændret politik
Ensartet skat i en ambitiøs verden	Alle afgifter erstattes af en ensartet afgift på 880 Kr./tCO ₂ e fra 2030-2050
Ensartet skat i en uambitiøs verden	Alle afgifter erstattes af en ensartet afgift på 1760 Kr./tCO ₂ e fra 2030-2050
Hensyn alene til leakage	I landbrug og industri erstattes den ensartede afgift af reduktionsstøtte af hensyn til carbon-leakage.
Hensyn til leakage og ETS	I forsyning, industri og landbrug erstattes den ensartede afgift af reduktionsstøtte af hensyn til carbon-leakage og ETS.

Kilde: Copenhagen Economics

Grundforløb

Grundforløbet dækker over en opdatering af Klimakommissionens 2050 fremskrivning fra 2008. Opdateringen inkluderer nye forudsætninger frem til 2035 på baggrund af Energistyrelsens seneste fremskrivning af dansk energiforbrug. Udviklingen i internationale priser på kul, olie, gas og ETS kvoteprisen følger antagelser i det internationale 4 graders scenarie, jf. Boks 1.2. Det vil sige de forudsætninger, vi i denne rapport forbinder med et uambitiøst udland, jf. kapitel 3. Grundforløbet er genstand for diskussion i kapitel 1, og forudsætningerne gennemgås nærmere i bilag A.

Ensartet skat i en ambitiøs verden

Scenariet er afledt af analysen i kapitel 2. Det vil sige de forudsætninger, vi i denne rapport forbinder med et ambitiøst udland, jf. kapitel 2. Via antagelsen om, at omverdenen fører en tilsvarende ambitiøs klimapolitik baseret på en ensartet skat på drivhusgasser, viser dette scenarie ved sammenligning med grundforløbet det fulde potentiale ved at tilrettelægge klimapolitikken mod en ensartet skat på drivhusgasser. Gevinsterne forstærkes, når verden er ambitiøs på grund af lavere internationale energipriser i forhold til grundforløbet samt gunstige teknologiomkostninger.

Ensartet skat i en uambitiøs verden

Beregningerne i forløbet ”ensartet skat i en uambitiøs verden” er foretaget med en forudsætning om, at de problemer omkring carbon-leakage og beskatning inden for ETS, der diskuteres i kapitel 3, ikke er reelle. Der sker med andre ord ingen udflytning af produktion, og afgifterne på elproduktionen bliver overvæltet i elprisen. Det er derfor ikke noget realistisk scenarie men tjener mere til at bryde konsekvenserne af, at verden er uambitiøs, ned i to stykker. I sammenligning med forløbet ”ensartet skat i en ambitiøs verden” illustrerer scenariet den isolerede konsekvens af højere energipriser og teknologiomkostninger, når verden er uambitiøs, jf. Figur 3.1 og Figur 3.2.

Hensyn til leakage

I det tredje scenarie ”Hensyn til leakage” pålægges den ensartede skat på produktionen af el og fjernvarme (som i scenariet ”ensartet skat i en uambitiøs verden”), mens der tages hensyn til carbon leakage for de udsatte drivhusgasudledninger. I stedet for at beskatte

disse drivhusgasudledninger antages det, at beskatningen fra grundforløbet fastholdes, og at implementering af ny teknologi finansieres via subsidiering, sådan som det er tilfældet i dag for vindmøller og forbrændingsanlæg baseret på biomasse og biogas. Scenariet er lavet for at belyse effekten af, at problemet med beskatning inden for ETS overkommes som beskrevet i afsnit 3.3.

Hensyn til leakage og ETS

I det sidste og for øjeblikket desværre mest realistiske scenarie undtager vi yderligere det kvoteomfattede forbrug, foruden leakage-udsatte emissioner, for den ensartede afgift³⁶.

4.2 Velfærd

Nettovirkninger på velfærd fra klimapolitik bestemmes af to modsatrettede effekter. For det første at man undgår de omkostninger, der følger af klimaforandringer: det vil sige gevinsterne er undgåede omkostninger. For andet de omkostninger der følger af, at forbrugere og virksomheder bliver tvunget til at skifte adfærd for at reducere udledninger. Det afgørende er her, at det velfærdstab, der er forbundet med en klimapolitik, vokser mere end proportionalt med ændringen i udledningen af drivhusgasser. En klimapolitik med et mål om en reduktion i udledningerne på 50 % er, målt i velfærdsomkostningen, mere end dobbelt så dyrt som klimapolitik baseret på et mål om en 25 % reduktion.

Velfærdsberegningerne i dette studie indeholder alene omkostningsdelen: d.v.s hvilke danske omkostninger er der forbundet med at opnå konkrete reduktion af udledninger af drivhusgasser fra dansk areal. Der er modsat intet forsøg på at beregne positive velfærdsvirkninger herfra, ej heller hvilke konkrete gevinster andre lande måtte have herfra eller konkrete vurdering af, hvorledes udledninger på danske jord modgås helt eller delvist af reduktion på resten af kloden.

Beregningerne i vores fire alternative scenarier til grundforløbet er baseret på en konkret målsætning om, at Danmarks drivhusgasudledning reduceres til 2,2 tons per indbygger i 2050. Det er ensbetydende med en reduktion på knap 70 % i forhold til grundforløbet, hvor udledningen i 2050 er beregnet til 7,0 tons per indbygger.

Hvis dette mål skulle opnås alene gennem ændret forbrugeradfærd, ville velfærdsomkostninger blive enorme. Derfor er teknologiskift helt centralt. Ved skift til drivhusgasbesparende teknologier kan reduktionsmålsætningen opnås ved en begrænset adfærdsmæssig påvirkning og med et mindre velfærdstab til følge. Dog skal man huske, at der også er en omkostning forbundet ved at skifte til drivhusgasbesparende teknologi. Denne teknologiomkostning skal netop betales af, at hvis disse teknologier *ikke* realiseres, så skal skatten på drivhusgasser være meget større og faldet i energiforbruget være tilsvarende større.

³⁶

Beregningsteknisk fastholdes i stedet de afgifter der er på det respektive forbrug i grundforløbet.

De lavest mulige omkostninger for en given klimapolitisk målsætning bør vurderes ved at se på det samlede velfærdstab, når ændret adfærd og teknologiomkostningen lægges sammen. I Tabel 4.2 er ændringen i den samlede økonomiske velfærd beregnet for hvert af de fire scenarier i forhold til grundforløbet og normeret i procent af BNP. Ændringen i velfærd inddrager tre effekter:

1. **Bytteforholdseffekter:** Danske nettoudgifter/indtægter fra fossile brændstoffer afhænger af hvilke globale priser, der er gældende for olie, gas, kul mv. Når og hvis Danmark bliver nettoimportør, vil lavere priser øge dansk velfærd.
2. **Forvridninger i sammensætningen af privat forbrug:** Beskatningen af drivhusgasser gør forbrug af drivhusgasintensive tjenester og varer dyrere. Jo større den tvungne reduktion er i et sådant forbrug, jo større er velfærdstabet.
3. **Nettoeffekter fra indførsel af ny teknologi:** Teknologiske løsninger der reducerer udledning af drivhusgasser til lavere omkostninger end den krævede beskatning af drivhusgasser, giver et positivt bidrag til velfærd.

Modsat indgår ændringer i de offentlige budgetter ikke i velfærdsberegningerne. Der er eksplicit antaget, at saldoen på de offentlige finanser fastholdes uændret. Det vil sige at ændringer i indtægter fra energiskatter mv. forudsættes kompenseret fuldt med justeringer i andre skattekilder. Der er i forlængelse heraf også lagt til grund, at ændringer i energiafgifter, og modsatte ændringer i andre skatteindtægter, ingen nettovirkninger har på arbejdsmarkedet. En lavere energiskat vil ganske vist have en positiv effekt på arbejdsudbuddet, idet energiskatter ligesom andre skatter, f.eks. også moms, påvirker tilskyndelsen til at arbejde jf. afsnit 4.4. Effekter herfra medregnes ikke, da det er lagt til grund, at bortfaldet af energiafgifter finansieres med skatteindtægter, som har de samme fordelings- og adfærdsvirkninger på arbejdsmarkedet. De beregnede velfærdsvirkninger er dermed isoleret til de virkninger, der især knytter sig til prisændringer på de tjenester og goder, hvor der i produktionen indgår drivhusgasser. Afsnit 4.3 og 4.4 handler specifikt om effekten af det offentlige budget og overvejelser om andre finansieringskilder, der kan have andre virkninger på velfærd og skatteafledte forvridninger på arbejdsmarkedet.

I scenariet "Ensartet skat i en ambitiøs verden" er der en positiv velfærdsvirkning både i 2030 og 2050 i forhold til grundforløbet. Konklusionen heraf er, at hvis Danmark sammen med resten af verden fører en fælles ambitiøs klimapolitik, så kan den gennemføres ved lavere velfærdsmæssige omkostninger end den politik, der føres i dag.

Tabel 4.2 Velfærdsvirkning ifht. grundforløb 2030 og 2050 (pct./BNP)

Scenariebeskrivelse	2030	2050
Ensartet skat i en ambitiøs verden	0,52	0,16
Ensartet skat i en uambitiøs verden	-0,34	-1,02
Hensyn til leakage	-0,35	-1,05
Hensyn til leakage og ETS	-0,86	-1,24

Note: Den positive velfærdsvirkning i scenariet med en ambitiøs verden skyldes bytteforholdsgevinsten på hhv. 0,37% og 0,47% af BNP i 2030 og 2050, jf. afsnit 3.2 - Velfærdsberegningerne findes dekomponeret i et følgenotat til rapporten (Copenhagen Economics 2013b).

Kilde: Copenhagen Economics

I det tilsvarende forløb med ”ensartet skat i en uambitiøs verden” er velfærdsvirkningen negativ. Forskellen i forhold til scenariet med en ambitiøs verden skyldes højere energipriser og højere teknologiomkostninger. Dette scenarie er i sig selv urealistisk, da det ikke tager højde for de udfordringer, der vil være med carbon-leakage og ETS, hvis der ikke på EU niveau føres en tilsvarende ambitiøs politik.

I de to sidste scenarier beregnes mere realistiske konsekvenser af at føre en omkostnings-effektiv klimapolitik i en uambitiøs verden, hvor teknologiskift inden for ETS-systemet og carbon-leakage udsatte drivhusgasudledninger opnås gennem målrettet støtte. Derved mindskes skattebasen for drivhusgasskatten, og staten har markant øgede udgifter til subsidier i forhold til grundforløbet. Det kompenseres dog i nogen grad af en positiv velfærdseffekt fra et øget forbrug af el, fordi priserne på el i dette scenarie bestemmes på det integrerede europæiske elmarked. Dermed stiger udledningerne også en smule i forhold til forløbet med en ensartet skat, men holder sig stadig under målsætningen på 2,2 tons per indbygger i 2050.

4.3 Det offentlige budget

I beregningen af velfærdseffekter er det lagt til grund, at nettovirkninger på de offentlige budgetter ikke inddrages. Særligt i forhold til virkninger på arbejdsmarkedet forudsættes, at finansiering for f.eks. faldende energiskatter bliver indtægter der præcist neutraliserer virkninger på arbejdsmarkedet i de forskellige scenarier. Begrundelsen for denne neutraliserende tilgang er givet ovenfor.

Imidlertid kan man ud fra bredere fordelings- og skattepolitiske overvejelser vælge mellem en række finansieringsmodeller: derfor har vi eksplicit inddraget de direkte virkninger på de offentlige budgetter som oplæg til denne diskussion. I den sammenhæng vurderes de samlede nettoindtægter i vores ”grundforløb” at udgøre 44 mia.kr. i 2015, jf. Tabel 4.3. Heraf udgør beskatningen af fossile brændstoffer 25 mia.kr. eller godt halvdelen.

En fremadrettet beskatning af energi og drivhusgasser baseret på et rent klimapolitisk sigte vil føre til en markant reduktion af indtægter i forhold til dette grundforløb. Det skyldes tre grundlæggende forhold:

- En betydelig del af det samlede skatteprovenu har et rent fiskalt sigte. Her tænkes ikke mindst på elafgiften og forsyningsafgifter på forbrug.
- Det nuværende samlede danske niveau for beskatning af drivhusgasser er tilstrækkeligt til at gøre fremtidige VE teknologier rentable i en sådan grad, at Danmark helt kan udfase drivhusgasser i alle sektorer i alle de scenarier, vi ser på. Med realiseringen af meget ambitiøse klimamål vil der per definition ske en drastisk reduktion i skattebasen.

Vores beregninger giver et bud på disse effekter. Ved fremskrivning med uændret politik ville indtægtsbidraget falde fra 2,4 til 1,8 procent i 2030. Når vi ser på de tre realistiske forløb, hvor vi rammer et udslip på 4 ton per indbygger i 2030, så falder bidraget yderligere til 1,2 mia.kr.. I det fjerde og urealistiske forløb (ensartet skat i en uambitiøs verden, jf. afsnit 4.1), opnås et budgetbidrag på 2,4 procent svarende til niveauet i 2015. Det drives grundlæggende af, at Danmark ikke her får "foræret" nogle billigere teknologiløsninger fra en globalt orienteret innovationsudvikling, der kan løse målsætningen med et lavere beskatningsniveau, samt, ligeledes qua den høje skat, en betragtelig ressourcerente der her antages at blive fuldt beskattet, jf. Boks 3.2.

Tabel 4.3 Offentligt budgetbidrag i dag (2015) og i 2030

Scenarie beskrivelse	Provenu fossil energi (mia.kr.*)	Øvrigt provenu (mia. kr.*)	Subsidier (mia. kr.*)	Budgetbidrag (mia.kr.*)	Budgetbidrag pct. af BNP
2015 Grundforløb	25,2	21,0	-2,2	44,0	2,4
2030 Grundforløb	23,6	23,1	-1,5	45,1	1,8
Ensartet skat i en ambitiøs verden	20,9	0,1	8,2	29,3	1,2
Ensartet skat i en uambitiøs verden	38,2	0,1	20,6	59,0	2,4
Hensyn til leakage	18,2	0,3	17,7	36,1	1,5
Hensyn til leakage og ETS	14,2	0,6	-13,4	1,3	0,1

Note: Provenu fra fossil energi inkluderer ikke-energirelaterede udledninger. Øvrigt provenu er afgifter på ikke-fossile energikilder. Et positivt bidrag fra subsidier (PSO) skyldes, at der i stedet for at skulle betales subsidier til VE i el og fjernvarmeproduktion indhentes en ressourcerente derfra, jf. Boks 3.2.
* 2010-priser.

Kilde: Copenhagen Economics

Billedet er ganske det samme for 2050, blot endnu mere udtalt: Provenuet som andel af BNP falder i de realistiske scenarier til under 1 procent af BNP, jf. Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Offentligt budgetbidrag i dag (2015) og i 2050

	Scenarie beskrivelse	Provenu fossil energi (mia.kr.*)	Øvrigt provenu (mia. kr.*)	Subsidier (mia. kr.*)	Budgetbidrag (mia.kr.*)	Budgetbidrag pct. af BNP
2015	Grundforløb	25,2	21,0	-2,2	44,0	2,4
2050	Grundforløb	28,3	21,5	2,0	51,7	1,4
	Ensartet skat i en ambitiøs verden	12,6	0,2	11,2	23,9	0,7
	Ensartet skat i en uambitiøs verden	22,8	0,1	25,2	48,1	1,3
	Hensyn til leakage	8,6	0,3	16,1	25,1	0,7
	Hensyn til leakage og ETS	8,2	0,8	-24,6	-15,5	-0,4

Note: Provenu fra fossil energi inkluderer ikke-energi-relaterede udledninger. Øvrigt provenu er afgifter på ikke-fossile energikilder. Et positivt bidrag fra subsidier (PSO) skyldes, at der i stedet for at skulle betales subsidier til VE i el og fjernvarmeproduktion indhentes en ressourcerente derfra, jf. Boks 3.2.
* 2010-priser.

Kilde: Copenhagen Economics

4.4 Overvejelser om alternative finansieringskilder

Det faldende provenu fra klimapolitisk begrundede energiskatter må dækkes fra anden side. Vi har i den sammenhæng fokuseret på 2030, men de principielle overvejelser er nøjagtig de samme for 2050. Det vil sige, at der skal findes finansiering svarende til eksempelvis 1 procent af BNP i forhold til dagens finansieringsbidrag. I 2013 svarer det til 18-19 mia.kr. For at anskueliggøre størrelsesorden så svarer det til provenuet fra en forøgelse af arbejdsmarkedsbidraget på 2 procentpoint³⁷.

I velfærdsberegningerne ovenfor er der som sagt lagt til grund, at finansieringen findes fra kilder som ikke påvirker den økonomiske fordeling i forhold til grundforløbet. De stærkt faldende bidrag fra energiafgifter til finansiering af de offentlige udgifter, vil i sig selv give en mere ligelig indkomstfordeling, netop fordi energiudgifter vejer tungest i bunden. I det omfang de samlede energiafgifter i de kommende år er faldende som andel af BNP, vil en indlysende finansieringsmodel indebære en reduktion af bundfradraget i

³⁷ Skatteministeriet(2013). Effekten kommer både fra højere beskatning af indkomster og fra reduktion i overførselsindkomster.

personbeskatningen kombineret med en højere bundskat³⁸. Det kan i betydeligt omfang indrettes således, at det netop sikrer uændret fordeling og adfærd.

Der kan imidlertid også overvejes andre finansieringskilder med andre fordelings- og adfærdsvirkninger. I den sammenhæng er vurderet 3 alternative typer af finansieringskilder:

- Fastholdelse af supplerende energibeskatning
- Beskatning af fast ejendom
- Begrænsning af landbrugsstøtten

Fastholdelse af energibeskatning

Den umiddelbart nemmeste finansieringskilde er at fastholde energibeskatningen på sit nuværende niveau. Såfremt skatten pålægges fossile brændstoffer, vil det meget direkte føre til endnu større reduktioner frem mod 2050, end der er lagt op til. Hensyntagen til leakage mv. vil formentlig kræve, at skatten kommer til at ligge på husholdninger f.eks. i form af en afgift på el- eller varmekonsum.

Den miljøpolitiske eller forsyningspolitiske begrundelse for afgifter, der rækker længere end opfyldelse af veldefinerede klimamål, vurderes at være begrænset i 2030. På det tidspunkt vurderes energien i meget betydelig grad at kunne leveres af lokale energikilder med betragteligt potentiale (vindenergi, 2. og 3. generations bioenergi), der vil gøre afhængigheden af særligt olie- og gasimport fra potentielt ustabile områder langt mindre. Hertil kommer, at generelle afgifter på energi kun i et meget begrænset omfang er målrettede til at løse hensyn til forsyningssikkerhed. De burde da målrettes, så de skubbede energiforbrug mod mere sikre energikilder, f.eks. ved at kul beskattes lavere end gas, der beskattes lavere end olie osv. Det kræver reelt beskatning på brændstofinput og ikke på slutforbrug.

Så er der spørgsmålet om, hvorvidt afgifter på energi er mindre forvriddende end alternative finansieringskilder, som f.eks. skat på lønindkomst. For det første må det konstateres, at alle afgifter, som ikke har et klart velfærdspolitisk sigte, som udgangspunkt er mere forvriddende end generelle forbrugsafgifter som f.eks. moms (se også boks 4.1). Det skyldes, at de forvrider forbrugernes valg af serviceydelser.

38 En reduktion af bundfradrag på 1000 kr. giver en provenugevinst på 1,6 mia.kr. medens en forhøjelse af bundskatten på 1 procentpoint giver et provenu på 10 mia.kr. Forhøjelser af arbejdsmarkedsbidrag kan også indgå da det netop også inddrager indkomster fra modtagere af overførselsindkomster som får gavn af de lavere energiskatter.

Boks 4.1 Argumenter for punktafgifter er ikke begrundet i eksternaliteter

Udover energiforbrugets negative virkninger på miljøet har der været fremført to teoretisk betonedede argumenter for at kræve en højere afgift på energi i forhold til andre forbrugsvarer.

Det første argument er energiforbrugets lave priselasticitet. Det indebærer, at en højere afgift kun fører til en lille reduktion af energiforbruget og dermed også kun en lille forvriddning i sammensætning af virksomhedernes produktionsinput og husholdningernes forbrug. Argumentet er imidlertid uholdbart af både teoretiske og empiriske årsager. På det mere teoretiske plan gælder det, at den bedste "afgift" generelt er en indirekte skat, der påvirker alle varer ens, som f.eks. moms. Momsen forvrider ikke mellem forskellige typer af produkter, fordi de alle (kan) beskattes med samme sats. Argumentet er kun relevant, hvis man skal vælge isoleret set mellem to punktafgifter, som alene afviger fra hinanden i deres priselasticitet. Her gælder det dog, at man ikke alene kan se på, hvor prisfølsomme disse varer er isoleret set ("egenpriselasticitet"). Man må også se på, om en højere pris på f.eks. el har en stærk negativ påvirkning på andre goder ("krydspriselasticitet"), jf. også diskussion nedenfor³⁹. Her skal det huskes, at el bliver forbrugt sammen med goder med høj priselasticitet (varige forbrugsgoder) såsom køleskabe mv.

Den anden teoretiske begrundelse for punktafgifter er, at man kan påvirke udbuddet af arbejdskraft⁴⁰. F.eks. kunne man beskatte alle de elementer af privat forbrug, der indgår i "gør-det-selv" arbejde, såsom maling, søm mv. ekstra hårdt, for at få arbejdsstyrken over i det formelle, beskattede arbejdsmarked. I tilgift kan man indføre en lav beskatning på de serviceydelser, der kun kræver begrænset tidsanvendelse for forbrugeren og/eller konkurrerer med "gør-det-selv" arbejde. Dvs. lav beskatning af f.eks. take-away food, rengøring i hjemmet osv.

Afgifter på energiforbrug er imidlertid ikke en hensigtsmæssig måde at adressere dette problem. Energiforbrug indgår i produktionen af stort set alle varer, og sammenhængen mellem energiforbrugets andel af den endelige slutpris for forbrugeren og "gør-det-selv" arbejde/tidskrævende privat forbrug vil være upræcis. Der kan i hvert fald peges på en mængde af forbrugsgoder, hvor energiindholdet er meget lavt – f.eks. cricket- og golfbolde – og hvor den potentielle fortrængning af beskattet arbejde er relativt stor. Igen er det også væsentligt at tage krydspriselasticiteter i mente jf. ovenfor.⁴¹

Kilde: Copenhagen Economics

³⁹ (Crawford et al, 2008a) side 9-10.

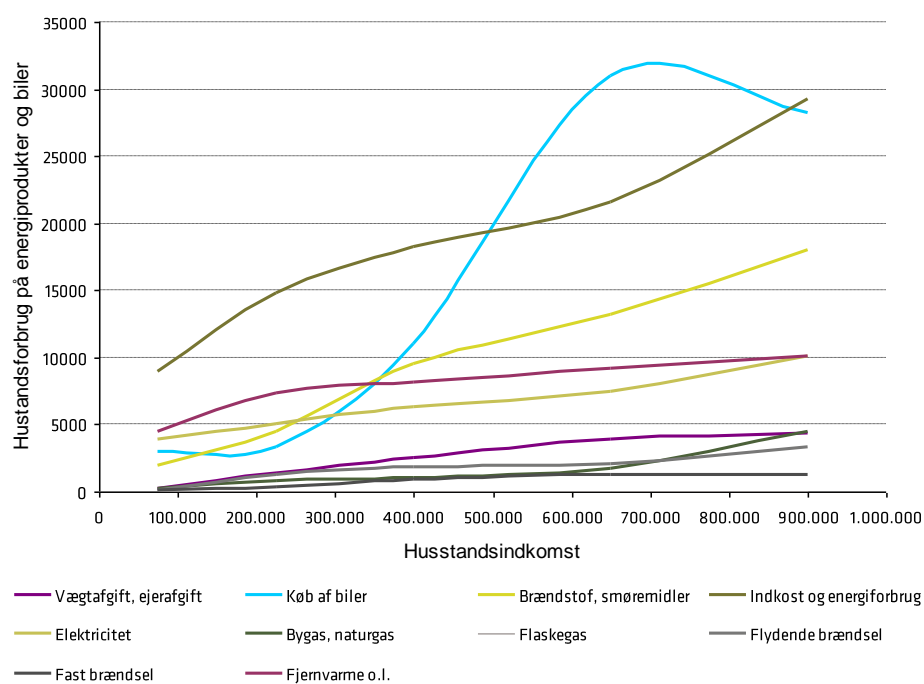
⁴⁰ (Crawford et al, 2008b) side 11-13 angiver en mængde af litteraturkilder på dette område; (Copenhagen Economics, 2007) producerede en rapport om temaet som indspark til ECOFINs drøftelser om reduceret moms på på ydelser som rengøring, reparationsarbejde i hjemme, restauranter mv.

⁴¹ (Crawford et al, 2008b) side 15.

For det andet påvirker energiskatter også arbejdsudbuddet. Den grundlæggende filosofi i al teori og empiri om skat og arbejdsmarked er, at potentielle udbydere af arbejdskraft vurderer gevinsten ved at arbejde (mere) eller lade være. Det gøres ved at sammenligne den reelle købekraft med eller uden denne (ekstra) arbejdsindsats. Det er i den sammenhæng ret ligegyldigt, om købekraften bliver reduceret via skat på forbrug eller skat på løn.

Hvis man ser på marginalsatten, så er højere energiafgifter mindre forvriddende end f.eks. bundskatten. Når en families indkomst vokser med 10 procent, så vokser energiforbruget med betydeligt mindre, jf. figur 4.1. Modsat vil en stigning i indkomsten på 10 procent føre til en tilsvarende stigning i bundskatten, så en omlægning med højere energiskatter vil kunne finansiere en lavere samlet marginalskat på arbejde.

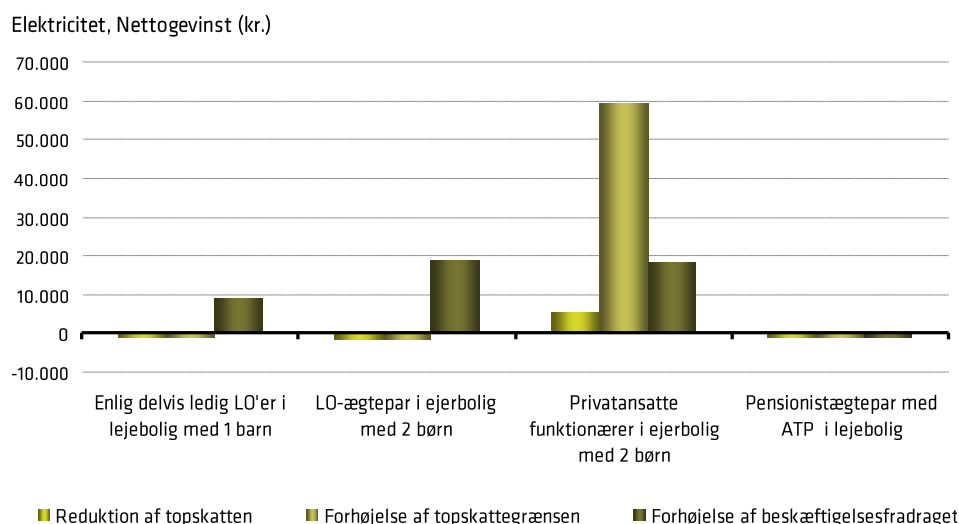
Figur 4.1 Husstandsforbrug på energiprodukter og biler



Kilde: Statistikbanken.dk, tabel FU5

Problemet med sådanne omlægninger er fordelingseffekten. Hvis man f.eks. bruger en provenuneutral forhøjelse af energiskatterne, generelt svarende til f.eks. 0,2 procent af BNP, til en forhøjelse af grænsen for topskat, giver det en indkomstfremgang på 50.000 kroner for en funktionærfamilie med to børn, mens det giver tilbagegang for en række andre familietyper, jf. figur 4.2. Reelt bunder en sådan såkaldt dobbeltdividende altså i, at man beskatter lavindkomstfamilier højere, herunder modtagere af overførselsindkomster, og bruger midler til lavere satser for højere lønmede⁴². Tilsvarende effekter kunne opnås ved topskattelettelse finansieret ved besparelser på dagpenge eller reduktioner i personfradrag i indkomstskatten, som også vender ”den tunge ende nedad”.

Figur 4.2 Nettoeffekter på fordeling ved højere elafgift brugt til lavere indkomstskat



Kilde: Statistikbanken.dk, tabel FU5, Skatteministeriets stilleskruer i personbeskatningen (2007 provenutal), Familietypeeksempler og skatteberegning. Beregningen gennemført på 2009 regler.

Beskatning af fast ejendom og landbrug

Endeligt vurderes også ejendomsbeskatningen at kunne levere et bidrag, om end det næppe kan lukke et hul svarende til knap 20 mia.kr. Den forsigtige tilgang til provenubidrag på længere sigt skal primært ses på baggrund af, at en mere økonomisk baseret beskatning af ejerbolig, som erstatning for den nuværende skattestopmodel, ikke nødvendigvis vil indbringe noget betydeligt merprovenu i forhold til de politiske udfordringer, det indebærer givet det nuværende renteniveau⁴³. På den korte bane vil det mest realisti-

⁴² (Crawford et al, 2008a), s. 15-16 og 30-31 (Crawford et al., 2008a), s. 15-16 og 30-31. Afvisningen af eksistensen af muligheden for en dobbelt dividende genfindes såvel i i den danske som den internationale fagøkonomiske litteratur; eksempelvis (Skattekommissionen, 2009), (DØR, 2009).

⁴³ Det kan anskues ved et simpelt eksempel. I oktober 2012 er renten på et 20-årigt realkreditlån omtrent 3 procent. Hvis man hertil lægger et risikotillæg på 1-2 procent, vil et naturligt beskatningsgrundlag for en bolig være 4-5 pro-

ske og økonomisk velbegrundede vel være at sikre sig, at den fortsatte inflation ikke løbende udhuler værdien af ejendomsskatterne. Provenugevinsten herved kunne udgøre 1,5 mia.kr. i 2020. På den længere bane kunne man gå efter en egentlig genopretning: Skattestoppet ophører, og ejendomsværdiskat reetableres på et niveau på 1,5 procent af ejendomsværdien. Det vil formentligt kunne give en samlet provenuforbedring på 12 mia.kr. i 2012 værdi. Det svarer til at ca. halvdelen af hullet lukkes.

Begrænsning af landbrugsstøtten.

Man kan overveje at forsøge at begrænse (og på sigt helt afvikle) landbrugsstøtten. Det er næppe politisk realistisk på kort eller mellemlang sigt, men da landbrugsstøtten generelt ikke er økonomisk velbegrundet, og da den virker som en subsidiering af drivhusgasudledning, er der økonomisk fornuft i at søge den afviklet. Forhåbningen kan være, at man på længere sigt – frem mod de sidste tiår inden 2050 – kan fjerne landbrugsstøtten og dermed bidrage til fiskal holdbarhed. Dette er især relevant i scenariet, hvor man tager hensyn til risikoen for lækage.

cent om året. Positiv kapitalindkomst beskattes med 27 eller 72 procent medens skatteværdi af rentefradrag fra 2020 er nede på 25 procent. I runde tal kunne man sige, at afkast på kapital i husholdninger beskattes med 30 procent. Med en realrente på 4-5 procent svarer det til en ejendomsværdiskat på 1,5 procent, kun lidt over den nuværende lave sats. Den høje sats på 3 procent af ejendomsværdien er alt for høj i forhold til en neutral beskatning.

Litteraturliste

- Almadani. (2012). A Methodology to determine both the technically recoverable resource and the economically recoverable resource in an unconventional gas play. Texas A&M University.
- Burniaux, & Chateau. (2008). An Overview of the OECD ENV-Linkages Model. OECD Publishing.
- Böhringer, Rutherford, & Balistreri. (2012). The Role of Border Carbon Adjustment in Unilateral Climate Policy: Insights from a Model-Comparison Study. Harvard Kennedy School.
- Concito. (2011). Reducerer brug af biomasse atmosfærens indhold af CO₂?
- Concito. (2012). Annual Climate Outlook 2012.
- Concito. (2012b). Carbon Footprint – den ideelle opgørelse og anvendelse.
- Copenhagen Economics. (2007).
- Copenhagen Economics. (2009). Energibeskatning i en lille, åben økonomi.
- Copenhagen Economics (2011), Innovation of Energy Technologies: the role of Taxes, report for DG TAXUD
- Copenhagen Economics. (2012), En grøn omlægning af bilbeskatning.
- Copenhagen Economics. (2012b), Analyse af CON-CITO's forslag til reform af energiafgifter i Danmark, af Jens Sand Kirk.
- Copenhagen Economics. (2013), Efficient Instruments for renewable energy.

- Copenhagen Economics. (2013a), Fortolkning af rapportens resultater i forhold til Klimakommis- sionen.
- Copenhagen Economics. (2013b), Dekomponering af velfærdsberegninger.
- COWI. (2012). Alternative Drivmidler.
- Dalgaard et al. (2010). Landbrugets drivhusgasemis- sioner og bioenergiproduktion i Danmark 1990- 2050. Aarhus Universitet, Institut for Jordbrugs- produktion og Miljø.
- Dominguez, Fellmann, Witzke, Jansson, Oudendag, Gocht, et al. (2012). Agricultural GHG emissions in the EU: an exploratory economic assesment of mitigation policy options . European Commis- sion.
- DØR. (2013). Økonomi og Miljø. De Økonomiske Råd.
- EA (2010a). Baggrundsnotat om referenceforløb A og fremtidsforløb A.
- EA. (2010b). Baggrundsnotat om referenceforløb U og fremtidsforløb U.
- EA & Wazee. (2011). Opdaterede samfundsøkonomi- ske prisforudsætninger. Energistyrelsen.
- EA & Wazee (2012). Opdatering af samfundsøko- nomiske gaspriser 2012. Ea Energianalyse.
- EA & Wazee. (2011b). Opdatering af samfundsøko- nomiske brændselspriser BIOMASSE. Energisty- relsen.
- EA & Wazee. (2011c). Opdatering af samfundsøko- nomiske brændselspriser. KUL, OLIEPRODUK- TER OG NATURGAS. Energistyrelsen.
- European Commission. (2012). Unconventional Gas: Potential Energy Market Impacts in the Europe- an Union. JRC Scientific and Policy Reports.
- EIA. (2007). Annual Energy Outlook . Energy Infor- mation Administration.
- EIA. (2008). Annual Energy Outlook 2008. With Projections to 2030. Energy Information Admin- stration .

- EIA. (2012). Annual Energy Outlook 2012. With Projections to 2035. U.S. Energy Information Administration.
- Energistyrelsen & Energinet. (2012). Technology data for energy plants. Energistyrelsen & Energinet.
- Energistyrelsen. (2011a). Forudsætninger for samfundsøkonomiske analyser på energiområdet. Energistyrelsen.
- Energistyrelsen. (2011b). Notat om CO₂-effekten af Vores energi. Klima-, Energi-, og Bygningsministeriet.
- Energistyrelsen. (2012a). Danmarks energifremskrivning 2012. Energistyrelsen.
- Energistyrelsen. (2012b). Notat. Omkostninger til udbygning med vindkraft. Klima-, Energi- og Bygningsministeriet.
- Energistyrelsen. (2012c). Notat. Samlede effekter for perioden 2012-2020 som følge af Energiaftalen af 22. marts 2012. Energistyrelsen.
- Energistyrelsen. (2012d). Notat. Teknologier til fremstilling af VE-gas. Energistyrelsen.
- Energistyrelsen. (2012e). Notat. Udmøntning af øget støtte til biogas. Energistyrelsen.
- Energistyrelsen. (2012f). Notat. Baggrundsnotat D: Energiforbrug ved indvinding af olie og naturgas i Nordsøen. Energistyrelsen.
- Energistyrelsen. (u.d.). Notat Vedr. opdeling af finansieringsbehovet på nye udgifter og dækning af tabt afgiftsprovener. Energistyrelsen.
- Environmental Protection Agency, U.S. (2012). Global Anthropogenic Non-CO₂ Greenhouse Gas Emissions: 1990-2030.
- Hare, Schaeffer & Rocha (2011), Science aspects of the 2°C and 1.5°C global goals in the Cancun Agreements
- IDA. (2009). IDAs Klimaplan 2050. Tekniske energisystemanalyser og samfundsøkonomisk konsekvensvurdering. IDA.

- IEA. (2010). Technology Roadmap. Carbon capture and storage. IEA Publications.
- IEA. (2012). World Energy Outlook 2012. OECD/IEA.
- IEA. (2012b). Energy Outlook 2012. OECD/IEA.
- IEA (2013), Nordic Energy Technology Perspectives. Pathways to a Carbon Neutral Energy Future
- Institute for Fiscal Studies. (2011). Mirrlees Review. Reforming the tax system for the 21st century. Oxford University Press.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (2007). The Fourth Assessment Reports.
- JRC Scientific and Policy Reports. (2012). Agricultural GHG emissions in the EU: an exploratory economic assesment of mitigation policy options. European Commission.
- JRC Scientific and Policy Reports. (2012). Unconventional Gas: Potential Energy Market Impacts in the European Union. European Commission.
- Jägemann, Fürsch, Hagspiel, & Nagl. (2012). Decarbonizing Europe's power sector by 2050 - Analyzing the implications of alternative decarbonization pathways. Institute of Energy Economics at the University of Cologne (EWI).
- Klima-, Energi- og Bygningsministeriet. (2012). Energiaftalen i korte træk.
- Klimakommissionen. (2010). Dokumentsdelen til Klimakommissionens samlede rapport GRØN ENERGI - vejen mod et dansk energisystem uden fossile brændsler. Klimakommissionen .
- Kuuskraa, Stevens, Leeuwen, & Moodhe. (2011). World Shale Gas Resources: An Initial Assesment of 14 Regions Outside the United States. Advanced Reources International. Inc. .
- McGlade, Speirs, & Sorrell. (2012). Unconventional Gas - A review of estimates. ICEPT Working Paper.
- Norden and IEA. (2013). Nordic Energy Technology Perspectives. Pathways to a Carbon Neutral Energy Future. OECD/IEA.

- OECD (2009), The Economics of Climate Change Mitigation (OECD, 2009)
- OECD (2010), Taxation, Innovation and the Environment (OECD, 2010)
- OECD (2013), Taxing Energy Use: A Graphical Analysis (OECD, 2013)
- Owen, Inderwildi, & King. (2010). The status of conventional world oil reserves - Hype or cause for concern? *Energy Policy* 38, 4743-4749.
- Pedersen, Tina Lykke. (2013). Alternativ finansiering af energiaftalen 2012 – Effekter estimeret i en partiel ligevægtsmodel. Økonomisk Kandidatspeciale, KU.
- Regeringen. (2011). Energistrategi 2050 - fra kul, olie og gas til grøn energi. Klima- og Energiministeriet.
- Regeringen. (2011b). Vores Energi. Regeringen.
- Regeringen. (2012). Aftale om den danske energipolitik 2012-2020.
- Rigsrevisionen. (2012). Beretning til Statsrevisorerne om Danmarks reduktion af CO₂-udledningen. Rigsrevisionen.
- Risø og EA. (2010). Baggrundsnotat om referenceforløb U og fremtidsforløb U.
- Skatteministeriet(2013), Stilleskruer i personbeskatningen 2013.
- The Danish Government. (2011). Our Future Energy . The Danish Ministry of Climate, Energy and Buildings.
- UNEP. (2011). Bridging the Emissions Gap. United Nations Environment Programme.
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. (2011). World Population Prospects: The 2010 Revision, CD-ROM Edition.
- Zero emissions platform. (2011). The Cost of CO₂ Capture, Transport and Storage, Post-demonstration CCS in the EU.

Appendiks A

Metodekapitel for modelanalyser

A.1 Kravene til modellens egenskaber

Rapporten sætter fokus på de samfundsøkonomiske konsekvenser af dansk klimapolitik under alternative forudsætninger om danske målsætninger og brug af instrumenter samt den internationale indsats frem til 2050. I de samfundsøkonomiske konsekvenser skal der inddrages både traditionelle velfærdsmæssige omkostninger samt de fiskale konsekvenser og afledte virkninger heraf.

Der er derfor valgt en metodetilgang, der muliggør sådanne langsigtede analyser. Ikke mindst er der lagt vægt på at beskrive konsekvenser af at:

- Klimapolitikken forudsættes på sigt at skulle drives af et hovedmiddel, nemlig en skat på udledninger suppleret af målrettet innovations støtte af hensyn til omkostningseffektivitet.
- Omkostninger afhænger af, hvor i økonomien reduktioner af udledninger foregår. Det forudsætter, at modellen kan analysere virkningen i strukturen af beskatningen af drivhusgasser og ikke kun dens gennemsnitlige niveau
- Konsekvenser af den internationale klimapolitik i form af priser på fossile brændstoffer, beskatning af udledninger, herunder indenfor og udenfor kvotesektoren, samt teknologiudvikling.
- De direkte fiskale konsekvenser af alternative scenarier for dansk og international klimapolitik, herunder særligt marginale virkninger på finansiel holdbarhed, og afledte virkninger på arbejdsmarked og indkomstfordeling.

A.2 Konkret metodevalg

Til dette projekt, og til et kandidatspeciale⁴⁴, er der udarbejdet en partiel ligevægtsmodel for efterspørgslen efter energi til produktion af el og fjernvarme og til energi til endelig anvendelse i Danmark fra 2010-2050.

Metoden tager afsæt i et modelværktøj udarbejdet af Copenhagen Economics for CON-CITO til analyse af effekterne af et forslag til en reform af dansk energibeskatning i henholdsvis 2013 og 2020⁴⁵. I forhold til dette udgangspunkt beskriver den nye model efter-

⁴⁴ (Pedersen, 2013). Vejleder: Peter Birch Sørensen. Afleveret 15.03.2013. I forbindelse med specialet er der udarbejdet en omfattende dokumentation af modellen og det anvendte datagrundlag. Kontakt forfatter Tina Lykke Pedersen (tinalykke84@hotmail.com).

⁴⁵ Modellen er beskrevet i (Copenhagen Economics, 2012b).

spørgslen i alle år fra 2010-2050 (tidligere version kun til 2030), antallet af anvendelsesformer og energityper er forøget, og der er udviklet et forsyningssektor-modul med mulighed for variationer i samspillet med modellen for endelige anvendelse.

Baggrunden for metodevalget er, foruden besparelsen ved at bygge videre på eget tidligere arbejde, at de to eksisterende alternativer *ikke* er tilstrækkelige på afgørende punkter.

Det første umiddelbare alternativ er at bruge det system af modelværktøjer, der ligger til grund for energistyrelsens fremskrivninger. - Det er netop energistyrelsens seneste fremskrivning i den såkaldte sammenfatningsmodel, der anvendes som det primære datagrundlag i denne rapport. Sammenfatningsmodellen er "sammenfattet" af kørsler på en række økonomiske og tekniske modeller i regi af finansministeriet og energistyrelsen. Det er et omfattende system af forskellige modelværktøjer, som dels er vanskelige at bruge dels imidlertid ikke er offentligt tilgængeligt.

Det andet alternativ ville være at bruge DREAM⁴⁶, som indeholder en beskrivelse af efterspørgsel efter og produktion af energi frem til 2050. Derved ville man kunne få afledte økonomiske effekter, som i denne analyse i et vidst omfang behandles i særskilte moduler, integreret i modelanalysen.

Imidlertid er DREAM's beskrivelse af efterspørgsel efter energi og produktion af energi ikke tilstrækkelig detaljeret til analyser af de spørgsmål, der behandles i rapportens kapitel 3. Samtidig har DREAM ingen sammenbinding mellem rentabilitet af forskellige teknologier og beskatningen af drivhusgasser, som er afgørende for en analyse som denne.

A.3 Modellens struktur

Det til projektet udviklede modelapparat er skitseret i Figur A.1:

De to første moduler (Eksogent) leverer input til den partielle ligevægtsmodel.

- Det første modul leverer forudsætninger om afgifter på forbrug og produktion, internationale energipriser og ETS-kvotepriisen.
- I det andet modul defineres de teknologiske forudsætninger. Det vil sige brændselssammensætning og virkningsgrader i forsyningssektoren, såvel sammensætning af energiforbruget i endelige anvendelse. Dette er modelteknisk uafhængigt af den egentlige økonomiske model, men der er et "feed-back", der sikrer, at niveauet for prisen på elmarkedet påvirker den privatøkonomiske rentabilitet af fremtidens VE kilder og dermed deres andel af den samlede kraftvarmeforsyning. Dette er beskrevet i afsnit 0.

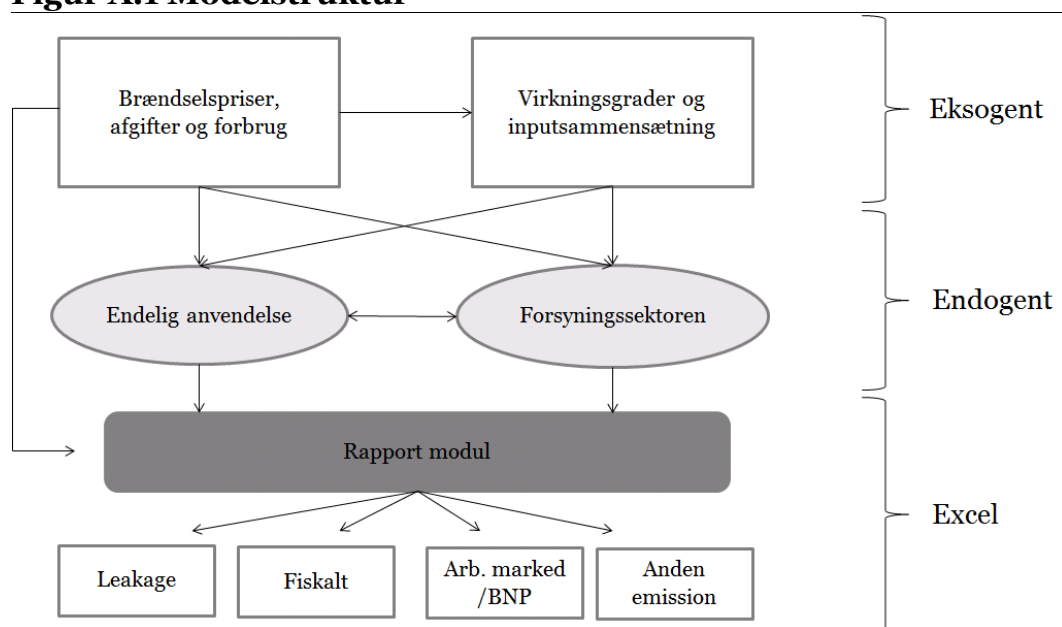
⁴⁶

DREAM: Danish Rational Economic Agents Model. <http://www.dreammodel.dk>

I den endogene del af modellen (Endogent) bestemmes forbruget af energi, der er fordelt på et antal energiformer og anvendelser af de eksogene forudsætninger og produktioner af el og fjernvarme. Dette er beskrevet i afsnit A.5.

I efterfølgende separate moduler (Excel) beregnes på baggrund af et standardiseret rapporteringsmodul afledte effekter på den offentlige sektors økonomi, på BNP og fordelingsmæssige effekter samt desuden ikke energirelaterede emissioner. Disse sidste beregninger findes beskrevet i separate bilag.

Figur A.1 Modelstruktur



Note: Præsentation til 8.oktober.pptx

Kilde: Copenhagen Economics

A.4 Eksogene forudsætninger

Energiforbrug

Den vigtigste kilde til opgørelse og fremskrivning af energiforbruget er den tidligere omtalte sammenfatningsmodel fra energistyrelsen af oktober 2012. Forbruget findes her opdelt på et antal sektorer, et antal energiformer og henholdsvis på el til apparater, kvoteomfattet forbrug og øvrigt forbrug. Den opdeling af forbruget, der anvendes i indeværende analyse, er vist i Tabel A.1. I forhold til energistyrelsens fremskrivning er der summeret over enkelte energiformer og sektorer, men den vigtigste forskel er, at kategorien 'øvrige energi' er opdelt i energi til 'opvarmning' og energi til 'let proces / ikke kvote'. Bemærk at energi til transport er indeholdt i disse definitioner, fordelt på henholdsvis kvote og ikke kvoteomfattet forbrug⁴⁷. Den første årsag til, at dette er gjort er for at knytte passende skattebaser til faktiske afgiftssatser for de to typer af forbrug. Den anden årsag er et hensyn til analyserne i kapitel 3, hvor energi til procesformål undtages for den uniforme CO₂ afgift på grund af risiko for carbon leakage.

Der eksisterer ikke en dækkende statistik for energi til procesformål. I stedet bruges data for hver sektors betaling af energiafgift til at afsløre om energiforbruget beskattes som energi til opvarmning eller til proces⁴⁸. Formålet med denne databehandling er at lave den bedst mulige opdeling af energiforbruget på relevante skattebaser. Den anvendte metode beskrives detaljeret i dokumentationen til det i indledningen omtalte speciale.

⁴⁷ Flytrafikken bliver kvoteomfattet fra 2012, men figurer som kvoteomfattet i 2010 oversigten nedenfor.

⁴⁸ Danmarks statistiks data for udgift til energiafgift for hver sektor og energitype bruges sammen med den nominelle energiafgiftssats for henholdsvis energi til proces og opvarmningsformål til at afsløre under hvilken af de to kategorier energiforbruget hører til, og i nogle tilfælde hvor stor en andel der hører til i hver af de to kategorier.

Tabel A.1 Energiforbrug 2010 (PJ)

	Benzin	Bio	Diesel	El	Fjernvarme	JP 1	Kul	Naturgas	Olje	VE	Affald	Total
Opvarmning	36,54			69,98	103,80			41,84		10,32		262,48
Husholdninger	35,66			3,57	68,35			28,04		8,38		144,00
Industri				2180	3,81			4,42		0,66		30,89
Landbrug				6,18						0,47		6,65
Servicehverv		0,88		38,43	31,65			9,38		0,81		814
Apparater				31,67								31,67
Let proces / Ikke-kvote	70,23	24,91	152,71	2,92			1,09	9,35	2,21	8,53	4,65	276,62
Fjernvarmeverker	15,80		0,15	0,09				8,99	0,05	0,96	0,24	26,30
Kraftvarmeverker		3,00								7,57	4,41	14,98
Bygge&anlæg				1,37				0,36				1,73
Industri		3,37							0,94			4,30
Landbrug		1,61					1,09		0,35			3,06
Vejtransport	70,23	1,13	152,56									223,92
Øvrig transport				146					0,87			2,32
Tung proces / Kvote	38,93	4,11	7,44	2,76	36,66		166,93	96,62	10,01	3,41		366,88
Fjernvarmeverker	1,04	2,59	0,02				0,13	0,54	0,46			4,79
Kraftvarmeverker	35,24	1,52					157,20	89,04	5,34	0,03		268,37
Industri	2,34			6,94	1,07		9,54	24,49	4,05	3,12		5156
Landbrug	0,30			0,48	1,69		0,06	2,56	0,16	0,26		5,50
Øvrig transport						36,66						36,66
Total	70,23	100,38	156,82	111,41	106,57	36,66	168,03	147,82	12,22	22,27	4,65	937,05

Note I: Internt i modellen og i denne oversigt antages VE udelukkende at bestå af energi fra varmepumper og inkluderer omgivelsesvarme samt elforbrug til at drive varmepumpen. (Gælder ikke VE til elproduktion).

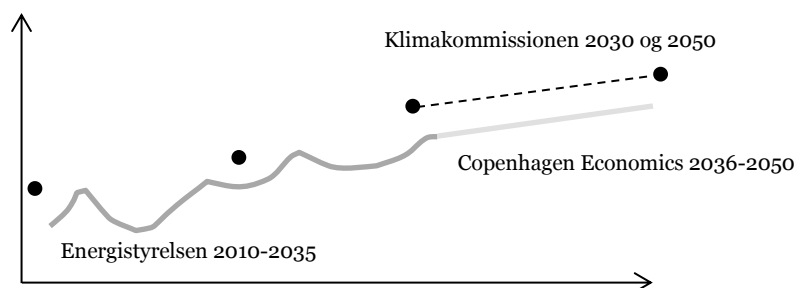
Note II: Flytrafikken bliver først kvoteomfattet fra 2012, men figurerer her som kvoteomfattet i 2010.

Kilde: Copenhagen Economics baseret på tal fra Energistyrelsen oktober 2012.

Energistyrelsens fremskrivning går til 2035. Til fremskrivning af energiforbruget fra 2036-2050 fremskrives forbruget med faste årlige vækstrater (særskilt for hver sektor) på baggrund af sektoropdelt energiforbrug i 2030 og 2050 i Klimakommissionens uambitøse reference scenarium fra 2010⁴⁹. Netop dette af klimakommissionens scenarier bygger på forudsætninger for energipriser og ETS-kvotepreiser, der er sammenlignelige med forudsætningerne bag energistyrelsens fremskrivning af oktober 2012. Det resulterende energiforbrug i 2050 er vist i Tabel A.2, og den ovenfor beskrevne beregningsmetode er illustreret i Figur A.2.

⁴⁹ (EA, 2010b).

Figur A.2 Fremskrivning af energiforbrug til 2050



Kilde: Copenhagen Economics

Table A.2 Energiforbrug 2050 (PJ)

	Benzin	Bio	Diesel	El	Fjernvarme	JP1	Kul	Naturgas	Olie	VE	Affald	Total
Opvarmning		33,09		86,64	94,74			23,64		30,79		268,90
Husholdninger		32,18		0,96	6,129			12,17		19,92		62,53
Industri				29,03	6,36			4,08		6,48		45,95
Landbrug				7,98						2,64		10,62
Servicehverv		0,90		48,67	27,09			7,38		1,85		85,89
Apparater				27,27								27,27
Let proces / ikke-kvote	80,18	45,11	188,50	6,34			1,65	4,48	1,59	5,58	1,68	335,11
Fjernvarmeverker		0,75	0,11	0,84				3,66	0,08	3,21	0,38	18,03
Kraftvarmeverker		1,37								2,33	1,29	4,99
Bygge&anlæg				2,21				0,82	0,04	0,04		3,10
Industri		7,94							0,12			8,05
Landbrug		2,50					1,65		0,48			4,62
Vejtransport	80,18	23,56	188,39									292,13
Øvrig transport				3,30					0,88			4,18
Tung proces / Kvote	52,44	4,65	8,81	3,78	45,54	58,59	43,67	8,84	20,39	4,09		250,88
Fjernvarmeverker		0,44	4,40	1,37				18,26	5,13			29,60
Kraftvarmeverker		46,84	0,25				50,88	16,29	2,71	5,00	4,09	126,05
Industri		4,75		6,75	1,76		7,66	7,44	0,88	15,13		44,37
Landbrug		0,41		0,68	2,03		0,06	1,68	0,12	0,26		5,25
Øvrig transport						45,54						45,54
Total	80,18	190,84	193,19	129,85	98,52	45,54	60,24	71,79	16,43	58,78	5,76	882,07

Note: Internt i modellen og i denne oversigt antages VE udelukkende at bestå af energi fra varmepumper og inkluderer omgivelsesvarme samt elforbrug til at drive varmepumpen. (Gælder ikke VE til el produktion).

Kilde: Copenhagen Economics baseret på tal fra Energistyrelsen oktober 2012 og Klimakommissionen.

Energipriser og ETS-kvotepriis

Frem til 2035 benyttes de samme energipriser og den samme ETS-kvotepriis, som forudsat i energistyrelsens sammenfatningsmodel. Baggrunden herfor er IEA's 4°C scenarie, jf. Boks A.1. Udviklingen i energipriser og ETS-kvotepriisen er stort set sammenfaldende med det 2010 IEA New Policy scenarie, der er anvendt af Klimakommissionen i 2010. Til fremskrivningen af energipriser og ETS-kvotepriisen fra 2036 til 2050 benyttes den samme metode som til fremskrivning af energiforbruget, jf. forrige afsnit.

Boks A.1 IEA's 4°C scenarie

The 4°C Scenario (4DS) takes into account recent pledges made by countries to limit emissions and step up efforts to improve energy efficiency. It serves as the primary benchmark in ETP 2012 when comparisons are made between scenarios. Projecting a long-term temperature rise of 4°C, the 4DS is already an ambitious scenario that requires significant changes in policy and technologies. Moreover, capping the temperature increase at 4°C requires significant additional cuts in emissions in the period after 2050.

Kilde: 'International Energy Agency, Energy Technology Perspectives 2012 - www.iea.org/etp'

Afgifter og energiudgift

I fremskrivningens basisår 2010 er forbrugsudgiften til energi baseret på data fra Danmarks Statistik. For hver sektor og for hver energitype fordeles energiudgiften på følgende kategorier: Udgift i basispriser, avancer, energiafgift, CO₂-afgift, svovlafgift, NOX-afgift og moms. I fremskrivningen af energiudgiften (Kr./GJ) indregnes energistyrelsens prisfremskrivning i 'udgift i basispriser' og lovbestemte justeringer af afgiftssatser indregnes i de respektive udgiftskategorier ⁵⁰.

Basisudgiften til fjernvarme afhænger endogen i modellen af den gennemsnitlige udgift til energiforbrug ved produktion af fjernvarme på tværs af fjernvarmeværker, kraftvarmeværker, kvoteomfattede og ikke-kvoteomfattede værker. Den del af basisudgiften, der ikke afhænger direkte af brændselsforbruget i produktionen, antages derved at være konstant i fremskrivningen. For elektricitet er der i modellen mulighed for 1) at lade elprisen være bestemt eksogen, hvilket afspejler en antagelse om perfekt integration af de nationale elmarkeder, eller 2) at produktionsomkostningerne for kraftvarmeværker helt eller delvist har medindflydelse på forbrugerprisen - I analysen i kapitel 2 antages det f.eks., at højere produktionsomkostninger kan overvælttes 1-1 i forbrugerprisen.

Teknologiske antagelser

Eftersom grundforløbets inputfordeling, produktion og brændelseffektivitet for hvert pr i fremskrivningen kalibreres til data fra energistyrelsens sammenfatningsmodel, er de tekniske antagelser der ligger bag energistyrelsens sammenfatningsmodel implicit indregnet i grundfremskrivningen.

Teknologiudvikling og implementeringen af teknologi er et centralt fokus i rapporten. Samspillet mellem carbon-priser og udvikling og implementering af teknologi i en model med fokus på 2050-scenarier er vanskelige at beskrive som resultater af substitution i

⁵⁰ Se (Copenhagen Economics, 2012b) for en uddybende beskrivelse af de anvendte beregningsprincipper.

forbrugeradfærden. - Ikke mindst i forhold til forsyningssektoren. Derfor håndteres alternative teknologiske forudsætninger eksogent i den egentlige økonomiske model (som illustreret i Figur A.1). Eksempler kan være scenarier med implementering af CO₂-besparende teknologier, f.eks. CCS⁵¹ i kul-drevne kraftvarmeværker, eller implementering af alternative drivmidler i vejtransport. Implementeringen afhænger af carbon-prisen i den konkrete anvendelse, mens udviklingen af nye teknologier afhænger af carbon-prisen på globalt plan og dermed af det internationale samfunds ambitionsniveau. De konkrete anvendte forudsætninger baseres på internationale studier af hvornår og ved hvilke priser på fossil energi, konkrete alternative teknologier kan forventes at blive rentable. - I scenarier med implementering af sådanne alternative teknologier vil kravet til CO₂-beskatningen, og dermed også de samfundsøkonomiske omkostninger, ved en given CO₂-målsætning reduceres ganske betragteligt.

A.5 Model for endelig anvendelse

Modellen for endelig anvendelse af energi er dokumenteret i forbindelse med et tidligere studie for CONCITO⁵² og omtales derfor kun kort her. For hver sektor og hver anvendelse beskrives efterspørgslen efter energi ved en CES-efterspørgselsfunktion over forbrug af de underliggende energityper. Efterspørgselsfunktionens elasticiteter kalibreres med henblik på så vidt muligt at genskabe partielle effekter i EMMA. I 2010 vælges elasticiteter svarende til kortsigtseffekter i EMMA, i 2020 og fremefter vælges elasticiteter svarende til langsigtseffekter i EMMA og fra 2010-2020 anvendes en lineær interpolation mellem 2010 og 2020 værdierne. Efterspørgselsfunktionernes niveau og fordelingsparametre kalibreres hvert år for sig til det opgjorte energiforbrug, jf. Tabel A.1 og Tabel A.2, og de fremskrevne energiudgifter (Kr./GJ), jf. afsnittet ovenfor. Der ikke nogen endogene dynamiske effekter i modellen. Således er efterspørgslen i to respektive år uafhængige af hinanden.

Strukturen i forbrugsefterspørgslen kan aflæses i Tabel A.1 for basisåret 2010. F.eks. er husholdningernes forbrug af energi til opvarmning (126,5 PJ) modelleret som et CES-aggregat af den underliggende efterspørgsel efter biobrændsel (Bio), elvarme (El), fjernvarme, naturgas og vedvarende energi (VE).

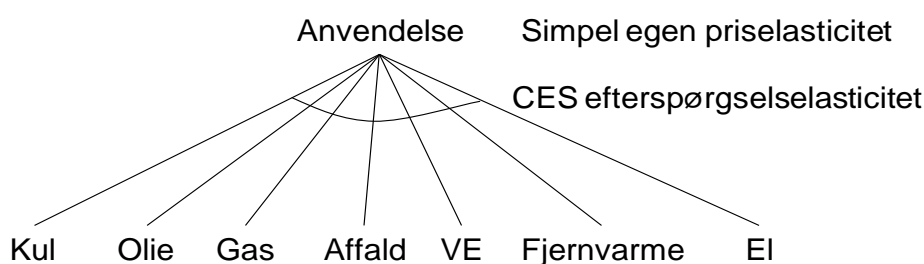
Som nævnt tidligere er der i opdelingen af forbruget summeret over et større antal energiformer i energistyrelsens sammenfatningsmodel. Som et eksempel omfatter kategorien VE i sammenfatningsmodellen foruden omgivelsesvarme udvundet ved varmepumper, også en mindre andel energi udvundet fra solceller, vindenergi og anden form for vedvarende energi.

⁵¹ CCS: Carbon Capture and Storage.
⁵² (Copenhagen Economics, 2012b).

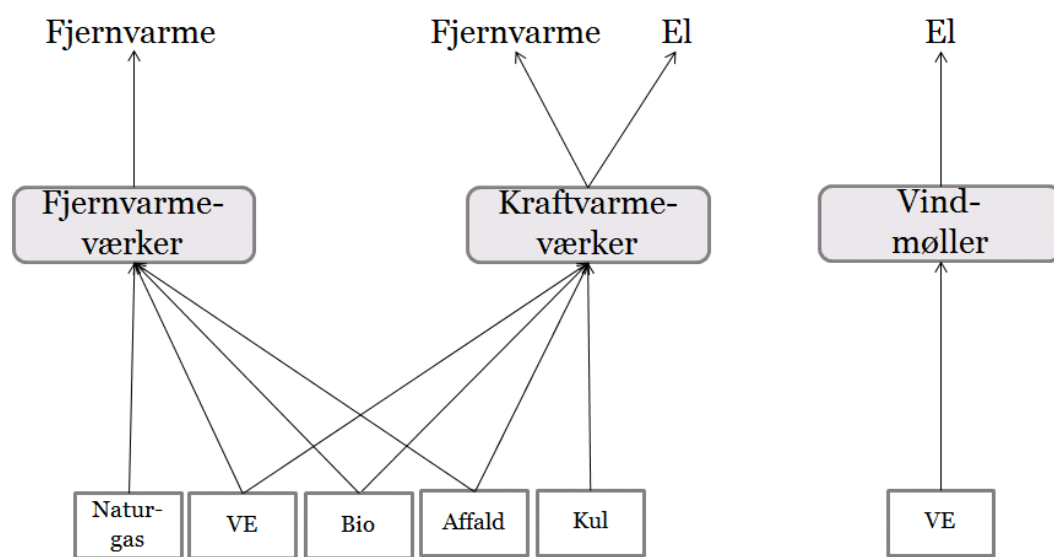
Varmepumper er interessante i forhold til at reducere CO₂-udslippet, særligt i enfamilieshuse uden mulighed for tilknytning til fjernvarme. Et stigende forbrug af varmepumper i opvarmning, men også til procesformål, er da også en central del af skiftet mod mindre fossilt energiforbrug i energistyrelsens grundfremskrivning. Derfor er vi nødt til at sikre, at den elektricitet, der anvendes til at drive varmepumperne, knyttes til den udledte omgivelsesvarme, og vi er nødt til at sikre, at der er mulighed for at substituere mellem traditionel opvarmning (primært gas og oliefyr) og varmepumper i modellen. Det kræver, at omkostningen ved at bruge varmepumper er velbeskrevet i modellen.

Det antages derfor, at VE til opvarmning udelukkende består af energi udvundet ved brug af eldrevne varmepumper, og det antages, at en del af elforbruget anvendt til opvarmning er knyttet til varmepumperne. Dette elforbrug og den tilhørende udgift er derfor trukket ud af elforbruget og lagt til forbruget af VE i modelberegningerne. Derved afhænger udgiften til VE til opvarmningen af forbrugerprisen på el således, at hvis prisen på el til opvarmning falder i forhold til naturgas eller biobrændsel, så vil der ske en substitution i efterspørgslen mod øget brug af varmepumper.

Figur A.3 Modelstruktur – Endelig anvendelse



Kilde: Copenhagen Economics

Figur A.4 Modelstruktur – Forsyningssektoren

Kilde: Copenhagen Economics

A.6 Model for forsyningssektoren

Forsyningssektoren består af kraftvarmeværker, fjernvarmeværker og produktion af el ved vindkraft. De to værktyper er yderligere opdelt i kvoteomfattede værker og ikke-kvoteomfattede værker. Kraftvarmeværker producerer både el og fjernvarme, mens fjernvarmeværker kun producerer fjernvarme.

Der er således modelleret i alt 5 produktionsenheder. Energiforbruget og produktionen er indeholdt i oversigterne over energiforbruget i Tabel A.1 og Tabel A.2. Både forbrug af energi til input i produktionen og den producerede mængde energi er fastlagt med udgangspunkt i energistyrelsens sammenfatningsmodel og fremskrevet fra 2035-2050 ved brug af data fra Klimakommissionen. I simulationer kan produktionen for hver af de 5 produktionsenheder justeres, endogent eller eksogent, hvorved energiforbruget varieres med en forudsætning om konstant inputfordeling og brændselseffektivitet. For kraftvarmeværker benyttes ligeledes en konstant fordeling af produktionen mellem el og fjernvarme.

Den gennemsnitlige omkostning til brændselsforbrug⁵³ per produceret energimængde (Kr./GJ) beregnes endogent for henholdsvis el og fjernvarme på tværs af de fire modellerede værker. I fordelingen af brændselsomkostningen for kraftvarmeværker benyttes den

⁵³ Sammensat af eksogen energipris, afgifter, ETS-kvotestøtte og med fratæk af støtte til brug af biobrændsel

så kaldte E-formel, hvor der regnes med en brændselseffektivitet på 67 % for el og med residual bestemmelse af fjernvarmens brændselsandel⁵⁴. I modellen indregnes den gennemsnitlige omkostning til produktion af fjernvarme, som beskrevet tidligere, i forbrugerprisen, mens det er muligt at justere i hvilket omfang produktionsomkostninger for el overføres til forbrugerprisen i konkrete modelscenarier.

Både for fjernvarme og el er der modelleret en markedsligevægtsbetingelse sådan, at produktionens størrelse varierer med efterspørgslen efter energi til endelig anvendelse. Markedsligevægten for fjernvarme sikres ved endogen justering af produktionsniveauet for fjernvarmeværker, mens ligevægten for el sikres ved justering af produktionen på kraftvarmeværker. I markedsligevægten for fjernvarme indgår et distributionstab, der er proportionalt med produktionen, svarende til forskellen mellem produktion og forbrug i sammenfatningsmodellen. For elmarkedet indregnes ikke et sådant distributionstab. I stedet afspejles forskellen mellem produktion og forbrug i et additivt bidrag, der indeholder, dels et distributionstab, men primært nettoeksport af el. Dette muliggør, at man i konkrete modelscenarier kan vælge at lade ændringer i forbruget afspejles i enten ændret dansk produktion af el eller i ændret nettoeksport af el.

Støtten til vedvarende energi er et centralt element i den danske energipolitik. I modellen er støtten til vedvarende energi reduceret til modellering af PSO-støtte til produktion af vindenergi og til forbrug af biobrændsel i fjernvarme og kraftvarmeværker. Udgiften til PSO-støtte i 2010 var på 2,5 mia. kr., fordelt på 1,07 til vindkraft, 0,46 til Biomasse m.v. og 0,98 til anden støtte. De to førstnævnte dele af støtten fremskrives i udgangspunktet proportionalt med henholdsvis produktionen af el ved VE (vind) og med forbruget af biobrændsel i kraftvarme og fjernvarmeværker. PSO-støtten til biomasse indregnes endvidere i værkernes brændselsudgift.

I beregningen af støttesatsen til vindkraft indregnes, at fremtidige ændringer i elprisen i forhold til 2010 medfører et ændret støttebehov. Et tænkt eksempel, der forklarer sammenhængen: Hvis elprisen stiger med 10 kr. fra 2010 til 2020, så reduceres støttesatsen til vindkraft tilsvarende med 10 kr..

Det samme gør sig gældende for støtten til biobrændsel, men med udgangspunkt i prisforskellen mellem biobrændsel og kul til brug i kraftvarmeværker, da størstedelen af forbruget af biobrændsel er i kraftvarmeværker. Således, hvis prisen for kul (inkl. ETS-kvote og afgifter) stiger med 10 kr., og prisen for biobrændsel er konstant, da reduceres PSO-støttesatsen med 10 kr. Dermed favner modellen den meget væsentlige effekt, at højere priser på fossil energi medfører et lavere behov for direkte støtte til vedvarende energi.

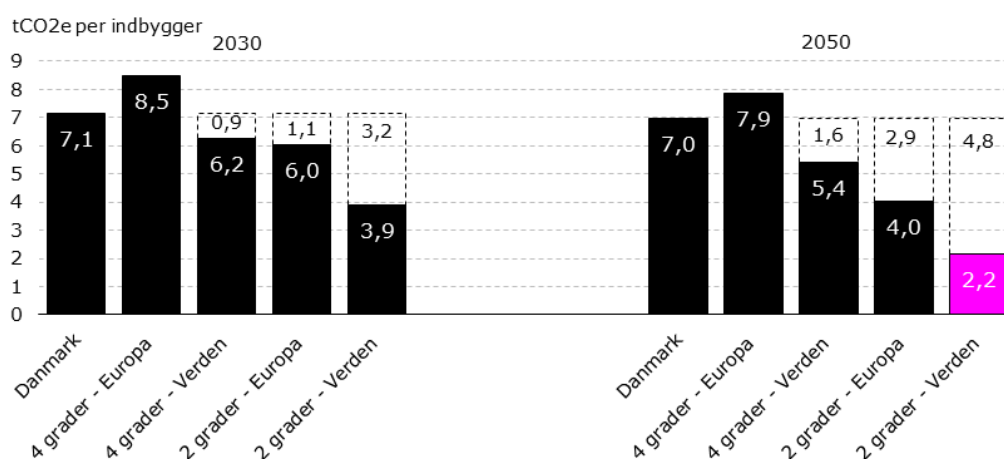
⁵⁴ (Energistyrelsen, 2011a), afsnit 7.1.

Appendiks B

Metode for beregningen af dansk manko i forhold til internationale målsætninger

I dette bilag beskrives forudsætningerne bag beregningerne af de mankoer, som fremgår af Figur 1.10 gengivet nedenfor.

Figur B.1 Dansk manko i forhold til internationale målsætninger i 2030 og 2050



Note: Eksklusiv drivhusgasudledningen i forbindelse med udvinding og raffinering af olie og gas på 0,5 tCO₂ per indbygger, jf. Boks 1.1.

Note: Den lyserøde stiplede linje angiver den nødvendige karbonpris for at kunne reducere emissionerne.

Kilde: Copenhagen Economics, (UNEP, 2011), (IEA, 2012) og (EPA, 2012).

2 graders scenariet kræver frem mod 2050 en kraftig reduktion af globalt udledte drivhusgasser. En transformation af energisektoren er i denne sammenhæng nødvendig, men ikke tilstrækkelig⁵⁵. Ifølge (UNEP, 2011) opnås 2 graders scenariet ved en samlet global udledning på 21 GtCO₂ i 2050, svarende til 2,2 ton per indbygger. Scenariet forudsætter også, at ikke-energirelateret udledning skal reduceres. I IEA's fremskrivninger for hhv. Europa og verden indgår dog kun energirelaterede udledninger. For at gøre fremskrivningerne sammenlignelige og for at relatere dem til det overordnede 2 graders mål, har vi beregnet de ikke-energirelaterede udledninger. Fremgangsmåden er beskrevet nedenfor.

⁵⁵ (IEA, 2012)

Danmark – grundforløb

Vi har i nærværende rapport fremskrevet det danske grundforløb på baggrund af Energistyrelsens seneste forbrugstal (se afsnit A.4.), hvor energirelateret udledning af drivhusgasser såvel som ikke-energi-relateret udledning er inkluderet. Energistyrelsen tal dækker perioden frem til 2035, hvorefter vores model bygger på antagelserne beskrevet nedenfor.

2 grader - verden

I Tabel B.1 fremgår den globale udledning per indbygger i 2 graders scenariet. Udledningen er opdelt på energirelaterede- og ikke-energi-relaterede udledning. De energirelaterede udledninger er givet fra (IEA, 2012). I 2009 udgjorde de 4,5 ton per indbygger og i 2050 er de fremskrevet til at blive 1,7 ton per indbygger. Den samlede udledning anslås af (UNEP, 2011) til at være 49,5 GtCO₂e i 2009, hvilket svarer til 7,3 ton per indbygger. De ikke-energi-relaterede er beregnet som residual heraf. I 2009 udgør de derved 2,7 ton per indbygger.

UNEP estimerer, at den samlede globale udledning maksimalt må være 21 GtCO₂e i 2050 for at overholde 2 graders målsætningen. Det svarer til 2,2 ton per indbygger. Idet IEA estimerer de energirelaterede udledninger til at være 1,7 ton per indbygger i 2050, er der plads til ikke-energi-relaterede udledninger på 0,4 ton per indbygger. 2 graders scenariet fordrer dermed, at de ikke-energi-relaterede udledninger skal falde fra 2,7 ton per indbygger i 2009 til 0,4 ton per indbygger i 2050. Vi antager i vores beregninger, at dette sker lineært.

Tabel B.1 Ikke-energi-relaterede udledninger i 2 grader - verden

	2009	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Energi-relaterede udledninger	4,5	4,6	4,8	4,4	3,7	3,1	2,6	2,3	2,0	1,7
Ikke-energi-relaterede udledninger	2,7	2,5	1,3	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,5	0,4
Samlede udledninger	7,3	7,1	6,1	5,2	4,5	3,9	3,4	2,9	2,5	2,2

Note: Markerede observationer er givet ud fra de angivne kilder. Resten beregnes herudfra.

Kilde: Copenhagen Economics, (IEA, 2012), (UNEP, 2011).

4 grader - verden

De energirelaterede udledninger er ligesom ovenfor givet fra (IEA, 2012). I 2009 udgjorde de 4,5 ton per indbygger og i 2050 er de fremskrevet til at blive 4,3 ton per indbygger. De samlede udledninger i 2009 er ligeledes de samme som ovenfor.

I 4 graders scenariet har vi ikke et overordnet mål for udledningen i 2050, hvorfor de ikke-energi-relaterede udledninger ikke kan estimeres på samme måde som i 2 graders scenariet. Derfor antager vi, at de ikke-energi-relaterede udledninger udgør samme andel af de samlede udledninger i 4 graders scenariet, som i 2 graders scenariet, dvs. 20,5 pct.. På denne baggrund er de ikke-energi-relaterede udledninger beregnet til at være 1,1 ton per indbygger, hvorpå den samlede udledning i 2050 fås at være 5,4 ton per indbygger.

Tabel B.2 Ikke-energirelaterede udledninger i 4 grader - verden

	2009	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Energirelaterede udledninger	4,5	4,6	4,9	4,8	4,7	4,7	4,5	4,5	4,4	4,3
Ikke-energirelaterede udledninger	2,7	2,6	2,0	1,9	1,7	1,6	1,5	1,3	1,2	1,1
Samlede udledninger	7,3	7,2	7,0	6,7	6,5	6,2	6,0	5,8	5,6	5,4

Note: Markerede observationer er givet ud fra de angivne kilder. Resten beregnes herudfra.

Kilde: Copenhagen Economics, (IEA, 2012), (UNEP, 2011).

Scenarier for Europa

I scenarierne for Europa har vi ligeledes ikke et mål for den samlede udledning i 2050. Det giver dog ikke mening at benytte den samme fremgangsmåde som ovenfor, idet andelen af ikke-energirelaterede udledninger er markant lavere i Europa end den er i verden. Vi antager istedet, at forholdet mellem energirelaterede- og ikke-energirelaterede udledninger i Europa er konstant gennem perioden.

De energirelaterede udledninger fås fra IEA. I 2009 er de 4,5 ton per indbygger. De samlede udledninger i 2009 er hentet fra eurostat⁵⁶ og udgør 7,3 ton per indbygger. De ikke-energirelaterede udledninger er residuelt beregnet til 1,1 ton per indbygger i 2009 i begge scenarier. Dermed udgør de ca. 12 pct af de samlede udledninger. Vi antager, at dette forhold er konstant gennem perioden, hvormed de ikke-energirelaterede udledninger i 2050 er 0,4 ton per indbygger i 2 graders scenariet og 0,9 ton per indbygger i 4 graders scenariet. Den samlede udledning er hhv. 3,6 ton per indbygger og 7,1 ton per indbygger.

Tabel B.3 og Tabel B.4 viser resultaterne for de to scenarier.

Tabel B.3 Ikke-energirelaterede udledninger i 2 grader - Europa

	2009	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Energirelaterede udledninger	8,1	8,1	7,8	7,3	6,2	5,3	4,6	4,1	3,6	3,2
Ikke-energirelaterede udledninger	1,1	1,1	1,1	1,0	0,8	0,7	0,6	0,6	0,5	0,4
Samlede udledninger	9,2	9,0	8,1	7,2	6,4	5,7	5,1	4,6	4,1	3,6

Note: Markerede observationer er givet ud fra de angivne kilder. Resten beregnes herudfra.

Kilde: Copenhagen Economics, (IEA, 2012), Eurostat.

⁵⁶ Eurostat, tabel ten00072 og tabel tps00001

Tabel B.4 Ikke-energirelaterede udledninger i 4 grader - Europa

	2009	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Energirelaterede udledninger	8,1	8,1	8,1	7,8	7,5	7,3	6,9	6,7	6,4	6,2
Ikke-energirelaterede udledninger	1,1	1,1	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9
Samlede udledninger	9,2	9,2	8,9	8,6	8,3	8,1	7,8	7,6	7,3	7,1

Note: Markerede observationer er givet ud fra de angivne kilder. Resten beregnes herudfra.

Kilde: Copenhagen Economics, (IEA, 2012), Eurostat.

Appendiks C

Teknologisk udvikling på tværs af sektorer

Den teknologiske udvikling, herunder de tilhørende omkostninger, og begrænsninger for at skifte teknologi, er central for vores analyse. I dette bilag redegør vi for den metode, der ligger til baggrund for de forholdsvis simple teknologiantagelser, der anvendes i studiet, jf. kapitel 2.

Der er to centrale elementer, hvad angår den teknologiske udvikling:

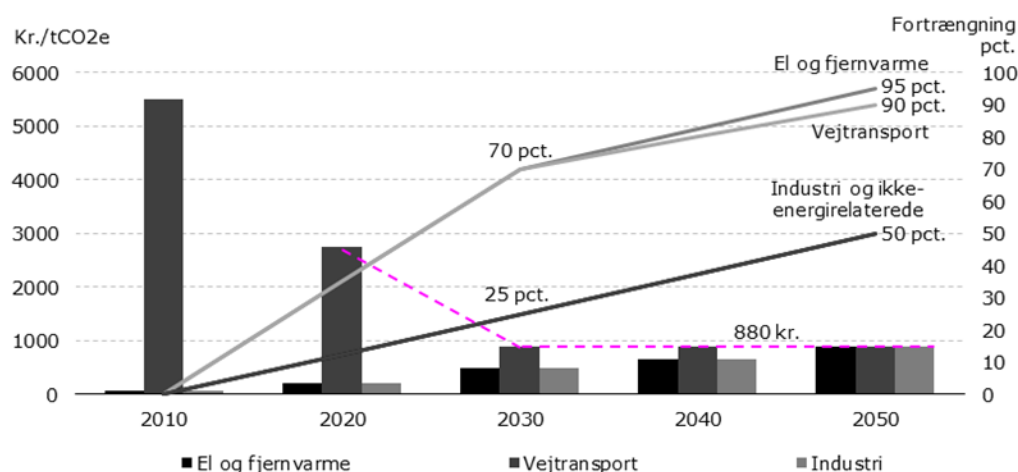
- 1) Reduktionsomkostninger, som implicit giver den CO₂ beskatning nødvendig for at nye teknologier kan træde ind på markedet.
- 2) Begrænsninger for hvor stor en CO₂-fortrængning en given teknologi kan medføre på et givent tidspunkt.

De to ting hænger uløseligt sammen. De sammenhænge der knytter de to aspekter sammen er illustreret i figur C.4. Figuren viser reduktionsomkostningskurver for transportsektoren og forklares i afsnit A.3.

Figur C.1 (gengivelse af Figur 2.4 i rapporten) viser de teknologiske reduktionsbaner og det dertilhørende nødvendige beskatningsniveau, der er antaget i vores model. Kurverne viser på højre-aksen hvor stor en andel af drivhusgasudledningen indenfor den konkrete sektor der kan fortrænges i kraft af skift til ny teknologi. Søjlerne viser på venstreaksen den marginale reduktionsomkostning for hver sektor. Det vil sige den drivhusgasbeskatning der er nødvendig for at udskiftningen til de nye teknologier er rentabel.

De marginale reduktionsomkostninger er primært baseret på (IEA, 2013), samt et udvalg af andre kilder. Fortrængningsprocenten er i højere grad kravsbestemt. Dvs. de er bestemt med udgangspunkt i at udledningsmål, der ligger til baggrund for 2 grader scenariet og 4 grader scenariet i 2050, kan nås.

Figur C.1 Teknologiske reduktionsbaner og det nødvendige beskætningsniveau



Note: Den lyserøde stiplede linje angiver den nødvendige karbonpris for at kunne reducere emissionerne.

Kilde: Copenhagen Economics, (IEA, 2010), (IEA, 2013)

I det følgende afsnit beskrives teknologiantagelserne i de sektorer der fremgår af Figur C.1. Først fokuseres der på reduktionsomkostningerne og sidenhen fortrængningsprocenten.

A.7 Beskrivelse af teknologiantagelser

El og Fjernvarme

Vi antager, at udledningsomkostningen for El og fjernvarmesektoren er på 70 kr./tCO_{2e} i 2010. Derefter bestemmes omkostningsniveauet af de teknologiske antagelser beskrevet i dette afsnit. Det stiger således til hhv. 220 kr. i 2020, 495 kr. i 2030, 660 kr. i 2040 og ender på 880 kr. i 2050.

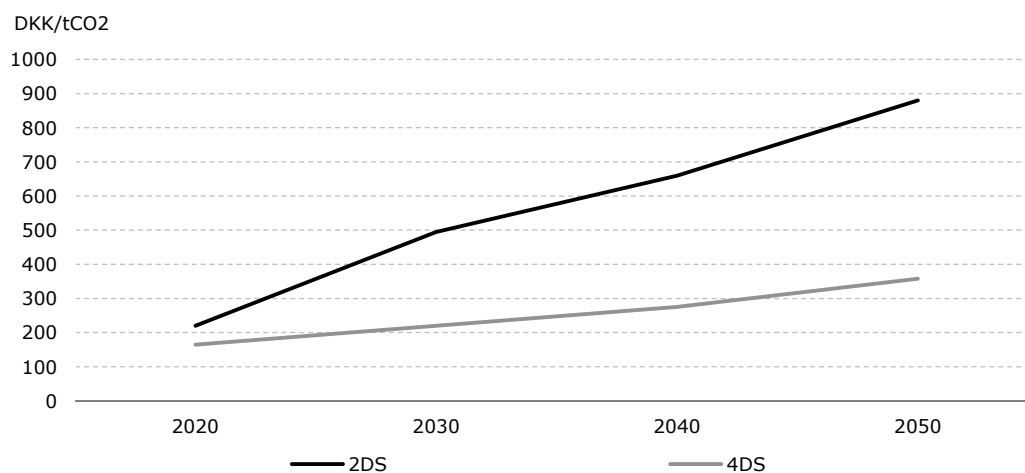
Nøjagtig hvor stor fortrængning der kan ske i et givent år ved denne prissætning er vanskelig at vurdere uden en meget detaljeret beskrivelse af nuværende og fremtidige teknologier. Analyserne fra IEA og andre kilder vurderer, baseret på sådanne konkrete teknologifremskrivninger, at det rent teknisk *kan* lade sig gøre at gennemføre en ambitiøs klimapolitik. De marginale reduktionsomkostninger afspejler prisen på de marginale VE-kilder på hvert tidspunkt under et sådant forløb.

I vores analyse, er der lagt den antagelse at der sker en fortrængning på henholdsvis 70 pct. i 2030 og 95 pct. i 2050. Sammen med den antagende fortrængning i de øvrige bran-

cher er det dét der skal til for at nå henholdsvis en 4-tonns målsætning i 2030 og en 2-tonns målsætning i 2050.

I Figur C.2 vises IEA's estimering af udviklingen i de marginale reduktionsomkostninger i El og fjernvarmesektoren i de skandinaviske lande⁵⁷. Figuren illustrerer udviklingen i både 2- og 4 graders scenariet. I 2 graders scenariet, stiger reduktionsomkostningen fra ca. 200 kroner per tons CO₂ i 2020 til ca. 900 kroner per tons CO₂ i 2050. De marginale omkostninger er markant lavere i 4 graders scenariet, idet reduktionsomfanget er lavere og det implicit antages at reduktionen sker ved de billigste løsninger først. Hvis vi sammenligner med reduktionsomkostningerne i Figur C.1 er det netop de samme priser. IEA estimerer at reduktionsomkostningerne i 2030 og i 2050 i 2 graders scenariet er hhv. omkring 500 kroner og 880 kroner per ton CO₂, hvilket stemmer godt overens med Figur C.1.

Figur C.2 Udviklingen i reduktionsomkostninger i El og fjernvarmesektoren



Kilde: (IEA, 2013)

Figur C.3 giver et indblik i forskellen i omkostninger mellem forskellige energikilder og kulraft, samt omkostningsudviklingen frem til 2030. Figuren illustrerer fint, hvordan forskellige teknologier vil komme i spil, såfremt en tilstrækkelig stor CO₂-skat indføres. Den illustrerer ligeledes hvordan omkostningerne for CO₂-fortrængning falder over tid.

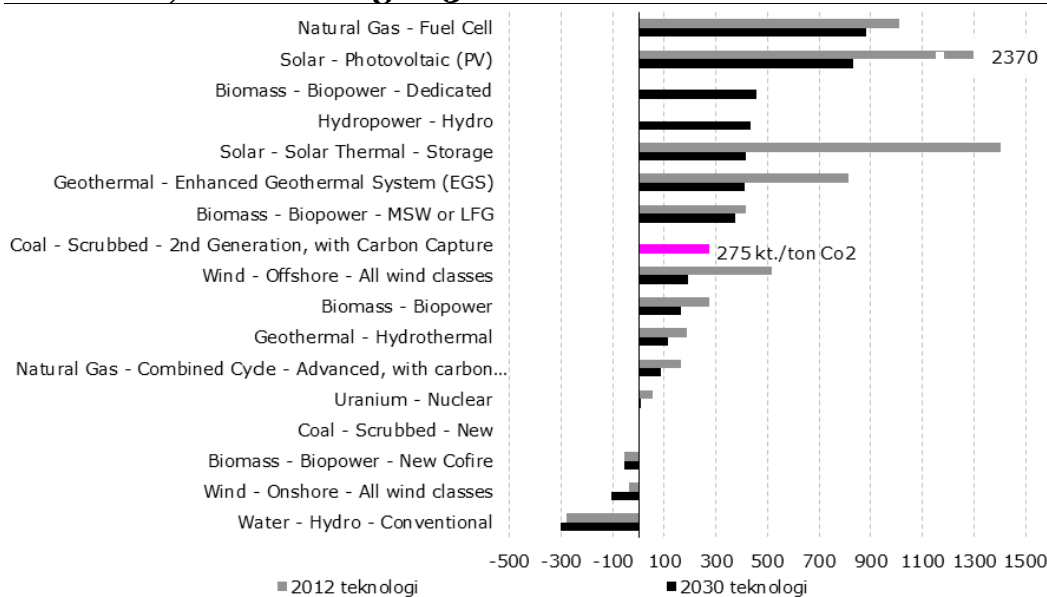
Referenceprisen for CCS (carbon capture and storage)-teknologier estimeres af IEA⁵⁸ til at blive rentabel ved 275 kr. per ton CO₂. CCS går ud på at opfange, transportere og opbevare (i undergrunden) drivhusgasser fra gasstrømme fra bl.a. kulraftværker. CCS-

⁵⁷ (IEA, 2013)

⁵⁸ (IEA, 2010)

teknologien er et vigtigt element i fortrængningen af drivhusgasudledning. IEA vurderer, at de samlede reduktionsomkostninger i perioden 2005-2050 uden CCS vil stige med 70 procent⁵⁹. Teknologien er ikke kun vigtig for at gøre kulkraftværker mere miljøvenlige. Den kan også adopteres af bioraffinaderier og gaskraftværker, samt benyttes i udledningsintensive industrier som f.eks. cementindustrien.

Figur C.3 Estimeret break-even CO₂-pris i forhold til nyt kulkraftværk, hhv. 2012 og 2030.



Note: CCS-teknologi forventes at blive rentabelt ved 35-50 USD/tCO₂ (IEA, 2010).

Kilde: Copenhagen Economics

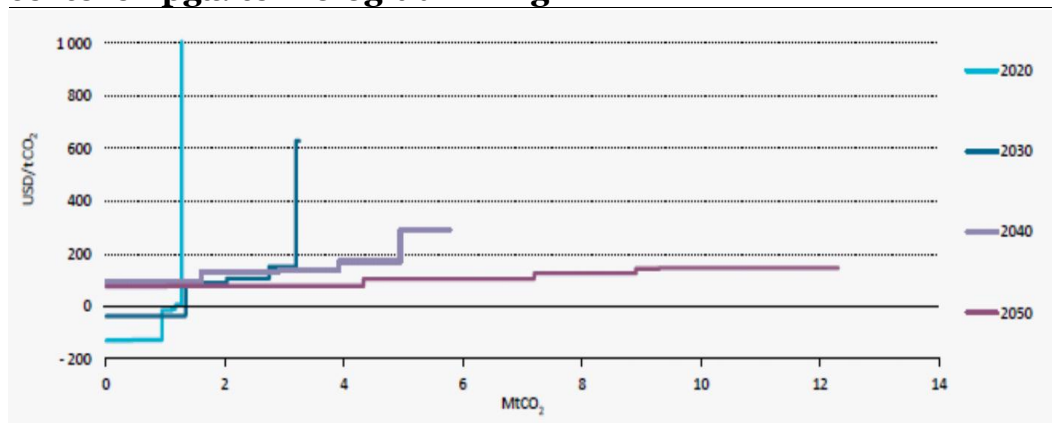
Vejtransportsektoren

Den gennemsnitlige CO₂-beskatning i transportsektoren i 2010 er vurderet til ca. 5.500 kr. per ton. Det tager vi som udtryk for de marginale reduktionsomkostninger i dag. Over tid forventes omkostningerne at kunne reduceres, samtidig med at der opnås en stigende fortrængning af CO₂ fra sektoren. Dette afspejler en forventning om store teknologiske fremskridt indenfor netop transportsektoren. Over tid falder de marginale reduktionsomkostninger til 2750 kr. i 2020, hvorefter de rammer et stabilt niveau på 880 kr. fra 2030 og frem. Fortrængningen, angivet i Figur C.1, er på 70 pct. i 2030 og 90. pct. i 2050.

⁵⁹ (IEA, 2010)

Figur C.4 viser IEA's vurderinger for udviklingen i reduktionsomkostningerne for transportsektoren i de skandinaviske lande⁶⁰. IEA har, på baggrund af en lang række effektiviseringsmuligheder og teknologiske udviklinger, estimeret reduktionsomkostningskurver for hhv. 2020, 2030, 2040 og 2050. Kurverne viser hvor stor en fortrængning der kan opnås til en given pris, på hvert af de fire tidspunkter. De potentielle reduktioner stiger over tid, hovedsageligt fordi det tager tid at udrulle løsninger og teknologier.⁶¹

Figur C.4 Udviklingen i reduktionsomkostningerne i transportsektoren pga. teknologiudvikling



Note: Den stiplede reduktionsomkostningskurve svarer til den der fremgår af figur A.1.

Kilde: (IEA, 2013) og Copenhagen Economics

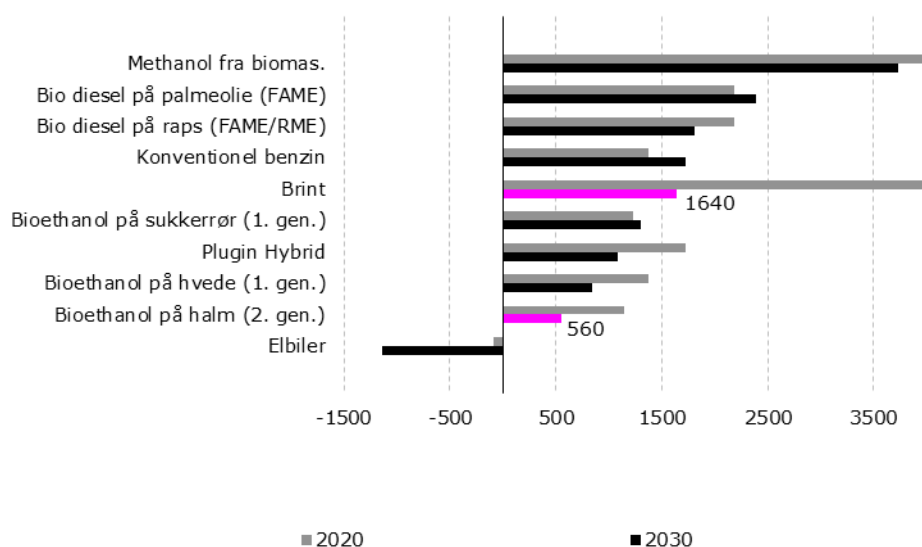
Omkostningerne falder markant over tid. Til dels pga. af den teknologiske udvikling, men også pga. stigende oliepriser og ”learning by doing”-effekter. I 2020 kommer omkostningsreduktionen hovedsageligt fra brændstoffeffektivisering. Disse kan opnås til omkostninger under 0 kroner per ton per udledning. Omkostningerne måles i sociale omkostninger, hvilket kan medføre at omlægninger, på trods af negative omkostninger, ikke finder sted i markedet. Omkostningerne stiger hurtigt når de kommer over 0 kroner, mens CO₂-fortrængningen er lav. Dette reflekterer den periode det tager at nedbringe omkostningerne for el- og hybridbiler gennem offentlig støtte⁶¹.

Der findes en række studier af teknologiudviklingen i transportsektoren. Figur C.5 viser således forskellen i omkostninger opgjort i CO₂ mellem diverse alternative teknologier og en almindelig dieselbil. Den teknologiske udvikling medfører at de grønne alternativer bliver billigere over tid. Forskellen mellem en dieselbil og en bil på 2G bioethanol fra halm falder f.eks. til 560 kr i 2030. En CO₂-skat på 560 kroner pr ton, vil således gøre 2G bioethanol konkurrencedygtig på det danske marked.

⁶⁰ (IEA, 2013)

⁶¹ Se (IEA, 2013) for en detaljeret gennemgang af de teknologiske perspektiver i den nordiske transportsektor.

Figur C.5 Estimeret break-even CO₂-pris i forhold til konventionel dieselbil, hhv. 2020 og 2030.



Kilde: Copenhagen Economics baseret på (COWI, 2012).

Industriens udledning

Industriens udledning er omfattet af ETS-kvotestystemet. Mange af de samme teknologier, som kan reducere udledningen i forsyningssektoren, kan også implementeres i industrien. Derfor er den gennemsnitlige CO₂-beskatning antaget at følge omkostningen i El og fjernvarmesektoren. Det gælder især den allerede omtalte CSS-teknologi. Store udledningsindustrier, som cement-, jern og stål-, kemikalie- og papirindustrien kan reducere deres udledning markant ved at adoptere CSS-teknologi. I 2050 kan industrisektorens udledning reduceres med mere end 50 pct. til en pris der er lavere end i transportsektoren.

Ikke-energi-relateret udledning

De ikke-energi-relaterede udledninger udgør en ikke-ubetydelig andel af de samlede udledninger. En stor del kommer fra landbruget. Hvis Danmark i 2050 skal leve op til 2-tons målsætningen, er det derfor nødvendigt med en betragtelig fortrængning af landbruget drivhusgasudledning.

Vi regner ikke med en eksplicit CO₂-omkostning for de ikke-energi-relaterede udledninger. Udviklingen i udledningen er baseret på en rapport, skrevet af ansatte ved Det Jordbrugs-

videnskabelige Fakultet ved Aarhus Universitet⁶². De har lavet en rapport vedrørende landbrugssektoren drivhusgasudledninger frem til 2050. Også på dette område er teknologiudviklingen en vigtig drivkraft til faldende udledninger. I deres reference forløb, vil landbrugssektoren i 2050 udlede 8,7 mio. tons CO₂e. Referenceforløbet indeholder i sig selv en række betydelige forbedringer af effektiviteten i husdyrbrug, reduktion af landbrugsarealer og en relativ stigning af økologisk landbrugsareal. I rapporten betragter de derudover et scenarie, der inkluderer en yderligere række af tiltag på udledningen af metan, lattergas og kulstoflagring. Disse vil samlet set kunne medføre en reduktion 3,9 mio. tons CO₂e. Iblant tiltagene er bl.a. overdækning af gyllelagring, foderoptimering, reduceret jordbehandling, efterafgrøder og mange flere. Den samlede udledning i 2050 er dermed 4,8 mio. tons CO₂e. De vurderer selv, at det er realistisk at implementere tiltag, der bringer den samlede udledning ned på 5,9 mio. tons CO₂e. Som de også selv gør opmærksom på, er denne vurdering dog baseret pba. af statiske teknologipriser (2010-niveau). Man må forvente, at en række af teknologierne bliver billigere med tiden, som det også er tilfældet i de sektorer vi betragtede ovenfor. Vi antager derfor, at der bliver sufficient med teknologier, der med den ensartede afgift, kan implementeres og bringe de samlede udledninger ned på det teknisk mulige estimat.

⁶² (Dalgaard et al, 2010)

Appendiks D

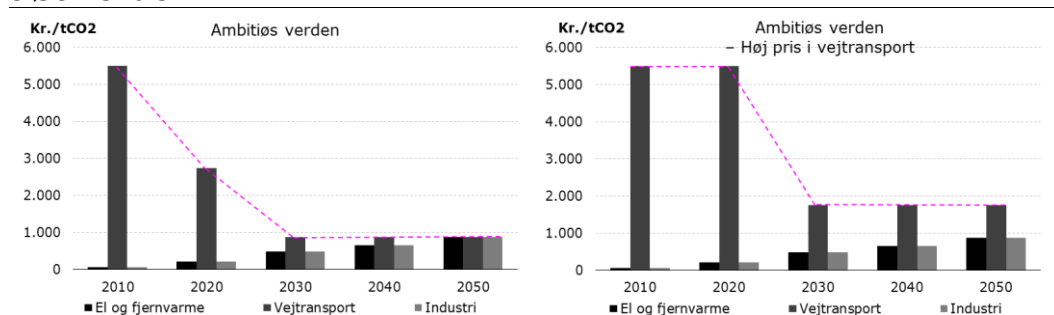
Følsomhedsanalyse – Højere reduktionsomkostninger i vejtransport

I kapitel 4 belyses den samlede effekt af at energipriser og teknologiomkostning begge forventes at være højere hvis verden følger en uambitiøs klimapolitik via sammenligning af de to scenarier 'Ensartet skat i en ambitiøs verden' og 'Ensartet skat i en uambitiøs verden', jf. Tabel 4.1. Begge dele bidrager til at velfærdsomkostningerne af en ambitiøs klimapolitik for Danmark øges. Følgende belyses den isolerede effekt af højere teknologiomkostninger.

Beregningerne tager udgangspunkt i scenariet 'Ensartet skat i en ambitiøs verden', men med reduktionsomkostninger for vejtransport svarende til scenariet med en uambitiøs verden.

Dette nye scenarie kan i forhold til 'Ensartet skat i en ambitiøs verden' fortolkes som en illustration af effekten af at der *ikke* udvikles bæredygtige biobrændstoffer. Forskellige biobrændstoffer udgør en væsentlig del af de teknologier der forventes at blive mest rentable indenfor en 2030-horisont, jf. Figur 2.3, men der er imidlertid stor diskussion både i Danmark og internationalt om biobrændstoffers (og biomasses) reelle bæredygtighed ⁶³.

Figur D.1 Høje teknologiomkostninger i vejtransport i en ambitiøs verden



Kilde: Copenhagen Economics

⁶³ Se (Concito, 2011) og (Concito, 2012b).

I forhold til den samlede økonomiske velfærd er der to effekter:

1. Negativt bidrag fra højere teknologiomkostning
2. Negativt bidrag fra ændret adfærd som følge af højere nødvendig beskatning af CO₂.

Teknologiomkostningen, dvs. prisen for at opnå CO₂-besparelser gennem teknologiskift, er i sig selv en velfærdsomkostning. Eftersom vejtransport i forvejen er den anvendelse hvor teknologiomkostningen er højest forøges den nødvendige ensartede skat på drivhusgasser parallelt med teknologiomkostningen fra 880 Kr./tCO₂ til 1760 Kr./tCO₂, jf. Figur D.1

En således højere prissætning af CO₂e medfører en øget omfordeling fra forbrugere til det offentlige (højere provenu) og til producenter af CO₂e besparende teknologier (profit) i andre anvendelser. Eftersom disse indtægter kan inddrives og tilbageføres til forbrugerne regnes det ikke med i det samlede velfærdsstab. Nettovelfærdstabet inkluderer udover teknologiomkostningen tabet i såkaldt forbrugervelfærd der skabes via den højere prissætning af CO₂ og den deraf afledte negative effekt på energiforbruget.

Den samlede virkning af disse to effekter er beregnet og opsummeret i tabellerne nedenfor.

Tabel D.1 Velfærdsvirkning ifht. grundforløb 2030 og 2050 (pct./BNP)

Scenariebeskrivelse	2030	2050
Ensartet skat i en ambitiøs verden	0,52	0,16
+ Høj teknologiomkostning i vejtransport	0,22	-0,23

Note: Velfærdsberegningerne dekomponeres i følgenotatet (Copenhagen Economics, 2013b).

Kilde: Copenhagen Economics

Tabel D.2 Offentligt budgetbidrag i dag (2015) og 2030

	Scenarie beskrivelse	Provenu fossil energi (mia.kr.*)	Øvrigt provenu (mia. kr.*)	Subsidier (mia. kr.*)	Budgetbidrag (mia.kr.*)	Budgetbidrag pct. af BNP
2015	Grundforløb	25,2	21,0	-2,2	44,0	2,4
2030	Grundforløb	23,6	23,1	-1,5	45,1	1,8
	Ensartet skat i en ambitiøs verden	20,9	0,1	8,2	29,3	1,2
	+ Høj teknologiomkostning i vejtransport	38,9	0,1	16,4	55,5	2,3

Note: Provenu fra fossil energi inkluderer ikke-energirelaterede udledninger. Øvrigt provenu er afgifter på ikke-fossile energikilder. Et positivt bidrag fra subsidier (PSO) skyldes, at der i stedet for at skulle betales subsidier til VE i el og fjernvarmeproduktion indhentes en ressourcerente derfra, jf. Boks 3.2.
* 2010-priser.

Kilde: Copenhagen Economics

Tabel D.3 Offentligt budgetbidrag i dag (2015) og i 2050

	Scenarie beskrivelse	Provenu fossil energi (mia.kr.*)	Øvrigt provenu (mia. kr.*)	Subsidier (mia. kr.*)	Budgetbidrag (mia.kr.*)	Budgetbidrag pct. af BNP
2015	Grundforløb	25,2	21,0	-2,2	44,0	2,4
2050	Grundforløb	28,3	21,5	2,0	51,7	1,4
	Ensartet skat i en ambitiøs verden	12,6	0,2	11,2	23,9	0,7
	+ Høj teknologiomkostning i vejtransport	23,2	0,2	16,6	40,0	1,1

Note: Provenu fra fossil energi inkluderer ikke-energirelaterede udledninger. Øvrigt provenu er afgifter på ikke-fossile energikilder. Et positivt bidrag fra subsidier (PSO) skyldes, at der i stedet for at skulle betales subsidier til VE i el og fjernvarmeproduktion indhentes en ressourcerente derfra, jf. Boks 3.2.
* 2010-priser.

Kilde: Copenhagen Economics