

DREAM

Danish Research Institute for
Economic Analysis and Modelling



Analyse af CO2-afgift

Beregninger udført for CONCITO og KRAKA

Gustav Elias Dahl og Jens Sand Kirk

Baggrundsnotat

25. maj 2022

www.dreamgruppen.dk

1. Om beregningerne

På en foreløbig modelversion af GrønREFORM udarbejdes et grundforløb. Op mod grundforløbet evalueres tre alternative scenarier omhandlende CO₂-afgifter.

CONCITO og KRAKA (C&K) er gået sammen om at bestille beregninger på GrønREFORM. Modellen er fortsat under udvikling, men vi er nået til et punkt, hvor en egentlig anvendelse kan påbegyndes med passende forbehold for modellens foreløbige karakter. Eksempelvis har C&K leveret teknologi-data, der er helt afgørende for beregningsresultaterne.

CONCITO har fokus på at belyse klimapolitikens betydning for arbejdsmarkedet, og KRAKA ønsker at skabe fokus på betydning af at annoncere en troværdig politik i tide, fordi omstillingen tager tid, og det derfor risikerer at blive dyrt. I begge tilfælde er det afgørende at benytte en model, der kan beskrive klimapolitikens påvirkning af og samspil med økonomien over tid. Netop det er et af hovedformålene med udvikling af GrønREFORM.

Der er bestilt et justeret grundforløb og tre forskellige scenarier med afsæt i dette:

Grundforløb

GrønREFORMs grundforløb er aktuelt kalibreret op til forudsætninger fra Regeringens Konvergensprogram 2021 (KP21) og til Energistyrelsens Klima-status og fremskrivning 2021 (KF21). Det betyder at reduktioner afledt af aftaler indgået i løbet af 2021 og 2022 ikke er en del af grundforløbet, men i stedet kan blive realiseret i stødene.

I det justerede grundforløb er forudsætningerne vedrørende udviklingen i kvoteprisen i ETS-systemet opjusteret, så den i 2030 er på forventet 850 kr. per ton (2022-priser). Det er væsentligt højere end vurderet i KF21, og også ca. 100 kr. højere end vurderet i delrapport 1 fra Ekspertgruppen for Grøn skattereform i februar 2022. Ændringen i kvoteprisen er beregningsteknisk foretaget samtidig med kalibreringen af grundforløbet til KF21. Den primære effekt er dermed, at virksomhedernes incitament til at implementere CO₂-besparende teknologier bliver langt højere som følge af løftet i kvoteprisen, mens energipriser, forbrugsmængder, og udledninger i store træk er upåvirkede.

Hovedscenarie

Ligesom i Ekspertgruppens 1. delrapport har C&K fokus på de industrielle udledninger, men derudover også på udledningerne i landbruget, som ikke er omfattet af analyserne i Ekspertgruppens 1. delrapport. I hovedscenariet omlægges eksisterende CO₂-afgifter på industrielle ikke-kvoteomfattede udledninger gradvist mod et niveau på 750 kr. (2022-priser) over perioden 2025-2030, og energiafgiften afskaffes. De kvoteomfattede udledninger og landbrugets ikke-energi-relaterede udledninger pålægges en afgift på 75 kr. i 2025 stigende til 375 kr. i 2030. Afgiften lægges oven i virksomhedernes omkostninger til køb af kvoter.

Afgifterne pålægges såvel energi-relaterede som ikke-energi-relaterede udledninger, dog ikke LULUCF-udledninger. Svovlafgifter mv. relateret til forbrug af energi fastholdes uændret i forhold til grundforløbet. Sidst men ikke mindst gives der et symmetrisk tilskud til negative udledninger ved indfangning af biogene klimagasser (bio-CCS).

Afgiftsændringerne indføres fuldt finansieret ved en årlig lump-sum overførsel til husholdninger, således at den primære offentlige saldo er uændret i forhold til grundforløbet.

Det forudsættes at afgiftsstigningen annonceres troværdigt i 2022, sådan at implementering af nye tekniske anlæg til reduktion af udledningerne påbegyndes forud for den egentlige implementering, i det det antages, at virksomhederne reagerer med forudsigelse, og at det tager 7 år at implementere de nye teknologier, der forventes at blive rentable som følge af afgiftsstigningerne.

C&K vurderer, at det med udsigt til en kvotepris på 850 kr. og en supplerende afgift på 375 kr. vil være rentabelt at etablere anlæg til indfangning og lagring af CO₂ (CCS) særligt i cementindustri, raffinaderier, og ved produktion af bio-naturgas. Nok så væsentligt forventes det også, at de pågældende industrier vil være konkurrencedygtige med et sådant afgiftsniveau, i det udenlandske konkurrenter antages at have tilsvarende omkostninger til CO₂-kvoter. Dette harmonerer godt med at produktionsmængderne af energivarer i grundforløbet er kalibreret op til KF21 trods løftet i kvoteprisen i forhold til KF21.

Forsinket CCS

I dette scenarie antages annonceringen i 2022 af afgiftsændringerne at være utroværdig, sådan at investeringerne i nye teknologier kommer senere. Det betyder, at den fulde effekt af afgiftsændringerne først indtræffer efter 2030.

Forsinket CCS og dobbelt afgift Som et supplerende eksperiment fordobles afgiftsniveauerne fra og med 2025 i dette scenarie med sigte på at opnå en større CO₂-reduktion i lyset af den forsinkede implementering af ny teknologi.

Den version af modellen der er anvendt til indeværende analyser er i store træk den samme, som den version der er anvendt til beregningerne i notatet *Macroeconomic Effects of a 350DKK uniform carbon Tax*, der er et finde på GrønREFORMs hjemmeside. De forbehold der er beskrevet i dette notat, gælder således også indeværende analyse.

Der er dog to væsentlige forskelle. Det anvendte teknologi-data er leveret af C&K, og der er til indeværende analyser udviklet en ny metode til beregning af investeringsbehovet som følge af implementering af CCS og anden teknologi.

1.1 Investering i CCS og anden teknologi

Til de indeværende analyser er teknikken til at beskrive virksomhedernes kapitalomkostninger ved implementering af CCS og andre teknologier blevet videreudviklet, sådan at implementering af ny teknologi nu fordrer en betydelig investeringsefterspørgsel *forud* for implementeringen, hvor investeringerne tidligere var glattet ud over tid *efter* implementering. Det er særligt vigtigt for investeringerne i CCS-anlæg, der betyder meget i de indeværende beregninger, men har også betydning for andre teknologier.

De teknologikataloger C&K har leveret som input til beregningerne beskriver CO₂e-reduktions-potentialer og omkostninger forbundet med en lang række teknologier fordelt på modellens brancher. Omkostningerne er opgjort som såkaldte "levelized costs" (dvs. glattet ud) per reduceret enhed CO₂. For CCS er omkostningerne for størstedelens vedkommende på omkring 1.200 kr. per reduceret tCO₂.

Dette fortolker vi som en kapitalomkostning på linje med den måde maskinkapital i forvejen er modelleret i modellen. Det indebærer at omkostningen på 1.200 kr. per reduceret ton CO₂e repræsenterer en lejeværdi af anlægget. Lejeprisen er modelleret som modellens

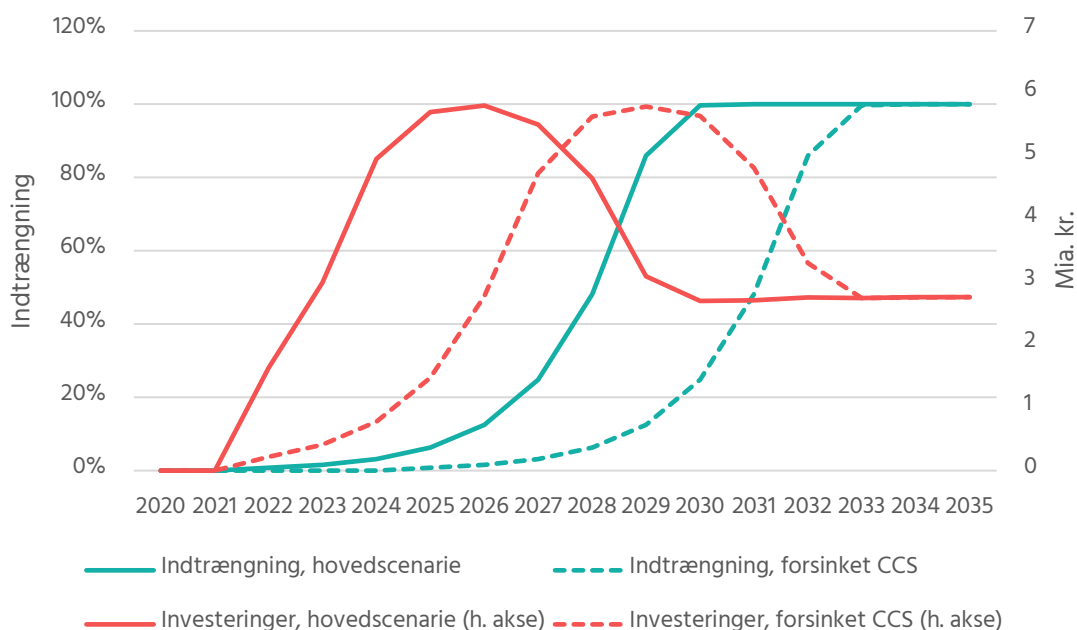
eksisterende usercost begreb. Uden at gå i detaljer med dette, er de to centrale parametre investorernes forrentningskrav og den tekniske afskrivningsrate. Forrentningskravet sættes til 7 procent og afskrivningsraten til 10 procent. Givet lejeprisen kan det initiale investeringsbehov og løbende afskrivninger beregnes. Beregningsteknisk antages det at investeringsbehovet fordeles over en periode på fem år. Når anlæggene er i konstant drift kræves som følge af den tekniske afskrivning løbende 10 procent reinvesteringer.

Det antages at tage op til 7 år fra beslutningen om at bygge CCS-anlæg er truffet til anlæggene er opført og sat i drift. Modelteknisk sker implementeringen af anlæggene løbende, men langt hovedparten af indfangningen træder i kraft i de sidste 3 år af den 7-årige periode.

I hovedscenariet betyder det, at CCS-teknologierne implementeres i årene 2028-2030, mens det i scenariet med forsinket CCS sker i årene 2031-2033, som vist i Figur 1.1. Den løbende indtrængning medfører ligeledes at investeringsperioden på 5 år spredes over en længere periode, og at hovedparten af investeringerne sker i hhv. årene 2025-2027 og 2028-2030 i de to scenarier.

Figur 1.1

CCS-indtrængning og –investeringer (hovedscenarie og forsinket CCS)



Kilde: Egne beregninger på foreløbig modelversion af GrønREFORM.

CCS er et eksempel på en såkaldt "end of pipe"-teknologi hvorved udledningerne for given produktion eller energiforbrug reduceres. Andre teknologier virker ved at et input f.eks. gas erstattes af et andet f.eks. el som ved en varmepumpe. Der vil ofte også være ekstra kapitalomkostninger forbundet med skift til sådanne teknologier, og disse modelleres på samme måde som CCS, men med en investeringsperiode på 2 år i stedet for 5¹.

¹ Se afsnittet om [tekniske reduktionsmuligheder](#) på GrønREFORM's hjemmeside www.grønREFORM.dk for yderligere information om modelleringen af CCS og anden teknologi.

2. Beregningsresultater

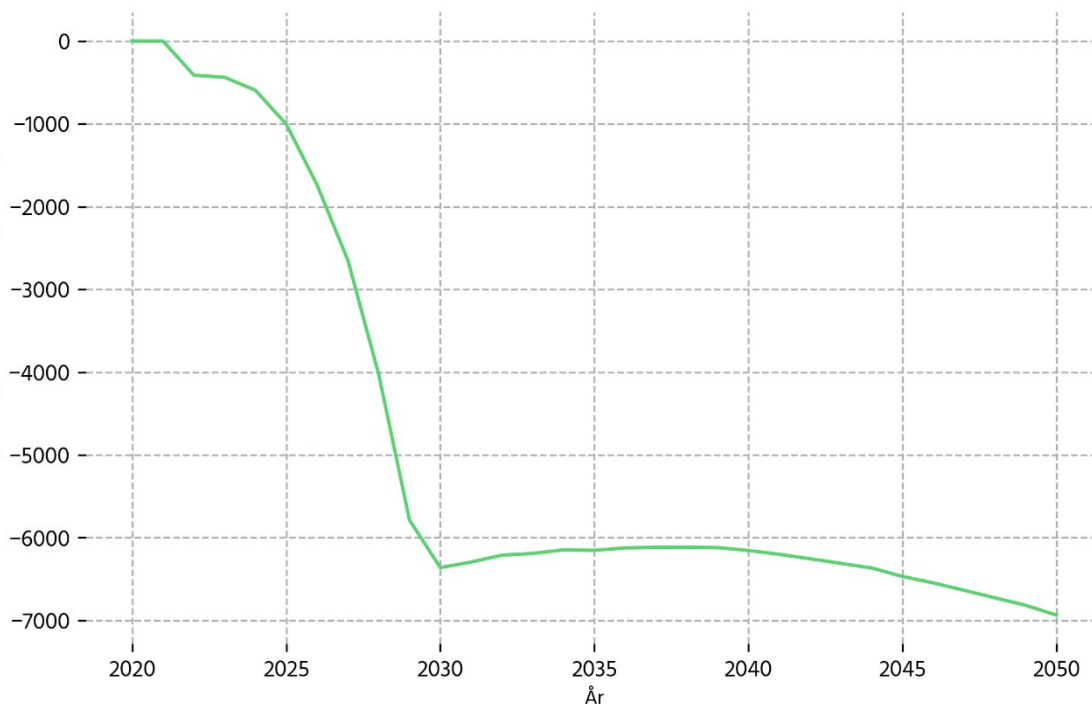
I hovedscenariet vurderes en reduktion af udledningen af CO₂ på 6,3 mio. ton i 2030.

Følgende beskrives resultater i hovedscenariet sammenlignet med det reviderede grundforløb. For resultater af de øvrige scenarier og de nærmere forudsætninger vedrørende tekniske potentialer og omkostninger henvises til C&K. Den version af modellen der er anvendt til indeværende analyser er i store træk den samme, som den version der er anvendt til beregningerne i notatet *Macroeconomic Effects of a 350DKK uniform carbon Tax*, der er et finde på GrønREFORMs hjemmeside. De forbehold der er beskrevet i dette notat, gælder således også indeværende analyse.

Som det fremgår i Figur 2.1 reduceres CO₂e-udledningen med 6,3 millioner ton i 2030 i hovedscenariet. Som det antydes af udviklingen frem mod 2050 giver afgiftsændringen en stigende effekt i absolutte størrelser. Det skyldes at grundforløbet kun er kalibreret op til KF21 til og med 2030, hvorefter udledningerne vokser støt med den økonomiske udvikling. De langsigtede effekter skal fortolkes med dette in mente. Profilen for CO₂e-reduktionen fra 2022-2030 er domineret af de konkrete antagelser vedrørende CCS og anden teknologi, jf. forrige afsnit.

Figur 2.1

Ændring i UNFCCC-udledninger i forhold til grundforløb, kt CO₂e



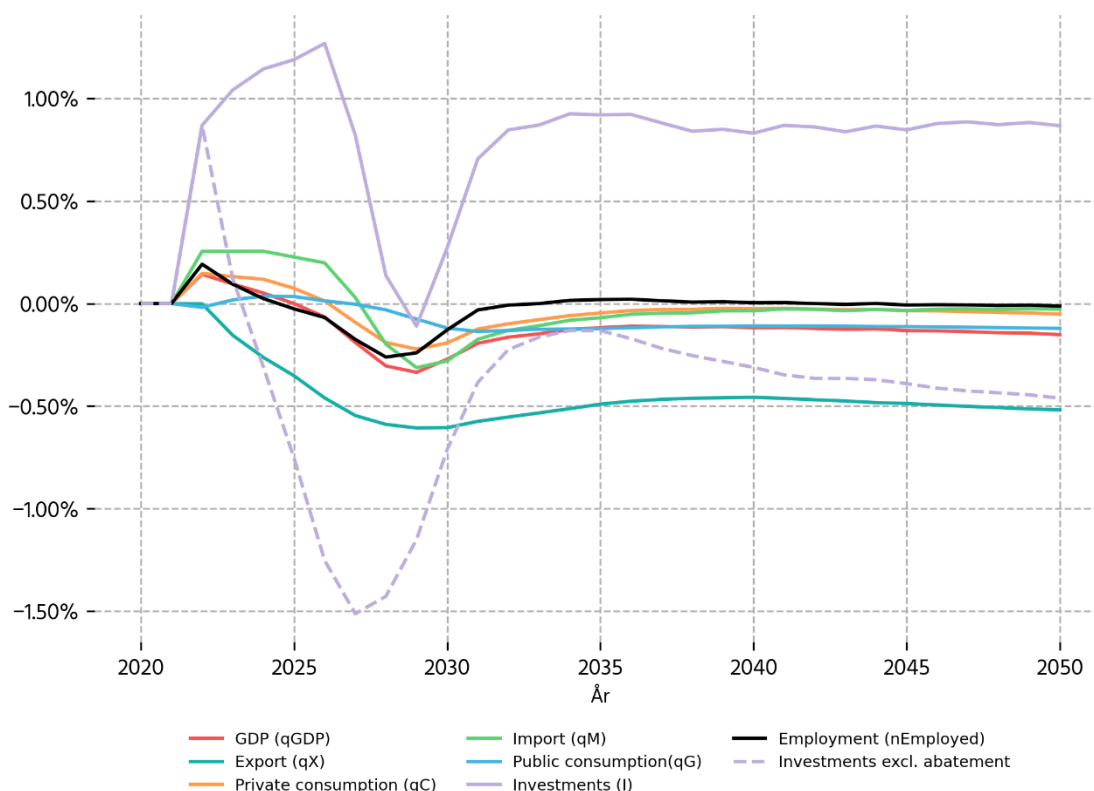
Kilde: Egne beregninger på foreløbig modelversion af GrønREFORM.

Den umiddelbare effekt af en CO₂e-afgift på virksomhederne er højere produktionsomkostninger og dermed et tab af konkurrenceevne. Det påvirker økonomien forskelligt på kort og lang sigt. På lang sigt vil tabet af profitabilitet og konkurrenceevne drive lønningerne ned, og virksomhederne vil substituere fra energi og kapital til arbejdskraft, sådan at BNP falder for en given strukturel beskæftigelse, jf. Figur 2.2.

Figur 2.2 viser ændringer i BNP, BNP-underkomponenter og i beskæftigelsen i procent i forhold til grundforløbet. BNP falder med 0,15 procent på lang sigt. Det er et klassisk resultat, at der sker et fald i investeringerne kort sigt med en mere begrænset effekt på lang sigt. Det kan f.eks. ses i den analyse på GrønREFORM, der er henvist til tidligere i notatet. I denne analyse ser vi modsat, at der er en betydelig stigning i investeringerne på kort sigt og også en positiv effekt på lang sigt. Det skyldes, at ændringen i investeringerne er domineret af den direkte effekt af investering og implementering af CCS og anden teknologi som beskrevet ovenfor, hvorved produktionen bliver mere og ikke mindre kapitalintensiv. I Figur 2.2 er også vist investeringen eksklusiv det direkte bidrag fra ny-investeringer og re-investeringer i CCS og anden teknologi, jf. den stiplede kurve.

Figur 2.2

Forsyningsbalancens komponenter og beskæftigelsen i forhold til grundforløb, pct-ændring



Kilde: Egne beregninger på foreløbig modelversion af GrønREFORM.

Før vi ser på BNP-underkomponenterne er det værd at tage et blik på priserne i økonomien, jf. Figur 2.3. Priserne er påvirket af to faktorer: Den højere CO₂-afgift og lavere lønninger. Lønningerne falder med 0,3 procent på lang sigt, og BNP-prisindekset stiger med 0,1 procent. CO₂e-afgiften påvirker industri mere end service, som også har mere gavn af faldet i lønningerne. Eftersom industrien dominerer i eksporten, og service dominerer i privat og

offentligt forbrug, stiger eksportprisindekset og prisindeksene for privat og offentligt forbrug falder. Den kraftigste stigning er i investeringsprisindekset, hvor priserne på både bygning og maskinkapital stiger. I investeringspriserne er der en tendens til en voksende effekt i den viste periode frem mod 2050. Det skyldes en løbende forskydning i sammensætningen af investeringerne i retning af mere maskinkapital i forhold til bygninger.

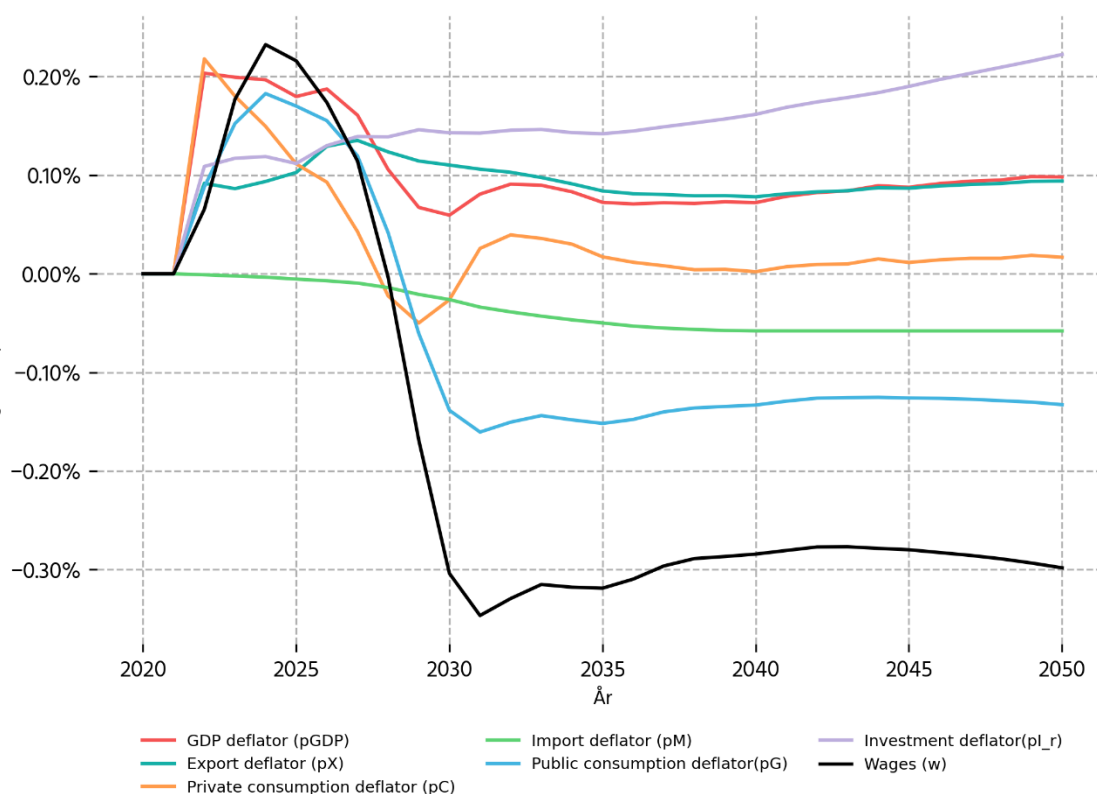
Figur 2.3 viser også, at på kort sigt stiger priserne i økonomien forud for implementeringen af CO2e-afgiften. Det skyldes den forøgede efterspørgsel genereret af investeringerne i CCS og anden teknologi. Det er reflekteret i priserne på grund af modellens to central kortsigts-trægheder. For det første er lønnen modelleret med en klassisk bagudskuende phillipskurve, hvorved lønnen reagerer med træghed. For det andet er der også en træghed i reaktionen i eksporten på ændringer i eksport-priserne. Disse to effekter er centrale for at opnå keynesianske kortsigtseffekter i en model for en lille åben økonomi.

Tilbage til mængderne. Figur 2.2 viser, at eksporten falder på lang sigt på grund af højere eksportpriser. Importen er stort set uændret, og bliver holdt oppe af de øgede investeringer. Det offentlige falder som per antagelse parallelt med BNP med 0,12 procent. Privatforbruget er også stort set uændret, og bliver holdt oppe af, at den underliggende forbedring af den offentlige saldo neutraliseres løbende ved overførsel til husholdningerne.

Som det fremgår i Figur 2.1 reduceres CO2e-udledningen med 6,3 millioner ton i 2030 i hovedscenariet. Heraf bidrager CCS med 3,7 millioner ton og anden teknologi med 0,2 millioner ton beregnet ex post i forhold til ændringer i produktion, som bidrager med 1,0 millioner. Residualen på 1,4 millioner ton skyldes mere generel substitution i virksomhederne inputsammensætning, ie. mellem energi, arbejdskraft, kapital og materialer.

Figur 2.3

Ændring i priser, procent i fht. grundforløb, pct-ændring

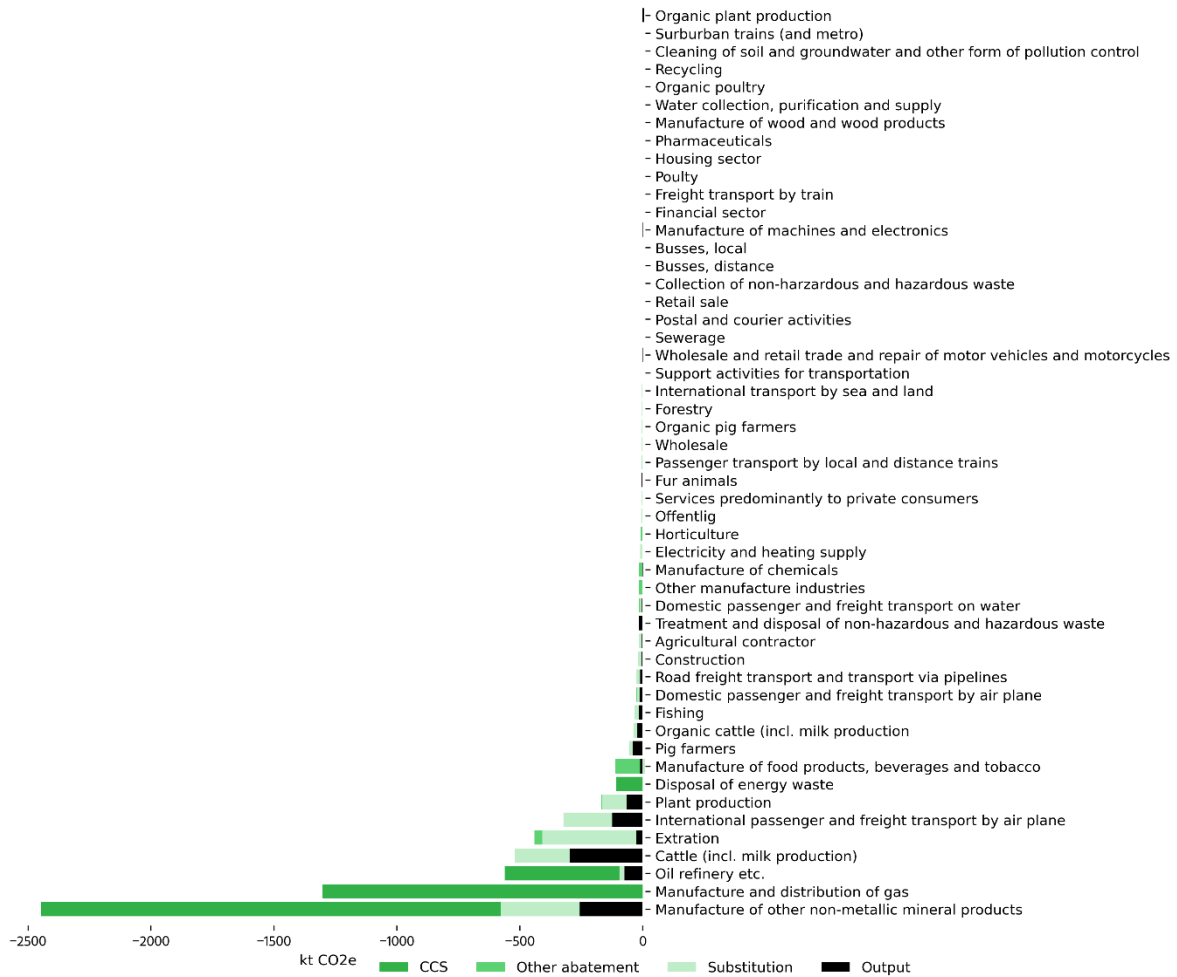


Kilde: Egne beregninger på foreløbig modelversion af GrønREFORM.

I Figur 2.4 er reduktionen i CO₂e-udledningen fordelt på brancher og dekomponeret som beskrevet ovenfor. De største reduktioner kommer mineralogi, gas og olieraffinaderier, som bidrager med reduktioner på hhv. 2,4 mio. tons, 1,3 mio. tons og 0,6 mio. tons. Negative emissioner fra opgradering af biogas udgør hele reduktionen fra gas-branchen. I de fem brancher, der står for de største reduktioner, reduceres CO₂e-udledningen i 2030 med 5,3 mio. tons, hvoraf 3,6 mio. tons udgøres af CCS.

Figur 2.4

Ændring i produktionsrelaterede udledninger i hver branche, mio. t CO₂e



Kilde: Egne beregninger på foreløbig modelversion af GrønREFORM.