

Analyse | kraka

24. marts 2023

Lækageraten i dansk landbrug

Af *Ulrik Beck**, *Andreas Lund Jørgensen**, *Peter Kjær Kruse-Andersen†* og *Emma Terreni**

**Kraka* †*Økonomisk institut, Københavns Universitet*

Landbrug og Fødevarer har bedt Kraka om at udarbejde et overblik over tre studier af CO₂e-lækage for landbruget, der er lavet inden for de sidste år. Dette notat beskriver, hvordan forskelle i forudsætninger i de tre studier giver forskellige lækagerater.

- Lækageraten i dansk landbrug beskriver, hvor stor en del af de danske reduktioner i udledninger af drivhusgasser, som genopstår andre steder i verden, når det danske landbrug pålægges en CO₂e-afgift.
- Dette notat beskriver de beregnede lækagerater for dansk landbrug i tre forskellige studier, nemlig DØR (2019), DØR (2020) og Beck et al. (2023).
- Lækageraterne varierer fra 21 til 85 pct. Forskellene er særligt drevet af to forhold:
- For det første er lækageraten lavere i de scenarier, hvor det er lagt til grund, at resten af verden udenfor EU lever op til sine indmeldinger til Paris-aftalen.
- For det andet adskiller modeltilgangen i DØR (2020) sig fra de to andre studier. DØR (2020) kobler en detaljeret model for dansk økonomi sammen med en mindre detaljeret global model. Denne tilgang giver lavere lækagerater for landbruget.
- Tilgangen i DØR (2020) giver bl.a. lavere lækagerater, fordi den inkluderer flere tekniske muligheder for reduktioner i landbrugets udledninger. Men af flere grunde kan DØR (2020) undervurdere lækageraten i landbruget fremadrettet.

Kontakt

Cheføkonom
Ulrik Beck
Tlf. 3140 8705
E-mail urb@kraka.dk

Seniorøkonom
Andreas Lund Jørgensen
Tlf. 5041 1237
E-mail alj@kraka.dk



Deloitte

Kraka er finansieret af Realdania, Deloitte og en række øvrige bidragsydere. Se kraka.dk

1. Sammenfatning

Dansk klimapolitik føres under hensyn til lækage...

Spørgsmålet om lækage af drivhusgasser er centralt i debatten om den grønne omstilling i Danmark. I Klimaloven er det fastsat, at danske reduktioner af drivhusgasser skal ske "så omkostningseffektivt som muligt", men også tage hensyn til, at den danske klimaindsats "ikke blot flytter hele drivhusgasudledningen uden for Danmarks grænser". Dette fænomen kaldes også lækage.

... som kan opstå, hvis den danske produktion falder

Lækage opstår bl.a., når den førte politik reducerer danske udledninger ved at reducere den indenlandske produktion. Det giver udenlandske producenter mulighed for at øge deres produktion og derved deres CO₂e-udledninger¹. Det kan være hensigtsmæssigt at tage hensyn til lækage, når man indretter klimapolitikken, hvis man vil opnå flest mulige *globale* CO₂e-reduktioner for pengene. Lækagens omfang kan beskrives vha. såkaldte lækagerater. Lækageraten er den andel af danske reduktioner, som opvejes af merudledninger i udlandet. Hvis regulering i Danmark fx reducerer udledningerne på dansk territorie med 10 mio. ton, og udlandet som reaktion øger sine udledninger med 5 mio. ton, svarer det til en lækagerate på 50 pct.

L&F har bedt Kraka regne på lækageraten i landbruget

Landbrug og Fødevarer har bedt Kraka om et overblik over, hvad der kan forklare forskellene i lækagerater for landbruget i de eksisterende studier af lækageeffekter i dansk økonomi. I dette notat undersøger vi tre relevante studier, nemlig de to studier udført af De Økonomiske Råds formandskab, DØR (2019) og DØR (2020), samt beregningerne i den videnskabelige artikel Beck, Kruse-Andersen og Stewart (2023). Beck m.fl. (2023) er en videreudvikling af lækageberegningerne anvendt i De Økonomiske Råds formandskabs beregninger i *Miljø og Økonomi*, 2019 (DØR, 2019). Alle tre studier anvender en modificeret udgave af den globale økonomiske model, GTAP-E.

Lækagerater varierer mellem 21 og 85 pct.

Lækageraterne for landbruget varierer betydeligt mellem de forskellige studier, jf. figur 1. Alt efter studie og beregningsforudsætninger varierer de beregnede lækagerater fra 21 til 85 pct. Vi har identificeret to forhold, der bidrager til at forklare forskellene i lækageraterne.

Modellering af bindende aftaler reducerer lækage

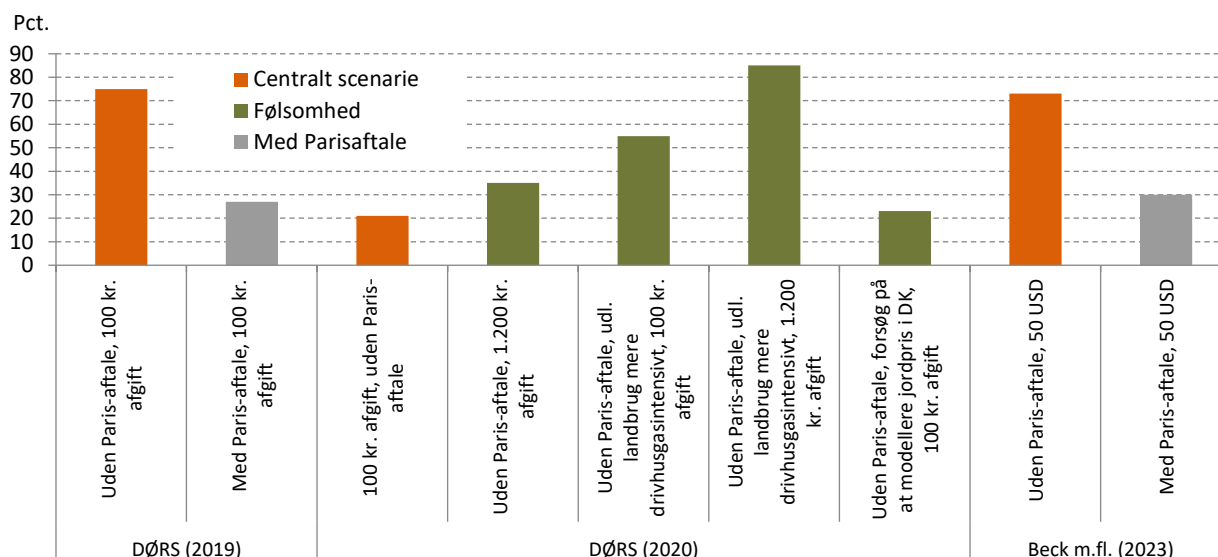
For det første har det stor betydning, hvordan de forskellige studier modellerer internationale aftaler – herunder særligt Parisaftalen. Det reducerer lækageraterne betydeligt, hvis man lægger til grund, at en række lande udenfor EU er underlagt bindende begrænsninger på deres CO₂e-udledninger. Mange lande har indmeldt forpligtigelser om deres fremtidige udledninger i regi af Parisaftalen. Hvis forpligtigelsen er bindende, betyder det, at det ikke er muligt at øge de samlede udledninger i landet, fx som reaktion på en merefterspørgsel efter landbrugsvarer, som følge af en dansk CO₂e-afgift på landbruget. Derfor reducerer bindende forpligtigelser lækagen.

Der er usikkerhed omkring udlandets bindende mål

Fremtidig klimapolitik, og ikke mindst fremtidig klimapolitik i udlandet, er behæftet med betydelig usikkerhed. Hvis færre lande end antaget opfylder Parisaftalen, vil det øge lækageraterne. Og hvis flere lande end antaget reelt er underlagt bindende begrænsninger, vil det reducere lækageraterne yderligere. Derfor vil modellering af internationale aftaler altid bero på en konkret vurdering af, hvilke lande der kan forventes at leve op til deres forpligtelser. DØR (2019) og Beck m.fl. (2023) inkluderer begge følsomhedsanalyser, som beror på konkrete vurderinger af, hvilke lande der har bindende målsætninger som følge af deres indmeldte forpligtigelser til Parisaftalen. Som det fremgår af figur 1, er lækageraten i scenariet stort set den samme i de to studier. Det skyldes, at det stort set er de samme lande, der antages at være underlagt bindende begrænsninger i de to Parisaftalescenarier.

¹ CO₂e anvendes som forkortelse for CO₂-ækvivalenter.

Figur 1 Lækagerater for landbruget



Anm.: De orange søjler angiver det centrale scenarie i hvert af de respektive studier. Lækageraten for DØR (2020) for svin er større end eller lig 80. For DØR (2020) er lækageraterne for landbruget beskrevet i boks I.17 i DØR (2020a). De grønne søjler angiver udvalgte følsomhedsanalyser, og de grå angiver lækageraterne for scenarier, hvor Parisaftalen inkluderes.

Kilde: DØR (2019, 2019b, 2020, 2020b) og Beck m.fl. (2023).

DØR (2020): lækage lav bl.a. pga. tekniske virkemidler

For det andet er lækageraterne i DØR (2020) betydeligt lavere end de sammenlignelige lækagerater i de to andre studier. Det skyldes primært, at DØR (2020) anvender en mere detaljeret model for dansk økonomi (REFORM), som kobles sammen med GTAP-E-modellen for resten af verden. Dette adskiller sig fra de to andre studier, som anvender GTAP-E-modellen til at modellere både dansk og udenlandsk økonomi. Brugen af den detaljerede model for dansk økonomi forbedrer modelleringen af, hvordan dansk økonomi reagerer på en CO₂e-afgift. Analysen i DØR (2020) drejer sig primært om dette, og kun en del af analysen omhandler lækage. For så vidt angår beregningerne af lækage, er der både fordele og ulemper ved koblingen af to forskellige modelsystemer. Den primære fordel er en mulighed for at indregne konsekvenserne af tekniske virkemidler, der kan reducere udledningerne. Inddragelsen af en række relativt omkostningseffektive tekniske virkemidler for landbruget er med til at forklare, hvorfor DØR (2020) finder lavere lækagerater end DØR (2019) og Beck m.fl. (2023), idet drivhusgasreduktion som følge af teknologiske fremskridt ikke fører til lækage. Modellen for Danmark giver også de danske forbrugere større muligheder for at substituere væk fra forbrug af fødevarer, når disse stiger i pris som følge af en CO₂e-afgift. Det er også med til at reducere lækagen.

To tekniske effekter bidrager til lav lækage:

Koblingen bidrager dog også til en usikkerhed om de beregnede lækagerater, bl.a. fordi datagrundlaget mellem de to modeller adskiller sig. Det er vanskeligt at vurdere, hvilken effekt sammenkoblingen har på resultaterne, men sammenkoblingen i DØR (2020) gør resultaterne, og de afgørende antagelser der driver disse, mindre gennemskuelige, sammenlignet med DØR (2019) og Beck et al. (2023).

Udvikling kan øge fremtidig lækage:

Siden offentliggørelsen af DØR (2020) har der været en udvikling på to områder, som kan trække i retning af, at lækagen i landbruget er højere fremadrettet, end de lækagerater, som DØR (2020) beskriver:

1) Flere virkemidler forventes nu taget i brug

For det første forventes flere af de modellerede tekniske virkemidler for landbruget nu at blive taget i brug frem mod 2030. Disse virkemidler bidrog til at give landbruget muligheder for billigere at reducere sine udledninger uden at reducere produktionen. Dermed vil være lav lækage på de reduktioner, som følger af brugen af disse virkemidler. Men medmindre der kommer nye tekniske virkemidler til, vil lækageraten der følger af fremtidig regulering være højere. Denne effekt er også afspejlet i DØR (2020), hvor en højere afgift på 1.200 kr. pr. ton CO_{2e} øger lækageraten til 35 pct. Det er en stigning på 10 pct. point ift. lækageraten på 25 pct. ved en afgift på 100 kr. pr. ton CO_{2e}.

2) Nye GTAP-data giver højere lækage

For det andet er der kommet en ny opdatering af GTAP-E-modellens emissionsdatabase. I modellen anvendt i Beck m.fl. (2023) trækker den nye database i retning af højere lækagerater. Således stiger lækageraten for landbruget fra 73 pct. til 77 pct. i det centrale scenarie, jf. tabel 1.

Kobling: lækage kan undervurderes:

1) Manglende kapitalmobilitet mellem DK og udlandet

Udover disse to udviklinger giver koblingen af de to modeller desuden anledning til to tekniske effekter, som bidrager til en højere lækagerate.

For det første inkluderer den koblede model ikke kapitalmobilitet mellem Danmark og udlandet. Når Danmark indfører en CO_{2e}-afgift, falder produktiviteten i dansk produktion. Det fører til udflytning af kapital, hvilket øger produktionen i udlandet, og dermed de udenlandske udledninger. Hvis DØR (2020) havde medtaget denne effekt, ville det have ført til en højere lækagerate.

2) Manglende modellering af jordpriser

For det andet inkluderer REFORM-modellen ikke som udgangspunkt en mulighed for, at jordprisen i Danmark tilpasser sig. Jord er en vigtig produktionsfaktor i landbruget, og udeladelsen i den danske model reducerer lækageraten, fordi tilpasningen i den vegetabiliske branche bliver for stor, og den vegetabiliske branche har lavere lækage end den animalske. DØR (2020) har i en følsomhedsanalyse forsøgt at modellere denne effekt. Effekten øger lækageraten i begrænset omfang - fra 21 til 23 pct.

Forskelle i CO_{2e}-intensitet forklarer næppe forskellene

DØR (2020) angiver også, at en del af forskellen skyldes, at databasen anvendt i DØR (2020) har en højere CO_{2e}-intensitet for dansk landbrug relativt til udlandet, end databasen anvendt i DØR (2019). Isoleret set vil dette trække i retning af en lavere lækagerate. Imidlertid anvender Beck m.fl. (2023) samme database som DØR (2020), og beregner en lækagerate i samme størrelsesorden som DØR (2019). Dermed er dette næppe isoleret set en afgørende faktor.

Ikke muligt at kvantificere betydningen præcist

Det er ikke muligt at kvantificere præcist, hvor meget højere lækageraten ville være i DØR (2020) i fravær af ovenstående effekter, men både de to udviklinger samt de to tekniske effekter ville trække lækageraterne op. Omvendt ville det reducere lækagen yderligere relativt til de andre studier, hvis beregningerne havde taget udgangspunkt i, at resten af verden uden for EU overholdt Parisaftalen. Det fremgår af de andre studiers beregnede lækagerater i scenarierne hhv. med og uden Parisaftalen, selvom DØR (2020) ikke selv inkluderer et sådant scenarie.

Stor usikkerhed forbundet med at opgøre lækage

Samlet set er alle tre studier af lækagerater behæftet med en betydelig usikkerhed. Det skyldes bl.a. at de alle bygger på GTAP-E-modellen og GTAP-modellens database for den globale økonomi. Både model og database er mindre detaljeret end de modeller, der normalt anvendes for Danmark, som fx MAKRO, ADAM og REFORM. Denne manglende detaljeringsgrad er et vilkår, hvis man vil modellere global økonomi.

Man skelner mellem direkte og indirekte lækage

Lækageraterne kan dekomponeres i en kombination af direkte lækage og indirekte lækage. Den direkte lækage beskriver, hvor mange udledninger der flytter fra dansk landbrug til de udenlandske landbrugssektorer. Den indirekte lækage beskriver de generelle

ligevægtseffekter, bl.a. en øget aktivitet i andre dele af dansk økonomi, samt en flytning af aktivitet i udlandet mod landbrugssektoren. De indirekte effekter trækker typisk den samlede lækagerate ned. I Beck m.fl. (2023) er den direkte landbrugslækagerate 101 pct., og den indirekte lækagerate er -28 pct. Dermed bliver den samlede lækagerate i det centrale scenarie 73 pct, jf. tabel 1.

Tabel 1 Direkte og indirekte lækagerater

	Beck m.fl. (2023)	Opdateret datasæt
	----- Pct. -----	
Lækagerate	73	77
<i>Heraf:</i>		
Direkte effekt	101	106
Indirekte effekt	-28	-29

Kilde: Beck m.fl. (2023) samt egne beregninger på modellen fra Beck m.fl. (2023).

Konklusionerne i denne sammenfatning bygger på analysen i dette notat.

2. Udfordringer ved at opgøre lækagerater

Årsager til lækage:

Lækage kan opstå gennem i hvert fald fire forskellige mekanismer (se fx Beck et al. 2023):

1) International handel...

For det første kan lækage opstå som følge af internationale handels- og produktionsmønstre. En strammere klimapolitik i den indenlandske økonomi kan mindske konkurrenceevnen for drivhusgasintensive industrier. Dette kan resultere i, at produktionen og emissionerne fra disse industrier flyttes til andre lande, hvilket medfører lækage.

2) Påvirkning på prisen på fossile brændstoffer

For det andet vil et fald i det indenlandske forbrug af fossile brændstoffer betyde, at den internationale pris på fossile brændstoffer falder, hvilket igen øger brugen af fossile brændstoffer i resten af verden. Denne effekt kan være vigtig, også når man betragter en lille økonomi som den danske. Selvom danske klimaindsatser kun har en lille effekt på de internationale priser, påvirker prisændringerne et stort marked. Den samlede effekt kan derfor være betydelig.

3) Internationale emissionslofter kan føre til høj lækage...

For det tredje kan internationale klimaaftaler være skruet sammen på måder, der fører til høje lækagerater. Et godt eksempel er den oprindelige version af EU's kvotesystem (EU ETS), hvor der var lagt et fast loft over EU's samlede udledninger. Det gav anledning til en lækagerate på 100 pct. indenfor kvotesektoren, fordi en reduktion i det danske kvoteforbrug ville reducere kvoteprisen til et niveau, hvor den samlede efterspørgsel var uændret.²

... mens bindende nationale målsætninger reducerer lækagen

Omvendt vil internationale aftaler baseret på bindende nationale målsætninger, som fx Parisaftalen, begrænse mulighederne for lækage. Det skyldes, at lande, som har et bindende reduktionsmål ifm. Parisaftalen, ikke har mulighed for at hæve deres udledninger fra fx landbrugsproduktionen uden at reducere udledningerne tilsvarende et andet sted i økonomien. Bindende begrænsninger optræder også indenfor EU bl.a. som følge af EU's "Fit For 55"-klimapakke, som indeholder bindende mål for mange EU-landes udledninger fra de ikke-kvotebelagte sektorer.

4) Udvikling af teknologier kan reducere udlandets udledninger

For det fjerde kan klimapolitik ændre retningen på den teknologiske udvikling via såkaldt "*directed technical change*". Hvis EU fx beslutter at stramme sin klimapolitik, vil det øge efterspørgslen efter udledningsbesparende teknologier, hvilket skaber større incitament til at investere i udviklingen af sådanne teknologier. Da de resulterende klimavenlige teknologier typisk har en bredere anvendelse end inden for EU's grænser, kan EU's politik føre til mere klimavenlig produktion uden for Europa. Det reducerer udenlandske emissioner og mindsker dermed lækageeffekten af politikken.

Lækagerater er usikre af flere grunde:

En beregning af lækagerater bør tage højde for alle fire ovenstående effekter. Men lækagerater er notorisk svære at opgøre. Det er der i hvert fald fire årsager til. For det første kræver beregning af lækagerater en global model. De eksisterende globale modeller er mindre detaljerede end de modeller, som normalt anvendes for Danmark. For det andet påvirkes lækagerater af udlandets klimapolitik samt international politik – ikke mindst gennem EU. For det tredje afhænger lækagen af økonomiens struktur samt teknologiske muligheder for at reducere udledninger, både i dag og i fremtiden, hvilket er svært at spå om. For det fjerde afhænger lækageraten af udformningen af den indenlandske politik, der giver anledning til lækagen. I det følgende giver vi en introduktion til disse fire centrale udfordringer.

² I den nuværende version af kvotesystemet vil lækagen af samme grund stadig være høj, men den kan dog være forskellig fra 100 pct., fordi ændringer i det danske kvoteforbrug kan påvirke den samlede kvotemængde (se fx Beck og Kruse-Andersen 2020).

For det første, fordi en global model ikke har samme detaljeniveau...

2.1 Om behovet for en global model

Behovet for en global model er en udfordring, fordi der ikke findes en global model, der er lige så detaljeret som de modeller, som danske institutioner anvender til at modellere den danske økonomi, såsom ADAM, REFORM og MAKRO. DØR har til sine beregninger af lækage i 2019 og 2020 anvendt en tilpasset udgave af den generelle ligevægtsmodel GTAP-E. Det er en global model, der modellerer hvert enkelt land, handel og kapitalbevægelser mellem lande. GTAP-E er en videreudvikling af GTAP-modellen med en særligt udvidet modellering af energisystemet. Alle tre studier anvender en tilpasset udgave af GTAP-E-modellen, så den bl.a. kan modellere EU's klimapolitik og andre landes bindende begrænsninger på deres samlede udledninger.

... og de bedste er stadig baseret på usikkert data

GTAP-E-modellens underliggende database er også behæftet med usikkerhed. Databasen er en internt afstemt kombination af en række forskellige internationale kilder. Databasen findes bl.a. for 2011 (GTAP9-databasen) og 2014 (GTAP10-databasen), men er ikke tilgængelig for senere år. Databasens indhold stemmer ikke perfekt overens med det data, som typisk anvendes for fx dansk økonomi. Til gengæld er datasættet konsistent på tværs af lande, hvilket er afgørende for at kunne opgøre lækagerater. For dansk økonomi var forskellene til data fra Danmarks Statistik også relativt begrænsede i version 9 af databasen, jf. DØR (2019b).³

For det andet, fordi lækagen afhænger af politiske valg i udlandet ...

2.2 Om udenlandsk og international klimapolitik

En anden udfordring ved at opgøre danske lækagerater er, at de er dybt afhængig af den nuværende og fremtidige internationale klimapolitik, som i sagens natur er behæftet med stor usikkerhed. Danske lækagerater vil være forskellige alt efter, hvilke begrænsninger der er på plads i andre lande, og disse begrænsninger kan variere fra nationale mål som den danske 70 pct.-målsætning til EU's CO₂-kvotesystem⁴. Desuden kan politikken og målene ændre sig over tid, hvilket gør det endnu sværere at forudsige og beregne danske lækagerater på lang sigt.

... og hvordan disse begrænsninger indrettes.

Opgørelsen af lækagerater kompliceres yderligere af, at den ikke kun afhænger af, hvor ambitiøs udenlandsk og international klimapolitik er, men også hvilke instrumenter der tages i brug. Havde alle lande fx bindende nationale begrænsninger for alle udledninger, ville der ikke være nogle steder, hvor de danske udledninger kunne "flytte hen", og lækageraten ville dermed være nul. Omvendt ville et altomfattende internationalt kvotesystem medføre en lækagerate på 100 pct., idet en reduktion i de danske udledninger ville reducere det danske kvoteforbrug, og dermed give mulighed for at andre lande kunne øge deres kvoteforbrug og derigennem deres udledninger.

Brugen af kvoter og reduktionsmål har stor betydning for lækage i fremtiden

I dag er forskellige lande underlagt forskellige begrænsninger. Nogle begrænsninger er selv-pålagte nationale målsætninger, såsom Danmarks 70 pct.-målsætning eller Storbritanniens mål om en reduktion på 68 pct. i 2030. Hertil kommer EU's kvotesystem, som omfatter en del af økonomien samt EU's "Fit for 55"-pakke, som pålægger de enkelte lande nationale målsætninger i den ikke-kvoteforbundne sektor. Den fremtidige lækagerate afhænger af, hvilken rolle hhv. nationale mål og internationale kvotesystemer kommer til at spille i fremtidens klimapolitik.

³ Se fx Boks II.5 i DØR 2019.

⁴ Også kaldet EU's ETS (European Union Emissions Trading System)

**For det tredje har
branchestruktur og
CO₂e-intensitet stor
betydning**

2.3 Om fremskrivninger af branchestrukturer og CO₂e-intensitet

Lækageraterne afhænger også af økonomiernes strukturer, herunder CO₂e-udledningen pr. produceret enhed (CO₂e-intensiteten) i både dansk og udenlandsk produktion samt de eksisterende internationale handelsmønstre. Ændringer i disse strukturer kan derfor have stor betydning for lækageraterne. Fx kan en reduktion i andelen af de danske udledninger, der stammer fra kvotebelagte brancher med høj lækage, føre til en faldende lækagerate over tid. Omvendt kan en situation, hvor CO₂e-intensiteten falder hurtigere i Danmark end i udlandet, føre til en stigende lækagerate. Det skyldes, at tiltag, der reducerer den danske produktion og øger den udenlandske produktion, vil give anledning til flere udledninger i udlandet pr. reduceret dansk udledning, hvis den danske CO₂e-intensitet er lav.

**Handelsmønstrer
betydning**

De eksisterende handelsmønstre har også betydning for lækageraterne. Modellen anvender de eksisterende handelsmønstre til at bestemme, hvilke lande der oplever en øget efterspørgsel efter eksport og import, når den danske produktion ændrer sig. Hvis fx dansk landbrugsproduktion reduceres, vil modellens forbrugere og virksomheder kompensere ved at øge importen af landbrugsvarer fra alle de nuværende importlande.

**Lækagen afhænger
af tilgængelig
teknologi**

Samtidig vil lækageraten for ethvert klimatiltag afhænge af muligheden for at foretage såkaldte tekniske reduktioner, dvs. muligheden for at reducere udledningerne uden at sænke produktionen ved brug af tekniske virkemidler, der sænker CO₂e-intensiteten. For nogle brancher – ikke mindst landbruget – kan der være stor usikkerhed om, hvilke fremtidige muligheder der er for at reducere CO₂e-intensiteten, hvilket også bidrager til usikkerheden.

**Teknologi er
implicit modelleret
vha. elasticiteter**

Generelle ligevægtsmodeller som GTAP-E-modellen inkluderer implicit en vis mulighed for at anvende nye teknologier gennem substitution i produktionsfunktionen. Fx kan substitutionsmuligheder mellem kapital og energiforbrug ses som et udtryk for de muligheder, der er for at tilpasse produktionen i en mere eller mindre energiintensiv retning. Det er imidlertid ikke sikkert, at de anvendte substitutionselasticiteter afspejler branche- og landespecifikke teknologiske reduktionsmuligheder tilfredsstillende. Substitutionselasticiteterne kan både over- og undervurdere de faktiske teknologiske reduktionsmuligheder.

2.4 Om betydningen af den førte politik

**Lækagen afhænger
af udformningen af
klimapolitikken**

Lækageraten afhænger af udformningen af den regulering, som skal reducere de danske CO₂e-udledninger. Der er flere instrumenter politikerne kan benytte. Fx kan en CO₂e-afgift stå alene, eller den kan kombineres med et produktions- og/eller teknologitilskud. Valget af instrument og størrelsen på hhv. afgifter og tilskud kan have stor betydning for lækageraten. Det er imidlertid ikke på forhånd entydigt, om en højere afgift øger eller sænker lækageraten, da der er to modsatrettede effekter (Beck m.fl., 2023).

**Højere afgift fører
til større fald i
dansk produktion...**

På den ene side vil en højere afgift betyde, at en større del af de indenlandske reduktioner kommer fra produktionsnedgang, hvilket giver anledning til forøget lækage. Det skyldes, at virksomhedernes marginale omkostninger ved at reducere deres udledninger – som i ligevægt vil svare til størrelsen på CO₂e-afgiften – vil sætte sig i afsætningspriserne, hvilket igen reducerer efterspørgslen efter deres varer. Hvis der er stigende marginale omkostninger ved forureningsbekæmpelse, vil prisstigningen blive større og større pr. reduceret ton CO₂e. For nogle virksomheder vil det ikke være muligt at sælge deres varer til de priser, der følger af en høj afgift, hvorfor de må indstille produktionen. Det giver anledning til en større og større reduktion i indenlandsk produktion når afgiften øges, og dermed en større og større lækage.

... men sammensætningseffekter giver mindre lækage

På den anden side har sammensætningseffekter en modsatrettet virkning. Sammensætningseffekter er de sektorforskydninger der sker, som følge af en CO₂e-afgift, hvor de CO₂e-intensive sektorer bliver mindre og mindre, i takt med at en CO₂e-afgift stiger. Da disse sektorer typisk har de højeste lækagerater, vil sammensætningseffekterne føre til lavere lækagerater, jo højere afgiften bliver.

De to effekter går lige op i Beck m.fl. (2023)

I Beck m.fl. (2023) går sammensætningseffekterne stort set lige op med effekten fra stigende marginalomkostninger. DØR (2020) finder omvendt, at lækageraten for landbruget er betydeligt højere for en højere afgiftssats.

Tilbageførsel af afgiftsprovenu reducerer lækagen

Lækageraterne påvirkes som sagt også af, om afgiften står alene eller kombineres med anden regulering. Hvis provenuet fra afgiften føres tilbage til erhvervet som et produktionsafhængigt tilskud, vil virksomhedens produktionsomkostninger som oftest stige mindre pr. reduceret ton CO₂e, og virksomhedens afsætningspriser vil derfor også stige mindre pr. reduceret ton CO₂e. Det vil alt andet lige betyde, at flere danske virksomheder kan sælge deres varer, hvilket mindsker lækagen.

Studier kigger alene på afgifter, hvilket overvurderer lækagen

Alle tre studier af lækagerater for Danmark, som vi beskriver i det følgende afsnit, tager udgangspunkt i lækagerater baseret på afgifter på CO₂e-udledninger uden tilbageførsel til erhvervene. Dette trækker i retning af, at studierne overvurderer lækageraterne i forhold til fx den afgift, som Folketinget vedtog for bl.a. industrien i sommeren 2022, hvor afgiftens provenu samt ekstra midler blev tilbageført til de afgiftspålagte erhverv i form af omstillingsstøtte. Det fremgår af regeringsgrundlaget, at man planlægger en lignende model for landbruget.

3. Tre studier af lækagerater i Danmark

Forskellige studier bruger forskellige metoder.

Resultaterne af opgørelsen af lækagerater afhænger af, hvordan man håndterer de udfordringer, som er beskrevet i afsnit 2. Tre nylige studier har benyttet forskellige tilgange og når derfor frem til forskellige resultater. Studierne er dog heller ikke uafhængige af hinanden, da både DØR (2020) og Beck m.fl. (2023) på forskellige måder bygger videre på analysen i DØR (2019). En række forskelle i de metodiske valg er opsummeret i tabel 2, og de centrale lækagerater for økonomien som helhed og for landbruget er præsenteret i figur 2 og figur 3. I tabel 2 har vi desuden inkluderet den miljø- og klimaøkonomiske model GrønREFORM. Arbejdet med denne model er dog ikke afsluttet, og vi beskriver derfor ikke denne metode i flere detaljer i resten af notatet.

Lækage opgøres for hele økonomien og for hver sektor

Lækagerater beregnes i alle tre studier som reduktionen i udledningerne i udlandet, divideret med stigningen i udledningerne i Danmark. Udledningsændringerne i udlandet og Danmark er de ændringer, som en CO₂e-afgift i Danmark giver anledning til. Sektorspecifikke lækagerater er beregnet på samme måde, i en situation, hvor afgiften kun omfatter en enkelt sektor. I beregningen af sektorspecifik lækage for fx landbruget indregnes indirekte generelle ligevægtseffekter på andre brancher i resten af den danske og internationale økonomi.

Studier tager højde for 3 ud af 4 lækagekanaler

Alle tre studier tager højde for tre af de fire lækagekanaler beskrevet i afsnit 2, nemlig lækage gennem handel, verdensmarkedspriser for fossile brændsler samt effekten af politiske institutioner. Ingen af studierne tager højde for såkaldt *directed technical change*, dvs. muligheden for, at reguleringen kan bidrage til at skubbe den teknologiske udvikling i retning af flere teknologier, der kan reducere udledningerne billigere end ellers. Dette trækker isoleret set i retning af, at alle studierne kan overvurdere lækageraterne. Dog er det også

sandsynligt, at et lille land som Danmark kun har begrænset virkning på retningen for den teknologiske udvikling på globalt plan, og derfor er overvurderingen formentlig begrænset.

Tabel 2 Oversigt over modelantagelser

	DØR (2019)	Beck m.fl. (2023)	DØR (2020)	GrønREFORM (ikke afsluttet arbejde)
GTAP-dataversion	GTAP 9	GTAP 10	GTAP 10	GTAP 10
Udvidet model for DK?	Nej	Nej	Ja (DØRS' egen version af REFORM)	Ja (GrønREFORM)
Teknologiske reduktionsmuligheder?	Nej (udover subst.elasticitet)	Nej (udover subst.elasticitet)	Ja	Ja
EksPLICIT modellering af jord og naturressourcer	Ja	Ja	Ikke for DK	Ja
ETS-lækagerate	83 pct., baseret på langsigtet lækagerate fra DØR (2018)	70 pct., baseret på lækage frem til 2050 fra Beck og Kruse-Andersen (2020)	20 pct., baseret på midlertidigt stød til udledningerne fra DØR (2018)	N/A
Anvendt dataår	2011	2014	2030 (fremskrivning fra 2014)	N/A
Dynamik?	Statisk	Statisk	Statisk	Dynamisk
Begrænsninger på andre landes udledninger	EU-lande (non-ETS) + Parisaftale i følsomheds-scenario	EU-lande (non-ETS) + Parisaftale i følsomheds-scenario	EU-lande (non-ETS) + IEA's "Stated policies" begrænsning	
Størrelsen på afgift (kr. pr. ton CO₂e)	100 kr.	Ca. 300 kr. (50 USD). + følsomhedsberegninger	100 kr. / 1200 kr.	N/A

Anm.: Der foreligger ingen officielle beregninger af lækage på GrønREFORM, og størrelsen på ETS-lækageraten og CO₂e-afgiften er derfor angivet som N/A i denne tabel.

Kilde: Egen fremstilling pba. DØR (2019, 2019b, 2020, 2020b) og Beck m.fl. (2023).

Studierne finder meget forskellige lækagerater

Lækageraterne i de tre eksisterende studier afhænger i betydelig grad af, hvilke bindende begrænsninger på andre landes udledninger der er lagt ind. På dette punkt anvender alle tre modeller lidt forskellige antagelser. En grundlæggende skelnen er imidlertid, om man antager, at en række andre lande udenfor EU er underlagt bindende begrænsninger som følge af Parisaftalen.

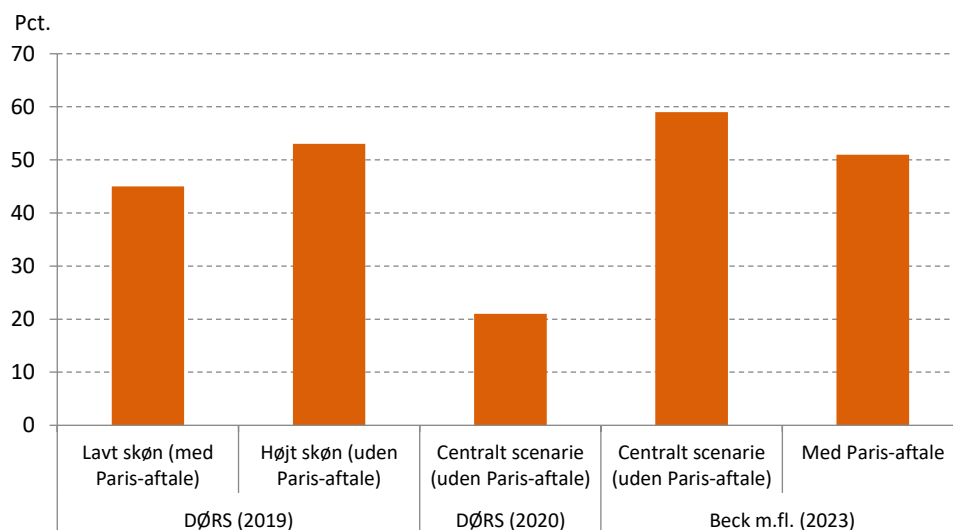
Lækagerater i scenarier hvor Paris-aftalen ikke overholdes

I scenarierne *uden* begrænsninger som følge af Parisaftalen finder DØR (2019) en samlet lækagerate på mellem 45 og 53 pct., mens lækageraten i Beck m.fl. (2023) spænder mellem 51 og 59 pct., jf. figur 2. Det adskiller sig betydeligt fra DØR (2020), som når frem til en lækagerate på 21 pct. Forskellen stammer dels fra forskellige resultater for lækageraten i landbruget samt forskellige vurderinger af lækagen fra den kvotebelagte del af økonomien. Dette uddybes nedenfor, hvor de tre studier gennemgås i detaljer.

Lavere lækage i scenarier med Parisaftalen

I scenarierne *med* begrænsninger som følge af Parisaftalen er lækageraterne generelt lavere. Det skyldes, at flere lande er pålagt bindende begrænsninger på deres udledninger, og der er dermed færre steder, hvor udledningerne kan stige. Det begrænser lækagen.

Figur 2 Lækagerater for hele Danmark

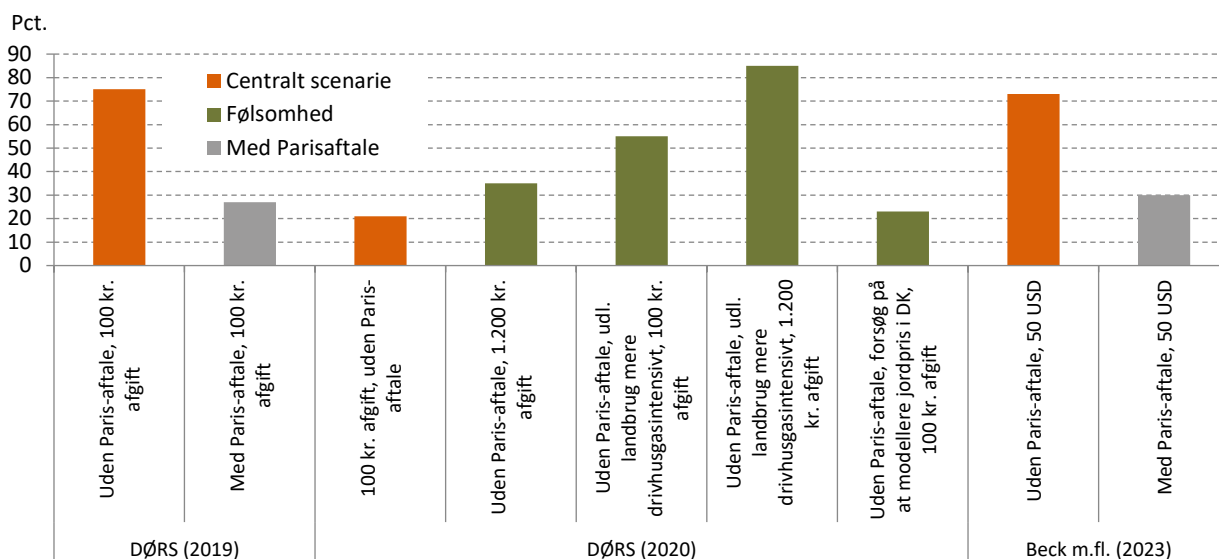


Kilde: DØR (2019, 2020) og Beck m.fl. (2023).

Forskellene er større, hvis vi kun ser på landbrugets lækagerate

Ses alene på lækageraten for landbruget, bliver forskellene som følge af forskellige antagelser endnu mere udtalt. DØR (2019) præsenterer således et lavt og et højt skøn for lækageraten i landbruget på hhv. 27 og 75 pct., jf. figur 3. I Beck m.fl. (2023) spænder lækageraten mellem 30 og 75 pct. afhængig af antagelser om Parisaftalen. Nedenfor følger en beskrivelse af de bagvedliggende forskelle og ligheder mellem de udførte beregninger, som giver anledning til forskelle i lækageraterne mellem de tre studier.

Figur 3 Lækagerater for landbruget



Anm.: De orange søjler angiver det centrale scenarie i hvert af de respektive studier. Lækageraten for DØR (2020) for svin er større end eller lig 80. For DØR (2020) er lækageraterne for landbruget beskrevet i boks I.17 i DØR (2020a). De grønne søjler angiver udvalgte følsomhedsanalyser, og de grå angiver lækageraterne for scenarier, hvor Parisaftalen inkluderes.

Kilde: DØR (2019, 2019b, 2020, 2020b) og Beck m.fl. (2023).

3.1 DØR (2019)

Beskrivelse af GTAP-E-modellen i DØR (2019)

Lækageraterne i DØR (2019) blev beregnet ved hjælp af en udvidet version af GTAP-E-modellen, og både DØR (2020) og Beck m.fl. (2023) bygger på forskellig vis videre på disse beregninger. Beregningerne er lavet med udgangspunkt i version 9 af GTAP-databasen, som beskriver den globale økonomi og har 2011 som referenceår. For at udføre beregningerne udvidede DØR (2019) GTAP-E-modellen i forskellige dimensioner:

- Reformen af EU's kvotesystem (EU ETS) fra 2018 er blevet implementeret i modellen, så den nu tager højde for, at hvis det danske kvoteforbrug reduceres, vil den samlede mængde af tilgængelige kvoter også blive reduceret i en vis grad. Konkret forudsatte DØR (2019), at en permanent reduktion i Danmarks kvoteforbrug vil reducere den samlede kvotemængde med 17 pct. af den danske reduktion (dvs. lækagerate på 83 pct. inden for EU's kvotesystem).
- Modellen indeholder en mulighed for at tage højde for andre landes bindende begrænsninger på deres udledninger. Det bruges til at holde andre landes CO₂e-udledninger konstante, når Danmark indfører en CO₂e-afgift i scenariet omkring Parisaftalen.
- På samme vis indeholder modellen en mulighed for at indføre bindende begrænsninger på udledningerne fra EU-landenes ikke-kvotesektorer. De fleste EU-lande har nemlig bindende målsætninger for disse sektorer.
- Endelig er modellen blevet udvidet til at omfatte andre drivhusgasser end CO₂e, som især er relevant for at opgøre landbrugssektorens udledninger.

Evaluerede effekten af en afgift på 100 kr. pr. ton CO₂

Beregningerne af lækage tager udgangspunkt i en afgift på danske udledninger på 100 kr. pr. ton CO₂e. For at beregne de branchespecifikke lækagerater lægger DØR (2019) en afgift

på hver enkelt branche i separate kørsler, og herefter er CO₂e-effekterne evalueret for alle brancher i Danmark og resten af verden for hver enkel kørsel.

Resultatet afhænger bl.a. af modellering af Parisaftalen

DØR (2019) finder en lækagerate for økonomien som helhed på 45-53 pct. Spændet dækker over resultater fra en række forskellige følsomhedsanalyser med forskellige antagelser, bl.a. et scenarie hvor lande uden for EU ikke har bindende målsætninger (og dermed ikke overholder deres indmeldinger ifm. Parisaftalen), samt et alternativt scenarie hvor der er bindende målsætninger for de lande uden for EU, som har indmeldt bindende målsætninger ifm. Parisaftalen.

Høj lækagerate skyldes kvotesektor og landbrug

Lækageraten bliver særligt drevet op af en høj lækage indenfor kvotesektoren (83 pct.) samt en høj lækage for landbruget. Den høje lækagerate i landbruget skyldes bl.a., at en nedgang i dansk landbrugsproduktion i høj grad bliver modsvaret af øget landbrugsproduktion andre steder i verden, så verdens samlede landbrugsproduktion stort set er uændret. Modellen tillader kun en lille grad af substitution væk fra fødevarer og over til forbrug af andre typer af varer.

Parisaftalen er også afgørende for landbrugets lækage

For landbruget finder DØR (2019) en lækagerate på 27-75 pct. De 75 pct. er resultatet i modellens grundscenarie, og de 27 pct. er resultatet i et scenarie, hvor indmeldinger til Parisaftalen betragtes som bindende. Selvom den samlede globale landbrugsproduktion ikke ændrer sig meget, vil øgede udledninger i landbrugssektoren i udlandet i Parisaftale-scenariet have større negativ indvirkning på udledningerne i andre sektorer. Denne negative indirekte lækage bidrager til en lavere samlet lækagerate.

Svagheder ved modellen benyttet i DØR (2019)

Modellen i DØR (2019) har en række svagheder, som bidrager til en vis usikkerhed om resultaterne, jf. afsnit 2. For modelleringen af landbrugets lækagerate er det særligt relevant, at modellen ikke eksplicit beskriver mulighederne for teknologiske reduktionsmuligheder i landbruget, men i stedet anvender GTAP-E-modellens generiske antagelser om substituitionselasticiteter. Dette kan både over- og undervurdere de teknologiske reduktionsmuligheder. Resultaterne bygger desuden på GTAP9-databasen, der anvender 2011-data. Databasen er ikke fuldt sammenlignelig med de danske tal. De overordnede forskelle mellem de to databaser er begrænsede, men det gælder ikke alle steder (DØR 2019b). Fx er drivhusgasudledningerne for landbruget i GTAP-databasen 10 pct. lavere end i de officielle danske tal.⁵

3.2 DØR (2020)

DØR (2020) finder lavere lækagerate for landbruget

DØR (2020) finder en betydeligt lavere lækagerate for landbruget, end DØR (2019) gør, jf. figur 3. Lækageraten i landbruget opgøres i det centrale scenarie til 21 pct. Dette er væsentligt lavere end i DØR (2019), hvor lækageraten i landbruget var opgjort til 75 pct. i det mest sammenlignelige scenarie uden Parisaftalen. Det centrale scenarie i DØR (2020) er baseret på en række modelleringsvalg, hvoraf de fleste bidrager til at reducere lækageraten, sammenlignet med DØR (2019). De foretager også en række følsomhedsberegninger, som giver højere lækagerater for landbruget end det centrale scenarie, jf. figur 3.

Vi gennemgår kilder til forskelle mellem DØR 2019 og 2020

De underliggende modelantagelser adskiller sig på flere punkter fra modellen anvendt i DØR (2019). I det følgende gennemgår vi forskellene mellem DØR (2019) og DØR (2020), samt i hvilken retning de forskellige ændringer påvirker lækageraten. Det er ikke muligt ud fra DØRS' beskrivelse af deres model og resultater at dekomponere ændringen i lækagerater fra 2019 til 2020 i forskellige modelændringer. I stedet giver vi et kvalitativt overblik over de vigtigste drivere bag forskellene. De vigtigste forskelle er opsummeret i tabel 3.

⁵ Egne beregninger på DØR (2019b), tabel A3.5.

Tabel 3 Oversigt over mekanismer bag forskelle i landbrugets lækagesensitivitet fra DØR (2019) til DØR (2020)

Forskel	Afsnit	Effekt på landbrugets lækagerate	Vurdering af forskellen og effektens størrelse
Kobling af REFORM med GTAP og fremskrivning til 2030	3.2.1	Uvis	Koblingen øger realismen af modelleringen af dansk økonomi, men koblingen bidrager til usikkerhed. DØR (2020) har ikke foretaget en følsomhed af, hvad koblingen af de to modeller i sig selv betyder.
Højere substitution i forbruget	3.2.1	Reducerer lækageraten	Højere substitution reducerer lækageraten fordi danske husholdninger i højere grad skifter væk fra forbrug af fødevarer, fremfor at købe udenlandsk producerede fødevarer.
Ingen kapitalmobilitet for Danmark (kapital kan ikke flytte ud af Danmark)	3.2.2	Reducerer lækageraten	Effekten er med i den almindelige GTAP-E-model, men ikke i den koblede model anvendt i DØR (2020). Når Danmark indfører en CO2e-afgift, flytter kapital ud, hvilket øger produktionen i udlandet. Effekten ville have bidraget til en højere CO2e-lækage, så udeladelsen reducerer lækageraten.
Modellering af tekniske virkemidler	3.2.3	Reducerer lækageraten	Modelleringen af tekniske virkemidler øger realismen af modellen for Danmark. Men for landbruget forventes flere af de modellerede virkemidler nu at blive taget i brug inden 2030, hvorfor den fremtidige lækagerate kan være højere.
Højere dansk drivhusgasintensitet	3.2.4	Reducerer lækageraten	Svært foreneligt med litteraturen på området. Drivhusgasintensitet som i DØR (2019) øger lækageraten fra 21 til 55 pct. En senere opdatering til GTAP's emissionsdatabase trækker i retning af højere lækagerate.
Ingen modellering af tilpasning gennem jordprisen i Danmark.	3.2.5	Reducerer lækageraten	Jord er en vigtig produktionsfaktor i landbrugsproduktionen, og udeladelsen i den danske model reducerer dermed realismen af modelleringen. DØR (2020)'s forsøg på implicit at fange effekterne fra reduceret jordpris i Danmark øger lækageraten fra 21 til 23 pct.
ETS: ETS-sektor fylder mindre i 2030 og lavere ETS-lækage.	3.2.6	Negligibel betydning	Effekten på landbruget er negligibel, da landbruget ikke er omfattet af EU's kvotesystem.

Kilde: Egen fremstilling pba. DØR (2019, 2019b, 2020, 2020b).

DØR (2020) modellerer den danske økonomi i REFORM-modellen

3.2.1 Modellen i DØR (2020)

DØR (2020) anvender fortsat en modificeret GTAP-E-model dog med version 10 af GTAP-databasen, som har 2014 som referenceår i stedet for 2011. Den største ændring ift. DØR (2019) er, at modelleringen af dansk økonomi er erstattet med De Økonomiske Råds formandskabs egen tilpassede udgave af REFORM-modellen. Den anvendte model er udvidet i forhold til DREAM's almindelige REFORM-model, herunder med indarbejdelsen af udledninger af drivhusgasser og en mere detaljeret modellering af sektorer, der er særligt vigtige for den grønne omstilling, såsom el- og varmeforsyning, landbrug og transport.

Sammenkobling af modeller indfører usikkerhed

REFORM-modellen i DØR (2020) er integreret med GTAP-E-modellen, som tager REFORM-modellens ændringer i dansk import og eksport som input og modellerer disse ændringer som et eksogent stød til resten af verdensøkonomien. Anvendelsen af REFORM-modellen forbedrer modelleringen af dansk økonomi på mange områder. Sammenkoblingen af de to modeller introducerer dog også ekstra usikkerhed i beregningerne. Det er vanskeligt at vurdere, hvilken effekt sammenkoblingen har på resultaterne, men sammenkoblingen i DØR (2020) gør resultaterne og de afgørende antagelser bag mindre gennemskuelige,

sammenlignet med de DØR (2019) og Beck et al. (2023). Da der ikke er en 1:1 kobling mellem REFORM-modellens og GTAP-E-modellens brancher, er sammenkoblingen på brancheniveau ikke perfekt. Hertil kommer, at GTAP-E-modellen er baseret på et sæt af internt konsistente datakilder, som ikke nødvendigvis er konsistente med REFORM-modellens input. Det gælder fx handelsstrømmene mellem lande og opgørelserne af produktionsværdier samt udledninger af drivhusgasser. Koblingen bidrager til usikkerheden ved de udførte beregninger, men man kan ikke på forhånd sige, om det trækker lækageraterne op eller ned.

Større mulighed for substitution i REFORM end GTAP

Alle generelle ligevægtsmodeller bygger bl.a. på en række antagelser om substitutionselasticiteter i produktionsfunktionen og i forbruget. REFORM-modellens antagelser er i højere grad end GTAP-E-modellens i overensstemmelse med de antagelser, som man normalt anvender for Danmark. Det er ikke muligt at foretage en samlet opgørelse af, hvordan dette påvirker lækageraten. DØR (2020) angiver selv, at en større grad af substitution i forbruget bidrager til at reducere lækageraten. Det skyldes, at hvis danske forbrugere i større grad substituerer væk fra forbrug af fx mejeriprodukter ved indførslen af en dansk CO₂e-afgift på landbruget, og i mindre grad substituerer hen til udenlandske mejeriprodukter, øges den udenlandske produktion mindre, og dermed bliver stigningen i de udenlandske CO₂e-udledninger mindre. Det vil reducere lækageraten.

Højere substitution i udlandet ville øge beregnet lækage

I forlængelse af ovenstående er det naturligt at spørge, om GTAP-E-modellen også undervurderer substitutionsmulighederne i det udenlandske forbrug. GTAP-E-modellen opererer med begrænsede substitutionseffekter for fødevarer ud fra en betragtning om, at fødevarer er et nødvendighedsgode, som derfor er mindre prisfølsomt. Denne antagelse forekommer rimelig for store dele af verden, og dermed for store dele af den globale efterspørgsel, hvor indkomsterne er lavere end i Danmark. Det er derfor ikke sikkert, at GTAP-modellen som udgangspunkt undervurderer graden af substitution på globalt plan. Hvis modellen undervurderer graden af substitution i både Danmark og udlandet, vil antagelsen om lav substitution i udlandet, som går igen i alle tre studier, føre til en overvurdering af lækagen. Det skyldes, at indførslen af en dansk CO₂e-afgift på landbruget giver et opadgående pres på verdensmarkedspriserne for landbrugsprodukter. Hvis udlandet i GTAP substituerer for lidt væk fra fx mejeriprodukter som følge af denne prisstigning, bliver udlandets landbrugsproduktion, og dermed udledningerne, for høje, og lækageraten bliver dermed for høj.

Data er fremskrevet til 2030

DØR (2020) har også foretaget en fremskrivning til 2030. Både GTAP-E-modellens baseline såvel som REFORM-modellens baseline er fremskrevet. For dansk økonomi er REFORM-modellen fremskrevet vha. en forholdsvis detaljeret fremskrivning af økonomiens struktur samt udledninger. For udlandets økonomi er der foretaget en mere simpel fremskrivning af BNP (vha. ændringer i arbejdskraftsproduktiviteten) og udledninger (vha. emissionskoefficienter for energirelaterede emissioner og proportionalt med nominelt BVT i landbruget for ikke-energirelaterede udledninger, herunder landbrugets udledninger). Det er ikke muligt at opgøre, hvilken betydning denne kobling af to forskellige fremskrivninger har på lækageraterne. Uanset synes det ikke velbegrunderet at fremskrive de ikke-energirelaterede udledninger med nominelt BVT. En simpel fremskrivning med udgangspunkt i de producerede, reale mængder er umiddelbart mere oplagt.

Fremskrivning af GTAP-E: kun BNP og CO₂e...

DØR (2020) fremskriver udelukkende BNP. Herefter er modellens emissioner justeret, så de stemmer overens med det internationale energi-agenturs såkaldte "stated policies"-scenarie. Derudover justeres de ikke-energirelaterede emissioner, som er afgørende for landbruget, ved at lade disse følge nominelt BVT i landbruget i hver region.

... hvilket øger usikkerheden sfa. fremskrivningen

Yu og Clora (2018) er et eksempel på en mere detaljeret fremskrivning af GTAP-E-modellen, hvor fremtidig BNP determineres af bl.a. arbejdsstyrkens størrelse og sammensætning, produktivitet og kapitalbeholdningen. Et andet eksempel er Clora m.fl. (2023), som fremskrivninger en dynamisk version af GTAP-E. Her fremskrives både CO₂e, elektricitetsproduktion, BNP, befolkning, arbejdsstyrke, sektorproduktivitet og internationale handelsomkostninger. Den manglende fremskrivning af sådanne forhold i DØR (2020), fx befolkningsstørrelse og sektorproduktivitet, øger usikkerheden omkring de beregnede lækagerater. I lyset af den øvrige litteratur er der en risiko for, at den simple anvendte fremskrivning forvrider økonomien på en u hensigtsmæssig måde, da den økonomiske vækst fra 2014 til 2030 ikke er drevet af ændringer i arbejdskraftsproduktiviteten alene, men også af bl.a. vækst i arbejdsstyrken og sektorspecifik teknologisk vækst.

Manglende kapitalmobilitet øger lækageraten

3.2.2 Manglende kapitalmobilitet

Når Danmark indfører en CO₂e-afgift, falder produktiviteten i dansk produktion. Det fører til udflytning af kapital, hvilket øger produktionen i udlandet. Effekten bidrager dermed til en højere CO₂e-lækage. DØR (2020) har ikke denne effekt med, men det har DØR (2019) og Beck m.fl. (2023). Dermed kan denne effekt bidrage til at forklare, hvorfor lækageraterne i DØR (2020) er lavere end i de to andre studier.

Modellen udvides med detaljerede teknologikataloger

3.2.3 Modellering af tekniske muligheder

REFORM-modellen er også blevet udvidet med en modellering af tekniske muligheder for at reducere udledningerne uden at reducere produktionen. I almindelige CGE-modeller indgår sådanne tekniske muligheder kun implicit i form af substitutionselasticiteterne i produktionsfunktionerne. I DØR's udgave af REFORM-modellen er substitutionselasticiteterne valgt på en måde, så de afspejler kataloger over tilgængelige teknologier. Det vil isoleret set forbedre modellen, idet det vil give et mere retvisende billede af virksomhedernes omkostninger ved at reducere deres udledninger.

Teknologier fører til mindre lækage pga. billige reduktioner

Indførslen af drivhusgasbesparende teknologier kan bidrage til at reducere modellens beregnede lækagerater, idet teknologierne kan gøre det billigere for brancherne at reducere deres udledninger. Dette skyldes, at teknologierne mindsker afgiftens gennemslag på branchernes afsætningspriser, hvilket igen reducerer gennemslaget på de producerede mængder i Danmark, uden at de indenlandske reduktioner mindskes. Når Danmark ikke reducerer sin produktion lige så meget som i fravær af drivhusgasbesparende teknologier, vil udlandet heller ikke øge sin produktion og dermed sine udledninger i samme omfang.

Nogle af teknologierne er allerede anvendt

I modelleringen af teknologiske reduktionsmuligheder i landbruget anvender DØR (2020) kataloget over tekniske virkemidler i landbruget fra Dubgaard og Ståhl (2018). Landbrugsaftalen fra 2022 placerer imidlertid flere af disse tekniske virkemidler (hyppigere gylleudslusning og øget fodring med fedt) i det såkaldte "implementeringsspor", der sammen med en række andre virkemidler forventes at give 1,9 mio. tons CO₂e-reduktioner i 2030. Tilstedeværelsen af disse teknologier, og tilskuddet fra Landbrugsaftalen til at tage dem i brug, betyder, at lækagen på de første 1,9 mio. tons CO₂e-reduktioner frem mod 2030 må forventes at være lav. Lækageraten på yderligere reduktioner ift. denne "frozen policy"-baseline må omvendt forventes at være højere, da de samme teknologier ikke kan bruges igen. Det skyldes, at yderligere reduktioner må formodes at være dyrere, hvilket fører til, at en større andel af de udestående reduktioner risikerer at komme fra produktionsændringer. Dermed

risikerer DØR (2020)'s teknologimodellering at undervurdere lækageraterne på yderligere reduktioner i landbrugets udledninger.

Nye teknologier kan ændre billedet

Omvendt er det muligt, at der er kommet nye teknologier til, som kan gøre det billigere at reducere udledningerne fra landbruget. Landbrugsaftalens såkaldte "udviklingsspor" peger på en række teknologier, som i fremtiden kan anvendes til at opnå ca. 5 mio. tons CO₂e-reduktioner. Flere af disse teknologier er imidlertid endnu ikke færdigudviklede, og der findes efter vores bedste overbevisning ikke en autoritativ kilde til, hvad disse teknologier vil koste at anvende pr. reduceret ton CO₂e. Det er dermed ikke muligt at konkludere, om disse teknologier faktisk vil give anledning til billige reduktioner. Hvis teknologierne viser sig at bidrage til billige reduktioner, vil det sænke lækagen på de udestående 5 mio. ton CO₂e-reduktioner fra landbruget. Det samme vil være tilfældet, hvis der viser sig at være flere teknologier til rådighed i udlandet, end GTAP-E-modellen implicit antager.

DØR (2020) har mere CO₂-intensivt dansk landbrug

3.2.4 Drivhusgasintensiteter

DØR (2020) anvender en højere drivhusgasintensitet i det danske landbrug, relativt til udlandet, end DØR (2019). DØR skriver selv, at de antager, at dansk landbrug er 72 pct. mere drivhusgasintensivt end udenlandsk landbrug. Vi vurderer dog, at opgørelsen på 72 pct. er en overvurdering af den reelle forskel mellem CO₂e-intensiteterne i hhv. DØR (2019) og DØR (2020). Dette er uddybet yderligere i bilag til dette notat.

CO₂-intensitet har stor betydning for resultaterne

Omvendt er der ingen tvivl om, at den relative drivhusgasintensitet i dansk landbrug er højere i DØR (2020) end i DØR (2019). I en følsomhedsanalyse viser DØR (2020), at landbrugets lækagerate stiger fra 21 pct. til 55 pct., hvis danske udledninger nedjusteres, så beregningen foretages med samme relative drivhusgasintensitet som i DØR (2019). For en afgift på 1.200 kr. pr. ton CO₂e stiger lækageraten til 85 pct.

Men Beck m.fl. (2023) anvender samme data og finder større lækage

Beregningerne i Beck m.fl. (2023) er lavet på samme database som DØR (2020), men lækageraterne i Beck m.fl. (2023) er af samme størrelsesorden som lækageraterne i DØR (2019). Vi tolker dette som et udtryk for, at det anvendte mål for relativ drivhusgasintensitet ikke beskriver alle de effekter, som finder sted i en generel ligevægtsmodel. Fx vil sammensætningen af *hvilke lande* der øger og reducerer deres udledninger have stor betydning for de beregnede lækagerater. Dermed er det næppe forskellen i relativ drivhusgasintensitet i de to databaser, der i sig selv driver den store forskel i lækagerater mellem DØR (2020) og de to andre analyser.

Ny version af database øger lækagen en smule

Siden DØR lavede beregningerne i DØR (2020), har konsortiet bag GTAP-databasen udgivet en ny version af databasen for udledninger af metan og lattergas (GTAP10a). Den opdaterede udgave indgår heller ikke i Beck m.fl. (2023). Med den nye version af databasen ses der ikke længere en relativ forøgelse af CO₂e-intensiteten i dansk landbrug, når vi anvender samme metode som DØR (2020) til at beregne CO₂e-intensitet (se bilaget for flere detaljer). Vi har i forbindelse med udarbejdelsen af nærværende notat undersøgt effekten af at anvende den seneste udgave af databasen. I modellen anvendt i Beck m.fl. (2023) øges lækageraten for landbruget med 4 pct. point. Beregningerne er beskrevet i flere detaljer i afsnit 4.

Jord indgår i GTAP-E, men ikke i REFORM

3.2.5 Ingen modellering af jord som produktionsfaktor i Danmark

Jord er en vigtig produktionsfaktor i landbruget, særligt i den vegetabiliske produktion. Jordprisen spiller også en potentielt vigtig rolle for landbrugets reaktion på en CO₂e-afgift, idet afgiften i høj grad vil sætte sig i jordprisen. Det reducerer landbrugets

produktionsomkostninger, og dermed tilpasser produktionen sig mindre.⁶ Jord er en produktionsfaktor i GTAP-E-modellen, mens dette ikke er tilfældet i REFORM-modellen.

Når effekter fra jord inddrages i REFORM, stiger lækage til 23 pct.

I en følsomhedsanalyse undersøger DØR (2020) betydningen af ikke at have modelleret jord i dansk økonomi. Det gør de ved at foretage en simpel modellering af en endogen ressourcerente i landbruget. DØR finder, at modelleringen øger lækageraten i landbruget fra 21 pct. i det centrale scenarie til 23 pct. Forskellen skyldes, at jordrentemodelleringen reducerer produktionstilpasningen i det vegetabiliske landbrug, hvor lækageraten er lav, sammenlignet med det animalske landbrug. Dette øger den samlede lækagerate fra landbruget.

To ændringer i kvotesektoren med lille betydning for landbrugets lækage

3.2.6 Kvotesektoren

DØR (2020) fremhæver også to ændringer i forhold til DØR (2019), der vedrører den kvotebelagte del af økonomien. Ændringerne er med til at reducere Danmarks samlede lækagerate, men har meget begrænset effekt på lækageraten for landbruget, som ikke er kvotebelagt. Derfor beskrives disse to ændringer kun kort i dette notat.

Mindre kvotesektor i 2030 reducerer lækageraten

For det første betyder fremskrivningen af dansk økonomi til 2030, at den kvotebelagte sektors andel af udledningerne er væsentligt lavere, end den er i dag. Da den kvotebelagte del af økonomien har en relativt høj lækagerate, og da Danmarks samlede lækagerate lidt for simpelt⁷ kan ses som et vægtet gennemsnit af de enkelte branchers lækagerater, reducerer dette lækageraten for Danmark. Denne ændring har imidlertid kun betydning for landbruget gennem eventuelle generelle ligevægtseffekter, som må forventes at være af sekundær betydning i forhold til de øvrige forhold beskrevet i dette notat, som direkte påvirker landbrugets lækagerate.

Lavere lækagerate i kvotesektoren reducerer samlet lækage

For det andet er der anvendt en lavere lækagerate for den kvotebelagte del af økonomien, dvs. den del der er omfattet af EU's kvotesystem. I et almindeligt kvotesystem vil lækageraten på lang sigt være 100 pct., idet kvoter der ikke bruges i et bestemt år, fx som følge af en dansk afgift på kvoteomfattede udledninger, vil kunne opspares og bruges i efterfølgende år. Men kort fortalt så afhænger lækageraten i kvotesystemet af *timing*en i, hvornår de ikkebrugte kvoter vil bruges. Frem til midten af 2030'erne vil et stort overskud af ubrugte kvoter nemlig resultere i, at kvoter annulleres gennem den såkaldte markedsstabilitetsreserve (MSR), hvilket reducerer lækageraten til under 100 pct (se fx Beck og Kruse-Andersen 2020).

En midlertidig reduktion giver mindre lækage

I DØR (2020) er lækageraten beregnet ud fra effekterne af en *midlertidig* reduktion i den danske kvoteefterspørgsel, fx som følge af en midlertidig CO₂e-afgift. Men hvis kvoteefterspørgslen kun er midlertidigt lavere, vil økonomiens agenter øge kvoteoverskuddet i forventning om en fremtidigt højere kvoteefterspørgsel. Det medfører en større annullering af kvoter og dermed en lavere lækagerate gennem kvotesystemet.⁸ En midlertidig reduktion i den danske kvoteefterspørgsel er dog næppe realistisk – det er formentlig mere realistisk at modellere lækageraten ud fra en *permanent* reduktion i den danske kvoteefterspørgsel, fx som følge af en permanent CO₂e-afgift på danske udledninger. DØR (2020b) har en følsomhedsberegning af denne effekt. Følsomhedsberegningen viser, at denne antagelse ikke har indvirkning på landbrugets lækagerate.

⁶ I praksis betyder en nedgang i jordpriserne, at de eksisterende landmænd udsættes for et kapitaltab og muligvis går konkurs (se fx SEGES, 2023). Men strukturelt betyder det, at nye landmænd har mulighed for at købe jorden til en billigere pris og herefter producere med lavere omkostninger end hvis den gamle jordpris var bevaret ved indførslen af en CO₂e-afgift.

⁷ I denne forenklede fremstilling ses der bort fra generelle ligevægtseffekter.

⁸ Effekten er beskrevet i flere detaljer i Beck, Dahl og Kruse-Andersen (2021), afsnit 3.2.1.

3.3 Beck, Stewart og Kruse-Andersen (2023)

Beck m.fl. (2023) får lækage på niveau med DØR (2019)...

Det sidste af de tre studier er den fagfællebedømte artikel Beck, Kruse-Andersen og Stewart (2023), der udspringer af modellen anvendt i DØR (2019). Studiet finder lækagerater i landbruget, som er på niveau med lækageraterne i DØR (2019). I det mest sammenlignelige scenarie uden Parisaftalen, finder Beck m.fl. (2023) en lækagerate på 73 pct., mod 75 pct. i DØR (2019), jf. figur 3.

... også i scenariet med Parisaftalen

I scenariet hvor en række lande uden for EU har begrænsninger på deres udledninger som følge af Parisaftalen, finder Beck m.fl. (2023) en lækagerate i landbruget på 30 pct. Det er meget lig den beregnede lækage på 27 pct. i det tilsvarende scenarie i DØR (2019).

Ca. samme model som i DØR (2019) men med nyere data

Når lækageraterne i Beck m.fl. og DØR (2019) er meget ens, skyldes det først og fremmest, at de i begge studier tager udgangspunkt i den samme modificerede udgave af GTAP-E-modellen. Der er ikke anvendt en separat model for Danmark som i DØR (2020). Beck m.fl. (2023) anvender dog GTAP10-databasen, med 2014 som referenceår, hvorimod DØR (2019) anvender GTAP9-databasen med 2011 som referenceår. En yderligere forskel er, at Beck m.fl. (2023) har tre landbrugssektorer (vegetabilsk landbrug, kvæg og anden animalsk produktion), hvorimod DØR (2019) har to (vegetabilsk landbrug og animalsk landbrug). Den betydelige forskel i drivhusgasintensitet mellem kvæg og anden animalsk produktion er dermed repræsenteret i Beck m.fl. (2023).

Lavere lækage i kvotesektoren end i DØR (2019)

Desuden anvender Beck m.fl. (2023) en lavere lækagerate for EU's kvotesystem end i DØR (2019), da det kun er lækage der finder sted frem til 2050, der inkluderes. Lækagen i kvotesektoren har dog mindre betydning for landbruget, som beskrevet i afsnit 3.2.4.

Beror på én samlet model for global økonomi

I forhold til DØR (2020) beror Beck m.fl. (2023) ikke på en kobling af to separate modeller, men på et internt konsistent datasæt for global økonomi, som i DØR (2019). På den anden side er modelleringen af dansk økonomi mere simpel, og der er ikke taget eksplicit højde for tekniske virkemidler, jf. diskussionen i afsnit 3.2.3.

Forskellige drivhusgasintensiteter er næppe forklaringen

På trods af at modellen anvender samme grunddata som DØR (2020), og dermed også har en højere drivhusgasintensitet end DØR (2019), ligner lækageraterne for landbruget mere lækageraterne fra DØR (2019) end fra DØR (2020). Dermed er det næppe forskelle i de anvendte databasers drivhusgasintensitet, som kan forklare de relativt lave lækagerater for landbruget i DØR (2020), se også afsnit 3.2 samt bilag til dette notat. I det følgende afsnit beskriver vi resultaterne for landbrugets lækage i Beck m.fl. (2023) i flere detaljer.

4. Lækagerater for landbruget i Beck m.fl. (2023)

Beck m.fl. (2023): højere lækage end DØR (2020)

Beck m.fl. (2023) finder højere lækagerater for landbruget i det centrale scenarie, end DØR (2020) gør. Lækageraten er i det centrale scenarie 73 pct. (jf. figur 4), dvs. 52 pct.-point højere end i DØR (2020). Forskellene er drevet af de samme faktorer som gør sig gældende for forskellene mellem DØR (2019) og DØR (2020), jf. tabel 3.

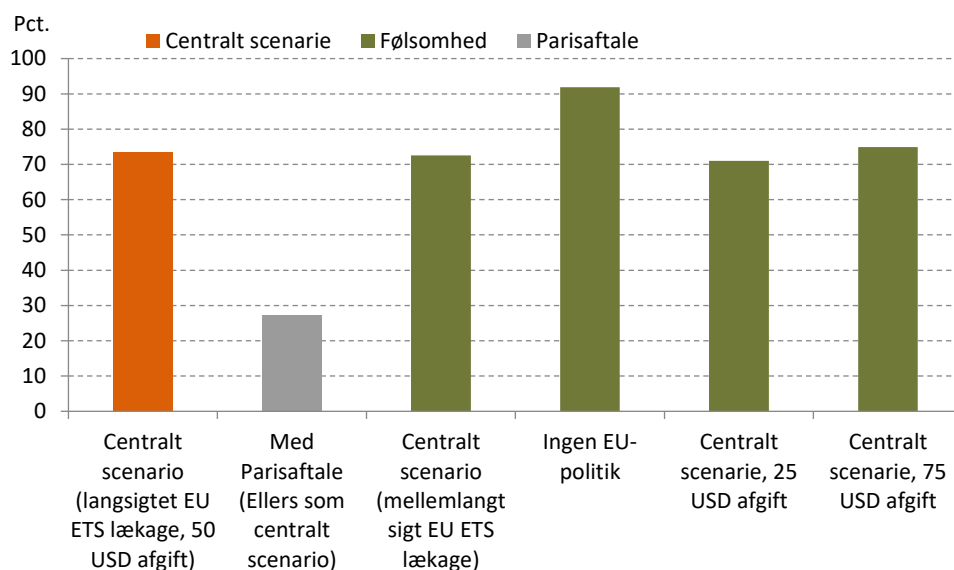
To følsomhedsanalyser: Parisaftale..

To følsomhedsanalyser i Beck m.fl. (2023) viser betydningen af den førte politik i udlandet. I scenariet, hvor Parisaftalen antages at lægge bindende begrænsninger på udledningerne i en række regioner udenfor EU, reduceres lækageraten til 30 pct. De regioner og enkeltlande der i scenariet bliver pålagt bindende begrænsninger, inkluderer bl.a. Japan, Canada, Asien ekskl. Kina og Indien, samt Afrika, jf. tabel 5. Om begrænsningerne virkeligt er bindende for de antagne lande, afhænger af fremtidig klimapolitik i de enkelte lande, hvilket bidrager til usikkerhed om, hvorvidt de beregnede lækagerater kommer til at afspejle den faktiske lækage.

... og ingen EU-politik

I en anden følsomhedsanalyse undersøges effekten af at fjerne alle restriktioner som følge af EU's klimapolitik, dvs. EU's kvotesystem samt bindende nationale begrænsninger for de ikke-kvoteomfattede sektorer. Dette øger landbrugets lækagerate til 92 pct. Ophævelsen af EU's kvotesystem reducerer lækagen for de kvotebelagte sektorer, men dette har ingen direkte effekter for landbruget, da landbruget ikke er kvoteomfattet. Effekten på landbrugets lækagerate skyldes dermed primært at begrænsningerne på EU's ikke-kvoteomfattede brancher, herunder landbruget, er ophævet. Dermed øges lækagen, da EU-lande i dette scenarie har større mulighed for at øge landbrugsproduktionen uden at skulle reducere sine udledninger andetsteds.

Figur 4 Lækagerater for landbruget i Beck m.fl. (2023)



Kilde: Egen fremstilling af resultater i Beck m.fl. (2023).

Beck m.fl. rapporterer også resultater fra to følsomhedsanalyser, hvor afgiftens størrelse er hhv. reduceret eller øget med 50 pct. (25 og 75 USD). Dette har kun begrænset indflydelse på lækageraterne (hhv. 71 og 75 pct., mod 73 pct. i det centrale scenarie). I denne analyse går de to modsatrettede effekter beskrevet i afsnit 2.4 altså stort set ud med hinanden.

Lækagerater kan opdeles i direkte og indirekte effekt

Lækageraterne kan opdeles i en direkte effekt og en indirekte effekt. Den direkte effekt beskriver den lækage, som finder sted mellem landbrugssektorer, dvs. hvor mange udledninger i den danske landbrugssektor, der forsvinder ift., hvor mange udledninger der opstår i landbrugssektorerne i udlandet. Den indirekte lækage beskriver alle andre ændringer i udledninger i Danmark og i udlandet, som følger i den nye ligevægt, hvor dansk landbrug er pålagt en afgift. Den indirekte lækage opstår som følge af bl.a. forskydning af primære produktionsfaktorer mellem erhverv. Fx vil en afgift på dansk landbrug føre til, at en del arbejdskraft og kapital fremover anvendes i andre erhverv, hvilket giver anledning til merudledninger herfra. I udlandet vil den øgede landbrugsproduktion tiltrække produktionsfaktorer fra andre sektorer, hvilket giver anledning til mindre udledninger herfra.

Direkte effekt er over 100 pct.

I forbindelse med dette notat har vi opdelt lækageraterne i Beck m.fl. (2023) i en direkte og en indirekte effekt, jf. tabel 4. Den direkte lækageeffekt er 101 pct., og den indirekte lækageeffekt er -28 pct, hvilket samlet resulterer i lækageraten på 73 pct. Vi har også beregnet den direkte og indirekte lækageeffekt på den opdaterede GTAP10a-database, jf. afsnit 3.24.

Her er den direkte lækageeffekt på 106 pct., mens den indirekte effekt er -29 pct., hvilket tilsammen giver den samlede, opdaterede lækagerate på 77 pct.

Tabel 4 Direkte og indirekte lækagerater

	Beck m.fl. (2023)	Opdateret datasæt
	-----	-----
	Pct.	Pct.
Lækagerate	73	77
<i>Heraf:</i>		
Direkte effekt	101	106
Indirekte effekt	-28	-29

Anm.: Beck m.fl. anvender GTAP10-databasen, hvorimod "opdateret datasæt" er samme beregninger, men på den opdaterede GTAP10a-database.

Kilde: Beck mfl. (2023) samt egne beregninger på modellen fra Beck m.fl. (2023).

Tabel 5 Bindende begrænsninger i Beck m.fl. (2023)

Region	Parisaftale begrænsning?
Oceanien	Ja
Kina og Hong Kong	Nej
Japan	Ja
Indien	Nej
Resten af Asien	Ja
USA	Ja/nej
Canada	Ja
Resten af Nordamerika	Ja
Sydamerika	Ja
Østrig	Nej
Belgien	Nej
Danmark	Nej
Finland	Nej
Frankrig	Nej
Tyskland	Nej
Irland	Nej
Italien	Nej
Holland	Nej
Polen	Nej
Spanien	Nej
Sverige	Nej
Storbritannien	Ja
Resten af EU-27	Nej
Norge	Ja
Rusland	Nej
Schweiz	Ja
Mellemøsten og Nordafrika	Ja
Afrika, syd for Sahara	Ja
Resten af Europa (ikke-EU)	Ja
Resten af verden	Ja

Kilde: Beck mfl. (2023).

5. Litteraturliste

Beck, Dahl og Kruse-Andersen (2021): Carbon leakage in GreenREFORM. Dokumentationsnotat. <https://dreamgruppen.dk/publikationer/2021/maj/carbon-leakage-in-greenreform/>

Beck, Ulrik (2022): To stød til landbruget i GrønREFORM. Baggrundsnotat. <https://dreamgruppen.dk/publikationer/2022/marts/to-stoed-til-landbruget-i-groenreform/>

Beck, U., & Kruse-Andersen, P. K. (2020). Endogenizing the cap in a cap-and-trade system: Assessing the agreement on EU ETS phase 4. *Environmental and Resource Economics*, 77(4), 781-811.

Beck, U. R., Kruse-Andersen, P. K., & Stewart, L. B. (2023). Carbon leakage in a small open economy: The importance of international climate policies. *Energy Economics*, 117.

Clora, F., Yu, W., & Corong, E. (2023). Alternative carbon border adjustment mechanisms in the European Union and international responses: Aggregate and within-coalition results. *Energy Policy*, 174, 113454.

Dubgaard, A., & Ståhl, L. (2018). Omkostninger ved virkemidler til reduktion af landbrugets drivhusgasemissioner: Opgjort i relation til EU's 2030-målsætning for det ikke-kvotebelagte område. Institut for Fødevarer- og Ressourceøkonomi, Københavns Universitet. IFRO Rapport No. 271

De Økonomiske Råds formandskab (2019). *Økonomi og Miljø 2019, kapitel 2*. De Økonomiske Råds Formandskab.

De Økonomiske Råds formandskab (2019b). *Dokumentationsnotat CO₂e lækage og dansk klimapolitik*. Dokumentationsnotat til kapitel II, Økonomi og Miljø 2019. De Økonomiske Råds Formandskab.

De Økonomiske Råds formandskab (2020). *Økonomi og Miljø 2020, kapitel 1*. De Økonomiske Råds Formandskab.

De Økonomiske Råds formandskab (2020b). *Baggrundsnotat til kapitel I*. Baggrundsnotat til kapitel I, Økonomi og Miljø 2020. De Økonomiske Råds Formandskab.

De Økonomiske Råds formandskab (2022): Datagrundlag for lækageberegninger i Økonomi og Miljø, 2020. Notat udarbejdet som besvarelse på forespørgsel fra Landbrug & Fødevarer.

SEGES (2023): Økonomiske konsekvenser for landbruget af en generel og ensartet CO₂e-afgift.

Weiss, F. og Leip, A. (2012). *Greenhouse gas emissions from the EU livestock sector: A life cycle assessment carried out with the CAPRI model*. Agriculture, Ecosystems and Environment.

World Resources Institute (2020). *Comparing life cycle greenhouse gas emissions of dairy and port systems across countries using land-use carbon opportunity costs*.

Yu, Wusheng og Clora, Francesco: EU Calculator: trade-offs and pathways towards sustainable and low-carbon European Societies. EU calculator working paper.

Bilag: Drivhusgasintensiviteten i DØR (2020)

Dansk landbrug udleder meget i DØR (2020)

DØR (2020) beskriver, at landbruget i resten af verden antages at være 42 pct. mindre drivhusgasintensivt end dansk landbrug i 2030. Det svarer til, at dansk landbrug er 72 pct. mere drivhusgasintensivt end udenlandsk landbrug. Dette resultat er en karakterisering af den anvendte database, kaldet GTAP10, samt den fremskrivning til 2030, som ligger til grund for kørslerne i 2030.

Dansk landbrug er næppe mere drivhusgasintensivt end udenlandsk

Det er umiddelbart svært at forstå, hvorfor dansk landbrug skulle være blevet relativt mere drivhusgasintensivt i forhold til udlandet fra 2011 (som er udgangspunktet for analysen i DØR (2019)) til 2014 (som er udgangspunktet for analysen i DØR (2020)). Et dansk landbrug, som er mere drivhusgasintensivt end udlandet, stemmer umiddelbart dårligt overens med den begrænsede litteratur på området.

Litteraturen bakker ikke om at dansk landbrug skulle udlede mere pr. produceret enhed

Der findes ikke en stor forskningslitteratur om landbrugets relative drivhusgasintensiteter, men efter vores bedste overbevisning eksisterer der to anvendelige studier. De indikerer begge, at drivhusgasintensiteten i dansk landbrugsproduktion er på samme niveau som i andre sammenlignelige lande, når man sammenligner produktionen af sammenlignelige landbrugsprodukter. Med den relativt ambitiøse klimapolitik, der føres i Danmark, er det svært at forstå, hvordan dansk landbrugsproduktion skulle blive mere drivhusgasintensiv end produktionen i andre lande i fremtiden.

I W&L (2012) ligger DK i midten og i WRI (2020) ligger DK blandt de bedre

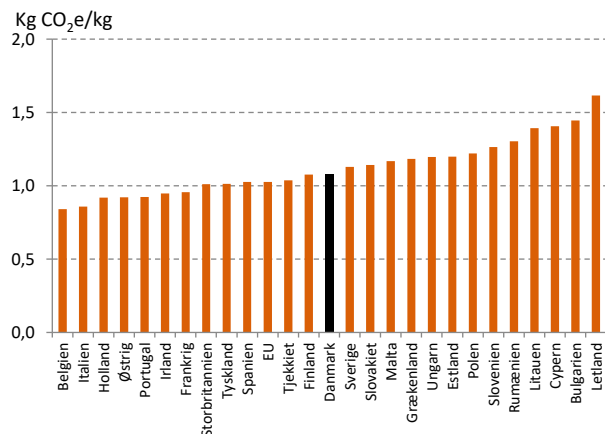
De to nævnte studier er hhv. Weiss og Leip (2012) og WRI (2020), som begge opgør drivhusgasintensiteten for forskellige landbrugsprodukter på tværs af en række lande. Weiss og Leip (2012) placerer dansk landbrug omkring midten af feltet, hvad angår drivhusgasintensiteten i produktionen af mejeriprodukter, oksekød og svinekød, jf. figur 5. WRI (2020) placerer dansk landbrug blandt dem med lavest drivhusgasintensitet, dog uden at der er statistisk signifikante forskelle fra hovedparten af de øvrige landes landbrug, jf. figur 6. Figurerne viser kun den direkte udledning forbundet med produktionen – dvs. ekskl. udledninger fra LULUCF – da det er disse udledninger, der indgår i GTAP-E-modellen. I princippet bør udledningerne fra LULUCF inkluderes for at give et mere retvisende billede af forskellige landes drivhusgasintensitet, men dette ændrer ikke resultaterne væsentligt.

De to studier tyder ikke på, at DK skulle være blevet relativt dårligere over tid

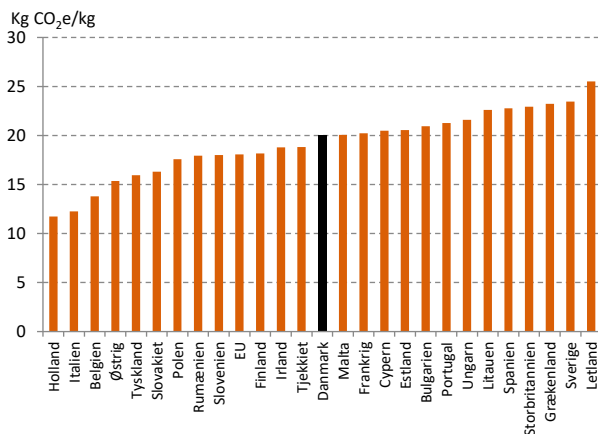
De to studier rapporterer kun drivhusgasintensiteter for et enkelt år, hvorfor det er vanskeligt at bruge dem til at sige noget om udviklingen. Det fremgår dog, at Weiss og Leip (2012) er baseret på data fra 2004, mens WRI (2020) er baseret på data fra 2017 og 2018. Der er metodiske forskelle i opgørelsen mellem de to studier, og de inkluderer også forskellige lande. Men ser man bort fra det, tyder udviklingen mellem de to studier altså heller ikke på, at dansk landbrug skulle være blevet relativt mere drivhusgasintensivt med tiden.

Figur 5 CO₂e-udledninger fra produktion pr. kilo animalsk produkt i følge Weiss & Leip (2012)

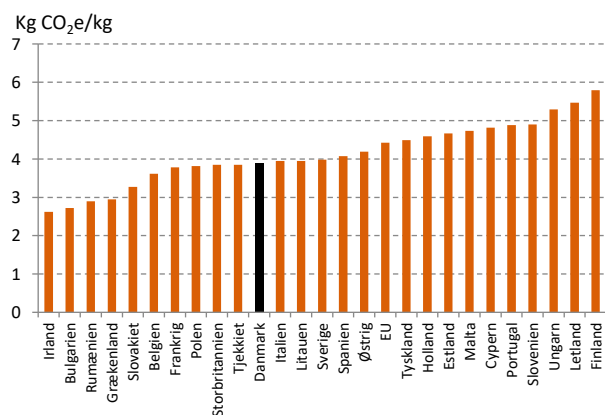
Figur 5.a Mejeriprodukter



Figur 5.b Oksekød



Figur 5.c Svinekød

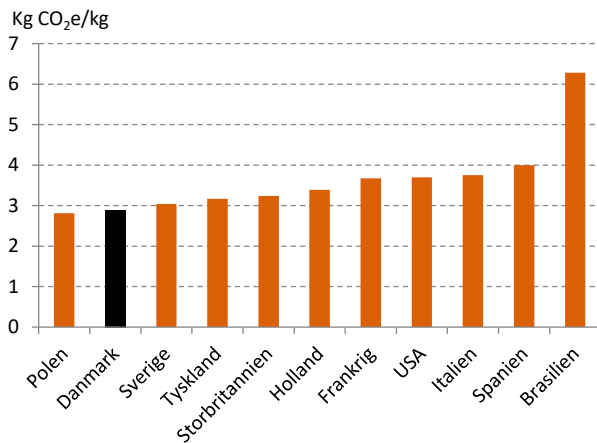


Anm.: Figurerne indeholder kun udledningerne forbundet med selve landbrugsproduktionen, dvs. ekskl. LULUCF. Figurerne viser korrigerede resultater fra studiet, som udelukkende vedrører lavere N₂O-udledning for 7 lande, her inkl. Danmark. Korrektionen ændrer ikke på studiets overordnede konklusioner. Data er aflæst fra figurer i artiklerne vha. et digitalt aflæsningsværktøj.

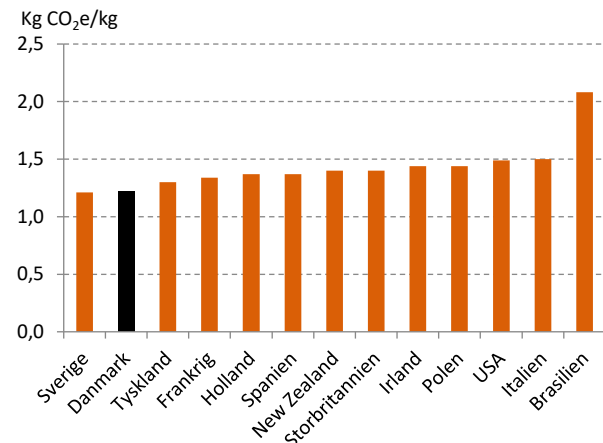
Kilde: Weiss & Leip (2012).

Figur 6 CO₂e-udledninger fra produktion pr. kilo animalsk produkt i følge World Resources Institute (2020)

Figur 6.a Svinekød



Figur 6.b Mejeri



Anm.: Figurerne indeholder kun udledningerne forbundet med selve landbrugsproduktionen, dvs. ekskl. LULUCF.
 Kilde: World Resources Institute (2020).

Opgørelsen er lavet pr. BVT-enhed

En anden kilde til usikkerhed omkring opgørelsen af drivhusgasintensitet i DØRS (2020) er, at den er beregnet som udledninger pr. bruttoværditilvækst (BVT). Da produktionslækage afhænger af ændringer i de producerede mængder, ville det umiddelbart være oplagt også at opgøre drivhusgasintensiteten som udledninger pr. produceret enhed. Selv denne metode er dog langt fra perfekt, da de producerede enheder er opgjort i modellen som værdier i faste priser, og der er derfor ikke nogen garanti for, at man sammenligner sammenlignelige mængder, målt i fx antal køer og svin eller liter mælk. Den store forskel i drivhusgasintensitet, opgjort i forhold til BVT, har to hovedforklaringer.

En del af forskellen skyldes forskelle i data

For det første er en del drevet af, at drivhusgasintensiteten i Danmark ifølge GTAP10-databasen er højere i 2014, end den var i 2011. Denne effekt giver isoleret set en drivhusgasintensitet i udlandet, som er 20 pct. lavere end den danske. Resten af effekten op til de 42 pct. lavere drivhusgasintensitet i udlandet, som DØR (2020) rapporterer, har en fremskrivningsteknisk forklaring (DØR 2022), og vi vurderer ikke, at denne forskel er retvisende.

Resten skyldes inkonsistens mellem de to koblede modeller

I GTAP-E-modellen er jord modelleret som en produktionsfaktor. Da den samlede mængde af jord i verden er konstant, stiger aflønningen af jord i fremskrivningen, hvor hele verden bliver rigere, og prisen på fødevarer derfor stiger, idet jord indgår som en fast produktionsfaktor. Dermed bliver BVT i GTAP-E-modellen højt, hvilket reducerer drivhusgasintensiteten målt som CO₂e-udledninger pr. BVT. I REFORM-modellen for Danmark er jord ikke modelleret som en produktionsfaktor. Derfor undervurderer REFORM-modellen udviklingen i landbrugets BVT, og overvurderer dermed drivhusgasintensiteten målt som CO₂e-udledninger pr. BVT.

Inkonsistens bidrager til usikkerhed

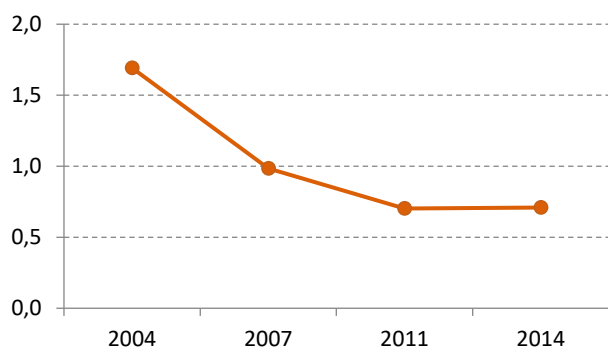
Denne inkonsistens mellem de to modeller øger den rapporterede CO₂e-intensitet i fremskrivningen til 2030. Effekten på de beregnede lækagerater af denne inkonsistens er dog formentlig mindre. Det skyldes, at når modelsystemet anvendes til at beregne effekterne på CO₂e-udledninger, indgår CO₂e-intensiteten målt i forhold til BVT ikke i modellens ligninger. Diskrepansen i BVT-fremskrivningen mellem de to modeller bidrager til den overordnede usikkerhed omkring de beregnede lækagerater, men DØR (2020) har ikke foretaget følsomhedsanalyser på denne del af modellen, og effekten samt hvilken vej den trækker de beregnede lækagerater er derfor uvis.

I opdateret database er intensiteter ens i 2011 og 2014

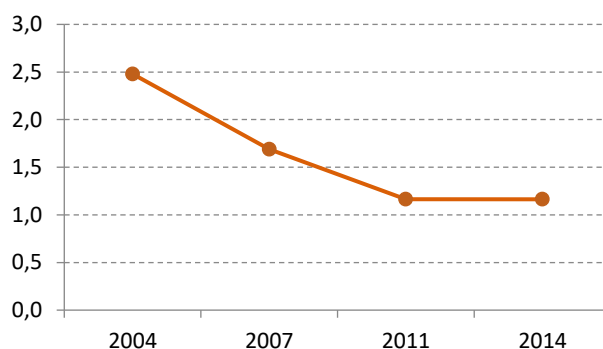
Siden DØR (2020)-analysen blev offentliggjort har konsortiet bag GTAP-modellen udgivet en ny version af databasen (GTAP10a, jf. afsnit 3.2.4). I forbindelse med denne analyse har vi gentaget beregningerne af relativ CO₂e-intensitet i Danmark i forhold til udlandet. I den nye model har der ikke været nogen nævneværdig udvikling i CO₂e-intensiteten mellem 2011 og 2014, uanset om man beregner intensiteten ift. BVT eller de producerede mængder, jf. figur 6.

Figur 7 Relative drivhusgasintensiteter i GTAP10a-databasen

Figur 7.a Opgjort ift. BVT



Figur 7.b Opgjort ift. produktionsmængder



Anm.: Den relative drivhusgasintensitet er opgjort som den udenlandske drivhusgasintensitet divideret med den danske drivhusgasintensitet.

Kilde: Egne beregninger pba. GTAP10a-databasen.