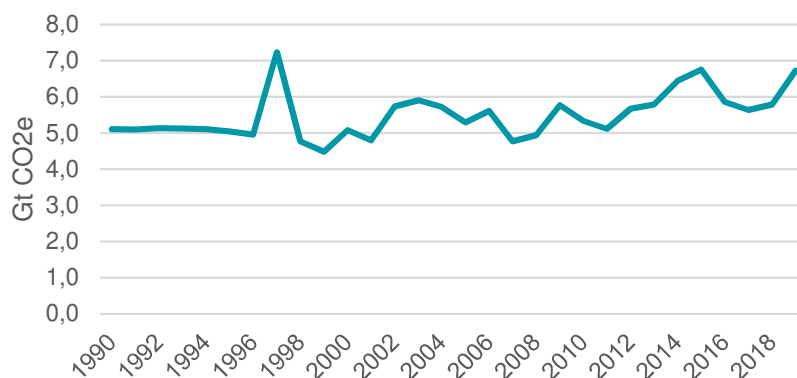


Bilag 5: Danmarks forbrugsbaserede udledninger relateret til ændringer i arealanvendelse

1. Rammesætning

Ændringer i arealanvendelse, især i form af afskovning, er en væsentlig kilde til menneskeskabte drivhusgasudledninger. Jf. data fra Emissions Gap Report 2020 (United Nations Environment Programme 2020) var udledninger fra ændringer i arealanvendelse på 6,73 gigaton CO₂e i 2019, svarende til ca. 11 pct. af de samlede, globale drivhusgasudledninger inkl. ændringer i arealanvendelse i 2019. Figur 1 viser tidsserien for udledninger fra ændringer i arealanvendelse fra 1990 til 2019.



Figur 1: Udledninger fra ændringer i arealanvendelse 1990-2019 i gt CO₂e inkl. CO₂, CH₄ og N₂O (United Nations Environment Programme 2020).

Anm.: Tidsserien fra Emissions Gap Report 2020 viser gennemsnit af to forskellige modeller og bagvedliggende datasæt. Estimaterne er behæftet med usikkerhed.

Rydning af eksisterende skovarealer kan skyldes udvidelser af landbrugsarealer, som er drevet af en stigende global efterspørgsel efter og forbrug af arealkrævende produkter. Når fx et skovareal i Brasilien omlægges fra regnskov til landbrugsareal, kan denne arealomlægning være et resultat af et stigende forbrug af landbrugsprodukter eller andre arealkrævende aktiviteter.

Energistyrelsen

Carsten Niebuhrs Gade 43
1577 København V

T: +45 3392 6700
E: ens@ens.dk

www.ens.dk



Den globale afrapportering skal – ifølge Klimaloven – synliggøre Danmarks globale påvirkning af klimaet, både positivt og negativt.¹ Drivhusgasudledninger fra ændringer i arealanvendelse er et område, hvor det danske forbrug af fx landbrugsvarer kan påvirke den måde, som arealer anvendes på globalt og dermed også, hvor meget kulstof der bindes og frigives fra skove og øvrige arealer. For eksempel kan Danmark reducere sin globale klimapåvirkning fra ændringer i arealanvendelse ved at reducere forbrug af produkter, som er arealkrævende.

Udledninger fra ændringer i arealanvendelse knyttet til Danmarks forbrug, er derfor relevant at belyse i forbindelse med den globale afrapportering.

I den globale afrapportering beregnes Danmarks forbrugsbaserede klimaaftryk, der baserer sig på et forbrugsbaseret princip, hvor forbruget af varer og tjenesteydelser i Danmark er i fokus. Det betyder, at det både er udledninger i Danmark og i udlandet knyttet til dansk forbrug, der opgøres.

Når der anvendes et forbrugsbaseret princip, er det relevant at se på ændringer i arealanvendelse, der kan knyttes til Danmarks forbrug. Imidlertid eksisterer der på nuværende tidspunkt ikke en fælles standard for, hvordan udledninger fra ændringer i arealanvendelse bør medregnes i beregningen af nationale, forbrugsbaserede klimaaftryk. Derfor og fordi opgørelser af udledninger fra ændringer i arealanvendelse generelt er behæftet med stor usikkerhed opgøres de forbrugsbaserede udledninger fra ændringer i arealanvendelse knyttet til Danmarks forbrug separat fra det forbrugsbaserede klimaaftryk.

Der findes en række forskellige metoder til, hvordan forbrugsbaserede udledninger fra ændringer i arealanvendelse (Land Use Change-, LUC-udledninger) kan opgøres. Metoderne har forskellige tilgange til, hvordan udledninger allokeres, samt hvilke forudsætninger der lægges til grund. Opgørelsen af LUC-udledninger i Global Afrapportering 2022 (GA22) omfatter en opgørelse med udgangspunkt i *direkte* ændringer i arealanvendelse knyttet til Danmarks forbrug (dLUC) og en opgørelse med udgangspunkt i *indirekte* ændringer i arealanvendelse knyttet til Danmarks forbrug (iLUC). Begge opgørelser følger en attributiv tilgang, som fokuserer på at allokere en del af hele verdens historiske udledninger fra ændringer i arealanvendelse til Danmarks forbrug, og er dermed konsistent med opgørelsen af det forbrugsbaserede klimaaftryk uden effekter fra ændringer i arealanvendelse. Opgørelsen af udledninger fra hhv. dLUC og iLUC knyttet til Danmarks forbrug er baseret på resultater fra eksterne modeller fra hhv. Chalmers universitet og 2.-0 LCA consultants.

Opgørelsen af udledninger fra dLUC fokuserer på udledninger fra afskovning i træerne knyttet til Danmarks forbrug. I opgørelsen af udledninger fra iLUC fordeles

¹ <https://www.retsinformation.dk/eli/ft/201912L00117>



alle globale udledninger fra ændringer i arealanvendelse i et givent år ud på alle arealer i brug globalt i et givent år. Dette inkluderer udledninger fra ændringer i arealanvendelse i Danmark, som er en del af Danmarks årlige opgørelse og fremskrivning af drivhusgasudledninger i Klimastatus og -fremskrivning. Udledninger fra ændringer i arealanvendelse fra dansk territorium er dog meget begrænset. Se afsnit 2 om metoder og antagelser for en nærmere beskrivelse af tilgangene.

Notatet er udarbejdet af Energistyrelsen.

2. Metode og antagelser

Opgørelsen af de forbrugsbaserede udledninger fra ændringer i arealanvendelse – også kaldet LUC-udledninger (en forkortelse for Land Use Change-udledninger) forudsætter, at der træffes beslutning om to grundlæggende metodevalg:

1. Hvordan skal udledninger opgøres – attributivt eller marginalt?
2. Hvilken metode til at allokere udledninger skal anvendes – skal opgørelsen tage udgangspunkt i enten direkte ændringer i arealanvendelse knyttet til forbrug (dLUC) eller indirekte ændringer i arealanvendelse knyttet til forbrug (iLUC)?

Opgørelsen af LUC-udledninger knyttet til Danmarks forbrug omfatter i GA22 en opgørelse af udledninger med udgangspunkt i dLUC og en opgørelse af udledninger med udgangspunkt i iLUC, så vidt muligt inden for det seneste år. Begge opgørelser følger en attributiv tilgang, som fokuserer på at allokere en del af hele verdens historiske udledninger fra ændringer i arealanvendelse til Danmarks forbrug. Den attributive tilgang sikrer størst mulig konsistens med opgørelsen af Danmarks forbrugsbaserede klimaaftryk i GA22. Selvom opgørelsen af LUC-udledninger, som nævnt, ikke indregnes direkte i Danmarks forbrugsbaserede klimaaftryk er konsistens vigtig for bedst muligt at kunne sammenligne hhv. klimaaftrykket med opgørelsen af LUC-udledninger.

Ud over disse metodevalg eksisterer der forskellige modeller til at kvantificere forbrugsbaserede LUC-udledninger. GA22 viser resultater fra to forskellige modeller: En model udviklet af Chalmers universitet, som tager udgangspunkt i dLUC knyttet til forbrug med en attributiv tilgang, og en model fra 2.-0 LCA consultants, som tager udgangspunkt i iLUC knyttet til forbrug med en attributiv tilgang.

2.1 Metodebeskrivelse

Attributiv tilgang

Der findes to forskellige tilgange til at opgøre forbrugsbaserede udledninger, herunder fra ændringer i arealanvendelse: den attributive og den marginale tilgang. De to tilgange belyser to forskellige spørgsmål.



Den attributive tilgang belyser, hvor stor en andel af de samlede, forbrugsbaserede udledninger fra ændringer i arealanvendelse, der er sket historisk, som kan tilskrives et lands forbrug (eller et specifikt produkt). Den marginale tilgang belyser de marginale ændringer, der vil være i udledninger i fremtiden som følge af en ændret efterspørgsel/adfærd sammenlignet med en baseline uden ændret efterspørgsel/adfærd.

Formålet med den globale afrapportering er at synliggøre Danmarks globale påvirkning af klimaet, dvs. hvor mange af verdens udledninger i et givent år kan tilskrives Danmarks forbrug. Både opgørelsen af Danmarks forbrugsbaserede klimaaftryk uden effekter fra ændringer i arealanvendelse og opgørelsen af LUC-udledninger knyttet til Danmarks forbrug følger derfor en attributiv tilgang.

dLUC / iLUC

Ændringer i arealanvendelse kan betragtes med udgangspunkt i enten dLUC eller iLUC.

dLUC er den ændring i arealanvendelse, der sker på et specifikt, hidtil uopdyrket areal, når fx en skov ryddes og omlægges til landbrugsareal, for at imødekomme efterspørgslen efter specifikke landbrugsprodukter. iLUC er den indirekte ændring i arealanvendelse, som udnyttelse af areal generelt kan medføre. Når et landbrugsareal i fx USA omlægges fra dyrkning af fødevarer til dyrkning af fx energiafgrøder, vil det betyde, at fødevarerne skal produceres andetsteds, fordi den globale efterspørgsel efter fødevarer antages at være uændret eller stigende. I sidste ende kan dette således potentielt medføre, at der ryddes skov i fx troperne for at sikre areal til dyrkning af de efterspurgte fødevarer.

Den måde ændringer i arealanvendelse betragtes på definerer, hvordan udledninger fra ændringer i arealanvendelse allokeres til produkter og forbrug.

Når udledningerne allokeres med udgangspunkt i dLUC, betyder det, at udledninger som følge af fx skovrydning i princippet allokeres direkte til det produkt, der produceres på det areal, der ryddes. En allokering med udgangspunkt i iLUC bygger på den grundlæggende antagelse, at alle arealkrævende aktiviteter trækker på den begrænsede ressource areal. Ved en allokering med udgangspunkt i iLUC er det således alle arealkrævende produkter, der får tilskrevet LUC-udledninger, uanset om produktionen direkte har medført fx skovrydning eller om udnyttelsen af areal alene har øget presset på den begrænsede ressource areal og derfor som konsekvens potentielt indirekte har medført skovrydning et andet sted i verden. Når udledninger allokeres direkte, vil dermed færre produkter få tilskrevet en større LUC-udledning sammenlignet med en indirekte allokering, hvor alle arealkrævende produkter får tilskrevet en mindre udledning.



Det skal understreges, at LUC-udledninger enten kan allokeres direkte eller indirekte og at man for at undgå dobbelttælling skal vælge mellem de to metoder. Det skyldes, at de to metoder anvendes til at allokere de samme udledninger fra ændringer i arealanvendelse til produkter. Af den grund kan de to forskellige resultater for LUC-udledninger i GA22 med udgangspunkt i hhv. dLUC og iLUC ikke lægges sammen eller fx tolkes som et spænd.

2.2 Værktøjer/modeller

Chalmers universitets model / 2.-0 LCA consultants' model

Modellen fra Chalmers universitet fokuserer på CO₂-udledninger² fra dLUC, mere præcist afskovning i troperne, som forårsages af udvidelser af areal til landbrug, græsning og plantager og som direkte kan tilskrives forbrug (Pendrill et al. 2019). Allokeringen af udledninger til landbrugsproduktion, handelsstrømme og endelig forbrug udføres i tre overordnede trin: 1) For at tilskrive rydning af skovarealer, baseret på geodata for historisk tab af skovdække, til udvidelser af areal til landbrug, græsning og plantager samt produktion af specifikke landbrugsprodukter anvendes en "land balance model". 2) Ryddet skovareal omregnes derefter til CO₂-udledninger ved at beregne ændringer i kulstofindhold i biomasse og jord før og efter afskovning, baseret på forskellige data og studier. Udledninger afskrives over en flerårig periode. 3) Allokeringen af udledninger fra dLUC til det endelige forbrug i enkelte sektorer og lande foretages i EXIOBASE, som er en EE-MRIO (environmentally extended multi-regional input-output) database.

I Global Afrapportering 2021 (GA21) indgik en opgørelse af udledninger med udgangspunkt i dLUC knyttet til Danmarks forbrug fra Chalmers universitet baseret på data for 2010-2014. Muligheden for at GA22 kan indeholde en opdateret beregning baseret på data frem til 2017 undersøges.

Modellen fra 2.-0 LCA consultants kan bruges enten med en konsekvensrettet (marginal) tilgang eller en attributiv tilgang. Den *marginale* version fokuserer på at etablere en sammenhæng mellem ændret efterspørgsel efter land og afskovning med dertilhørende drivhusgasudledninger. Modellen bygger på den grundlæggende antagelse, at alle arealkrævende aktiviteter trækker på et globalt marked for land, som er forbundet med drivhusgasudledninger. I den *attributive* version bliver den samlede, globale afskovning i et givent år allokert til det samlede brug af areal til landbrug, skovbrug og græsareal. I denne version etableres ikke en sammenhæng mellem *ændret* efterspørgsel efter land og afskovning, mens der er fokus på at allokere en del af hele verdens *historiske* udledninger fra ændringer i arealanvendelse til Danmarks forbrug.

I den attributive version udføres allokeringen af udledninger til forbrug med udgangspunkt i iLUC i tre overordnede trin: 1) Til at beregne den globale udnyttelse

² Ekskl. methan (CH₄) og lattergas (N₂O).



af areal knyttet til et lands forbrug anvendes EXIOBASE. EXIOBASE indeholder data om den samlede udnyttelse af areal af alle brancher i alle lande og regioner i modellen. 2) Arealer i hektar omregnes derefter til produktivitetsvægtede arealer for at tage hensyn til forskelle i arealernes produktivitet på tværs af lande. Produktivitetsvægtningen sker ved brug af data på potentiel nettoprimærproduktion (NPP₀). 3) De produktivitetsvægtede arealer knyttet til et lands forbrug kobles til emissionsfaktorer ud fra, at den attributive version fordeler alle globale udledninger fra ændringer i arealanvendelse i et givent år ud på alle arealer i brug globalt i et givent år.

I GA21 indgik en opgørelse af udledninger med udgangspunkt i iLUC knyttet til Danmarks forbrug fra 2.-0 LCA consultants baseret på en marginal tilgang. Mens den marginale tilgang viser forskellen mellem udledningerne fra det danske forbrug sammenlignet med den hypotetiske situation, hvor der ikke er noget forbrug, viser den attributive tilgang, hvor stor en andel af de samlede, globale udledninger fra ændringer i arealanvendelse i et givent år, som kan tilskrives Danmarks forbrug. Denne tilgang sikrer størst mulig konsistens med opgørelsen af Danmarks forbrugsbaserede klimaaftryk i GA22. Til beregning af en attributiv iLUC-effekt leverer Energistyrelsen tal på det samlede arealforbruget knyttet til Danmarks forbrug baseret på en monetær version af EXIOBASE til 2.-0 LCA consultants (trin 1).

2.3 Overordnede forudsætninger og afgrænsninger

Modellen fra Chalmers universitet fokuserer alene på direkte CO₂-udledninger fra afskovning i troperne (ekskl. CH₄ og N₂O) og inkluderer dermed ikke alle ændringer i arealanvendelse og dertil knyttede udledninger på globalt niveau. Det antages, at landbrugsdrevet afskovning i andre lande er ubetydelig sammenlignet med den, der finder sted i troperne. Derudover er det vurderet, at kun omkring 60 pct. af afskovning i troperne skyldes dyrkning af landbrugsafgrøder, græsning af kvæg eller produktion af skovbrugsprodukter i plantager og dermed er forbrugsbaseret. De resterende 40 pct. vurderes at være forårsaget af andre forhold såsom skovbrand, udvidelse af areal til byer eller råstofudvinding etc., og disse medregnes ikke.

Udledninger fra afskovning afskrives i Chalmers universitets model over en flerårig periode. I GA21 indgik en opgørelse af udledninger fra Chalmers universitet, hvor denne periode var sat til 10 år. Hvis der fx blev fældet skov i 2001 i Brasilien for at udvide arealet til produktion af soja, er udledningerne fra afskovning fordelt jævnt over den 10-årige periode 2001-2011. Produktion af soja i 2011 vil således være forbundet med en tiendedel af de udledninger, der stammer fra den tilknyttede afskovning, hvis dette er sket inden for de foregående 10 år. Er afskovning sket for mere end 10 år siden, bliver de tilknyttede udledninger sat til nul. Det bemærkes, at valget af en 10-årig afskrivningsperiode er subjektiv, og forudsætter en retrospektiv tilskrivning af ansvarlighed for tidligere afskovning. Afskrivningsperioden vil

eventuel blive revideret i en opdateret opgørelse af udledninger fra dLUC knyttet til Danmarks forbrug i GA22.

Til forskel fra modellen fra Chalmers universitet skelnes i den attributive version af 2.-0 LCA consultants' iLUC-model ikke mellem forbrugsbaserede ændringer i arealanvendelse og ikke-forbrugsbaserede ændringer i arealanvendelse. Det betyder, at 2.-0 LCA consultants' iLUC-model (den attributive version) fordeler alle globale udledninger fra ændringer i arealanvendelse ud på alle arealer i brug globalt. En del af dette arealforbrug er så knyttet til Danmarks forbrug, herunder arealer i både Danmark og udlandet. Det undersøges til GA22, hvorvidt der også kunne tages højde for ikke-forbrugsbaserede ændringer i arealanvendelse i 2.-0 LCA consultants' iLUC-model.

Allokeringen af arealforbrug og udledninger fra ændringer i arealanvendelse til Danmarks forbrug er i begge opgørelser baseret på en monetær version af EXIOBASE. Opgørelsen af de forbrugsbaserede LUC-udledninger kan derfor kun tage højde for de monetære handelsstrømme, som er inkluderet i denne version.

2.4 Primære datakilder

Se bilag 4 om det forbrugsbaserede klimaaftryk for en beskrivelse af EXIOBASE. En beskrivelse af primære datakilder til Chalmers universitets og 2.-0 LCA consultants' model udestår på nuværende tidspunkt.

Konkrete kilder:

Pendrill, F., Persson, U. M., Godar, J., Kastner, T., Moran, D., Schmidt, S., & Wood, R. (2019). Agricultural and forestry trade drives large share of tropical deforestation emissions. *Global environmental change*, 56, 1-10.

United Nations Environment Programme (2020). *Emissions Gap Report 2020*. Nairobi.

