



Global Afrapportering 2022 (GA22):

Ændringer i arealanvendelse knyttet til dansk forbrug

Baggrundsnotat nr. 2

Indholdsfortegnelse

1. Rammesætning	2
2. Hovedresultater	4
2.1 Indsatser	7
3. Metode og antagelser	7
3.1 Metodebeskrivelse	8
3.2 Værktøjer/modeller.....	10
3.3 Overordnede forudsætninger og afgrænsninger	13
3.4 Primære datakilder	17
3.5 Sammenhæng til andre dele af GA22	18
4. Resultater og analyse	20
4.1 Udledninger fra direkte ændringer i arealanvendelse (dLUC)	20
4.2 Udledninger fra indirekte ændringer i arealanvendelse (iLUC).....	26
4.3 Sammenligning ift. GA21	31
5. Kvalificering	32
5.1 Usikkerhed	32
5.2 Perspektivering.....	32
6. Kilder.....	33
7. Bilag.....	36
Bilag 1: Chalmers universitets dLUC-model.....	36
Bilag 2: Beregning af Danmarks forbrugsbaserede udledninger fra iLUC.....	37

Energistyrelsen

Carsten Niebuhrs Gade 43
1577 København V

T: +45 3392 6700

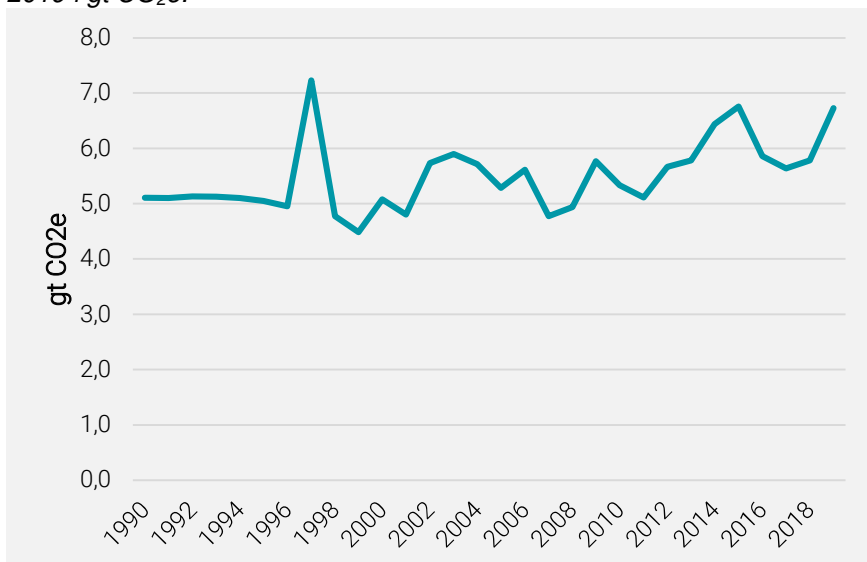
E: ens@ens.dk

www.ens.dk

1. Rammesætning

Ændringer i arealanvendelse¹, især i form af afskovning, er en væsentlig kilde til menneskeskabte drivhusgasudledninger. Udledninger fra ændringer i arealanvendelse var i 2019 på 6,73 gigaton CO₂e, svarende til ca. 11 pct. af de samlede, globale drivhusgasudledninger inkl. ændringer i arealanvendelse i 2019, jf. data fra Emissions Gap Report 2020 (UNEP, 2020). Figur 1 viser tidsserien for udledninger fra ændringer i arealanvendelse fra 1990 til 2019.

Figur 1: Estimerede, globale udledninger fra ændringer i arealanvendelse 1990-2019 i gt CO₂e.



Kilde: UNEP (2020). **Anmærkninger:** Tidsserien fra Emissions Gap Report 2020 viser gennemsnit af to forskellige modeller og bagvedliggende datasæt. Estimerterne er behæftet med usikkerhed i såvel metode og data, jf. rapporten.

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

Den globale afrapportering skal – ifølge klimaloven – synliggøre Danmarks globale påvirkning af klimaet både positivt og negativt (KEFM, 2020).

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

¹ På engelsk "land-use change" (LUC).



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

Der findes en række forskellige metoder til, hvordan forbrugsbaserede udledninger fra ændringer i arealanvendelse kan opgøres. Metoderne har forskellige tilgange til, hvordan udledninger allokeres, samt hvilke forudsætninger der lægges til grund. Indeværende notat 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).

Opgørelserne følger en attributiv tilgang, som fokuserer på at allokere en del af hele verdens historiske udledninger fra ændringer i arealanvendelse til Danmarks forbrug. Dermed er tilgangen konsistent med opgørelse af det forbrugsbaserede klimaaftryk uden effekter fra ændringer i arealanvendelse i Global Afrapportering 2022 (GA22). Opgørelsen af udledninger fra hhv. dLUC og iLUC knyttet til Danmarks forbrug er baseret på modeller udviklet af hhv. Chalmers universitet² og 2.-0 LCA consultants, som begge er afgrænset til at omfatte udledninger som følge af afskovning.

Baggrundsnotatet er udarbejdet af Energistyrelsen.

² Chalmers Tekniska Högskola.



2. Hovedresultater

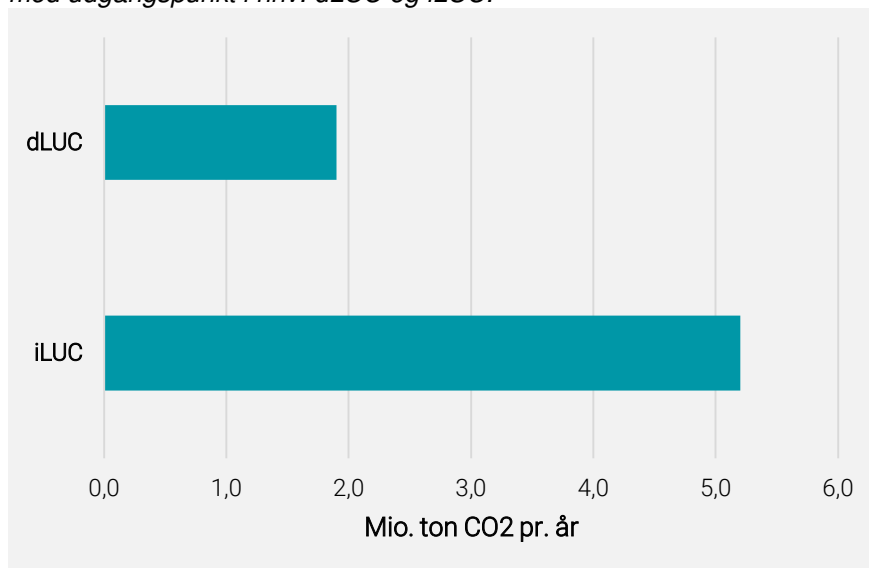
Dette afsnit fremhæver hovedresultater fra 4. *Resultater og analyse*.

Udledninger fra ændringer i arealanvendelse opgjort på to måder

Danmarks forbrugsbaserede udledninger fra direkte ændringer i arealanvendelse (dLUC) opgøres til ca. 1,9 mio. ton CO₂ pr. år i 2018 baseret på Chalmers universitets dLUC-model.³ Udledninger fra indirekte ændringer i arealanvendelse (iLUC) knyttet til Danmarks forbrug opgøres til ca. 5,2 mio. ton CO₂ pr. år baseret på 2.-0 LCA consultants iLUC-model.

Til sammenligning er Danmarks samlede, forbrugsbaserede klimaaftryk uden effekter fra ændringer i arealanvendelse i GA22 beregnet til ca. 63 mio. ton CO₂e i 2020. Bemærk, at de opgjorte udledninger fra ændringer i arealanvendelse ikke kan lægges direkte oveni det forbrugsbaserede klimaaftryk, da resultaterne er behæftet med betydelig usikkerhed og er meget afhængige af modelvalget samt bagvedliggende antagelser.

Figur 2: Udledninger fra ændringer i arealanvendelse knyttet til Danmarks forbrug med udgangspunkt i hhv. dLUC og iLUC.



Kilde: Pendrill et al. (2022), 2.-0 LCA consultants og Energistyrelsen. **Anmærkninger:** De to forskellige resultater for hhv. dLUC og iLUC må ikke lægges sammen.

De to resultater for udledninger fra ændringer i arealanvendelse med udgangspunkt i hhv. dLUC og iLUC må ikke lægges sammen eller fx tolkes som et spænd. Det skyldes, at opgørelserne som udgangspunkt allokerer de samme udledninger på to forskellige måder.

³ 2018 er seneste historiske år i Chalmers universitets model. Det bemærkes, at dette betyder, at udledninger fra dLUC dermed ikke er opgjort for samme historisk år som udledninger fra iLUC og derudover det samlede, forbrugsbaserede klimaaftryk.



- *dLUC* er opgjort som den ændring i arealanvendelse, der sker på et areal, når skov ryddes i tropen og omlægges til landbrugsareal, for at imødekomme efterspørgslen efter landbrugsprodukter. Udledningen som følge af skovrydningen allokeres så vidt muligt direkte til det produkt, der produceres på det areal, der ryddes. Forbruges produktet i Danmark, tilfalder udledningen dansk forbrug.
- *iLUC* bygger på den grundlæggende antagelse, at alle arealkrævende aktiviteter trækker på et begrænset globalt landbrugsareal, og at et øget globalt forbrug kan medføre skovrydning for at skaffe mere landbrugsareal. Det betyder, at alle arealkrævende produkter forbrugt i Danmark får tilskrevet udledninger fra ændringer i arealanvendelse, uanset om produktionen direkte har medført skovrydning eller ej.

Afsnit 3 om metode og antagelser uddyber forskelle mellem opgørelserne.

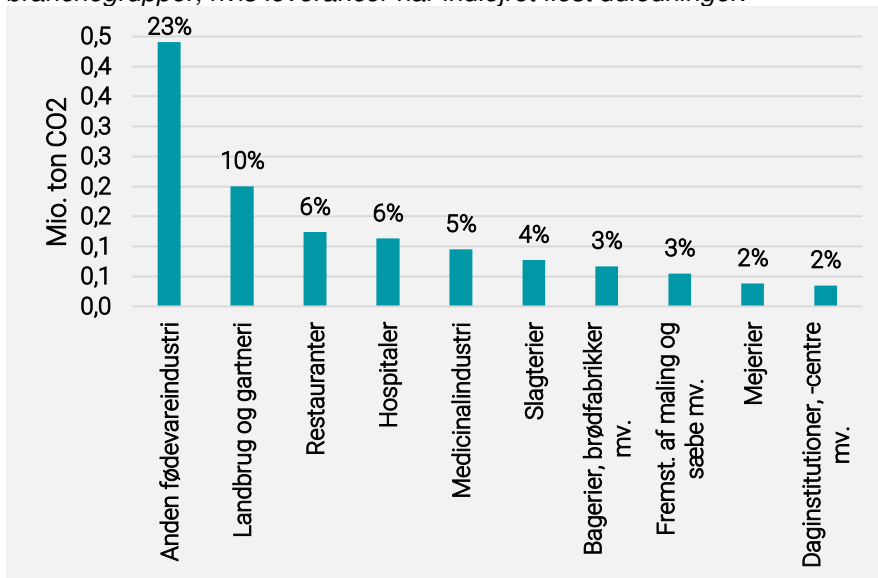
Det skal generelt bemærkes, at resultater for både *dLUC* og *iLUC* er baseret på modelberegninger og ikke en konkret vurdering af konsekvenser af forbruget af de enkelte fysiske varer.

Direkte ændringer i arealanvendelse (dLUC)

Mens Danmarks forbrugsbaserede udledninger fra *dLUC* opgøres til ca. 1,9 mio. ton CO₂ i 2018, er udledninger fra *dLUC* indlejret i importerede varer til Danmark estimeret til det dobbelte, ca. 4,0 mio. ton CO₂. Udledninger fra *dLUC* indlejret i eksporterede varer fra Danmark opgøres til 2,1 mio. ton CO₂ i 2018. De forbrugsbaserede udledninger svarer til udledninger indlejret i importerede varer fratrukket udledninger indlejret i eksporterede varer.

I Figur 3 fordeles Danmarks forbrugsbaserede udledninger fra *dLUC* på de branchegrupper, der leverer til dansk forbrug. Figuren viser, at udledninger allokeret til branchegruppen "Anden fødevarerindustri", som dækker over bl.a. forarbejdning af vegetabiliske olier og fedt og forarbejdning af fødevarer, bidrager mest til de forbrugsbaserede udledninger fra *dLUC*.

Figur 3: Udledninger fra dLUC knyttet til Danmarks forbrug i 2018 fordelt på de 10 branchegrupper, hvis leverancer har indlejret flest udledninger.



Kilde: Baseret på data fra Pendrill et al. (2022), som Energistyrelsen har anvendt i den koblede input-output model. **Anmærkning:** Procenttallene viser andelen af de samlede udledninger fra dLUC knyttet til forbrug (1,9 mio. ton CO₂) og summerer derfor ikke til 100 pct.

Med udgangspunkt i den anvendte model og data kan det derudover udledes, at en væsentlig del, omkring 40 pct., af de samlede udledninger fra dLUC allokeret til Danmarks forbrug er relateret til afskovning i Indonesien.

Indirekte ændringer i arealanvendelse (iLUC)

De forbrugsbaserede udledninger fra iLUC svarer til udledninger knyttet til produktion i Danmark og indlejret i importerede varer, men fratrukket udledninger indlejret i eksporterede varer. Mens Danmarks forbrugsbaserede udledninger fra iLUC opgøres til ca. 5,2 mio. ton CO₂ i 2020, er udledninger fra iLUC indlejret i importerede varer estimeret til 8,2 mio. ton CO₂ og udledninger fra iLUC indlejret i eksporterede varer til 7,2 mio. ton CO₂. Udledninger fra iLUC knyttet til produktion i Danmark svarer til 4,2 mio. ton CO₂.

Produktion i Danmark får tilskrevet udledninger fra ændringer i arealanvendelse på grund af antagelsen bag iLUC om, at alle arealkrævende aktiviteter indirekte medfører skovrydning for at skaffe mere landbrugsareal, som er en begrænset ressource.



2.1 Indsatser

Regeringen har i september 2021 lanceret en *Handlingsplan mod afskovning*. Handlingsplanen indeholder en række initiativer, som adresserer den globale afskovning forbundet med fx import af landbrugsråvarer som soja, palmeolie, kaffe og kakao.

Samtidig skal handlingsplanen generelt øge beskyttelsen af verdens skove og fremme ansvarlige og afskovningsfrie værdikæder. Der sættes en vision om, at "*Danmark og danske aktører bidrager aktivt til at beskytte og genoprette verdens skove. Målet er at anvende 100 pct. ansvarlige og afskovningsfri importerede råvarer, senest i 2025. Det sker ved, at råvarer og værdikæder er dokumenteret ansvarlige og afskovningsfri. Afhængigheden af import af proteiner reduceres ved, at dansk selvforsyning med bæredygtige alternativer øges*" (FVM, 2021).

Ligeledes indeholder regeringens strategi for grønne offentlige indkøb *Grønne indkøb for en grøn fremtid* fra 2020 et mål om, at statens indkøb af en række landbrugsvarer, i første omgang soja og palmeolie, er ansvarligt og afskovningsfrit, så vidt muligt i 2023 og senest i 2025 (FM, 2020)

Ud over regeringens indsatser har en række private aktører og organisationer indført initiativer, som har til formål, at fremme afskovningsfrie værdikæder, herunder fx Dansk Alliance for Ansvarlig Palmeolie og Dansk Alliance for Ansvarlig Soja. I den danske landbrugssektor har flere virksomheder sat konkrete mål for, at al dansk import og forbrug af sojaskrå skal være ansvarligt og afskovningsfrit produceret i 2025, herunder fx Danish Agro, DLG, Danish Crown samt interesseorganisationen Landbrug & Fødevarer.

I en international kontekst arbejder Danmark via Amsterdam Partnerskabet og via samarbejde i EU på at mindske global skovrydning. På COP26 har Danmark desuden tilsluttet sig Glasgow-deklarationen vedr. "Forests and Land Use", "Global Forest Finance Pledge" og "Forest, Agriculture and Commodity Trade" dialogen, som ligeledes fokuserer på at mindske skovrydning.

3. Metode og antagelser

Opgørelsen af de forbrugsbaserede udledninger fra ændringer i arealanvendelse forudsætter, at der træffes beslutning om to grundlæggende metodevalg:

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



Opgørelsen af udledninger fra ændringer i arealanvendelse knyttet til Danmarks forbrug omfatter i GA22 en opgørelse af udledninger med udgangspunkt i dLUC (direkte ændringer) og en opgørelse af udledninger med udgangspunkt i iLUC (indirekte ændringer).⁴ 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 udledninger fra ændringer i arealanvendelse, som nævnt, ikke indregnes i Danmarks forbrugsbaserede klimaaftryk, er konsistens vigtig for bedst muligt at kunne sammenligne hhv. klimaaftrykket med opgørelsen af udledninger fra ændringer i arealanvendelse.

Ud over disse metodevalg eksisterer der forskellige modeller til at kvantificere forbrugsbaserede udledninger fra ændringer i arealanvendelse. 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.

3.1 Metodebeskrivelse

Attributiv versus marginal tilgang

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

Den attributive tilgang belyser, hvor stor en andel af de globale udledninger fra ændringer i arealanvendelse, der er sket historisk, som kan tilskrives et lands forbrug. Hvis man opgørde alle landes forbrugsbaserede udledninger fra ændringer i arealanvendelse, ville summen således svare til de globale, forbrugsbaserede udledninger fra ændringer i arealanvendelse, der er sket historisk. Den attributive tilgang er dermed egnet til at opgøre forbrugsbaserede udledninger for et givent, historisk år.

Den marginale tilgang belyser de ændringer, der vil være i udledninger som følge af en potentiel ændring i efterspørgsel eller ændret adfærd sammenlignet med en baseline uden ændring i efterspørgsel eller ændret adfærd. Det betyder, at hvis man opgørde alle landes forbrugsbaserede udledninger fra ændringer i arealanvendelse med en marginal tilgang, ville summen *ikke* svare til summen af de globale udledninger fra ændringer i arealanvendelse, der er sket historisk. Den marginale tilgang er dermed egnet til at opgøre effekter som følge af en hypotetisk, fremtidig ændring i forbrug.

⁴ LUC er en forkortelse af det engelske udtryk "land-use change".

Energistyrelsen har valgt at basere opgørelsen af Danmarks forbrugsbaserede klimaaftryk på en attributiv tilgang. Af hensyn til konsistens i den metodiske tilgang er opgørelsen af udledninger fra ændringer i arealanvendelse i GA22 derfor ligeledes baseret på en attributiv tilgang. Dette metodevalg medfører, at den globale afrapportering, herunder opgørelsen af Danmarks forbrugsbaserede udledninger fra ændringer i arealanvendelse, *ikke* kan besvare, hvad en ændret efterspørgsel eller ændret adfærd i Danmark vil betyde for de globale, forbrugsbaserede udledninger.

Direkte eller indirekte ændringer i arealanvendelse

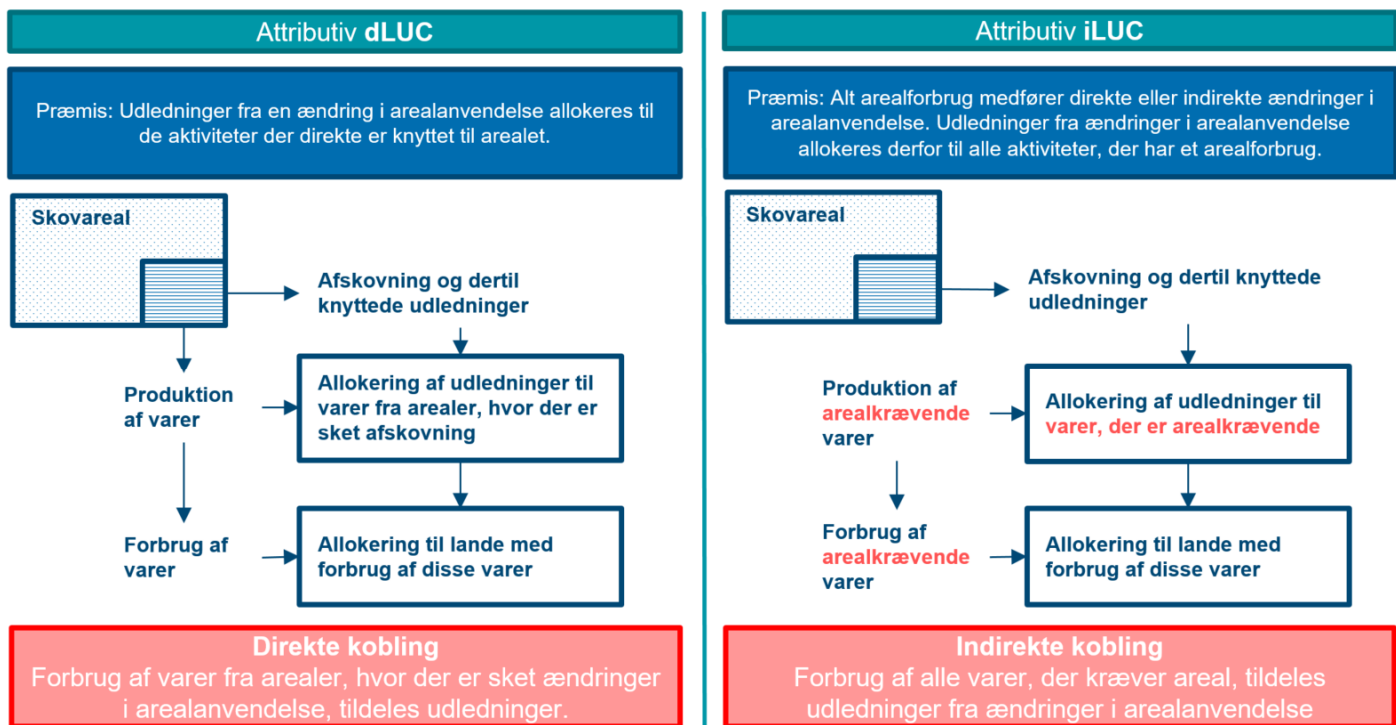
Ændringer i arealanvendelse kan i en attributiv ramme betragtes med udgangspunkt i enten dLUC eller iLUC.

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 et begrænset globalt landbrugsareal, og at et øget globalt forbrug kan medføre skovrydning for at skaffe mere landbrugsareal. Det betyder, at alle arealkrævende produkter får tilskrevet udledninger fra ændringer i arealanvendelse, uanset om produktionen direkte har medført fx skovrydning eller om udnyttelsen af areal alene har øget presset på det begrænsede globale landbrugsareal og som konsekvens potentielt indirekte har medført skovrydning et andet sted i verden. Når udledninger allokeres *direkte*, vil færre produkter dermed få tilskrevet en større udledning sammenlignet med en *indirekte* allokering, hvor alle arealkrævende produkter får tilskrevet en mindre udledning. Dette gælder, når der tages udgangspunkt i en attributiv tilgang, hvor en andel af de globale, forbrugsbaserede udledninger fra ændringer i arealanvendelse allokeres til produkter og forbrug.

Det understreges, at udledninger fra ændringer i arealanvendelse, når der tages udgangspunkt i en attributiv tilgang, enten kan allokeres direkte eller indirekte og at man for at undgå dobbelttælling skal vælge mellem de to metoder, da de to metoder anvendes til at allokere de samme udledninger.

Figur 4 sammenfatter og illustrer opgørelsen af hhv. attributiv dLUC og attributiv iLUC. Allokeringen af udledninger udgør den væsentligste forskel, hvor dLUC udelukkende allokeres til varer fra arealer, hvor der er sket en ændring i arealanvendelse, mens iLUC allokeres til alle arealkrævende varer.

Figur 4: Attributiv dLUC og attributiv iLUC.



Kilde: Energistyrelsen.

3.2 Værktøjer/modeller

Chalmers universitets dLUC-model

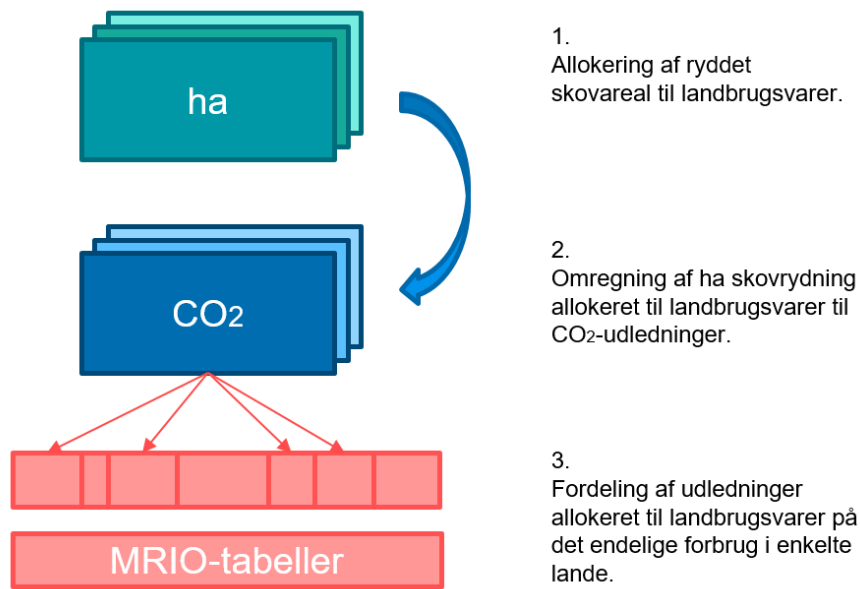
Modellen fra Chalmers universitet fokuserer på CO₂-udledninger⁵ fra dLUC, mere præcist afskovning i tropenerne, som forårsages af udvidelser af areal til hhv. landbrug, græsning og skovplantager og som direkte kan tilskrives forbrug (Pendrill et al., 2019a). Modellen følger en attributiv tilgang. Allokeringen af udledninger til landbrugsvarer, handelsstrømme og endelig forbrug udføres i tre overordnede trin:

1. En "land-balance model" anvendes til at allokere skovrydning i hektar, baseret på geodata for historisk tab af skovdække, til udvidelser af areal til hhv. landbrug, græsning og skovplantager og derefter produktionen af enkelte landbrugsvarer.
2. Ryddet skovareal allokeret til landbrugsvarer omregnes til CO₂-udledninger ved at beregne ændringer i kulstofindhold i biomasse og jord før og efter afskovning, baseret på forskellige data og studier (se afsnit 3.4 om primære datakilder). Udledninger afskrives over en flerårig periode.
3. Fordelingen af udledninger allokeret til landbrugsvarer på det endelige forbrug i enkelte sektorer og lande foretages i EXIOBASE, som er en EE-MRIO (environmentally extended multi-regional input-output) database. EXIOBASE beskriver monetære handelsstrømme i og mellem lande og

⁵ Ekskl. CH₄ og N₂O.

brancher for hele verden og er nærmere beskrevet i baggrundsnotatet *Forbrug om det forbrugsbaserede klimaaftryk*.⁶

Figur 5: Visualisering af tilgangen i Chalmers universitets dLUC-model.



Kilde: Energistyrelsen baseret på NIRAS (2021).

2.-0 LCA consultants' iLUC-model

Modellen fra 2.-0 LCA consultants kan bruges enten med en marginal tilgang eller en attributiv tilgang. I den *attributive* version bliver den samlede, globale afskovning i et givent år allokeret til det samlede brug af areal til landbrug. Den attributive version fokuserer på at allokere en del af hele verdens *historiske* udledninger fra ændringer i arealanvendelse til Danmarks forbrug.

Allokeringen af udledninger til forbrug med udgangspunkt i iLUC udføres i tre overordnede trin:

1. EXIOBASE anvendes til at beregne den globale udnyttelse af areal knyttet til Danmarks forbrug. EXIOBASE indeholder data om den samlede udnyttelse af areal for alle brancher i alle lande og regioner i modellen.⁷
2. Arealer i hektar omregnes til produktivitetsvægtede arealer for at tage højde for forskelle i arealernes produktivitet på tværs af lande.

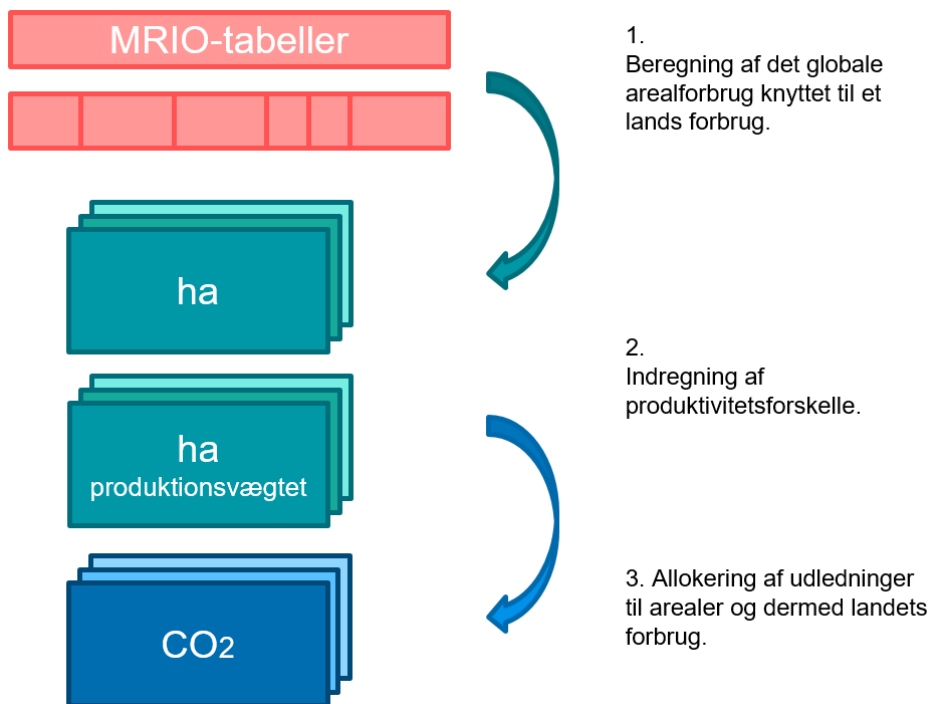
⁶ Energistyrelsen anvender den koblede input-output model, som kombinerer nationale input-output tabeller med EXIOBASE, til at allokere udledningerne allokeret til landbrugsvarer til forbruget i Danmark.

⁷ Til beregning af iLUC har Energistyrelsen leveret tal på det samlede arealforbrug knyttet til Danmarks forbrug baseret på den monetære version af EXIOBASE til 2.-0 LCA consultants.

Produktivtetsvægtningen sker ved brug af data på potentiel nettoprimærproduktion (NPP₀)⁸.

- De produktivtetsvægtede arealer knyttet til et lands forbrug ganges med en gennemsnitlig emissionsfaktor for at beregne landets iLUC. Emissionsfaktoren er beregnet ud fra den attributiv tilgang ved at fordele de globale udledninger fra afskovning pr. år ud på alle arealer i brug globalt i et givent år.

Figur 6: Visualisering af tilgangen i 2.-0 LCA consultants' iLUC-model.



Kilde: Energistyrelsen baseret på NIRAS (2021).

Potentielle andre modeller

Energistyrelsen har valgt, at opgørelsen af udledninger fra hhv. dLUC og iLUC knyttet til Danmarks forbrug tager udgangspunkt i modeller fra hhv. Chalmers universitet og 2.-0 LCA consultants, fordi der på nuværende tidspunkt, og så vidt Energistyrelsen har kunnet undersøge, ikke findes andre modeller, som kan bruges til at estimere udledninger fra ændringer i arealanvendelse knyttet til et helt lands forbrug.

⁸ NPP er nettomængden af kulstof absorberet af vegetation i en given periode, som igen definerer mængden af tilgængelig energi til overførsel fra planter til andre niveauer i fødekæden (Haberl et al., 2007).

I oktober 2021 har Stockholm Environment Institute (SEI) i samarbejde med Joint Nature Conservation Committee (JNCC) lanceret et online værktøj, som kan opgøre forbrugsbaserede udledninger fra afskovning (dLUC) for flere forskellige lande, herunder Danmark (SEI og JNCC, 2021). Værktøjet er dog baseret på samme datagrundlag fra Chalmers universitet, som Energistyrelsen anvender. Resultaterne er alligevel ikke helt identiske med resultaterne for udledninger fra dLUC i indeværende notat, da SEI benytter en anden input-output model end Energistyrelsen. SEI kommer fx frem til, at Danmarks forbrugsbaserede udledninger fra dLUC svarede til 1,62 mio. ton CO₂ i 2017, mens Energistyrelsen kommer frem til 1,68 mio. ton CO₂ i 2017.⁹

Det kan ikke udelukkes, at flere modeller og metoder bliver udviklet fremadrettet, som igen ville give andre resultater.

3.3 Overordnede forudsætninger og afgrænsninger

Chalmers universitets dLUC-model

Chalmers universitets dLUC-model er baseret på en række forudsætninger og afgrænsninger, som har betydning for de endelige modelresultater (Pendriil et al., 2019a, Pendriil et al., 2019b og Pendriil et al., 2022). Dette afsnit belyser et udvalg, som vurderes mest relevant. Bilag 1 indeholder flere detaljer. Se Pendriil et al. (2019a) og Pendriil et al. 2019b for en udtømmende redegørelse.

Geografisk afgrænsning

Modellen fra Chalmers universitet er afgrænset til alene at inddrage 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.

Land-balance model

Ideelt set ville allokeringen af skovrydning til udvidelser af arealer og landbrugsvarer foretages på baggrund af geodata (fx fra remote sensing). Der eksisterer dog på nuværende tidspunkt ikke tilstrækkelig geodata på, hvad et specifikt areal bliver brugt til efter skovrydning. Derfor anvender Chalmers universitet som det første trin en "land-balance model" til at allokere ryddet skovareal til landbrugsvarer. Modellen er grundsten for den videre allokering af udledninger til det endelige forbrug af varer.

Land-balance modellen er baseret på den grundlæggende antagelse, at (1) hvis landbrugsareal udvides, sker udvidelsen først på græsarealer (hvis der er registreret et bruttotab i græsareal) og (2) hvis arealer til græsning og skovplantager udvides, sker udvidelsen direkte på skovarealer. Ud over denne

⁹ 2017 er seneste historiske år i værktøjet fra SEI.



antagelse tilskrives registreret skovrydning til udvidelser af areal til hhv. landbrug, græsning og skovplantager ift. arealernes relative udvidelse, baseret på data fra primært FAO (se afsnit 3.4 om primære datakilder). Der tilskrives aldrig mere end det samlede, registrerede skovareal ryddet. Skovrydning allokeret til udvidelser af areal til landbrug allokeres videre til afgrødegrupper baseret på deres relative udvidelser, ligeledes baseret på national data fra primært FAO. Udvidelser af areal til græsning allokeres udelukkende til oksekød. Bilag 1 viser den formelle implementering af land-balance modellen og redegør for på hvilket geografisk niveau Chalmers universitet implementerer modellen.

Hvis det samlede, registrerede skovareal ryddet er større end den samlede udvidelse af areal til hhv. landbrug, græsning og skovplantager, tilskrives hver anvendelse af areal det fulde omfang af deres respektive udvidelse. Al skovrydning, der overstiger udvidelsen af areal til hhv. landbrug, græsning og skovplantager bliver ikke allokeret. Med udgangspunkt i denne metode når Pendrill et al. (2019a) frem til, at 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 forhold såsom skovbrand, udvidelse af areal til byer eller råstofudvinding eller ændringer i arealanvendelse, som ikke er blevet registreret i nationale landbrugsstatistikker, og disse medregnes ikke.¹⁰

Resultater fra land-balance modellen bruges derefter til at omregne hektar skovrydning til CO₂-udledninger inkl. ændringer i overjordisk biomasse, underjordisk biomasse og organisk kulstof i jorden samt udledninger fra dræning af tørvebundsarealer. Til allokering af udledninger til Danmarks forbrug, import og eksport anvender Energistyrelsen den koblede input-output model, som kombinerer nationale input-output tabeller med EXIOBASE. Dette er muligt, da Chalmers universitets data har til formål at blive anvendt til at undersøge, hvordan handel med landbrugsprodukter driver skovrydning i troperne og derfor er forberedt til at blive implementeret i handelsmodeller, bl.a. EXIOBASE.

Afskrivningsperiode

Skovrydning er en engangsbegivenhed, mens der produceres landbrugsvarer over flere år efter arealet er blevet ryddet. Udledninger fra afskovning afskrives i Chalmers universitets dLUC-model derfor over en femårig periode, som resulterer i en tidsserie over udledninger allokeret til landbrugsvarer.

Hvis der fx blev fældet skov i 2010 i Brasilien for at udvide arealet til produktion af soja, er udledningerne fra afskovning fordelt jævnt over den femårige periode 2010-

¹⁰ Andelen af skovrydning, som ikke allokeres, er i de nyeste data frem til 2018 steget til 50-60 pct. Dette skyldes primært ændringer i datagrundlaget ift. registrering af areal, hvor der er sket skovrydning. Derudover er der en forsinkelse i registreringen af de nationale landbrugsstatistikker for nogle lande (især i Afrika), som betyder, at der ikke kan tages højde for udvidelser af areal til hhv. landbrug, græsning og skovplantager i disse lande.



2015. Produktion af soja i 2015 vil således være forbundet med en femtedel af de udledninger, der stammer fra den tilknyttede afskovning, hvis dette er sket inden for de foregående fem år. Er afskovning sket for mere end fem år siden, bliver de tilknyttede udledninger sat til nul. Det bemærkes, at valget af en femårig afskrivningsperiode er arbitrært og forudsætter en retrospektiv tilskrivning af ansvarlighed for tidligere afskovning.

I GA21 indgik en tidligere opgørelse af udledninger fra Chalmers universitet, hvor denne periode var sat til 10 år (Pendriil et al. 2019a, Pendriil et al. 2019b). Pendriil et al. har lavet en følsomhedsanalyse af deres tidligere resultater med hensyn til afskrivningsperioden, som viser, at resultaterne er stabile over for ændringer i afskrivningsperioden (Pendriil et al. 2019b). Hvorvidt en længere afskrivningsperiode vil øge eller reducere udledninger allokeret til landbrugsvarer afhænger af, om udledningerne fra afskovning var højere eller lavere i tidligere perioder end i senere år.

Det er almindelig praksis, at udledninger fra skovrydning afskrives over en flerårig periode for at tage højde for, at skovrydning er en engangsbegivenhed, mens der efter arealet er blevet ryddet produceres landbrugsvarer over flere år. Det skal dog bemærkes, at denne praksis adskiller sig fra det generelle princip om at allokere alle verdens udledninger i det aktuelle år i opgørelsen af Danmarks forbrugsbaserede klimaaftryk.

2.-0 LCA consultants' iLUC-model

Beregningen af Danmarks forbrugsbaserede udledninger fra iLUC er baseret på færre forudsætninger end beregningen af de forbrugsbaserede udledninger fra dLUC. Dette skyldes, at den attributive tilgang til at beregne udledninger fra iLUC tager udgangspunkt i en relativ simpel tilgang.

Udledninger fra afskovning

De globale udledninger fra afskovning er beregnet på baggrund af data fra Forest Resources Assessment (FRA) fra FAO.¹¹ Beregningen udføres i to trin: Først opgøres udviklingen i skovareal fra 2010 til 2020 i alle lande inkluderet i datasættet fra FRA (236 lande i alt). Hvis der har været en nedgang i skovareal, defineres dette som afskovning. Ud fra disse data beregnes et årligt gennemsnit for afskovning i de forskellige lande. Derefter estimeres nedgangen i kulstoflager, som nedgangen i skovareal har medført. Denne beregning er baseret på data fra FRA. Der tages højde for tab af både overjordisk og underjordisk biomasse, som omregnes til CO₂-udledninger.

De globale udledninger fra afskovning pr. år fordeles ud på alle dyrkede arealer i brug globalt i 2020, som resulterer i en gennemsnitlig udledningsfaktor pr. areal.

¹¹ <https://fra-data.fao.org/>



Arealdata er fra FAO's statistikker (FAOSTAT). Beregningen omfatter alle arealer under kategorien "Cropland" (dyrkede arealer) som i FAOSTAT dækker over "Arable land" (agerjord) og "Permanent crops" (permanente afgrøder).

Produktionsvægtning af arealer

Al brug af areal (i hektar) omregnes til produktivitetsvægtede arealer for at tage højde for forskelle i arealernes produktivitet på tværs af lande, som er afhængig af fx klimatiske forhold, jordsammensætning mv. Produktivitetsvægtningen sker ved brug af data på potentiel nettoprimærproduktion (NPP_0) i de enkelte lande ift. det globale gennemsnit. Det vil sige, der bruges en vægtningsfaktor, som svarer til

$$Vægtningsfaktor = \frac{NPP_{0,land}}{NPP_{0,global}}$$

Nettoprimærproduktionen (NPP) er nettomængden af kulstof absorberet af vegetation i en given periode (g kulstof pr. kvadratmeter pr. år), som igen definerer mængden af tilgængelig energi til overførsel fra planter til andre niveauer i fødekæden (Haberl et al., 2007).

Allokering af udledninger til Danmarks forbrug, import og eksport

Beregningen af Danmarks udledninger fra iLUC tager udgangspunkt i det samlede arealforbrug, som kan knyttes til Danmarks forbrug, import og eksport. Energistyrelsen har beregnet arealforbruget i den monetære version af EXIOBASE, hvori arealforbruget er fordelt på areal til afgrøder, græsareal og skovareal, som allokeres til de forskellige brancher i databasen.

Arealforbruget omfatter i beregningen af Danmarks udledninger fra iLUC alle dyrkede arealer i 2020 samt alle græsarealer, som også er egnet til dyrkning af afgrøder. For at estimere, hvor stor en andel af græsarealet knyttet til Danmarks forbrug, import og eksport også er egnet til dyrkning af afgrøder, bruger 2.-0 LCA consultants en metode, som tager udgangspunkt i NPP_0 værdien for hhv. dyrkede arealer og græsarealer i de enkelte lande. Hvis værdien for græsarealer i et land er større end værdien for dyrkede arealer, dvs. den potentielle nettoprimærproduktion for græsarealer er større end for dyrkede arealer, antages det, at hele græsarealet i dette land også er egnet til dyrkning af afgrøder. Hvis værdien for græsarealer i et land er mindre end værdien for dyrkede arealer, er der to muligheder: 1) Selvom værdien for græsarealer er mindre end værdien for dyrkede arealer estimeres det, at en vis andel af græsarealet er egnet til dyrkning af afgrøder. Dette fordi NPP_0 værdien for græsarealer er større end en i forvejen fastlagt grænseværdi for NPP_0 ¹², som definerer fra hvilken værdi et areal kan defineres som egnet til dyrkning af afgrøder. 2) Hvis værdien for græsarealer i et land er mindre end værdien for dyrkede arealer og mindre en grænseværdien antages det, at græsarealer i dette land ikke er egnet til dyrkning af afgrøder.

¹² Grænseværdien ligger på 523 g kulstof pr. kvadratmeter pr. år og er baseret på en kumulativ fordelingsfunktion af alle landes NPP_0 værdi for dyrkede arealer (forudsat tilgængelig data).



Med udgangspunkt i denne tilgang beregnes det samlede arealforbrug, dvs. dyrkede arealer og græsarealer egnet til dyrkning af afgrøder, som kan knyttes til Danmarks forbrug, import og eksport. Som nævnt, omfatter arealforbrug i EXIOBASE også skovareal. Det har dog ikke været muligt at vurdere, hvor meget af skovarealet knyttet til Danmarks forbrug, import og eksport, der er tilgængeligt for opdyrkning, hvorfor skovareal udelades i beregningen. Dette kan betyde, at udledninger fra iLUC er underestimeret.

Det samlede arealforbrug omregnes til produktionsvægtede arealer, jf. ovenfor, og ganges med den gennemsnitlige udledningsfaktor for dermed at komme frem til Danmarks forbrugsbaserede udledninger fra iLUC, udledninger knyttet til import og eksport. Se bilag 2 for flere detaljer ift., hvordan udledninger fra iLUC er beregnet.

Brug af EXIOBASE i begge modeller

Allokeringen af arealforbrug og udledninger fra ændringer i arealanvendelse til Danmarks forbrug, import og eksport er i begge opgørelser baseret på en monetær version af EXIOBASE (version 3.8.2). Opgørelserne af udledninger fra ændringer i arealanvendelse kan derfor kun tage højde for de monetære handelsstrømme, som er inkluderet i denne version. Se baggrundsnotatet *Forbrug* om Danmarks forbrugsbaserede klimaaftryk for en nærmere beskrivelse af EXIOBASE.

3.4 Primære datakilder

Primære datakilder til Chalmers universitets dLUC-model

Chalmers universitets dLUC-model er baseret på en række primære datakilder, som er vist i Tabel 1; se Pendrill et al. 2019a og 2019b for flere detaljer.

Tabel 1: Primære datakilder i Chalmers universitets dLUCmodel (Pendrill et al. 2019b).

Primære datakilder	
Trin 1: Allokering af skovrydning til udvidelser af areal og produkter	<ul style="list-style-type: none">- Data på tab af skovdække: Hansen et al. (2013)- Landbrugsstatistikker over areal til landbrug, afgrøder, græsareal og skovplantager: FAOSTAT og Forest Resources Assessment (FRA) fra FAO- Bruttotab af græsareal og dyrkede marker: Li et al. (2018)
Trin 2: Beregning af udledninger fra skovrydning og allokering til produkter	<ul style="list-style-type: none">- Tab af overjordisk biomasse (AGB): Hansen et al. (2013), Zarin et al. (2016)- Tab af underjordisk biomasse (BGB): Estimeret pba. et antaget AGB-BGB-forhold baseret på FAO data og i overensstemmelse med IPCC (2006)- Udledninger fra dræning af tørvebundsarealer: Joosten et al. (2010), Drösler et al. (2014)- Ændringer i organisk kulstof i jorden: Don et al. (2011)



Trin 3: Allokeringen af udledninger fra dLUC til det endelige forbrug i Danmark	- Den koblede input-output model. Se baggrundsnotatet <i>Forbrug</i> om det forbrugsbaserede klimaaftryk for en nærmere beskrivelse.
--	--

Primære datakilder til 2.-0 LCA consultants' iLUC-model

2.-0 LCA consultants iLUC-model er baseret på en række primære datakilder, som er vist i Tabel 2.

Tabel 2: Primære datakilder i 2.-0 LCA consultants iLUC-model.

Primære datakilder	
Trin 1: Beregning af den globale udnyttelse af areal knyttet til Danmarks forbrug	- Land accounts i EXIOBASE version 3.8.2: FAOSTAT; se Theurl et al. (2018) for en nærmere beskrivelse af land accounts i EXIOBASE.
Trin 2: Produktivitetsvægtning	- Potentiel nettoprimærproduktion (NPP ₀): Haberl et al. (2007); Friedl et al. (2010)
Trin 3: Allokering af udledninger fra iLUC knyttet til Danmarks forbrug	- Globale udledninger fra afskovning: Forest Resources Assessment (FRA) fra FAO - Arealdata: FAOSTAT

3.5 Sammenhæng til andre dele af GA22

Sammenhæng til opgørelsen af Danmarks samlede, forbrugsbaserede klimaaftryk

I den globale afrapportering beregnes Danmarks forbrugsbaserede klimaaftryk (baggrundsnotatet *Forbrug*). Det betyder, at det både er udledninger i Danmark og udledninger i udlandet knyttet til dansk forbrug, der opgøres.

Når der anvendes et forbrugsbaseret princip, er det væsentligt også at belyse udledninger fra 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 udledninger fra ændringer i arealanvendelse knyttet til Danmarks forbrug særskilt og indgår ikke i det forbrugsbaserede klimaaftryk.

Sammenhæng til opgørelser af Danmarks forbrug af biomasse og biobrændstoffer

Opgørelsen i GA22 af hhv. Danmarks forbrug af biomasse og Danmarks forbrug af biobrændstoffer (se baggrundsnotaterne *Forbrug af biomasse* og *Forbrug af biobrændstoffer*) inkluderer også udledninger fra iLUC. Hvor dette baggrundsnotat følger en attributiv tilgang, følger begge disse opgørelser dog en marginal tilgang. Danmarks forbrug af biomasse opgøres med en marginal tilgang og belyser en



kontrafaktisk situation, dvs. hvordan de globale udledninger fra og optag af skovareal ville være, hvis Danmark ikke havde brugt biomasse til energiformål. Opgørelsen af Danmarks forbrug af biobrændstoffer tager udgangspunkt i iLUC-værdier, som anvendes på EU-niveau og via dette er tilgangen marginal. En nærmere beskrivelse af de anvendte metoder findes i de respektive baggrundsnotater *Forbrug af biomasse* og *Forbrug af biobrændstoffer*.

Udledninger fra iLUC i baggrundsnotaterne *Forbrug af biomasse* og *Forbrug af biobrændstoffer* kan pga. forskelle i de metodiske tilgange ikke sammenlignes med de samlede, forbrugsbaserede udledninger fra iLUC opgjort i indeværende baggrundsnotat. Selvom opgørelserne anvender forskellige tilgange og dermed belyser forskellige spørgsmål, så er det alligevel relevant at nævne, at der i nogen grad er overlap mellem hvilke dele der dækkes. Opgørelsen af de samlede, forbrugsbaserede udledninger fra iLUC med en attributiv tilgang omfatter historiske udledninger fra afskovning indirekte relateret til Danmarks forbrug af biobrændstoffer i det tilfælde, hvor de er blevet produceret på landbrugsareal. Ligeledes omfatter de samlede, forbrugsbaserede udledninger fra iLUC arealanvendelse i forbindelse med Danmarks forbrug af biomasse. Det kan på nuværende tidspunkt ikke isoleres, hvor meget af de forbrugsbaserede udledninger fra ændringer i arealanvendelse, som kan allokere til Danmarks forbrug af hhv. biobrændstoffer og biomasse.

Derudover hænger opgørelsen af Danmarks forbrugsbaserede udledninger fra ændringer i arealanvendelse sammen med baggrundsnotatet *Import og forbrug af soja*, herunder en opgørelse af udledninger fra dLUC. Danmarks samlede, forbrugsbaserede udledninger fra dLUC opgjort i indeværende notat indeholder udledninger fra ændringer i arealanvendelse knyttet til Danmarks import og forbrug af sojaskrå. Det skal dog bemærkes, at der er forskelle i de metodiske tilgange. For eksempel er opgørelsen af udledninger fra dLUC knyttet til Danmarks import og forbrug af soja baseret på en anden model til at allokere udledninger til afgrøder end opgørelsen af Danmarks samlede, forbrugsbaserede udledninger fra dLUC. Derudover følger analysen af Danmarks import og forbrug af soja ikke et forbrugsbaseret princip. Se baggrundsnotatet *Import og forbrug af soja* for en nærmere beskrivelse af den anvendte metode i denne analyse, herunder en sammenligning mellem Chalmers universitets dLUC-model og den model, som sojaanalysen er baseret på.

4. Resultater og analyse

Afsnittet udfolder de hovedresultater, der indgår i afsnit 2, dvs. udledninger fra ændringer i arealanvendelse knyttet til dansk forbrug opgjort med udgangspunkt i hhv. direkte ændringer i arealanvendelse (dLUC) og indirekte ændringer i arealanvendelse (iLUC). Dertil indeholder afsnittet en sammenligning med den tilsvarende opgørelse i GA21.

4.1 Udledninger fra direkte ændringer i arealanvendelse (dLUC)

For 2018 estimerer Chalmers universitet, at udledninger fra afskovning i troperne som følge af det samlede, *globale* forbrug svarer til ca. 2,8 gt CO₂ (Pendril et al. 2022). Energistyrelsen anvender den koblede input-output model, som kombinerer nationale input-output tabeller med EXIOBASE, til at allokere udledninger som følge af det samlede, globale forbrug til forbruget i Danmark. 0,0019 gt CO₂ (1,9 mio. ton) ud af de 2,8 gt CO₂ allokeres derigennem til Danmarks forbrug i 2018.

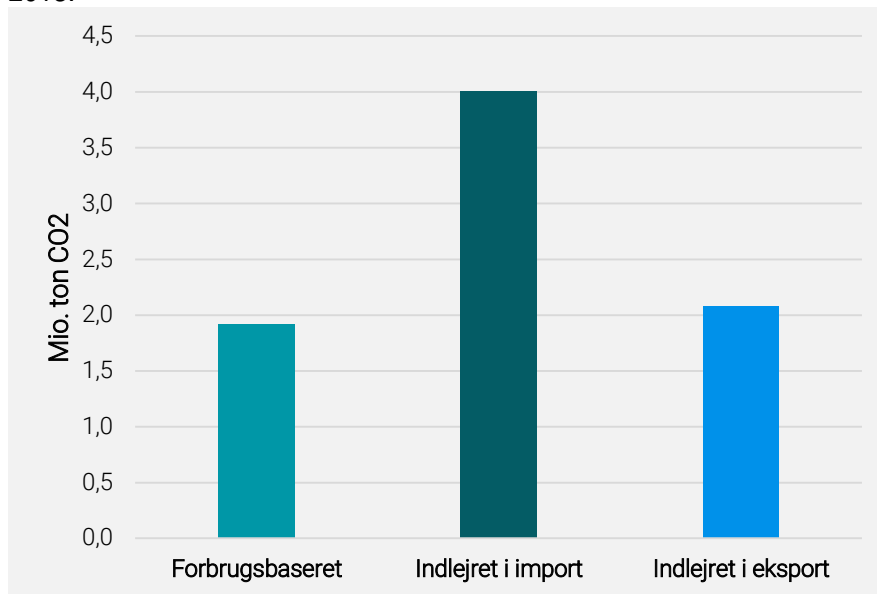
Det skal hertil generelt bemærkes, at den koblede input-output model beskriver monetære handelsstrømme i og mellem lande og brancher, men ikke handel med fysiske varer. Derudover er modellen baseret på en række forudsætninger, som nærmere beskrevet i baggrundsnotat *Forbrug* om det forbrugsbaserede klimaaftryk. Dette bør tages med i betragtning, når man ser på resultaterne for udledninger fra dLUC.

Udledninger fra dLUC i dansk forbrug, import, og eksport

I Figur 7 fokuseres på udledninger fra dLUC knyttet til hhv. Danmarks forbrug, import og eksport. Figuren viser Danmarks forbrugsbaserede udledninger fra dLUC for 2018 (1,9 mio. ton CO₂), udledninger fra dLUC indlejret i importerede varer til Danmark (4,0 mio. ton CO₂) og udledninger fra dLUC indlejret i eksporterede varer fra Danmark (2,1 mio. ton CO₂).¹³ De forbrugsbaserede udledninger svarer til udledninger indlejret i importerede varer fratrukket udledninger indlejret i eksporterede varer. Udledninger knyttet til produktion i Danmark er i denne sammenhæng ikke relevant, da opgørelsen af udledninger fra dLUC er afgrænset til at omfatte udledninger som følge af afskovning i tropene.

¹³ "Indlejret" betyder her, at der er tale om effekter der sker opstrøms i værdikæden. Udledninger fra ændringer i arealanvendelse indlejret i eksporterede varer omfatter dermed udledninger i forbindelse med produktionen. Der ses til gengæld ikke på, hvilken effekt Danmarks eksport af varer potentielt medfører nedstrøms.

Figur 7: Udledninger fra dLUC knyttet til hhv. Danmarks forbrug, import og eksport i 2018.



Kilde: Baseret på data fra Pendrill et al. (2022), som Energistyrelsen har anvendt i den koblede input-output model.

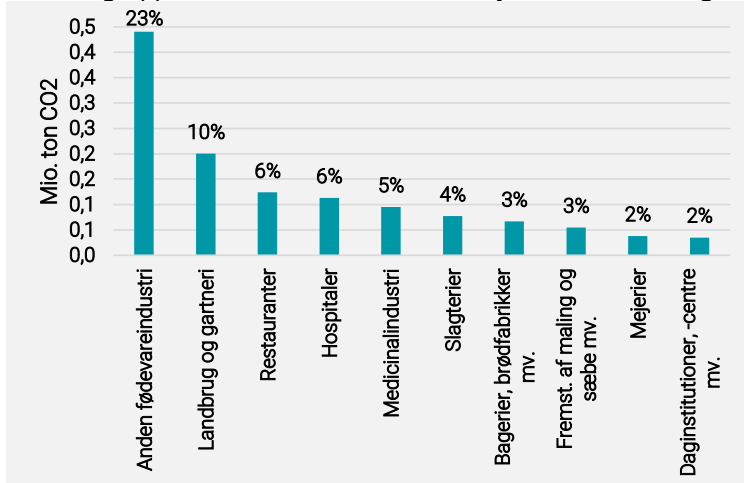
Udledninger fra dLUC fordelt på branchegrupper

I Figur 8-10 fordeles udledninger fra dLUC knyttet til hhv. Danmarks forbrug, import og eksport på branchegrupper. Det skal hertil bemærkes, at fordelingen på branchegrupper viser udledninger indlejret i den branche, som leverer til det endelige forbrug (dvs. til husholdninger, til det offentlige, til investeringer og til eksport, se også baggrundsnotat *Forbrug* om det forbrugsbaserede klimaaftryk).

Figureerne viser, at udledninger allokeret til branchegruppen "Anden fødevarerindustri" udgør mest både med hensyn til udledninger fra dLUC knyttet til forbrug, indlejret i importerede varer og indlejret i eksporterede varer. "Anden fødevarerindustri" dækker over bl.a. forarbejdning af vegetabiliske olier og fedt og forarbejdning af fødevarer.¹⁴

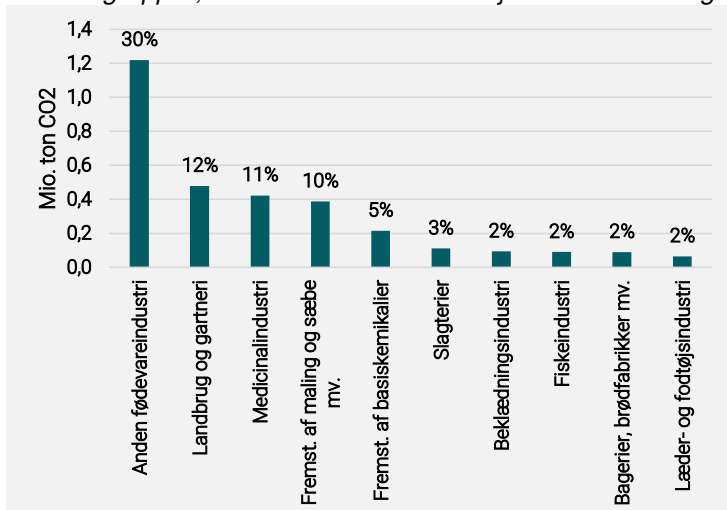
¹⁴ I den koblede input-output model skal flere EXIOBASE brancher fordeles på branchegrupper i den danske model. For eksempel tildeles forarbejdning af vegetabiliske olier og fedt samt forarbejdning af fødevarer til Anden fødevarerindustri.

Figur 8: Udledninger fra dLUC knyttet til Danmarks forbrug i 2018 fordelt på de 10 branchegrupper, hvis leverancer har indlejret flest udledninger fra dLUC.



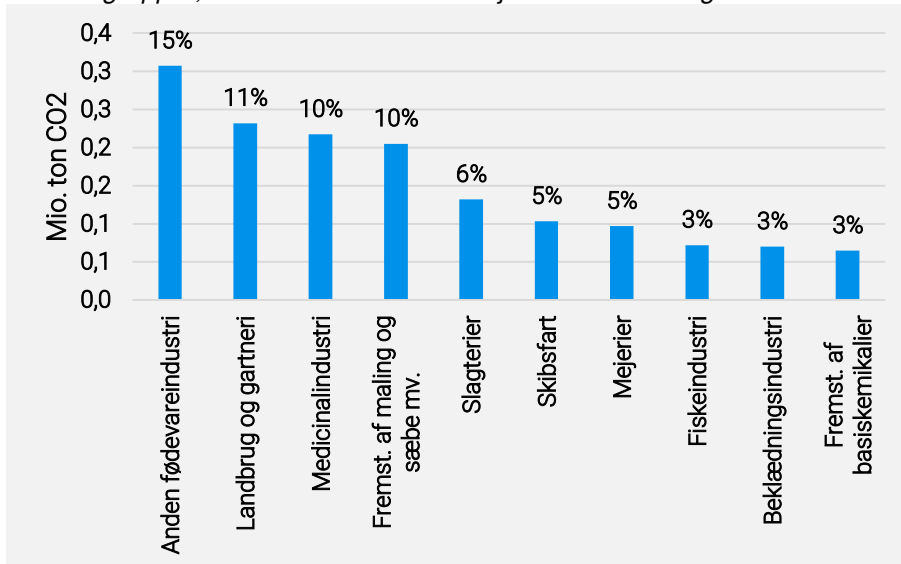
Kilde: Baseret på data fra Pendrill et al. (2022), som Energistyrelsen har anvendt i den koblede input-output model. **Anmærkning:** Procenttallene viser andelen af de samlede udledninger fra dLUC knyttet til forbrug (1,9 mio. ton CO₂) og summerer derfor ikke til 100 pct.

Figur 9: Udledninger fra dLUC indlejret i Danmarks import i 2018 fordelt på de 10 branchegrupper, hvis leverancer har indlejret flest udledninger fra dLUC.



Kilde: Baseret på data fra Pendrill et al. (2022), som Energistyrelsen har anvendt i den koblede input-output model. **Anmærkning:** Procenttallene viser andelen af de samlede udledninger fra dLUC indlejret i import (4,0 mio. ton CO₂) og summerer derfor ikke til 100 pct.

Figur 10: Udledninger fra dLUC indlejret i Danmarks eksport i 2018 fordelt på de 10 branchegrupper, hvis leverancer har indlejret flest udledninger fra dLUC



Kilde: Baseret på data fra Pendrill et al. (2022), som Energistyrelsen har anvendt i den koblede input-output model. **Anmærkning:** Procenttallene viser andelen af de samlede udledninger fra dLUC indlejret i eksport (2,1 mio. ton CO₂) og summerer derfor ikke til 100 pct.

Udledninger fra dLUC fordelt på lande

Figur 11 viser en opdeling på de lande/områder, hvor der sker afskovning, som gennem den koblede input-output model kan knyttes til det danske forbrug. På baggrund af modelberegningerne er omkring 40 pct. af udledninger fra dLUC knyttet til både Danmarks forbrug, import og eksport relateret til afskovning som følge af produktion i Indonesien, efterfulgt af Afrika ekskl. Sydafrika, Brasilien, Syd- og Mellemerika ekskl. Brasilien og en gruppe lande i Asien og Stillehavsområdet, som hver står for 12-16 pct.¹⁵ Udledninger fra dLUC i disse lande udgør 95 pct. af de samlede udledninger fra dLUC knyttet til hhv. Danmarks forbrug, import og eksport i 2018.¹⁶

Det er ikke muligt præcis at opgøre, hvad den store andel af udledninger knyttet til afskovning i Indonesien skyldes. Resultaterne af den anvendte model og data kan indikere, at den primært er forbundet med produktion og forarbejdning af palmeolie pga. to forhold:

¹⁵ I EXIOBASE er en række lande samlet i grupper, herunder Resten af verden Afrika (omfatter alle afrikanske lande undtagen Sydafrika), Resten af verden Amerika (omfatter Syd- og Mellemerika ekskl. Brasilien) og Resten af verden Asien og Stillehavsområdet (omfatter fx Pakistan, Cambodia, Thailand, Georgien og en række andre lande). I et bilag til baggrundsnotatet *Forbrug* om det forbrugsbaserede klimaaftryk vises en tabel med alle lande og regioner i EXIOBASE.

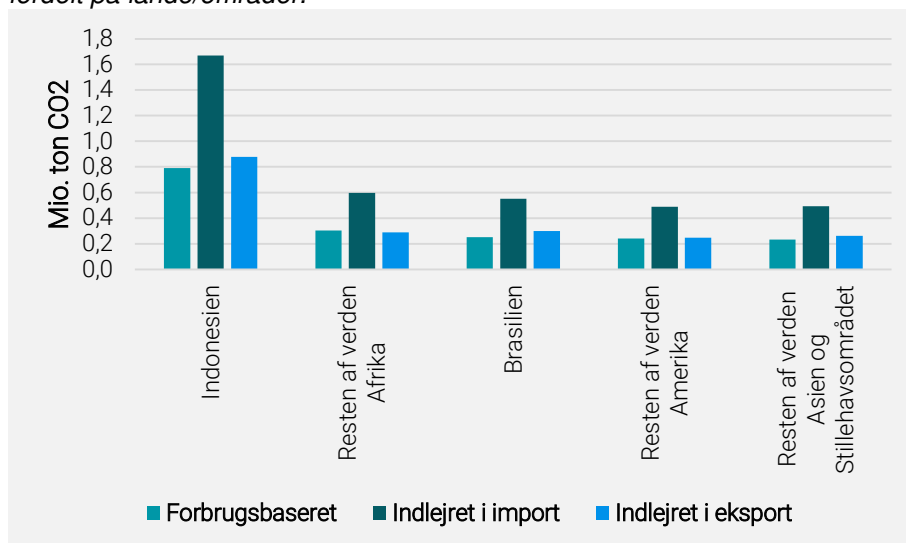
¹⁶ Der er også sket afskovning i Australien, Indien, Sydafrika, Tyrkiet, Mexico, Resten af verden Mellemosten, Japan, Resten af verden Europa og Cypern, som kan knyttes til det danske forbrug. Disse landes bidrag er dog meget begrænset.



1. Omkring 50 pct. af de samlede udledninger fra dLUC knyttet til produktion i Indonesien kan, jf. Chalmers universitets dLUC-model, tilskrives produktion og forarbejdning af vegetabilsk olie og fedt, dvs. primært palmeolie.
2. Som nævnt er "Anden fødevarerindustri" estimeret til at være den største bidrager til udledninger fra dLUC knyttet til hhv. Danmarks forbrug, import og eksport i 2018. "Anden fødevarerindustri" dækker over bl.a. forarbejdning af vegetabilsk olie og fedt, som derudover udgør en stor del af branchen.

Palmeolie bliver i Danmark hovedsageligt brugt til fødevarerproduktion og som foder til husdyr (Gylling et al., 2018). Dermed kan palmeolie indgå direkte som ingrediens i fødevarer (fx småkager, chokolade, margarine og færdigretter mv.) eller indirekte som indlejret palmeolie i animalske produkter, som forarbejdes i fødevarerindustrien (Dolmer og Bosselmann, 2022). Biodiesel baseret på palmeolie er i Danmark stort set udfaset (se baggrundsnotatet *Forbrug af biobrændstoffer*).

Figur 11: Udledninger fra dLUC knyttet til hhv. Danmarks forbrug, import og eksport fordelt på lande/områder.

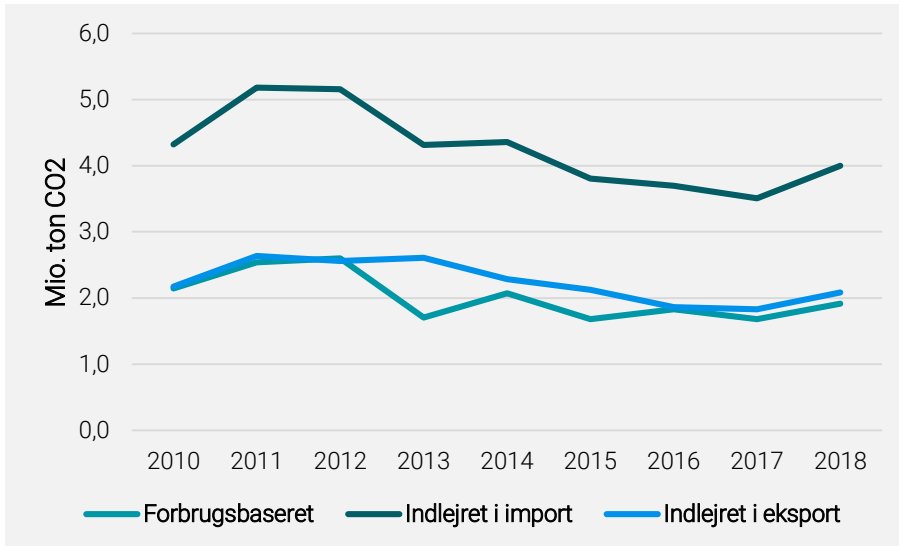


Kilde: Baseret på data fra Pendrill et al. (2022), som Energistyrelsen har anvendt i den koblede input-output model.

Udviklingen over tid i udledninger fra dLUC

Figur 12 viser udviklingen i udledninger fra dLUC knyttet til hhv. Danmarks forbrug, import og eksport fra 2010-2018. Udviklingen styres primært af den økonomiske udvikling ift. forbrug, import og eksport i branchegrupperne "Anden fødevarerindustri" og "Landbrug og gartneri". Ligesom for 2018 har udledninger fra dLUC allokeret til disse branchegrupper mest betydning både med hensyn til udledninger knyttet til forbrug, indlejret i importerede varer og indlejret i eksporterede varer.

Figur 12: Udledninger fra dLUC knyttet til hhv. Danmarks forbrug, import og eksport fra 2010-2018.



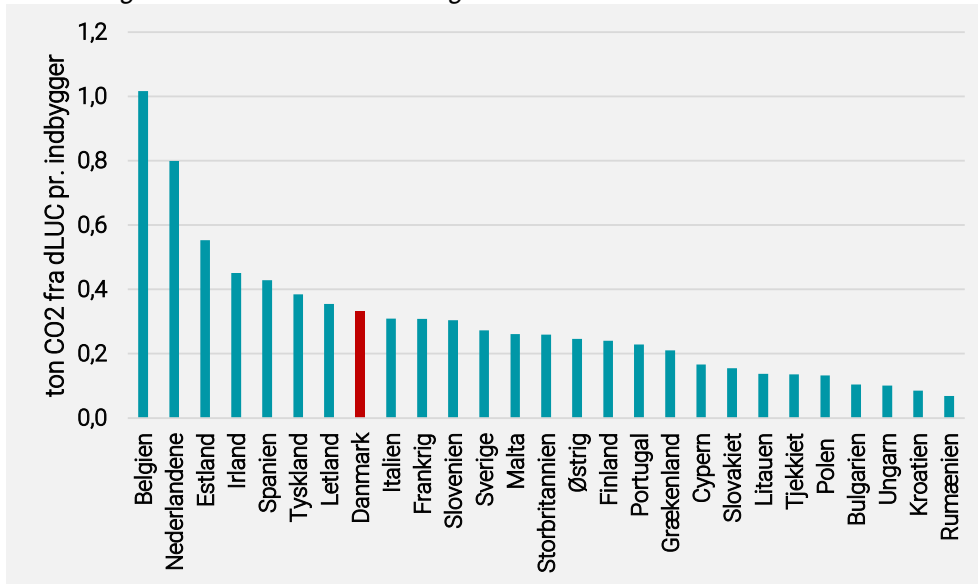
Kilde: Baseret på data fra Pendrill et al. (2022), som Energistyrelsen har anvendt i den koblede input-output model.

Sammenligning med andre lande

For Danmark ligger de forbrugsbaserede udledninger fra dLUC på ca. 0,3 ton CO₂ pr. indbygger i 2018. Dermed ligger Danmark på et gennemsnitligt niveau, når man sammenligner med andre EU-lande, se Figur 13.

Resultaterne er baseret på modelberegninger (Pendrill et al., 2022) og er derfor behæftet med usikkerhed. Energistyrelsen har ikke udarbejdet en analyse af, hvad der driver forskelle mellem landene.

Figur 13: Forbrugsbaserede udledninger fra dLUC pr. indbygger i 2018 i Danmark sammenlignet med andre EU-lande og Storbritannien.



Kilde: Pendrill et al. (2022), Eurostat (2022) og Energistyrelsen **Anmærkning:** Udledningerne er baseret på resultater fra Chalmers universitets dLUC-model, som er blevet implementeret i EXIOBASE version 3.8.2. For Danmark anvendes Energistyrelsens resultat, som er baseret på resultater fra Chalmers universitets dLUC-model, som er blevet implementeret i Energistyrelsens koblede input-output model.

4.2 Udledninger fra indirekte ændringer i arealanvendelse (iLUC)

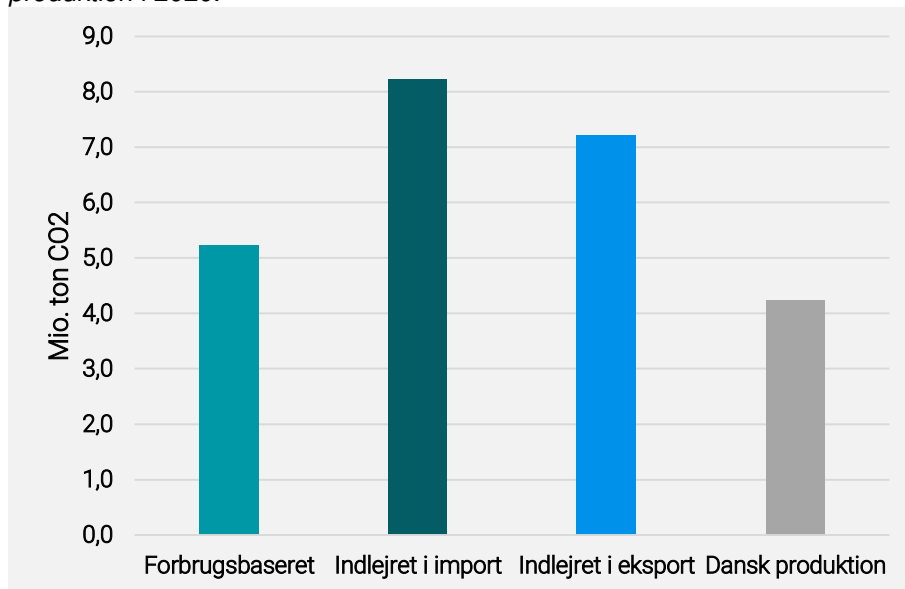
Opgørelsen af iLUC bygger på den grundlæggende antagelse, at alle arealkrævende aktiviteter trækker på et begrænset globalt landbrugsareal. Det betyder, at alt arealforbrug knyttet til Danmarks import, eksport og indenlandsk produktion får tilskrevet udledninger fra ændringer i arealanvendelse. Udledninger fra iLUC knyttet til Danmarks forbrug svarer til udledninger knyttet til produktion i Danmark og indlejret i importerede varer, men fratrukket udledninger indlejret i eksporterede varer.

Arealforbruget til brug for opgørelsen af iLUC er beregnet i den monetære version af EXIOBASE. Det skal hertil igen bemærkes, at dette betyder, at opgørelsen af arealforbruget derfor tager udgangspunkt i de monetære handelsstrømme.

Udledninger fra iLUC i dansk forbrug, import, eksport og produktion

Danmarks forbrugsbaserede udledninger fra iLUC svarer til 5,2 mio. ton CO₂ i 2020, udledninger fra iLUC indlejret i importerede varer til 8,2 mio. ton CO₂ og udledninger fra iLUC indlejret i eksporterede varer til 7,2 mio. ton CO₂, jf. Figur 14. Udledninger fra iLUC knyttet til produktion i Danmark svarer til 4,2 mio. ton CO₂.

Figur 14: Udledninger fra iLUC knyttet til hhv. Danmarks forbrug, import, eksport og produktion i 2020.



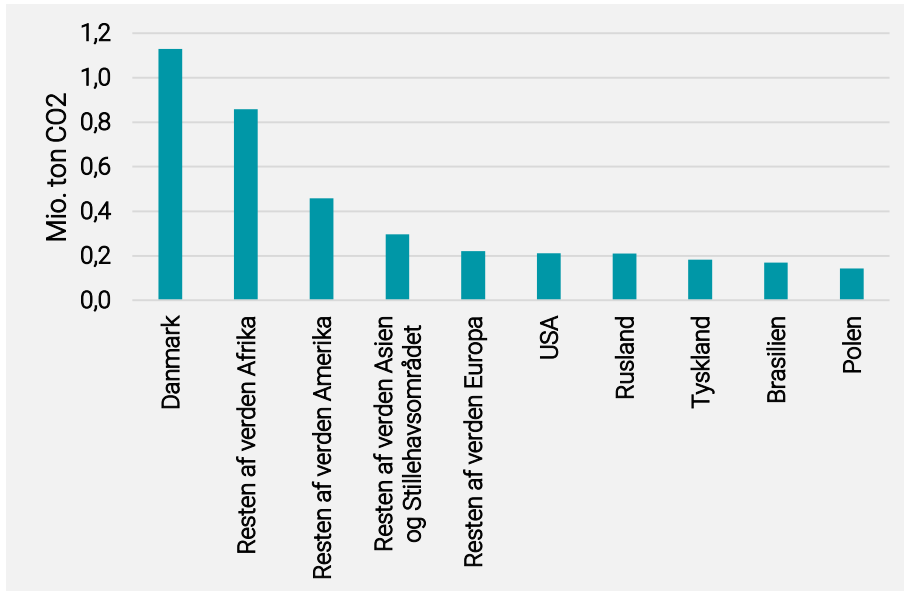
Kilde: 2.-0 LCA consultants og Energistyrelsen.

Udledninger fra iLUC fordelt på lande

I Figur 15-17 fordeles udledninger fra iLUC knyttet til hhv. Danmarks forbrug, import og eksport på lande/områder. Figurerne viser de 10 lande/områder, hvor arealforbruget og udledninger knyttet til hhv. Danmarks forbrug, import og eksport i 2020 har været størst.

Udledninger fra iLUC allokeret til arealforbrug i Danmark bidrager mest til Danmarks samlede udledninger fra iLUC knyttet til forbrug, efterfulgt af Resten af verden Afrika og Resten af verden Amerika. Når man ser på, hvilke branchegrupper, der ligger bag dette resultat, er det primært Landbrug, Anden fødevarerindustri, Slagterier og Mejerier. Det vil sige, at arealforbrug og dertil knyttede udledninger allokeret til disse branchegrupper har størst betydning for Danmarks samlede udledninger fra iLUC knyttet til forbrug.

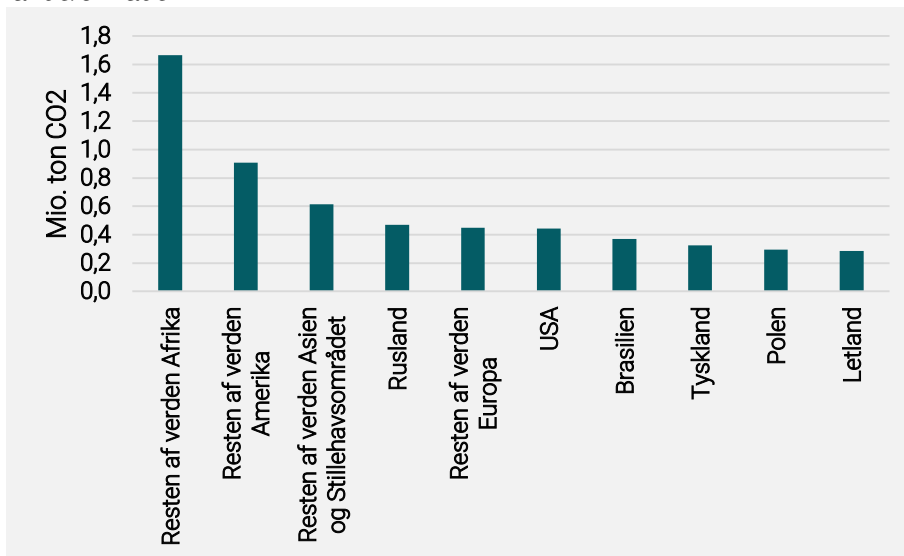
Figur 15: Udledninger fra iLUC knyttet til Danmarks forbrug i 2020 fordelt på lande/områder.



Kilde: 2-0 LCA consultants og Energistyrelsen. **Anmærkning:** Figuren omfatter ikke alle lande med arealforbrug og udledninger knyttet til Danmarks forbrug, men viser de 10 lande/områder, hvor arealforbruget og udledninger har været størst.

Udledninger fra iLUC allokeret til arealforbrug i Resten af verden Afrika er med afstand den største bidrager til Danmarks samlede udledninger fra iLUC indlejret i Danmarks import i 2020. Arealforbrug og dertil knyttede udledninger allokeret til branchegrupperne Landbrug og Anden Fødevareindustri udgør størstedelen.

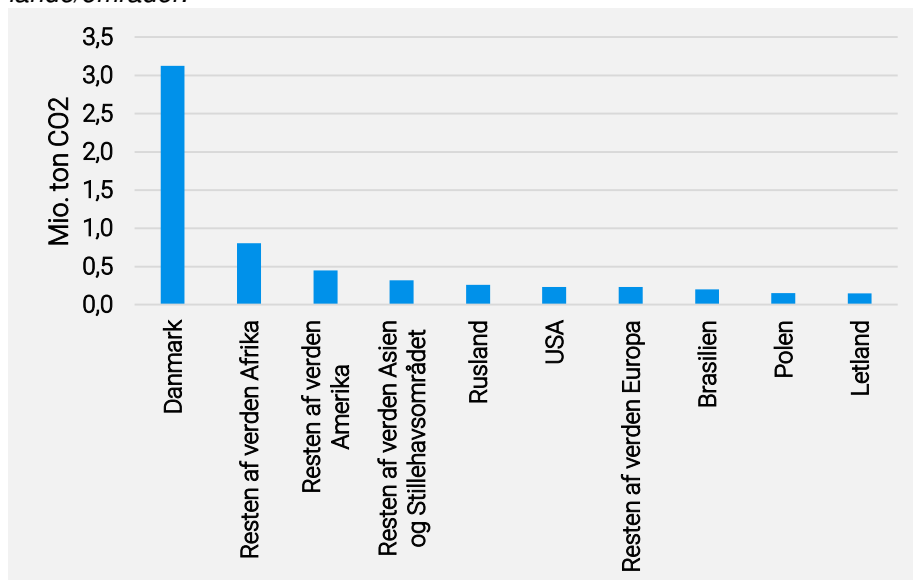
Figur 16: Udledninger fra iLUC indlejret i Danmarks import i 2020 fordelt på lande/områder.



Kilde: 2.-0 LCA consultants og Energistyrelsen. **Anmærkning:** Figuren omfatter ikke alle lande med arealforbrug og udledninger indlejret i Danmarks import, men viser de 10 lande/områder, hvor arealforbruget og udledninger har været størst.

Udledninger fra iLUC allokeret til arealforbrug i Danmark er med afstand den største bidrager til Danmarks samlede udledninger fra iLUC indlejret i Danmarks eksport i 2020. Arealforbrug og dertil knyttede udledninger allokeret til branchegrupperne Landbrug, Slagterier og Mejerier udgør størstedelen.

Figur 17: Udledninger fra iLUC indlejret i Danmarks eksport i 2020 fordelt på lande/områder.



Kilde: 2.-0 LCA consultants og Energistyrelsen. **Anmærkning:** Figuren omfatter ikke alle lande med arealforbrug og udledninger indlejret i Danmarks eksport, men viser de 10 lande/områder, hvor arealforbruget og udledninger har været størst.

Arealforbrug knyttet til Danmarks forbrug, import og eksport

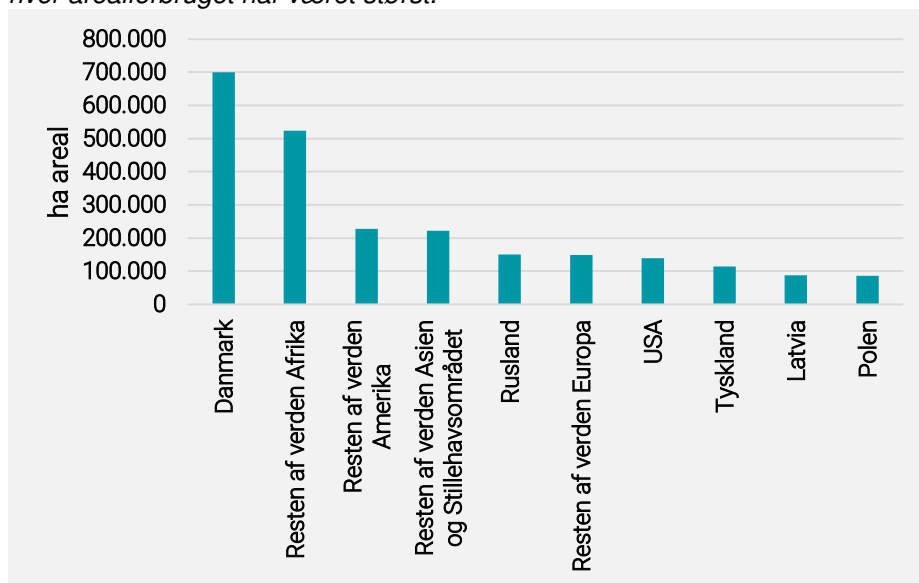
Beregningen af udledninger fra iLUC er, som nævnt, baseret på det samlede arealforbrug knyttet til hhv. Danmarks import, eksport og produktion i 2020. Det forbrugsbaserede arealforbrug svarer til arealforbruget knyttet til dansk produktion og import, men fratrukket arealforbruget knyttet til dansk eksport. Arealforbruget omfatter dyrkede arealer og græsarealer, der er egnet til dyrkning af afgrøder, jf. afsnit 3.3. Figur 18-20 viser arealforbruget i de ti lande eller regioner, hvor arealforbruget knyttet til hhv. Danmarks import, eksport og forbrug i 2020 har været størst.

Det samlede forbrug af areal til afgrøder og græsareal, der også er egnet til dyrkning af afgrøder, knyttet til Danmarks forbrug svarer til ca. 3,3 mio. hektar i 2020, arealforbruget indlejret i import til ca. 5,2 mio. hektar og arealforbruget

indlejret i eksport til ca. 4,5 mio. hektar. Arealforbruget til produktion i Danmark svarer til ca. 2,6 mio. hektar i 2020.

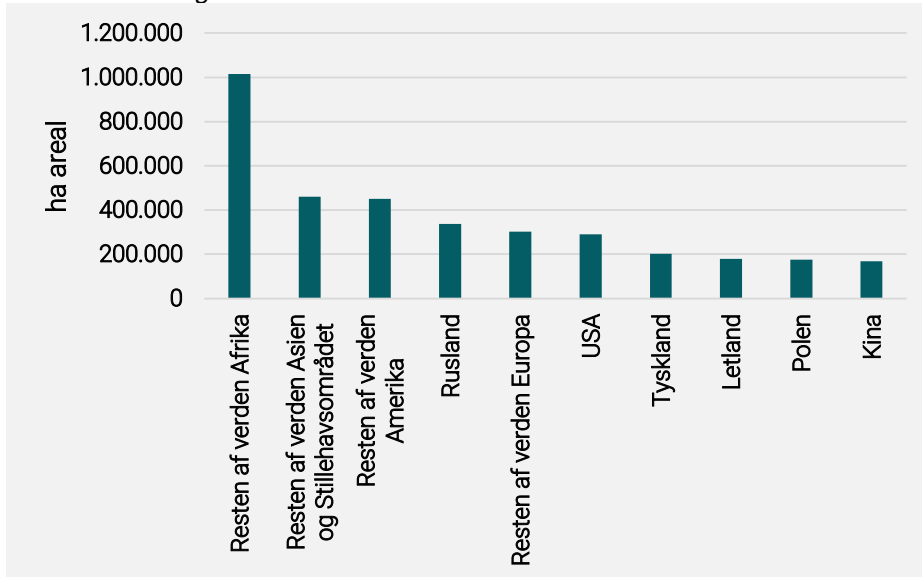
Det skal bemærkes, at figurerne viser arealdata før omregning til produktionsvægtede arealer, se afsnit 3.3. I beregning af udledninger fra iLUC anvendes produktionsvægtede arealer, hvorfor arealforbruget fordelt på lande afviger lidt fra opgørelsen af udledninger fordelt på lande.

Figur 18: Arealforbrug knyttet til Danmarks forbrug i 2020 i de 10 lande/områder, hvor arealforbruget har været størst.



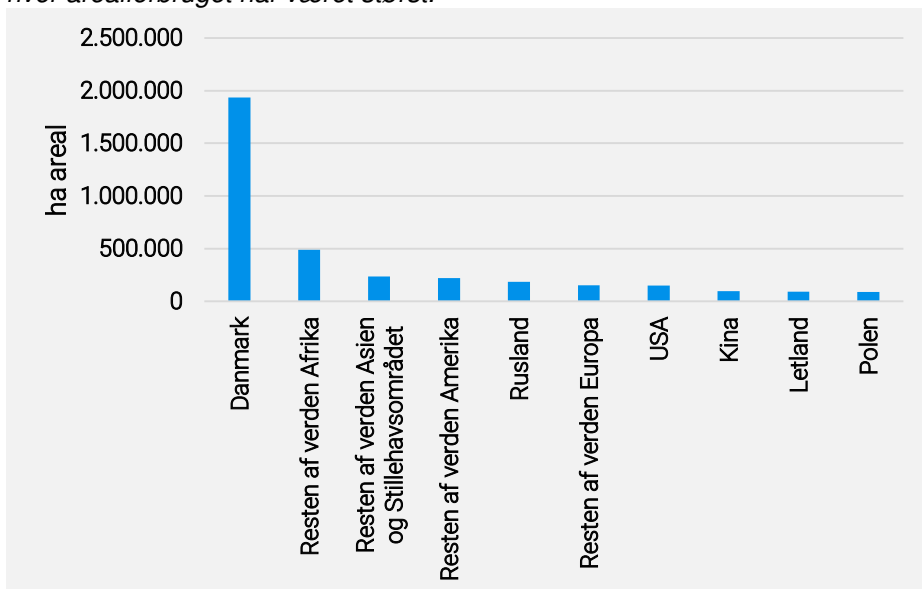
Kilde: 2.-0 LCA consultants og Energistyrelsen.

Figur 19: Arealforbrug indlejret i Danmarks import i 2020 i de 10 lande/områder, hvor arealforbruget har været størst.



Kilde: 2.-0 LCA consultants og Energistyrelsen.

Figur 20: Arealforbrug indlejret i Danmarks eksport i 2020 i de 10 lande/områder, hvor arealforbruget har været størst.



Kilde: 2.-0 LCA consultants og Energistyrelsen.

4.3 Sammenligning ift. GA21

I GA21 indgik en opgørelse af udledninger fra dLUC knyttet til Danmarks forbrug fra Chalmers universitet baseret på data for 2010-2014. GA22 indeholder en opdateret beregning baseret på data frem til 2018. Sammenlignet med opgørelsen i GA21 er udledninger fra dLUC knyttet til Danmarks forbrug faldet fra gennemsnitlig 2,8 mio.



ton i 2010-2014 til 1,9 mio. ton i 2018. Den gennemsnitlige udledning fra 2014-2018 svarer til 1,8 mio. ton.

I forhold til iLUC indgik i GA21 en opgørelse af udledninger fra 2.-0 LCA consultants baseret på en marginal tilgang. I GA22 anvendes den attributive tilgang, som sikrer størst mulig konsistens med opgørelsen af Danmarks forbrugsbaserede klimaaftryk. Dette betyder dog samtidig, at opgørelsen af iLUC i GA21 (marginal) ikke kan sammenlignes med opgørelsen af iLUC i GA22 (attributiv). Danmarks forbrugsbaserede udledninger fra iLUC blev i GA21 estimeret til 6,9 mio. ton CO₂e pr. år.

5. Kvalificering

5.1 Usikkerhed

Opgørelserne af udledninger fra hhv. dLUC og iLUC i indeværende notat er baseret på estimater for udledninger fra ændringer i arealanvendelse, primært tab af både overjordisk og underjordisk biomasse som følge af afskovning. Disse opgørelser er behæftet med udfordringer, som skyldes, at 1) det er vanskeligt at spore ændringer i arealanvendelse og 2) ændringer i arealernes kulstoflager samt dertil knyttede udledninger skal estimeres på baggrund af biofysiske data, som er vanskelige at indsamle og ofte baseret på stikprøver. Dette betyder, at opgørelser af udledninger fra ændringer i arealanvendelse generelt er behæftet med betydelig usikkerhed.

Både Chalmers universitets dLUC-model og 2.-0 LCA consultants' iLUC-model er baseret på en række antagelser, jf. afsnit 3.3, som har betydning for resultaterne. Det skal derfor understreges, at resultaterne er behæftet med betydelig usikkerhed og er meget afhængige af den anvendte model samt de bagvedliggende antagelser. Hvad angår opgørelsen af udledninger fra iLUC, har det ikke været muligt at vurdere, hvor meget skovareal knyttet til Danmarks forbrug, import og eksport, der vil være tilgængeligt for opdyrkning. Skovareal udelades derfor i beregningen, som kan betyde, at udledninger fra iLUC er underestimeret.

5.2 Perspektivering

Energistyrelsen vil for kommende globale afrapporteringer arbejde på at forbedre opgørelsen af Danmarks forbrugsbaserede udledninger fra ændringer i arealanvendelse. Det indebærer at Energistyrelsen løbende følger op på, om der bliver udviklet flere modeller, som kan bruges til at estimere udledninger fra ændringer i arealanvendelse knyttet til et helt lands forbrug. Derudover vil Energistyrelsen undersøge, hvorvidt andre lande også vælger at opgøre deres forbrugsbaserede udledninger fra ændringer i arealanvendelse for at kunne sammenligne de metodiske tilgange.



Generelt vil Energistyrelsen undersøge, om der er mere nøjagtige data/mere komplette datasæt, der kan danne et bedre grundlag for beregningen af Danmarks forbrugsbaserede udledninger fra ændringer i arealanvendelse.

6. Kilder

Dolmer, S. E. N., Bosselmann, A.S. (2022). Monitorering af ansvarligt producerede og afskovningsfri landbrugsvarer i Danmark: Tiltag til ansvarlige og afskovningsfri offentlige indkøb. IFRO Udredning Nr. 2022/02.

Don, A., Schumacher, J., Freibauer, A. (2011). Impact of tropical land-use change on soil organic carbon stocks—a meta-analysis. *Global Change Biology*, 17(4), 1658-1670.

Drösler, M., Verchot, L.V., Freibauer, A., Pan, G., Evans, C.D., Bourbonniere, R.A., Alm, J.P., Page, S., Agus, F., Hergoualc'h, K., Couwenberg, J., Jauhiainen, J., Sabiham, S., Wang, C., Srivastava, N., Bourgeau-Chavez, L., Hooijer, A., Minkinen, K., French, N., Strand, T., Sirin, A., Mickler, R., Tansey, K., Larkin, N., (2014). Drained inland organic soils. 2013 Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands.

Eurostat (2022). Population on 1 January, <https://ec.europa.eu/eurostat/web/population-demography/demography-population-stock-balance/database> (tilgået april 2022).

FM (2020). Grønne indkøb for en grøn fremtid – strategier for grønne offentlige indkøb. Finansministeriet.

Friedl, M. A., Sulla-Menashe, D., Tan, B., Schneider, A., Ramankutty, N., Sibley, A., & Huang, X. (2010). MODIS Collection 5 global land cover: Algorithm refinements and characterization of new datasets. *Remote sensing of Environment*, 114(1), 168-182.

FVM (2021). Handlingsplan mod afskovning. Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri.

Gylling, M., Hagelund, A., & Olsen, F. L. (2018). Palmeolieværdikæderne i Danmark, IFRO Udredning Nr. 2018/20

Haberl, H., Erb, K. H., Krausmann, F., Gaube, V., Bondeau, A., Plutzer, C., Gingrich, S., Lucht, W., & Fischer-Kowalski, M. (2007). Quantifying and mapping the human appropriation of net primary production in earth's terrestrial ecosystems. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(31), 12942-12947.

Hansen, M.C., Potapov, P.V., Moore, R., Hancher, M., Turubanova, S.A., Tyukavina, A., Thau, D., Stehman, S.V., Goetz, S.J., Loveland, T.R., Kommareddy, A., Egorov, A., Chini, L., Justice, C.O., & Townshend, J.R.G. (2013). High-resolution global maps of 21st-century forest cover change. *Science* 342(6160), 850–853.

IPCC (2006). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Intergovernmental Panel on Climate Change.

Joosten, H. (2010). The Global Peatland CO₂ Picture: peatland status and drainage related emissions in all countries of the world. Wetlands International.

KEFM (2020). Lov om klima. Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet.

Li, W., MacBean, N., Ciais, P., Defourny, P., Lamarche, C., Bontemps, S., Houghton, R. A. & Peng, S. (2018). Gross and net land cover changes in the main plant functional types derived from the annual ESA CCI land cover maps (1992-2015). *Earth System Science Data*, 10(1), 219-234.

NIRAS (2021). LULUCF og iLUC. Afrapportering til Energistyrelsen.

Ogle, S., Wakelin, S., Buendia, L., Mcconkey, B.G, Baldock, J., Akiyama, H., Kishimoto-Mo, A., Chirinda, N., Bernoux, M., Bhattacharya, S., Chuersuwana, N., Goheer, M., Hergoualc'h, K., Ishizuka, S., Lasco, R., Pan, X., Pathak, H., Regina, K., Sato, A., Yan, X. (2019). Cropland – Chapter 5. In: Volume 4 – Agriculture, Forestry and Other Land Use. 2019 Refinement to the 2006 Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

Pendrill, F., Persson, U. M, Kastner, T., & Wood, R. (2022). Deforestation risk embodied in production and consumption of agricultural and forestry commodities 2005-2018 (1.1). <https://zenodo.org/record/5886600> (21/1 2022)

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

Pendrill, F., Persson, U. M., Godar, J., Kastner, T., Moran, D., Schmidt, S., & Wood, R. (2019b). Supplementary Information to 'Agricultural and forestry trade drives large share of tropical deforestation emissions. *Global environmental change*, 56.



SEI og JNCC (2021). *Tracking the environmental impacts embedded in commodity consumption*. Stockholm Environment Institute og Joint Nature Conservation Committee. <https://commodityfootprints.earth/#> (21/1 2022)

Theurl, M. C., Plutzar, C., Kastner, T., Eisenmenger, N. & Erb K-H. (2018). Supporting Information S6 for land accounts for: Stadler, K., R. Wood, T. Bulavskaya, C.J. Södersten, M. Simas, S. Schmidt, A. Usubiaga, J. Acosta-Fernández, J. Kuenen, M. Bruckner, S. Giljum, S. Lutter, S. Merciai, J.H. Schmidt, M.C. Theurl, C. Plutzar, T. Kastner, N. Eisenmenger, K.H. Erb, A. de Koning and A. Tukker. 2018. EXIOBASE 3: Developing a time series of detailed Environmentally Extended Multi-Regional Input-Output tables. *Journal of Industrial Ecology*.

UNEP (2020). Emissions Gap Report 2020. United Nations Environment Programme.

Zarin, D.J., Harris, N.L., Baccini, A., Aksenov, D., Hansen, M.C., Azevedo-Ramos, C., Azevedo, T., Margono, B.A., Alencar, A.C., Gabris, C., Allegretti, A., Potapov, P., Farina, M., Walker, W.S., Shevade, V.S., Loboda, T.V., Turubanova, S., & Tyukavina, A., 2016. Can carbon emissions from tropical deforestation drop by 50% in 5 years? *Global Change Biology*. 22 (4), 1336–1347.



7. Bilag

Bilag 1: Chalmers universitets dLUC-model

I dette bilag vises den formelle implementering af land-balance modellen, som beskrevet i Pendrill et al. (2019a). Antagelserne bag land-balance modellen afspejler jf. Pendrill et al. (2019a) de historiske forhold vedr. ændringer i arealanvendelse i tropenerne.

Ryddet skovareal ΔF_t i et givet år t allokeres til udvidelser af areal til hhv. landbrug ($\Delta F_{CL,t}$), permanent græsning ($\Delta F_{PP,t}$) og skovplantager ($\Delta F_{FP,t}$) som følger:

$$\Delta F_{CL,t} = \text{MIN} \left[\text{MAX}[CLE_t - GPL_t; 0]; \Delta F_t * \frac{\text{MAX}[CLE_t - GPL_t; 0]}{\text{MAX}[CLE_t - GPL_t; 0] + PPE_t + FPE_t} \right]$$
$$\Delta F_{PP,t} = \text{MIN} \left[PPE_t; \Delta F_t * \frac{PPE_t}{\text{MAX}[CLE_t - GPL_t; 0] + PPE_t + FPE_t} \right]$$
$$\Delta F_{FP,t} = \text{MIN} \left[FPE_t; \Delta F_t * \frac{FPE_t}{\text{MAX}[CLE_t - GPL_t; 0] + PPE_t + FPE_t} \right]$$

hvor CLE_t , PPE_t , FPE_t betegner hhv. udvidelser af areal til landbrug, græsning og skovplantager (i hektar). Det betyder, at hvor disse arealanvendelser bliver mindre, er variablerne lig med nul. GPL_t betegner bruttotab af græsareal (i hektar).

Udvidelser af areal til landbrug, $\Delta F_{CL,t}$, bliver yderligere allokeret til otte afgrødegrupper baseret på deres respektive udvidelse ift. de andre afgrødegrupper. Udvidelser af areal til permanent græsning, $\Delta F_{PP,t}$, er allokeret videre til produktionen af oksekød. Udvidelser af areal til skovplantager, $\Delta F_{FP,t}$, er allokeret videre til en samlet varegruppe for skovbrugsprodukter.

Geografisk aggregering

Land-balance modellen anvendes som udgangspunkt på nationalt niveau for ca. 135 tropiske og subtropiske lande. Alene for Brasilien og Indonesien anvendes modellen på et mere disaggregeret niveau, dvs. for 557 mikro-regioner i Brasilien og 34 provinser i Indonesien.

Niveauet af geografisk aggregering har betydning for resultaterne på allokeringen af ryddet skovareal og dertilhørende udledninger til landbrugsvarer og forbrug. Dette er især tilfældet, hvis mønstrene for udvidelser af landbrugsareal og ændringer i arealanvendelse varierer geografisk på tværs af et land. Hvis fx en bestemt anvendelse af areal udvides på nationalt niveau, men udelukkende i områder, hvor der ikke sker skovrydning, vil land-balance modellen på nationalt niveau tilskrive skovrydning til den udvidede arealanvendelse, hvorimod en analyse på regionalt niveau ikke ville (forudsat, at den geografiske skala er disaggregeret nok).



Bilag 2: Beregning af Danmarks forbrugsbaserede udledninger fra iLUC

Beregningen af Danmarks forbrugsbaserede udledninger fra iLUC tager udgangspunkt i data på skovareal. En nedgang i skovareal i perioden fra 2010 til 2020 defineres som afskovning. Det antages, at alt areal, hvor der er sket afskovning, omdannes til dyrket areal. De samlede, globale udledninger fra afskovning, U_{total} , svarer til summen af udledninger fra afskovning i alle lande/regioner i EXIOBASE, i , hvor der er sket afskovning (16 ud af 48 lande/regioner i alt, n):

$$U_{total} = \sum_{i=1}^{16} (kulstoflager_i - kulstoflager_{dyrket\ areal}) * gns.afskovning_i * \frac{44}{12}$$

Afskovning betyder en nedgang i kulstoflager (pr. hektar areal) som følge af et tab af både overjordisk og underjordisk biomasse. Samtidig tages der højde for, at der også lagres kulstof i dyrkede arealer (4,7 ton kulstof pr. hektar areal baseret på Ogle et al., 2019). Nettotabet af kulstof pr. hektar ganges med den gennemsnitlige, årlige afskovning (i hektar). Kulstof omregnes til CO₂-udledninger ved at gange med molvægten af CO₂.

De globale udledninger fra afskovning pr. år fordeles ud på alle dyrkede arealer i brug globalt i 2020, A ,

$$U_{ha} = \frac{U_{total}}{A}$$

for dermed at få en gennemsnitlig udledninger pr. hektar, U_{ha} . Som beskrevet i afsnit 3.3 er arealforbruget i hektar omregnet til produktivitetsvægtede arealer.

Den gennemsnitlige udledning pr. hektar dyrket areal kan derefter ganges med arealforbruget i alle lande/regioner i EXIOBASE, i , som kan knyttes til Danmarks forbrug, $A_{DK\ forbrug,i}$. Danmarks samlede, forbrugsbaserede udledninger fra iLUC svarer til:

$$U_{DK\ forbrug} = U_{ha} * \sum_{i=1}^{48} A_{DK\ forbrug,i}$$

Arealforbruget er igen omregnet til produktivitetsvægtede arealer. Når udledninger knyttet til Danmarks import, eksport eller indenlandsk produktion beregnes tages udgangspunkt i arealforbruget, som kan knyttes til hhv. import, eksport og indenlandsk produktion. Arealforbruget er baseret på data fra EXIOBASE.