UNIVERSITY OF COPENHAGEN

Københavns Universitet

Ændringer i drivhusgasudledninger fra arealanvendelse som følge af dansk import af afskovningsfri soja og palmeolie

Bosselmann, Aske Skovmand; Callesen, Gustav Esmann

Publication date:
2020

Document version
Også kaldet Forlagets PDF

Citation for published version (APA):
Bosselmann, A. S., & Callesen, G. E., (2020). *Ændringer i drivhusgasudledninger fra arealanvendelse som følge af dansk import af afskovningsfri soja og palmeolie*, 21 s., IFRO Udredning Nr. 2020/16

Download date: 07. Oct. 2026

INSTITUT FOR FØDEVARE- OG RESSOURCEØKONOMI
KØBENHAVNS UNIVERSITET

IFRO Udredning

Ændringer i drivhusgasudledninger fra arealanvendelse som følge af dansk import af afskovningsfri soja og palmeolie

Aske Skovmand Bosselmann
Gustav Esmann Callesen

2020 / 16

IFRO Udredning 2020 / 16

Ændringer i drivhusgasudledninger fra arealanvendelse som følge af dansk import af afskovningsfri soja og palmeolie

Forfattere: Aske Skovmand Bosselmann, Gustav Esmann Callesen

Faglig kvalitetssikring: Jette Bredahl Jacobsen og Jesper S. Schou har foretaget faglig kommentering. Ansvaret for udgivelsens indhold er alene forfatternes.

Udarbejdet i henhold til aftalen mellem Institut for Fødevare-og Ressourceøkonomi og Miljø-og Fødevareministeriet om forskningsbaseret myndighedsbetjening. Notatet vedrører oplysninger til Miljø-og Fødevareministeriet til belysning af reduktionspotentiale ift. drivhusgasemissioner forbundet med import af landbrugsråvarer (i særdeleshed soja og palmeolie), såfremt det kan dokumenteres, at produktionen er foregået ansvarligt og afskovningsfrit (MFVM Id nr.: 5015654).

Udgivet juni 2020.

Se flere myndighedsaftalte udredninger på www.ifro.ku.dk/publikationer/ifro_serier/udredninger/

Institut for Fødevare- og Ressourceøkonomi
Københavns Universitet
Rolighedsvej 25
1958 Frederiksberg
www.ifro.ku.dk

Indholdsfortegnelse

1 BAGGRUND 2
2 UDLEDNING I FORBINDELSE MED DIREKTE ÆNDRINGER I AREALANVENDELSEN 3
3 ANSVARLIG OG AFSKOVNINGSFRI IMPORT 5
4 UDLEDNINGER FRA DIREKTE OG INDIREKTE ÆNDRINGER I AREALANVENDELSE 8
4.1 Direkte arealændringer som følge af soja- og palmeolieproduktion (LUC) 10
4.2 Indirekte arealændringer som følge af soja- og palmeolieproduktion 10
5 DANMARKS UDLEDNINGER, FRA LUC TIL ILUC 14
5.1 Opsummerende bemærkninger 16
6 REFERENCER 17
BILAG 1 OVERSIGT LUC/ILUC STUDIER 20
BILAG 2 BEREGNING AF SOJA ILUC 21

1 Baggrund

Miljø- og Fødevareministeriet har bedt Institut for Fødevare- og Ressourceøkonomi (IFRO) ved Københavns Universitet om at redegøre for "*reduktionspotentiale ift. drivhusgasemissioner forbundet med import af landbrugsråvarer (i særdeleshed soja og palmeolie), såfremt det kan dokumenteres, at produktionen er foregået ansvarligt og afskovningsfrit. I notatet skal der bl.a. redegøres for anvendelse af iLUC og LUC i forbindelse med opgørelser forbundet med den danske import af landbrugsråvarer.*"

Danmark importerer hvert år større mængder soja- og palmeolievarer til fødevareproduktion, landbrugsproduktion og teknisk anvendelse (f.eks. kosmetik). Nettoimporten af rå og raffineret palmeolie, palmefedtsyredestillater (PFAD) og oliekager fremstillet af oliepalmekerner var i perioden 2015 til 2019 på cirka 160.000 tons om året i gennemsnit. Dette inkluderer varer til teknisk forbrug, blandt andet til fremstilling af kosmetik, maling med mere, til foder og til fremstilling af fødevarer, såsom margarine, småkager og madolier (Gylling et al., 2018). I samme periode lå nettoimporten af sojaskrå, som udgør omtrent 95 procent af den samlede import af soja, på cirka 1,57 millioner tons om året (Statistikbanken.dk[1]). Størstedelen af den danske import af sojaskrå og palmeolie kommer henholdsvis fra Argentina og Brasilien og fra Indonesien og Malaysia. I begge regioner er den primære produktion af råvaren forbundet med ændringer i arealanvendelsen, blandt andet omlægning af skov til landbrug, som resultat af en ekspansion af produktionen. Dette medfører blandt andet udledning af drivhusgasser, som sammen med afskovnings-problematikken (i forhold til biodiversitet, miljø med mere) er et af de primære fokusområder for certificeret eller ansvarlig produktion og handel med soja og palmeolie. Denne problematik er fælles for flere lande i Europa. Et nyligt studie af Escobar et al. (2020) viser, at Europa er den region i verden med det største klimaaftryk relateret til importeret soja, på cirka 0,77 tons CO_2e pr. ton importeret soja. Dette skyldes ifølge Escobar et al. (2020), at en stor del af importen oprinder fra det nordlige Brasilien, hvor soja er blandt de primære årsager til afskovning.

Dette korte notat baseres på en gennemgang af tidligere studier vedrørende drivhusgasudledninger fra direkte og indirekte ændringer i arealanvendelse i forbindelse med dyrkningen af sojabønner og palmeolie. På baggrund af dette præsenterer vi et estimat for udledningen af drivhusgasser i tre scenarier, med udledninger fra direkte ændringer samt udledninger fra to estimater for indirekte ændringer i arealanvendelsen. Udledningen fra andre processer, såsom dyrkning, forarbejdning og transport forbliver de samme i de tre scenarier. Derudover er der indhentet data vedrørende den danske import og eksport af sojaskrå og palmeolievarer fra Danmarks Statistik. Der er så vidt muligt brugt de nyeste studier af drivhusgasudledningen for henholdsvis soja og palmeolie med et fokus på de områder, hvor Danmarks import oprinder.

Dette notat kan med fordel ses i forbindelse med notaterne Callesen et al. (2020) og Bosselmann et al. (2020), hvor metoden for estimatet for Danmarks samlede direkte og indirekte import af sojaskrå fra henholdsvis Argentina og Brasilien er beskrevet (Callesen et al., 2020) samt metode og litteraturgennemgang for estimatet af drivhusgasudledninger i forbindelse med direkte ændringer i arealanvendelse (Bosselmann et al., 2020).

[1] 26-5-2020 Danmarks Statistik, © statistikbanken.dk/KN8Y

Der er i indeværende notat brugt data for Danmarks nettoimport af sojaskrå og palmeolie, det vil sige import fratrukket eksport for de samme varegrupper, som opgjort af Danmarks Statistik. Dette adskiller sig fra Bosselmann et al. (2020), som tog udgangspunkt i bruttoimporten. Baggrunden for denne ændring er en præcisering af de mængder, som med stor sandsynlighed forbruges i den danske landbrugs- og fødevareproduktion (samt teknisk forbrug for palmeoliens vedkommende) og ikke reeksporteres. Derudover inkluderes i dette notat Danmarks import af fedtsyredestillat, hvilket også er en ændring fra Bosselmann et al. (2020). I handelsstatistikken fremgår det ikke, hvilke typer af olie eller fedtstof destillatet er fremstillet af, men ifølge Mogensen et al. (2018) er den danske import hovedsageligt baseret på palmeolie og anvendes som fedttilskud i foderblandinger. Danmark havde i 2018 en nettoimport på cirka 47.500 tons fedtsyredestillat, hvilket er inkluderet i udregningerne. Såkaldt iboende (eller forbrug af) soja og palmeolie i forarbejdede varer i Danmarks import og eksport er ikke medtaget.

Notatet starter med en kort gengivelse af resultaterne fra Bosselmann et al. (2020) vedrørende udledningen af drivhusgasser i forbindelse med Danmarks import af sojaskrå og palmeolievarer, med og uden udledning fra de direkte ændringer i arealanvendelsen. Herefter redegøres der for mulighederne og antagelserne for ansvarlig og afskovningsfri produktion, da dette er en vigtig forudsætning for den videre diskussion af udledninger forbundet med afskovningen. Derefter beskrives de to grundlæggende metoder til undersøgelser af drivhusgasudledninger i forbindelse med ændringer i arealanvendelse, henholdsvis direkte ændringer (LUC) og indirekte ændringer (ILUC), hvilket følges af en kort gennemgang af variationen i værdier for LUC og ILUC ved produktion af soja og palmeolie med fokus på de lande, Danmark importerer fra. Slutteligt estimeres og beskrives ændringen i drivhusgasudledningen under antagelse om en dansk import af afskovningsfri soja og palmeolie.

2 Udledning i forbindelse med direkte ændringer i arealanvendelsen

Callesen et al. (2020) beskriver, i hvilket omfang den danske import af sojaskrå i 2017 og 2018 oprinder fra Sydamerika, ofte via reeksport i Tyskland og Nederlandene. Heri estimeres det, at omkring to tredjedele af den samlede nettoimport af sojaskrå på 1,6-1,7 millioner tons i 2017 og 2018 var produceret i Argentina og Brasilien. Efterfølgende estimererede Bosselmann et al. (2020), i hvor stort et omfang importen af sojaskrå og palmeolie medfører udledninger af drivhusgasser i forbindelse med dyrkning, forarbejdning, transport og direkte ændringer i arealanvendelse. Her fandt man, at den samlede import af sojaskrå, solsikkekager og palmeolieprodukter samt palmeoliekager i 2018 var forbundet med en udledning på 2,57 millioner tons CO_2e fra dyrkningen, kulstofomsætningen i jorden, forarbejdning samt lokal og international transport[2]. Når udledninger fra direkte ændringer i arealanvendelsen (LUC) inkluderes, det vil sige omlægning fra én arealanvendelse, f.eks. skov, til sojadyrkning, steg de samlede udledninger af drivhusgasser til 7,8 millioner tons CO_2e. Dette estimat tog udgangspunkt i tidligere studier af ændringer i arealanvendelse i Indonesien og Malaysia, som beskrevet i Mogensen et al. (2018), og regionale studier af sojaproduktion i de områder i Brasilien og Argentina, hvor Danmarks importerede soja oprinder (for detaljer, se Bosselmann et al., 2020).

[2] Bemærk, i Bosselmann et al. (2020) er der tale om bruttoimport af palmeolie og oliekager fra solsikke. Danmark har en væsentlig eksport af raffinerede palmeolieprodukter, der svarer til omkring 50 procent af importen, med Sverige som største aftager. Eksporten af oliekager fra solsikke er uvæsentlig, og tallene for import af sojaskrå er netto.

Det er her vigtigt at notere sig, at de nationale opgørelser for drivhusgasser, der rapporteres til UNFCCC og som oftest tager udgangspunkt i IPCC (2006) Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, *ikke* inkluderer udledninger fra LUC, dyrkning, forarbejdning og transport i oprindelseslandet for importerede varer. Det vil sige, at drivhusgasudledningen fra produktionen af soja i Sydamerika og palmeolie i Asien, omtalt i Bosselmann et al. (2020) og i dette notat, *ikke* tæller med i Danmarks nationale opgørelse af drivhusgasudledninger, men i de lande, hvor produktionen foregår. I disse lande vil udledningen falde inden for tre kategorier; landbrug, energi (inklusive transport) og LULUCF (Land Use, Land Use Change & Forestry). Blandt danske aktører kan det alligevel være nødvendigt at forholde sig til omtalte drivhusgasudledninger og afskovningsproblematikken i forhold til import af råmaterialer, da bæredygtighed er blevet et konkurrenceparameter og indgår i især større virksomheders årlige rapporteringer. Eksempelvis skal virksomheder, der rapporterer deres 'aftryk' i såkaldte bæredygtighedsrapporter i overensstemmelse med Global Initiative Reportings retningslinjer, inkludere negative effekter på miljøet blandt leverandører, også i udlandet (GRI, 2016). Ligeledes kan det være af interesse for offentlige indkøb, hvor der også ofte stilles politiske krav til produkters oprindelse og effekter på miljøet, som det blandt andet kendes fra offentligt indkøb af tømmer. Endelig er der en politisk interesse i at vide, i hvor høj grad den danske produktion medfører udledninger i udlandet, som ikke inkluderes i de danske opgørelser. Da det f.eks. er muligt at reducere danske udledninger ved at basere sig på foderimport, er der en interesse i at sikre, at det ikke leder til større udledninger, end hvis foderproduktionen var sket i Danmark. Dette kan estimeres med såkaldte lækagerater. Modsat den nationale opgørelse af CO_2e-udledninger indeholder det nationale CO_2e-aftryk også effekter i udlandet som resultat af ændringer i udenrigshandlen (De Økonomiske Råd, 2019). Men det er varierende, i hvor høj grad LULUCF indregnes.

Tabel 1 gengiver de samlede udledninger af drivhusgasser for palmeolie og sojaskrå fra Bosselmann et al. (2020) med en væsentlig ændring: importen af palmeolie inkluderer nu palmefedtsyredestillat (PFAD), og importen er nu også netto, det vil sige fratrukket eksport. Derfor er der en variation i resultatet sammenlignet med Bosselmann et al. (2020). Det er særligt sojaproduktionen i Sydamerika, som er forbundet med ændringer i en række skov- og naturområder (Bosselmann, 2019), der resulterer i store forskelle i den samlede udledning med og uden LUC. Oliepalmeplantager i Malaysia og Indonesien er også delvist forbundet med afskovning, men her er tab af kulstof i jorden, især på tørvejorde, med til at mindske forskellen mellem de to scenarier (med og uden LUC), da kulstofomsætningen medtages i begge scenarier (Mogensen et al. 2018).

Overordnet set bidrager udledninger fra LUC i væsentlig grad til de samlede udledninger af drivhusgasser i forbindelse med produktionen af den danske import af ovenstående foderstoffer. Dette ses også i emissionsfaktorer fra den anerkendte database EcoInvent, hvor udledningen fra LUC og dyrkningen af sojabønner og palmeoliefrugt er sammenlignelige med emissionsfaktorerne estimeret i Mogensen et al. (2018) og Bosselmann et al. (2020). Såfremt de importerede produkter kan produceres afskovningsfrit, det vil sige være fri for afskovning på netop de arealer, foderstoffet er produceret på, vil regnestykket se anderledes ud, hvilket er baggrunden for dette notat.

***Tabel** 1. Udledning af drivhusgas i CO_2-ækvivalenter i forbindelse med primærproduktion, forarbejdning og transport, med og uden ændringer i arealanvendelse*

2018 Nettoimport	Ton	Emissionsfaktor og udledning med LUC		Emissionsfaktor og udledning uden LUC		
Produkt	**produkt**	**CO_2e**	**ton CO_2e**	**CO_2e**	**ton CO_2e**	**Kommentar[1]**
Palmeolie, rå	16.516	6,507	107.466	4,574	75.542	Mogensen et al., 2018, palmeolie
Flydende og faste fraktioner af palmeolie	96.388	5,349	515.581	3,792	365.504	Mogensen et al., 2018, PFAD
Palmefedtsyredestillat	45.514	5,349	254.152	3,792	180.173	Mogensen et al., 2018, PFAD
Oliekager af palmekerner	10.644	1,136	12.092	0,890	9.473	Mogensen et al., 2018, Palmekage
Sojaskrå Argentina	527.931	4,720	2.491.746	0,635	335.396	Baseret på vægtede faktorer for produktion i og udenfor pampas
Sojaskrå Brasilien	744.436	3,969	2.954.801	0,719	535.153	Baseret på vægtede faktorer for produktion i nord og syd
Sojaskrå anden Sydamerika	137.351	4,056	557.082	0,806	110.649	Baseret på emissionsfaktorer fra sydlige Brasilien
Sojaskrå resterende lande[2]	216.430	0,706	152.771	0,706	152.774	Gennemsnit for Brasilien og Argentina, uden LUC
Totale udledninger ton			**7.045.691**		**1.764.661**	

Emissionsfaktorerne er i ton CO_2e pr. ton produkt.
[1] Se detaljer i Bosselmann et al. (2020).
[2] For sojaskrå fra resterende lande antages et scenarie uden LUC i begge beregninger.
Kilde: Tilpasset fra Bosselmann et al. (2020).

Det er vigtigt at bemærke, at der her regnes på gennemsnitsværdier for udledninger fra produktionen i de respektive lande og regioner. Det betyder, at hvis Danmark importerer mindre, så vil det ikke lede til en 1:1-reduktion, da det vil påvirke markedsligevægten. Det vil sige, at i det omfang efterspørgslen vil falde marginalt, vil prisen og dermed udbuddet påvirkes marginalt. I det omfang der alene er tale om et skift fra efterspørgsel på konventionel til afskovningsfri (eventuelt certificeret) soja og palmeolie, er der hovedsageligt tale om en eventuel effekt fra forskydninger mellem de to typer af produktion. Dette påvirkes dog også af priselasticiteten på henholdsvis afskovningsfri og konventionel soja og palmeolie, som påvirker efterspørgslen. Priselasticiteten refererer til, hvor meget efterspørgslen falder ved en given prisstigning samt flyttes til andre produkter. Når prisen eksempelvis stiger på afskovningsfri soja, vil efterspørgslen falde og kan eventuelt forskydes til produkter, der kan erstatte soja. Disse forhold diskuteres yderligere i afsnit 4 og 5.

3 Ansvarlig og afskovningsfri import

Afskovningsfrie forsyningskæder har de senere år fået stigende opmærksomhed, og der findes i dag flere metoderammer og værktøjer, som virksomheder, der importerer produkter og råmaterialer, kan benytte sig af for at undersøge risikoen for afskovning forbundet med det pågældende produkt og for eventuelt at tage foranstaltninger til at reducere denne risiko. I foderstofindustrien inkluderer de mulige tiltag retningslinjer

og politikker for indkøb af ansvarligt producerede foderstoffer, køb af certificerede foderstoffer, og *due diligence* (fornøden omhu) i forbindelse med import af foderstoffer.

Både danske virksomheder og på europæisk plan i regi af FEFAC er der udviklet en række retningslinjer for ansvarligt indkøb, og i dag er det hovedsageligt FEFAC's Soy Sourcing Guidelines, der bruges som sammenligningsgrundlag for produktion og indkøb af soja, hvor en række *baseline*-kriterier for sociale og miljømæssige hensyn er overholdt. Et af kriterierne omhandler produktion af soja, som ikke må finde sted på områder, der er blevet ulovligt afskovet efter et vist årstal, f.eks. 2008 i Brasilien. De nuværende retningslinjer omhandler ikke lovlig afskovning, hvilket eksempelvis er op til 65 procent af en farm i cerradoen og op til 80 procent i andre områder i Brasilien[3]. Ifølge den seneste European Soy Monitor-rapport fra IDH (2020) lever 66 procent af den danske import op til FEFAC's retningslinjer, hvilket er højere end for Europas samlede import (38 procent). I samarbejde med International Trade Centre har alle større handelsvirksomheder, der handler med soja, udarbejdet indkøbspolitikker der lever op til FEFAC's retningslinjer (ITC, n/d). Dette gælder også handelsvirksomhederne ADM, Cargill og Bunge, der eksporterer og importerer en stor del af den soja, der finder vej fra Brasilien til Danmark. Virksomhederne har såkaldte Zero Deforestation Commitments (ZDCs) og har underskrevet sojamoratoriet, som ledte til faldende afskovning i Amazonas efter 2006. Ifølge zu Ermgassen et al. (2020) indkøber alle tre virksomheder dog soja fra områder med høje afskovningsrater uden for Amazonas, blandt andet i cerradoen, og deres ZDCs fokuserer hovedsageligt på ulovlig afskovning. Zu Ermgassen et al. (2020) nævner manglende sporbarhed i en sektor, der handler med store mængder fra mange, spredte producenter, som en af udfordringerne for at komme ulovlig afskovning til livs.

Certificeringsordninger for ansvarligt dyrket soja og palmeolie, heriblandt ProTerra og RTRS for soja og RSPO for palmeolie, stiller også krav til afskovningsfri produktion og tillader ikke lovlig afskovning af primær skov. Her er der altså yderligere krav, end man finder i mange indkøbspolitikker og retningslinjer i foderstofindustrien. Med 19 procent af verdens produktion af palmeolie certificeret under RSPO (www.rspo.org), er ordningen en af de mest udbredte frivillige tredjepartscertificeringsordninger. Til sammenligning var mindre end 2,5 procent af sojabønneproduktionen certificeret efter RTRS, ProTerra eller økologi i 2017 (ITC, 2019). RSPO har dog været genstand for kritik, blandt andet for manglende indflydelse på afskovning og afbrænding af tørvejorde. Studier og modellering af eventuelle effekter kompliceres generelt af manglende valide *counterfactuals* (situationen uden certificering) og *spillover*-effekter, såsom lækage (f.eks. når afskovning flyttes til andet sted). Carlson et al. (2018) undersøgte effekten af RSPO på afskovning i Indonesien for perioden 2001 til 2015. Forfatterne fandt ingen effekt på skovtab på tørvejorde eller tilstedeværelse af naturbrande og kun en mindre effekt på afskovning på andre områder. Selvom RSPO-certificering ledte til 33 procent reduktion i skovtab blandt certificerede farme i årene efter certificering, blev dette modregnet af et øget skovtab i årene før certificering sammenlignet med konventionelle farme. Tilsvarende finder Heilmayr et al. (2020), at RSPO ledte til mindre afskovning på områder klassificeret som skov i en undersøgelse af perioden 2004 til 2016. Det positive resultat modregnes dog af tilsvarende større afskovning på områder klassificeret som '*other use lands*' og Heilmayr et al. (2020) konkluderer overordnet, at RSPO's indflydelse på skovtab er marginalt. Heilmayr et al. (2020) anbefaler højere krav til skovdække i RSPO-standarden og større samarbejde mellem offentlige og private aktører, men Carlson et al. (2018)

[3] I Amazonas er den tilladte afskovning 20 procent af farmen, men familielandbrug på op til 400 ha i Amazonas er fritaget denne regel.

argumenterer for, at de positive resultater udebliver på grund af en vag definition af skov i RSPO-standarden, en mangelfuld monitering af områder defineret som skov, og at størstedelen af de certificerede plantager er af ældre dato, og plantagerne dermed var ryddet for skov før certificeringen. RSPO har i deres seneste opdatering af standarden stillet højere krav til naturbeskyttelse, blandt andet med nye kriterier for reduceret lækage til såkaldte *High Conservation Areas*, forbud mod nye plantager (efter november 2018) på tørvejord og højere krav til forebyggelse af skovbrande (RSPO, 2018).

Både RSPO og RTRS sælger certifikater[4] såvel som det fysisk certificerede produkt segregeret fra den konventionelle varestrøm. Ifølge RSPO's hjemmeside sælges omkring halvdelen af den udbudte, RSPO-certificerede palmeolie som certificeret, heraf 25 procent som certifikater og de resterende 75 procent som enten *mass-balance* eller segregeret (eventuelt *identify preserved*, fuld sporbarhed). Ifølge RTRS blev der i 2019 handlet 3,4 millioner RTRS-certifikater og cirka 0,55 millioner tons fysisk RTRS-soja. Køb af certifikater er væsentligt billigere, da der ikke er krav til særskilt behandling af det fysiske produkt gennem forsyningskæden. Ved køb af kreditter kan virksomheder modregne deres forbrug af konventionel soja eller palmeolie, som i *carbon offsetting*-ordninger, og samtidig støtte certificerede landbrug. Den fysiske vare, som virksomheden forbruger, kommer fra den konventionelle primærproduktion og forsyningskæde og er ikke nødvendigvis afskovningsfri eller produceret efter forskrifter om ansvarlig produktion. Dette sikres kun ved at købe den fysisk segregerede, certificerede vare, hvilket især for sojas vedkommende i øjeblikket begrænses af udfordringer med sporbarhed og gennemsigtighed. I dag skønnes 65 procent af Danmarks import at være RSPO-certificeret (Gylling et al., 2018), mens Arla, som den klart største indkøber af RTRS-certifikater, i 2019 indkøbte 330.000 RTRS-certifikater, heraf 220.000 til at dække det danske marked. Ifølge IDH (2020) er omkring 18 procent af det danske forbrug af soja (fratrukket soja i eksporterede fødevarer, såsom kød, ost og æg) dækket af RTRS-certifikater eller tilsvarende, hvilket er lige under andelen af Europas samlede forbrug (19 procent).

Sporbarhed og gennemsigtighed er to af de største udfordringer for at opbygge bæredygtige globale forsyningskæder, inklusive for soja og palmeolie. I en undersøgelse af netop denne problemstilling argumenterer Gardner et al. (2019) blandt andet for offentlig gennemsigtighed formidlet af tredjepart og brug af *due diligence* til ekstern formidling af virksomheder, der opererer med politik om bæredygtige forsyningskæder, det vil sige til offentligheden snarere end kun til intern formidling. Krav om *due diligence* er også blevet nævnt blandt danske forskere i debatten om import af produkter forbundet med afskovning i producentlandene (Bager & Persson, 2020). Gardner et al. (2019) argumenterer desuden for, at gennemsigtighed og sporbarhed i en sektor ikke kan erstatte effektiv miljøregulering, hvilket er relevant at huske både i en sydamerikansk kontekst (Abessa et al., 2019) og i Indonesien (Cadman et al., 2019; Varkkey et al. 2018). Dertil kommer lækage, det vil sige, at en aktivitet flytter til et andet område eller et andet marked. Le Polain de Waroux et al. (2019) fandt eksempelvis, at der kun har været en meget lille effekt af de sidste 20 års stigende regulering af afskovning i Sydamerika på sojaudvidelsen i naturområder. Reguleringen har ledt til intensivering på eksisterende arealer, men substitutionen imellem markeder (blandt andet stigende salg til hjemmemarkedet og andre eksportmarkeder) og aktører (afskovning faldt blandt store landbrug, men steg blandt små) nedsætter kraftigt effektiviteten af reguleringen. Derfor konkluderer le

[4] Et certifikat svarer til produktionen af et ton soja eller palmeolie. Producenten sælger certifikatet på en børs, mens selve produktet sælges via de konventionelle forsyningskæder.

Polain de Waroux et al. (2019), at regulering bør have fokus på at motivere en intensivering af det eksisterende landbrugsareal parallelt med effektiv skovbeskyttelse.

Ovenstående beskriver kort nogle af de udfordringer, indkøbspolitikker og certificeringsordninger på nuværende tidspunkt har i forhold til at skabe afskovningsfrie forsyningskæder. Såfremt udfordringerne løses, f.eks. gennem bedre systemer for sporbarhed, fornøden omhu i handlen med importerede varer og styrkelse af miljøregulering lokalt, kan man forhindre, at de importerede foderstoffer produceres på nyligt afskovede områder og dermed nedsætte LUC-udledninger. Det betyder dog ikke, at køb af eksempelvis soja fra Sydamerika og palmeolie fra Asien bliver helt afkoblet omlægning af skov til landbrug og deraf udledte drivhusgasser. Enhver efterspørgsel efter soja eller palmeolie vil, alt andet lige, føje til den samlede efterspørgsel, som i sidste ende er med til at skubbe produktionen ind på nye områder, f.eks. skovområder. Dette er et aspekt af de indirekte ændringer i arealanvendelse, ILUC.

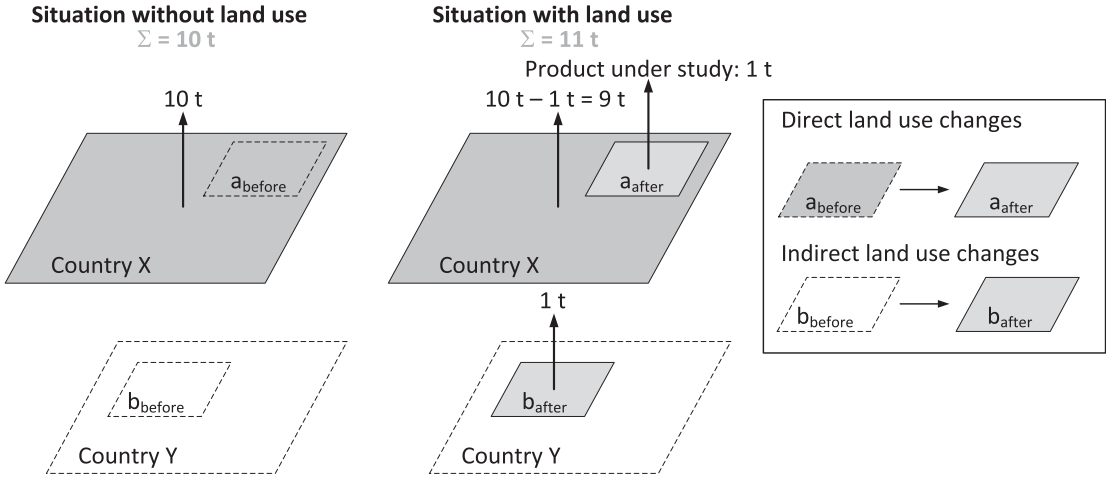
4 Udledninger fra direkte og indirekte ændringer i arealanvendelse

Grundlæggende skelnes der mellem to typer af ændringer i arealanvendelse, som giver anledning til udledninger af drivhusgasser: de direkte og de indirekte ændringer i arealanvendelsen. I litteraturen betegnes disse som henholdsvis *Land Use Change* (LUC) og *Indirect Land Use Change* (ILUC). Der findes forskellige definitioner og forståelser af, hvad hvert af de to begreber indebærer. I en rapport af IDH & IUCN-NL (2019) beskrives LUC-begrebet som aktiviteter, hvor naturlige økosystemer såsom skove fældes til fordel for en given landbrugsproduktion, f.eks. soja, mens ILUC derimod beskrives som de ændringer i arealanvendelsen, som forskydningen af andre landbrugsaktiviteter giver anledning til. Med de seneste års fokus på og debat om biobrændstof produceret på landbrugsafgrøder er det typisk med afsæt heri, man finder eksempler på ILUC. Når en landbrugsjord eksempelvis omdirigeres fra fødevareproduktion til produktion af biobrændstof, reduceres udbuddet af den pågældende fødevare. Såfremt det antages, at priselasticiteten er lav for fødevaren, og efterspørgslen dermed er nogenlunde uændret[5], vil dette, alt andet lige, medføre, at nye arealer skal indgå i fødevareproduktionen, hvilket potentielt fører til afskovning andetsteds (IDH & IUCN-NL, 2019). Ifølge Persson et al. (2014) tager LUC udgangspunkt i en *bottom-up*-tilgang, hvori afskovning ses som en konsekvens af efterspørgsel over en periode. Her afskrives eller 'betales' afskovningen over en *valgt* periode, ofte 20 år. Derimod er tilgangen i ILUC *top-down,* hvor de samlede udledninger fra *ændringer* i arealanvendelsen tildeles forskellige produkter baseret på deres relative andel af det *samlede* dyrkningsareal (og dermed ikke kun til de produkter der dyrkes på de nyligt ændrede arealer).

Tipper et al. (2009) definerer udledninger fra ILUC som udledninger fra ændringer i arealanvendelse, der forekommer uden for et produkts produktionsområde, men som er forårsaget af en ændring i efterspørgslen af det produkt, det vil sige forskydninger fra et system til et andet. Figur 1 viser, hvordan forskydninger i arealanvendelsen medfører et øget areal under produktion og dermed øgede udledninger (Schmidt et al., 2015). En øget efterspørgsel fører til produktion og levering af ét ekstra ton af en given vare, hvorved det

[5] Fødevarer og landbrugsprodukter har ofte ganske høje priselasticiteter, hvilket komplicerer omtalte kausalitet. Ved en høj elasticitet, falder efterspørgslen på fødevaren og erstattes eventuelt af en anden vare, der kan være mere eller mindre relateret til afskovning.

resterende udbud falder med 1. For at kompensere for denne reduktion, øges udbuddet ved at inddrage et nyt område (B_{before} til B_{after}i figuren). Dette er den indirekte ændring i arealanvendelsen.



Figur 1. *Beskrivelse af hvorledes inddragelsen af ILUC kan give anledning til en ændring i globale emissioner ved forskydning af arealanvendelser*

Med udgangspunkt i konventionel og garanteret afskovningsfri soja kan land X og Y i figuren erstattes af to områder, der producerer henholdsvis afskovningsfri soja og konventionel soja. Når efterspørgslen efter afskovningsfri soja stiger, stiger den samlede efterspørgsel efter soja, og forskydningen kan da føres over til den konventionelle produktion.
Kilde: Original figur fra Schmidt et al. (2015).

Schmidt et al. (2015) går skridtet videre og differentierer mellem ændringer i forskellige jordtyper, således at substitutionen imellem arealanvendelser ikke er 1:1. De introducerer derfor en vægtet udledning pr. ha, baseret på primærproduktionen, som proxy for klimatiske forhold og forskydninger imellem højproduktive og lavproduktive lande. Ændringer i arealanvendelserne tages med som et udtryk for forskellige referencesituationer og produktionssystemer. Disse forskydninger bliver dynamiske, når der tages højde for ændringer i arealanvendelsen som følge af efterspørgsel og prisudvikling, priselasticitet, samt i hvilken grad efterspørgslen medfører transformation (som figur 1 omhandler) eller intensivering af eksisterende arealanvendelse (Schmidt et al., 2015). Denne dynamik i ILUC-estimater var et af de gennemgående temaer i tilblivelsen af EU-direktivet om vedvarende energi (RED II), særligt med fokus på arealændringer som følge af øget efterspørgsel på biobrændsel.

Som beskrevet i Bosselmann et al. (2020) er der store usikkerheder ved estimater for LUC-udledninger, blandt andet relateret til hvor stor en andel af området, hvor afgrøden dyrkes, der er blevet afskovet inden for en given referenceperiode. Der er ligeledes store variationer for ILUC-udledninger, da antagelserne om forskydninger i globale arealanvendelser og 'naturlige' eller klimatiske ændringer i output (Tipper et al., 2009) kan variere, ligesom systemafgrænsningen (se afsnit 4.2) og forskydninger forårsaget af ændringer i efterspørgsel og priser kan variere. Bilag 1 til dette notat indeholder en tabel fra Persson et al. (2014), der viser variationen i både udledninger fra LUC og fra ILUC fra en række ældre studier (i tabellen refererer typen af metode til enten direkte (LUC) eller indirekte (ILUC)).

4.1 Direkte arealændringer som følge af soja- og palmeolieproduktion (LUC)

En beregning af udledninger fra LUC tager typisk udgangspunkt i tre komponenter; ændring i biomassen under jorden, ændring i biomassen over jorden og udledning i forbindelse med kulstofomsætning som konsekvens af en ændring i arealanvendelsen. Sidstnævnte opgøres sommetider for sig og ekskluderes dermed fra LUC. Dette er f.eks. tilfældet i Mogensen et al. (2018), som Bosselmann et al. (2020) også refererer til. Den samlede udledning afskrives over et givet antal år, ofte 20 år. De lokale forhold, det vil sige typen af skov eller andet naturområde, der omlægges, landbrugsafgrøde, klimazone, jordbundsforhold med mere vil givetvist stærkt påvirke de samlede LUC-udledninger.

Gylling et al. (2018) fandt, at størstedelen af den danske import af palmeolie kom fra Malaysia og Indonesien, og sojaimporten kom fra Brasilien og Argentina (Callesen et al., 2020). I perioden 2001-2015 blev der afskovet henholdsvis 18,7 og 7,8 millioner hektar skov i Sydamerika og Sydøstasien, som var direkte associeret med landbrugsdrift (Curtis et al., 2018), og derfor bruges LUC ofte som en metode til at medregne afskovningens bidrag til klimaforandringer som følge af efterspørgslen på landbrugsvarer. Da det ikke er muligt at spore palmeolien og sojaprodukterne til specifik oprindelse og dermed heller ikke garantere, at produktionen er afskovningsfri, vil et estimat for de samlede drivhusgasudledninger tage udgangspunkt i LUC-udledninger baseret på tilgængelige data eller studier fra de regioner, den givne produktion foregår i. Fremgangsmåden bag estimaterne i tabel 1 er beskrevet i Bosselmann et al. (2020), hvor LUC for palmeolie er baseret på nationale studier af henholdsvis Indonesien og Malaysia, og LUC for sojaskrå er baseret på studier fra forskellige regioner i både Brasilien og Argentina.

Selvom beregninger af udledninger fra direkte ændringer i arealanvendelse umiddelbart virker mindre komplicerede end beregninger for ILUC, så er der stor variation blandt resultaterne fra forskellige studier om sojaproduktion i Sydamerika. Castanheira og Freire (2013) viser, hvor stor variation der er i beregningen af LUC afhængigt af, hvilket klima afskovningen finder sted i, hvilken skovtype der er tale om og det efterfølgende driftssystem for sojabønner. De gennemførte 45 scenarier, der beskriver variationen i skovtyper, klimatiske forhold og den efterfølgende jordbearbejdning i Brasilien og Argentina ved sojadyrkning. De fandt den højeste udledning fra tropiske skovområder på 17,8 tons CO_2e pr. ton soja og den laveste fra udpinte græsområder i Argentina på 0,2 ton CO_2e pr. ton soja. Castanheira og Freire (2013) viser også, at deres beregninger i flere tilfælde har mere end 100 procent usikkerhed. Den primære usikkerhed ligger i tilgængeligheden af empiriske og sammenlignelige data vedrørende arealanvendelse (blandt andet med hensyn til andele af ekspansion ind i naturområder) og variation i kulstofpuljen i referencesystemet og i tabet ved en ændring i arealanvendelse under og over jorden (hvor typen af oprindeligt jordbrug eller natur, der omlægges, er vigtig) (Opio et al., 2013).

4.2 Indirekte arealændringer som følge af soja- og palmeolieproduktion

Beregning af ILUC findes i flere udgaver, og der er ingen enighed om brug af én bestemt fremgangsmetode, hvilket leder til store variationer i resultater (van der Werf et al., 2020). En af de mest enkle beror på et estimat for de samlede globale udledninger af drivhusgasser fra landbrugsproduktion og en efterfølgende udregning af en gennemsnitlig udledning pr. ha baseret på det globale landbrugsareal. Denne fremgangsmåde beskrives af Audsley et al. (2009) og benyttes i Mogensen et al. (2018), der bruger en gennemsnitlig ILUC-udledning på 1,43 tons CO_2e pr. ha landbrugsjord. Dermed afhænger ILUC-udledningen af udbyttet for en given afgrøde. I Mogensen et al. (2018) opgøres denne til 0,378 kg CO_2e pr. kg sojaskrå og 0,290 kg CO_2e pr. kg palmeolie.

Ovenstående simple udregning antager, at der ikke er forskelle i f.eks. afskovningsrisici for forskellige produktioner i forskellige dele af verden. Derfor tilpasses den ofte, så de samlede udledninger begrænses til en given afgrøde og dermed også til et givent produktionsområde. Således kan regionale eller nationale estimater for ILUC resultere i større variation i udledningen af emissioner. Dette gøres eksempelvis i et studie af van Middelaar et al. (2013). De tager udgangspunkt i en udledning på 0,48 ton CO_2e fra selve produktionen af 1 ton sojaskrå i et specifikt område i Brasilien uden LUC. Forfatterne tilføjer da den simple udgave af ILUC, baseret på globalt gennemsnit for alt landbrug pr. ha, hvilket får udledningen til at stige med 0,4 ton (82 procent). Med henvisning til Leip et al. (2010), som undersøgte udledningen fra foderstoffer i den europæiske mejerisektor, tilføjer van Middelaar et al. (2013) i stedet ILUC-udledninger estimeret ud fra et gennemsnit af de samlede LUC-udledninger fra den globale sojaproduktion uden for EU og samlede soja-areal uden for EU. Dermed øges de samlede udledninger med 3,05 tons (632 procent). Van Middelaar et al. (2013) vælger i den sidstnævnte metode kun at inddrage de samlede LUC og sojaarealer uden for EU. Havde de valgt også at inddrage data fra sojaproducerende lande i EU, ville deres estimat have været lavere, da det som regel antages, at udledningen fra LUC i Europa er ganske lav. Tabellen i bilag 1 fra Persson et al. (2014) indeholder også en række estimater fra tidligere studier, der opgør ILUC for soja og palmeolie baseret på den nationale metode beskrevet i van Middelaar et al. (2013) samt for den simple globale ILUC.

Da den simple globale ILUC-udregning fra Audsley et al. (2009) medtager alt landbrug globalt, antages priselasticiteter og forskydninger ikke at være relevante. Den nationale metode (van Middelaar et al., 2013) medtager ikke forskydninger mellem forskellige afgrøder. Det har ikke været muligt at finde studier, der modellerer ILUC specifikt for sojaskrå eller palmeolieprodukter til fødevaresektoren. Derimod er der lavet flere studier af ILUC for soja- og palmeolie til biobrændstoffer, blandt andet i forbindelse med RED II og tilsvarende politiske initiativer i USA. Malins (2019) beskriver en række resultater fra modellerne MIRAGE og GLOBIUM i EU og fra CARB og EPA i USA. Variationerne i resultaterne er meget store, blandt andet på grund af forskellige antagelser om priselasticitet og forskydninger mellem landbrugssystemer (sojaolie, palmeolie, andre vegetabilske olier og deres samproduktioner samt føde-/fodervareafgrøder) i forskellige regioner[6].

Der tegner sig her et billede af komplekse interaktioner mellem forskellige systemer, baseret på en række antagelser, som i høj grad påvirker resultatet af ILUC-modelleringer, som foretaget i forbindelse med eksempelvis biobrændstoffer. Hvor der i biobrændselsproblematikken indgik store netto-stigninger i efterspørgslen på vegetabilske olier, omhandler indeværende notat en ændring i efterspørgslen fra konventionel til afskovningsfri[7] soja og palmeolie. Denne ændring alene fører til en forskydning i efterspørgslen på henholdsvis afskovningsfri og konventionel soja og palmeolie og ikke umiddelbart til en yderligere stigning i den samlede efterspørgsel. Kompleksiteten forsvinder dog ikke, og denne type forskydning kan stadig have betydning for drivhusgasudledningen. I en forsimplet fremstilling kan man

[6] MIRAGE (*Modelling International Relationships in Applied General Equilibrium*) er en multisektoriel og multiregional generel ligevægtsmodel til handelspolitiske analyser. GLOBIUM (*Global Biosphere Management Model*) modellerer konkurrencen om arealanvendelse mellem landbrug, skovbrug og bioenergi. CARB (*California Air Resources Board*) baserer deres model på GTAP (*Global Trade Analysis Project*), som ligeledes er en multiregional, multisektoriel generel ligevægtsmodel til handelspolitiske analyser. Modellen brugt af EPA (*U.S. Environmental Protection Agency*) er ikke beskrevet.

[7] I det følgende refererer afskovningsfri soja og palmeolie til certificeret produktion eller anden form for verificeret produktion, som er garanteret afskovningsfri.

eksempelvis forestille sig en situation, hvor en stigning i efterspørgslen på afskovningsfri soja vil have en marginal effekt på den konventionelle produktion (cirka 97 procent af verdens samlede produktion), men føre til en prisstigning på den afskovningsfri produktion. Hermed skal en effekt på de samlede udledninger fra sojaproduktionen findes i eventuelle ændringer i det konstant stigende udbud (efterspørgsel og udbud af soja og palmeolie er ganske konstant stigende), det vil sige, hvor og hvordan produceres det næste ton. Såfremt stigende efterspørgsel på afskovningsfri soja kan tilfredsstilles ved eksempelvis certificering af eksisterende produktion, der lever op til kravet om ingen afskovning siden 2009, vil effekten være marginal. Hvis den stigende efterspørgsel derimod fører til, at (dele af) det samlede, øgede udbud kommer fra intensivering eller fra nye områder uden afskovning, f.eks. inaktive landbrugsjorde, kan effekten være mere end marginal. Såfremt afskovningsfri soja bliver konkurrencedygtig med anden landbrugsproduktion, og en øget produktion af afskovningsfri soja dermed sker ved omlægning af anden landbrugsproduktion, så denne produktion rykkes ind i naturområder, er der tale om en afledt omfordelingseffekt. Denne vil da medtages som ILUC for afskovningsfri soja.

En ILUC-beregning, der tager udgangspunkt i den globale produktion af eksempelvis soja, det vil sige en udvidelse af metoden i van Middelar et al. (2013), kan ikke udføres baseret på data præsenteret i van Middelar et al. (2013) eller Leip et al. (2010). Derfor redegør vi her for en ILUC-beregning, der er knyttet specifikt til henholdsvis soja og palmeolie i et globalt perspektiv uden omtalte forskydninger. Tabel 2 opsummerer redegørelsen.

1. ***Soja***: Igennem en større udredning af ekspansionen af i sojaarealet ind i skov i Brasilien og en gennemgang af studier, der beskriver den øvrige del af Sydamerika, anslår JRC (2019), at 14 procent af sojaarealudvidelsen i Sydamerika foregik som følge af skovrydning i årene 2008-2017. Graesser et al. (2015) fandt, at 17 procent af alle nye landbrugsområder i Sydamerika afløste skov i perioden 2001-2013. Gibbs et al. (2015) fandt også, at 14 procent af udvidelsen af sojaarealet i cerradoen i Brasilien foregik som følge af skovrydning. I perioden 2008-2017 blev arealet, som er dyrket med soja i Sydamerika, forøget med 1,7 millioner ha, hvilket betyder, jf. JRC (2019), at cirka 244.000 ha skov blev ryddet om året. Det svarer til, at 8 procent af den globale udvidelse af sojaarealet foregik på afskovede områder i Sydamerika i perioden 2008-2017.

   Palmeolie: JRC (2019) foretager en tilsvarende gennemgang af studier og litteratur for den globale udvidelse af oliepalmeplantager. Forøgelsen af landbrugsarealet til palmefrugtdyrkning er i perioden 2008-2015 primært sket i Sydøstasien med hele 67 procent af udvidelsen i Indonesien og 15 procent i Malaysia. JRC (2019) refererer blandt andet til Gaveau et al. (2016), som kiggede på den Malaysiske del af Borneo, hvor størstedelen af malaysisk palmeolie kommer fra, og fandt, at 75 procent af skovrydningen skyldes udvidelse af palmeoliedyrkningsfladen. Til sammenligning finder Vijah et al. (2016) at 54 procent af nye palmeolieplantager i Indonesien var relateret til skovrydning i perioden 1989-2013 og 40 procent i Malaysia. Austin et al. (2017) fandt et lavere estimat på 26 procent i Indonesien i perioden 1995-2010, men kiggede kun på statskontrollerede områder. JRC (2019) konkluderer, at samlet set 45 procent af den samlede globale udvidelse af oliepalmearealet i perioden 2008-2015 er sket på skovområder[8].

[8] Det er uklart om denne andel inkluderer tørvejorde, som JRC opgør til 23 procent af den samlede globale udvidelse. Såfremt dette skal lægges til de 45 procent afskovning, vil de samlede udledninger forbundet med arealudvidelsen være betydelige højere end estimeret her.

Ifølge FAOSTAT blev sojaarealet i Sydamerika udvidet med 1,76 millioner ha om året i perioden 2008-2017, svarende til perioden omtalt i JRC (2019). Antages det. at 14 procent af udvidelsen foregik på skovområder, svarer dette til cirka 246.800 ha skov konverteret til soja om året. Omtrent samme areal opnås i øvrigt ved at antage 8 procent afskovning i forbindelse med den årlige, globale udvidelse. Tilsvarende steg oliepalmearealet med lige under 700.000 ha om året i perioden 2008-2015 (FAOSTAT). Antages det, at 45 procent af udvidelsen foregik på skovområder, svarer dette til cirka 314.600 ha afskovning om året.

2. Hernæst tilknyttes en emissionsfaktor til konvertering af skov til landbrug. Her bruges tal fra en engelsk LCA-vejledning kaldet PAS 2050:2011 (BSI, 2011). Disse emissionsfaktorer er beskrevet på nationalt niveau, og derfor bruges emissionsfaktorer fra de to mest dominerende lande i regionerne. Brasilien og Argentina bruges som proxy for hele Sydamerika for soja, og som proxy for oliepalme for Sydøstasien bruges Indonesien og Malaysia. Vi antager, at der ikke foregår skovrydning uden for de to kontinenter som følge af udvidelse af henholdsvis palmefrugt- og sojadyrkningsarealet. Det gør vi af to grunde; for det første er omtrent 70 procent af den globale udvidelse af soja sket i Sydamerika, og 89 procent af udvidelsen af oliepalme er fundet sted i Sydøstasien (83 procent alene i Indonesien og Malaysia) (FAOSTAT 2008-2015). For det andet fandt Curtis et al. (2018), at henholdsvis 78 og 56 procent af skovrydningen i Sydamerika og Sydøstasien skyldtes udvidelse af landbrugsarealet, og kun henholdsvis 7, 4, 1 og 1 procent af skovrydning i perioden 2001-2015 skyldtes udvidelse af landbrugsarealet i Australien, Afrika, Nordamerika og Asien (uden om Sydøstasien). Emissionsfaktorerne har vi vægtet med den samlede udvidelse af henholdsvis soja og palmeolie i de relevante perioder, se bilag 2.

3. Det giver en samlet årlig udledning på henholdsvis 8.789.000 tons CO_2e pr. år og 10.500.000 tons CO_2e pr. år for soja og oliepalme. Denne årlige udledning er et resultat af afskovning ved omlægning af nye arealer til soja- og oliepalmeplantager i perioden 2008-2018 og 2008-2015.

4. Fordi soja og palmeolie er globale handelsvarer, har efterspørgsel på foderstofferne drevet denne udvikling uanset dets oprindelse, og derfor placeres denne udledning på hele udvidelsen af soja- og oliepalmearealet i verden. Det giver en udledning fra de indirekte arealændringer (ILUC) for sojabønner på 2,87 tons CO_2e pr. ha pr. år, svarende til 1,07 tons CO_2e pr. ton sojabønner, og 15,02 tons CO2e pr. ha pr. år for oliepalme, svarende til 0,85 ton CO_2e pr. ton oliepalmefrugt, 3,24 tons CO_2e pr. ton rå palmeolie, 2,50 tons CO_2e pr. ton PFAD og 0,47 ton CO_2e pr. ton palmeoliekage.

Tabel 2. *Fire trin til at bestemme afgrødespecifik, globale ILUC udledninger baseret på data vedrørende arealudvidelse og afskovning i perioden 2008 til 2017/2015*

Trin	Beskrivelse	Soja	Palmeolie
1	Afskovning ha/år fra landbrugsudvidelse	246.795 (Sydamerika)	314.662 (globalt)
2	Emissionsfaktor tCO2e/ha/år (bilag 2)	35,6	33,4
3	Emission tCO2e/år	8.789.024	10.500.088
4	ILUC tCO2e/ha/år	2,87	15,02
	ILUC tCO2e/ton sojabønne/ rå palmeolie/ PFAD/ oliekage	1,07	3,24 / 2,50 / 0,47

Kilde: Egne beregninger baseret på JRC (2019), (BSI, 2011) og FAOSTAT

I sammenligning med estimater for ILUC-udledninger fra regionale ILUC-beregninger (se bilag 1) ligger vores tal lavere for soja og er sammenlignelige med palmeolie i Indonesien. Dette skyldes hovedsageligt vores

globale perspektiv, der leder til de lavere værdier for soja, da en betydelig del af udvidelsen har fundet sted uden for Sydamerika, hvilket ikke påvirker de regionale modeller i samme grad.

5 Danmarks udledninger, fra LUC til ILUC

Hvis det antages, at import af afskovningsfri soja og palmeolie kan opnås ved f.eks. køb af certificerede råmaterialer eller gennem indkøbspolitikker, der ikke tillader nogen former for afskovning, eventuelt kombineret med krav om *due diligence*, vil man i stedet for udledninger fra LUC se på udledninger fra ILUC. Tabel 3 viser de samlede udledninger i forbindelse med produktion, forarbejdning og transport af soja og palmeolie, inklusive henholdsvis LUC og to udgaver af ILUC. Det er her vigtigt at bemærke, at der ikke er taget hensyn til, at dele af den danske import af soja og palmeolie allerede i dag er dækket af certifikater eller certificeret produktion. Den første udgave, ILUC_1, er den samme som rapporteret i Mogensen et al. (2018) og Audslet et al. (2009), og som er baseret på det globale gennemsnit for landbrugsudledninger pr. arealenhed og udbyttet af de forskellige produkter pr. arealenhed. Denne har den fordel, at forskydninger mellem systemer med mere implicit er inkluderet. I Mogensen et al. (2018) opgøres ILUC til 0,378 ton CO_2e pr. ton sojaskrå og til henholdsvis 0,290, 0,234 og 0,032 ton CO_2e pr. ton palmeolie, PFAD og palmeoliekager. Med udledninger fra ILUC_1-modellen føjet til de samlede udledninger fra produktionen af dansk import af sojaskrå og palmeolieprodukter er de samlede udledninger på 2,42 millioner tons CO_2e for importen i 2018. Dette svarer til en reduktion på 4,63 millioner tons CO_2e sammenlignet med LUC-scenariet. Hvis man derimod bruger ILUC_2-modellen, som begrænser det inkluderede landbrugssystem til den globale produktion af henholdsvis soja og palmeolie, er reduktionen mindre. I ILUC_2-modellen er udledningen fra indirekte ændringer i arealanvendelse på 0,84 ton CO_2e pr. ton sojaskrå og henholdsvis 3,27, 2,50 og 0,47 tons CO_2e pr. ton rå palmeolie, PFAD og palmeolieskrå. Hermed bliver de samlede udledninger i forbindelse med produktionen af den danske import på 3,20 millioner tons CO_2e, hvilket svarer til en reduktion på 3,85 millioner tons CO_2e. Se tabel 2.

Den relativt lille forskel på LUC og ILUC_2 for palmeolie skyldes, at langt størstedelen af både dyrkningen af oliepalme, udvidelsen i areal og afskovningen finder sted i Indonesien og Malaysia. Hermed kommer ILUC_2-modellen, som beskrevet her, til at ligge tæt op ad LUC-modellen. Heraf må følge, at et skift fra konventionel palmeolie til afskovningsfri palmeolie, baseret på antagelserne for modellerne i dette notat, har en begrænset effekt på udledningen af drivhusgasser. Som beskrevet ovenfor i diskussionen af de forskellige modeller for LUC og ILUC, er det valget af systemafgrænsning, antagelser om vekselvirkning og forskydninger mellem forskellige produkter, samt viden om hvorfra importen oprinder, der afgør, hvilket scenarie der er passende. Der er dog store usikkerheder ved alle scenarier.

De omtalte reduktioner ved et skift fra LUC til ILUC er alene gældende fra et dansk perspektiv. Dette skyldes, at der er to forhold, der sandsynliggør, at et isoleret dansk skifte til afskovningsfri soja og palmeolie ikke vil ændre væsentligt ved den nuværende efterspørgsel og priser på afskovningsfri og konventionel soja og palmeolie. For det første kan et skifte af den danske import fra den nuværende kombination af certifikater, fysisk certificerede varer og konventionel palmeolie til 100 procent RSPO-certificeret palmeolie dækkes af det eksisterende udbud af certificeret palmeolie; kun halvdelen af den RSPO-certificerede palmeolie sælges som certificeret, mens resten indgår i den konventionelle forsyningskæde. For soja ser det anderledes ud. Ifølge RTRS blev 3,95 millioner tons soja solgt som enten certifikater, *mass balance* eller segregeret i 2019, mens produktionen i samme år lå på 4,1 millioner tons. Tilsvarende tal er ikke tilgængelige for ProTerra-certificeret soja, som dækker et areal på omkring 1,2 millioner ha, hvilket nogenlunde svarer til arealet under

RTRS. Det kan tyde på, at en omlægning til import udelukkende af certificeret soja vil have mere end en marginal effekt på efterspørgslen på certificeret soja, dog uden at ændre væsentligt på efterspørgslen på det konventionelle marked, som er mange gange større. Dette kan have en effekt på prisen og dermed udbuddet af certificeret soja. Som omtalt i afsnit 4 kan denne efterspørgsel føre til certificering af eksisterende konventionelle plantager ('lavt hængende frugter'), intensivering af eksisterende produktion, inddragelse af uudnyttede landbrugsområder eller konvertering af andet landbrug, som derved forskydes til andre jorde (eventuelt skove).

For det andet vil effekten på efterspørgslen på konventionel soja og palmeolie efter alt at dømme kun være marginal og dermed kun have en marginal effekt på prisen og udbuddet. Udbuddet af konventionelt produceret soja og palmeolie og udledningen af drivhusgasser fra produktionen vil med andre ord ikke falde.

Tabel 3. *Estimater for udledning af drivhusgasser i forbindelse med produktion, forarbejdning og transport af sojaskrå og palmeolie-produkter, inklusive henholdsvis direkte ændringer i arealanvendelse (LUC) og to modeller for indirekte ændringer i arealanvendelse: ILUC_1, der er baseret på gennemsnitlige udledninger fra det globale landbrugssystem, og ILUC_2, der er baseret på en afgrødespecifik, global model som beskrevet i afsnit 4.2.*

2018 import	**Ton**	**Emissionsfaktor og udledning med LUC**		**Emissionsfaktor og udledning med ILUC_1**		**Emissionsfaktor og udledning med ILUC_2**	
Produkt	**produkt**	**CO_2e**	**ton CO_2e**	**CO_2e**	**ton CO_2e**	**CO_2e**	**ton CO_2e**
Palmeolie, rå[1]	16.516	6,507	107.466	4,864	80.331	5,171	85.398
Fraktioner af palmeolie[1]	96.388	5,349	515.581	4,025	387.963	4,162	401.152
Palmefedtsyredestillat[1]	47.514	5,349	254.152	4,025	191.244	4,162	197.746
Oliekager af palmekerner[1]	10.644	1,136	12.092	0,923	9.825	1,068	11.373
Sojaskrå Argentina	527.931	4,720	2.491.746	1,013	534.954	1,478	780.072
Sojaskrå Brasilien	744.436	3,969	2.954.801	1,097	816.550	1,561	1.162.191
Sojaskrå anden Sydamerika	137.351	4,056	557.082	1,184	162.567	1,648	226.339
Sojaskrå resterende lande	216.430	0,706	152.771	1,084	234.581	1,548	335.070
Totale udledninger ton CO_2e			**7.045.691**		**2.418.015**		**3.199.343**

Emissionsfaktorerne er i ton CO_2e pr. ton produkt.

[1] I ILUC_2-scenariet er kulstofomsætningen i tørvejord fratrukket udledningen for palmeolieprodukterne, inden ILUC_2 tilføjes, da 'C i jord'-udledning er inkluderet i udregningen af ILUC2.

Det er i denne sammenhæng værd at diskutere den danske sojaimport i en europæisk kontekst. Mens Escobar et al. (2020) i et netop udgivet studie viser, at Europa i perioden 2010-2015 havde det største klimaaftryk i verden pr. importeret ton soja, beskriver den seneste European Soy Monitor-rapport fra IDH (2020), at andelen af Europas import af soja, som anses for at være afskovningsfri, har været stærk stigende siden da. I 2018 var andelen steget til cirka 18 procent af importen, via certifikater og fysisk, certificeret soja. Dette sættes i relation til blandt andet dannelsen af initiativer til ansvarlig import i den private sektor i flere europæiske lande (heriblandt Dansk Alliance for Ansvarlig Soja), Amsterdam-Deklarationen, som Danmark

har underskrevet, samt Europakommissionens *Communication on Stepping up EU Action to Protect and Restore the World's Forests* fra juli 2019, der alle fokuserer på afskovningsfri import til Europa.

Såfremt et dansk skifte til afskovningsfri soja og palmeolie indgår i en generel udvikling for Europa, hvormed der bliver tale om et skifte i den samlede efterspørgsel fra Europa til afskovningsfri soja, er der ikke længere tale om en marginal effekt; for sojas vedkommende er EU den næststørste importør af soja fra Sydamerika, efter Kina. Dermed kan det have en effekt på efterspørgslen og dermed priserne og udbuddet for både den konventionelle (nedadgående) og den certificerede (opadgående) vare, hvilket kan have en effekt på ændringer i arealanvendelsen. Som omtalt tidligere, kan en øget efterspørgsel på afskovningsfri soja eller palmeolie medføre et øget pres på de arealer, der kan levere de certificerede varer, og dermed intensivere udnyttelsen af arealerne (udbytteeffekten) eller gøre det rentabelt at inddrage landbrugsjorde, der på nuværende tidspunkt ikke bruges (en positiv omfordelingseffekt). En nærmere belysning af dette kræver en dyberegående modellering af handlen for afskovningsfri soja og palmeolie inklusive forskydninger til andre arealanvendelser.

5.1 Opsummerende bemærkninger

Den oprindelige opgave lyder "*reduktionspotentiale ift. drivhusgasemissioner forbundet med import af landbrugsråvarer (i særdeleshed soja og palmeolie), såfremt det kan dokumenteres, at produktionen er foregået ansvarligt og afskovningsfrit. I notatet skal der bl.a. redegøres for anvendelse af iLUC og LUC i forbindelse med opgørelser forbundet med den danske import af landbrugsråvarer*." Hermed er fokus i dette notat på reduktionspotentialet i de globale drivhusgasudledninger ved en ændring fra import af konventionelle landbrugsråvarer, der kan være forbundet med afskovning, til afskovningsfrie råvarer.

Danmark er en relativt lille aktør på det samlede marked for både palmeolie og soja, hvorfor en ændring i landets efterspørgsel kun vil have en marginal effekt på den samlede efterspørgsel og dermed pris og udbud. Selv om et skifte til eksempelvis certificeret soja skulle påvirke markedet for certificeret soja, hvor størstedelen af den certificerede produktion allerede sælges som certificeret (dog hovedsageligt som certifikater), er dette stadig en lille del af det samlede marked, hvorfor ændringer heri endnu ikke vil have store effekter på markedet for konventionel soja. Et samlet europæisk skifte i efterspørgslen må dog forventes at have en effekt, og det er derfor værd at bemærke, at diskussioner omkring afskovningsfri import også foregår i andre europæiske lande. Situationen er anderledes for palmeolien, hvor omkring 19 procent af produktionen allerede er certificeret, men kun halvdelen sælges som certificeret. En relativt stor stigning i efterspørgslen på certificeret palmeolie kan hermed opfyldes uden direkte ændringer i den fysiske produktion. Hertil kommer, at certificering alene ikke har haft indflydelse på afskovning og afbrænding af skove i Sydøstasien, og størstedelen af udvidelsen foregår stadig ifølge JRC (2019) via inddragelse af enten skove eller tørvejord. Dette er også baggrunden for, at en anden tilgang til afskovningsfri import får opmærksomhed: krav om *due diligence*-ansvar blandt råvareimporterende virksomheder.

Udledningen af drivhusgasser fra produktionen af den danske import af soja og palmeolie, omtalt i dette notat, tæller ikke med i de nationale udledninger af drivhusgasser, men de tæller med i opgørelser af det nationale aftryk, hvor udledninger relateres til det samlede forbrug, altså også produkter produceret i udlandet. Dette perspektiv er lig det, som blandt andet danske virksomheder tager, når afskovningsfri import bliver del af virksomhedens strategi og indgår i bæredygtighedsrapporteringer. Medens virksomheder rapporterer deres forbrug uden hensyn til deres slutmarked, vil man i en nations aftryk se på indenrigsforbruget. Da en væsentlig del af den danske fødevareproduktion, heriblandt den animalske

produktion, eksporteres, er det ikke den samlede danske nettoimport af soja og palmeolie, der forbruges i Danmark. IDH (2020) estimerer, at af den samlede nettoimport på 1,6 millioner tons sojaskrå i 2018, forbliver 1,1 millioner tons inden for Danmark; resten eksporteres i svinekød, ost med mere. Ligesom for ILUC-modeller er der her tale om forskellige systemafgrænsninger i forhold til, hvad der rapporteres, og hvad en virksomhed, en industri eller en nation forholder sig til.

6 Referencer

Abessa, D., Farma, A. & Buruaem, L. (2019). The systematic dismantling of Brazilian environmental laws risks losses on all fronts. *Nature Ecology & Evolution* 3, 510–511. https://doi.org/10.1038/s41559-019-0855-9

Audsley, E., Brander, M., Chatterton, J., Murphy-Bokern, D. Webster, C. & Williams, A. (2009). How low can we go? An assessment of greenhouse gas emissions from the UK food system and the scope to reduce them by 2050. Report for the WWF-UK and Food Climate Research Network. https://dspace.lib.cranfield.ac.uk/handle/1826/6503

Austin, K.G., Mosnier, A., Pirker, J., McCallum, I., Fritz, S. & Kasibhatla, P.S. (2017). Shifting patterns of oil palm driven deforestation in Indonesia and implications for zerodeforestation commitments. *Land Use Policy*, 69(August), 41–48. http://doi.org/10.1016/j. landusepol.2017.08.036

Bager, S. & Persson, M. (2020). Forskere: Virksomheder skal selv sikre, at de ikke bidrager til skovrydning. Debatindlæg. Altinget, 13. maj 2020. https://www.altinget.dk/eu/artikel/forskere-virksomheder-skal-sikre-at-deres-produkter-ikke-leder-til-skovrydning

Bosselmann, A.S. (2019). Dansk import af afskovningsfri soja fra Sydamerika. IFRO Udredning, nr. 2019/28. https://static-curis.ku.dk/portal/files/235002522/IFRO_Udredning_2019_28.pdf

Bosselmann, A.S., Gylling, M. & Callesen, G.E. (2020). Opgørelse over udledningen af drivhusgasser i forbindelse med Danmarks import af sojaskrå og palmeolie. IFRO Udredning, nr. 2020/09. https://static-curis.ku.dk/portal/files/239904192/IFRO_Udredning_2020_09.pdf

BSI (2011). PAS 2050:2011. Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services. British Standard Institution, London.

Cadman, T., Sarker, T., Muttaqin, Z., Nurfatriani, F., Salminah, M. & Mareseni, T. (2019). The role of fiscal instruments in encouraging the private sector and smallholders to reduce emissions from deforestation and forest degradation: Evidence from Indonesia. *Forest Policy and Economics* 108, 101913. https://doi.org/10.1016/j.forpol.2019.04.017

Callesen, G.E., Gylling, M. & Bosselmann, A.S. (2020). Den danske import af soja 2017-2018: Hvor store arealer beslaglægger den i producentlandene, og hvor stor andel af den importerede soja anvendes til svine- og mælkeproduktion? IFRO Udredning, nr. 2020/03. https://static-curis.ku.dk/portal/files/236266436/IFRO_Udredning_2020_03.pdf

Carlson, K.M., Heilmayr, R., Gibbs, H.K., Noojipady, P., Burns, D.N., Morton, D.C., Walker, N.F., Paoli, G.D. & Kremen, C. (2018). Effect of oil palm sustainability certification on deforestation and fire in Indonesia. *PNAS* 115, 121-126. https://doi.org/10.1073/pnas.1704728114

Castanheira, É.G. & Freire, F. (2013). Greenhouse gas assessment of soybean production: Implications of land use change and different cultivation systems. *Journal of Cleaner Production* 54, 49–60. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.05.026

Curtis, P.G., Slay, C.M., Harris, M.L., Tyukavina, A. & Hansen, M (2018). Classifying drivers of global forest loss. Science 362:6407, 1108–1111. https://doi.org/10.1126/science.aau3445

De Økonomiske Råd (2019). Økonomi og Miljø, 2019. Kapitel II: Lækage af drivhusgasudledninger og dansk klimapolitik. De Økonomiske Råd, Formandskabet. https://dors.dk/files/media/rapporter/2019/m19/m19_oekonomi_og_miljoe_2019.pdf

Escobar, N., Tizado, J.E., zu Ermgassen, E.K.H.J., Löfgren, P., Börner, J. & Godar, J. (2020). Spatially-explicit footprints of agricultural commodities: Mapping carbon emissions embodied in Brazil's soy exports. *Global Environmental Change* 6, 102067. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2020.102067

Gardner, T.A., Benzie, M., Börner, J., Dawkins, E., Fick, S., Garret, R., Godar, J. Grimard, A., Lake, S., Larsen, R.K., Mardas, N., McDermott, C.L., Meyfroidt, P., Osbeck, M., Persson, M., Sembres, T., Suavet, C., Strassburg, B., Trevisan, A., West, C. & Wolvekamp, P. (2019). Transparency and sustainability in global commodity supply chains. *World Development* 121, 161-177. https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2018.05.025

Gaveau, D.L.A., Sheil, D., Husnayaen, Salim, M.A., Arjasakusuma, S., Ancrenaz, M., Pacheco, P. & Meijaard, E. (2016). Rapid conversions and avoided deforestation: examining four decades of industrial plantation expansion in Borneo. *Nature - Scientific Reports* 6, 32017. https://doi.org/10.1038/srep32017

Gibbs, H.K., Rausch, L., Munger, J., Schelly, I., Morton, D.C., Noojipady, P., Soares-Filho, B., Barreto6, P., Micol, L. & Walker, N.F. (2015). Brazil's Soy Moratorium: Supply-chain governance is needed to avoid deforestation. *Science* 347(6220), 377-378. http://doi.org/10.1126/science.aaa0181

Graesser, J., Aide, T.M., Grau, H.R. & Ramankutty, N. (2015). Cropland/pastureland dynamics and the slowdown of deforestation in Latin America. *Environmental Research Letters* 10(3), 034017. http://doi.org/10.1088/1748-9326/10/3/034017

GRI (2016). GRI 308: Supplier Environmental Assessment 2016. Global Reporting Initiative. https://www.globalreporting.org/standards/media/1015/gri-308-supplier-environmental-assessment-2016.pdf

Gylling, M., Hagelund, A. & Olsen, F.L. (2018). Palmeolieværdikæderne i Danmark. FRO Udredning, nr. 2018/20. https://static-curis.ku.dk/portal/files/209699059/IFRO_Udredning_2018_20.pdf

Heilmayr, R., Carlson, K.M. & Benedict, J.J. (2020). Deforestation spillovers from oil palm sustainability certification. *Environmental Research Letters* 15, 075002. https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab7f0c

IDH (2020). European Soy Monitor: Insights on European responsible and deforestation -free soy consumpotion 2018. IDH, the sustainable trade initiative. https://www.idhsustainabletrade.com/uploaded/2020/05/IDH-European-Soy-Monitor-v2.pdf

IDH & IUCN-NL (2019). European Soy Monitor: Insights on the European supply chain and the use of responsible and deforestation-free soy in 2017. https://www.idhsustainabletrade.com/uploaded/2019/04/European-Soy-Monitor.pdf

IPCC (2006). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 4 Agriculture, Forestry and Other Land Use. https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html

ITC (2019). The State od Sustainable Markets – 2019: Soybeans. https://sustainabilitymap.org/trends

ITC (n/d). FEFAC Tools & Actions to Support Mainstream Market Transition of Responsible Soy. International Trade Centre. https://sustainabilitymap.org/fefac

JRC (2019). Report from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions on the status of production expansion of relevant food and feed crops worldwide. COM(2019) 142 final, Brussels. Samt bilag fra samme. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/TXT/?uri=CELEX%3A52019DC0142

le Polain de Waroux, Y., Garret, R.D., Graesser, J., Nolte, C., White, C. & Lambin E.F. (2019). The

restructuring of South American soy and beef production and trade under changing environmental regulations. *World Development* 121, 188-202. https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2017.05.034

Leip, A., Weiss. F., Wassenaar, T., Perez, I., Fellmann, T., Loudjani, P., Tubiello, F., Grandgirard, D., Monni, S. & Biala, K. (2010). Evaluation of the livestock sector's contribution to the EU Greenhouse Gas Emissions (GGELS). Final report. European Commission, Joint Research Centre. https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/38abd8e0-9fe1-4870-81da-2455f9fd75ad

Malins, C. (2019). Risk management: Identifying high and low ILUC-risk biofuels under the recast renewable energy directive. Cerulogy. https://www.transportenvironment.org/sites/te/files/2019_01_Cerulogy_Risk_management_study.pdf

Mogensen, L., Knudsen, M.T., Dorca-Preda, T., Nielsen, N.I., Kristensen, I.S. & Kristensen, T. (2018). Bæredygtighedsparametre for konventionelle fodermidler til kvæg: Metode og tabelværdier. DCA rapport, nr. 116. https://dcapub.au.dk/djfpublikation/djfpdf/DCArapport116.pdf

Opio, C., Gerber, P., Mottet, A., Falcucci, A., Tempio, G., MacLeod, M., Vellinga, T., Henderson, B. & Steinfeld, H. (2013). Greenhouse gas emissions from ruminant supply chains. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome. http://www.fao.org/docrep/018/i3461e/i3461e00.htm.

Persson, U.M., Henders, S. & Cederberg, C. (2014). A method for calculating a land-use change carbon footprint (LUC-CFP) for agricultural commodities: applications to Brazilian beef and soy, Indonesian palm oil. *Global Change Biology* 20, 3482-3491. https://doi.org/10.1111/gcb.12635

RSPO (2018). Principles and criteria: For the production of sustainable palm oil 2018. Roundtable on Sustainable Palm Oil. https://rspo.org/principles-and-criteria-review

Schmidt, J.H., Weidema, B.P. & Brandão, M. (2015). A framework for modelling indirect land use changes in Life Cycle Assessment. *Journal of Cleaner Production* 99, 230–238. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.03.013

Tipper, R., Hutchison, C. & Brander, M. (2009). A Practical Approach for Policies to Address GHG Emissions from Indirect Land Use Change Associated with Biofuels. Technical Paper - TP-080212-A. Ecometrica. https://ecometrica.com/assets/ILUCV1.2_technical.pdf

van der Werf, H.M.G., Knudsen, M.T. & Cederberg, C. (2020). Towards better representation of organic agriculture in life cycle assessment. *Nature Sustainability* 3, 419-425. https://doi.org/10.1038/s41893-020-0489-6.

van Middelaar, C.E., Cederberg, C., Vellinga, T.V., van der Werf, H.M.G. & de Boer, I.J.M. (2013). Exploring variability in methods and data sensitivity in carbon footprints of feed ingredients. *International Journal of Life Cycle Assessment* 18(4), 768-782. https://doi.org/10.1007/s11367-012-0521-9

Varkkey, H., Tyson, A. & Choiruzzad, S.A.B. (2018). Palm oil intensification and expansion in Indonesia and Malaysia: Environmental and socio-political factors influencing policy. *Forest Policy and Economics* 92, 148-159. https://doi.org/10.1016/j.forpol.2018.05.002

Vijah, V., Pimm, S.L., Jenkins, C.N. & Smith, S.J. (2016). The impacts of oil palm on recent deforestation and biodiversity loss. *PLOS ONE* 11 (7) https://doi.org/10.1371/journal.pone.0159668

zu Ermgassen, E.K.H.J., Ayre, B., Godar, J. Lima, M.G.B., Bauch, S., Garrett, R., Green, J., Lathuillière, M.J., Löfgren, P., MacFarquhar, C., Meyfroidt, P., Suavet, C., West, C. & Gardner, T. (2020). Using supply chain data to monitor zero deforestation commitments: an assessment of progress in the Brazilian soy sector. *Environmental Research Letters* 15, 035003. doi.org/10.1088/1748-9326/ab6497

Bilag 1 Oversigt LUC/ILUC studier

Oversigt udgivet i Persson et al. (2014).

Table 1 Summary of reported carbon footprints for a selection of agricultural commodities linked to land-use change. Results differ widely, depending on the type of methodology (direct vs. indirect) adopted and assumptions regarding the land use being replaced

	Carbon footprint (tCO_2/t product)			
Product/Region	LUC	Non-LUC	Methodology	Reference
Soybean meal				
Argentina	0.93*	0.72†	Direct‡	(Opio *et al.*, 2013)
Brazil	7.69§	0.48††	Direct‡	(Opio *et al.*, 2013)
	0.63‖		Direct‡	(Meul *et al.*, 2012)
	0.17–0.18**		Direct‡	(Middelaar *et al.*, 2012)
	3.05		Indirect (national)	(Middelaar *et al.*, 2012)
	0.40		Indirect (global)	(Middelaar *et al.*, 2012)
Non-EU	0.40–8.67		Indirect (national)	(Leip *et al.*, 2010)
Soybeans				
Argentina	6.65	0.64†	Direct‡	(Flynn *et al.*, 2012)
	4.14‡‡		Indirect (national)	(Ponsioen & Blonk, 2012)
Brazil	12.37§§	0.32–0.36††	Direct‡	(Flynn *et al.*, 2012)
	0.78		Direct‡	(Meul *et al.*, 2012)
	0.55		Indirect (global)	(Meul *et al.*, 2012)
	3.77‡‡		Indirect (national)	(Ponsioen & Blonk, 2012)
Non-EU	0.37–7.91		Indirect (national)	(Leip *et al.*, 2010)
Beef				
Amazon	726	28	Direct‡	(Cederberg *et al.*, 2011)
Brazil	44		Direct‡	(Cederberg *et al.*, 2011)
	24	32.4		(Opio *et al.*, 2013)
Palm oil				
Indonesia	8.00§§	2.2†††	Direct‡	(Flynn *et al.*, 2012)
	3.22‖‖		Indirect (national)	(Ponsioen & Blonk, 2012)
Malysia	6.10§§		Direct‡	(Flynn *et al.*, 2012)
	1.16‖‖		Indirect (national)	(Ponsioen & Blonk, 2012)
South Asia	7.25***		Direct‡	(Reijnders & Huijbregts, 2008b)

*Assumes that 22% of soybean expansion occurs on forested land, 31% on shrubland, and 44% on cropland.
†(Dalgaard *et al.*, 2008).
‡20 year amortization.
§Assumes that all soybean expansion occurs in natural forest areas.
‖Assumes that 3.2% of soybean expansion occurs on forested land, 5.2% on shrubland.
**Assumes that 1% of soybean expansion occurs on forested land, 3.4% on shrubland.
††(Prudêncio Da Silva *et al.*, 2010).
‡‡Converted from the reported carbon footprint per ha using the average soybean yield in 2010 from FAOSTAT.
§§Conversion from 'natural vegetation' (a weighted average over all vegetation types suitable for soybean cultivation).
‖‖Converted from the reported carbon footprint per ha using the average soybean yield 2010 from FAOSTAT and allocating all emissions to palm oil.
***Based on conversion of forest to oil palm plantations and recalculated from 25 to 20 years amortization.
†††(Schmidt, 2010).

Bilag 2 Beregning af soja ILUC

Inputdata til beregning af global, afgrødespecifik ILUC (ILUC_2)

Udledning af drivhusgasser ved ændring af arealanvendelsen fra skov til landbrug, baseret på et vægtet gennemsnit imellem de to lande med størst produktion (BSI, 2011). Vægtningen er lavet på den samlede produktion i perioden 2008-2015.	(BSI, 2011) til emissionsfaktorer FAOSTAT til vægtning		Malaysia	Indonesien
		Emissionsfaktor	37	33
		Andel af regional udvidelse	9 %	91 %
		Gennemsnitlig emissionsfaktor	33,4	
Det gennemsnitlige udbytte af palmefrugt pr. ha i perioden 2008-2015.	FAOSTAT udbytteopgørelse FAOSTAT til vægtning		Malaysia	Indonesien
		Udbytte ton/ha	18,4	17,6
		Andel af udvidelse	9 %	91 %
		Gns. udbytte/ha	17,6	

Udledning af drivhusgasser ved ændring af arealanvendelsen fra skov til landbrug, baseret på et vægtet gennemsnit imellem de to lande med størst produktion (BSI, 2011). Vægtningen er lavet på den samlede produktion i perioden 2008-2017.	(BSI, 2011) til emissionsfaktorer FAOSTAT til vægtning		Argentina	Brasilien
		Emissionsfaktor	17	37
		Andel af regional udvidelse	7 %	93 %
		Gennemsnitlig emissionsfaktor	35,6	
Det gennemsnitlige udbytte af soja pr. ha i perioden 2008-2017.	FAOSTAT udbytteopgørelse FAOSTAT til vægtning		Argentina	Brasilien
		Udbytte ton/ha	2,6	2,7
		Andel af udvidelse	7 %	93 %
		Gns. udbytte/ha	2,7	