

Landbrugets og fødevarereproduktionens klimapåvirkning

Landbruget og vores forbrug af fødevarer er forbundet med store udledninger af drivhusgasser. Dansk landbrug har over de seneste 20 år reduceret udledninger betydeligt, både som følge af effektiviseringer i produktionen og som følge af miljøreguleringen, bl.a. via Vandmiljøplanerne. Derimod er det stigende kødforbrug i Danmark medvirkende til, at danskernes fødevarerforbrug fortsat er stor kilde til klimabelastningen.

JOHN E. HERMANSEN &
JØRGEN E. OLESEN.

Vores forbrug af varer og tjenesteydelser er forbundet med udledning af drivhusgasser og dermed en medvirkende årsag til klimaforandringer. Det gælder ikke mindst vores produktion og forbrug af fødevarer. Det er således vurderet, at 20-30% af EU-25's samlede udledning af drivhusgasser er knyttet til forbrug af fødevarer, incl drikkevarer /5/. Heri er indregnet alle processer forbundet med fødevarerforbrug, dog undtaget den del der skyldes en udvidelse af landbrugsarealer gennem inddragelse af skov mv. En stadig stigende inddragelse af naturarealer, herunder skov, til landbrugsproduktion for at tilgodese det stadig stigende behov til madvarer og foder til husdyrene er imidlertid en realitet. Hvis denne del inddrages anslåes det at landbrugets husdyrproduktion på verdensplan er ansvarlig for omtrent 18% af de samlede drivhusgasudledninger /8/, mens de samlede udledninger fra landbruget /2/ er estimeret til 32%. Størrelsesordenen af disse tal gør det berettiget og nødvendigt at fokusere på vores landbrugsproduktion og fødevarerforbrug i relation til klimapåvirkning.

Mens det for de fleste andre sektorer er energiforbruget der er afgørende for udledningen af drivhusgasser, er det i landbrugsproduktionen mere sammensat. Udover at landbrugets energiforbrug bidrager til udledning af CO_2 , kommer de største bidrag til drivhusgasudledningen fra henholdsvis metan og lattergas, bl.a. fordi disse drivhusgasser har en langt kraftigere drivhuseffekt end effekten af kuldioxid. Hertil kommer at der i land-

bruget kan enten bindes eller frigøres kulstof (i form af CO_2) fra puljen af organisk stof i jorden. Det er især ændringer i arealanvendelse (f.eks. mellem skov og dyrket jord eller mellem græs- og kornmarker), der er afgørende for ændringer i jordens kulstoflager.

I det følgende fokuserer vi på udledning af drivhusgasser fra de danske landbrugsbedrifter og ser på betydningen af landbrugets forbrug af hjælpepestoffer samt konsekvenserne for klimabelastningen forbundet med vores fødeindtag.

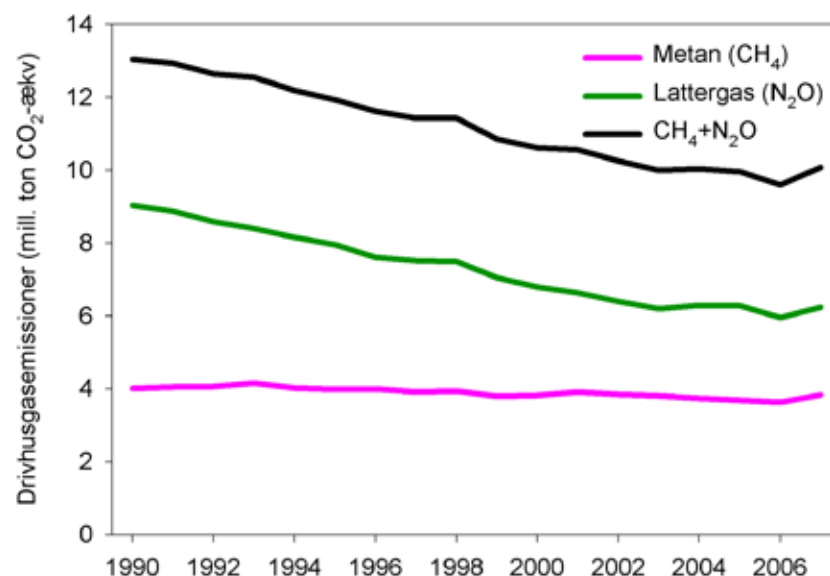
Landbrugsbedrifternes bidrag til global opvarmning

Landbrugsproduktionen medfører primært udledning af klimagasserne metan (CH_4), lattergas (N_2O) og kuldioxid (CO_2). Landbrugets energiforbrug bidrager til udledning

af CO_2 , men for landbrugets vedkommende kommer de største bidrag til drivhusgasudledningen fra metan og lattergas, bl.a. fordi disse drivhusgasser har hhv. 23 og 296 gange kraftigere drivhuseffekt end effekten af kuldioxid /6/. Der er en lang række kilder til drivhusgasser i landbruget (Tabel 1), hvoraf de væsentligste er metan fra husdyrenes fordøjelse samt lattergas fra gødningsanvendelse og tab af kvælstof ved udvaskning eller gennem ammoniakfordampning.

Metan dannes ved nedbrydning af organisk stof under helt iltfrie forhold, som man bl.a. finder i dyrs fordøjelsessystem og i permanent vandmættede miljøer. Drøvtyggers fordøjelse er den største enkeltkilde til metan i landbruget. I gyllelagre er der også gode betingelser for metanproduktion, afhængigt af gyllens sammensætning og af temperaturen i lageret. Metanoxidation kan forekomme i flydelaget, og det vurderes at reducere metanemissionen med i størrelsesordenen 10 %. Retablering af vådområder kan øge udledningen af metan, fordi den ændrede vandstand forrykker balancen mellem metanproduktion og metanoxidation.

Lattergas i jord dannes primært som mellemprodukt i det bakterielle kvælstofkredsløb. Dannelsen kan ske ved nitrifikation af ammonium til nitrat eller ved denitrifikation af nitrat til frit kvælstof (N_2). Processerne i kvæl-



Figur 1. Udvikling i udledningerne af metan og lattergas fra dansk landbrug siden 1990.

Tabel 1. Dansk landbrugs udledninger af drivhusgasser i 2006 angivet i mio. ton CO₂-ækv. og i procent af de samlede danske udledninger.

Drivhusgas	Kilde	Udledninger	
		Mio. ton CO ₂ -ækv	% af DK
Metan (CH ₄)	Husdyrs fordøjelse	2,6	3,7
	Lagring af husdyrgødning	1,1	1,5
Lattergas (N ₂ O)	Lagring af husdyrgødning	0,5	0,7
	Handels- og husdyrgødning	2,5	3,5
	Tab af kvælstof (især udvaskning)	2,2	3,1
	Afgrøderester og organisk jord	0,4	0,6
Kuldioxid (CO ₂)	Brændstofforbrug	1,6	2,3
	Dyrkning af organisk jord	1,1	1,6
	Kalkning	0,2	0,3
	Kulstof i mineraljord	-0,4	-0,6
I alt		11,8	16,9

stofkredsløbet påvirkes af en række forhold i jorden, så som tilgængelighed af ilt og organisk stof, jordens pH og vandindhold. Lattergasemissioner forekommer især fra jord og gødningslagre. Desuden tillægges der en emission til den mængde kvælstof, som tabes fra landbrugssystemet ved ammoniakfordampning og nitratudvaskning, da disse puljer omsættes i andre økosystemer med emissioner af lattergas til følge.

Udledningen af lattergas kan reduceres ved at mindske anvendelsen af kvælstofgødninger og ved at reducere tabet ved ammoniakfordampning og nitratudvaskning. Især resulterer en forøget kvælstofudnyttelse i reduktion i lattergasemissionerne.

Mængden af kulstof (C) i landbrugssystemer udgøres primært af C i jordens organiske stof. Kulstofindholdet i landbrugsjord kan især påvirkes gennem tilførslen med afgrøderester og husdyrgødning. Desuden spiller jordbearbejdningens intensitet en rolle for kulstoflagringen. Stigningen i jordens kulstoflager er særlig stor under græsmarker, og en del af kulstoflagringen sker under pløjelaget. Retablering af vådområder på organiske jorder vil være særligt effektive til at øge CO₂ lagringen, da det vil standse nedbrydningen af organisk stof i disse humusholdige jorde samt under visse forhold øge tilbageførslen af planterester.

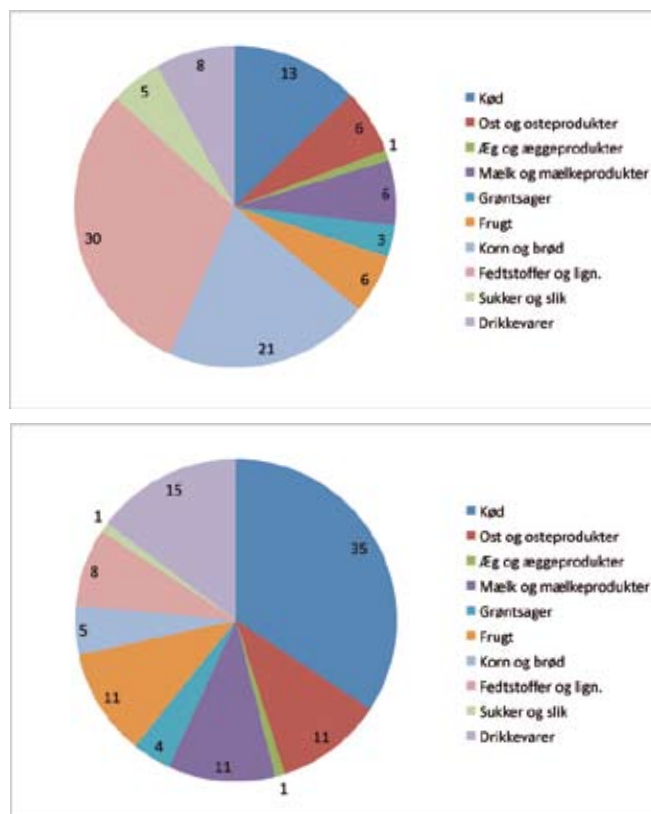
Udover klimabelastningen knyttet til produktionen i det primære jordbrug bidrager især energi-forbruget til forarbejdning, transport, køling og opvarmning til den samlede klimabelastning af fødevarerproduktionen.

Udledningerne af metan og lattergas fra dansk landbrug er faldet med 23 % i perioden 1990 til 2007 (Figur 1). Faldet skyldes især

mindre kvæghold – med uændret samme totale mælkeproduktion - og en betydelig stigning i landbrugets kvælstofeffektivitet som følge af vedtagelsen af vandmiljøplanerne. Udledningerne af metan er faldet betydeligt fra kvægholdet som følge af et reduceret antal kvæg, men dette er til dels blevet modvirket af en større metanudledning fra gødningshåndteringen, hvor en større del af husdyrgødningen nu håndteres som gylle, der uleder mere metan end fast møg.

Vandmiljøplanerne har både ført til en mindre anvendelse af kvælstofgødninger og til mindre tab af kvælstof til miljøet. Begge dele er med til at mindske udledningerne af lattergas.

Samlet set betyder effektivitetsudviklingen i landbruget og en række stramninger af landbrugets miljøreguleringer, at landbruget i betydelig grad har reduceret udledningerne af drivhusgasser siden 1990. Det forventes, at landbruget i forhold til Kyoto-protokollen vil bidrage til at reducere Danmarks udledninger med 5,1 mio. ton CO₂-ækv. (tabel 2). Det svarer til 35 % af Danmarks samlede reduktionsforpligtelsen under Kyoto-protokollen. Reduktionerne kan især henføres til Vandmiljøplanerne, der har ført til en større gødningsudnyttelse og dermed til et fald i lattergasudledningen. Hertil kommer et svagt faldende forbrug af fossil energi i landbruget, samt et fald i kalkforbruget, som også giver en reduceret udledning af CO₂. Den reducerede udledning



af CO₂ fra mineraljorder skyldes forbud mod halmforbrænding, der blev indført i 1989.

Den opnåede reduktion i udledning af drivhusgasser ved landbrugsproduktionen er opnået på trods af uændret mælkeproduktion, en væsentlig øget svineproduktion, uændret fjerkræproduktion og et mindre fald i oksekødsproduktionen, og kan således kaldes en succes historie.

Den samlede fødevarerproduktions bidrag til global opvarmning

Når man skal kvantificere fødevarerproduktions klimaaftryk er det vigtigt at skelne mellem om man anlægger et produktions- eller forbrugsperspektiv.

Landbrugsproduktionens udledning af drivhusgasser på 11,8 mio. ton CO₂-ækv. udgør ca 17% af den samlede danske udledning af drivhusgasser. Dette er ud fra et nationalt produktionsperspektiv, som er det perspektiv, der anvendes i Kyoto-aftalen. Her inkluderes den klimabelastning, der finder sted inden for et lands grænser (dvs. inklusiv udledningen knyttet til produktion af fødevarer til eksport), mens den belastning, der hidrører fra import af foder, kunstgødning mm, ikke inkluderes.

For Danmarks vedkommende er der ret stor forskel på en opgørelse efter hhv. produktions- og forbrugsperspektiv, fordi Danmark f.eks. eksporterer 80 % af produk-

tionen af svinekød og ca. 60 % af produktionen af ost. Omvendt importeres fødevarer svarende til 25 % af det danske fødevarerforbrug, ligesom der importeres betydelige mængder foder og gødning til den danske fødevarerproduktion.

Betydning af forbruget af hjælpestoffer

Som alternativ til opgørelsen af det nationale drivhusgasregnskab kan anvendes livscyklus-tankegangen, hvor man knytter miljøeffekten (her bidraget til global opvarmning) til de enkelte produkter og aggregerer effekterne gennem hele produktets livscyklus. For fødevarerproduktionen betyder dette livscyklusperspektiv, at det ikke kun er de miljøeffekter, der kommer fra produktionen på landbrugsbedriften, der medtages. Man medregner også miljøbelastningen fra produktion og transport af input til landbrugsbedriften (f.eks. importeret foder og kunstgødning). Summen af disse effekter udtrykker, hvor meget vores samlede landbrugsproduktion bidrager til drivhuseffekten og kan være en relevant størrelse at betragte i forhold til landbrugets økonomiske betydning.

Mens Danmarks kornproduktion stort set er i balance med forbruget til foder (om end der er både eksport og import), er der et stort behov for import af proteinfoder til husdyrproduktionen. Typisk importeres ca. 1,8 mio. ton oliekager regnet som sojaskrå. Udledning af drivhusgasser ved produktion af sojaskrå er fundet at være 0,7 kg CO₂ ækv. per kg sojaskrå /4/, og det samlede bidrag således af størrelsesordenen 1,3 mio. ton CO₂ ækv. Udledning af drivhusgasser i forbindelse med fremstilling af den handelsgødning, der importeres, kan på tilsvarende måde beregnes til 1,8 mio. ton CO₂ ækv.

Den danske landbrugsproduktion bidrager således til et betydeligt CO₂ aftryk uden for Danmark. I tillæg til de ca. 12 mio. ton CO₂-ækv. i indenlandsk udledning, er der således 3,1 mio. ton 'afsæt' ved produktionen af hjælpestoffer. Dette er endda et konservativt estimat. Som følge af den stadig stigende efterspørgsel efter mad og foder sker der en kraftig udvidelse af landbrugsarealet i disse år på globalt plan, hvilket medfører rydning af skov eller inddragelse af græs i dyrkingen. Danmarks import af oliekager svarer således til at der beslaglægges ca. 700.000 ha uden for Danmark. Ved livscyklusvurdering kan betydningen af den ændrede arealanvendelse indregnes, men bliver det i praksis sjældent som følge af væsentlige usikkerheder. Det er imidlertid beregnet, at CO₂ belastningen ved produktion af sojaskrå øges fra 0,7 til 2,0 pr kg produceret, hvis arealanvendelsesænd-



Husdyrenes methanudslip og lattergas fra gødning udgør det største enkeltbidrag af CO₂ ækvivalenter fra dansk landbrug

ringen indregnes med en 30-årig horisont /7/, svarende til at CO₂ belastningen fra importeret foder øges fra 1,3 til 3,6 mio. ton. Landbrugsproduktionen bidrager således med ca. 17 mio. ton CO₂ ækv., hvilket understreger at det er meget vigtigt at betragte hele produktionsforløbet i bestræbelserne for at reducere udledningen af drivhusgasser.

Klimabelastningen fra danskernes fødevarerforbrug

Som nævnt eksporteres en meget betydelig mængde fødevarer fra Danmark, og danskernes fødevarerforbrug er således alene ansvarlig for en del af den ovennævnte CO₂ emission. Hvis vi betragter danskernes forbrug af fødevarer og inkluderer de processer, der er forbundet med forarbejdning, emballering og transport frem til supermarked kan vi ved en livscyklusbetragtning beregne at et dagligt fødeindtag for en gennemsnitlig voksen dansker bidrager med en emission på ca. 6 kg CO₂ ækv. svarende varer til en årlig udledning på ca. 2,2 ton CO₂. Det gennemsnitlige

Tabel 2. Forventede reduktioner i udledninger af drivhusgasser fra dansk landbrug i Kyoto-perioden fra 1990 til 2008-12.

Kilde	Mio. ton CO ₂ -ækv
Metan	0,3
Lattergas	2,9
Kulstof i mineraljord	1,5
Kulstof i lavbundsjord	0,1
Kalkning	0,3
I alt	5,1

daglige indtag er taget fra IDA's klimaplan /1/ og CO₂ belastningen for de enkelte fødevarer er estimeret ud fra databasen LCAFOOD (www.LCAFOOD.dk). Her er ikke medregnet betydning af ændringer i arealanvendelse som følge af stadig stigende forbrug.

I figur 2 er vist hvor meget de enkelte fødevarergrupper bidrager til henholdsvis kalorieindtaget og klimabelastningen. Det fremgår heraf, at ca. 1/3 af den samlede klimabelastning er knyttet til forbruget af kød, og yderligere 20% er knyttet til mejeriprodukter. Disse fødevarer er således ansvarlig for ca. halvdelen den samlede CO₂ udledning knyttet til vores fødevarerforbrug, selv om disse produkter kun bidrager med ca. 25% af kalorieindtaget. Det er således her, der bør sættes ind, hvis CO₂ udledningen forbundet med fødevarerindtaget skal reduceres.

Årsagen til at de animalske produkter giver anledning til betydeligt større CO₂ emission end vegetabiliske produkter både regnet per kg og per kalorie, er, fordi der i sagens natur medgår mere foderenergi end der produceres af animalske fødevarer, dels fordi der er knyttet udledning af drivhusgasser til husdyrgødningen, og dels pga af drøvtyggernes udledning af metan.

Som nævnt er bidraget fra ændret arealanvendelse ikke medregnet i figur 2. Hvis dette inkluderes vil de animalske produkter imidlertid blive endnu 'dyrere' klimamæssigt set, da kødproduktionen beslaglægger langt størst areal pr produceret kg eller kalorie end vegetabiliske produkter. Dette understreger betydningen af øget fokus på denne del af vores fødevarerforbrug. Det gælder både mht

til klimabelastningen ved produktionen af de enkelte fødevarer, og det gælder borgernes valg af fødevarer. Problemstillingen aktualiseres af et stadig stigende forbrug af animalske produkter i mange lande, herunder lande hvor der forventes en velstandsstigning i de kommende år.

Referencer

- /1/ Anonym, 2009. IDAs klimaplan 2050 – Hovedrapport. Udgivet af Ingeniørforeningen, IDA 122 pp.
- /2/ Bellarby, J., Foereid, B., Hastings, A., Smith, P., 2008. Cool Farming: Climate impacts of agriculture and migration potential. Report produced by the University of Aberdeen for Greenpeace.

- /3/ Dalgaard, R., Schmidt, J., Halberg, N., Christensen, P., Thrane, M., Pengue, W.A., 2008. LCA of Soybean meal. *Int J LCA* 13, 240-254.
- /4/ Dalgaard, R., Halberg, N., Hermansen, J.E., 2007. Danish pork production. An environmental assessment. *DJF Animal Science* No. 82.
- /5/ DEFRA Report, 2006. Environmental impacts of food production and consumption. A research report completed for the Department for Environment, Food and Rural Affairs by Manchester Business School. 198 pp. (www.defra.gov.uk).
- /6/ IPCC (2001) Climate change 2001. The scientific basis. Cambridge: Cambridge University Press.
- /7/ Nguyen, T.L.T., Mogensen, L., Hermansen, J.E., Halberg, N. 2009. Complexities in assessing the en-

vironmental impacts of livestock products. In: *Environmental assessment and management in the food industry* (ed. U. Suneson). Woodhead Publishing. In press.

- /8/ Steinfeld, H., P. Gerber, T. Wassenaar, V. Castel, M. Rosales, C. de Haan. 2006. *Livestock's long shadow: Environmental issues and options*. FAO, Rome, 307 pp.

JOHN E HERMANSEN (john.hermansen@agrsci.dk) OG JØRGEN E OLESEN er henholdsvis forskningsleder og professor ved Institut for Jordbrugsproduktion og Miljø, Århus Universitet