

PRODUKTION AF DANSK LAM

- produktionstal og klimapåvirkning

Case studier fra 9 bedrifter

TROELS KRISTENSEN OG KIRSTINE FLINTHOLM JØRGENSEN

DCA RAPPORT NR. 192 • DECEMBER 2021 • RÅDGIVNING



AARHUS
UNIVERSITET

DCA - NATIONALT CENTER FOR FØDEVARER OG JORDBRUG



PRODUKTION AF DANSK LAM

- produktionstal og klimapåvirkning

Case studier fra 9 bedrifter

Forfattere:

Troels Kristensen
Institut for Agroøkologi
Aarhus Universitet

Kirstine Flinholm Jørgensen
Team Fårerådgivning I/S

Datablad

Titel:	Produktion af dansk lam. - produktionstal og klimapåvirkning. Case studier fra 9 bedrifter
Serietitel og nummer:	DCA rapport nr. 192
Rapporttype:	Rådgivning
Udgivelsesår:	December 2021, 1. udgave, 1. oplag
Forfatter(e):	Seniorforsker Troels Kristensen, Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet og Agronom, Ph.D Kirstine Flinholm Jørgensen, Team Fårerådgivning I/S
Journalnummer:	2020-0151985 og 2021-0310548
Finansiering:	Projektet er finansieret af Promilleafgiftsfonden samt indsamlede midler fra fårebranchen, som beskrevet i forordet
Fagfællebedømmelse:	Professor Peter Lund, Institut for Husdyrvidenskab og lektor Lisbeth Mogensen, Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet
Kvalitetssikring, DCA:	Specialkonsulent Lene Hegelund og specialkonsulent Ulla Sonne Bertelsen, DCA Centerenheden, Aarhus Universitet
Ekstern kommentering:	Følgegruppen har bidraget med diskussion af driftsledelsesmæssige tiltag til reduktion af miljø- og klimaeffekter som input til følsomhedsanalysen og for at sikre relevans i praksis. Følgegruppens diskussioner har ikke givet anledning til ændring af valg af metode, resultater eller fortolkning
Eksterne bidrag:	Data fra 9 besætninger og forfatterbidrag fra Kirstine Flinholm Jørgensen, Team Fårerådgivning
Kommentarer til besvarelse:	Projektet har været fulgt af en følgegruppe, bestående af deltagere fra Sønderjysk fåreavl, Gotlænderforeningen/Brancheforeningen Får og Geder, Gl. Amstrup Vædderstation, Team Fårerådgivning samt Aarhus Universitet Som en del af denne opgave er der indsamlet og behandlet nye data, og rapporten præsenterer resultater, som ved rapportens udgivelse ikke har været i eksternt peer review eller er publiceret andre steder. Ved en evt. senere publicering i tidsskrifter med eksternt peer review vil der derfor kunne forekomme ændringer.
Citeres som:	Kristensen T. Jørgensen KF. 2021. Produktion af dansk lam - produktionstal og klimapåvirkning. Case studier fra 9 bedrifter. 25 sider. DCA rapport nr. 192 fra DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug, Aarhus Universitet.
Layout:	Jette Ilkær, DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug, AU
Foto forsiden:	Team Fårerådgivning I/S
Tryk:	Digisource.dk
ISBN:	Trykt version: 978-87-93998-56-8, elektronisk 978-87-93998-57-5
ISSN:	2245-1684
Sideantal:	27
Internetversion:	https://dcapub.au.dk/djfpublikation/djfpdf/DCArapport192.pdf

Forord

Fårebranchen tog i 2019 initiativ til at iværksætte aktiviteter til at få beregnet udledningen af klimagas fra produktionen af slagtelam med afsæt i data fra danske bedrifter. Formålet var at give fåreavlere forståelse for og konkret vejledning til at prioritere en indsats til at nedbringe udledningen af klimagasser fra deres produktion af slagtelam. I 2020 blev der, på foranledning af fårebranchen i samarbejde med Team Fårerådgivning, indsamlet data fra ni fåreavlsbedrifter og desuden indgivet en ansøgning til Promilleafgiftsfonden om støtte til beregninger ved brug af LCA-metoden og formidling af resultaterne.

Til at koordinere aktiviteterne blev der i 2020 nedsat en styregruppe med Jens R. Nielsen, Sønderjysk fåreavl, Anne Hjelm, Gotlænderforeningen/Brancheforeningen Får og Geder, samt Cato Barslund, Gl. Amstrup Vædderstation som repræsentanter fra fårebranchen og Povl Nørgaard, Team Fårerådgivning som koordinator og med ansvar for indsamlingen af data på de ni fårebedrifter. Aktiviteterne er støttet med midler, som styregruppen har indsamlet i fårebranchen hos følgende foreninger: Brancheforeningen Får og Geder, Gotlænderforeningen, Sydvestjyske Fåreavlere, Fynske Fåreavlere, Fårevenner Nordvestjylland, Sønderjysk Fåreavl, Vestjysk Fåreavl. Slagtehus: Villes Slagtehus, Stensved Slagtehus, Slagter Ole Thøgersen. Firmaer: Vestjyllands Andel, Øko Frø, Rødding, Hjelholt Uldspinderi, Fåreavlere: Jørgen Blazejewicz, Cato Barslund, Anne Hjelm, Andreas Lomborg, Jens R. Nielsen, Rasmus Buhl og Tine Ravn Sørensen. Endvidere bidrag fra: Fællesfonden Mellem Søren Chr. Sørensen og Hustrus Mindefond, Foreningen af Jyske Landboforeninger og Foreningen Plan Danmark.

I 2021 bevilligede Promilleafgiftsfonden midler til beregninger og formidling via projektet "Slagtelams klimabelastning" med projektledelse af Aarhus Universitet (AU), Institut for Agroøkologi og deltagelse desuden af Team Fårerådgivning.

Den oprindelige styregruppe for aktiviteterne, suppleret med Troels Kristensen fra AU, har fungeret som følgegruppe for projektet. Nærværende rapport er baseret på data fra ni fårebedrifter opgjort af Team Fårerådgivning, mens metodevalg og beregningerne af klima- og miljøpåvirkningen er udført af Institut for Agroøkologi. Rapporten er udarbejdet i samarbejde, dog således at Team Fårerådgivning er medforfatter på rapportens del omkring produktionsdata incl. resultatafsnittet omkring dette, hvilket er specifikt anført i rapportens underafsnit. Troels Kristensen, AU har skrevet de øvrige afsnit omkring metoder til klima- og miljøberegninger, resultater, diskussion og sammendrag, dvs. alle kapitler og afsnit hvor der ikke fremgår fælles forfatterskab. AU har således valgt metode, gennemført beregningerne og er eneansvarlig for fortolkning. Begge forfattere har bidraget med redaktionelle rettelser, dvs. input af ikke-faglig karakter, til den del af rapporten de ikke er forfattere til. Følgegruppen og Kirstine Flintholm Jørgensen har desuden bidraget med ideer til og kvalificering af mulige forbedringer på bedrifterne i afsnit "Følsomhedsanalyser".

Der rettes en tak til alle bidragydere, og særlig tak til de private sponsorer og private fonde uden deres velvillige hjælp havde det ikke været muligt at igangsætte dataindsamlingen allerede i starten af 2020, og dermed tilvejebringe datagrundlaget for beregning af klimaaftryk fra slagtelam. Endelig en tak til de tre repræsentanter fra fårebranchen som har ydet en værdifuld indsats og bidraget særdeles aktivt med at skaffe midler fra fårebranchen.

Jørgen E. Olesen, Institutleder, Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet

Indhold

Forord	3
Sammendrag	6
Introduktion	8
Produktionsdata	9
Metode til beregning af udledningen	11
Emissionsfaktorer	11
Elektricitet, brændstof og handelsgødning	14
Systemudvidelse	14
Allokering	14
Følsomhedsanalyser	15
Resultater	17
Produktion	17
Klimapåvirkning	19
Følsomhedsanalyser	22
Litteratur	26

Sammendrag

Troels Kristensen

Der er stor interesse for fødevareproduktionens bæredygtighed, herunder produktionens indvirkning på udledningen af klimagasser. Studier af dansk produceret mælk, okse- og grisekød har vist, at der er stor variation i udledningen mellem bedrifter, hvilket kan udnyttes til at reducere udledningen. For lamme- og fåreproduktionen er der udenlandske studier som har vist tilsvarende variationer, mens der ikke foreligger undersøgelser baseret på produktionsforholdene i den danske lamme- og fåreproduktion.

Formålet med denne rapport er således at dokumentere udledningen af klimagasser fra 9 typiske danske produktionssystemer for lammekød som udgangspunkt for diskussion af, hvorledes produktionen på bedriften kan tilrettelægges med henblik på en reduktion af udledningen af klimagasser.

Der er lavet beregninger baseret på anerkendte metoder til livscyklus vurdering (LCA) i forhold til klimapåvirkning (CF), herunder et separat bidrag fra ændringer i jordens kulstofpulje (Jord-C), arealforbrug (Areal) og biodiversitet (PDF-indeks) ud fra registreringer af 9 besætningsejere i perioden 1. januar 2020 til 31. december 2020. Besætningsejerne har registreret dyreomsætning, indkøb af foder og gødning, produktion af eget foder til fåreholdet, herunder areal der er afgræsset samt værdien af solgte produkter (lamme-, fårekød, skind og uld).

Klimapåvirkningen fra fåreholdet varierer fra 549 til 1195 kg CO₂ eq. pr årsfår, hvoraf emissionen af metan fra fordøjelsen er den største kilde med et bidrag på mellem 414 og 615 kg CO₂ eq. pr årsfår og med en andel på op til 73% af den totale emission. Ændringer i jordens kulstofpulje via kulstofindlejring fra husdyrgødningen, græsmarken på sædskiftearealerne samt fra de indkøbte fodermidler bidrager i alle besætningerne til en reduktion i emissionen i størrelsesordenen fra 88 til 277 kg CO₂ eq. pr årsfår.

Fordeles klimapåvirkningen, ud fra den økonomiske værdi af produkterne, er der en variation i udledning mellem de 9 bedrifter fra 16,9 til 32,5 kg CO₂ eq. pr kg lammekød, fra 4,7 til 15,5 kg CO₂ eq. pr kg fårekød og fra 108 til 151 kg CO₂ eq. pr skind samt fra 1,0 til 8,3 kg CO₂ eq. pr kg uld. Variationen skyldes de mange måder hvorpå fåreproduktionen gennemføres, f.eks. intensiv produktion af lammekød, kombination af kød og skind og produktioner baseret på naturpleje.

Følsomhedsanalyser viser at klimapåvirkningen kan reduceres med 1,1 - ca. 3 kg CO₂ eq. pr kg lammekød, ved forbedret foderudnyttelse og større lammetilvækst afhængig af produktionsforholdene i besætningerne. Der arbejdes i øjeblikket på at udvikle metoder der kan reducere metan frigivelse fra fårenes fordøjelse, f.eks. via foderadditiver. Her viser følsomhedsanalyserne at en reduktion i metan fra fårenes fordøjelse på 20% vil give en effekt på 1,1 - 3,8 kg CO₂ eq. pr kg lammekød. Endvidere viser følsomhedsanalyserne at antagelserne omkring niveauet af kulstoflagring har en markant effekt. I udgangspunkt var antagelsen at afgræssede vedvarende græsarealer ikke førte til kulstofopbygning i jorden, men ændres denne forudsætning til at vedvarende græsarealer indlejrer 50 kg CO₂ pr ha årligt

vil dette have en effekt på op til 4 kg CO₂ eq. pr kg lammekød i de besætninger der har den højeste andel af afgræsning på disse arealtyper.

Herudover viser beregningerne af der i 7 ud af de 9 besætninger er en positiv effekt på biodiversiteten baseret på PDF-indekset. Arealforbruget er meget variabelt med op til 700 m² pr kg lammekød på bedrifter med stor andel afgræsning på vedvarende græsarealer, men arealforbrug af sædskifte jorde udgør kun en lille andel heraf.

Det kan konkluderes at klimapåvirkningen fra fåreholdet er meget afhængig af de besætnings-specifikke forhold, hvorfor effekten af tiltag til reduktion i klimapåvirkning skal vurderes på den enkelte bedrift.

Introduktion

Troels Kristensen

Der er en stigende opmærksomhed på, at den menneskeskabte aktivitet forøger udledningen af drivhusgasser til atmosfæren og dermed bidrager til den globale temperaturstigning. I Danmark er bidraget fra jordbruget på 11 gigaton, hvilket udgør 23% af Danmarks samlede udledning af drivhusgasser (Nielsen et al., 2020).

I den nationale opgørelse af Danmarks samlede udledning af klimagasser indgår kun den udledning, som rent faktisk sker i Danmark, i forbindelse med produktionen, mens den udledning der forårsages af produktionen af importerede ressourcer som foder og handelsgødning ikke medregnes. Dette er i overensstemmelse med de principper som ligger i forpligtelserne som Danmark har tilsluttet sig med Kyoto-aftalen. Men en hensigtsmæssig tilpasning af produktionen på den enkelte bedrift, bør i stedet baseres på udledningen i hele kæden, fra produktion af gødning og foder, til produktet leveres til forbrugeren.

Der er stor interesse for fødevarereproduktionens bæredygtighed, herunder produktionens indvirkning på udledningen af klimagasser. Studier af dansk produceret mælk, okse- og grisekød har vist, at der er stor variation i udledningen mellem bedrifter, hvilket kan udnyttes til at reducere udledningen. For lamme- og fåreproduktionen er der udenlandske studier som har vist variationer knyttet til race (Dougherty et al., 2018) og forskelle mellem produktionsmetoder (Edwards-Jones et al., 2009), mens der ikke foreligger undersøgelser baseret på produktionsforholdene i den danske lamme- og fåreproduktion. I udenlandske undersøgelser er det vist, at udledningen af drivhusgasser i kæden indtil lammene forlader gården, udgør mere end 90 % af det samlede bidrag frem til forbrugeren (Geb et al., 2020; Peri et al., 2020, Weidemann et al., 2015a). For at opnå markante reduktioner i bidraget fra produktionen af lam, er det dermed afgørende at der sker en reduktion i udledningen fra primærproduktionen.

I dette notat præsenteres en metode til at opstille et årsregnskab for udledningen af klimagasser fra en lammeproduktion, baseret på principperne i Product Environmental Footprint (PEF) (EC, 2017), dog modificeret i forhold til datastrukturen. Herefter dokumenteres udledningen af klimagasser fra typiske danske produktionssystemer for lammekød som udgangspunkt for diskussion af, hvorledes produktionen på bedriften kan tilrettelægges med henblik på en reduktion af udledningen af klimagasser.

Produktionsdata

Kirstine Flinholm Jørgensen og Troels Kristensen

I 2020 har 9 besætningsejere registreret dyreomsætning, indkøb af foder og gødning, samt produktion af eget foder til fåreholdet, herunder areal afgræsset i perioden 1. januar 2020 til 31. december. Herudover er der oplyst forbrug af energi, brændstof, herunder forbrug via brug af maskinstation samt værdien af solgte produkter (lam, får, skind og uld).

Tabel 1. Beskrivelse af hovedformålet med fåreholdet i de 9 besætninger, vurderet på en skala fra mindre betydende (*) til afgørende betydning (***), samt nogle overordnede produktionsforhold.

Besætning	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Antal årsfår	10-100	10-100	10-100	10-100	100-400	100-400	100-400	>400	>400
Lammekød	***	***	***	***	***	**	***	***	**
Uld	**	***		*	*	**	*	*	*
Skind	**	***	*				*		
Salg af avlsdyr	***	***	*	**				*	
Naturpleje					***		*	**	***
Hobby			***	*					
Interval mellem læmninger, mdr.	12	12	12	8	12	12	12	12	12
Gimmeres alder v. 1. læmning, mdr	12	12	12	18	12	24	12	12	24
Læmninger, sted	Stald	Stald	Stald	Stald	Ude	Stald	Stald	Ude	Ude
Læmninger, mdr	April	April	April	Jan. Maj Okt.	April	April	Hele Året	Maj	Maj

De ni besætninger blev valgt således, at de kan repræsentere variationen i den danske lamme-produktion i forhold til f.eks. betydningen af skind og uld i forhold til kød og omfanget af afgræsning på naturarealer eller andre græsarealer uden for sædskiftearealet.

Det er karakteristisk for lammeproduktionen at en betydende del af foderet optages via afgræsning, som her er beregnet som forskellen mellem det beregnede foderbehov og det registrerede anvendte foder ud over afgræsning. Foderbehovet er beregnet for henholdsvis får, inkl. væddere og tillægsgimmere og lam efter fravænning baseret på normer fra Frederiksen (1984) taget fra Håndbog for Driftsplanlægning (2014). Her er normer for det daglige behov i foderenheder (FE) angivet for vedligehold, fosterproduktion i de sidste 49 dage af drægtigheden, diegivning, samt tilvækst for lammene efter fravænning.

$$FE_{\text{vedligehold}} = 0,0791 + 0,0137 \times \text{vægt (kg)} - 0,0000382 \times \text{vægt (kg)}^2$$

Vægten er skønnet ud fra race og vægt på slagtede får i den enkelte besætning.

For drægtige moderfår og tillægsgimmere født i 2019 er behovet til fosterproduktion i de sidste 49 dage af drægtigheden antaget at være 0,2 FE/foster/dag, hvor antal fostre bestemmes ud fra antal fostre scannet, hvis besætningen drægtighedsscanner ellers ud fra antal lam født i gennemsnit pr moderfår.

Energibehovet til diegivning er beregnet som 0,7, 1,1 eller 1,5 FE dagligt, for henholdsvis 1, 2, 3 lam pr moderfår ud fra gennemsnit antal levendefødte lam pr moderfår, der har læmmet i besætningen. Til moderfår og tillægsgimmere er der indregnet et øget foderbehov på 0,25 FE pr dyr pr dag til flushing i en periode af 6 ugers varighed.

For lam, der er fravænnet er $FE_{vedligehold}$ beregnet baseret på gennemsnitsvægten i perioden fra fravænning til afsætning eller årsskiftet. Energibehovet til tilvækst for lammene efter fravænning er beregnet som 4 FE pr kg tilvækst i den pågældende periode, mens der ikke er antaget et behov ud over mælk indtil fravænning.

Det totale foderbehov i besætningen i 2020 er herefter summeret ud fra dagligt behov og antal foderdage og korrigeret ud fra en forventet fodereffektivitet på 87%.

Opgørelserne er i første omgang relateret til et årsfår (365 foderdage), defineret som får, inkl. foderdage for tillægsgimmere der har læmmet i løbet af 2020. Produktionen af lam og får er opgjort som summen af kg levende dyr slagtet og dyr solgt til levebrug korrigeret for evt. indkøb og status forskydninger, således at produktionen kan henføres til det foderforbrug der har været i løbet af året.

Ved omregning fra levende vægt til slagtet vægt (kg CW) er der anvendt slagteprocenter for udsætterfår og lam mellem 90 og 120 dage, lam mellem 120 og 150 dage og lam ældre end 150 dage på henholdsvis 50%, 48% og 47% (Frederiksen & Kjær, 1987).

Metode til beregning af udledningen

Troels Kristensen

Beregningerne er gennemført som en livscyklus vurdering (LCA) baseret på attributional LCA – dvs. der anvendes gennemsnitlige data for produktion og ressourceforbrug på bedriftsniveau. Der er taget udgangspunkt i de generelle beregningsmetoder der er defineret i de produktstandarder der er udarbejdet på EU niveau (EC, 2017) og specifikt udkast for beregning ved produktion af rødt kød (EC, 2019). For at kunne sammenligne bedrifterne udtrykkes produktion pr årsfår og for udledningen desuden i forhold til produktionen af kød, skind og uld.

I projektet er beregningerne gennemført for klimapåvirkning (CF), herunder et separat bidrag fra ændringer i jordens kulstofpulje (Jord-C), arealforbrug (Areal) og som supplerende beregning biodiversitet (PDF-index) baseret på metoden i Knudsen et al. (2017). I EU standarderne kan der som supplerende beregning desuden laves beregning af effekten forårsaget af ændret areal anvendelse baseret på direkte land use change (dLUC). I fåreholdet i de 9 besætninger anvendes der ikke nogen fodermidler som stammer fra områder med f.eks. skovrydning, hvorfor der ikke er noget bidrag fra dLUC.

Fra bedriften udledes der tre betydende drivhusgasser, metan (CH_4), lattergas (N_2O) og kuldioxid (CO_2). Den samlede udledningen af drivhusgasser opgøres i CO_2 ækvivalenter (eq.) som er en fælles-regneenhed, hvor udledningen af drivhusgasser omregnes ud fra deres relative drivhuseffekt i forhold til effekten af CO_2 i atmosfæren i et 100-årigt perspektiv. Det betyder, at 1 kg metan svarer til 25 kg CO_2 eq., mens 1 kg lattergas N svarer til 298 kg CO_2 eq. og 1 kg kuldioxid svarer til 1 kg CO_2 eq. (Nielsen et al., 2020).

Kuldioxid stammer fra forbruget af energi i form af el og brændstof, mens metan primært stammer fra dyrenes omsætning af foder og lattergas fra anvendelse af handels- og husdyrgødning i planteproduktionen. Det er karakteristisk for drivhusgasserne, at det ikke er muligt at måle mængde eller koncentration på bedriften.

Princippet i beregninger er derfor at der til indkøbte mængder af produktionsfaktorer som foder, gødning og energi og til den interne animalske produktion og omsætning af foder og gødning på bedriften over et år knyttes et estimat for dannelsen af drivhusgasser ud fra principperne opstillet af Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) og som ligeledes anvendes i de nationale opgørelser (Nielsen et al., 2020).

Emissionsfaktorer

Udledningen er typisk estimeret ved de såkaldte Tier 2 metoder, hvor emissionsfaktorerne (EF) er fastlagt ud fra omsætning og forbrug indenfor forskellige produktionssystemer. Det betyder at der ikke tages hensyn til effekten af forskelle i den direkte gennemførelse af produktionen, som f.eks. tidspunkter for udbringning af husdyrgødning, metoder til jordbearbejdning og lignende. I tabel 2 er vist en oversigt over de anvendte emissionsfaktorer.

Enterisk metan er i andre opgørelser beregnet til at udgøre mere end halvdelen af den samlede udledning fra lammekød, dog med nogen variation afhængig af den anvendte metode til beregning (Dougherty et al., 2018). I den mest simple form (Tier 1) regnes der med en standard pr årsdyr (IPCC, 2006), mens den danske nationale opgørelse (Albrektsen et al., 2017) og Tier 2 metoden fra IPCC (2006) tager udgangspunkt i et standard foderoptag og for voksne dyr en metanemission på 6,5% af foderets bruttoenergi, mens metanemissionen for fravænnede lam under 1 år er 4,5% af foderoptagets bruttoenergi, eksklusiv optag af mælk. I denne rapport anvendes den beregnede foderoptagelse for henholdsvis får og lam i den enkelte besætning og standard bruttoenergi pr fodermiddel som grundlag for beregning af den andelen af bruttoenergien, der frigøres som enterisk metan med ovenstående differentiering i emissionskoefficienten mellem lam (4,5%) og får (6,5%).

Tabel 2: Emissionsfaktorer anvendt ved beregninger af klimapåvirkning fra fåreproduktion

CH ₄ , kg	Kilde	Mængde	EF	Litteratur
	Fordøjelse	Tørstof optag x MJ brutto energi pr kg ts / 55,65	0,065 (får) 0,045 (lam)	Albrektsen et al., 2017
	Gødning	Ikke fordøjet org stof + organisk strøelse; Metan kapacitet=0,19		Albrektsen et al., 2017
	- dybstrøelse		0,01	
	- afgræsning ¹⁾		0,01	
N ₂ O-N, kg Direkte	Stald	Kg N ab dyr ²⁾		Albrektsen et al., 2017
	- dybstrøelse		0,01	
	Udspredning	Kg N ab lager ³⁾		Albrektsen et al., 2017
	- dybstrøelse		0,01	
	- afgræsning ¹⁾		0,01	
	Handelsgødn.	Kg N import	0,015	Albrektsen et al., 2017
NH ₃ -N, kg	Stald	Kg N ab dyr		Albrektsen et al., 2017
	- dybstrøelse		0,15	
	Lager	Kg N ab dyr		Albrektsen et al., 2017
	- dybstrøelse		0,04	
	Udbringning	Kg N ab lager		Albrektsen et al., 2017
	- dybstrøelse		0,06	
	- afgræsning ¹⁾		0,07	
	Handelsgødn.	Kg N import	0,025	Albrektsen et al., 2017
N ₂ O-N, kg indirekte	Fra NH ₃	Kg NH ₃ -N	0,01	IPCC, 2006

1) Andel afsat under afgræsning regnes proportional med foderoptag (FE)

2) N ab dyr = N foder-N tilvækst-N uld - N skind

3) N ab lager = N ab dyr - N₂O-N - NH₃-N stald og lager

Andelen af husdyrgødning afsat på græs beregnes ud fra andel af FE der er optaget ved afgræsning, mens den resterende gødning antages håndteret som dybstrøelse. Husdyrgødningens indhold af N beregnes ud fra N i foderet (protein/6,25) fratrasket kvælstof aflejret i tilvækst (får 25,6 g N pr kg tilvækst, lam 27,7 g N pr kg tilvækst og uld 144 g N pr kg) (Børsting et al., 2020).

Emissionen fra dyrkningen af bedriftens egne fodermidler kommer via forbruget af handels- og husdyrgødning og energi til markarbejde. Herudover tages der udgangspunkt i tabelværdier fra Mogensen et al. (2016) angående miljøpåvirkningen fra foderproduktionen og transport frem til gården for de indkøbte fodermidler (tabel 3).

Tabel 3: Foderværdi, klimagas udledning (CF) fra dyrkning og arealforbrug, pr kg tørstof samt biodiversitet reduktions index (PDF index) pr ha

	FE	Brutto energi, MJ	Protein, %	FK org stof, %	Konventionel				Økologisk (besætning 1 & 6)			
					CF, g CO ₂ eq.	Jord-C, g CO ₂ eq.	Areal, m ²	PDF-index	CF, g CO ₂ eq.	Jord-C, g CO ₂ eq.	Areal, m ²	PDF-index
Korn (brødrester)	1,1	19,3	10	85	522	154	2,2	68	527	245	2,8	29
Tilskudsfo-der ²⁾	0,95	18,7	16,5 ¹⁾	84	510	209	1,5	68	477	122	2,0	29
Hestebøn-ner ³⁾	1,2	18,5	31,4	84	256	105	2,6	68				
Roer	1,0	17,5	7,4	90	256	38	0,8	68				
Roe-melasse	1,0	16,9	12,9	90	379	13	0,3					
Mælkeer-statning	1,3	19,1	37	95	12700	-670	14,1					
Mineral	0	0	0	0	1520	0	0					
Halm	0,4	17,9	4	45	60	11	0,2		60	11	0,3	
Sædskifte-græs:												
Afgræs-ning	0,83	18,4	16	79		-90	2,0	9		-119	2,0	-12
Slæt	0,83	18,9	20	79		-159	2,0	9		-58	2,0	-12
Andre græsarea-ler:												
Vedva-rende	0,72	18,5	16	75		0	⁴⁾	-23		0	⁴⁾	-34
Natur	0,72	18,5	14	75		0	⁴⁾	-34		0	⁴⁾	-34
Frøgræs	0,72	18,5	20	79		0	⁴⁾	0		0	⁴⁾	0

1) Standard såfremt ikke oplyst

2) Klimaværdier angivet er for rapskage

3) Personlig oplysning Mogensen (2021)

4) Beregnes for bedriften ud fra foderoptag og oplyst areal

Et specielt område er afgræsning af frøgræsmarker og efterafgrøder. Her er det antaget at dyrene får foderet "gratis", dvs. at alle emissioner der måtte have været tidligere i driftsåret antages henført til hovedafgrøden, hvorfor de eneste emissioner der er medregnet ved afgræsningen, er metan fra dyrenes omsætning af foderet og metan og lattergas fra den afsatte gødning.

Der beregnes en årlig indlejring af kulstof i jorden ud fra principperne fra Petersen et al. (2014) der inkluderer bidrag fra husdyrgødning og afgrøderester. For husdyrgødning er C/N forholdet kritisk og der er ikke nogen gode kilder for fåre- og lammegødning, men antaget et forhold på 10/1 som for kvæggødning (Mogensen et al., 2018). For fodermidlerne anvendes værdierne fra Mogensen et al. (2018) for såvel indkøbte som egne, herunder græs. Dog er der for græs lavet en graduering afhængig af arealtypen. Det antages at afgræsning på arealer med vedvarende græs, natur og frøgræs mv. ikke ændrer på kulstof indlejringen idet dyrene som sådan ikke ændrer på biomasse produktionen og dermed er den potentielle indlejring af kulstof uændret. Derfor er der antaget en kulstofbalance på 0 på disse arealer, mens der på sædskiftearealer, er regnet med en netto indlejring, se tabel 3.

Arealforbruget er baseret på Mogensen et al. (2016) for indkøbte fodermidler, mens der for alle egne afgrøder på sædskiftearealer er regnet med 2 m² pr kg tørstof, svarende til et nettoudbytte på 5000 kg tørstof pr ha baseret på at bedrifter typisk har en kombination af korn og græs med et lavt input af gødning. Denne generalisering skyldes manglende eller mangelfulde registreringer af udbyttet på arealerne ud over det der er udnyttet i fåreholdet. For græsarealer uden for sædskiftet er arealet baseret på oplysninger fra besætningerne. Det skal bemærkes at en del af disse arealer også har givet anden produktion, som f.eks. græsfrø eller energi via solceller, men der er ikke sket en korrektion herfor i arealforbruget.

Biodiversitet indekset (PDF-indeks), baseret på metoden i Knudsen et al. (2017), udtrykker den relative reduktionen i biodiversitet ved de pågældende afgrøder og produktionsmetoder, konventionel eller økologi, i forhold til naturskov, hvorfor en negativ værdi udtrykker en forbedret biodiversitet i forhold til naturskov som metoden anvender som reference.

Elektricitet, brændstof og handelsgødning

Emissionen af klimagasser og arealforbruget fra produktionen af de indkøbte ressource, el, brændstof og handelsgødning er vist i tabel 4.

Tabel 4: Klimabelastning (CF) og arealforbrug ved produktion af el og diesel samt fremstilling af N, P og K i handelsgødning (Mogensen et al., 2016).

	El pr kwh	Diesel pr l	N pr kg	P pr kg	K pr kg
CF, kg CO ₂ eq.	0,343	2,82	4,75	3,60	0,70
Areal, m ²	0,0025	0	0	0,056	0,024

Systemudvidelse

Får og lam afgræsser i flere af besætningerne arealer som alternativt skulle afpudses maskinelt. I beregningerne er klimapåvirkning fra fåreholdet modregnet den sparede energi hertil, ud fra et diesel forbrug på 3,5 l pr ha baseret på tal for skårlægning med stængel brydning (Håndbog for driftsplanlægning, 2014). For husdyrgødning er regnet med at husdyrgødning afsat på stald erstatter handelsgødning. Ved en standard sammensætning af N, P og K i gødningen, 70% udnyttelse af N og værdier for emissionen fra produktionen af handelsgødning fra tabel 4 svarer det til 5,5 kg CO₂ eq. pr kg N ab dyr.

Allokering

Ved fåreproduktionen er der andre produkter end lammekød som skal tage deres del af emissionen. Det er kød fra udsætterfår, uld og skind. Hertil kan der anvendes forskellige metoder som redegjort for af bl.a. Weidemann et al. (2015b). I dette projekt er der anvendt økonomisk betydning af produkterne til fordeling af besætningens klimapåvirkningen på produkterne (lammekød, fårekød, skind og uld), hvor mængden af kød er defineret som kg slagtekrop (CW), skind er antal rå skind og uld er kg solgt.

Ved salg af forarbejdede produkter – f.eks. slagtelam der er forarbejdet til spegepølse eller rå skind der er forarbejdet til garvede skind – så er salgsprisen væsentligt højere end for det direkte produkt, en slagtekrop eller det rå skind. For skind er der antaget en pris på 300 kr pr rå skind, uanset salgspriser for det færdige skind. For kød er der ud fra bedriftens oplysninger omkring omkostninger til forarbejdning mv. beregnet en pris pr kg slagtekrop.

Følsomhedsanalyser

Der er lavet følsomhedsanalyser for nogle af de kritiske antagelser, som bedriften direkte har indflydelse på som f.eks. foderforbrug og produktivitet udtrykt ved kg solgt lam pr moderfår. Herudover er der regnet på effekten ved lavere emission af enterisk metan fra fårene, som er et område hvor der arbejdes med at udvikle metoder til reduktion, f.eks. via foderadditiver.

I en række af besætningerne stammer en betragtelig del af foderoptaget fra afgræsning på vedvarende græsarealer, herunder naturpleje samt efterslæt på frøgræsmarker. Som udgangspunkt er der ikke indregnet en effekt på jordens kulstofindhold ved afgræsning af disse arealtyper, ud over effekten via den afsatte husdyrgødning. Ud fra Olesen (2018) er der undersøgelser som antyder at der kan ske en opbygning af kulstof i jorden som effekt af afgræsning, hvorfor effekten heraf på udledning fra lammeproduktionen er beregnet. Endelig er effekten ved at medregne naturpleje som et produkt ved økonomisk allokeringen undersøgt. Det vil ikke ændre på den samlede udledning fra besætningen, men medføre en ændret produktbelastning.

- 1) 5% lavere foderforbrug
- 2) 5% højere afgangsvægt for lam
- 3) 20% lavere enterisk metan fra får (ikke lam)
- 4) Indlejrning af kulstof på vedv. græs, natur og frøgræs (50 kg CO₂ eq. pr ha årligt)
- 5) Værdi af naturpleje 1000 kr. pr får årligt

Effekten af lavere foderforbrug er i modellen estimeret ved at emissionen af metan fra fordøjelsen, metan og lattergas fra husdyrgødningen samt emissionen fra foderproduktionen er reduceret med 5% og derefter omregnet til CF pr kg lam CW baseret på en økonomisk allokering af den samlede produktion af drivhusgasser.

Effekten af højere afgangsvægt for lam er estimeret ved en simpel forøgelse af kg lam CW med 5% under antagelse af uændret emission pr årsfår. Effekten af reduceret metan er beregnet som en reduktion i enterisk metan fra foderet optaget pr moderfår på 20%.

Ud fra bedriftenes oplysninger om areal afgræsset på vedvarende græs, natur og frøgræs er der beregnet en ændring i jordens kulstof pr årsfår ud fra en antagelse om at afgræsning kan øge indlejrningen med 50 kg CO₂ eq. pr ha årligt. Ved et udbytte på 500 kg tørstof pr ha svarer det til 100 g CO₂ eq. pr kg tørstof, hvilket er på niveau med den antagne indlejrning ved afgræsning på sædskiftegræs (tabel 3). Der foreligger ikke empiriske opgørelser omkring effekten på kulstofindlejrning på disse arealtyper ved afgræsning, men niveauet på 50 kg CO₂ kan ses i forhold til, at der for brakarealer udlagt på oprindelige

sædskiftearealer antages en effekt på 500 og for efterafgrøder på 1000 kg CO₂ eq. årligt (Olesen et al., 2018).

Endelig er der lavet en beregning omkring effekten af, at inddrage tilskud ved naturpleje i den økonomiske værdi på linje med kød, skind og uld. Det er her antaget der gives et tilskud på 1000 kr pr årsfår ved udelukkende afgræsning året rundt på naturarealer. På den enkelte bedrift er værdien pr årsfår derefter beregnet i forhold til andel af tørstof der er optaget på naturarealer ud af det samlede foderforbrug.

Resultater

Produktion

Troels Kristensen og Kirstine Flintholm Jørgensen

Overordnet skal resultaterne i tabel 5 relateres til de givne forudsætninger og mål i de 9 besætninger, se tabel 1. I besætningerne med fokus på naturpleje er der en del af fårene som ikke ilæmmes, idet det primære formål er at sikre dyr som kan klare at afgræsse de marginale arealer. Modsat så er der i besætning 4 en produktion, hvor der er mere end 1 læmning årligt og derfor en produktion på 2,32 fødte lam pr årsfår.

Tabel 5: Produktionsresultater i 9 danske fårebesætninger

Besætning	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Antal læmninger pr årsfår	1,03	1,10	1,04	1,19	0,96	0,56	1,05	0,97	0,69
Antal levende fødte pr årsfår	2,05	1,92	1,98	2,32	1,55	1,15	1,56	1,58	0,92
% døde lam af levende fødte	2,2	10,7	0	5,1	9,7	9,8	7,0	2,8	3,6
<i>Lam</i>									
Tilv. fødsel til fravænning, g / dag	214	297	279	289	293	255	272	301	254
Tilv. fravænning til slagt, g / dag	109	201	256	154	208	151	168	195	93
Vægt slagting, kg levende	39	51	51	50	57	53	46	46	55
Alder slagting, dage	175	178	166	201	221	203	203	145	405
<i>Produktion, pr årsfår</i>									
Lam, kg levende	69	68	79	92	48	50	66	60	33
Får, kg levende	10	30	42	5	16	14	3	19	10
Skind, stk.	1,7	1,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
Uld, kg	6	6	0	0	0	3	2	3	4
<i>Værdi</i>									
Lam, kr pr kg levende	20,24	18,33	26,50	18,36	17,17	19,25	18,73	18,91	18,70
Får, kr pr kg levende	14,40	12,50	17,36	4,67	7,99	6,11	5,38	6,24	8,33
Skind, kr pr stk	300	300				300			
Uld, kr pr kg	17,64	17,00				17,00	2,00	2,08	8,67

Den betydelige variation i antal læmninger, antal levende fødte lam og lammenes daglige tilvækst er hovedårsagerne til at kg produceret lam varierer fra 33 til 92 kg levende lam pr årsfår. Fårenes afgangsvægt samt andel der slagtes er hovedårsagen til at produktionen af får varierer fra 3 til 42 kg levende pr årsfår. Bemærk at produktion af skind kun har økonomisk betydning på 3 af bedrifterne og at såvel mængden som værdien af uld også er meget bedriftsafhængig.

Besætningernes foderforbrug, vist i tabel 6, varierer fra 639 til 1004 FE pr årsfår med store forskelle i rationens sammensætning f.eks. varierer andel af foderforbruget i FE som henføres til afgræsning fra 36% i besætning 7 til over 90% i besætningerne 5, 8 og 9. Desuden er der en stor variation i typen af areal der afgræsses, fra primært sædskiftegræs i besætningerne 1, 2 og 3 til stort set udelukkende naturarealer i besætning 6, 8 og 9, mens besætning 5 afgræsser vedvarende arealer og efterslæt efter frøgræs. Andel af korn og kraftfoder varierer fra stort set intet i besætningerne 5, 6 og 8 til at udgøre 30% af foderforbruget i besætning 2.

Effektiviteten, udtrykt som g tilvækst opgjort for sum af lam og får i forhold til foderforbruget i FE, varierer fra 63 g tilvækst pr FE i besætning 9 til 120 g tilvækst pr FE i besætning 3.

Tabel 6: Forbrug af foder i FE og andre ressource, pr årsfår

Besætning	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Korn	36	39	0	22	0	0	58	0	23
Kraftfoder, mv.	13	220	52	149	0	1	82	4	8
Mælkeerstatning	0	0	0	1	0	1	2	3	0
Græs sædskifte									
-slæt	216	200	489	94	10	148	430	0	27
-afgræsning	331	368	435	49	5	64	59	147	41
Vedvarende græs, af-græs	90	44	0	64	285	0	128	36	0
Naturpleje mv., afgræs	0	0	0	188	0	299	28	241	160
Frøgræs mv., afgræs	0	0	0	291	342	126	106	313	424
Halm	0	0	29	0	0	0	0	0	0
Sum, FE	686	871	1004	858	642	639	894	745	688
Afgræsning, % besætning FE	61	47	43	69	98	77	36	99	91
Lam, % af besætning FE	12	37	15	27	15	19	37	24	19
Effektivitet, g tilvækst (lam+får) pr FE	114	112	120	113	100	100	77	107	63
Andre ressourcer									
Strøelse, kg	34	38	260	149	0	39	119	2	0
El, kwh	15	16	0	2	0	0	14	1	1
Diesel, l	15	9	20	16	8	1	20	5	6
Benzin, l	0	0	0	0	1	0	0	1	1
Handels- og husdyr gødning, indkøbt							0		
N, kg	8	15	15	3	0	0	0	0	1
P, kg	2	2	5	0	0	0	0	0	0
K, kg	6	7	29	1	0	0	0	0	1

Forbruget af andre ressourcer er beskedent, og igen med stor variation. Der er 4 bedrifter som ikke indkøber gødning, typisk fordi foderproduktionen er fra ikke-sædskifte-arealer, dog er det ikke gældende for bedrift 7 som har et stort optag af græs fra sædskiftet, der dyrkes efter økologiske principper, men selve besætningen er ikke omlagt til økologisk produktion.

Klimapåvirkning

Troels Kristensen

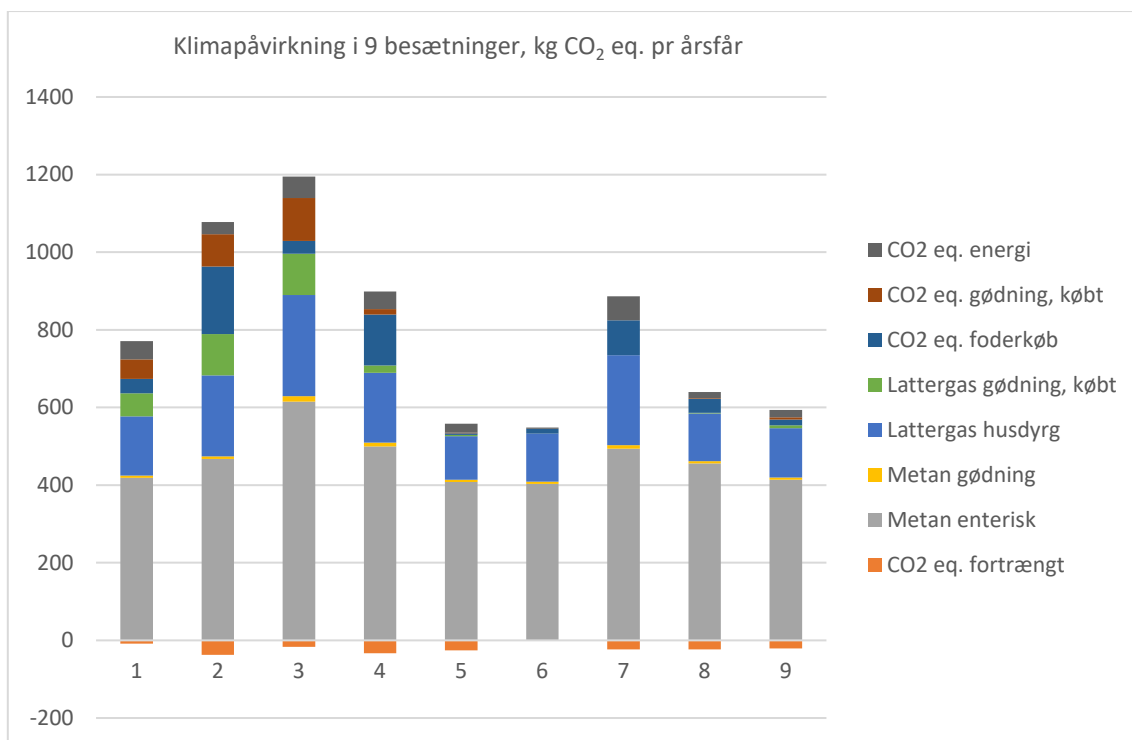
Det fremgår af tabel 7 at emissionen af klimagasser (Sum CF) varierer fra 549 til 1195 kg CO₂ eq. pr årsfår. Metan fra fordøjelsen er den største kilde til den samlede emission pr årsfår med et bidrag på mellem 403 og 615 kg CO₂ eq. pr årsfår, svarende til en andel på op til 73% af den totale emission (figur 1). Omfanget af metan er en sum af effekter knyttet til bl.a. foderforbrug, foderration og andel af foder udnyttet af lammene. Den laveste andel af den samlede emission fra metan er i besætning 2, på 43%. Det skyldes bl.a. at lammene her optager 37% af FE (tabel 6) og dermed giver en lidt lavere emission pr omsat FE end i besætningerne med lav andel foderforbrug til lammene som følge af den lavere emissionsfaktor for lam sammenlignet med får.

Tabel 7: Årligt emission af klimagas pr årsfår i 9 besætninger fordelt på kilder og summeret (sum CF), efter fradrag af emission fra sparede ressourcer (netto CF) samt efter indregning af indlejring af kulstof i jorden (Netto CF inkl. jord kulstof), kg CO₂ eq.

Besætning	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Metan, fordøjelse	419	468	615	499	408	403	494	456	414
Metan, gødning	6	7	14	10	5	6	9	6	5
Lattergas, husdyrg.	153	209	261	180	113	123	232	123	127
Lattergas, indkøbt gødning	60	106	106	19	2	0	0	2	8
Foder, indkøbt	37	175	33	131	5	12	90	36	15
Gødning, indkøbt	51	83	110	14	2	0	0	2	6
Energi	47	32	56	46	23	4	62	16	18
Sum CF	771	1078	1195	899	558	549	887	640	593
Afpudsning	0	0	0	3	12	0	2	11	8
Naturpleje	1	0	0	4	14	0	3	11	8
Husdyrgødning	7	37	17	26	0	1	18	1	5
Netto CF ¹⁾	763	1040	1178	866	532	547	863	617	572
Jord kulstof (indlejring)	130	176	277	127	117	99	155	116	88
Netto CF incl. jord kulstof	633	865	901	739	415	449	708	501	484

1) Emissionen fraregnet værdien af erstattet emission

Lattergas udgør den næststørste kilde primært via emission fra husdyrgødningen, hvor N ab dyr varierer fra 19 til 30 kg N pr årsfår (data ikke vist), men også andel af gødning afsat på stald og mark påvirker emissionen, da der er regnet med en højere emission fra stald og udbringning end ved afgræsning (tabel 2). Herudover er der i nogle besætninger også et bidrag af lattergas fra N i indkøbt gødning, typisk handelsgødning.



Figur 1: Fordeling af klimapåvirkning (netto CF) pr årsfår på hovedkilder i 9 fårebesætninger, %

Emissionen fra indkøbt foder er i flere besætninger (5, 6, og 9) meget begrænset, mens den i besætning 2 og 4 udgør henholdsvis 16 og 14% af den total emission.

Den summerede emission (sum CF) er herefter fratrullet den emission som spares i energi til maskinel afpudsning ved at dyrene afgræsser frøgræs og naturarealer samt den handelsgødning der erstattes af husdyrgødning, og herved fås nettoemissionen (netto CF). De tre bidrag udgør samlet kun en lille andel af den summerede emission svarende til 1 til 37 kg CO₂ eq. pr årsfår.

Ændringer i jordens kulstofpulje via kulstofbidraget fra husdyrgødningen og afgrøder på sædskiftearealerne, samt fra de indkøbte fodermidler bidrager i alle besætningerne til en reduktion i emissionen, i størrelsesordenen fra 88 til 277 kg CO₂ eq. pr årsfår. De laveste bidrag ses i besætninger med stor andel afgræsning på ikke sædskiftegræs og lavt foderindkøb som besætning 6 og 9.

Netto emissionen pr årsfår (netto CF) i tabel 7 er grundlaget på at beregne CF produktbelastningen i tabel 8. Først ved en fordeling af netto emissionen pr årsfår i forhold til kg kød (CW) fra lam og får. Herefter ved at lave en fordeling ud fra den økonomiske værdi af de fire produkter, lamme-, fårekød, skind og uld. På tilsvarende måde er de andre miljøpåvirkningskategorier, jordens kulstofindhold, arealforbrug og reduktion i biodiversitet fordelt på produkterne ud fra den økonomiske betydning af de 4 produkter i hver besætning. I tabel 8 er udelukkende påvirkningen i disse kategorier i forhold til kg lammekød, men der vil som for CF også være en del af den samlede påvirkning som er fordelt på de tre øvrige produkter.

Fokuseres der på lammekødet så er CF før allokering lavest, 16,2 kg CO₂ eq. pr kg CW i besætning 8 stigende til 28,7 i besætning 9. Inddrages værdien af produkterne i fordelingen af emissionen pr årsfår, så ændres rangeringen af besætningerne. Andelen af emissionen pr årsfår som henføres til lammekød varierer fra 60 til 99%, hvilket betyder at ved den økonomiske allokering er det lavest CF fra lammekød i besætning 1, på 16,9 kg CO₂ eq. pr kg CW. Hovedårsagen hertil er den høje økonomiske betydning af skind, hvor der er tilknyttet en klimapåvirkning på 108 kg CO₂ eq. pr skind i besætning 1. I besætningerne 2-9 stiger CF pr kg lammekød ved økonomisk fordeling, fordi værdien af fårekød er væsentligt lavere pr kg end for lammekød.

Tabel 8: Produktbelastningen i 9 besætninger – klima CF (CO₂ eq.), kulstof jord (CO₂ eq.), arealforbrug (m²) og biodiversitet (PDF)

Besætning	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Uden allokering</i>									
Lam & får, kg CO ₂ eq. pr kg CW	22,5	22,2	20,8	19,8	18,3	17,0	26,7	16,2	28,7
<i>Økonomisk allokering</i>									
Andel af CF lam, %	65	60	74	99	87	86	98	90	84
Lammekød, kg CO ₂ eq. pr kg CW	16,9	19,6	23,6	20,7	21,9	18,6	27,7	19,6	32,5
Fårekød, kg CO ₂ eq. pr kg CW	11,5	12,6	15,5	4,7	8,9	5,9	7,4	6,1	13,0
Skind, kg CO ₂ eq. pr stk	108	151				146			
Uld, kg CO ₂ eq. pr kg	6,3	8,5				8,3	1,4	1,0	6,8
Andre påvirkninger, pr kg lam CW									
Jord kulstof, kg CO ₂	2,9	3,3	5,5	3,0	4,8	3,4	4,9	3,7	4,9
Arealforbrug, m ²	52	41	46	151	578	698	159	435	766
Heraf non food, m ²	20	7	0	137	577	680	115	423	753
Biodiversitet, pr m ² reduktions-index ¹⁾	-18	15	11	-9	-3	-17	-3	-6	-12

1) Negative værdier angiver en øget biodiversitet i forhold til uberørt skov som har en værdi på 0

Betydningen af jordens kulstof indhold på udledningen pr kg lammekød er størst i besætning 3, hvor alt foder dyrkes på sædskiftearealer og lavest i besætning 1 som følge af en kombination af et lavt foderforbrug og en lav andel der allokeres til lammekødet. Det relative lave bidrag fra jordens kulstof i besætning 4 og 6 skyldes at der her afgræsses i betydeligt omfang på ikke-sædskifte arealer, hvor det antages at kulstofbalancen er 0.

Forskellen mellem besætningerne i typen af areal der anvendes kommer tydeligt til udtryk i arealforbruget, som varierer fra 41 til 766 m² pr kg lam CW, med det klart laveste arealforbrug i de tre besætninger (1, 2 og 3), hvor der næsten udelukkende indgår sædskifte arealer. Her udgør areal kategoriseret som non-food arealer kun fra 0 til 20 m² pr kg lam CW, mens det i besætningerne 5, 6, 8 og 9 stort set er identisk med det samlede arealforbrug. Det skal bemærkes at også afgræsning på frøgræsmarker og efterslæt er karakteriseret som non-food arealer.

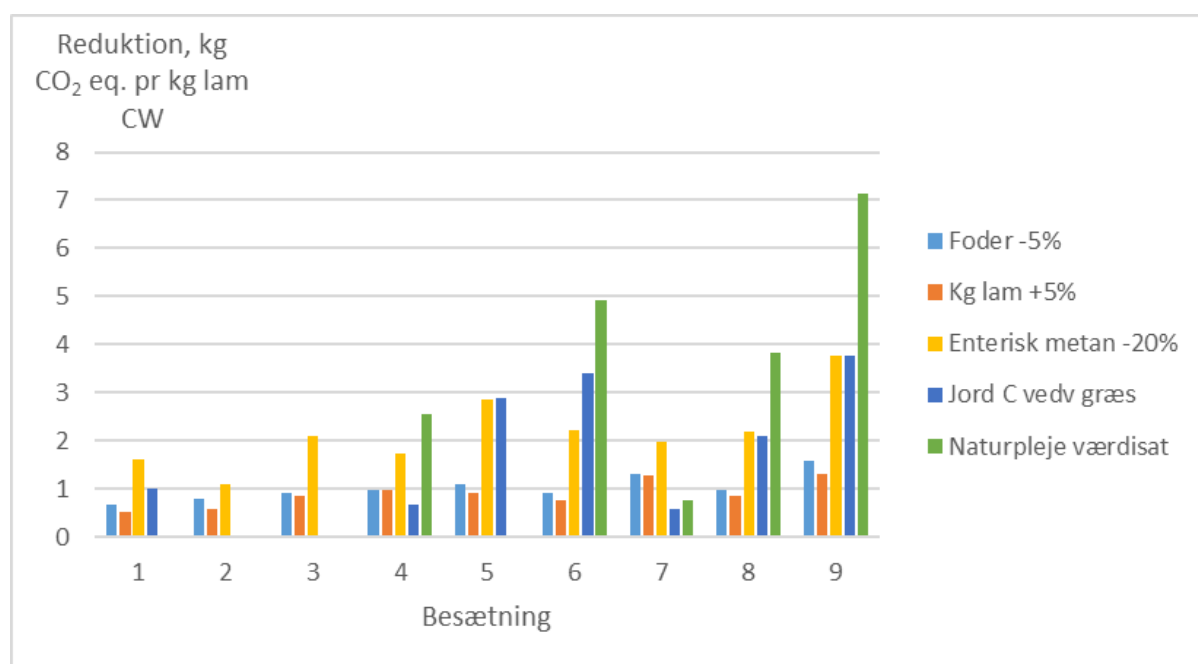
Biodiversitet, udtrykt ved reduktions indeks pr kg lam CW, er positiv i besætning 2 og 3, hvilket betyder at her giver produktionen anledning til en reduktion i biodiversitet i forhold til den ved metoden definerede neutrale naturtype, uberørt skov. Den negative værdi i de øvrige besætninger indikerer

således at der her er en positiv effekt på biodiversiteten. I besætning 1 kan det tilskrives den økologiske produktion, idet PDF indekset ville være 0 såfremt samme produktion var gennemført konventionelt. I de øvrige besætninger (4 til 9) er der i varierende omfang en positiv påvirkning af biodiversiteten primært forårsaget af afgræsningen på natur- og vedvarende arealer. Det skal her bemærkes at der er antaget en uændret biodiversitet ved afgræsning af frøgræs og efterslæt.

Følsomhedsanalyser

Troels Kristensen

I figur 2 er vist effekten af 5 forskellige tiltag på CF pr kg lam CW ved alt andet lige beregninger i hver af de 9 besætninger.



Figur 2. Reduktionen i klimapåvirkningen fra lammekød i 9 besætninger ved henholdsvis lavere foderforbrug, øget lammeproduktion, reduceret metan fra fårene, indregning af indlejring af kulstof på vedvarende arealer, samt ved værdisætning af naturplejen, kg CO₂ eq. pr kg CW lam

De to første tiltag er baseret på "klassisk produktionseffektivitet", lavere foderforbrug og flere kg lam produceret. Effekten af et reduceret foderforbrug, udtrykt pr årsfår, på 5% medfører en reduktion fra under 1 kg CO₂ eq. pr kg lam CW i fire af besætninger til 1,6 kg CO₂ eq. pr kg lam CW i besætning 9.

Effekten af en øget produktion af lam er lidt lavere end effekten ved reduktion af foderforbruget, men den relative effekt på emissionen på tværs af besætningerne er som for foderforbruget.

En reduktion i metan fra fordøjelsen har en effekt på klimaaftrykket ved lammeproduktion på 1,1 til 3,8 kg CO₂ eq. pr kg lam CW. Da det er antaget at det udelukkende er metan fra fårenes fordøjelse der reduceres, så er den mindste effekt i besætning 2, hvor hele 37% af FE pr årsfår er lammenes foderoptag, og de største reduktioner i besætning 5 og 9, hvor andel af foderoptaget fra lammene er lavt samtidigt med at der er et relativt højt foderforbrug pr kg tilvækst.

Indregning af øget kulstof indlejring på de vedvarende arealer, herunder naturpleje og ved græsning af efterslæt vil i nogle besætninger (5,6 og 9) betyde en reduktion i CF på 3 til 4 kg CO₂ eq. pr kg lam CW, mens det i andre besætningen (1,2, 3 og 7) har ingen eller en meget beskedne effekt.

I nogle besætninger er hele produktionen i betragtelig omfang tilrettelagt efter naturpleje, og indtægter herfra er en betydelig del af omsætningen fra fåreholdet. Ved inddragelse af naturpleje som en del af værdiskabelsen vil noget af emissionen blive pålagt dette produkt, og dermed vil andelen der allokeres til lam blive reduceret tilsvarende. Det ses tydeligt i figur 2, hvor effekten på klimapåvirkningen pr kg lam CW ved indregning af værdien af naturpleje i besætningerne 1,2,3 og 5 som ikke har afgræsning på naturarealer er 0, mens den i besætning 9 har en effekt på mere end 7 kg CO₂ eq. pr kg lam CW, eller en reduktion på 22% i forhold til værdien på 32,5 ved økonomisk allokering udelukkende ud fra de direkte animalske produkter. Ved denne betragtning skal en andel af fåreproduktionens klimapåvirkning henføres til arealet med naturpleje, som ved de anvendte forudsætninger f.eks. i besætning 9 kan beregnes til 93 kg CO₂ eq. pr ha årligt.

Generelt så viser følsomhedsberegningerne at effekten på CF fra lammeproduktionen er meget afhængig af de besætningsspecifikke forhold så det er vanskeligt af udlede det generelle niveau i forhold til pr kg produkt, men på tværs af besætninger er der for alle de 5 beregninger af ændringer samme trend, dog i enkelte tilfælde ingen effekt, på emissionen pr kg lam CW.

Diskussion

Troels Kristensen

Beregninger på de 9 danske besætninger viser at klimapåvirkning er på niveau med udenlandske studier (f.eks. Peters et al., 2010; Weidemann et al., 2015) og at der er en stor variation i emissionen af klimagasser pr årsfår og kg lammekød afhængig af produktionsforholdene.

På tværs af de 9 besætninger udgør emission af metan knyttet til dyrenes omsætning af foder og de efterfølgende emissioner fra husdyrgødningen fra 63% og helt op til 98% af den samlede emission. Den høje andel af afgræsning (36 til 99% af total FE) betyder at en faktisk forskel mellem besætningerne i foderoptaget forårsaget af genetiske eller management forhold ikke kommer til udtryk da optaget af græs er beregnet indirekte ud fra standard foderbehov til de enkelte livsytringer og med samme fodereffektivitet på tværs af besætninger. Den høje andel af afgræsning begrænser muligheder for at ændre på udledningen via ændringer i valg af fodermidler eller håndteringen af husdyrgødningen som er identificeret som nogle af de generelle virkemidler i landbruget (Olesen et al., 2018).

Følsomhedsanalyserne viser at der kan opnås reduktioner på 4 til 5% i CF pr kg lam CW ved en reduktion i foderforbruget på 5%. Der er således stor gennemslagskraft pga. den store betydning af foderforbruget i fåreholdet på den samlede udledning af klimagasser.

Den store betydning af metan fra dyrenes fordøjelse på den samlede klimapåvirkning betyder at tiltag til reduktion kan have markant effekt. Tiltagene kan enten reducere optaget af bruttoenergi som er grundlaget for beregningerne eller reducere andelen af bruttoenergien der tabes via metan. Bruttoenergien er relativ ens pr kg fodertørstof, men i forhold til indholdet af nettoenergi (FE) så er bruttoenergi-indholdet størst i de koncentrerede fodermidler (korn og proteinfoder) og lavest i tungt fordøjeligt grovfoder (græs og halm). Ændringer af fodringen i en retning med mere koncentreret foder er således et af de virkemidler som tidligere er beskrevet for kvæg (Olesen et al., 2018), men med det lave forbrug af korn og kraftfoderfoder i fåreholdet vil effekten her være meget begrænset. Tilsvarende gælder brug af foderadditiver til reduktion af den enteriske metan som har vist lovende resultater i kvægholdet, men tildelingen vil i praksis være vanskelig i fåreholdet under afgræsning.

Betydningen af den botaniske sammensætning af optaget via afgræsning kan påvirke emissionen, f.eks. via øget indhold af planter med høj koncentration af tannin (Wanghorn, 2008; Wang et al., 2018). I forhold til afgræsning på naturarealer kunne der således være et potentiale for lavere emission samt ved målrettet udsåning af tanninholdige planter på sædskiftearealerne. Der udestår dog en dokumentation af virkningen, herunder betydningen af andelen af det samlede optag på effekten, samt afledte virkninger på foderoptag og udnyttelse (Ramírez-Restrepo & Barry, 2005).

Ved allokeringen af den samlede emissionen på produkterne ud fra deres økonomiske betydning er der en variation fra 17 til 33 kg CO₂ eq. pr kg lam CW, hvilket er indenfor intervallet i flere udenlandske studier (Wallmann et al., 2011; Weidemann et al., 2015b; Dougherty et al., 2018). Den økonomiske allokering frem for fordeling ud fra kødproduktionen betyder at belastningen pr kg lammekød falder i

de to besætninger med en stor værdi af skindproduktionen, mens den i de øvrige stiger pga. en relativ lav værdi af fårekød i forhold til lammekød. Det laveste CF for lammekød er en kombination af en generel lav emission pr årsfår og relativ lav værdi af lammekød i forhold til de øvrige produkter. Det er derfor afgørende at der ud over fokus på belastningen fra lammekød, sker en oplysning om at der også er en klimapåvirkning knyttet til de øvrige produkter, skind og uld.

Værdisætningen af naturpleje er medtaget i følsomhedsanalyserne ud fra den betragtning af besætninger med en væsentlig andel af foderoptag fra naturpleje tilpasser fåreholdet herefter f.eks. ved at have senere ilæmning af gimmer og anvendelse af goldfår til naturpleje frem for slagtning. Effekten er i enkelte besætninger markant på CF pr kg lam CW, men som for de øvrige produkter så "forsvinder" klimapåvirkningen ikke, men er nu delvis allokeret til naturplejen.

Ved den anvendte metode til beregning af ændringer i jordens kulstofpulje vil indregning heraf i CF give en reduktion på 2,9 til 5,5 kg CO₂ eq. pr kg lam CW. Der pågår en løbende diskussion af, hvordan ændringer i jordens kulstof kan beregnes (Smith et al., 2020), men hidtil er det sjældent indregnet i beregninger af produktbelastningen (Baldini et al., 2017).

Følsomhedsanalyserne viser at CF yderligere kan reduceres med op til 3,8 kg CO₂ eq. pr kg lam CW såfremt der også indregnes en indlejring pga. afgræsning på vedvarende arealer. For lammeproduktionen kan det være ret afgørende at få fastlagt den reelle effekt på jordens kulstof ved afgræsning på disse arealtyper idet betydningen her er relativt større end ved produktion af andre kødprodukter som grisekød (Dorca-Preda et al., 2021). For oksekød har Mogensen et al. (2015) beregnet en effekt af indlejring af kulstof på op til 4 kg CO₂ eq. pr kg oksekød fra kødkvæg, men betydeligt lavere ved kød fra malkekvæg.

Arealforbruget er meget forskelligt i de 9 besætninger og varierer fra 41 til 766 m² pr kg lam CW, hvor det høje arealforbrug er i besætninger med stor andel af foderoptaget fra vedvarende græs og naturarealer med lavt udbytte. Til sammenligning beregnede Mogensen et al. (2015) et arealforbrug pr kg oksekød på 47 til 165 m² pr kg fra henholdsvis intensive og ekstensive kødkvæg systemer. Det højere arealforbrug ved lammeproduktionen skyldes en kombination af lavere arealudbytter på afgræsningsarealerne og at der her er en betydeligt højere andel af græs i foderoptaget end i kvægssystemerne.

Litteratur

- Albrektsen, R., Mikkelsen, M.H. & Gyldenkaerne, S. 2017. Danish emission inventories for agriculture. Inventories 1985 – 2015. Aarhus University, DCE – Danish Centre for Environment and Energy, 190 pp. Scientific Report from DCE – Danish Centre for Environment and Energy No. 250 <http://dce2.au.dk/pub/SR250.pdf>
- Baldini, C., Gardoni, D., Guarino, M. 2017. Review: A critical review of the recent evolution of Life Cycle Assessment applied to milk production. J. Cleaner Production, 140, 421-435.
- Børsting, C.F., Hellwing, A.L.F., Lund, P. 2020. Normtal for husdyrgødning – 2020. <http://anis.au.dk/normtal/>
- Dorca-Preda, T., Mogensen, L., Kristensen, T., Knudsen, M.T. 2021. Development of the environmental impact of Danish pork – focusing on improvement options. Livest Sci. 251, 104622
- Dougherty, H., Oltje'n, J.W., Mitloehner, F.M., DePeters, E.J., Pettey, L.A., Macon, D., Finzel, J., Rodrigues, K., Kebreab, E. 2018. Carbon and blue water footprints of California sheep production. J. Anim. Sci., 97, 945-961.
- EC, 2017. European Commission, PEFCR Guidance document, - Guidance for the development of Product Environmental Footprint Category Rules (PEFCRs), version 6.2, June 2017
- EC, 2019. Footprint Category Rules Red Meat <http://www.uecbv.eu/UECBV/documents/FootprintCategoryRulesRedMeat16661.pdf>
- Edwards-Jones, G., Plassmann, K., Harris, I.M. 2009. Carbon footprinting of lamb and beef production systems: insights from an empirical analysis of farms in Wales, UK. J. Agri. Sci., 147, 707-719.
- Frederiksen, J. H. 1984. Bescætningsforsøg med får 1980-83. Beretning 575, Statens Husdyrbrugsforsøg.
- Frederiksen, J. H. & Kjær, S. Aa. 1987. Bescætningsforsøg med får 1985-86. Beretning 633, Statens Husdyrbrugsforsøg.
- Geb, A., Viola, I., Miretti, S., Macchi, E., Perona, G., Battaglini, L., Baratta, M. 2020. A new approach to LCA evaluation of lamb meat production in two different breeding systems in northern Italy. Front. Vet. Sci., 7, 651
- Håndbog for driftsplanlægning. 2014.
- Knudsen, M.T., Hermansen, J.E., Cederberg, C., Herzog, F., Vale, J., Jeanneret, P., Sarthou, J.P., Friedel, J., Balazs, K., Fjellstad, W., Kainz, M., Wolfrum, S., Dennis, P. 2017. Characterization factors for land use impacts on biodiversity in Life Cycle Assessment based on direct measures of plant species richness in European farmland in the 'Temperate Broadleaf and Mixed Forest' biome. Science of the Total Environment, 610, 358-366.
- Kristensen, T., Mogensen, L., Knudsen, M.T., Hermansen, J.E. 2011. Effect of production system and farming strategy on greenhouse gas emissions from commercial dairy farms in a life cycle approach. Livestock Science, 140, 1-3, 136-148
- 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 - marts - 2018. Aarhus Universitet. DCA - Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug.
- Mogensen, L., Hermansen, J.E., Lan Nguyen, Teodora Preda. 2015. Environmental impact of beef by life cycle assessment (LCA) - 13 Danish beef production systems. DCA rapport nr. 61, DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug, Aarhus Universitet. 81 pp. Se <https://dcapub.au.dk/djfpublikation/djfpdf/DCArapport061.pdf>

Nielsen, O.-K., Plejdrup, M.S., Winther, M., Nielsen, M., Gyldenkærne, S., Mikkelsen, M.H., Albrektsen, R., Thomsen, M., Hjelgaard, K., Fauser, P., Bruun, H.G., Johannsen, V.K., Nord-Larsen, T., Vesterdal, L., Callesen, I., Caspersen, O.H., Rasmussen, E., Petersen, S.B., Baunbæk, L. & Hansen, M.G. 2020. Denmark's National Inventory Report 2020. Emission Inventories 1990-2018 - Submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol. Aarhus University, DCE – Danish Centre for Environment and Energy 904 pp. Scientific Report from DCE – Danish Centre for Environment and Energy No. 372. <http://dce2.au.dk/pub/SR372.pdf>

[Olesen, J. E. \(2018\). Kulstofbinding i økologiske græsmarker. Notat.](#)

Olesen, J. E., S. O. Petersen, P. Lund, U. Jørgensen, T. Kristensen, L. Elsgaard, P. Sørensen and J. Lassen. 2018. "Virkemidler til reduktion af klimagasser i landbruget. DCA rapport 130. DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug, Aarhus Universitet. 119 pp. Se <http://web.agrsci.dk/djfpublikation/djfpdf/DCArapport130.pdf>."

Peri, P. L., Rosas, Y.M., Ladd, B., Diaz_Delgado, R., Pastur, G.M. 2020. Carbon footprint of lamb and wool production at farm gate and the regional scale in southern Patagonia. Sustainability, 12, 3077

Peters, G.M., Rowley, H.V., Weidemann, S., Tucker, R., Short, M.D., Schulz, M. 2010. Red meat production in Australia: Life cycle assessment and comparison with overseas studies. Environ. Sci. Technol., 44, 1327-1332.

Petersen, B.M., Knudsen, M.T., Hermansen, J.E., Halberg, N., 2013. An approach to include soil carbon changes in life cycle assessments. J. Clean. Prod. 52, 217-224. doi:10.1016/J.JCLEPRO.2013.03.007

Ramírez-Restrepo, C.A. & Barry, T.N. 2005. Review. Alternative temperate forages containing secondary compounds for improving sustainable productivity in grazing ruminants. Animal Feed Science and Technology, 120, 179-201.

Smith, P., Soussana, J.-F., Angers, D., Schipper, L., Chenu, C., Rasse, D., Batjes, N., van Egmond, F., McNeill, S., Kuhnert, M., Arias-Navarro, C., Olesen, J.E., Chirinda, N., Fornara, D., Wollenberg, E., Alvaro-Fuentes, J., Sanz-Cobena, A., Klumpp, K. 2020. How to measure, report and verify soil carbon change to realise the potential of soil carbon sequestration for atmospheric greenhouse gas removal. Global Change Biology 26, 219-241.

Waghorn, G.C., 2008. Beneficial and detrimental effects of dietary condensed tannins for sustainable sheep and goat production-progress and challenges. Anim. Feed Science and Technology 147:116-139.

Wallman, M., Cederberg, C., Sonesson, U. 2011. Life cycle assessment of Swedish lamb production. SIK Rapport Nr 831. ISBN 978-91-7290-307-4.

Wang, S., Terranova, M., Kreuzer, M., Marquardt, S., Eggerschwiler L. & A. Schwarm. 2018. Supplementation of Pelleted Hazel (*Corylus avellana*) Leaves Decreases Methane and Urinary Nitrogen Emissions by Sheep at Unchanged Forage Intake. Scientific Reports 8:5427

Weidemann, S., Ledgard, S., Henry, B., Yan, M.-J., Mao, N., Russell, S.J. 2015a. Application of life cycle assessment to sheep production systems: investigating co-production of wool and meat using case studies from major global producers. Int. J. Life Cycle Assess., 20, 463-476.

Weidemann, S., McGahan, E., Murphy, C., Yan, M.-J., Henry, B., Thoma, G., Ledgard, S. 2015b. Environmental impacts and resource use of Australian beef and lamb exported to the USA determined using life cycle assessment. J. Cleaner Prod., 94, 67-75.

Om DCA

DCA - Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug er den faglige indgang til jordbrugs- og fødevareforskningen ved Aarhus Universitet.

Centret omfatter institutter og forskningsmiljøer, der har aktiviteter på jordbrugs- og fødevareområdet. Det er primært Institut for Agroøkologi, Institut for Husdyrvidenskab, Institut for Fødevarer, Center for Kvantitativ Genetik og Genomforskning samt dele af Institut for Ingeniørvidenskab.

Aktiviteterne i DCA understøttes af en centerenhed, der varetager og koordinerer opgaver omkring myndighedsbetjening, erhvervs- og sektorsamarbejde, internationalt samarbejde og kommunikation.

Forskningsresultater fra DCA

Resultater fra forskningen publiceres i internationale, videnskabelige tidsskrifter. Publikationerne kan findes via universitets publikationsdatabase (pure.au.dk).

DCA rapporter

DCAs rapportserie formidler hovedsageligt myndighedsrådgivning fra DCA til Miljø- og Fødevareministeriet. Der kan også udgives rapporter, som formidler viden fra forskningsaktiviteter. Rapporterne kan frit hentes på centrets hjemmeside: dca.au.dk.

Nyhedsbreve

DCA udsender et nyhedsbrev, der løbende orienterer om jordbrugs- og fødevareforskningen og herunder om nye forskningsresultater, rådgivning, uddannelse, arrangementer og andre aktiviteter. Det er gratis at tilmelde sig nyhedsbrevet, og det kan ske på dca.au.dk.

RESUME

Formålet med denne rapport er at dokumentere udledningen af klimagasser fra dansk produceret lammekød som udgangspunkt for diskussion af, hvorledes produktionen på bedriften kan tilrettelægges med henblik på en reduktion af udledningen af klimagasser fra fåreproduktionen.

Der er lavet beregninger baseret på anderkendte metoder til livscyklus vurdering (LCA) med udgangspunkt i registreringer af 9 besætningsejere i perioden 1. januar 2020 til 31. december 2020.

Klimapåvirkningen fra fåreholdet varierer fra 549 til 1195 kg CO₂ eq. pr årsfår, hvoraf emissionen af metan fra fordøjelsen er den største kilde med en andel på op til 73% af den totale emission. Ændringer i jordens kulstofpulje via kulstofindlejring fra husdyrgødningen, græsmarken på sædskiftearealerne samt fra de indkøbte fodermidler bidrager i alle besætningerne til en reduktion i emissionen i størrelsesordenen fra 88 til 277 kg CO₂ eq. pr årsfår. Fordeles klimapåvirkningen, ud fra den økonomiske værdi af produkterne, er der en variation i udledning mellem de 9 bedrifter fra 16,9 til 32,5 kg CO₂ eq. pr kg lammekød, fra 4,7 til 15,5 kg CO₂ eq. pr kg fårekød og fra 108 til 151 kg CO₂ eq. pr skind samt fra 1,0 til 8,3 kg CO₂ eq. pr kg uld.

