



## Drivhusgasudledning – økologisk produktion i forhold til konventionel

Økologisk landbrug får tit 'bank', når talen drejer sig om drivhusgasudledning. De fleste videnskabelige undersøgelser viser dog, at der er mindre udledning af drivhusgasser fra økologiske end fra konventionelle landbrug, når sammenligningen sker pr. ha.

**Derimod, når der sammenlignes pr. produceret enhed, så er udledningerne fra økologisk landbrug ofte lig med eller lidt højere end fra konventionelt landbrug. Men der er flere måder at udregne drivhusgasbelastning på.**

I sit indlæg på økologikongressen 2013, præsenterede Niels Halberg en tredje måde at opgøre drivhusgasudledningen på. Ikke pr. ha eller pr. produceret enhed, som man normalt gør, men pr. Euro betalt for et givent produkt. Det har vist sig, at den højere pris på økologiske varer, især kødprodukter, medfører en forskydning i indkøbene mellem varegrupper. En undersøgelse af forbrugeres indkøbsvaner viste, at kødforbruget blandt forbrugere, der ikke købte økologiske varer, var dobbelt så stort som hos de forbrugere der købte økologisk (FDB, 2010). Faktisk er det sådan, at en ombytning af kød-baseret føde med vegetabiliske produkter betyder mere for klimaet, end om landbrugsarealet dyrkes økologisk eller konventionelt (Knudsen, 2010). Alligevel kommer vi ikke uden om, at dyrkning af jorden påvirker udledningerne af drivhusgas, og at det ikke er lige meget, hvordan jorden dyrkes.

I det følgende kan du se nogle eksempler på danske og internationale sammenligninger mellem de to produktionssystemer. Her anvendes alene sammenligninger pr. ha og pr. produceret enhed. Alle sammenligninger er behæftet med en stor usikkerhed og inden for hver af de to produktionsformer, økologisk og konventionel, er der også store variationer. Tabel 1 lister nogle generelle fordele og ulemper ved økologisk produktion i forhold til klimabelastningen.

**Tabel 1.** Fordele og ulemper ved økologisk landbrug i forhold til klimabelastning

### Fordele ved økologisk landbrug

- Der anvendes ikke handelsgødning og pesticider, som kræver energi til fremstilling
- Der er ingen udledning af lattergas ved biologisk N-fiksering
- En større andel grøngødningsmarker samt udelukkende brug af husdyrgødning øger jordens kulstoflager
- En bedre jordstruktur mindsker udledningerne af lattergas

### Ulemper ved økologisk landbrug

- Jordbehandlinger mod rodskudt er energikrævende og kan medføre en lille reduktion i jordens indhold af kulstof
- Nedmuldning af efterafgrøder og andre grøngødnings øger udledning af lattergas
- Jo lavere udbyttet des større drivhusgasbelastning pr. produceret kg vare.

### Faktaboks om drivhusgasser

Landbrugets udledning af drivhusgasser tegner sig for 14 % af den samlede danske udledning. Hertil kommer energiforbrug fra landbrug, skovbrug og gartneri på 2,4 % (Fødevarerministeriet, 2014).

**Lattergas (N<sub>2</sub>O):** Produktionen af lattergas er tæt knyttet til den mikrobielle omsætning af kvælstof i jorden, og jo mere plantetilgængeligt kvælstof, des større risiko for udledning.

**Metan (CH<sub>4</sub>):** Metan stammer fra dyrenes fordøjelse, især fra kvæg, men også gyllelagre udleder metan. Metan dannes ved nedbrydning af organisk stof under iltfrie forhold. Det er disse processer, der udnyttes i biogasanlæg.

### Kuldioxid (CO<sub>2</sub>):

CO<sub>2</sub> kan bindes i jorden, når der f.eks. dyrkes kløvergræs. Derimod kan opdyrkning af humusjorde frigive store mængder af CO<sub>2</sub>. Brug af fossilt brændstof i mark og stald er også en væsentlig kilde til CO<sub>2</sub>-udledning.

Opvarmningseffekter af metan og lattergas svarer til omkring 25 og 298 gange effekten af kuldioxid. Ofte omregnes udledningerne af metan og lattergas til kuldioxid-ækvivalenter, så de tre faktorer kan lægges sammen til en samlet belastning.

### Fakta om LCA:

LCA betyder Life Cycle Assessment, og det oversættes til livscyklusvurdering. LCA kan anvendes til at sammenligne miljøpåvirkningen af produkter og systemer igennem hele produktets livscyklus. I en LCA opgørelse kan f.eks. indgå de miljømæssige omkostninger ved at producere handelsgødninger, udledningen af lattergas efter nedpløjning af efterafgrøder, udvaskning af nitrat-N fra markerne og maskinernes energiforbrug. I en LCA foretages en lang række valg og vurderinger, som har betydning for det endelige resultat. Der er stor usikkerhed forbundet med data og beregninger. Fortolkningen af beregningsresultater er derfor en vigtig del af LCA.

## Danske sammenligninger:

### Sammenligning mellem dansk økologisk og konventionel mælkeproduktion (Kristensen m.fl., 2011)

I denne danske livscyklusanalyse (LCA) indgik data fra 32 økologiske og 35 konventionelle malkekvægsbedrifter. I gennemsnit havde de økologiske bedrifter 115 køer og 178 ha og de konventionelle bedrifter havde 122 køer og 127 ha. Der var en lidt større beregnet drivhusgasudledning fra de økologiske bedrifter på i alt 1,27 kg CO<sub>2</sub>-ækvivalenter pr. kg EKM mod 1,20 kg CO<sub>2</sub>-ækvivalenter pr. kg EKM på de konventionelle bedrifter.

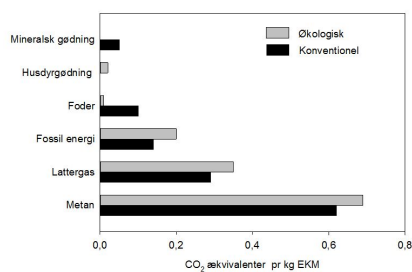
Variationen inden for begge bedriftstyper i udledning af drivhusgasser var dog stor. Figur 1 viser drivhusgasudledning fra landbrug med malkekvæg opdelt på de kilder der indgik i opgørelsen.

Der var et arealforbrug på 2,27 m<sup>2</sup> pr. kg energikorrigeret mælk (EKM) på de økologiske bedrifter og kun 1,24 m<sup>2</sup> pr. kg EKM hos de konventionelle. Den økologiske mælk krævede altså 1 m<sup>2</sup> markjord mere pr. liter mælk end den konventionelle. Når arealforbruget fra importeret protein og kraftfoder blev indregnet, faldt forskellen til 0,59 m<sup>2</sup> pr. kg EKM. Kulstoflagring i markerne, der også påvirker den samlede drivhusgasudledning, indgik ikke i disse beregninger.

Promilleafgiftsfonden for landbrug



Se 'European Agricultural Fund for Rural Development'



Klik på figuren for stor udgave

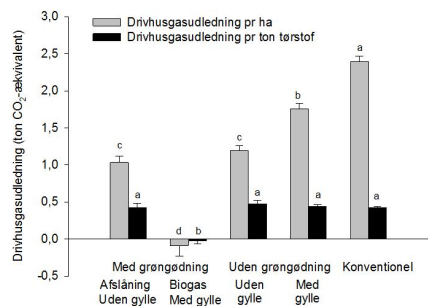
**Figur 1.** Udledning af drivhusgasser fra dansk konventionel og økologisk mælkeproduktion. Gødninger og foder er indkøbt til bedrifterne og fossil energi, lattergas (N<sub>2</sub>O) og metan (CH<sub>4</sub>) er forbrug/udledning fra bedrifterne. (Kristensen m.fl., 2011).

### Sammenligning mellem dansk økologisk og konventionel slagtesvineproduktion (Halberg m.fl., 2010)

En livscyklusanalyse på det mest almindelige produktionssystem for økologiske svin (søer på friland og med opfedning af fravænnede slagtesvin inden døre i dybstrøelse og med et betonbelagt udeareal) gav en udledning af drivhusgasser på 2,7 kg CO<sub>2</sub>-ækvivalenter pr. produceret kg svinekød. Det var 7 % højere end den beregnede udledning fra konventionel produktion. Kulstoflagring i afgræsningsmarkerne var ikke indregnet i disse tal, men ifølge forfatterne forsvandt forskellen i drivhusgasudledning, hvis effekten af kulstoflagring indgik i beregningerne.

### Sammenligning af drivhusgasudledning fra de langvarige økologiske planteavlssædskifter (Knudsen m.fl. 2014)

Figur 2 viser den LCA-beregnete drivhusgasudledning for fire økologiske og et konventionelt sædskifte. Opgjort pr. ha (de lysegrå søjler) havde det konventionelle system en større udledning af drivhusgasser og det økologiske grøngødnings-sædskifte, hvor kløvergræsset blev høstet og i teorien bioafgasset, havde en neutral til positiv effekt på klimaet. Bortset fra det økologiske biogas-sædskifte var der ingen forskelle mellem sædskifterne, når udledningerne blev beregnet pr. produceret ton tørstof. Her lå udledningerne på omkring 0,4-0,5 ton CO<sub>2</sub>-ækvivalent pr. ton tørstof. Sædskiftet med biogasproduktion var som det eneste neutralt i forhold til klimaet. Det skyldes at den producerede biogas fortrænger forbruget af fossilt brændstof. I disse beregninger indgik også effekterne på jordens kulstofindhold. Resultater fra dette forsøg er nærmere beskrevet [her](#).



Klik på figuren for stor udgave

**Figur 1.** LCA-beregnete drivhusgasudledning pr. ha og pr. ton salgsafgrøde-tørstof for fem sædskifter som gennemsnit af tre lokaliteter og tre år (2006-2008). Forskelle i de små bogstaver inden for hver af de to beregningsmetoder viser at forskellen er signifikant (Knudsen m.fl., 2014).

### Udenlandske sammenligninger - udpluk blandt de nyere publikationer.

#### Drivhusgasudledning fra svensk økologisk landbrug (Cederberg m.fl. 2011)

I denne store rapport indgår der også en sammenligning med konventionelt landbrug. Det understreges i rapporten, at det er enklere at beregne klimaaftryk for konventionelle afgrøder end fra økologiske. Det skyldes, at de konventionelle afgrøder kan opgøres enkeltvis, mens de økologiske afgrøder skal opgøres i en sædskiftemæssig sammenhæng, da bl.a. grøngødning har stor betydning for de efterfølgende udbytter. Kulstoflagring i jorden er ikke medregnet i denne svenske opgørelse. Begrundelsen er, at der ikke er international enighed om beregningsmetoden for kulstoflagring. Hovedkonklusionerne er følgende:

- Der er lavere udslip af drivhusgasser fra økologiske græsmarker pr. produceret enhed. Det skyldes mindre input, og at udbytterne i økologisk græs er relativt gode.
- For kornafgrøder afhænger klimaaftrykket meget af udbyttene og den tilførte gødning.
- For bælgafgrøder er klimaaftrykket pr produceret enhed på samme niveau som i konventionelle afgrøder.
- Inden for mælkeproduktionen er der ingen forskel mellem de to produktionsformer, mens datagrundlaget for svin og fjerkræ er for lille i Sverige til, at der kan udtrages konklusioner.

#### International sammenligning af økologiske og konventionelle landbrugsbedrifter i Europa (Tuomisto m.fl., 2012)

I denne analyse indgik i alt 71 forskellige europæiske videnskabelige undersøgelser, hvor miljøeffekterne af økologisk og konventionelt landbrug blev sammenlignet. I analysen indgik også beregninger af udledning af drivhusgasser ved hjælp af livscyklusanalyser. For økologiske landbrug blev der fundet følgende resultat i forhold til konventionelt landbrug (se også tabel 2):

- mindre udledning af lattergas målt pr. arealenhed
- højere udledning af lattergas målt pr. produceret enhed
- højere indhold af organisk stof i jorden
- lavere energiforbrug
- lavere gennemsnitlige udbytter svarende til 75 % af de konventionelle udbytter

Hovedårsagen til de lavere økologiske udbytter var mangel på især kvælstof. For at opretholde samme udbyttene bliver det i analysen beregnet,

at økologisk landbrug vil have behov for 84 % mere jord i forhold til konventionelt landbrug. Det forklares med de lavere udbytter, samt at en del af sædskiftearealet optages af grøngødningsafgrøder, hvorfra der ikke sælges produkter. Artiklen konkluderer, at en hovedudfordring for økologisk landbrug er, at øge forbedre udnyttelsen af næringsstofferne og øge udbytterne. Generelt blev der fundet store variationer inden for de målte parametre.

**Tabel 2.** Effekter af økologisk produktion målt i forhold til konventionel produktion.

Gennemsnit fra 71 videnskabelige undersøgelser i Europa.

Målte parametre	Pr arealenhed (%)	Pr produceret enhed (%)
Drivhusgasudledning <sup>1</sup>		Ens gennemsnit <sup>2</sup>
Lattergas	-31	+8
Organisk stof i jorden	+7	
Arealbehov	+84	
Energiforbrug	-21	

<sup>1</sup>Samlet udledning af kuldioxid, metan og lattergas omregnet til kuldioxid ækvivalenter. <sup>2</sup>Der var betydelige forskelle mellem produktgrupper.

## International sammenligning mellem økologiske og konventionelle marker (Skinner m.fl., 2014)

I denne sammenligning var der fokus på udledninger af lattergas og metan fra økologiske og konventionelle marker. I alt 19 datasæt på nær et stammede fra Europa og Nordamerika. I analysen var udbytterne på de økologiske marker 26 % mindre end på de konventionelle.

Konklusionerne var følgende:

- Udledningerne af lattergas var mindre fra økologiske marker end fra konventionelle, målt pr. ha.
- Udledningen af lattergas var højere fra økologiske jorder end fra konventionelle, målt pr produceret enhed.
- Forskellen mellem de målte konventionelle og økologiske udbytter skulle ned på 17 % for at opnå samme lattergasudledninger pr. produceret enhed.
- Både økologiske og konventionelle havde en metan-reducerende evne, og denne evne var lidt større på de økologiske jorde end på de konventionelle.

Et eksempel på forskelle mellem de to dyrkningssystemer er vist i tabel 3.

**Tabel 3.** Nogle overordnede gennemsnit for udledning af lattergas (N<sub>2</sub>O) (Skinner m.fl., 2014)

	Kg N <sub>2</sub> O-N Pr. ha pr. år	kg CO <sub>2</sub> -ækvivalent/ pr. ha pr. år	kg CO <sub>2</sub> -ækvivalent pr. ton tørstof
Økologisk	2,71	= 1270	= 161
Konventionelt	3,14	= 1473	= 149

Artiklens forfattere slutter af med følgende overordnede betragtning:

En vurdering af den samlede drivhusgasudledning fra landbruget skal indeholde andre faktorer end udledningerne fra den dyrkede jord, herunder produktionerne af gødninger, maskinernes energiforbrug, samt udledningerne fra husdyrhold direkte gennem metan-bøvser og indirekte gennem foderimport. Yderligere er det vigtigt, at f.eks. kulstofbinding i jorden og reduktion af lattergasudledninger vurderes samlet. Det kan nemlig ske at tiltag, der hver især reducerer drivhusgasudledningerne, faktisk modvirker hinanden. Det gælder f.eks. opbygning af humus i jorden – altså kulstofbinding – der samtidig betyder opbygning af jordens N-lager og dermed øger risikoen for udledning af lattergas.

## Sammenligning af kulstoflagring ved økologiske og konventionelt dyrkning i tre internationale langvarige markforsøg (Niggli m.fl., 2009)

I tabel 4 er listet resultater fra tre langvarige forsøg, hvor økologiske og konventionelle behandlinger sammenlignes med hensyn til kulstofbalancer. Sædskifter og opgørelsesmetoder er forskellige, men tendensen er klar: Udbytterne er lavere i de økologiske behandlinger, og opbygningen af kulstof (C) i jorden er højere.

**Table 4.** Sammenligning af kulstofbalancer i jorden i forhold til start af de langvarige sædskifteforsøg samt de relative udbytter i forhold til den konventionelle behandling, der er sat til 100 % (Niggli m.fl. 2009).

Forsøg	Behandlinger	Kulstofbalance Kg C pr. ha pr. år	Relative Udbytter, %
DOK forsøget, Schweiz, start 1977	Økologisk komposteret husdyrgødning	+42	83
	Økologisk frisk husdyrgødning	-123	84
	Konventionel mineralisk gødning	-207	100
	Økologisk husdyrgødning	+1218	97
Rodale Institute, Pennsylvania, USA, start 1981	Økologisk bælgplantebaseret grøngødning	+857	92
	Konventionel	+217	100
Scheyern Experimental Farm Tyskland, start 1990	Økologisk	+180	57
	Konventionel	-120	100

## Sammenligning af kulstoflagring ved økologiske og konventionelt dyrkning i internationale langvarige markforsøg (Soil Association, 2009)

En omfattende rapport udgivet af Soil Association (2009) har samlet alle tilgængelige undersøgelser, hvor effekterne af økologisk og konventionelt landbrug på kulstof-lagring i sædskiftemarker er sammenlignet. Det konkluderes, at økologisk landbrug i Nordeuropa producerer et kulstof-indhold i pløjelaget, der i gennemsnit er 28 % højere, end det man finder i konventionelt dyrkede jorde. De repræsenterede lande i undersøgelsen var

England, Holland, Tyskland og Sverige. I England var der store forskelle mellem systemerne, da der i de økologiske marker indgik græs og husdyrgødning, mens mange af de konventionelle marker var domineret af salgsafgrøder og mineralske gødninger

## Referencer:

Cederberg C., Wallman, M., Berglund, M. Gustavsson, J. 2011. Klimatavtryck av ekologiska jordbruksprodukter. SIK-rapport nr. 830. 92 sider.

FDB (2010) Økologiske forbrugere belaster klimaet mindre.

<http://forum.fdb.dk/fdb/presse/nyheder/Sider/Okologiskeforbrugerebelasterklimaetmindre.aspx>

Fødevareministeriet, 2014. Landbrugets udledning af drivhusgasser. <http://fvm.dk/foedevarer/indsatsomraader/klima/landbrugets-udledning-af-drivhusgasser/>

Halberg, N. 2013. Økologi og ægte bæredygtighed. Økologikongres 27. november 2013. <http://www.okologi-kongres.dk/download/ppt/A-Niels-Halberg-pptx.pdf>

Halberg, N., Hermansen, J.E., Kristensen, I.S., Eriksen, J., Tvedegaard, N., og Petersen, B.M. 2010. Impact of organic pig production systems on CO<sub>2</sub> emission, C sequestration and nitrate pollution. *Agronomy for Sustainable Development* 30, 721-731.

Knudsen, M.T. 2010. Environmental assessment of imported organic products. Ph.d. afhandling, Faculty of Agricultural Sciences, Aarhus University.

Knudsen, M.T., Meyer-Aurich, A., Olesen, J.E., Chirinda, N., Hermansen, J.E. 2014. Carbon footprints of crops from organic and conventional arable crop rotations – using a life cycle assessment approach. *Journal of Cleaner Production* 64, 609-618

Kristensen, T., Mogensen, L., Knudsen, M.T., Hermansen, J.E., 2011. Effect of production system and farming strategy on greenhouse gas emission from commercial dairy farms in a life cycle approach. *Livest. Sci.* 140, 136-148.

Niggli, U., Hepperly, P. og Scialabba, N. 2009. Low greenhouse gas agriculture: Mitigation and adaption potential of sustainable farming systems. *FAO*. 21 sider.

Skinner, C., Gattinger, A., Muller, A., Mäder, P., Fließbach, A., Stolze, M. Ruser, R., Niggli, U. 2014. Greenhouse gas fluxes from agricultural soils under organic and non-organic management – A global meta-analysis. *Sci. Total Environ.* 468-469, 553-563.

Soil Association, 2009. Soil carbon and organic farming. <http://www.soilassociation.org/LinkClick.aspx?fileticket=SSnOCMoqrXs%3D&tabid=387>

Tuomisto, H.L., Hodge, I.D., Riordan, P., Macdonald, D.W. 2012. Does organic farming reduce environmental impacts? – A meta-analysis of European research. *J. Environ. Manage.* 112, 309-320.