

## **Notat vedrørende: Økologisk jordbrug's bidrag til beskyttelse af klima, natur og miljø**

### **1. Opgaven**

DJF er i mail af 2. oktober 2008 blevet bedt om, på baggrund af eksisterende og dokumenteret viden, at give et samlet overblik over, hvor økologien kan bidrage positivt til beskyttelse af klima, miljø og natur. Diskussionen af hvorvidt klima- og miljøbelastninger opgøres pr. ha eller pr. produceret enhed er et vigtigt aspekt.

I forhold til de tre driftsgrene; kvæg, planteavl og svineproduktion ønskes følgende forhold nærmere belyst ved sammenligning mellem konventionelt og økologisk landbrug:

- Produktivitet opgjort pr. ha og pr. produceret enhed, samt hvis muligt pr. kr. samfundsmæssig værditilvækst
- Kvælstof- og fosforudvaskning pr. ha og pr. produceret enhed
- Klimabelastning, CO<sub>2</sub> eq pr. ha og pr produceret enhed
- Pesticider, sammenligning i forhold til miljø og sundhed
- Natur og biodiversitet, beskyttelse af natur, bedre levedmuligheder for vilde dyr og planter, herunder betydningen af om økologiske bedrifter ligger spredt eller samlet i landskabet

Afslutningsvis ønskes en videnskabelig vurdering af konsekvenserne af om sammenligningen mellem konventionelt landbrug og økologi, foretages pr. ha eller pr. produceret enhed i forhold til klima, miljø og natur.

### **2. Grundlag for besvarelse**

Problemstillingen er delvis behandlet i nedenstående aktuelle redegørelser og publikationer således:

- Økologi som virkemiddel i klimasammenhæng (notat fra DJF til FVM - 5. oktober 2008)
- Muligheder og barrierer i den økologiske husdyrproduktion (kapitel i ICROFS vidensyntese udarbejdet af DJF-forfattere)
- Muligheder og barrierer i den økologiske planteproduktion (kapitel i ICROFS vidensyntese udarbejdet af forfattere fra DJF og Økologisk Landsforening)
- Økonomi og økologisk jordbrugsproduktion (kapitel i ICROFS vidensyntese udarbejdet af KU-Life forfattere)
- Natur i landbrugslandskabet (kapitel i ICROFS vidensyntese udarbejdet af forfattere fra DMU og KU-Life)

Besvarelsen vil primært tage udgangspunkt i den dokumentation, der er præsenteret i overstående publikationer.

For problemstillingen vedrørende opgørelse pr. ha eller pr. produceret enhed skal det fremføres, at disse opgørelser er komplementære og "svarer på forskellige spørgsmål". Omhandler problemstillingen, hvilken miljøbelastning forskellige produktionsmetoder har for lokale miljøeffekter, er det normalt mest hensigtsmæssigt at udtrykke miljøbelastningen pr. ha, i hvert fald for de produktionsgrene, der er afhængig af "jord". Specielt for næringsstoffab til miljøet er dette en hensigtsmæssig måde at vurdere alternativer på.

Omhandler problemstillingen mere overordnede effekter vedrørende ressourceudnyttelse og globale miljøeffekter er en opgørelse pr. produceret enhed umiddelbart mest relevant. Det gælder f.eks. effekter på global opvarmning, men er relevant for alle miljøeffekter.

Det er vigtigt at være opmærksom på, at det ikke er det samme datagrundlag, der skal anvendes ved de to opgørelsesmetoder. Det skyldes, at jordbruget i høj grad og i forskelligt omfang ved økologisk og konventionel produktion er afhængig af hjælpestoffer, og en meningsfuld sammenligning bliver nødt til at tage højde herfor. Mens en sammenligning pr. ha er meningsfuld for de specifikke aktiviteter, der foregår på "arealet", vil en opgørelse pr. produceret enhed normalt tage udgangspunkt i summen af miljøeffekter knyttet til den specifikke mængde produkt, der ønskes sammenlignet. Det er den tankegang, der ligger bag livscyklusvurdering.

Livscyklustankegangen er et af de fem grundprincipper i EU-kommissionens Integreerede Produkt Politik (European Commission, 2003). Det mest anerkendte værktøj inden for livscyklustankegangen er Livscyklusvurdering (LCA=Life Cycle Assessment) (ISO 2006a og 2006b). At man ser på miljøeffekterne i et livscyklusperspektiv betyder, at man medtager alle miljøeffekter i hele produktionskæden "fra vugge til grav". 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 input (f.eks. importerede foder og kunstgødning). Herigennem undgås det, der kan kaldes miljøswapping, idet der tages højde for at en eventuel miljøforbedring ét sted i processen ikke upåagtet medfører en øget miljøbelastning et andet sted.

De to ovennævnte metoder er dem, der typisk anvendes internationalt til generelle sammenligninger, og det er de metoder, der er anvendt her i notatet:

Det kan ikke udelukkes, at det er relevant i nogle specifikke spørgsmål at udtrykke den nationale/sectorvise miljøeffekt pr. produceret enhed, men her er det meget vigtigt, at definere undersøgelsesproblemet meget klart.

### **3. Produktion og produktivitet på plante- og kvægbrug**

Abildstrup et al. (2008) har på basis af regnskabsstatistik gennemført en sammenlignende analyse af økologisk og konventionel plante- og mælkeproduktion.

Det fremgår af tabel 1, at kornudbyttet over perioden 1999-2006 på relativt specialiserede økologiske planteavlbedrifter sammenlignet med konventionelle planteavlbedrifter var 65% i vårsæd og 55% i vinterhvede, hvilket er helt på linie med tidligere undersøgelser. Driftsresultatet udtrykt i kr. pr. ha var ikke væsentlig forskelligt mellem økologisk og konventionel produktion som følge af den højere værdi som økologiske produktioner indebærer.

**Tabel 1. Sammenlignende resultatopgørelse for økologiske og konventionelle brug.**

System periode	Planteavl				Mælkeproduktion			
	Økologisk		Konventionel		Økologisk		Konventionel	
	8 år <sup>1)</sup>	2006	8 år <sup>1)</sup>	2006	8 år <sup>1)</sup>	2006	8 år <sup>1)</sup>	2006
	<i>Hkg/ha</i>				<i>Mælkeydelse, kg/ko</i>			
Vårbyg	31	31	48	38	7100	8000	8000	8800
Hvede	37	37	67	41				
Ærter	23	24	36	23				
Kartofler	172	128	247	150	5800	6800	7950	8800
	<b>Driftsresultat før renter - 1.000 kr./ha</b>							
	2,2	2,4	2,4	2,7	8,3	8,1	8,3	7,1

1) 1999-2006.

På kvægbedrifter er mælkeydelsen ca. 900 kg lavere pr. ko og ca. 1000 kg lavere pr. ha. Driftsresultatet er dog af samme størrelsesorden mellem økologisk og konventionel produktion.

#### 4. Produktion og produktivitet på svinebedrifter

Der er kun i begrænset omfang lavet sammenlignende undersøgelser af de opnåede produktionsresultater ved økologisk og konventionel svineproduktion. Sikker er det dog, at der typisk fravænnenes færre grise pr. årssø ved økologisk produktion primært som følge af den højere fravænningsalder. Hermansen et al (2008) angiver således, at der i økologisk svineproduktion ca. 19 grise pr. årssø, hvilket er væsentlig lavere end der ses ved konventionel produktion. Tilvæksten hos økologiske slagtesvin er derimod ikke nødvendigvis forskellig fra konventionel produktion. Højere fravænningsalder samt mere plads pr. gris under økologiske produktionsforhold begunstiger tilvæksten, mens der omvendt kan være situationer, hvor foderoptimeringen bliver vanskeligere ved økologisk produktion. Sidstnævnte betyder også, at foderforbruget pr kg tilvækst typisk vil være måske 5% højere ved økologisk produktion (Halberg et al., 2008). Ligeledes vurderes foderforbruget til søerne at være højere.

I en analyse af 22-23 økologiske svinebedrifters regnskaber fra Dansk landbrugsrådgivnings regnskabsdatabase i perioden 2001-2004 fremgår det, at de økologiske svinebedrifters driftsresultater ikke kunne give fuld aflønning til inputfaktorerne (Kledal, 2007). Men det fremgår også af den samme analyse, at i hele den analyserede periode var forholdet mellem salgsværdien og omkostningerne bedre på de økologiske end på de konventionelle bedrifter, hvilket indikerer et højere økonomisk afkast ved økologisk svineproduktion.

#### 5. Næringsstofstab og drivhusgasudledning ved økologisk og konventionel planteproduktion

Ved sammenligning mellem økologisk og konventionel produktion må det iagttages, at arealanvendelsen er forskellig, idet der typisk indgår flere afgrøder, herunder N-fikserende afgrøder på økologiske bedrifter. Det gør, at det ikke er ligetil (eller ligeså relevant) at sammenligne næringsstofstab m.v. pr. kg. korn produceret. FØI's regnskabsstatistik for økologisk jordbrug (FØI, 2006) viser således, at mens kornafgrøder udgør ca. 70% af det samlede areal på konventionelle bedrifter, udgør korn kun ca. 40% på økologiske bedrifter. Disse har således en mere divers arealanvendelse med op til 39% græs og brak mod 16% på de konventionelle bedrifter.

I tabel 2 er vist resultater vedrørende kvælstofudvaskning pr. ha for henholdsvis økologiske og konventionelle planteavlsbedrifter.

**Tabel 2. Kvælstof-udvaskning og fosforoverskud for økologisk og konventionel specialiseret planteavl, kg/ha.**

	Økologisk	Konventionel
Knudsen et al., 2004 <sup>1)</sup> Udv, kg N/ha	32	33
Kristensen et al., 2008 <sup>2)</sup> Udv., kg N/ha	57	45
Kristensen et al., 2008 <sup>2)</sup> Overs. kg P/ha	10	0

1) Modelberegnet med sammenlignelige forudsætninger

2) Beregnet på grundlag af henholdsvis 133 og 378 grønne regnskaber fra henholdsvis økologiske og konventionelle planteavlbrug

Mens den modelberegnete kvælstofudvaskning var stort set ens mellem økologisk og konventionel planteproduktion, var kvælstofudvaskningen baseret på regnskabsstatistikken lidt større på de økologiske bedrifter, og i betragtning af det lavere kornudbytte jf. tidligere, vil udvaskningen pr. kg korn være væsentlig større ved økologisk frem for konventionel produktion. Overstående er vurderet for specialiserede planteavlsbedrifter, men da der også her anvendes en betydelig mængde husdyrgødning, ses der her et P overskud, modsat konventionel produktion.

Med hensyn til drivhusgasudledning er bidraget til global opvarmning af disse systemer ikke direkte undersøgt, men Olesen (2008) fandt i forsøg, at bidraget fra lattergas og netto CO<sub>2</sub> lagring var reduceret med 1/3 i et økologisk sædskifte, der inkluderede 25% kløvergræs, i forhold til et ensidigt konventionelt korn- og bælg-sædskifte. Hvis man kombinerer denne undersøgelse med resultater af Refsgaard et al (1998) under antagelse af, at energiforbruget pr. total ha svarer til Refsgaards resultater, fås følgende estimater for bidrag til global opvarmning (kg CO<sub>2</sub> ækvivalenter):

	Økologisk	Konventionel
Pr. ha i alt	2050	3026
Pr. kg korn	0,58	0,55

Der forventes således en markant mindre drivhusgasudledning pr. ha ved økologisk produktion, men med kun meget lille forskel pr. kg produceret korn.

Tilsvarende fandt Küstermann et al. (2008) ved modellering af komplekse systemer, at drivhusgasudledningen under tyske forhold for økologiske systemer var 650 kg CO<sub>2</sub>-ækv. lavere pr. ha end for konventionelle systemer. Vurderet på udbyttet i vinterhvede var drivhusgasudledningen henholdsvis 0,50 og 0,36 kg CO<sub>2</sub>-ækv. pr. kg korn for henholdsvis økologisk og konventionel produktion, altså størst for den økologiske produktion.

## 6. Næringsstofstab og drivhusgasudledning ved økologisk og konventionel mælkeproduktion

Det er i flere undersøgelser dokumenteret, at økologisk mælkeproduktion er forbundet med en lavere kvælstofudvaskning pr. ha end konventionel mælkeproduktion. Det skyldes dels en lavere husdyrtæthed pr. ha og dels et lavere kvælstofinput til bedriften. Således fandt Nielsen & Kristensen (2005), at N-balancen pr. ha på økologiske bedrifter var ca. 70 kg lavere end på konventionelle be-

drifter, svarende til at N-udvaskningen var ca. 30 kg N lavere pr. ha. Senere beregninger baseret på et stort antal grønne regnskaber viser for henholdsvis økologisk og konventionel mælkeproduktion:

System	Økologisk (n=355)	Konventionel (n=462)
N overskud, kg pr. ha	111	151
P overskud, kg pr. ha	4	11
Estimeret N-udvaskning, kg pr. ha	43	73

Også P-balancen er lavere på økologiske bedrifter.

Økologisk mælkeproduktion indebærer således generelt en mindre N-udvaskning end konventionel produktion.

Udledningen af drivhusgasser per ha er også lavere ved økologisk produktion – af størrelsesordenen 2400 kg CO<sub>2</sub> ækvivalenter lavere per ha - som beskrevet i notat til Fødevareministeriet af 5. oktober 2008 (jf. side 1). Medvirkende til den lidt lavere drivhusgasudledning ved økologisk produktion er, at der her ikke anvendes (energikrævende) handelsgødning og at den samlede N-udnyttelse på bedriften er højere, hvilket reducerer lattergasudledningen.

Samtidig er mælkeproduktionen pr. ha imidlertid lavere, og det er derfor relevant at spørge sig om, hvilken miljøbelastning, der er forbundet med produktion af en given mængde mælk. Her er der som nævnt taget højde for miljøeffekter knyttet til forbrug af hjælpestoffer, herunder importeret foder. I tabel 3 er vist nogle effekter i denne sammenhæng.

**Tabel 3. Miljøbelastning ved produktion af økologisk og konventionel mælk, pr. kg mælk<sup>1)</sup>.**

Effektivt kategori	Økologisk	Konventionel
Drivhusgas, kg CO <sub>2</sub> ækv.	0,904	0,998
Forsuring, g SO <sub>2</sub> ækv.	8,97	10,9
Næringsstofbelastning, g NO <sub>3</sub> ækv.	29,2	50,6
Arealforbrug, m <sup>2</sup>	2,14	1,57

<sup>1)</sup> LCAfood.dk: <http://www.lcafood.dk>.

Økologisk mælk er forbundet med en lidt lavere drivhusgasudledning, forsuringseffekt og en væsentlig lavere eutrofiering pr kg produceret. Omvendt er der et større arealbehov per kg mælk produceret.

Tilsvarende hollandske undersøgelser (Thomassen et al., 2008) viser meget lignende resultater således uændret (lidt højere men ikke signifikant) drivhusgasemission og forsuring ved økologisk produktion, mens eutrofieringen, der primært er et udtryk for udvaskningen, lige som under danske forhold er lavere ved økologisk produktion.

## 7. Næringsstofstab og drivhusgasudledning ved økologisk og konventionel svineproduktion

Den økologiske svineproduktion adskiller sig markant fra den konventionelle, hvilket i høj grad kan påvirke de direkte miljøeffekter på bedriften. To centrale områder er

- at søerne normalt holdes på friland
- at slagtesvinene opstaldes, men har adgang til et udeareal, og en større andel opdrættes på dybstrøelse

Et af aspekterne ved hold af søer på friland under intensive produktionsforhold er den betydelige udskillelse af N og P i gødningen. Under antagelse af, at 80% af arealet indgår i et svinesædskifte med frilandssøer hvert andet år har Hermansen et al (2008) skønnet, at udvaskningen på bedrifter vil være af størrelsesordenen ca. 70 kg N/ha. Dette er et højere niveau end der typisk ses ved konventionel svineproduktion (ca. 60 kg N/ha) og planteavl, men sammenlignelig med det niveau, der ses ved konventionel mælkeproduktion.

Halberg et. al (2008) modellerede miljøeffekterne ved økologisk svineproduktion for en bedrift med søer og slagtesvin ved en dyretæthed på 1,0 DE/ha og gennemførte en livscyklusvurdering. Resultaterne er vist i tabel 6 sammenholdt med en miljøvurdering af typisk dansk svineproduktion.

Den økologiske produktion er især forbundet med et højere bidrag til forsuring som følge af en højere ammoniakfordampning fra mark og fra åbne flader på slagtesvinenes udeareal. Endvidere er der et højt bidrag til eutrofiering, primært som følge af N-udvaskningen, som er vanskeligere at styre i økologisk produktion.

Der er kun en lille forskel i bidraget til global opvarmning, hvor det reelt kan skønnes, at den økologiske produktionsform i analysen overvurderer CO<sub>2</sub>-bidraget, idet den højere andel af græs i arealanvendelse betyder en CO<sub>2</sub>-oplagring, hvilket ikke er medtaget i modelberegningen.

**Tabel 6. Livscyklusvurdering af henholdsvis økologisk og konventionel svineproduktion, pr. kg levende vægt ab gård.**

	Økologisk <sup>1)</sup>	Konventionel <sup>2)</sup>
Global opvarmning, kg CO <sub>2</sub> eq.	2,9	2,7
Eutrofiering, g NO <sub>3</sub> eq.	269	229
Forsuring, g SO <sub>2</sub> eq.	57	43
Arealforbrug, m <sup>2</sup>	6,9	6,9

<sup>1)</sup>Efter Halberg et al., (2008)

<sup>2)</sup>Efter Dalgaard et al., (2007)

## 8. Natur og biodiversitet, levemuligheder for vilde dyr og planter ved økologisk og konventionel produktion, samt betydningen af om økologiske bedrifter ligger spredt eller samlet i landskabet

Langer og Frederiksen (2008) har netop offentliggjort en vurdering af spørgsmålet på baggrund af et omfattende litteraturstudium, der sammenstiller den nyeste viden på området. I nedenstående boks er sammenfattet resultaterne, der altovervejende stammer fra udenlandske studier.

I boksen er sammenfattet hovedpointer fra ovenstående undersøgelser (Langer og Frederiksen, 2008)

1. Mange studier viser, at indenfor et bredt felt af agerlandets almindelige planter og dyr er både antal og diversitet højere på økologiske bedrifter end på konventionelle, og nyere reviews og meta-analyser bekræfter denne generelle konklusion.
2. Forskelle i økologisk og konventionel markdrift giver gevinster for biodiversiteten på bedriftsniveau, som er større i homogene end i heterogene landskaber. Derudover kan andre forskelle mellem økologiske og konventionelle bedrifter på bedriftsskala, f.eks. flere og andre afgrøder, give yderligere positive effekter for biodiversiteten.
4. Tilstedeværelsen af økologiske arealer i et landskab forbedrer biodiversiteten også på konventionelle arealer
5. Enkelte studier tyder på at omlægning i større landskaber har en yderligere effekt på mindre almindelige arter end omlægninger af enkeltbedrifter.

Disse udenlandske resultater viser et klart billede af, at økologisk jordbrug bidrager til forbedrede levevilkår for vilde dyr og planter og dermed til øget biodiversitet. Der er effekt på både de økologiske arealer og på konventionelle naboarealer. For mere sjældne arter er der yderligere en multiplikativ effekt, når økologiske jordbrug udgør en større del af landskabet.

Langer og Frederiksen anfører, at ikke findes danske undersøgelser af den kombinerede effekt af driftsformen og landskabet. Der eksisterer dog nogle få nyere studier af landskabsstrukturen på økologiske bedrifter, samt af effekten af den økologiske driftsform på den biologiske mangfoldighed i hegn og halvkulturer. Disse kan hjælpe til at belyse, hvorvidt resultaterne fra udenlandske studier også har relevans for Danmark.

Disse studier tyder på, den økologiske driftsform har en effekt på landskabets sammensætning og diversitet gennem driftsformen, i form af et større antal afgrøder og mindre markstørrelser, mens en direkte effekt af den økologiske driftsform på omfanget af udyrkede områder ikke har kunnet påvises. Denne påvirkes især af bedriftsstørrelser, markstørrelser og det underliggende naturgrundlag.

Mens **kvantiteten** af udyrkede arealer således ikke ser ud til at være koblet til driftsform i Danmark, har flere danske studier påvist forskelle i **kvaliteten** af udyrkede arealer - herunder at levende hegn på økologiske bedrifter har en større artsdiversitet af planter end konventionelle, og at antal år med økologisk drift har betydning for denne udvikling. Langer og Frederiksen anfører således, at der er fundet en signifikant højere artsdiversitet af planter i hegn på økologiske bedrifter sammenlignet med konventionelle, primært med almindelige arter, men med en overvægt af arter der hører til halvkulturer.

Sammenfattende konkluderes det, at økologisk jordbrug understøtter den biologiske mangfoldighed i landbrugslandskabet, ikke blot på de økologiske marker, halvkulturer og småbiotoper, men også på omkringliggende konventionelt drevne arealer. Det betyder, at en højere andel økologiske bedrifter i homogene landskaber kan give den generelle natur i hele landskabet et løft. Det vurderes endvidere, at gevinsterne af den økologiske driftsform for agerlandets natur i særlig grad ses i et homogent, intensivt opdyrket landskab som det danske, mens man i områder med lav andel af omdriftsarealer ikke nødvendigvis kan forvente en positiv effekt af økologisk jordbrug.

## 9. Afslutning

Sammenfattende kan det vurderes, at:

- Udbyttet ved økologisk plante- og mælkeproduktion pr. ha. er lavere end for tilsvarende konventionelle systemer
- Økologisk jordbrug giver mulighed for mindst samme aflønning som konventionel jordbrug for de betragtede driftsgrene som følge af højere priser på produkterne
- Økologisk mælkeproduktion er forbundet med lavere N-udvaskning og P-overskud end konventionel mælkeproduktion, både vurderet pr. ha og pr. produceret kg mælk
- Der kan ikke forventes forskelle i N-udvaskningen mellem økologiske og konventionelle plantebedrifter
- Økologisk svineproduktion er forbundet med større N-udvaskning vurderet både pr. ha og pr. kg svin produceret end konventionel svineproduktion
- Der kan ikke forventes væsentlige forskelle i drivhusgasudledning pr. produceret kg korn, mælk eller svinekød mellem økologisk og konventionel produktion
- Økologisk jordbrug bidrager positivt til natur og biodiversitet gennem bedre leveduligheder for vilde dyr og planter

Spørgsmålet vedrørende pesticidanvendelse i forhold til miljø og sundhed er ikke belyst, men da økologisk jordbrug indebærer, at der ikke bruges pesticider, vil eventuelle skadelige effekter knyttet hertil være ikke eksisterende.

## Referencer

Askegaard, M., Thorup- Kristensen, K , Lindhard-Pedersen, H , Kristensen, I.S. , Oudshoorn, F., Tersbøl, M. 2008. *Muligheder og barrierer i den økologiske planteproduktion*, <http://ecowiki.org/OekologiskUdvikling/Hvidbog>

Abildtrup, J. 2008. *Økonomi og økologisk jordbrugsproduktion*. <http://ecowiki.org/OekologiskUdvikling/Hvidbog>

Dalgaard, R., Halberg, N. & Hermansen, J.E., 2007. Danish pork production. An environmental assessment. DJF Animal Science 82, 1-34.

European Commission. 2003. Communication from commission to the council and the European parliament. Integrated product Policy. Building on Environmental Life-Cycle Thinking. COM(2000) 302 final. Available online at: <http://www.aeanet.org/forums/IPPFinalcommunication18june2003.pdf>

Halberg, N., Hermansen, J.E., Kristensen, I.S., Eriksen, J. & Tvedegaard, N., 2008. Comparative environmental assessment of three systems for organic pig production in Denmark. Proceedings of ISOFAAR Conference: Organic Agriculture in Asia, Korea 13-14 March. p 249-261.



- Hermansen, J.E., Horsted, K., Hegelund, L. 2005. Forbedrede udearealer i økologiske ægproduktion. DJF rapport –Husdyrbrug nr. 67, 2005.
- Hermansen, J.E., Sørensen, J.T. , Kristensen, T. , Hammershøj, M., Oudshoorn, F. 2008. *Muligheder og barrierer i den økologiske husdyrproduktion*, <http://ecowiki.org/OekologiskUdvikling/Hvidbog>
- IPCC, 2006. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 4. Agriculture, Forestry and Other Land Use. Editors: Eggleston, S., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T., Tanabe, K.). Intergovernmental Panel on Climate Change. Available on-line at: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.htm>
- ISO (2006a). Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework. ISO 14040:2006(E). Geneva. Switzerland. International Organization for Standardization
- ISO (2006b). Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and guidelines. ISO 14044:2006(E). Geneva. Switzerland. International Organization for Standardization
- Nielsen, A.H. and Kristensen, I.S., 2005: Nitrogen and phosphorus surpluses on Danish dairy and pig farms in relation to farm characteristics. *Livestock Production Science* 96, 97-107.
- Kristensen, I.S , Hermansen J.E. 2008 . Næringsstofbalancer på bedriftsniveau til forenklet regulering af landbrugets næringsstofforbrug og overskud. Notat til plantedirektoratet, Oktober , 28 pp
- Küstermann, B., Kainz, M. & Hülsbergen, K-J., 2008. Modeling carbon cycles and estimation of greenhouse gas emissions from organic and conventional farming systems. *Renewable Agriculture and Food Systems* 23, 38-52.
- Langer, V. , Frederiksen, P. 2008. *Natur, miljø og økologisk jordbrug*, <http://ecowiki.org/OekologiskUdvikling/Hvidbog>
- Olesen, J.E., 2008. Greenhouse gas emissions from organic farming systems in Denmark. Upubliceret.
- Thomassen, M.A., K.J. van Calker, M.C.J. Smits, G.L. Iepema and I.J.M. de Boer. 2008. Life cycle assessment of milk production systems in the Netherlands. *Agricultural Systems* 96 (1): 95-107.