

Miljöpåverkan från animalieprodukter – kött, mjölk och ägg

av Magdalena Wallman, Maria Berglund och Christel Cederberg, SIK



Innehåll

Förord	3
Sammanfattning	4
Summary	8
Termer och förkortningar	12
Bakgrund	14
Syfte och mål	14
Avgränsningar	14
Material och metoder	15
Produktion och konsumtion av kött, mjölk och ägg i världen	16
Produktion och konsumtion av kött, mjölk och ägg i Sverige	17
Mjolkprodukter och ägg	17
Mjolkprodukter.....	18
Ägg	18
Kött.....	19
Nötkött.....	20
Gris	20
Fjäderfä.....	20
Lamm	20
De nationella miljömålen	21
Generationsmålet.....	21
Energianvändning.....	22
Vattenanvändning.....	22
Begränsad klimatpåverkan	25
Jordbrukets utsläpp av växthusgaser	25
Utsläpp från foderproduktion	27
Metan från fodermältning	28
Utsläpp från gödsel.....	29
Kol i mark.....	29
Utsläpp från avskogning.....	32
Livscykelanalyser.....	32
Utvecklingen för miljö kvalitetsmålet Begränsad klimatpåverkan	48
Diskussion	49
Giftfri miljö	51
Pesticider	51
Veterinära läkemedel.....	54
Internationell utblick	55
Utvecklingen för miljö kvalitetsmålet Giftfri miljö	56
Diskussion	56

Ingen övergödning.....	58
Jordbruket och övergödningen	58
Växtnäringsbalanser	60
Livscykelanalyser.....	64
Utvecklingen för miljö kvalitetsmålet Ingen övergödning	65
Diskussion	66
Ett rikt odlingslandskap och ett rikt växt- och djurliv.....	67
Historisk bakgrund	69
Utvecklingen för miljö kvalitetsmålen Ett rikt odlingslandskap och Ett rikt växt- och djurliv	70
Den svenska konsumtionen och världens biologiska mångfald.....	72
Total markanvändning.....	74
Diskussion	76
Summerande diskussion.....	79
Olika produkter ger olika påverkan på miljömålen.....	79
Svensk produktion.....	79
Import	81
Ekologisk produktion	83
Animalieproduktionens betydelse för miljön globalt.....	83
Animaliekonsumtionens nivå.....	85
Vad kan man göra som konsument?	86
Slutsatser i punktform	88
Behov av vidare studier.....	89
Konsumentperspektiv	89
Producentperspektiv	89
Forskarperspektivet	90
Referenser.....	91

Förord

På uppdrag av Livsmedelsverket har Magdalena Wallman, Maria Berglund och Christel Cederberg, Institutet för Livsmedel och Bioteknik (SIK), undersökt vilka miljöeffekter produktionen av kött, mjölk och ägg har som konsumeras i Sverige. Rapporten utgör ett underlag för Livsmedelsverkets arbete med att informera om livsmedelskedjans miljöpåverkan och är en uppdatering och vidareutveckling av tidigare underlag om animalieprodukter i rapporten På väg mot miljöanpassade kostråd (Livsmedelsverkets rapport 9, 2008). Livsmedelsverket har inte tagit ställning till innehållet i rapporten. Författarna svarar ensamma för innehåll och slutsatser.

Sammanfattning

Den här rapporten har utförts av SIK – Institutet för Livsmedel och Bioteknik på uppdrag av Livsmedelsverket. Syftet är att belysa miljöeffekter av produktion av kött, mjölk och ägg som konsumeras i Sverige, på ett sätt som kan ligga till grund för vägledning av konsumenter. Rapporten är resultatet av en litteraturstudie.

Beskrivningen av den svenska animaliekonsumtionens miljöpåverkan utgår från de nationella miljö kvalitetsmålen Begränsad klimatpåverkan, Giftfri miljö, Ingen övergödning, Ett rikt odlingslandskap och Ett rikt växt- och djurliv. Nedan sammanfattas påverkan inom respektive miljö kvalitetsmål.

Begränsad klimatpåverkan:

- Världens animalieproduktion bidrar med cirka 15 procent av de globala utsläppen av växthusgaser orsakade av mänsklig aktivitet.
- Utsläppen kommer främst från foderproduktion, djurens fodersmältning, gödsel samt omvandling av naturlig mark till jordbruksmark för bete och foderodling.
- Idisslare, såsom nötkreatur och får, ger störst utsläpp (räknat per kg kött) på grund av stora utsläpp av metan från fodersmältningen. En jämförelse med utgångspunkt i olika animalieprodukters proteininnehåll visar att kyckling och ägg medför lägst växthusgasutsläpp per kg protein i produkten, därefter kommer griskött, mjölk och ost. Störst utsläpp per kg protein i produkten har nötkött och lamm. Utsläpp av växthusgaser från markanvändning och förändrad markanvändning har inte tagits med i denna beräkning.
- Sammantaget visar gjorda studier inte på systematiska skillnader mellan ekologisk och konventionell animalieproduktion när det gäller utsläpp av växthusgaser.
- Utsläppen från produktionen i de vanligaste importländerna Danmark (mjölk, griskött och kyckling) och Irland (nötkött och lamm) är i nivå med dem från motsvarande svensk produktion.

Giftfri miljö:

- Animalieproduktionen påverkar främst genom pesticidanvändning i foderodling och förorening via gödsel. Dels innehåller gödseln växtnäring som kan ha toxisk verkan eller bidra till toxiska effekter – t.ex. tillväxt av giftalger, dels kan den innehålla rester av läkemedel och fodertillsatser med oönskade effekter på miljön.
- År 2010 behandlades nästan halva åkerarealen i Sverige med pesticider (ogräsmedel, insektsmedel och svampmedel) mellan sådd och skörd. Ytterligare areal behandlades efter skörd. Den typ av pesticider som används mest i Sverige är ogräsmedel.
- Förekomsten av bekämpningsmedel och deras nedbrytningsprodukter är som regel liten i grundvatten, men kan vara stor i ytvatten i jordbruksintensiva bygder i Sverige. I regnvatten förekommer ett flertal bekämpningsmedel som varit förbjudna länge i Sverige, vilket visar på ämnenas benägenhet att transporteras långväga.
- Internationellt förekommer stora miljö- och hälsoproblem i samband med bekämpningsmedelsanvändning i jordbruket, exempelvis vid produktion av soja, som är ett av de främsta proteinfodermedlen till djuren i det svenska lantbruket.

- Totalt sett är användningen av pesticider mer omfattande i produktion av foder till gris och fjäderfä än till nötkreatur och får. Även om vi tar hänsyn till fodereffektiviteten¹ för de olika djurslagen är pesticidanvändningen generellt större per kg protein i produkten för fjäderfä och grisar än för mjölk, nötkött och lamm.
- Inom ekologisk produktion används inte kemiska bekämpningsmedel. Därmed bidrar övergång från konventionell till ekologisk animalieproduktion till uppfyllelsen av miljökvalitetsmålet.
- Informationen om de ekotoxiska effekterna av animalieproduktionen i Danmark och på Irland jämfört med i Sverige är bristfällig. Gissningsvis är effekterna likvärdiga från dansk och svensk produktion av mjölkprodukter, ägg, gris och kyckling, eftersom produktionssystemen och de naturliga förutsättningarna är likartade, och regleringen av bekämpningsmedel i huvudsak är gemensam inom EU. Beträffande nötköttsproduktion på Irland törs vi däremot inte dra några slutsatser, eftersom vi saknar uppgift om pesticidanvändningen på de irländska betesmarkerna, som står för en mycket stor del av nötkreaturens foder.

Ingen övergödning

- Kväve och fosfor är de centrala ämnena för miljökvalitetsmålet.
- Av nytt, reaktivt kväve² som tillförs världen årligen genom människans försorg använder jordbruket 86 procent. Av den fosfor som bryts används 85 procent inom jordbruket. Hur stor del av detta som ska räknas till animalieproduktionen är oklart, men med tanke på att foder odlas på en tredjedel av jordens åkerareal och att en del av betesmarkerna (som inte räknas till åkerarealen) gödslas med mineralgödsel, torde animalieproduktionens andel av användningen av nytt kväve och ny fosfor vara betydande.
- I Sverige uppskattas jordbruket stå för cirka 40 procent av de mänskligt orsakade utsläppen av både kväve och fosfor. Inte heller här kan någon siffra ges för animalieproduktionen specifikt.
- Övergödning är i huvudsak ett lokalt eller regionalt problem. Det innebär att inte bara totala utsläpp är relevanta för effekten, utan även koncentrationen av utsläpp inom ett visst område.
- Ingen rangordning av animalieprodukter utifrån bidrag till övergödning har kunnat göras, inte heller någon prioritering mellan konventionell och ekologisk produktion.
- Internationellt, framför allt i södra och sydöstra Asien samt i Latinamerika förekommer lokalt och regionalt stora problem med övergödning och förorening från gödsel från storskalig, industriell djurproduktion.
- Animalieproduktionen i Danmark och på Irland bedöms bidra till utsläpp av övergödande ämnen per kg produkt i samma storleksordning som den svenska produktionen. Effekten av utsläppen kan dock skilja sig åt, bl.a. beroende på var utsläppen sker.

¹ Fodereffektiviteten anger hur mycket kött, mjölk eller ägg man får ut per kg foder. Fodereffektiviteten är högre hos enkelmagade djur (framför allt fjäderfä) än för idisslare.

² Reaktivt kväve är kväve i föreningar som är benägna att tas upp i biologiska processer eller omvandlas, bl.a. nitrat- och ammoniumkväve. Nytt, reaktivt kväve är kväve som omvandlats från en inert (icke reaktiv) form, exempelvis kvävgas, till en reaktiv form. Denna omvandling görs exempelvis av baljväxter och av processer vid mineralgödseltillverkning.

Ett rikt odlingslandskap och Ett rikt växt- och djurliv

- Dessa mål handlar bl.a. om biologisk mångfald och ekosystemtjänster. Ett rikt odlingslandskap omfattar även mål om åkermarkens bördighet, bevarande av kulturarvet och bevarande av husdjursraser.
- All animalieproduktion i Sverige bidrar till att jordbruksmark hålls i hävd. Vidare bidrar stallgödseln från djuren till åkermarkens mullhalt och markstruktur.
- Idisslare (nötkreatur och får) bidrar dessutom genom att beta på naturbetesmarker. Därmed gynnas många hotade arter som är beroende av att dessa marker inte växer igen. Idisslarna skapar vidare ett behov av vallodling, som är positivt för markens bördighet. Slutligen är det framför allt nötkreatur och får som förekommer i skogsbygd, och därmed är det denna djurhållning som bidrar mest till att nedläggning av jordbruksmark undviks.
- All animalieproduktion har även negativa effekter på biologisk mångfald genom pesticidanvändning i foderodling, gödselutsläpp och uppodling av naturmarker utomlands (för foderodling eller bete).
- Ekologisk och konventionell produktion bedöms ha likartade effekter på de båda miljö kvalitetsmålen när det gäller de positiva aspekterna, men ekologisk produktion bidrar inte negativt genom pesticidanvändning.
- På global nivå utgör animalieproduktionen ett av de främsta hoten mot biologisk mångfald, bl.a. genom att naturmark tas i anspråk för betesdrift och foderodling, genom pesticidanvändning i foderodlingen, genom vattenanvändning och genom utsläpp av gödsel.
- Produktionen av nötkött på Irland har positiv påverkan på biologisk mångfald, men denna påverkan bedöms som något mindre än för den svenska produktionen på grund av att de irländska djuren i mindre utsträckning betar på ogödslade eller svagt gödslade marker med höga biologiska, hävdberoende värden. Den irländska lammproduktionen däremot bidrar starkt till att hävda värdefulla naturbetesmarker. Danmark har ytterst lite naturbetesmark bevarad, och mjölkproduktionen bedöms därför bidra mindre än i Sverige till att bevara och stärka biologisk mångfald, där rekryteringskvigorna i många fall betar på naturbetesmarker. Betydelsen av att bidra till att hålla åkermark i hävd bedöms vara mindre i Danmark och på Irland än i Sverige, eftersom de har mindre problem med nedläggning av jordbruksmark.

Som vi ser i sammanställningen ovan, hamnar animalieprodukterna olika i rangordning för olika miljö kvalitetsmål. En samlad prioritering av produkter, produktionssystem och ursprung ur ett miljöperspektiv som inbegriper samtliga här behandlade miljö kvalitetsmål har inte bedömts möjlig att göra, dels eftersom effekterna inom olika miljö kvalitetsmål inte bör eller kan vägas mot varandra på ett rimligt sätt, dels för att det finns miljö aspekter som denna studie inte beaktar, t.ex. djurvälstånd. I stället ges nedan en prioriteringsguide ur ett konsumentperspektiv med utgångspunkt i olika ställningstaganden, se Tabell 1.

Tabell 1. Tänkbara konsumentprioriteringar och tips på hur man kan styra sin animaliekonsumtion enligt dessa prioriteringar.

Jag prioriterar klimatfrågan.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Minska konsumtionen av animalieprodukter. 2. Välj ägg, kyckling, gris och mjölkprodukter, gärna med ingen eller låg andel soja i fodret, t.ex. klimatcertifierade produkter.
Jag vill undvika övergödning och algblooming.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Minska konsumtionen av animalieprodukter. 2. Välj animalieprodukter från gårdar som deltar i ett program för att minska växtnäringsförluster, t.ex. Greppa Näringen.*
Jag vill bevara hotade arter och ett öppet odlingslandskap i Sverige.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Välj svenskt naturbeteskött.
Jag vill undvika skövling av regnskog.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Minska konsumtionen av animalieprodukter. 2. Välj animalieprodukter från regioner där åkermark och betesmark inte expanderar och från djur med ingen eller låg andel soja i fodret, t.ex. klimatcertifierade produkter.
Jag vill undvika spridning av kemikalier.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Välj ekologiska produkter.

*) Det är svårt att utläsa detta för en konsument i butik, men vi vill ändå lyfta fram att det finns gårdar som har kommit långt inom området.

Summary

This report was produced by SIK – the Swedish Institute for Food and Biotechnology commissioned by Swedish National Food Agency. The objective was to describe the environmental effects of producing the meat, milk and eggs consumed in Sweden, in a way that could serve as a basis for guiding consumers. The report is the result of a literature survey.

The description of the environmental effects from the Swedish consumption of animal food products relate to the national environmental quality objectives Reduced Climate Impact, A Non-Toxic Environment, Zero Eutrophication, A Varied Agricultural Landscape and A Rich Diversity of Plant and Animal Life. Below, the effects of consumption of animal products on each of these objectives are summarized.

Reduced Climate Impact:

- World animal production represents 15 per cent of the global greenhouse gas emissions caused by humans.
- The emissions mainly derive from feed production, feed digestion, manure and land use change.
- Ruminants, such as cows and sheep, give the highest emissions per kg of meat due to large emissions of methane from enteric fermentation. Monogastric animals such as pigs and poultry give lower emissions per kg of meat. A comparison based on the protein content in meat, milk, cheese and eggs showed that the greenhouse gas emissions per kg of protein was lowest for chicken and eggs. For pig meat, milk and cheese the emissions were a bit higher. Beef and lamb had the highest emissions per kg of protein. Emissions from land use and land use change were not included in the calculations.
- All in all, studies don't show systematic differences in greenhouse gas emissions between organic and conventional animal production.
- Emissions of greenhouse gases per kg of product from the main providers of animal products imported to Sweden – Denmark (pork, chicken and milk) and Ireland (beef and lamb) – are in the same range as corresponding Swedish production.

A Non-Toxic Environment:

- Animal production mainly influences the objective through pesticide use in feed production and pollution emanating from manure. Firstly, manure contains fertilizing substances which may be ecotoxic or contribute ecotoxic impacts, e.g. stimulate the growth of toxic algae, and secondly, manure may contain residues from medicines and feed additives with undesired effects on the environment.
- In 2010, pesticides (herbicides, fungicides and insecticides) were applied between sowing and harvest to nearly half of the Swedish arable land. Additional land was treated after harvest. Herbicides are the most frequently used type of pesticide in Sweden.
- In Sweden, groundwater mostly contains only small amounts of pesticides and residues of such. In surface water, on the other hand, high levels are sometimes reached in areas with a large proportion of agricultural land. In rain water a number of pesticides have been found which have been prohibited in Sweden for many years. This demonstrates the tendency of some substances to spread over vast distances.

- In a global perspective, severe environmental and health problems occur related to agricultural pesticide use, e.g. in the production of soybean, which is one of the principal protein sources for Swedish livestock.
- In total, the use of pesticides is more extensive in the production of feed to pigs and poultry compared to cattle and sheep. Even if we consider the feed conversion rate³ for the different animal species we see that the general pesticide use per kg of protein in products is higher for the monogastric animals, compared to ruminants.
- In organic farming, chemical pesticides are not used. Accordingly, conversion from conventional to organic animal production contributes to fulfil the objective.
- We lack information on the ecotoxic effects of animal production in Denmark and Ireland compared to Sweden. Our guess is that the effects are similar from Danish and Swedish production of milk, pork, chicken and eggs, since the natural conditions and the production systems are similar, and since there's a common chemicals legislation within the EU. The Irish beef production system is to a very large extent based on grazing, and since we lack data on pesticide use in Irish grasslands we cannot estimate the pesticide use and the ecotoxic in connection to Irish beef production.

Zero Eutrophication:

- Nitrogen and phosphorus are the most important substances for the Zero Eutrophication objective.
- Agriculture uses 86 per cent of all new, reactive nitrogen⁴ which is added by man to the world every year. 85 per cent of the phosphorus mined is used in agriculture. There are uncertainties regarding the size of the share that should be attributed to animal production, but given the fact that feed is produced on one third of the planet's arable land and that some of the permanent pastures (which are not included in the arable land) are fertilized by mineral fertilizers, the animal production share of the use of new nitrogen and new phosphorus probably is considerable.
- Agriculture is estimated to represent 40 of the emissions of both nitrogen and phosphorus from human activities in Sweden. No specific figure for animal production is available.
- Eutrophication is principally a local or regional problem. This means that not only the total emissions are relevant, but also the concentration of emissions within a given area.
- A general ranking of animal products based on their contributions to eutrophication could not be done; neither could comparison of conventional and organic production give guidance to what system should be prioritized from a eutrophication perspective.
- Internationally, particularly in South and South East Asia and in Latin America, there are locally and regionally serious problems with eutrophication from manure from large scale industrial animal production.
- Animal production in Denmark and Ireland is expected to contribute to potential eutrophying emissions in the same range as Swedish production per kg of product. However, the effects of these emissions may differ, depending on local conditions.

³ Feed conversion rate is the mass of meat, milk or eggs produced from 1 kg of feed. The feed conversion rate is higher for pigs and poultry than for cattle and sheep.

⁴ Reactive nitrogen is nitrogen in compounds ready to react in biological processes or to be transformed, e.g. nitrate and ammonium nitrogen. New reactive nitrogen is nitrogen which has been transformed from an inert state of nitrogen (e.g. nitrogen gas, N₂) to a reactive state. This transformation is done by leguminous plants in a field or by industrial processes when producing fertilizers.

A Varied Agricultural Landscape and A Rich Diversity of Plant and Animal Life:

- These two objectives deal with biodiversity and ecosystem services. A Varied Agricultural Landscape also includes preservation of soil fertility, of cultural heritage and of native breeds of livestock.
- All animal production in Sweden contributes to maintenance of agricultural land. Manure from the animals also adds to soil organic matter and improves soil structure.
- Ruminants (cattle and sheep) also contribute to the fulfilment of the objectives by grazing semi-natural pastures. This practise benefits many threatened species which depend on the open landscape for their survival. The ruminants also create a need for cultivation of ley, which improves soil fertility. In addition, cattle and sheep are the most common livestock in wooded districts (where land abandonment is most frequent and its effects most serious), which means that these animals contribute the most to the maintenance of agricultural land.
- All animal production also has adverse effects on the fulfilment of the objectives by pesticide use in feed cultivation, by the deteriorating impacts of manure on biodiversity and by cultivation of former natural lands abroad (for feed production or grazing).
- Organic and conventional production are expected to have similar positive effects on the fulfilment of the objectives, but when it comes to the adverse impacts, organic production does not contribute to the pesticide-related impacts.
- At a global scale, animal production is one of the most serious threats to biodiversity, e.g. by natural land being transformed and used for grazing and feed cultivation (land use change), by manure emissions and by use of pesticides and water.
- Beef production in Ireland contributes to biodiversity by grazing, but the proportion of grazed land unaffected by fertilizers is small, and the contribution to biodiversity from an average Irish beef cow is likely to be less significant than from Swedish beef. However, Irish lamb production is to a large extent based on grazing of semi-natural grasslands with high biodiversity, and thus it is very important for the maintenance of these valuable lands. This also holds for Swedish lamb production. Denmark has just small areas of non-fertilized grasslands left, and milk production in general is therefore likely to contribute less to biodiversity than Swedish milk production. A large share of the land area in both Denmark and Ireland is used for agricultural purposes. Land abandonment and expansion of forest is not a problem as it is in Sweden, and thus measures in order to maintain arable land are not needed.

As we can see in the overview above, the environmental ranking of animal products differ depending on which environmental aspect we focus. A compiled ranking of products, production systems and origins of products from an environmental perspective including all environmental objectives could not be produced, partly because the impacts on different environmental objectives should not be added together, and partly because there are environmental aspects not included in this study, e.g. animal welfare. Instead, a priority guide from a consumer perspective is given below, based on different attitudes, please see Table 1.

Table 1. Possible consumer attitudes and guidance on how to choose in accordance with these attitudes.

Minimising climate change has high priority.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reduce your consumption of animal products. 2. Choose eggs, chicken, pork and milk products, preferably with no or low proportions of soybean in the feed.
I want eutrophication and algal blooms to be avoided.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reduce your consumption of animal products. 2. Choose animal products from farms which participate in a program to reduce nutrient losses, e.g. the Swedish advisory programme Focus on Nutrients.*
I want threatened species to be conserved and I'd like to maintain an open agricultural landscape.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Choose "naturbeteskött" – meat produced using a large proportion semi-natural pastures for grazing.
I want deforestation of rainforests to be avoided.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reduce your consumption of animal products. 2. Choose animal products from regions where agricultural land is not expanding and from animals with low or no soybean in the feed.
I want distribution of chemicals to the environment to be avoided.	<ol style="list-style-type: none"> 2. Choose organic products.

*) This is difficult for the consumer to know, but we still want to point out that there are farms which have made great efforts in this respect and reduced their contribution to eutrophication.

Termer och förkortningar

allokering	fördelning; i LCA-sammanhang fördelning av miljöpåverkan mellan olika produkter som ett system genererar (t.ex. kött och mjölk från en mjölkgård)
alv	jordskiktet under matjorden i en åker, vanligen från ca 25 cm djup och nedåt
ammoniumkväve	NH ₃ -N, kväve i form av ammoniumjoner (NH ₄ ⁺) eller ammoniak (NH ₃), alltså i förening med väte
betesmark	gräsmark som betas (inkluderar naturbetesmark och gräsmark som gödslas och/eller plöjs)
bokföringsorienterad metodik	En bokföringsorienterad LCA undersöker vilken miljöpåverkan som kan tillskrivas en produkt
C	kol
CO ₂	koldioxid
CO ₂ -ekv.	koldioxidekvivalenter
diko	ko som hålls enbart för att ge kalvar och kött (hon hålls alltså inte för mjölkproduktion)
direkta lustgasutsläpp	lustgas bildas i åkermark och gödsel när kväve omsätts. När denna lustgas avgår till luften kallas det direkta lustgasutsläpp.
evapotranspiration	samlingsbegrepp för evaporation/avdunstning från åkermark och växter och transpiration från växter
FAO	FN:s jordbruks- och livsmedelsorgan, Food and Agriculture Organisation
foderstat	den sammansättning av olika fodermedel som ett djur får
FPCM	fett- och proteinkorrigerad mjölk
förändringsorienterad metodik	en förändringsorienterad LCA undersöker konsekvenserna av en förändring
gårdsgrind	en LCA som går fram till gårdsgrind inkluderar de aktiviteter och utsläpp som sker i samband med produktion av insatsvaror och på gården. Det som sker efter gården (slakt, transporter, förädling o.s.v.) ingår däremot inte i studien.
ha	hektar
hävd	skötsel av exempelvis naturbetesmarker genom bete och ev. kompletterande rötning
indirekta lustgasutsläpp	nitrat, som lakas ut från åkern, och ammoniak och andra kväveoxider som avgår till luften från gödsel och mark, kan transporteras till ekosystem utanför åkern. Där sker nitrifikation och denitrifikation på samma sätt som i åkern, och en del av kvävet kan då avgå som lustgas. Detta kallas för indirekta lustgasutsläpp
industriell djurproduktion	storskalig, intensiv djurproduktion med mycket liten eller ingen egen foderodling
jordbruksmark	åker- och naturbetesmark; internationellt: åkermark och betesmark

klimatavtryck	utsläpp av växthusgaser per producerad enhet, t.ex. per kg produkt
kvigkalv	kalv av honkön
LCA	livscykelanalys
levandevikt	den vikt ett djur har i levande tillstånd
LUC	förändrad markanvändning, land use change; exempelvis övergång från skog till åker eller tvärtom
LULUC	markanvändning och förändrad markanvändning, land use and land use change
miljökvalitetsmål	reserveras för de 16, Begränsad klimatpåverkan, Ingen övergödning och så vidare
miljömål	används i denna rapport i sammanhang där samtliga nationella målnivåer avses – generationsmålet, miljökvalitetsmålen och etappmålen
naturbetesmark	svensk benämning för betesmarker med som varken gödslas eller plöjs
nitratkväve	NO ₃ -N, kväve i nitratform
P	fosfor
reaktivt kväve	kväve i föreningar som är benägna att tas upp i biologiska processer eller omvandlas, bl.a. nitrat- och ammoniumkväve
resiliens	ett ekosystems förmåga att återgå till sitt tidigare läge efter en störning
slaktvikt	köttvikt inklusive ben
sluppna utsläpp	vid produktion av en vara A kan man få en användbar biprodukt B. Denna biprodukt kan ersätta produktion av en annan vara C. Utsläppen från produktionen av vara C kan då räknas bort som sluppna utsläpp från vara A, eftersom man har fått vara B som bonus vid produktion av vara A, som gör att vara C inte behöver tillverkas.
stut	kastrerad tjur; slaktas vid högre ålder än tjurkalvar
systemexpansion	se förklaringen till sluppna utsläpp – där beskrivs ett exempel på systemexpansion, som innebär att man inkluderar sluppen produktion av en vara som ersätts av en biprodukt från den studerade produktionen.
top-down-analys	analys som utgår från totalen (t.ex. nationell statistik för djur, foder etc.) för att säga något om delarna (t.ex. 1 kg nötkött)
totalkonsumtion	Årlig åtgång av råvaror för humankonsumtion. För kött avses kött med ben. Inkluderar kött i beredda produkter avsedda för humankonsumtion
urtagen vara (fjäderfä)	plockad, hel fågel utan inälvor, huvud och fötter
växttillgängligt kväve	kväve i nitrat- eller ammoniumform. I dessa former är kväve är tillgängligt för växternas rötter, till skillnad från om det är organiskt bundet. Växttillgängligt kväve kan härröra från både stall- och mineralgödsel. Genom biologiska och kemiska processer i marken kan kvävet övergå från en form till en annan

Bakgrund

Livsmedelsverket gav 2007 SLU i uppdrag att ta fram ett vetenskapligt underlag för miljöanpassade kostråd, vilket resulterade i rapporten ”På väg mot miljöanpassade kostråd” (Lagerberg Fogelberg, 2008). Sedan underlaget togs fram har en del ny kunskap genererats, framför allt angående djurproduktionen. Livsmedelsverket har därför givit SIK i uppdrag att uppdatera det vetenskapliga underlaget om animalieproduktionen med hänsyn till ny kunskap. Resultatet redovisas i denna rapport. Maria Berglund, som var författare till det aktuella kapitlet i rapporten från 2008, har medverkat även i denna uppdatering.

Syfte och mål

Syftet med denna rapport är att belysa den samlade miljöpåverkan från produktion av kött, mjölk och ägg på ett sätt som kan vägleda konsumenters val. Målet är att utifrån befintlig kunskap ge en samlad bild av animalieproduktionens miljöpåverkan, uppdelat på produktkategorierna mjölk, ägg, nötkött, griskött, fjäderfä och lamm. Den miljöpåverkan som studeras utgår från Sveriges miljömål – det övergripande Generationsmålet och de nationella miljökvalitetsmålen Begränsad klimatpåverkan, Giftfri miljö, Ingen övergödning, Ett rikt odlingslandskap och Ett rikt växt- och djurliv, samt relevanta etappmål. Studien ska även identifiera brist på data och kunskapsluckor inom området.

Avgränsningar

I denna rapport ligger tyngdpunkten på animalieproduktionens miljöpåverkan fram till gårdsgrind, eftersom denna påverkan är den som generellt dominerar i livscykeln fram till butik. Miljöeffekter av slakt/mejeri, förpackning och distribution tas upp för Begränsad klimatpåverkan och Ingen övergödning, men bedöms vara försumbara för övriga miljökvalitetsmål. Miljöpåverkan från konsumenternas hantering av produkterna ingår inte, eftersom det ligger utanför syftet med rapporten. Produktion av vilt har utelämnats på grund av att det saknas studier om denna produktions miljöpåverkan. Fiskproduktion ingår inte heller i rapporten.

De nationella miljökvalitetsmålen Bara naturlig försurning, Levande sjöar och vattendrag samt Grundvatten av god kvalitet, berörs av jordbruket, men inte i lika hög grad som de miljökvalitetsmål som listats ovan. Därför tas de inte upp specifikt i denna rapport. De aspekter inom jordbruket som har betydelse för dessa mål – gödsling, gödselhantering och användning av bekämpningsmedel – behandlas dock i rapporten, företrädesvis under miljökvalitetsmålen Ingen övergödning och Giftfri miljö.

Produktionsdjurens välbefinnande har inte inkluderats i bedömningarna av miljöeffekter.

Material och metoder

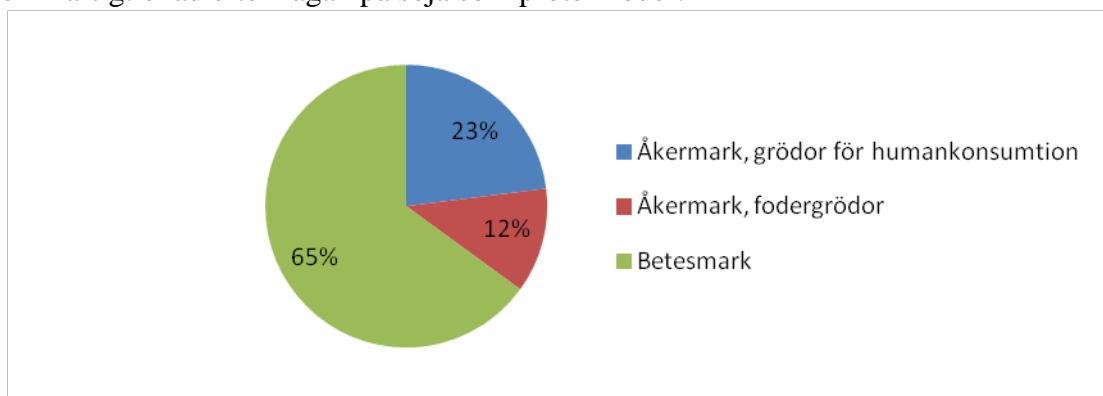
Sammanställningen utgår från befintliga studier, bland annat från egna och andras miljösystem- och livscykelanalyser. Fokus ligger på den produktion som genererar produkter till den svenska marknaden.

Miljöpåverkan från animalieproduktionen sätts i relation till de nationella miljömålen, som ska uppnås till år 2020. Under 2012 har regeringen fastställt preciseringar av miljö kvalitetsmålen samt etappmål inom prioriterade områden (Regeringskansliet, 2012)(Regeringskansliet, 2012)(Regeringskansliet, 2012). För varje miljö kvalitetsmål ges en kunskapssammanställning utifrån aktuell litteratur och en efterföljande diskussion där miljöpåverkan från olika djurslag jämförs och diskuteras. I kapitlet Summerande diskussion görs en sedan en samlad genomgång om miljöpåverkan från produktionen av de animalieprodukter (exklusive fisk och skaldjur) som konsumeras i Sverige.

I denna rapport beskrivs miljöpåverkan av produktion av kött, mjölk och ägg, och hur den negativa miljöpåverkan av svensk konsumtion av dessa produkter kan minska och den positiva påverkan öka. De köttslag som tas upp är kött från nötkreatur, gris, fjäderfä och lamm, eftersom dessa köttslag står för huvuddelen av köttkonsumtionen i Sverige.

Produktion och konsumtion av kött, mjölk och ägg i världen

Globalt sett har animalieproduktionen stor påverkan på miljön och tar stora arealer i anspråk. Av världens totala isfria landyta utgörs 26 procent av betesmark för betande djur (FAO, 2009). Stora delar av denna mark är olämplig för annan typ av livsmedelsproduktion än betande djur. Åkermark utgör 11 procent av den totala isfria landytan, varav cirka en tredjedel används för foderodling, se Figur 1 (FAO, 2009). I Europa är andelen åker högre, medan andelen betesmark är lägre än världsgenomsnittet (FAO, 2009). Av den totala jordbruksmarken, alltså summan av åker och betesmark, används cirka 75 procent till foderproduktion, se Figur 1 (FAO, 2009). Av den spannmål som odlas globalt används cirka 37 procent till djurfoder (Reid et al., 2010). För svenska förhållanden är motsvarande siffra 50-55 procent (Cederberg et al., 2009b). Globalt har odlingen av soja ökat kraftigt de senaste decennierna – odlingen har sexfaldigats de senaste 20 åren (Reid et al., 2010). Bakgrunden till ökningen är en kraftigt ökad efterfrågan på soja som proteinfoder.



Figur 1. Andel av den globala jordbruksmarken (cirka 4 300 miljoner ha) som används till grödor för humankonsumtion, fodergrödor och bete (Ramankutty et al., 2008, Steinfeld, 2006).

Den globala köttkonsumtionen per capita och år har ökat kraftigt de senaste decennierna. Från 1980 till 2005 ökade den globala köttkonsumtionen per person och år med 37 procent, från 30 till 41 kg, mätt som totalkonsumtion, d.v.s. konsumtion av kött med ben inklusive kött i beredda produkter avsedda för humankonsumtion (FAO, 2009). Den relativa ökningen var kraftigast i utvecklingsländerna med 119 procent, från 14 till 31 kg. Under samma tid ökade totalkonsumtionen i de industrialiserade länderna med 8 procent, från 76 till 82 kg. Konsumtionen av mjölk per person och år ökade under samma period med 8 procent globalt sett, medan konsumtionen av ägg ökade med hela 64 procent. Ökningen av animaliekonsumtionen per person globalt har sina främsta förklaringar i ekonomisk tillväxt, ökade inkomster per person samt urbanisering. Den totala ökningen av världens köttkonsumtion är dock ännu större, på grund av befolkningstillväxten. Mellan 1987 och 2007 ökade världens produktion av kött med 75 procent. Störst var ökningen av fjäderfä- och grisköttsproduktionen (140 respektive 80 procents ökning).

Ökningen av animaliekonsumtionen i världen förväntas fortsätta. Prognosen för utvecklingen 2002-2030 är att den totala konsumtionen av mjölk och kött i utvecklingsländerna fördubblas, medan ökningen i de industrialiserade länderna förväntas stanna under 20 procent (Reid et al., 2010). Detta innebär en enorm utmaning, om vi ska undvika att öka belastningen på miljön trots ökad animalieproduktion (Reid et al., 2010).

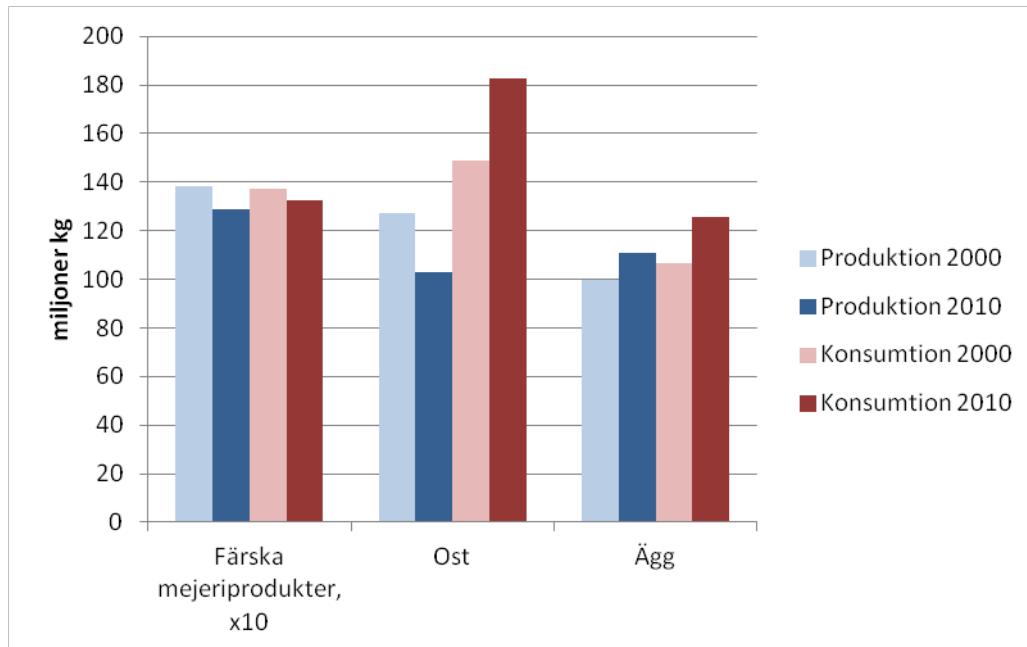
Produktion och konsumtion av kött, mjölk och ägg i Sverige

Den svenska konsumtionen av animalieprodukter är hög i ett globalt perspektiv, och konsumtionen har också ökat stadigt under flera årtionden – under perioden 1970-2010 ökade totalkonsumtionen av kött med drygt 50 procent (Jordbruksverket, 2012a). Under samma period mer än fördubblades ostkonsumtionen och även äggkonsumtionen ökade något. Totalkonsumtionen av färska mjölkprodukter minskade däremot med cirka 20 procent (Jordbruksverket, 2012a). Nedan går vi igenom hur produktion, konsumtion, import och export utvecklats i ett kortare tidsperspektiv, närmare bestämt mellan åren 2000 och 2010, för olika kategorier av animalieprodukter.

Mjölksprodukter och ägg

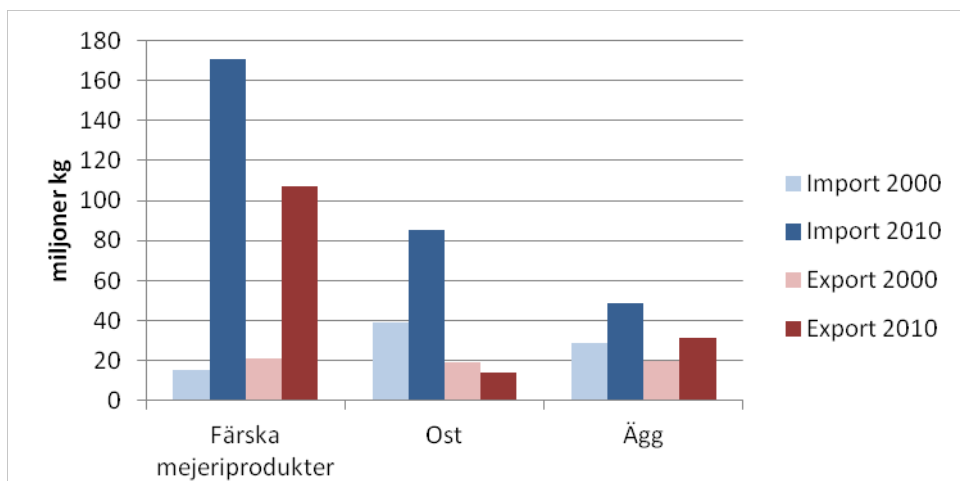
De senaste åren har både produktion och konsumtion av färska mjölkprodukter minskat i Sverige, se Figur 2. Även för ost har produktionen minskat, men konsumtionen har ökat. För ägg har både produktion och konsumtion ökat.

Importen ökade mellan år 2000 och 2010 av såväl färska mejeriprodukter och ost som av ägg, kraftigast för färska mejeriprodukter som mer än tiofaldigades, se Figur 3.⁵ Ändå motsvarade den importerade kvantiteten bara 13 procent av konsumtionen år 2010. Ostimporten mer än dubblerades. Samtidigt minskade exporten av ost. Exporten av ägg och färska mejeriprodukter ökade dock.



Figur 2. Produktion och konsumtion av färska mejeriprodukter, ost och ägg år 2000 och 2010 (Jordbruksverket, 2012a). Mängden färska mjölkprodukter anges i tiotals miljoner kg, ost och ägg som miljoner kg. De färska mejeriprodukterna omfattar konsumtionsmjölk, grädde och syrade produkter. Ost omfattar alla typer av ost. Ägg inkluderar ägg i livsmedel.

⁵ Vid en jämförelse av Figur 2 och Figur 3 ser man att det blir ett överskott av färska mejeriprodukter inom landet. Den statistik som använts här ger ingen förklaring till det, men det kan ha att göra med att en del av de färska mjölkprodukterna vidareförädlas innan de konsumeras, eller att det finns delprodukter som ingår i import-/exportsiffrorna men inte produktions-/konsumtionssiffrorna.



Figur 3. Import och export av färsk mejeriprodukter, ost och ägg 2000 och 2010 (Jordbruksverket, 2001, Jordbruksverket, 2011k). För färsk mjölkprodukter har uppgifter för år 2001 använts i brist på data från år 2000. Import avser både införsel från andra EU-länder och import från tredje land. De färsk mejeriprodukterna omfattar konsumtionsmjölk, grädde och syrade produkter. Ost omfattar alla typer av ost. Ägg inkluderar ägg i livsmedel.

Mjolkprodukter

Antalet mjölkor i Sverige har minskat stadigt i flera decennier, bl.a. beroende på sviktande lönsamhet och högre mjölkavkastning per ko. I juni 2011 fanns nästan 350 000 mjölkor i Sverige, vilket var 17 procent färre än i juni 2001, och hälften så många som år 1981 (Jordbruksverket, 2012a). Invägningen av mjölk vid mejerierna var cirka 3 300 miljoner kg år 2001, men hade 2010 minskat till 2 900 miljoner kg (Jordbruksverket, 2011a). Av den invägda mjölken används cirka 45 procent till konsumtionsmjölk, syrade produkter och grädde (Jordbruksverket, 2011a). Övrig mjölk blir till ost, mjölkpulver med mera. Konsumtionen av konsumtionsmjölk och syrade mjölkprodukter år 2010 uppskattades till drygt 1 300 miljoner kg, se Figur 2 (Jordbruksverket, 2012a). Både importen och exporten av mjölk och grädde har ökat, se Figur 3 (Jordbruksverket, 2011k, Jordbruksverket, 2008a). Importen av färsk mjölk och grädde uppgick till 170 miljoner kg år 2010 (Figur 3), och den största importen sker från Danmark, Finland och Tyskland (Jordbruksverket, 2011k). Produktionen av ekologisk mjölk har ökat de senaste åren, och motsvarade år 2006 drygt 9 procent av invägningen (Svensk Mjölk, 2011).

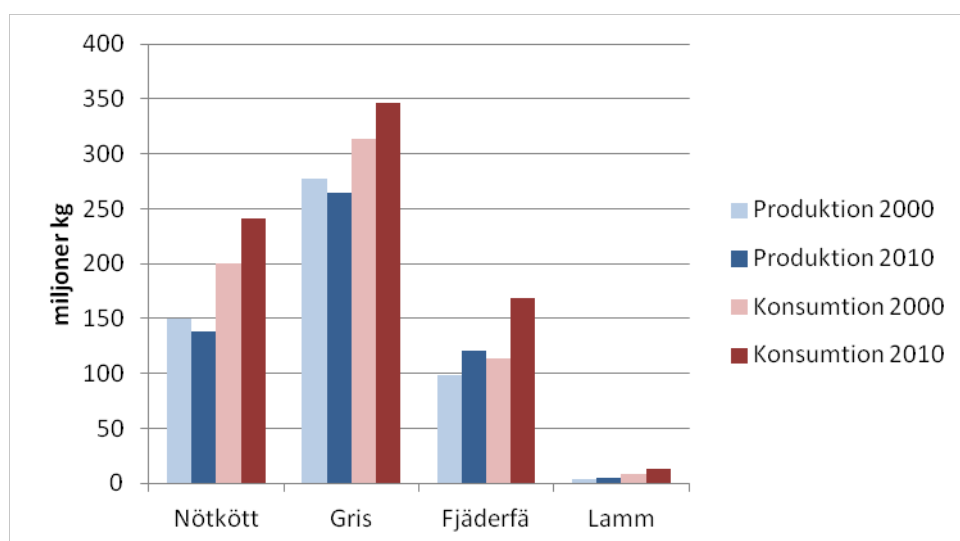
Ägg

Antalet värphöns i Sverige har varierat de senaste tio åren, och uppgick år 2011 till cirka 6,4 miljoner, vilket är 12 procent fler än år 2001 (Jordbruksverket, 2012a). Så många värphöns har inte funnits i Sverige sedan mitten av åttiotalet. År 2010 konsumerades nästan 130 miljoner kg ägg (totalkonsumtion, d.v.s. inklusive ägg i beredda produkter) i Sverige, samtidigt som det producerades drygt 110 miljoner kg, se Figur 2. Sverige exporterade drygt 30 miljoner kg och importerade nästan 50 miljoner kg, se Figur 3 (Jordbruksverket, 2001, Jordbruksverket, 2011k). De viktigaste importländerna var Danmark, Tyskland och Finland. De främsta exportländerna för svenska ägg var Danmark, Tyskland och Norge. Den vanligaste formen för att producera ägg i Sverige är att hålla frigående höns inomhus. Ungefär hälften av värphönsen hölls på detta sätt 2010 (Jordbruksverket, 2011j). Inreda burar var näst vanligast, med cirka 40 procent av hönorna. Resterande del, 5-10 procent, var frigående höns med tillgång till utevistelse, antingen i konventionell eller i ekologisk drift.

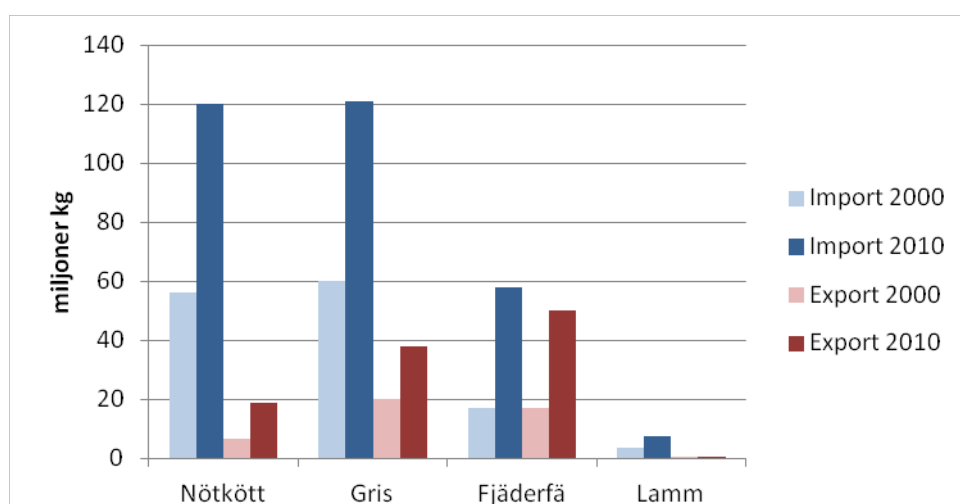
Kött

Mellan 2000 och 2010 ökade totalkonsumtionen av kött i Sverige med 20 procent till 770 miljoner kg per år, se Figur 4 (Jordbruksverket, 2012a). Konsumtionen ökade inom samtliga av de huvudsakliga köttslagen. Samtidigt minskade den svenska produktionen av nötkött och griskött, medan den av fjäderfä och lamm ökade. Utslaget per person åt svenskarna 85 kg kött per person år 2010 (totalkonsumtion) (Jordbruksverket, 2012b).

Som vi ser i Figur 4 ökade glappet mellan den svenska produktionen och konsumtionen av kött betydligt under åren 2000-2010. Importen ökade kraftigt för samtliga köttslag under perioden, se Figur 5. Även exporten ökade för samtliga köttslag.



Figur 4. Produktion och konsumtion av kött år 2000 och 2010 (Jordbruksverket, 2012a, Jordbruksverket, 2011a). Konsumtionen avser totalkonsumtion, alltså konsumtion av kött med ben inklusive kött i beredda produkter avsedda för humankonsumtion.



Figur 5. Import och export av kött år 2000 och 2010. För nötkött och griskött representerar staplarna totalt kött omräknat till kött med ben (Jordbruksverket, 2011). För fjäderfä- och lammkött representerar staplarna summan av ostyckat, styckat och benfritt kött samt beredda varor av respektive kött (ej köttblandningar) (Jordbruksverket, 2001, Jordbruksverket, 2011k). Import avser både införsel från andra EU-länder och import från tredje land.

Nötkött

I Sverige har nötköttsproduktionen till stor del baserats på mjölkkoraser eftersom mjölkproduktionen traditionellt varit betydande i landet. Kött från rena mjölkkoraser står idag för 55 procent av den svenska nötköttsproduktionen (Jordbruksverket, 2011a, Taurus, 2012). Antalet mjölkkor har minskat, och köttproduktionsbortfallet som detta har lett till har till viss del kompenseras genom fler specialiserade kött djur. Den svenska konsumtionen av nötkött har ökat kraftigt och var 2010 drygt 240 miljoner kg (avser totalkonsumtion; vara med ben) (Jordbruksverket, 2011). Den svenska produktionen år 2010 var 140 miljoner kg nötkött med ben, varav 19 miljoner kg exporterades (Jordbruksverket, 2011, Jordbruksverket, 2011a). 120 miljoner kg importerades, vilket alltså var hälften av det nötkött som konsumerades i Sverige 2010 (Jordbruksverket, 2012a, Jordbruksverket, 2011). Detta kan jämföras med knappt 30 procent import år 2000 (avser totalkonsumtion). Idag importerar Sverige nötkött främst från andra EU-länder, med Irland, Nederländerna och Tyskland i topp (Jordbruksverket, 2011k).

Gris

Produktionen av griskött har fluktuerat de senaste decennierna, men visar nu en nedåtgående trend (Jordbruksverket, 2012a). År 2010 var grisköttsproduktionen 260 miljoner kg (avser totalkonsumtion; vara med ben), se Figur 4 (Jordbruksverket, 2011a). Totalkonsumtionen av griskött ökade med 11 procent mellan åren 2000 och 2010 (Figur 4) och uppgick till nära 350 miljoner kg år 2010 (Jordbruksverket, 2012a). Under de senaste åren har konsumtionen varit större än den inhemska produktionen, och importen fördubblades från år 2000 till år 2010, då den uppgick till drygt 120 miljoner kg (Figur 5) (Jordbruksverket, 2011). Importen av griskött sker framför allt från andra EU-länder, och då främst Danmark följt av Tyskland och Polen.

Fjäderfä

Konsumtionen av fågelkött har ökat med drygt 50 procent från år 2000 till 2010, då den uppgick till 170 miljoner kg (urtagen vara; avser totalkonsumtion), se Figur 4 (Jordbruksverket, 2011i, Jordbruksverket, 2011j). Under 1990-talet var ökningen ännu snabbare – konsumtionen mer än fördubblades under detta decennium. Även produktionen har ökat, men inte lika mycket; mellan år 2000 och 2010 ökade kycklingproduktionen med 27 procent (Jordbruksverket, 2011a). År 2010 producerades drygt 110 miljoner kg kyckling i Sverige, och inklusive höna och kalkon var produktionen av fjäderfäkött 120 miljoner kg. Importen av fågelkött uppgick år 2010 till nästan 60 miljoner kg (Jordbruksverket, 2011j). Merparten importeras från Danmark, därefter kommer Nederländerna och Tyskland (Jordbruksverket, 2011k).

Lamm

Under senaste åren har antalet får och lamm ökat i Sverige. I juni 2011 fanns det cirka 620 000 får och lamm i landet och 2010 gav slakten av får och lamm 5 miljoner kg kött med ben, vilket är en ökning med nära 30 procent sedan 2000, se Figur 4 (Jordbruksverket, 2011a, Jordbruksverket, 2011f). Konsumtionen har dock ökat ännu kraftigare än produktionen, och merparten av det får- och lammkött som säljs i Sverige är importerat (Jordbruksverket, 2011i). Import av lamm- och fårkött sker främst från Nya Zeeland, därefter från Irland och Tyskland (Jordbruksverket, 2011k).

De nationella miljömålen

Det svenska miljömålssystemet består av ett generationsmål, 16 miljökvalitetsmål med preciseringar samt etappmål inom fem områden (Regeringskansliet, 2012). Produktionen av animalieprodukter påverkar flera av målen. Här går vi igenom animalieproduktionens påverkan på uppfyllelsen av de mål där animalieproduktionen betyder mest. Vi börjar med generationsmålet och går sedan igenom miljökvalitetsmålen Begränsad klimatpåverkan, Giffri miljö, Ingen övergödning samt Ett rikt odlingslandskap och Ett rikt växt- och djurliv, som redovisas gemensamt i ett kapitel. De etappmål som har störst relevans för animalieproduktionen har valts ut; de har för denna redovisning sorterats in under miljökvalitetsmålen. I Tabell 2 framgår vilka etappmål som tas upp i denna rapport, samt i vilka kapitel de ingår.

Tabell 2. Etappmål som tas upp i denna rapport samt var de återfinns i dokumentet.

Område och etappmål	Redovisas i kapitel
Begränsad klimatpåverkan - Utsläpp av växthusgaser till år 2020	Begränsad klimatpåverkan
Luftföroreningar - Begränsade utsläpp av gränsöverskridande luftföroreningar i Europa	Ingen övergödning
Farliga ämnen - Särskilt farliga ämnen - Kunskap om ämnens hälso- och miljöegenskaper	Giffri miljö
Biologisk mångfald - Ekosystemtjänster och resiliens - Den biologiska mångfaldens och ekosystemtjänsternas värden - Hotade arter och naturtyper	Ett rikt odlingslandskap och Ett rikt växt- och djurliv

Generationsmålet

Generationsmålet är överordnat de enskilda miljökvalitetsmålen och pekar ut riktningen för miljöpolitiken. Det ska vara vägledande för det svenska miljöarbetet i stort, på alla samhällsnivåer. Generationsmålet har fastslagits av riksdagen:

”Det övergripande målet för miljöpolitiken är att till nästa generation lämna över ett samhälle där de stora miljöproblemen i Sverige är lösta, utan att orsaka ökade miljö- och hälsoproblem utanför Sveriges gränser (generationsmålet).

Detta förutsätter en ambitiös miljöpolitik i Sverige, inom EU och i internationella sammanhang.

Generationsmålet innebär att förutsättningarna för att lösa miljöproblemen ska vara uppfyllda inom en generation och att miljöpolitiken ska inriktas mot att:

- ekosystemen har återhämtat sig, eller är på väg att återhämta sig, och att deras förmåga att långsiktigt generera ekosystemtjänster är säkrad,*
- den biologiska mångfalden och natur- och kulturmiljön bevaras, främjas och nyttjas hållbart,*
- människors hälsa utsätts för minimal negativ miljöpåverkan samtidigt som miljöns positiva inverkan på människors hälsa främjas,*
- kretsloppen är resurseffektiva och så långt som möjligt fria från farliga ämnen,*
- en god hushållning sker med naturresurserna,*
- andelen förnybar energi ökar och att energianvändningen är effektiv med minimal påverkan på miljön,*

- *konsumtionsmönstren för varor och tjänster orsakar så små miljö- och hälsoproblem som möjligt.”*

(Regeringskansliet, 2010, Miljö- och jordbruksutskottet, 2010, Sveriges riksdag, 2010)

Till stor del täcks de miljöaspekter av animalieproduktionen som är relevanta av de nationella miljö kvalitetsmål som valts ut för djupare redovisning i denna rapport. Två områden med betydelse för livsmedelsproduktionen – energianvändning och vattenanvändning – är inkluderade i flera miljö kvalitetsmål, och har på så vis inte tilldelats egna mål. Dessa områden tas här upp i en kortfattad, separat beskrivning nedan.

Energianvändning

Energianvändningen för livsmedelsproduktion stod 1996 för 20 procent av det svenska medelhushållets direkta och indirekta energianvändning⁶ (Carlsson-Kanyama et al., 2002). Skattningen bygger på ekonomiska data och omfattar inte konsumtion som sker via skatte-medel, t.ex. mat på sjukhus, äldreboenden och förskolor. Livsmedel står alltså för en betydande del av energianvändningen hos svenska hushåll. En del av energin används i Sverige, och en del av energianvändningen sker utomlands.

När det gäller de animalieprodukter som tas upp i denna rapport är energianvändningen lägst per kg för produktion av mjölk och ägg och därefter kyckling och griskött. Högst är energianvändningen för nötkött. Jämförelser mellan konventionella och ekologiska system ger ingen tydlig bild av i vilka system energianvändningen per kg produkt är lägst. För mjölk tycks energianvändningen per kg vara lägre inom ekologisk drift. För kött och ägg varierar resultaten stort mellan olika studier, och ofta är studierna också få per djurslag. (Cederberg & Flysjö, 2004, Cederberg et al., 2007, Thomassen et al., 2008, van der Werf et al., 2009, Williams et al., 2006, Mollenhorst et al., 2006, Williams et al., 2009, Boggia et al., 2010, Basset-Mens & van der Werf, 2005, Wiedemann et al., 2010, Chassot et al., 2005, Nguyen et al., 2010, Pelletier et al., 2010, Peters et al., 2010, Leinonen et al., 2012b, Leinonen et al., 2012a).

Vattenanvändning

Vattenförsörjning är normalt sett inte ett problem för svenskt jordbruk. Jordbrukets vattenanvändning äventyrar inte heller vattentillgångarna i Sverige. Sverige är ett glest befolkat land med nederbörd spridd över hela året, och med välutvecklade system för rening och distribution av vatten. Det råder alltså ingen brist på vatten av god kvalitet inom Sveriges gränser. Globalt sett är dock vattenförsörjning en kritisk fråga, med starka kopplingar till jordbruket. I och med att stora mängder jordbruksprodukter i form av livsmedel och foder importeras till Sverige, är vattenförsörjning även relevant i ett svenskt konsumentperspektiv.

Människan använder idag cirka hälften av det tillgängliga yt- och grundvattnet på jorden (exklusive saltvatten) (Deutsch et al., 2010). Växande befolkning, utsikter om förbättrad nutrition och förändrade preferenser i samband med ekonomisk utveckling innebär utmaningar för den globala vattenförsörjningen.

⁶ Direkt energianvändning är den användning som direkt kan mätas för det enskilda hushållet och omfattar energi för uppvärmning, hushållsel och motorbränsle. Indirekt energianvändning är den användning som sker för att producera de varor och tjänster som konsumeras av hushållet.

Yt-, grund- och regnvatten används i flera delar av den landbaserade animalieproduktionen (Deutsch et al., 2010):

- som dricksvatten för djuren,
- för skötsel och underhåll, t.ex. för rengöring och för att svalka djur,
- inom slakt och förädling,
- för foderproduktion och
- för betesproduktion.

Regnvatten utgör den största källan till vatten inom animalieproduktionen. Produktionen av foder och bete står för den ojämförligt största vattenanvändningen, och då framför allt grödornas upptag av vatten från matjordsskiktet.

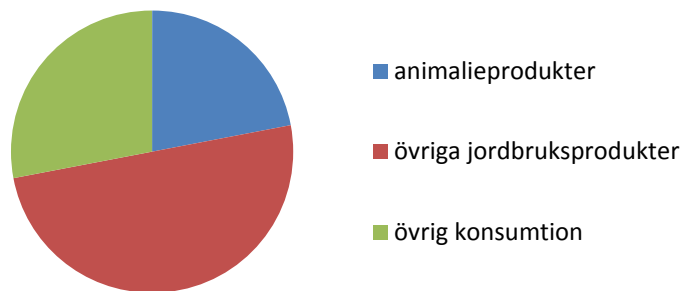
Vattenavtryck (water footprint) är ett mått på vattenanvändning och kan beräknas exempelvis för en produkt, en individ eller en nation (Hoekstra et al., 2011). Beräkningsmetodiken har standardiserats av Water Footprint Network (Hoekstra et al., 2011), och arbete för att ta fram en ISO-standard inom området pågår (www.iso.org). I vattenavtrycket som det definieras av Water Footprint Network ingår så kallat blått, grönt och grått vatten, där

- blått vatten är hämtat från yt- och grundvatten,
- grönt vatten är hämtat från regnvatten och
- grått vatten är det vatten som krävs för att späda ut de föroreningar som produktionen genererar till ofarliga koncentrationer.

Dessa komponenter presenteras var för sig och summerade i vattenavtrycket. Ibland används begreppet virtuellt vatteninnehåll (virtual water content) för det totala vattenavtrycket för en produkt (Hoekstra et al., 2011). Eftersom en produkts vattenavtryck inte säger något om knappheten i de vattentillgångar som utnyttjats, ger det i sig ingen vägledning om huruvida varan är producerad med ett hållbart nyttjande av vatten.

Enligt en studie av Hoekstra & Mekonnen (2012) står jordbruket (inkl. ej ätbara grödor för textilproduktion m.m.) för mer än 90 procent av mänsklighetens totala vattenavtryck. 74 procent av jordbrukets avtryck är grönt vatten, 11 procent är blått och 15 procent är grått. Kött beräknas stå för i genomsnitt 22 procent av den globala genomsnittskonsumentens totala vattenavtryck, medan mjölk beräknas svara för 7 procent.

Studier från Nederländerna och Storbritannien visar att animalieprodukter står för 31 respektive 18 procent av det totala vattenavtrycket för genomsnittskonsumenten i respektive land, och för 46 respektive 39 procent av det jordbruksrelaterade vattenavtrycket (van Oel et al., 2009, Chapagain & Orr, 2008). Enligt en studie av svensk konsumtion, står animalieprodukterna för 22 procent av det totala vattenavtrycket för en genomsnittskonsument, och för 30 procent av avtrycket från jordbruksprodukter (inklusive textil etc.) (www.wwf.se). I Sverige, såväl som i Nederländerna och Storbritannien, står jordbruksprodukter för omkring 70 procent av det totala vattenavtrycket per person. I Figur 6 visas fördelningen av vattenavtrycket för svenska konsumenter.



Figur 6. Fördelning av konsumenters vattenavtryck i Sverige på animalieprodukter, övriga jordbruksprodukter och övrig konsumtion. Globalt är avtrycket från övrig konsumtion lägre än i Sverige – en större andel av vattenavtrycket härrör från produktion av jordbruksprodukter. (www.wwf.se, Mekonnen & Hoekstra, 2012)

I den här rapporten tas miljöpåverkan i form av föroreningar av vatten upp i avsnitten Ingen övergödning och Giftfri miljö. Därför koncentrerar vi oss här på det blå och det gröna vattenavtrycket. Jordbruket står för 86 procent av användningen av blått och grönt vatten på jorden (Deutsch et al., 2010). Ser man till helt regnförsörd åkermark, kan en tredjedel av evapotranspirationen (samlingsbegrepp för evaporation/avdunstning från åkermark och växter och transpiration från växter) hänföras till animalieproduktion.

Deutsch m.fl. (2010) pekar på stora skillnader mellan olika studier när det gäller att beräkna vattenavtryck för olika produktionsgrenar. Dessa skillnader förklaras av att olika produktionssystem studeras och av skillnader i metodik. Särskilt stora är skillnaderna i metodik när det gäller betesdrift, där vissa studier inkluderar hela evapotranspirationen från gräsmarkerna i vattenanvändningen, medan andra inte räknar med dessa markers vattenanvändning alls. Några studier räknar också med en del av betesmarkernas vattenanvändning. Deutsch m.fl. (2010) argumenterar för att det kan vara rätt att inkludera gräsmarkerna i vissa fall och utelämna dem i andra, med utgångspunkt i om utnyttjandet av marken för bete rubbar ekosystemens funktion eller ej. Författarna anser dock att detta inte alltid hanterats korrekt i hittills gjorda studier av vattenavtryck från animalieproduktion. Deutsch m.fl. (2010) menar vidare att hänsyn bör tas till om produktionssystemet förändrar den hydrologiska cykeln i ett område, t.ex. när avskogning sker för foderodling eller betesproduktion. Författarna efterlyser fler och djupare studier där betesdrift hanteras korrekt, hänsyn tas till hela den hydrologiska cykeln och vattenanvändningen knyts till förändringar i ekosystem.

Forskningsområdet vattenanvändning i animalieproduktion är, som vi ser, fortfarande omoget. Det tycks dock vara klart att vattenanvändningen är större för kött, mjölk och ägg än för vegetabilieprodukter i relation till livsmedlets energiinnehåll och vanligen även per kg av produkten (Deutsch et al., 2010, Mekonnen & Hoekstra, 2012). Användningen av blått och grönt vatten för kött från nötkreatur tycks också generellt vara högre än för gris- och kycklingkött. Industriell uppfödning av nötkreatur i industrialiserade länder kan dock använda ungefär lika mycket blått och grönt vatten som industriell uppfödning av gris (Mekonnen & Hoekstra, 2012).

Begränsad klimatpåverkan

Målformuleringen för miljö kvalitetsmålet ”Begränsad klimatpåverkan” lyder:

Halten av växthusgaser i atmosfären ska i enlighet med FN:s ramkonvention för klimatförändringar stabiliseras på en nivå som innebär att människans påverkan på klimatsystemet inte blir farlig. Målet ska uppnås på ett sådant sätt och i en sådan takt att den biologiska mångfalden bevaras, livsmedelsproduktionen säkerställs och andra mål för hållbar utveckling inte äventyras. Sverige har tillsammans med andra länder ett ansvar för att det globala målet uppnås. (www.miljomal.nu)

Preciseringar görs inom två områden:

- Den globala ökningen av medeltemperaturen begränsas till högst 2°C jämfört med den förindustriella nivån.
- Koncentrationen av växthusgaser i atmosfären på lång sikt stabiliseras på högst 400 ppm CO₂-ekvivalenter.⁷

Ettappmålet för Begränsad klimatpåverkan formuleras så här:

- Utsläppen för Sverige bör år 2020 vara 40 procent lägre än 1990.⁸

(Naturvårdsverket, 2011, Regeringskansliet, 2012)

Detta avsnitt ger först en översikt över området, sedan en fördjupning beträffande kol i mark och utsläpp från förändrad markanvändning. Därefter ges en genomgång av resultat från aktuella livscykelanalyser.

Jordbrukets utsläpp av växthusgaser

Metan och lustgas står för en stor del av jordbrukssektorns växthusgasutsläpp. Det är en viktig skillnad jämfört med andra samhällssektorer, där koldioxid från fossila bränslen ofta är helt dominerande. Jordbrukets utsläpp av metan motsvarar 35–40 procent av de globala metanutsläppen och dess utsläpp av lustgas 65 procent av de globala lustgasutsläppen. Jordbrukssektorns utsläpp av metan och lustgas beräknas globalt sett öka med nästan 25 procent mellan åren 1990 och 2030 (USEPA, 2011). De största ökningarna, både i absoluta och relativa tal utgörs av lustgas kopplad till markanvändning (nära 50 procent ökning) och metan från djurens fodermätning (30 procent ökning). Ökningarna förklaras av ökad vegetabilieproduktion och ökad kvävegödsling respektive ökat antal djur. Jordbrukets utsläpp av metan och lustgas står idag för 10 procent av de växthusgasutsläpp som sker inom EU-27 (EEA, 2011). Dessa utsläpp har minskat sedan 1990, framför allt beroende på minskad jordbruksproduktion i Östeuropa. Trenden tyder på oförändrade växthusgasutsläpp från jordbruket i EU de närmaste åren (Smith et al., 2007, USEPA, 2011). EU:s jordbruks- och klimatpolitik bidrar till minskade växthusgasutsläpp, medan förväntad ökad jordbruksproduktion i östra Europa drar upp utsläppen (Smith et al., 2007). Det är dock viktigt att komma ihåg att endast produktionen inom EU räknats med här – utsläppen från produktionen av jordbruksvaror importerade till EU från tredje land ingår alltså inte i prognosen.

Växthusgasutsläppen från den svenska jordbrukssektorn uppskattas till cirka 9,5 miljoner ton CO₂-ekvivalenter per år, inklusive utsläpp från energianvändning inom jordbruket och produktion av insatsvaror (Cederberg et al., 2011b, Naturvårdsverket, 2012b). Om man enbart

⁷ Inget målår anges. Koldioxidkoncentrationen i atmosfären uppgick 2009 till ca 460 ppm, och ökningen bedöms vara ca 2 ppm per år (Naturvårdsverket, 2012a).

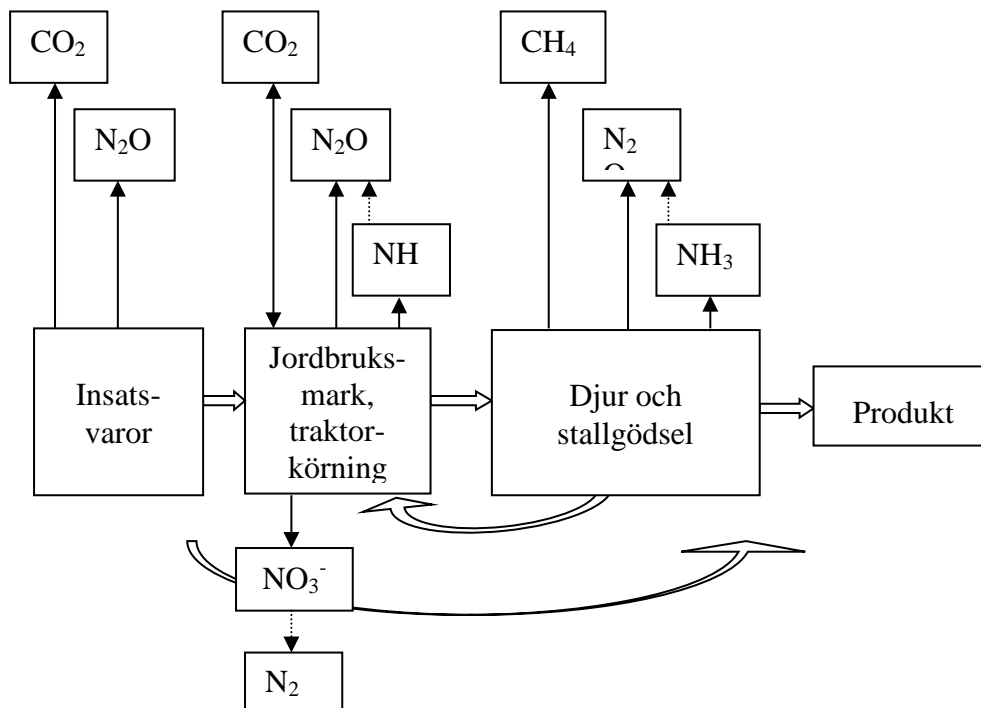
⁸ Målet gäller enbart de verksamheter som inte ingår i handeln med utsläppsrätter.

räknar med de sektorsdata som ingår i den nationella rapporteringen av växthusgasutsläpp till FN:s klimatpanel IPCC, står jordbruket för 8 miljoner ton CO₂-ekvivalenter per år, vilket motsvarar 12 procent av de utsläpp som sker inom Sverige. Av detta är cirka 60 procent lustgas och 40 procent metan, räknat som koldioxidekvivalenter (Naturvårdsverket, 2012b).

Animalieproduktionen

Globalt sett står djurproduktionen, inklusive odling av foder, transporter och markanvändning, för en betydande del av världens totala växthusgasutsläpp. Enligt FAO-rapporten ”Tackling climate change through livestock” står den globala animalieproduktionen för 15 procent av människans totala växthusgasutsläpp, inklusive utsläpp från förändrad början av 2000-talet (Steinfeld et al., 2006), inklusive utsläpp från förändrad markanvändning markanvändning (Gerber et al., 2013). Avsnitten *Kol i mark* och *Utsläpp från avskogning* nedan tar upp utsläpp av växthusgaser i relation till markanvändning och förändrad markanvändning.

Utsläppen av växthusgaser från animalieproduktionen fram till gårdsgrind utgörs nästan helt av de tre gaserna koldioxid (CO₂), lustgas (N₂O) och metan (CH₄), se Figur 7. Koldioxid släpps ut vid tillverkning och transport av insatsvaror (t.ex. mineralgödsel) samt vid användning av diesel vid traktorkörning. Dessutom kan markens kolbalans ändras vid foderproduktionen, vilket kan ge utsläpp eller upptag av koldioxid. Utsläpp av lustgas sker vid tillverkning av mineralkvävegödsel, från kväve i mark och från stallgödsellager. Ammoniak och nitrat innehåller kväve (N), som kan avgå som lustgas via processer i marken. Metan avgår från djurens fodersmältning (framför allt från idisslare) och från stallgödsellager.



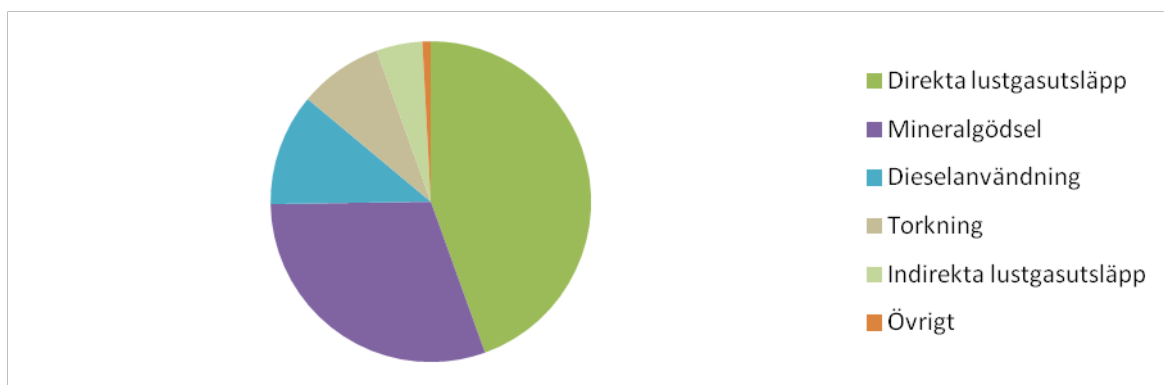
Figur 7. Huvudsakliga utsläpp av växthusgaserna koldioxid (CO₂), lustgas (N₂O) och metan (CH₄) i olika delsteg i djurproduktionen fram till gårdsgrind.

Utsläpp från foderproduktion

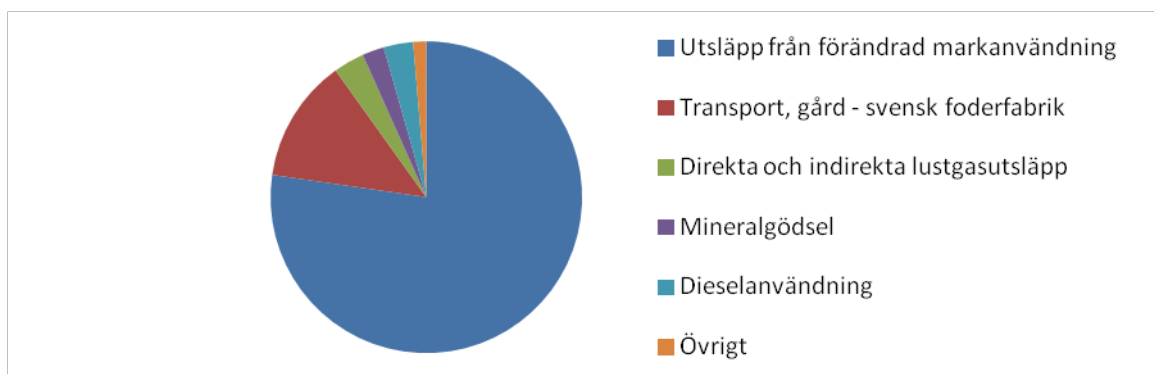
Foderproduktionen står för en relativt stor del av animalieproduktionens utsläpp av växthusgaser, för svenska förhållanden vanligen 25-35 procent för idisslare och 65-80 procent för enkelmagade djur.⁹ Lägst är andelen för idisslare, framför allt på grund av att växthusgasutsläppen totalt sett är högre för dem, på grund av utsläppen av metan från deras foder-smältning.

Lustgas från mark, mineralgödselproduktion och dieselanvändning dominerar utsläppen av växthusgaser från svensk foderodling. Processning och transport har relativt liten betydelse, se Figur 8. För importerade fodermedel kan även eventuella utsläpp från förändrad markanvändning ha stor betydelse, liksom utsläpp från transport, se Figur 9.

Av kväve, fosfor och kalium som används på svenska åkrar, har produktionen av kvävegödsel störst klimatpåverkan per kg skörd. Det beror både på stora utsläpp från produktionen per kg kväve (3-7 kg CO₂-ekv/kg N för ammoniumnitrat) och användning av många kg kväve per hektar och därmed per kg skörd. Tillverkning av kvävegödselmedel ger utsläpp av växthusgaser både genom energianvändning framför allt i ammoniaktillverkningen (ammoniumkväve) och genom utsläpp av lustgas från tillverkningen av salpetersyra (nitratkväve). Huvuddelen av kvävegödselmedlen på den svenska marknaden innehåller både ammonium- och nitratkväve.



Figur 8. Fördelning av utsläpp av växthusgaser för höstvetete fram till gårdsgrind där fodret odlas.



Figur 9. Fördelning av utsläpp av växthusgaser för sojamjöl fram till svensk foderfabrik. Utsläppen från mineralgödselproduktion är här låga på grund av att sojabönan fixerar sitt eget kväve – tillförseln av mineralgödselkväve är därför ringa.

⁹ Här ingår inte utsläpp från förändrad markanvändning.

Utsläppen av växthusgaser är tämligen stora per kg näringsämne även för produktion av fosforgödsel med mineraliskt ursprung, men användningen per hektar (och per kg skörd) är lägre, och därför får fosforgödslingen inte så stort genomslag i växthusgasutsläppen per kg gröda. De stora utsläppen från produktionen beror framför allt på stor energianvändning i brytningen av fosfor. Energianvändningen varierar mycket beroende på vilken typ av fyndighet som används, och därmed är även variationen i utsläpp av växthusgaser per kg fosfor stor. Enligt databasen Ecoinvent (version 2.2) spänner klimatavtrycket för vanliga fosforgödselmedel på den västeuropeiska marknaden från 3 till 6 kg CO₂-ekv per kg ren fosfor (Ecoinvent Centre, 2010).

Användningen av diesel till traktorer varierar stort beroende på jordart, transportavstånd och vilka krav olika grödor ställer på jordbearbetning och skörd. Dessutom har växtföljden stor betydelse för behovet av jordbearbetning. Hur stora växthusgasutsläpp som körningarna ger upphov till beror också på vilket bränsle som används, och hur det produceras.

Lustgas bildas bl.a. i åkermark när kväve omsätts i marken. Risken för lustgasavgång är högre om det finns mycket växttillgängligt kväve i marken och om syretillgången är begränsad.¹⁰ Även tillgången på organiskt material i marken, temperatur och markens bakterieflora har betydelse för hur stor lustgasavgången blir.

Nitrat, som lakas ut från åkern, och ammoniak och andra kväveoxider som avgår till luften från gödsel och mark, kan transporteras till ekosystem utanför åkern. Där sker nitrifikation och denitrifikation på samma sätt som i åkern, och en del av kvävet kan då avgå som lustgas. Detta kallas för indirekta lustgasutsläpp.

Kunskapen är otillräcklig om lustgasutsläppens storlek vid olika betingelser, men IPCC har en mall som används av många aktörer vid beräkning av dessa utsläpp (IPCC, 2006). De direkta lustgasutsläppen beräknas enligt mallen enbart utifrån mängden tillfört kväve, vilket innebär en kraftig förenkling.

Metan från fodermältning

Nästan alla utsläpp av metan (CH₄) kan härledas till djurhållning, och då framför allt från idisslarnas fodermältning. De vanligaste idisslarna i Sverige är nötkreatur och får. I deras våm finns mikroorganismer som bryter ner fodret anaerobt (syrefritt), varvid metan bildas. Idisslarnas speciella fodermältning med stora utsläpp av metan gör att produkter från idisslarna medför stora utsläpp av växthusgaser. Metanemissionerna från djurens fodermältning styrs till stor del av fodrets energiinnehåll och nedbrytbarhet (IPCC, 2006), men det finns osäkerheter och naturliga variationer som påverkar omfattningen på dessa metanemissioner. Enkelmagade djur som gris och fjäderfä har ingen våm och släpper därmed endast ut små mängder metan från sin fodermältning.

¹⁰ Växttillgängligt kväve är kväve i nitrat- eller ammoniumform. Kväve är tillgängligt för växternas rötter i dessa former, till skillnad från om det är organiskt bundet. Växttillgängligt kväve kan härröra från både stall- och mineralgödsel. Genom biologiska och kemiska processer i marken kan kvävet övergå från en form till en annan.

Utsläpp från gödsel

Från det att gödseln lämnar djuret till dess att den sprids, sker utsläpp av ammoniak, lustgas och metan. Ammoniakutsläppen kan leda till indirekta utsläpp av lustgas. Ammoniakavgången från gödsel varierar mellan djurslag och gödselslag. De sammantagna utsläppen från stall och lager är generellt större för djupströ än för fastgödsel, som i sin tur ger högre utsläpp än urin och flytgödsel (Jordbruksverket, odat). Utsläppen är lägre vid lågt pH och låg temperatur (Berglund et al., 2009).

De direkta lustgasutsläppens storlek avgörs av gödselns sammansättning (kol- och kvävehalter), vattenhalt, pH, temperatur, lagringstid och hantering (Berglund et al., 2009). Lustgas bildas och avgår från gödseln vid växlande tillgång på syre, precis som i marken.

Metan bildas när organiskt material bryts ner i syrefria miljöer (t.ex. i flytgödsel) och produktionen gynnas av höga temperaturer (Berglund et al., 2009).

Kol i mark

Odlingsmetoder såsom val av gröda, växtföljder, gödsling m.m. påverkar uppbyggnaden av mullen i åkermarken. Åtgärder som gynnar mulluppbyggnad innebär långsiktigt bättre markbördighet och därmed också goda förutsättningar för högre och stabila skördar. En ökad mullhalt i åkermarken är också positiv för klimatet eftersom det innebär att kol byggs in i marken, d.v.s. marken blir en kolsänka. Motsatsen, nedbrytning av markens kolförråd, innebär att mullhalten minskar och att koldioxid avges men också en försämrad kvalitet hos odlingsmarken.

Mullhalten varierar med klimatet

Åkermarken¹¹ i Sverige innehåller drygt 4 procent organiskt material (medianvärde) och detta innebär att mängden kol i matjordslagret (0-20 cm) är runt 74 ton kol/ha med en variation mellan 40-90 ton kol/ha (Naturvårdsverket, 2010). Mullhalterna är lägst i Skåne, drygt 3 procent (medianvärde) medan de högsta mullhalterna hos mineraljordar återfinns i åkermark i Götalands och Svealands skogsbygder och längs Norrlandskusten. Halland och Västra Götaland har generellt högre mullhalter än Skåne och östra Sverige. Detta kan bero på klimatologiska faktorer. Högre nederbörd ger fuktigare och tidvis mindre luftade jordar vilket leder till långsammare nedbrytning av det organiska materialet. Lägre temperaturer i norra Sverige leder till högre kolförråd, dels genom att nedbrytningen är långsammare vid lägre temperatur, dels genom att den lägre temperaturen ger mindre avdunstning och därmed något mer fuktig jord (Eriksson et al., 1997).

Tillförseln av kol viktig för mulluppbyggnad

Den totala mängden kol som tillförs åkermarken med skörderester och organisk gödsel (framför allt stallgödsel) är en viktig faktor för om det blir mulluppbyggnad (d.v.s. en kolsänka). Generellt innebär högre skördenivåer också mera kol i ovan- och underjordiska skörderester och därmed en större potential till inlagring av kol i marken. Odling av vall är positivt för kolinlagring i åkermarken, eftersom denna gröda har stor rotmassa och kolet i rötternas biomassa är mera stabilt än kol i ovanjordiska växtrester. Tillförsel av halm ökar

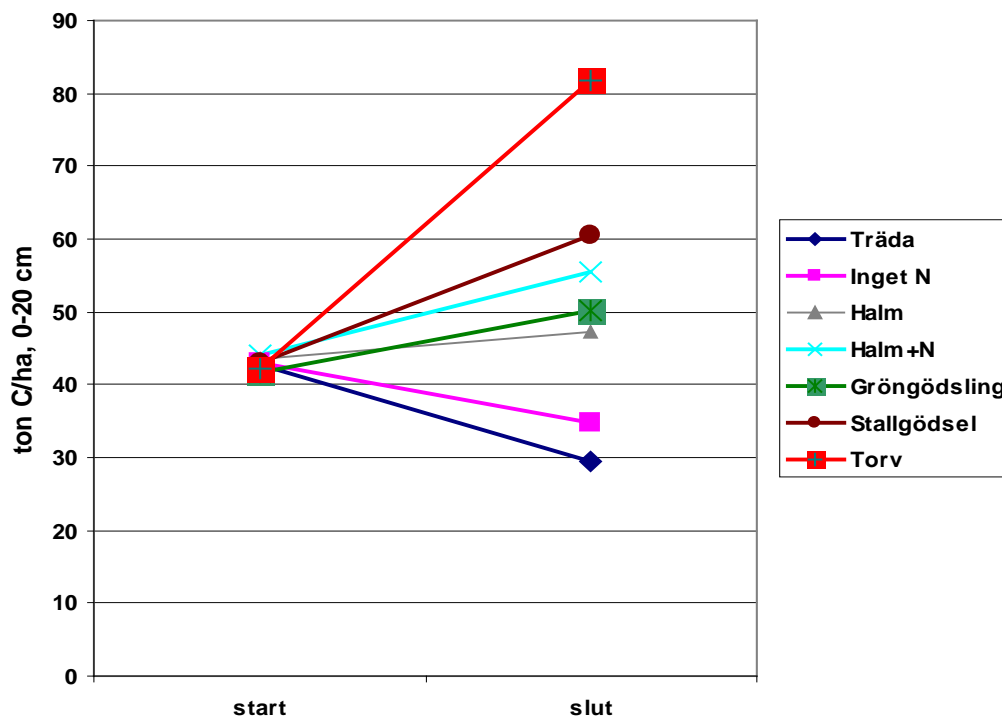
¹¹ Den åkermark som är mineraljord, d.v.s. jord som har mindre än 12 procent organiskt material (mull) i matjordsskiktet. Jordar med högre mullhalt räknas som organiska jordar, mulljordar.

markens kolförråd, undantaget om markens kolhalt är hög från början. Långvarig och upprepad tillförsel av stallgödsel ökar markens kolförråd, speciellt om utgångsläget är en mullfattig jord. Långliggande försök i England där stallgödsel tillförts under 130 år har lett till ett ökat kolförråd om 60 ton kol per hektar, d.v.s. en ökning om knappt 500 kg kol per hektar och år (Naturvårdsverket, 1997).

Svenska försök

Långsiktiga förändringar i markens kol- och kväveförråd har undersökts i svenska försök vid Ultuna där olika typer av organiskt material tillfördes (Persson & Kirchmann, 1994). Försöket var utlagt på en något mullhaltig mellanlera som hade 1,5 procent kol vid försökets början 1956. Spannmål odlades i stort sett alla år. Under 35 år tillfördes totalt cirka 67 ton kol per hektar som halm, gröngödsling, stallgödsel respektive torv. Ett försöksled trädades alla år.

Resultaten visar att samma mängd kol tillförd med halm, gröngödsling, stallgödsel, rötslam och torv resulterar i olika kolinlagring, d.v.s. mulluppbyggnad. Halm och gröngödsling-grödor innehåller en stor andel lätt omsättbart material som omvandlas till koldioxid vid mikroorganismernas nedbrytning och alltså avgår tillbaka till atmosfären. Det organiska materialet i stallgödsel har redan genomgått en nedbrytningsprocess i djurens mag-tarmkanal och det kvarvarande kolet i stallgödseln är därför mera stabilt mot markmikroorganismernas omsättningsprocess. Detsamma gäller för kol som tillförs med avloppsslam som är mera beständigt mot nedbrytning än stallgödsel och som alltså har något högre förmåga att bygga upp kolförrådet. Kol i torv är redan väl omsatt och mycket stabilt i markens nedbrytningsprocesser. Olika typer av organiskt material som tillförs marken har alltså olika kvalitet vad gäller att främja kolinlagringen i marken, d.v.s. bygga upp mullhalten (se Figur 10).



Figur 10. Innehåll av kol i matjordslagret vid Ultuna ramförsök vid försökets start 1956 och 35 år senare (1991) vid försökets avslutning. Samma mängd kol tillfördes alla försöksled, förutom "träda" där inget organiskt material tillfördes och "inget N" där endast underjordiska skörderester från en ogödslad gröda tillfördes (Persson & Kirchmann, 1994).

Danska försök

I Danmark har man undersökt förändringar i markens kolförråd som en effekt av praktiskt jordbruk under 11 år (1986/87 t.o.m. 1997/98) med hjälp av jordprov i åkermarken som togs ut i ett nätverk (7 x 7 km) i skikten 0-25 cm och 25-50 cm. På gårdar med nötkreatur påvisades en ökning av kolförrådet om cirka 900 kg kol per hektar och år (d.v.s. en kolsänka) medan gårdar med grisproduktion hade förlorat kol, cirka 380 kg kol per hektar och år. En analys visade att följande odlingsåtgärder hade positiv betydelse för en uppbyggnad av markens kolförråd: antal år med vall, antal gånger stallgödsel tillfördes och mängden tillförd mineralgödsel. En slutsats från studien var att i Danmark sker kolinlagring framför allt på lätta jordar i områden som domineras av produktion med nötkreatur (särskilt mjölk) medan kolförluster sker på mer lerhaltiga jordar som domineras av intensiv spannmålsodling och/eller grisproduktion (Heidmann et al., 2002).

Modeller för att beräkna förändringar i markens kolbalans

Förändringar av markkol i åkermark beräknas med modeller, exempel på sådana utvecklade i norra Europa är den svenska ICBM-modellen (Kätterer & Andrén, 1999), Rothamstead-modellen från Storbritannien (Coleman & Jenkinson, 1996) och danska C-tool modellen (Petersen, 2010). Dessa modeller är kalibrerade mot långliggande odlingsförsök (flera decennier, som t.ex. Ultunaförsöket) i vilka man mäter hur kolhalten i åkermarken förändras kopplat till olika odlingsåtgärder. Viktiga indata i modellerna är tillförsel av kol med skörderester och stallgödsel, temperatur, lerhalt, bearbetning och transporter av kol från matjorden ner till alven. Under senare år har det visats att det sker betydande flöden av kol från matjorden ner till lägre skikt vilket gör att en del av det kol som man tidigare har trott vara förluster från matjorden i stället återfinns i lägre jordskikt. Trots dessa forskningsrön är det många kol-i-mark-modeller som endast beaktar matjordsskiktet (Petersen, 2010). Kol som tillförs marksystemet med skörderester och organisk gödsel är viktigt för att markens mullhalt ska höjas och bli en kolsänka. Generellt innebär högre skördenivåer också mera kol i ovan- och underjordiska skörderester och därmed en större potential till inlagring av kol i marken (mulluppbyggnad). I växtföljder med vallar är det svårare att beräkna detta än för spannmålsväxtföljder, eftersom skörderester ovan jord och rotrester under jord efter olika grödor har undersökts i faktiska försök mycket mera sällan för vallgrödor än för spannmålsgrödor (Petersen, 2011).

Viktiga frågeställningar

I dag finns det inte någon internationell konsensus om vilken metodik som ska användas för att inkludera förändringar i markens kolförråd i livscykelanalyser och klimatavtrycksberäkningar av jordbruksprodukter. De mest betydande osäkerheterna och diskussionerna om metodik rör:

- spatial systemgräns (hur djupt i markprofilen ska förändringar i markkol beräknas?),
- den tidsmässiga systemgränsen (hur länge ska förändringar följas: 20, 30 eller 100 år?),
- nytt jämviktsläge (sker det en kolmättnad i marken?) och
- modellerbarhet (är det tillräckligt att endast använda modellering eller krävs även mätningar?) (Garnett et al., 2010).

Andra svårigheter med att bedöma effekterna av åtgärder för att öka kolinnehållet i jordbruksmark är dels att inlagrat kol lätt kan frigöras igen om markanvändningen förändras, dels att åtgärder för att öka mängden markkol på ett ställe kan leda till ökade utsläpp någon annanstans. Det kan exempelvis handla om att fältkanter görs gräs- eller trädbevuxna för ökad inlagring av kol, vilket minskar den odlingsbara ytan. Detta kan i sin tur öka behovet av ny odlingsmark, och leda till att naturliga marker (exempelvis skogsmark) odlas upp, med förlust av kol till atmosfären som följd (Cederberg et al., 2012).

Sammanfattningsvis är det vanskligt att förlita sig på att jordbruksmarkens funktion som kolsänka ska bidra till minskade koldioxidhalter i atmosfären – utfallet är alltför osäkert för att vi ska kunna räkna med detta som ett betydande bidrag i klimatarbetet.

Utsläpp från avskogning

Enligt FAO-rapporten ”Tackling climate change through livestock” står koldioxidutsläpp från avskogning i Sydamerika för cirka nio procent av de totala växthusgasutsläppen från världens samlade animalieproduktion (Gerber et al., 2013). De minskade utsläppen från avskogning under senare år har varit särskilt utmärkande för Sydamerika. I Brasilien har stora insatser gjorts, både politiskt genom hårdare uppföljning av olaglig avverkning och genom marknadsinitiativ, där t.ex. stora internationella uppköpare av soja har slutat att köpa soja från avskogad mark. Dessa initiativ understöddes av den ekonomiska krisen som innebar en global minskad efterfrågan av jordbruksprodukter 2006-2008 och därmed minskat behov av ny odlingsmark. Under de senaste tre åren har efterfrågan och produktion ökat igen och nya studier från den viktiga sojastaten Mato Grosso i Brasilien visar att denna produktionsökning framför allt har kunnat tillfredsställas genom ökande skördenivåer och nyodling på marker som avskogats längre tillbaka i tiden (Macedo et al., 2012). I forskarsamhället finns det olika syn på huruvida jordbruksproduktion kan öka i tropiska skogsområden utan att ytterligare avskogning riskeras. Erfarenheterna från Brasilien under senare år talar för att det är möjligt. Macedo et al. (2012) argumenterar för betydelsen av insatser från både stat och marknad för att undvika att skogsmark omvandlas till jordbruksmark när den globala efterfrågan på jordbruksprodukter stiger och därmed också markpriserna. De förändringar i Brasiliens skogslagstiftning som nu diskuteras kan innebära att avskogningen åter tar fart i Brasilien.

Den expanderande sojaproduktionen under 2001-2006 gjordes genom arealexpansion, medan expansion under 2006-2010 gjordes genom ökande skördar och expansion på tidigare uppodlad mark. Under senare år har de höga priserna bromsat den kraftiga efterfrågan på soja som drev utvecklingen under tidigt 2000-tal (Macedo et al., 2012). Dessa erfarenheter talar för att en riktad marknadsinsats har varit viktig för att minska avskogningen, men samtidigt att det inte kan garanteras att denna situation även håller i en framtid vid en kraftig ökning av efterfrågan.

Livscykelanalyser

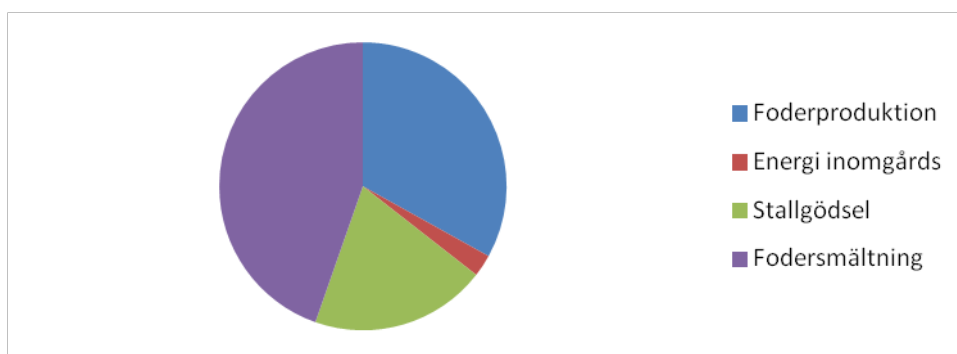
I detta kapitel sammanställs resultat från livscykelanalyser och klimatavtrycksstudier av animalieproduktion. Resultaten delas upp i två delar: a) produktion fram till gårdsgrinden och b) förädlingsleden. Analyserna fram till gårdsgrinden inkluderar typiskt produktion och användning av diesel, el, gödselmedel, foder och andra insatsmedel samt emissioner av metan och lustgas från mark, stallgödselhantering och djurens fodermältning. Här ingår även indirekta lustgasemissioner orsakade av ammoniak- och nitratemissioner.

Den litteratur som använts har valts utifrån aktualitet och kvalitet med fokus på de länder som producerar animalieprodukter för den svenska marknaden. Litteraturen inkluderar sällan vare sig förändringar i markkol eller effekter av avskogning i resultaten. I de fall sådana uppgifter finns redovisar vi dem separat, och betecknar dem som utsläpp från LULUC (land use and land use change). På grund av osäkerheterna och frånvaron av vedertagen metodik väljer vi här att inte ange någon eget tillägg för möjlig kolinlagring per kg kött eller mjölk, inte heller för utsläpp från avskogning.

Det är vanskligt att jämföra resultat från olika livscykelanalyser eller likande studier när det gäller kvantifierade värden för t.ex. utsläppsnivåer, mark- och energianvändning. Förutom de skillnader i resultat som förekommer på grund av faktiska skillnader i utsläpp exempelvis till följd av skillnader i fodereffektivitet i produktionen, bidrar även skillnader i metodik till att resultaten från olika studier skiljer sig åt. Resultaten är starkt beroende av valet av systemgränser, allokeringsprinciper och antaganden om hur insatsvaror producerats och animalieproduktionen sker. I de genomgångna studierna används även olika principer för att uppskatta eller beräkna miljöpåverkan av bl.a. metan från djurens fodersmältning och kväveförluster från mark.

Mjölkproduktion och mejeriprodukter

Vid mjölkproduktion står metan och lustgas för den största klimatpåverkan. Metan kommer främst från djurens fodersmältning, men även från lagring av flytgödsel. Lustgasutsläppen härrör från tillverkning av mineralgödselkväve, lagring av stallgödsel och från marken (Cederberg et al., 2009b). Fördelningen av utsläppen på olika källor åskådliggörs i Figur 11. Denna fördelning speglar ett svenskt genomsnitt 2005, men är i stort giltig för olika driftsformer och dagens produktion. Utmärkande för mjölkproduktion med generellt låga utsläpp av växthusgaser är effektiva kor med god mjölkleverans, effektiv användning av kväve vid odling av foder (d.v.s. låg användning av mineralgödselkväve och bra utnyttjande av kväve i stallgödsel och kvävefixerande baljväxter) och hög andel närproducerat foder (Cederberg et al, 2007).



Figur 11. Fördelning av utsläpp av växthusgaser (som kg CO₂-ekv.) från mjölk vid gårdsgrind på de huvudsakliga utsläppsposterna (Cederberg et al., 2009b).

Växthusgasutsläppen vid produktion och distribution av foder varierar mellan olika foderråvaror. En stor del av fodret till svenska mjölkkor utgörs av lokalt producerat grovfoder (ensilage, hö, bete, majsensilage). Kon får även olika typer av kraftfoder som bl.a. innehåller spannmål, proteinkoncentrat (t.ex. från raps och soja) och fiberråvara (t.ex. betför som är en biprodukt från sockerindustrin). Sojan i svenskt foder kommer främst från Brasilien (Lantmännen, 2011). Sojamjöl utgör cirka 35 massprocent av mjölkornas proteinfoder (Cederberg et al., 2009b). Sojaproduktion är i vissa fall förknippad med avskogning i samband med uppodling av ny mark, se avsnittet ***Kol i mark***. I denna rapport redovisas resultat inklusive förändrad markanvändning när sådana uppgifter förekommer. Vid sidan om avskogning och därmed förknippade utsläpp av växthusgaser kan sojaodlingen även ske med hög användning av pesticider – se kapitlet ***Giftfri miljö*** samt ***Ett rikt odlingslandskap och ett rikt växt- och djurliv***.

Klimatpåverkan vid mjölkproduktion har sammanställts i Tabell 3. I kolumnen ”kommentarer” beskrivs kortfattat produktionsinriktning och upplysningar om metodik ges. I kolumnen Allokering beskrivs hur klimatpåverkan av djurhållningen har fördelats mellan mjölken och köttet som lämnar gården. Exempelvis innebär ekonomisk allokering att klimatpåverkan har fördelats utifrån produkternas ekonomiska värde. Uppgifterna i Tabell 3 har hämtats från livscykelanalyser och avser klimatpåverkan fram till gårdsgrinden.

Tabell 3. Beräknade utsläpp av växthusgaser per kg energikorrigerad mjölk (ECM) fram till gårdsgrind enligt olika studier och för olika produktionsinriktningar. Utöver olikheterna mellan olika produktionssystem finns det även skillnader i metodik mellan studierna, vilket har betydelse för resultaten. Jämförelser mellan studierna bör inte göras utan hänsyn till metodskillnader

Referens	Allokering	Land/region	Totalt vid gårdsgrind, kg CO ₂ -ekv/kg ECM*	Kommentar
Cederberg et al. 2007	Ekonomisk allokering, 90 % till mjölken.	Norrland	1,0	Konventionell produktion
			0,92	ekologisk produktion (avviker ej signifikant från konv. prod.)
Cederberg et al. 2009	Fysikaliskt grundad allokering; 85 % till mjölken	Sverige	1,0	Top-down-analys.
Flysjö et al., 2011	Ingen allokering till kött.	Nya Zeeland	1,0	Skillnad mellan länderna kan ej fastslås.
		Sverige	1,2	
Gerber et al., 2010		Världen	1,3-7,5**	Genomsnitt för olika regioner. De högsta emissionerna per kg mjölk återfinns i utvecklingsregioner. De lägsta utsläppen återfinns i industrialiserade regioner. LUC*** ingår för sojabaserat foder. LUC bidrar med 0,09 kg CO ₂ -ekv/kg mjölk för Europa (som importerar mycket soja från Sydamerika), men LUC-bidraget är för stora delar av världen försumbar i mjölkproduktionen.
Kristensen et al., 2011	Allokering till kött utifrån bl.a. massa.	Danmark	1,0	Konventionell produktion
			1,1	Ekologisk produktion (avviker ej signifikant från konv. prod.)
Leip et al., 2010	Allokering mellan kött och mjölk utifrån N-innehåll i produkter och nettoenergibehov (metan). Systemexpansion för stallgödsel som används utanför systemet (sluppen mineralgödsel)	EU27	1,0 [^]	LULUC-tillägg ^{^^} , EU-medel: 0,26-0,64 kg CO ₂ -ekv. Var. mellan länder exkl. LULUC: 0,8 (Belgien) - 1,6 kg CO ₂ -ekv (Lettland)
Thomassen et al., 2008	Ekonomisk allokering.	Nederländerna	1,4	Konventionell produktion
			1,5	Ekologisk produktion (avviker ej signifikant från konv. prod.)
Thomassen et al., 2009	Ekonomisk allokering	Nederländerna	1,4	Standardavvikelse=0,3.
van der Werf et al., 2009	Ekonomisk allokering, 82 % till mjölk.	Frankrike	1,0*	Konventionell produktion
	Ekonomisk allokering, 80 % till mjölk.		1,1	Ekologisk produktion (avviker ej signifikant från konv. prod.)

*) ECM = energikorrigerad mjölk; mjölk som exempelvis kan innehålla 3,4 % protein och 4 % fett. Mjölk från olika koraser och från olika gårdar innehåller olika proportioner av näringsämnen. För att kunna jämföra gårdar, produktionssystem etc. rättvist räknar man om resultaten till mer enhetlig mjölk (1 kg mjölk motsvarar ungefär 1 liter).

**) Funktionell enhet i studien är 1 kg FPCM. FPCM = fat and protein corrected milk (1 kg FPCM ≈ 1 kg ECM)

***) LUC = förändrad markanvändning (land use change)

[^]) Funktionell enhet i studien är 1 kg mjölk, fetthalt 4% ≈ 1 kg ECM

^{^^}) LULUC = markanvändning och förändrad markanvändning (land use and land use change)

Eftersom de olika studierna i Tabell 3 använder olika metodik, ska jämförelser mellan olika studier undvikas. Däremot rymmer flera av studierna jämförelser av olika system som studerats med samma metodik, och det är utifrån dessa studier vi kan dra slutsatser om skillnader mellan system eller regioner.

Fyra av studierna listade i Tabell 3 jämför ekologisk och konventionell mjölkproduktion. Enligt dessa studier finns inga betydande skillnader i utsläpp av växthusgaser från ekologisk och konventionell mjölkproduktion, åtminstone inte i produktion inom EU (Cederberg et al., 2007, Kristensen et al., 2011, Thomassen et al., 2008, van der Werf et al., 2009). Ingen av dessa studier har inkluderat effekter av markanvändning och förändrad markanvändning. Även om skillnaderna i totala utsläpp av växthusgaser är små, kan systemen skilja sig åt beträffande varifrån utsläppen kommer. De ekologiska systemen ger högre emissioner av metan (Cederberg et al., 2007, Thomassen et al., 2008, van der Werf et al., 2009), medan de konventionella systemen enligt två av studierna ger mer lustgas och koldioxid per kg mjölk (Cederberg et al., 2007, Thomassen et al., 2008). Dessa skillnader kan förklaras av lägre mjölkavkastning per ko i ekologiska system, vilket ger att metanutsläppen från fodermältning och stallgödsel ska slås ut på färre kg mjölk, medan man i konventionell produktion använder mineralkvävegödsel vars produktion ger utsläpp av lustgas och koldioxid. Dessutom är användningen av kraftfoder större i konventionell produktion, vilket ofta innebär högre energianvändning i foderproduktionen (Cederberg et al., 2007).

Litteraturen ger alltså inget tydligt stöd för en skillnad i klimatpåverkan mellan ekologiskt och konventionellt producerad mjölk. Det går dock att minska klimatpåverkan i både ekologisk och konventionell mjölkproduktion, t.ex. med effektiva kor med god mjölkleverans, effektiv användning av kväve och hög andel närproducerat foder (Cederberg et al., 2007).

I en kartläggning av den europeiska animalieproduktionens utsläpp framgår generella skillnader mellan östra och västra EU, där mjölkens klimatavtryck i västra EU generellt sett är lägre än i östra EU (Leip et al., 2010). Enligt studien förklaras detta till viss del av lägre mjölkavkastning i de nyare, östra medlemsstaterna.

Mejeri och förädling

Sett till hela mjölkkedjan sker huvuddelen av växthusgasutsläppen fram till gårdsgrinden, globalt sett orsakar aktiviteterna fram till gårdsgrind hela 93 procent av utsläppen fram till butik (Gerber et al., 2010). För industrialiserade länder uppges andelen vara lägre, 78-83 procent. Dessa uppgifter gäller för alla mjölkprodukter sammantaget. Orsaken till att processningen står för en högre andel av utsläppen i de industrialiserade länderna är dels att mjölken processas mer i dessa länder, dels att utsläppen på gården är högre i utvecklingsländer.

I Tabell 4 listas utsläpp av växthusgaser efter gårdsgrind som ett viktat genomsnitt för samtliga mjölkprodukter i den industrialiserade världen. Viktningen har gjorts utifrån mängden mjölk som använts till respektive produkt, där färsk mjölk står för 26 procent, ost för 51 procent och mjölkpulver för 14 procent (Gerber et al., 2010). Processning och förpackning är de steg som bidrar mest; förpackningen är en stor post för färsk mjölk och för syrade produkter, medan processningen är viktigast för övriga produkter.

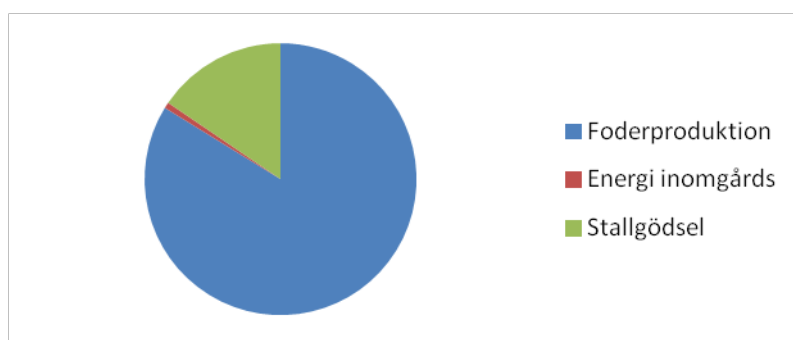
Till ett kg ost behövs cirka 10 kg mjölk (Berlin, 2002). Detta, tillsammans med processningens klimatavtryck om 0,13 kg CO₂-ekvivalenter per kg mjölk som används, ger ett klimatavtryck för ost på 10-15 kg CO₂-ekvivalenter per kg ost (Gerber et al., 2010).

Tabell 4. Ett viktat genomsnitt av samtliga mjölkprodukters utsläpp av växthusgaser efter gårdsgrind, fördelat på transport, processning och förpackning (Gerber et al., 2010).

	Utsläpp av växthusgaser, kg CO ₂ -ekv/kg ECM
Transport från gård till mejeri	0,016
Processning/förädling	0,086
Förpackning och paketering	0,038
Totalt	0,14

Ägg

Figur 12 visar fördelningen av utsläpp av växthusgaser på de huvudsakliga källorna fram till gårdsgrind (Cederberg et al., 2009b). Vi ser att foderproduktionen dominerar klimatpåverkan från äggproduktionen; denna del i kedjan står för nästan 85 procent av utsläppen av växthusgaser fram till gårdsgrind (Cederberg et al., 2009b).



Figur 12. Fördelning av växthusgasutsläpp från äggproduktion vid gårdsgrind på de huvudsakliga utsläppsposterna (Cederberg et al., 2009b). Utsläpp av metan från fodersmältningen bedöms vara försumbara.

I Tabell 5 ges en sammanställning av resultat från olika studier av växthusgasutsläpp från äggproduktion.

I en sammanställning av utsläpp av växthusgaser från animalieproduktion inom olika regioner i EU-27, framgår att det är stora skillnader i klimatavtryck för ägg mellan olika medlemsländer, särskilt om effekter av markanvändning och förändrad markanvändning (LULUC) inkluderas (Leip et al., 2010).

Eftersom foderproduktionen står för en så stor del av de potentiella växthusgasutsläppen, är foderutnyttjandet mycket viktigt (Carlsson et al., 2009a, Sonesson et al., 2008). Foderutnyttjandet kan ökas genom minskad dödlighet, förbättrad foderomvandling i djuret, minskat foderspill med mera. Även valet av fodermedel har stor betydelse för klimatavtrycket. Effektiv stallgödselhantering nämns också som viktig för att hålla nere eller sänka klimatavtrycket.

En studie som jämför fyra vanliga äggproduktionssystem i Storbritannien visade på något lägre utsläpp från produktion i bursystem än från de frigående systemen (Leinonen et al., 2012b). De frigående systemen var 1) frigående höns inomhus, 2) frigående höns med tillgång till utevistelse och 3) ekologisk produktion, där tillgång till utevistelse ingår i reglerna. Resultatet förklaras främst med att hönsen i de frigående systemen konsumerar mer foder per kg ägg än vad burhönsen gör. I studien framgår också att antalet fåglar som behövs per ton ägg och år är högst i det ekologiska systemet och lägst i bursystemet. Foder stod för cirka 70

procent av utsläppen av växthusgaser fram till gårdsgrind alltså, en något mindre del av klimatpåverkan än i svensk produktion enligt Cederberg et al. (2009).

En studie av nederländsk äggproduktion på sammanlagt 61 gårdar visar signifikant högre utsläpp av växthusgaser per kg ägg från två olika typer av frigående djupströsystem (enbart inomhus respektive med utevistelse) än från konventionell produktion med burhöns (Mollenhorst et al., 2006). Även ägg producerade i flervåningssystem för frigående höns hade enligt studien något högre utsläpp än ägg från burhöns, men denna skillnad var inte signifikant. Foderproduktionen dominerade även här klimatavtrycket, och i absoluta tal bidrog skillnader i utsläpp från foderproduktionen mest till skillnaderna mellan systemen. Variationen i utsläpp från foderproduktionen förklaras främst av skillnader i foderomvandling.

Studierna från Nederländerna och Storbritannien ger för samtliga system mycket högre emissioner per kg ägg än studierna som gäller Sverige och EU. Det ges inte tillräcklig information för att förklara avvikelserna mellan studier.

Packeri och distribution

Packeri, förpackning, transport och butik står för 10-15 procent av växthusgasutsläppen till och med butik (Sonesson et al., 2008). Störst belastning efter gårdsgrind har förpackningarna, som utöver konsumentförpackningen även omfattar förpackning för distribution från producent till packeri samt sekundärförpackning (större lådor att packa konsumentförpackningarna i).

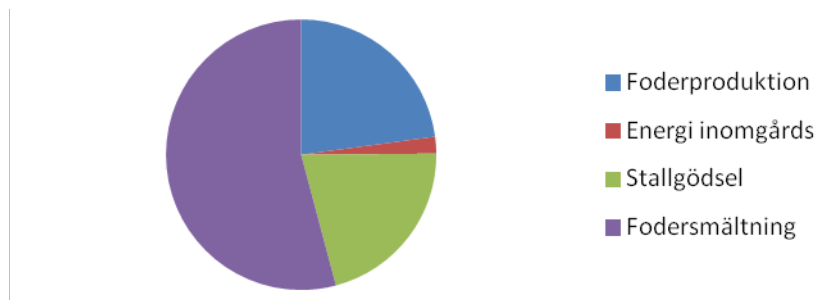
Tabell 5. Beräknade utsläpp av växthusgaser per kg ägg fram till gårdsgrind enligt olika studier och för olika produktionsinriktningar. Utöver olikheterna mellan olika produktionssystem finns det även skillnader i metodik mellan studierna, vilket har betydelse för resultaten. Jämförelser mellan studierna bör inte göras utan hänsyn till metodskillnader.

Referens	Land/ region	Klimatavtryck, kg CO ₂ -ekv/ kg ägg	Kommentar/Beskrivning
Carlsson et al., 2009	Sverige	1,2	En ekologisk gård
Cederberg et al., 2009	Sverige	1,4	Top-down-analys av Sveriges produktion av ägg 2005
Leinonen et al., 2012	UK	2,9	Konventionell produktion i bur
		3,5	Konventionell produktion, frigående inomhus
		3,4	Konventionell produktion, frigående med utevistelse
		3,4	Ekologisk produktion
Leip et al., 2010	EU27	1,6	LULUC-tillägg, EU-medel: 1,3-1,7 kg CO ₂ -ekv. Variation mellan länder exkl. LULUC: 1,2 (Danmark) - 3,3 kg CO ₂ -ekv (Cypern) Systemexpansion för stallgödsel som används utanför systemet (sluppen mineralgödsel)
Mollenhorst, 2006	Neder- länderna	3,9	Konventionella burhöns
		4,3	Frigående höns på djupströbädd, utan utevistelse
		4,6	Frigående höns på djupströbädd, med utevistelse
		4,2	Frigående höns i flervåningssystem, med utevistelse
Sonesson et al., 2008	Sverige	1,5	Medelvärde av två gårdar, en med frigående höns och en med burhöns.

Kött

Nötkött

Figur 13 visar fördelningen av utsläpp av växthusgaser på de huvudsakliga källorna fram till gårdsgrind (Cederberg et al., 2009b). Vi ser att fodersmältningen står för drygt hälften av utsläppen, medan foderproduktion och stallgödsel står för en knapp fjärdedel vardera (Cederberg et al., 2009b).



Figur 13. Fördelning av växthusgasutsläpp från nötköttsproduktion vid gårdsgrind på de huvudsakliga utsläppsposterna (Cederberg et al., 2009b).

I en mjölkobesättning produceras dels mjölk, dels kött. Köttet kommer från tjurkalvar, från de kvigkalvar som inte blir mjölkkor och från utslagskor.¹²¹³ Det innebär att mjölkobesättningens miljöpåverkan delas av produkterna mjölk och kött. Därmed skiljer sig situationen från den för köttproduktion i självrekryterande system, där hela miljöpåverkan från besättningen belastar nötköttet. Det finns olika allokeringsprinciper för hur miljöpåverkan från mjölkkor fördelas mellan köttet och mjölken som produceras, t.ex. med utgångspunkt från produkternas ekonomiska värde eller vikt. Beräkningar av potentiell klimatpåverkan av nötkött kommer därför även att påverkas av valet av allokeringsprincip (Casey & Holden, 2006, Cederberg & Stadig, 2003).

Resultat från olika studier av klimatpåverkan vid nötköttsproduktion har sammanställts i Tabell 6. Uppgifterna i tabellen har hämtats från olika livscykelanalyser och avser klimatpåverkan fram till gårdsgrinden. Resultaten anges i tabellen per kg slaktvikt. För de studier som angivit resultat per kg levandevikt, har en omräkning gjorts, där 1 kg levandevikt har antagits motsvara 0,55 kg slaktvikt.

Vissa av de studier som återges i Tabell 6 är studier som jämför olika uppfödningssystem. Från resultaten i dessa studier kan slutsatser dras om skillnader mellan olika system. Jämförelser kan dock inte göras mellan studier, eftersom olika studier är gjorda med olika metodik, olika emissionsfaktorer och olika systemgränser. Vid sidan om resultaten ger tabellen vissa nyckeluppgifter om metodik, aktuell region och produktionssystem.

¹² En utslagsko är en mjölkko som tjänat ut och går till slakt.

¹³ Tjurkalvar och även kvigkalvar för slakt säljs antingen som livdjur till en annan gård som föder upp dem till slakt eller föds upp till slakt på mjölkgården. I båda fallen är de en resurs, och en del av mjölkobesättningens miljöpåverkan allokeras till köttet från dessa djur.

Tabell 6. Beräknade utsläpp av växthusgaser per kg nötkött med ben (slaktvikt) fram till gårdsgrind enligt olika studier och för olika produktionsinriktningar. Utöver olikheterna mellan olika produktionssystem finns det även skillnader i metodik mellan studierna, vilket har betydelse för resultaten. Jämförelser mellan studierna bör inte göras utan hänsyn till metodskillnader.

Referens	Allokering	Land/ region	CF, kg CO ₂ - ekv/kg CW	Kommentar/Beskrivning
Casey & Holden, 2006a	Ingen (köttrasdjur).	Irland	24*	Konventionell produktion; handjur 730 dagar, slutvikt 620-660 kg; hondjur 580-595 dagar, slutvikt 510-550 kg
			22*	Miljöstödsproduktion; handjur 579-730 dagar, slutvikt 511-660 kg; hondjur 590-595 dagar, slutvikt 509-540 kg
			20*	Ekologisk produktion; handjur 620-760 dagar, slutvikt 450-605 kg; hondjur 580-599 dagar, slutvikt 400-520 kg
Casey & Holden, 2006b	Ingen (köttrasdjur).	Irland	21*	Typisk irländsk produktion, 730 dagar, slutvikt 647 kg
			19*	Tidigare slakt, 579 dagar, slutvikt 534 kg.
			20*	Tjurkalv, 434 dagar, slutvikt 530 kg.
	Allokering från mjölksystemet baserat på massa (mjölkrasdjur).	Irland	18*	Som irländskt medel, men mjölkcoras, 730 dagar, slutvikt 540 kg.
			13*	Som tidigare slakt, men mjölkcoras, 579 dagar, slutvikt 540 kg.
			14*	Tjurkalv, mjölkcoras, 434 dagar, slutvikt 540 kg
Cederberg et al. 2009	Fysikaliskt grundad allokering från mjölksystemet (gäller 65 % av köttet)	Sverige	20	Top-down-analys av Sveriges produktion av nötkött 2005. Viktat medel för kött- och mjölkkrasdjur.
Cederberg et al. 2009	Beräkningarna inkluderar dels utsläpp och resursanvändning från uppfödning av rekryteringskvigor till mjölkproduktionen, dels det kött som utslagskor från mjölkproduktionen står för – dessa poster kvittas mot varandra och allokering undviks.	Brasilien	28	Top-down-analys. Slaktvikt 200 kg.
Leip et al., 2010	Allokering mellan kött och mjölk utifrån N-innehåll i produkter och nettoenergibehov (metan).	EU-27	18	EU-medel. LULUC-tillägg: 2,9-9,4 kg CO ₂ -ekv. Variation mellan länder exkl. LULUC: 11 (Nederländerna) - 26 kg CO ₂ -ekv (Lettland). Systemexpansion för stallgödsel som används utanför systemet (sluppen mineralgödsel)
Nguyen et al., 2010	Allokering från mjölkproduktion baserat på foderenergi för dräktighet (mjölkrasdjur).	EU-27	16	Mjölksystem. Intensiv uppfödning av tjurkalvar, Ålder vid slakt 365 dagar. LULUC-tillägg: 0,91
			18	Mjölksystem. Medelintensiv uppfödning av tjurkalvar. Ålder vid slakt 487 dagar. LULUC-tillägg: 0,75
			20	Mjölksystem. Lågintensiv uppfödning av stutar. Ålder vid slakt 730 dagar. LULUC-tillägg: -0,66
	Ingen (köttrasdjur).		27	Dikosystem. Ålder vid slakt 487 dagar. LULUC-tillägg: 0,15

*) Funktionell enhet i studien var 1 kg levandevikt vid slakt, vid gårdsgrind. Här har resultaten räknats om per kg slaktvikt, och 1kg levandevikt har antagits motsvara 0,55 kg slaktvikt. Dessa resultat har tagits fram med de äldre karaktäriseringsfaktorerna för metan (21 kg CO₂-ekv/kg metan och 310 kg CO₂-ekv/kg N₂O, enligt IPCC (1996), i stället för de uppdaterade värdena 25 respektive 298 kg CO₂-ekv (IPCC, 2007)). Om resultaten för nötkött enligt dessa studier hade räknats om med de nyare karaktäriseringsfaktorerna, hade klimatavtrycket blivit högre än de värden som redovisats i tabellen – omkring 10 procent högre (eller mer, för produktion med höga slaktåldrar).
slaktvikt = djurets vikt efter slakt med ben, urtagen, utan huvud
levandevikt = djurets vikt i levande tillstånd
LULUC = markanvändning och förändrad markanvändning (land use and land use change)

De studier som återges i Tabell 6 visar i de flesta fall högre klimatavtryck för kött från djur med hög slaktålder och för kött från dikosystem. Om den höga slaktåldern är förknippad med hög slaktvikt, krävs mer foder för underhåll under djurets liv, eftersom foderbehovet per kg tillväxt är högre för ett tyngre djur än för ett lättare djur. Högt foderbehov innebär att mer foder ska odlas (mer utsläpp från odlingen), metanutsläppen från fodersmältningen blir högre och stallgödselproduktionen ökar (mer metan och lustgas från stallgödselhanteringen). Även i de fall den höga slaktåldern beror på långsam tillväxt behövs ofta mer foder för underhåll under djurets livstid, och metanutsläppen från fodersmältning, liksom utsläppen från gödsel per kg producerat kött blir högre.

I en sammanställning av utsläpp av växthusgaser från animalieproduktion inom olika regioner i EU-27, framgår att det är stora skillnader i klimatavtryck per kg nötkött mellan olika länder (Leip et al., 2010). Det framgår också att låga utsläpp kan åstadkommas på olika sätt. Österrike och Nederländerna, som båda har låga utsläpp per kg kött, skiljer sig markant åt i produktionssystem. Österrikes nötköttsproduktion baseras till stor del på grovfoder, vilket ger låga utsläpp från foderproduktionen, medan Nederländerna har en mer industrialiserad uppfödning med låga utsläpp av metan och lustgas. I båda fallen är dock köttavkastningen god per kg insatt foder. Lettlands stora klimatavtryck per kg kött exkl. förändrad markanvändning förklaras av låg avkastning från djuren. Lettland har även en inhemsk expansion av åkermark, vilket antas vara på bekostnad av betesmark, och därför beräknas Lettlands nötköttsproduktion förknippas med stora utsläpp från förändrad markanvändning. Även nötkött producerat på Cypern beräknas ge stora sådana utsläpp, men i det fallet handlar det om förändrad markanvändning för foderproduktion i länder som Cypern importerar foder ifrån.

Jämförelsen mellan kött- och mjölkkoraser inom irländsk nötköttsproduktion visar att uppfödning som baseras på mjölkkoraser kan vara klimatsmart (Casey & Holden, 2006b). Förklaringen är att moderdjurets utsläpp i en mjölkbesättning fördelas på både mjölk och kött, medan alla utsläpp i en dikobesättning belastar köttet. De scenarier som resulterar i de allra lägsta klimatavtrycken (mjölkkoras, tidigare slakt och tjurkalv) betecknas dock av författarna som teoretiska, eftersom det är osäkert om den tillväxt som de räknat med i studien är möjlig för djur av mjölkkoras (Casey & Holden, 2006b). Författarna poängterar att fortsatt specialisering, där mjölk- och nötköttsproduktion blir allt mer separerade, innebär svårigheter när det gäller att sänka klimatavtrycket från irländskt nötkött.

Även jämförelsen av nötköttsproduktion i vanliga system inom EU-27 visar högre utsläpp i dikosystem jämfört med produktion av kött från tjurkalvar från mjölkbesättningar (Nguyen et al., 2010). Lägst klimatavtryck har köttet från intensivt uppfödda tjurar från mjölkbesättningar, och klimatavtrycket ökar sedan successivt med större extensivering av driften i form av större andel grovfoder i foderstaten och (för djuren från mjölkbesättningarna) högre slaktåldrar. Skillnaderna mellan systemen förklaras med bättre foderutnyttjande i den intensiva uppfödningen. Författarna framhåller att långvarig digivning är ineffektiv i det att den innebär foderomvandlingsförluster både i moderdjuret och i avkomman, till skillnad från vegetabiliskt foder.

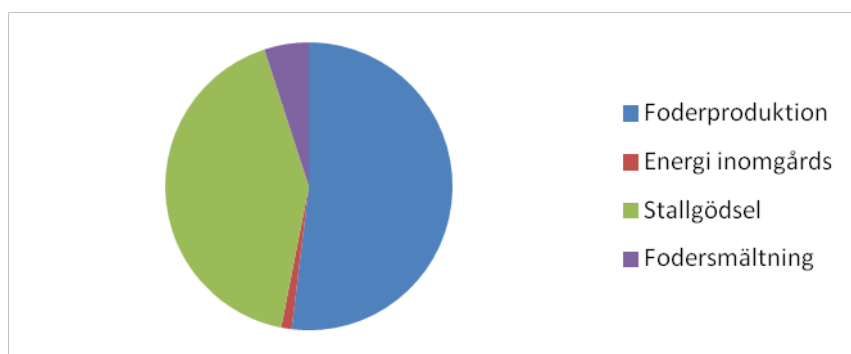
En studie av irländskt nötkött jämför klimatavtrycket från kött som producerats inom tre olika typer av system: a) konventionellt, b) enligt irländska regler för miljöstödd och c) ekologiskt (Casey & Holden, 2006a). Fem dikobesättningar inom vardera systemet studerades. De ekologiska gårdarna hade lägst klimatavtryck per kg kött, därefter de gårdar som följde miljöstödsregler. Högst utsläpp per kg kött blev det för de konventionella gårdarna. Skillnaderna i köttets klimatavtryck mellan produktionsmetoderna var signifikanta. De lägre utsläppen från

ekologisk produktion och produktion med miljöstöd förklaras med små insatser av kraftfoder och gödsel samt kort stallperiod. Författarna fann signifikant linjära samband mellan utsläpp av växthusgaser per kg kött och tillfört kväve per hektar samt mellan utsläpp av växthusgaser per kg kött och antal djur per hektar.

I en studie av brasiliansk nötköttsproduktion framkom att detta kött var förknippat med höga utsläpp av växthusgaser som en följd av långsam tillväxt (Cederberg et al., 2009a). När skattad effekt av förändrad markanvändning inkluderades blev utsläppen oerhört höga – mer än 20 gånger högre än det redan höga utgångsvärdet (Cederberg et al., 2011a).

Griskött

I Figur 14 visas fördelningen av utsläpp av växthusgaser på de huvudsakliga källorna fram till gårdsgrind (Cederberg et al., 2009b). Vi ser att foderproduktionen står för hälften av grisproduktionens växthusgasutsläpp fram till gårdsgrind. Även stallgödsel utgör en stor post genom utsläpp av metan och lustgas i gödsellager samt indirekta och direkta utsläpp av lustgas från kväve i fält.



Figur 14. Fördelning av växthusgasutsläpp från grisproduktion vid gårdsgrind på de huvudsakliga utsläppsposterna (Cederberg et al., 2009b).

I Tabell 7 har resultat från olika studier av grisproduktionens utsläpp av växthusgaser sammanställts. Resultaten anger de potentiella utsläppen fram till gårdsgrind och täcker både ekologiska och konventionella uppfödningssystem. Klimatavtrycket per kg kött med ben spanner från 2,9 till 4,6 kg CO₂-ekvivalenter. Tre av studierna gäller Danmark, och dessa återges dels för att Sverige importerar mycket griskött från Danmark, dels för att studierna är aktuella och bedöms vara av god kvalitet.

I en dansk studie modelleras genomsnittlig dansk grisköttsproduktion utifrån verkliga, typiska gårdar (Dalgaard et al., 2008). Enligt studien uppkommer 66 procent av utsläppen på gårdsnivå (smågrisuppfödning plus slaktsvinsproduktion), medan insatsvarorna står för 34 procent av utsläppen fram till gårdsgrind. Av utsläppen på gårdsnivå stod lustgas för 72 procent, varav huvuddelen utgjordes av lustgas från mark. Bland övriga bidrag till växthusgasutsläpp angavs produktion av mineralkvävegödsel och sojamjöl i foder som tunga poster (Dalgaard et al., 2008) använder så kallad förändringsorienterad metodik, men detta bedömt inte ha någon betydande påverkan på resultatet jämfört med om bokföringsorienterad metodik använts, som i övriga studier i Tabell 7.¹⁴

¹⁴ En bokföringsorienterad LCA undersöker vilken miljöpåverkan som kan tillskrivas från en eller flera produkter, medan en förändringsorienterad LCA undersöker konsekvenserna av en förändring.

En annan dansk studie beräknar bidraget från foderproduktionen till 59 procent av växthusgasutsläppen per kg kött från grisproduktionen fram till gårdsgrind (Nguyen et al., 2011). Bidraget från foderproduktionen är alltså ungefär lika stort som för svensk produktion enligt Figur 14 (Cederberg et al., 2009b). Något som skiljer studierna åt är däremot bidraget från stallgödselspridning räknas som en minuspost i den danska studien, eftersom man där tillgodoräknar grisproduktionen sluppen produktion och användning av mineralgödsel (Nguyen et al., 2011).

I en sammanställning av utsläpp av växthusgaser från animalieproduktion inom olika regioner i EU-27, framgår att det är betydande skillnader i klimatavtryck per kg griskött mellan olika länder (Leip et al., 2010). De högsta utsläppen exklusive markanvändning och förändrad markanvändning beräknades för nederländsk produktion. Dessa resultat har dock erhållits utifrån ett antagande om att de omfattande åtgärderna för att reducera ammoniakutsläppen från stallgödsel i Nederländerna kraftigt ökar utsläppen av lustgas. Lägst utsläpp inom EU beräknas Irland ha.

I den danska studie som jämför olika ekologiska system framgår att systemet med flyttbara skjul utomhus genererade signifikant högre utsläpp av växthusgaser än både inomhusalternativet och tältsystemet, se Tabell 7 (Halberg et al., 2010). Detta förklarades framför allt med högre lustgasemissioner och större foderimport. Studien relaterar också resultaten till konventionell grisproduktion och anger att det ekologiska systemet med slaktsvin inomhus och tillgång till utevistelse gav 7 procent högre utsläpp av växthusgaser per kg kött än ett konventionellt system. Utsläppen från systemet med flyttbara skjul uppgavs vara 22 procent högre än utsläppen från den konventionella produktionen.

Även den svenska studien av ekologisk grishållning lyfter fram lustgasemissioner från betesdriften som en stor källa till växthusgasutsläpp (Carlsson et al., 2009b). Precis som för konventionell grisproduktion är det dock foderproduktionen som bidrar allra mest till utsläppen av växthusgaser fram till gårdsgrind. Lustgasutsläppen stod för 55 procent av utsläppen av växthusgaser fram till gårdsgrind. Förbättrat kväveutnyttjande genom hela kedjan med foderodling och djurhållning pekas ut som en viktig åtgärd för att minska lustgasutsläppen.

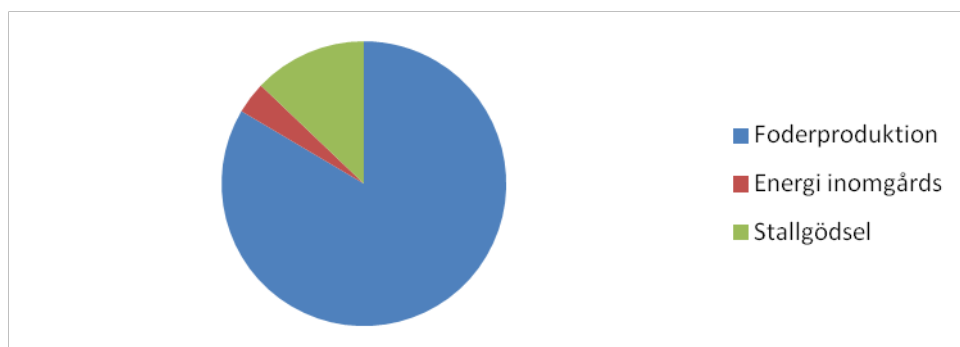
Tabell 7. Beräknade utsläpp av växthusgaser per kg griskött med ben (slaktvikt) fram till gårdsgrind enligt olika studier och för olika produktionsinriktningar. Utöver olikheterna mellan olika produktionssystem finns det även skillnader i metodik mellan studierna, vilket har betydelse för resultaten. Jämförelser mellan studierna bör inte göras utan hänsyn till metodskillnader.

Referens	Land/ region	Klimatavtryck, kg CO ₂ -ekv/ kg slaktvikt	Kommentar/Beskrivning
Carlsson et al., 2009	Sverige	4,6	En ekologisk gård
Cederberg et al., 2009	Sverige	3,4	Top-down-analys av Sveriges produktion av griskött 2005.
Dalgaard et al., 2008	Danmark	3,6	Konventionell produktion
Halberg et al., 2010	Danmark	3,5*	Konventionell produktion (referensvärde i studien).
		3,7*	Ekologiskt system med saggor ute på vall och slaktsvin inomhus med utevistelse på hårdgjord yta. Slutvikt 100 kg.
		4,3*	Ekologiskt system med slaktsvin ute på vall med flyttbara skjul. Slutvikt 100 kg.
		3,6*	Ekologiskt system med slaktsvin ute på vall med tält som skydd. Slutvikt 100 kg.
Leip et al., 2010	EU27	4,4	EU-medel. LULUC-tillägg: 2,5-5,8 kg CO ₂ -ekv. Variation mellan länder exkl. LULUC: 2,6 (Irland) - 6,0 kg CO ₂ -ekv (Nederländerna). Systemexpansion för stallgödsel som används utanför systemet (sluppen mineralgödsel)
Nguyen et al., 2011	Danmark	2,9	Typisk dansk grisproduktion 2010.

*) Funktionell enhet i studien är 1 kg levandevikt. Vid omräkning till slaktvikt i tabellen har antagits att 1 kg levandevikt motsvarar 0,78 kg slaktvikt (Leip et al., 2010).

Kyckling och annat fågelkött

I Figur 15 visas fördelningen av utsläpp av växthusgaser från produktion av kyckling på de huvudsakliga källorna fram till gårdsgrind (Cederberg et al., 2009b). Foderproduktionen står för drygt 80 procent av kycklingproduktionens växthusgasutsläpp fram till gårdsgrind.



Figur 15. Fördelning av växthusgasutsläpp från kycklingproduktion vid gårdsgrind på de huvudsakliga utsläppsposterna (Cederberg et al., 2009b).

I en studie av kycklinguppfödning på sex danska gårdar framkom att fodereffektiviteten skiljer mycket mellan gårdar, trots tämligen likartat foder (Nielsen et al., 2011). Samtidigt har fodret avgörande betydelse för kycklingköttets klimatavtryck. Detta pekar på en betydande potential att sänka växthusgasutsläppen per kg kyckling genom förbättrat foderutnyttjande. Även val av råvaror kan ha stor betydelse, också med bibehållen foderstat. Genom att välja vete som producerats mer klimateffektivt kan klimatavtrycket för kycklingen sänkas med cirka fem procent. Vidare har naturligtvis köttutbytet stor betydelse. Ett räkneexempel visar att om inte hjärta, lever, fötter och hals användes för humankonsumtion, skulle klimatavtrycket öka med tolv procent, eftersom den vikt som utsläppen fördelas på skulle minska. Användning av kvävegödsel tillverkad med lustgasrening och energisnål teknik skulle sänka klimatavtrycket med nästan tre procent vid gårdsgrind. Användningen av metodik för förändringsorienterad LCA i Niensens et al. (2011) bedöms inte påverka resultatet stort, jämfört med bokföringsorienterad metodik, som använts i övriga studier i Tabell 8.

I en jämförelse av klimatavtrycket från köttproduktion inom olika regioner i EU-27, framgår att det är stora skillnader i klimatavtrycket från kycklingkött producerat i olika delar av EU, i synnerhet om effekten av markanvändning och förändrad markanvändning inkluderas (Leip et al., 2010). Lettland har enligt studien höga utsläpp från förändrad inhemsk markanvändning, medan Nederländernas höga utsläpp förklaras med att omfattande åtgärder där för att minska ammoniakavgången leder till förhöjda utsläpp av lustgas.

I den brittiska studien jämförs tre system för kycklingproduktion: konventionell produktion inomhus, frigående¹⁵ och ekologisk produktion (Leinonen et al., 2012a). Där framgår att utsläppen av växthusgaser var högre i det frigående och i det ekologiska systemet än i det konventionella. Däremot var den direkta energianvändningen i form av naturgas, olja och el lägre i det frigående och i det ekologiska systemet. Foder stod för drygt 70 procent av utsläppen av växthusgaser fram till gårdsgrind, alltså en något mindre del av klimatpåverkan än i svensk produktion enligt Cederberg et al. (2009).

¹⁵ Det frigående systemet ligger mellan det konventionella och det ekologiska när det gäller slutvikt, ålder vid slakt och djurtäthet. Dödligheten är högre för det frigående systemet (4,7%) än för både det konventionella (3,5%) och det ekologiska (4,1 %).

Tabell 8. Beräknade utsläpp av växthusgaser per kg kyckling med ben (slaktvikt) respektive per kg benfri kalkonfilé fram till gårdsgrind enligt olika studier och för olika produktionsinriktningar. Utöver olikheterna mellan olika produktionssystem finns det även skillnader i metodik mellan studierna, vilket har betydelse för resultaten. Jämförelser mellan studierna bör inte göras utan hänsyn till metodskillnader.

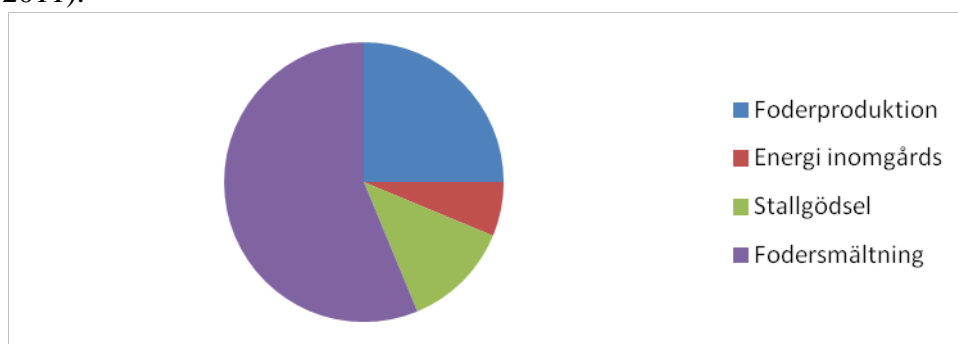
Referens	Land/region	Klimatavtryck, kg CO ₂ -ekv/ kg	Kommentar/Beskrivning
Cederberg et al., 2009	Sverige	1,9	Top-down-analys av Sveriges produktion av kyckling 2005.
Leinonen et al., 2012	UK	4,4	Konventionell kycklingproduktion inomhus
		5,1	Konventionell frigående kycklingproduktion
		5,7	Ekologisk kycklingproduktion
Leip et al., 2010	EU27	2,5	Kyckling. LULUC-tillägg, EU-medel: 2,1-4,2 kg CO ₂ -ekv. Variation mellan länder exkl. LULUC: 1,5 kg CO ₂ -ekv (Irland) - 3,9 kg CO ₂ -ekv (Nederländerna). Systemexpansion för stallgödsel som används utanför systemet (sluppen mineralgödsel)
Nielsen et al., 2011	Danmark	2,1*	Konventionell dansk kycklingproduktion, 6 gårdar.
Wallman & Sonesson, 2010	Sverige	3,3**	Konventionell kalkonproduktion, 2 gårdar, rå filé

*) Om man skulle räkna med inventeringsgårdarnas köttutbyte per fågel i stället för medelvärdet hos slakterierna, skulle resultatet bli 2,0 kg CO₂-ekv/kg slaktvikt.

***) Rå kalkonfilé, alltså benfritt kött.

Lamm

Metanutsläppen från lammens fodermältning står för mer än hälften av lammproduktionens växthusgasutsläpp fram till gårdsgrind (Figur 16). Foderproduktionen står för cirka en fjärdedel. Både de totala utsläppen och fördelningen mellan dem varierar betydligt mellan gårdar på grund av bl.a. utfodring, tillväxttakt, dödlighet och antal lamm per tacka (Wallman et al., 2011).



Figur 16. Fördelning av växthusgasutsläpp från lammproduktion vid gårdsgrind på de huvudsakliga utsläppsposterna (Wallman et al., 2011).

I Tabell 9 redovisas mellan vilka produkter som lammproduktionens miljöpåverkan fördelas. Fårproduktionen genererar potentiellt kött, ull, skinn och mjölk/ost, och vilka produkter som är de centrala skilljer mellan regioner. I Sverige används ganska lite av den ull som produceras, och därför gjordes ingen allokering till ull i den svenska studien (Wallman et al., 2011). Däremot ses ullen som en betydelsefull produkt i övriga studier. Allokeringen har stor betydelse för vilket klimatavtryck som tillskrivs köttet. Vi ser att allokeringen till kött är högre för brittiskt lammkött än för nyzeeländskt i den jämförande studien, och detta förklarar en del av

det högre klimatavtrycket för brittiskt kött (Defra, 2008). Skillnaden i klimatavtryck för nyzeeländskt lamm mellan Defra (2008) och Ledgard et al. (2010) kan tyckas märklig. Ingendera av studierna inkluderar kolinlagring i mark, eller andra faktorer som härleds till markanvändning eller förändrad markanvändning (Defra, 2008, Ledgard et al., 2010). Allokeringen görs till samma poster på ekonomisk grund (även om vi saknar uppgift om utfallet för allokeringen i studien av Ledgard et al., 2010. Båda resultaten gäller fram till gårdsgrind (Ledgard et al., 2010) studie inkluderar dock fler aspekter av driften. De olika resultaten för nyzeeländskt lamm får här illustrera hur olika resultaten kan bli för produktion inom samma land.

I en sammanställning av klimatavtrycket från köttproduktion inom olika regioner i EU-27, framgår att det är stora skillnader i klimatavtryck från lammkött producerat i olika delar av EU (Leip et al., 2010). Skillnader i beräknade metanutsläpp till följd av olika tillväxttakt (utsläpp från djur) och olika temperatur (utsläpp från gödsel) förklarar en stor del av variationen i klimatavtryck. För vissa länder är också utsläppen från markanvändning och förändrad markanvändning höga.

Tabell 9. Beräknade utsläpp av växthusgaser per kg lammkött med ben (slaktvikt) fram till gårdsgrind enligt olika studier. Utöver olikheterna mellan olika produktionssystem finns det även skillnader i metodik mellan studierna, vilket har betydelse för resultaten. Jämförelser mellan studierna bör inte göras utan hänsyn till metodskillnader.

Referens	Allokering	Land/ region	Klimatavtryck, kg CO ₂ -ekv/ kg CW	Kommentar/Beskrivning
Defra, 2008	Ekonomisk allokering mellan lammkött (74 %), fårkött (18%) och ull (8 %).	UK	13	
	Ekonomisk allokering mellan lammkött (64 %), fårkött (22 %) och ull (14 %).	Nya Zeeland	9,7	Inkl. led efter gårdsgrind med transport till UK: 11,6.
Ledgard et al., 2010	Ekonomisk allokering mellan lammkött, fårkött och ull (ingen fördelning redovisas).	Nya Zeeland	15	
Leip et al., 2010	Allokering från mjölk utifrån N-innehåll i produkter.	EU27	17	EU-medel inkl. getkött. LULUC-tillägg, medel: 2,2-11,7 kg CO ₂ -ekv. Variation mellan länder exkl. LULUC: 5 kg CO ₂ -ekv (Tjeckien) - 38 kg CO ₂ -ekv (Slovenien). Systemexpansion för stallgödsel som används utanför systemet (sluppen mineralgödsel)
Wallman et al., 2011	Ekonomisk allokering mellan kött (62 %) och skinn (38 %). Massallokering mellan får- och lammkött.	Sverige	16	10 svenska gårdar med inriktning på konventionella höstlamm (3), konventionella vårlamm (3) respektive ekologiska lamm (4). Span: 11-26 kg CO ₂ -ekv.

Efter gården

Generellt står leden efter gårdsgrind för en liten del av klimatavtrycket från kött, i synnerhet när transportererna är korta. En dansk studie visar att slakteri och förpackning står för cirka 10 procent av klimatpåverkan till och med slakteri (Nielsen et al., 2011). Liknande resultat har också setts för kalkon (rå filé), där slakteri, förpackning och distribution till grossist står för sammanlagt 0,44 kg CO₂-ekv per kg rå filé, vilket är 12 procent av klimatavtrycket fram till grossistlager (Wallman & Sonesson, 2010). Räknat fram till och med slakteri står leden efter gården för 9 procent av klimatavtrycket. För idisslare, som har högre klimatavtryck före gårdsgrind, blir den andel som slakt, förpackning och förädling står för lägre. Enligt Wallman m.fl. (2011) står dessa led för 0,28 kg CO₂-ekv per kg lammkött (slaktvikt), vilket är mindre än 2 procent av klimatavtrycket fram till grossistlager.

Även för långväga import blir bilden likartad. I en rapport från den brittiska miljö-, landsbygds- och livsmedelsmyndigheten Defra har klimatavtrycket från importerade och inhemskt producerade produkter jämförts (Defra, 2008). I Tabell 10 anges hur stor andel av klimatavtrycket vid grossistlager som leden efter gården står för vid produktion inom landet (Storbritannien) respektive vid import. Transporterna och övriga led efter gårdsgrind står i vissa fall för en betydande del av klimatavtrycket, men även i fallen med långväga transporter är det produktionen på gården som väger tyngst klimatomfattigt. Vi ser också att en längre transport kan uppvägas av en mer klimateffektiv produktion, som i fallen brasiliansk kyckling och nyzeeländskt lamm jämfört med brittisk produktion. Förhållandena vid en jämförelse av inhemskt och importerat på den svenska marknaden bedöms vara liknande de brittiska.

Det brister i kunskapen om klimatpåverkan från tillagning och förvaring hos konsument, men enligt en svensk studie från 2002, står butik- och konsumentled för mindre än fem procent av klimatavtrycket fram till middagsbordet för mjölk, nötkött, griskött och kyckling (LRF, 2002).

Tabell 10. Andel av klimatavtrycket vid grossistlager som ges av slakteri, förpackning och transport till grossist enligt en brittisk studie samt totalt klimatavtrycket fram till grossistlager som CO₂-ekv per kg slaktvikt (Defra, 2008).

	Andel av klimatavtryck efter gårdsgrind, inhemskt	Totalt klimatavtryck vid grossistlager, kg CO ₂ -ekv/ kg slaktvikt, inhemskt	Andel av klimatavtryck efter gårdsgrind, import	Totalt klimatavtryck vid grossistlager, kg CO ₂ -ekv/ kg slaktvikt, import	Importland
Kyckling	10 %	2,8	19 %	2,6	Brasilien
Nötkött	1 %	24	1 %	32	Brasilien
Lamm	5 %	14	16 %	12	Nya Zeeland

Utvecklingen för miljö kvalitetsmålet Begränsad klimatpåverkan

Miljö kvalitetsmålet Begränsad klimatpåverkan bedöms inte kunna nås med idag beslutade eller planerade styrmedel till mållåret 2050 (Naturvårdsverket, 2012a). Utsläppen ökar globalt och förväntas att fortsätta att göra det så länge inget globalt avtal är på plats. Koncentrationen av koldioxid i atmosfären var år 2009 460 ppm, alltså en bra bit över 400 ppm, som beräknas vara den övre gränsen för att tvågradersmålet ska kunna uppnås. Även två graders temperaturökning skulle dock innebära betydande risker för allvarliga konsekvenser för människor och miljö (Rockström et al., 2009).

Diskussion

I Tabell 11 ges en sammanställning av de resultat för utsläpp av växthusgaser från produktion av mjölk, ägg och kött fram till gårdsgrind som redovisats i detta kapitel. Resultaten i gjorda studier inkluderar sällan förändringar i markkol eller effekter av avskogning, och för jämförelsens skull redovisas alla resultat utan dessa aspekter i Tabell 11. Resultaten ges både per kg produkt och per kg protein i produkten. Omräkningen till klimatavtryck per proteininnehåll har gjorts för att underlätta jämförelser mellan produkter, såsom kött och mjölk, mot bakgrund av att animalieprodukterna har en viktig funktion som proteinkälla i kosten.

Tabell 11. Beräknade utsläpp av växthusgaser per kg produkt enligt studier som speglar produktionsätt i Sverige och de tre vanligaste importländerna 2011 för respektive produkt. Även de studier som tar upp EU som helhet ingår i sammanställningen. Utsläppen är beräknade som klimatpåverkan vid gårdsgrind, exklusive effekter av markanvändning och förändrad markanvändning.

	Totalt, kg CO ₂ -ekv/ kg kött med ben (slaktvikt)	Totalt, kg CO ₂ -ekv/ kg produkt – kött utan ben*	Totalt, kg CO ₂ -ekv/ kg protein**
Mjölk, ECM		0,9-1,2	27-35
Ost		10-15	37-56
Ägg		1,2-1,6	10-13
Nötkött	16-27	23-39***	110-190
Griskött	2,9-4,6	5,0-7,9	25-40
Fjäderfäkött	1,9-2,5	2,5-3,3	13-17
Lammkött	9,7-17	13-22	64-110

*)Följande massförhållanden mellan kött med ben och benfritt kött har använts: nötkött 1:0,70, griskött 1:0,58, fjäderfäkött 1:0,75 och lamm 1:0,76.

***) Här antas att proteinhalten för mjölk är 3,4 %, för ost 27 %, för ägg 12 % och för samtliga köttslag 20 %.

****) Här ingår inte de mycket låga värden från Casey & Holdens (2006b) studie, som författarna själva betecknar som teoretiska.

Totalt sett står metan (främst från idisslare, men även från stallgödsel från samtliga djurslag) och lustgas (främst från tillverkning av mineralgödselkväve och omsättning av kväve i mark och stallgödsel) för en stor andel av animalie- och mjölkproduktionens klimatpåverkan. Hänsyn har dock inte tagits till förändringar av kolförrådet i mark och vegetation. Enligt den genomgångna litteraturen beräknas växthusgasutsläppen vara lägre per kg kött från gris och fågel än från nötkreatur och får. Skillnaderna beror bl.a. på att de enkelmagade djuren (gris och fågel) växer snabbare och utnyttjar fodret effektivare och att varje moderdjur får ett stort antal avkomor per år (cirka 20-25 för gris och 250 för höns, jämfört med 1 för kor och 1-3 för får). Ett stort antal avkomor innebär att moderdjurets klimatpåverkan slås ut på fler individer och därför belastar varje avkomma mindre. Dessutom står metan från djurens fodermältning för en stor del av klimatpåverkan från idisslare (nötkreatur och får), men en mycket liten del från enkelmagade djur. Å andra sidan kan idisslarnas foder, till skillnad från de enkelmagade djuren, i stor utsträckning baseras på grovfoder från vall och bete, som rätt producerat är klimatsmart foder.

När det gäller nötkött är klimatpåverkan från kött från mjölkkoraser något lägre än från kött djursraser. Det beror på att klimatpåverkan från mjölk korna kan fördelas mellan produkterna mjölk och kött, medan påverkan från kött djuren belastar köttproduktionen helt och hållet. Ur klimatsynpunkt ger litteraturen inget entydigt stöd för att förespråka antingen ekologiskt eller konventionellt producerat nötkött, men antalet studier är begränsat. Ur klimatsynpunkt tycks svensk nötköttsproduktion stå sig relativt väl i ett internationellt perspektiv, men det finns få jämförande studier.

Beträffande klimatpåverkan av köttproduktion från får och lamm finns det få studier att tillgå. De studier som finns visar något lägre utsläpp av växthusgaser per kg lammkött, framför allt på grund av allokering till andra produkter som kommer från lammuppfödningen, såsom skinn, ull och fårkött.

Vid äggproduktion samt gris- och kycklinguppfödning står foderframställningen (d.v.s. odling, transport, lagring och eventuell processning) för en stor del av klimatpåverkan. Att använda foder med liten klimatpåverkan är därför en viktig strategi för att hålla nere utsläppen av växthusgaser från denna animalieproduktion. Det är även viktigt att fodret kan utnyttjas effektivt, t.ex. genom att aminosyrasammansättningen i fodret är väl anpassat till djurens behov.

Utsläppen av växthusgaser per kg ägg skiljer ganska mycket mellan studier. Två studier som jämför äggproduktion med burhöns och frigående höns visar båda högre utsläpp i de frigående systemen. De totala utsläppen av växthusgaser per kg griskött verkar inte skilja sig mycket åt mellan de genomgångna studierna, och någon tydlig skillnad mellan konventionell och ekologisk produktion kan inte ses. För fjäderfäkött visar den enda jämförande studie som inkluderats här på högre utsläpp från ekologisk produktion än från konventionell.

Mjölproduktion med liten klimatpåverkan kännetecknas av effektiva kor med god mjölkleverans, effektiv användning av kväve vid odling av foder och hög andel närproducerat foder (Cederberg et al, 2007). Högvakastande kor beräknas släppa ut mer metan per djur och år än lågproducerande kor, men när metanutsläppen slås ut per liter mjölk blir utsläppen lägre. Med högvakastande mjölkkor minskar emellertid köttproduktionen från systemet, vilket innebär att en mindre andel av klimatbördan kan läggas på köttet. Ur klimatsynpunkt ger litteraturen inget tydligt stöd för att förespråka antingen ekologiskt eller konventionellt producerad mjölk. I en internationell jämförelse av klimatavtryck för mjölk tycks svensk mjölkproduktion stå sig väl.

Utöver de växthusgasutsläpp som diskuterats ovan kan koldioxid även avgå från mark om mullhalten minskar, eller bindas in om mullhalten ökar, se avsnittet **Kol i mark**. Hur mycket olika odlingsåtgärder påverkar mullhalten är starkt platsberoende och modellberäkningarna är fortfarande osäkra, men om mängden mull i marken ändras kraftigt kan det påverka de totala växthusgasutsläppen från animalieproduktion signifikant.

En prioritering mellan animalieprodukter utifrån deras klimatpåverkan och deras funktion som proteinkälla skulle, med ledning av Tabell 11, se ut så här (stigande tal anger ökande miljöbelastning):

- 1) Kyckling och ägg
- 2) Griskött, mjölk och ost
- 3) Nötkött och lamm

Rangordningen som gjorts gäller för både konventionella och ekologiska produkter, och ingen rangordning mellan de båda produktionssätten kan göras utifrån befintlig litteratur. Effekter av markanvändning och förändrad markanvändning på växthusgasutsläppen har inte inkluderats i rangordningen ovan. Om effekten av *förändrad* markanvändning vid sojaproduktion togs med, skulle skillnaderna mellan produktgrupperna minska och kyckling, ägg, griskött, mjölk och ost skulle få en delad förstaplats. Storleken på de växthusgasutsläpp som sojaproduktionen bidrar med genom förändrad markanvändning är dock osäker. För vår beräkning

här har vi utgått från ett scenario¹⁶ beskrivet av EU-kommissionens forskningsorgan Joint Research Center (Leip et al., 2010). Effekten av att inkludera kolförändringar i mark vid *pågående* markanvändning har inte kunnat bedömas generellt.

Giftfri miljö

Målformuleringen för miljö kvalitetsmålet ”Giftfri miljö” lyder:

Förekomsten av ämnen i miljön som har skapats i eller utvunnits av samhället ska inte hota människors hälsa eller den biologiska mångfalden. Halterna av naturfrämmande ämnen är nära noll och deras påverkan på människors hälsa och ekosystemen är försumbar. Halterna av naturligt förekommande ämnen är nära bakgrunds nivåerna. (www.miljomal.nu)

Preciseringar har fastställts inom sex områden, varav följande har störst bäring på jordbruksproduktionen:

- *Den sammanlagda exponeringen för kemiska ämnen via alla exponeringsvägar är inte skadlig för människor eller den biologiska mångfalden.*
- *Användningen av särskilt farliga ämnen har så långt som möjligt upphört – detta gäller exempelvis ämnen som är långlivade, bioackumulerande, cancerframkallande, mutagena, reproduktionstoxiska, hormonstörande eller kraftigt allergiframkallande.*
- *Kunskap om kemiska ämnens miljö- och hälsoegenskaper är tillgänglig och tillräcklig för riskbedömning.*

Inom området Farliga ämnen finns två relevanta etappmål:

- *Särskilt farliga ämnen:* Målet gäller reglering och prövning/utfasning av särskilt farliga ämnen inom EU och internationellt.
- *Kunskap om ämnens hälso- och miljöegenskaper:* Målet är att verka för utveckling av lagstiftningen framför allt inom EU med avseende på information och kunskap om kemikalier.

Båda dessa etappmål kan få betydelse inom växtskyddsområdet, och därmed för foderproduktionen. (Regeringskansliet, 2012)

I det följande ges en sammanställning av kunskapsläget inom de aspekter av animalieproduktionen som riskerar att ge toxiska effekter på miljön. Toxiska effekter förekommer framför allt som en följd av användning av pesticider, användning av veterinärmedicinska preparat och läckage av gödsel. Det sistnämnda hanteras i kapitlet Ingen övergödning, och tas därför inte upp här. Leden efter gårdsgrind – förpackning, processning och transport – tas inte heller upp här.

Pesticider

Pesticider används inom svensk växtodling främst mot ogräs (herbicider), svampangrepp (fungicider) och insekter (insekticider). Dessutom används mindre mängder stråförkortningsmedel i spannmålsodling. Begreppen pesticider, växtskyddsmedel och bekämpningsmedel används som synonyma begrepp i detta avsnitt.

¹⁶ Scenario II, Brasilien. Detta scenario innebär att den mark som odlas upp är en blandning av gräsmark (50 %), buskmark (20 %) och skog (30 %). Scenariot ger lägre utsläpp av växthusgaser från förändrad markanvändning än scenarier som bygger på att en större andel av den mark som odlas upp är skog.

Användning av pesticider bidrar till högre skördar på grund av att konkurrens från ogräs stävjas och angrepp av svamp eller insekter hejdas. Användningen kan dock vara förknippad med risker – risk för hälsoeffekter för den som hanterar pesticiderna, risk för oönskade toxiska effekter i miljön samt risk för pesticidrester i de livsmedel och fodermedel som produceras (Cederberg et al., 2005). Ytterligare en nackdel som uppmärksammas allt mer internationellt är utmaningarna med resistent ogräs, framför allt i samband med odling av herbicidtoleranta grödor (Meyer & Cederberg, 2010). Fördelar med växtskyddsmedel är att de kan bidra till högre skördar till relativt låg kostnad och stabila skördenivåer. Svåra angrepp av skadegörare, t.ex. bladlöss, kan ge stora skördebortfall om inte bekämpningsmedel finns att tillgå (Cederberg et al., 2005).

Huvuddelen av de bekämpningsmedel (här inte enbart växtskyddsmedel) som säljs i Sverige säljs till industrin, medan jordbruket svarar för cirka 21 procent, räknat som mängd verksamt ämne (Kemikalieinspektionen, 2012). Försäljningen av pesticider till jordbruket fluktuerar, och var 2010 3,8 miljoner hektardoser (SCB, 2011c). Att mäta användningen i hektardoser i stället för använd mängd är ett sätt att komma ifrån de skevheter som uppstår när mängder av bekämpningsmedel som används i låga och höga doser summeras och jämförs. Ungefär 75 procent av de pesticider som används inom jordbruket är ogräsmedel.

Under odlingsåret 2010 behandlades 47 procent av åkerarealen i Sverige med någon typ av bekämpningsmedel (SCB, 2011c). Här ingår dock enbart de behandlingar som gjordes mellan sådd och skörd, vilket innebär att glyfosatanvändning efter skörd inte är medräknad. Glyfosat används huvudsakligen efter skörd för att bekämpa fleråriga ogräs. Hur vanligt det är att använda bekämpningsmedel och vilken typ som används skiljer stort mellan grödor, se Tabell 12. Det är vidare stora skillnader mellan olika delar av landet. I södra Sverige utförs bekämpningar mycket oftare än i norra delen av landet. Detta har sin förklaring både i vilka grödor som odlas och i skadegörartryck (trycket är lägre i de kallare delarna av landet). Tabell 12 visar att grödor för humankonsumtion generellt behandlas oftare med kemiska bekämpningsmedel än fodergrödor. Användningsfrekvensen för bekämpningsmedel har varit tämligen stabil över tid de senaste åren.

Tabell 12. Andel av Sveriges åkerareal som behandlats med olika typer av växtskyddsmedel odlingsåret 2010. Vall, grönfoder, spannmål, oljevaxter och baljväxter används i huvudsak som djurfoder. Övriga grödor odlas för humankonsumtion, men i vissa fall används biprodukter från denna odling som foder, t.ex. när det gäller sockerbeta.

	Andel behandlad areal, %			
	Ogräsmedel	Insektsmedel	Svampmedel	Totalt
Samtliga åkergrödor	46	11	22	47
Vall och grönfoder	2	-	-	2
Spannmål (exkl. majs)	87	16	44	87
Oljevaxter	77	62	13	91
Baljväxter	77	23	-	78
Potatis	87	14	90	92
Sockerbeter	98	-	38	98
Morot	99	68	-	99
Lök	99	-	92	99
Jordgubbe	78	51	90	91
Äpple	46	83	94	95
Konservärter	95	46	-	95

Källa: (SCB, 2011c)

I Sverige används lite bekämpningsmedel jämfört med andra EU-länder, mätt som mängd aktiv substans per hektar (Jordbruksverket, 2012c). Det finns flera orsaker till att användningen av bekämpningsmedel är låg i Sverige, bl.a. att en stor andel av åkerarealen är vall, att odlingen av frukt och grönsaker är liten, att lågdosmedel används i stor utsträckning och att de kalla vintrarna minskar skadegörartrycket. För att få en bättre bild av bekämpningsmedelsberoendet i foderodlingen i olika länder skulle jämförelser av antal hektardoser, snarare än mängd aktiv substans per hektar, behöva göras på grödnivå. I en studie som Kemikalieinspektionen låtit göra, refereras några sådana studier (Wivstad, 2010). När det gäller andel behandlad areal med ogräsmedel i de viktigaste fodergrödorna – spannmål, oljeväxter och trindsäd – är skillnaderna små mellan Sverige, Storbritannien och Frankrike. För svamp- och insektsmedel däremot är andelen behandlad areal lägre i Sverige. En jämförelse av antal sålda hektardoser för alla grödor exklusive vallar och ekologisk odling visar att användningen av ogräs- och insektsmedel är lika stor i Sverige och Danmark. Användningen av svampmedel är dock högre i Sverige. Tyvärr saknas statistik för att jämföra antal hektardoser med andra länder än Danmark.

Det finns icke-kemiska växtskyddsstrategier och åtgärder som kan minska riskerna med och beroendet av pesticider. En sund och varierad växtföljd kan t.ex. motverka uppförökning av ogräs och skadegörare. Andra förebyggande åtgärder är att använda friskt utsäde, odla sorter som är motståndskraftiga, eller mekaniska åtgärder t.ex. i form av ogräsharvning, radhackning (Cederberg et al., 2005). Ökad jordbearbetning, t.ex. vid ogräsharvning, kan dock medföra ökad förbrukning av diesel till traktor och ökat växtnärläckage eftersom bearbetningen stimulerar omsättningen av organiskt material i marken.

Pesticidanvändning i grovfoderproduktionen

Fodret till nötkreatur och lamm består till stor del av grovfoder, alltså bete, ensilage och hö. Detta foder odlas i mycket stor utsträckning utan pesticider (avser i växande gröda) (SCB, 2011a). Dock är det vanligt att glyfosat används vid vallbrott (d.v.s. när vallodlingen avslutas och en annan gröda, eller en ny vall, ska sås in) i konventionell odling (SCB, 2011c). Vissa nötkreatur för köttproduktion och vissa lamm föds upp på enbart grovfoder.

Pesticidanvändning i produktion av spannmål, baljväxter och oljeväxter

Foderstaten för värphöns, grisar, kyckling och kalkon består huvudsakligen av spannmål, baljväxter, oljeväxter och i viss mån biprodukter från livsmedelsindustrin. Även mjölkkor utfodras med betydande mängder av dessa fodermedel. Nötkreatur och lamm för köttproduktion får vanligen också ett visst tillskott av denna typ av foder, framför allt spannmål. År 2006 användes pesticider på 80-90 procent av den svenska spannmålsarealen och rapsarealen (SCB, 2011c). För raps är användningen av insektsmedel betydande, med över 60 procent av arealen behandlad, men i övrigt dominerar ogräsmedlen. Användningen av pesticider varierar över landet, vilket speglar både variationen i vilka grödor som odlas och variation i klimat och skadegörartryck.

En del av fodermedlen importeras, exempelvis soja. Sojaimporten sker i huvudsak från Brasilien (Lantmännen, 2011). Användningen av pesticider i sojaodlingen är omfattande, framför allt när det gäller ogräsmedel (Meyer & Cederberg, 2010). År 2005 importerade Sverige cirka 250 000 ton sojamjöl (Cederberg et al., 2009b).

Pesticider i miljön

Uppföljningen av bekämpningsmedels förekomst i miljön görs genom provtagning i dricksvatten, grundvatten, ytvatten, regnvatten, luft och sediment (SLU, 2012, Graaf et al., 2011). Uppföljning sker dels inom ramen för den nationella miljöövervakningen, med provtagning i jordbruksintensiva områden, men även i andra sammanhang, t.ex. inom den kommunala verksamheten. De provtagningar som inte ingår i den nationella miljöövervakningen dokumenteras i den Regionala Pesticiddatabasen (SLU, 2012).

Inom miljöövervakningen sker provtagning i fyra bäckar och två åar i jordbruksintensiva områden i Götaland, en nederbördsstation i Skåne och en i Sörmland vid fasta provtagningsstationer (Graaf et al., 2011). År 2010 togs sammanlagt 92 vattenprover. I ytvatten hittades 21 ämnen och en nedbrytningsprodukt koncentrationer över sina riktvärden¹⁷. Andelen prov från ytvatten med fynd som överskrider riktvärdena har under perioden 2002-2010 fluktuerat mellan 30 och 55 procent (Graaf et al., 2011). Det är alltså en betydande del av provtagningarna som visar på bekämpningsmedel i koncentrationer som bedöms som skadliga för vattenlevande organismer. Man ska dock komma ihåg att samtliga provtagningar gjorts i jordbruksintensiva områden, där mest växtskyddsmedel används.

I grundvattenproverna hittades få bekämpningsmedel överlag, och inga halter överskred gränsvärdet i EU:s grundvattendirektiv (0,1 µg/l) (Graaf et al., 2011). Bland de fynd som gjorts finns flera ämnen samt nedbrytningsprodukter av ämnen som idag är förbjudna.

I regnvatten påträffades 56 ämnen, varav cirka 25 procent är förbjudna i Sverige – vissa även inom EU (Graaf et al., 2011). Detta visar på en långväga luftburen transport av pesticider.

Ekologisk produktion

Inom ekologisk djurhållning ska allt foder vara ekologiskt producerat från den 1 januari 2012 (www.jordbruksverket.se), vilket innebär att inga kemiska pesticider används. Vissa preparat är dock tillåtna, exempelvis pyretriner mot insekter, men användningen är liten.

Veterinära läkemedel

Veterinära läkemedel kan läcka till miljön exempelvis via gödsel. Internationella studier som utvärderat veterinära läkemedels toxicitet gentemot fisk, daggmask, alger och växter visar med få undantag att halterna av läkemedlen ofta är mycket låga.

Det goda djurhälsoläget i Sverige, landets restriktiva regelverk kring användning av veterinärmedicinska preparat och den ringa förekomsten av rests substanser i svenska animalieprodukter talar för att användningen av och riskerna med veterinärmedicinska preparat är relativt låga i Sverige ur ett internationellt perspektiv. Ett fortsatt förebyggande arbete är en av förutsättningarna för att situationen kan bibehållas.

¹⁷ Riktvärden för förekomst i ytvatten för olika bekämpningsmedel och nedbrytningsprodukter har tagits fram av Kemikalieinspektionen. Riktvärdena anger den koncentration som anses vara den högsta innan vattenlevande djur och växter tar skada.

Internationell utblick

Användningen av pesticider i Sverige är tämligen liten jämfört med andra länder, dels för att vi har ett gynnsamt klimat, där få skadegörare trivs och dels för att vi har starka styrmedel med bl.a. miljölagstiftning och rådgivning. Den svenska animaliekonsumtionen är dock förknippad med risk för toxiska effekter utomlands genom import av foder och animalieprodukter. Därför ges här en kort internationell utblick.

Internationellt finns stora problem med herbicidresistent ogräs, i synnerhet i områden där herbicidtoleranta grödor odlas (Meyer & Cederberg, 2010). Vid odling av herbicidtoleranta grödor kan man utföra bekämpning i växande gröda med det växtskyddsmedel som grödan är tolerant mot utan att grödan tar skada. Förekomsten av sådana grödor har lett till stor och ensartad användning av vissa växtskyddsmedel, framför allt glyfosat¹⁸. Även ogräsen har efter hand utvecklat tolerans (vilket kallas resistens hos ogräsen), vilket gör dem mycket svår-bekämpade. För att få bukt med ogräsen har man på flera håll tvingats återgå till äldre bekämpningsmedel med större negativa effekter på människor och miljö (Meyer & Cederberg, 2010). Detta har blivit ett stort problem i exempelvis brasiliansk sojaproduktion.

Användning av bekämpningsmedel har på flera håll i världen lett till minskad förekomst av naturliga pollinatörer (Naturvårdsverket, 2011). Det är allvarligt både för den biologiska mångfalden och för jordbrukets ekonomi, eftersom det för flera grödor behövs rikliga bestånd av pollinerande insekter för att säkra skörden.

Statistik för EU-15 för åren 1992-2003 visar att fem länder – Frankrike, Spanien, Italien, Tyskland och Storbritannien - använde 75 procent av pesticiderna inom EU-15 (Eurostat, 2007). FN:s jordbruksorgan, FAO, har en statistisk databas över konsumtion av bekämpningsmedel på nationell nivå (FAO, 2011). Där saknas dock information från flera betydande jordbruksproducerande länder, bland annat USA, Australien och Brasilien.

Internationella konventioner och samarbeten

Det finns flera internationella konventioner och samarbeten som verkar för minskade risker från bekämpningsmedel. Som regel täcker de kemikalieområdet i stort, och gäller alltså inte enbart pesticider. Vid världstoppmötet om uthållig utveckling i Johannesburg 2002 antogs målet att kemikalier senast år 2020 ska produceras och användas på ett sätt som minimerar de skadliga effekterna på miljön och människors hälsa. Vid den internationella konferensen om kemikaliehantering i Dubai 2006 träffade deltagarna (regeringar, FN-organ, industri, forskare och frivilligorganisationer) en överenskommelse om en global kemikaliestrategi, SAICM (Strategic Approach to International Chemicals Management), med syfte att främja åtgärder för att nå Johannesburgsmålet till 2020. (www.naturvardsverket.se)

FN:s livsmedelsorgan FAO publicerade 2002 en internationell uppförandekod för distribution och användning av bekämpningsmedel med syfte att minska riskerna för människors hälsa och miljö förknippade med pesticidanvändning, särskilt i länder utan eller med bristfällig lagstiftning inom området. (www.fao.org)

¹⁸ Glyfosat (mer känt under varumärket Roundup) är världens mest använda herbicid. Det är en icke-selektiv herbicid, vilket innebär att den designats för att döda alla typer av växtlighet.

Rotterdam- och Stockholmskonventionerna är internationella miljökonventioner med det gemensamma målet att skydda människors hälsa och miljön från farliga kemikalier. Rotterdamkonventionen är en internationell konvention om som ger länder möjlighet att avslå import av farliga kemikalier. Stockholmskonventionen från 2001 reglerar tillverkning och användning av långlivade organiska föreningar, så kallade POP-ämnen (persistent organic pollutants), alltså skadliga organiska ämnen som blir kvar i miljön och/eller människan länge. Flera bekämpningsmedel för användning inom jordbruket tillhör denna grupp av ämnen och har hamnat på listan över ämnen som förbjudits, är under utfasning eller där restriktioner för användning införts.

På EU-nivå finns en gemensam kemikalielagstiftning, som går under beteckningen REACH – *registration, evaluation, authorisation and restriction of chemicals*. På EU-nivå finns också det så kallade vattendirektivet (Europaparlamentet, 2000), som anger miljö kvalitetsnormer för vatten. Direktivet listar ämnen att analysera vid utvärdering av kemisk status för ett vatten, och åtskilliga bekämpningsmedel återfinns på listan.

Det finns alltså en rad internationella initiativ för att reglera försäljning och spridning av bekämpningsmedel inom jordbruket, men fortfarande är problemen omfattande, och kunskap och uppföljning saknas i många fall på nationell och regional nivå.

Utvecklingen för miljö kvalitetsmålet Giftfri miljö

Miljö kvalitetsmålet Giftfri miljö bedöms inte kunna nås med idag beslutade eller planerade styrmedel till måläret 2020 (Naturvårdsverket, 2012a). I viss mån saknas kunskap för att målet ska kunna nås. Måluppfyllelsen är också beroende av internationella initiativ, eftersom många kemikalier sprids via handel med produkter över gränserna. När det gäller bekämpningsmedel som används inom jordbruket lyfts EU- initiativ fram som lovande för framtida framgångar när det gäller att minska riskerna med kemikalier.

Diskussion

De enkelmagade djuren – värphöns, grisar och fjäderfä för slakt – äter i huvudsak spannmål och proteinfoder, alltså foder som produceras med större användning av pesticider än vad som är fallet för grovfoder, som utgör en stor del av foderstaten för idisslare – mjölkkor, nötkreatur för slakt och lamm. Samtidigt är dock de enkelmagade djuren – i synnerhet fjäderfä – effektivare som foderomvandlare, vilket jämnar ut bilden. I Tabell 13 visas användningen av spannmål och proteinfoder för att få fram 1 kg protein i olika animalieprodukter. Omräkningen till spannmål och proteinfoder per proteininnehåll i produkten har gjorts för att underlätta jämförelser mellan produkter, såsom kött och mjölk, mot bakgrund av att animalieprodukterna har en viktig funktion som proteinkälla i kosten. Av tabellen framgår att användningen av spannmål per kg protein i produkten är störst för gris. För nötkött, kyckling och ägg är användningen lägre än för gris, men allra lägst är den för mjölk. När det gäller proteinfoder, ligger däremot fjäderfäprodukterna högst, följt av gris och därefter mjölk och nötkött. Pesticidanvändningen skiljer sig åt mellan olika spannmåls- och proteingrödor, och det är också skillnad i ekotoxicitet mellan olika pesticider. Odling av konventionell soja sticker ut med hög pesticidanvändning och de pesticider som används har i flera fall även hög ekotoxicitet (Meyer & Cederberg, 2010). Soja utgör idag en stor del av fodret för kyckling och värphöns – omkring 20 procent av en standardfoderblandning (Pettersson, 2012). Detta är mycket mer än för övriga djurslag.

Tabell 13. Användning av spannmål (inklusive biprodukter från spannmål för humankonsumtion och energiändamål) och proteinfoder per kg protein i olika animalieprodukter. Beräkningen bygger på uppgifter från en genomgång av foderanvändning i svensk animalieproduktion 2005 (Cederberg et al., 2009b). Här antas att proteinhalten för mjölk är 3,4 %, för ägg 12 % och för samtliga köttslag 20 %.

	Spannmål (inkl. spannmålsbiprodukter) i foder, kg/kg protein i produkt	Proteinfoder, kg/kg protein i produkt
Gris	31	3,9
Kyckling	13	4,7
Nötkött	14	2,9
Mjök	9,5	2,8
Ägg	14	4,9

Genom importerat foder och importerade animalieprodukter bidrar konsumenter i Sverige till användning av pesticider utomlands. Inom ekologisk produktion används i stort sett inga pesticider alls. Dessutom tillåts inte förebyggande användning av veterinärmedicinska preparat. Detta gör att ekologisk animalieproduktion har fördelar framför konventionell när det gäller att bidra till uppfyllelsen av målet Giftfri miljö.¹⁹

Internationellt sett har Sverige ett gott läge när det gäller risker med pesticider. Detta beror bl.a. på en hård prövning för godkännande av nya pesticider, omfattande arbete med säkerhets- och hanteringsfrågor, att relativt lite bekämpningsmedelsintensiva grödor odlas och det generellt låga trycket av skadegörare, som gör att behovet av bekämpning är relativt lågt. Vi saknar närmare uppgifter om pesticidanvändningen i foderproduktion i Danmark, som är det enskilt största producentlandet för mjölkprodukter, ägg, gris och kyckling som importeras till Sverige. Vår gissning är dock att pesticidanvändning och ekotoxiska effekter är tämligen lika dem i Sverige, dels på grund av likartade produktionssystem och naturliga förhållanden, dels på grund av att kemikalielagstiftningen till stor del är EU-gemensam. Även när det gäller Irland är de uppgifter vi har bristfälliga och vi saknar kunskap om praxis för pesticidanvändning på betesmarkerna. Eftersom betet står för en mycket stor del av foderintaget, kan vi inte uttala oss om hur den irländska nötköttsproduktionen står sig gentemot den svenska ur ett pesticidanvändningsperspektiv.

Som framgått i detta kapitel, saknas fortfarande mycket kunskap inom området. Ett försök till rangordning av det konventionella jordbrukets animalieprodukter ur ekotoxicitetsperspektiv görs nedan. Ingen differentiering har gjorts mellan grisar och fjäderfä på grund av bristande metodik för att göra en jämförelse. Fjäderfä har effektivare foderomvandling vilket ger en lägre spannmålsanvändning per kg protein i köttet/äggen, men samtidigt är sojaanvändningen per kg protein i köttet/äggen högre än för gris, vilket gör att ägg, kyckling och gris rankas lika. Lamm ingick inte i den studie som ligger till grund för Tabell 13, och ingår därför inte heller i rangordningen nedan. Beroende på uppfödningmodell och utfodringsstrategi placerar sig lamm på plats ett (betesbaserad produktion, höstlamm) eller två (foderstat med en betydande del kraftfoder, vårlamm). Stigande tal anger ökande miljöbelastning.

- 1) Mjök
- 2) Nötkött
- 3) Gris, kyckling och ägg

¹⁹ Beträffande den toxicitet som näringsämnen i gödseln står för, bedöms det inte vara någon skillnad mellan konventionell och ekologisk produktion.

Ingen övergödning

I detta kapitel diskuteras växtnäingsflöden vid animalieproduktion och hur de rör miljö kvalitetsmålet Ingen övergödning. Miljö kvalitetsmålet s målformulering lyder:

Halterna av gödande ämnen i mark och vatten ska inte ha någon negativ inverkan på människors hälsa, förutsättningarna för biologisk mångfald eller möjligheterna till allsidig användning av mark och vatten. (www.miljomal.nu)

Preciseringar har fastställts inom fyra områden:

- *Den svenska och den sammanlagda tillförseln av kväveföreningar och fosforföreningar till Sveriges omgivande hav underskrider den maximala belastning som fastställs inom ramen för internationella överenskommelser.*
- *Atmosfäriskt nedfall och brukande av mark inte leder till att ekosystemen uppvisar några väsentliga långsiktiga skadliga effekter av övergödande ämnen i någon del av Sverige.*
- *Sjöar, vattendrag, kustvatten och grundvatten uppnår minst god status för näringsämnen enligt förordningen (2004:660) om förvaltning av kvaliteten på vattenmiljön.*
- *Havet har minst god miljöstatus med avseende på övergödning enligt havsmiljöförordningen (2010:134).*

Inom området Luftföroreningar har ett etappmål satts upp med relevans för animalieproduktionen:

- *Begränsade utsläpp av gränsöverskridande luftföroreningar i Europa: Målet siktar på skärpning av direktiv och konventioner på EU-nivå som gäller luftföroreningar. Skärpningarna innebär bl.a. att ammoniakutsläppen från djurhållning kan behöva sänkas. (Regeringskansliet, 2012)*

Tillstånd och måluppfyllelse utifrån dessa preciseringar diskuteras i detta kapitel med koppling till animalieproduktionen uppdelat på avsnitten **Jordbruket och övergödningen**, **Växtnäingsbalanser** och **Utvecklingen för miljö kvalitetsmålet Ingen övergödning**.

Jordbruket och övergödningen

Enligt genomförda livscykelanalyser sker en mycket stor del av kött- och mjölkproduktionens utsläpp av övergödande ämnen fram till gårdsgrinden och i form av kväveläckage från åkermarken och ammoniakavgång från stallgödseln (se t.ex. (Cederberg et al, 2007, Cederberg & Flysjö, 2004b, LRF et al, 2002)). Därför ligger fokus i detta kapitel på jordbrukets bidrag till övergödningen.

Växtnäring tillförs marken huvudsakligen via stallgödsel, mineralgödsel eller andra införda gödselmedel. Kväve tillförs även genom kvävenedfall och via kvävefixerande bakterier i baljväxter som binder in kväve från luften. Dessa bakterier lever bl.a. i symbios med klöver, ärt och andra baljväxter. Växtnäringen i stallgödseln kommer från fodret, dels egenodlat foder och dels inköpt foder. Importen av växtnäring via inköpt foder kan vara betydande.

Internationellt

Mängden reaktivt kväve som människan årligen tillför biosfären har ökat markant sedan 1950-talet som en konsekvens av den ökade livsmedelsproduktionen. Idag tillförs årligen biosfären totalt cirka 140 miljoner ton kväve årligen via mänsklig aktivitet, fördelat på mineralgödseltillverkning (57 procent), biologisk kvävefixering (29 procent) och förbränningsprocesser (14 procent) (Erisman et al., 2011). Av detta tillförs jordbruket cirka 120 miljoner ton kväve årligen. Huvuddelen av det kväve som sätts in i jordbruksproduktionen hamnar någon annan stans än i de ätbara produkterna: I genomsnitt uppskattades att endast 17 procent av det kväve som gick in i produktionen 1995 (främst som gödsel i växtodlingen) nådde en mänsklig mage (Erisman et al., 2011). Idag är troligen andelen ännu lägre med tanke på att köttkonsumtionen har ökat – omvandlingen från vegetabilier till animalier medför förluster av kväve via gödsel och via de delar av djuret som inte äts. Skulle kväveeffektiviteten beräknas med hänsyn till den överkonsumtion av protein som råder, skulle siffran bli ännu lägre. För fosfor är bilden likartad: Av den fosformängd som tillförs med mineralgödselmedel hamnar mindre än 20 procent i maten (Smit et al., 2009). Jordbruket använder cirka 85 procent av den fosfor som bryts idag, framför allt som gödselmedel (80 procent) och fodertillsats (5 procent). Övriga 15 procent av den brutna fosfor används inom industrin. Jordbruket är alltså den viktigaste sektorn både för kväve- och för fosforanvändning, och tillförsel av dessa näringsämnen till ekosystemen.

Effektiviteten i användningen av kväve- och fosfor, definierad som växtnäring i skörd dividerat med insatt växtnäring (N_{ut}/N_{in} , P_{ut}/P_{in}), inom dagens jordbruk är alltså mycket låg globalt. För kväve har effektiviteten minskat betydligt sedan 1960-talet, vilket förklaras med ökad tillgång till mineralgödselkväve (Erisman et al., 2011). För OECD-länderna som helhet ser dock effektiviteten i såväl kväve- som fosforanvändningen ut att ha ökat något mellan 1992/1994 och 2002/2004 (www.oecd.org). Jordbrukets samlade kväve- och fosforeffektivitet kan delas upp på växtodling och lantbrukets djur. Ser man enbart till djuren, tar dessa upp 15-40 procent av fodrets innehåll av fosfor och kväve (Damgaard_Poulsen & Holton_Rubæk, 2005, van der Hoek, 1998). Detta innebär att huvuddelen av växtnäringsämnena i fodret hamnar i gödseln.

I ett globalt perspektiv blir det allt vanligare att djur, framför allt grisar och fjäderfä, hålls i industriella system, det vill säga på stora, specialiserade produktionsenheter utan åkermark eller med liten åkermark i förhållande till djurantalet (Menzi et al., 2010). Utvecklingen går särskilt snabbt i Ost- och Sydostasien samt i Latinamerika. Gödselns näringsinnehåll är lågt i förhållande till kostnaden för att ta vara på den. I brist på lagstiftning och kontroll som tvingar fram en ansvarsfull hantering, spolas flytgödsel i många fall ut direkt i närliggande vattendrag. Detta innebär en stor punktbelastning av växtnäring och leder till stora lokala eller regionala miljöproblem. I takt med att den industriella djurhållningen ökar, växer även den internationella handeln med foder (Menzi et al., 2010). Separeringen av djurhållning och växtodling i stor skala leder till att potentiell ansamling av näringsämnen i regional eller kontinental skala där djuruppfödningen sker, medan näring förs bort från de foderproducerande områdena.

Sverige

Av de mänskligt orsakade utsläppen av kväve i Sverige står jordbruket för 40 procent (SCB, 2011a). Jordbrukets andel av de antropogena fosforutsläppen är lika stor. Dessa utsläpp kan ha övergödande verkan. Man uppskattar att kvävehalterna i Östersjön idag är fyra gånger högre än år 1900, medan fosforhalterna är åtta gånger högre (www.greppa.nu). Hög näringsbelastning kan leda till förändrad artsammansättning och så kallad algbloomning med syrebrist i vattnet som följd.

Utsläpp av övergödande ämnen från jordbruket sker framför allt i form nitrat och fosfor till vatten och ammoniak till luft. Utsläppen ger olika effekter beroende på i vilket vatten de hamnar. I Östersjön är det framför allt utsläppen av fosfor som behöver åtgärdas, medan det på den svenska västkusten bedöms vara viktigare att prioritera åtgärder som begränsar kvävetillförseln (Naturvårdsverket, 2007). Även var i landet utsläppen sker har betydelse, exempelvis om utsläppen sker i inlandet eller nära kusten. En del växtnäring som lakas ut från åkermarken omvandlas eller fångas upp under vattentransporten via så kallad retention (SCB, 2011a). Det sker genom denitrifikation²⁰, sedimentering eller upptag av växter.

Mer än hälften av de kväveförluster som sker från svenskt jordbruk sker i form av läckage, framför allt som nitrat (SCB, 2011b). Hur utsläppen fördelar sig varierar mellan olika produktionsområden beroende på produktionsinriktning. Förlusterna i Götalands skogsbygder med dess många djur är t.ex. oftare i form av ammoniak än vad som är fallet i djurfattiga Svealands slättbygder. Hur mycket näring som lämnar åkern i form av läckage och ytavrinning påverkas av naturgivna och odlingsmässiga faktorer. Risken för kväveläckage är t.ex. högre från sandjordar än lerjordar (Jordbruksverket, 2011e). Dessutom påverkas kväveläckaget av vattenavrinningen från marken, vilka grödor som odlas, markens kvävehalt samt när och hur jordbearbetning sker. Jordbearbetning stimulerar omsättningen av organiskt material i marken, vilket kan öka mängden växttillgängligt kväve. Därmed kan risken för kväveläckage öka. Fosfor utlakas inte i någon större omfattning så länge mängden fosfor inte överskrider vad som kan bindas till markpartiklar (SCB, 2011b). Fosforförluster i form av ytavrinning, där fosfor är bunden till jordpartiklar förekommer dock. Fosforförluster sker oftast stötvis i samband med höga vattenflöden (Jordbruksverket, 2010).

Både kväve och fosfor är viktiga ämnen ur ett resurshushållningsperspektiv. Kväve kan fixeras från luften av baljväxter och vid mineralgödselproduktion. Det senare är dock en energi-krävande process, som dessutom genererar lustgas (www.yara.com). Fosformineraler är en ändlig resurs; förråden är knappa samtidigt som behoven ökar i takt med ökad världsbefolkning, ökad produktion av bioenergi och ökad konsumtion av animalieprodukter (Smit et al., 2009).

Växtnäringsbalanser

I en växtnäringsbalans sammanställs alla växtnäringsflöden t.ex. inom en gård. En växtnäringsbalans visar om tillförseln av växtnäring är större än bortförseln. Den kan också ange hur stor andel av den tillförda växtnäringsflöden som återfinns i produkter som lämnar gården (utnyttjandegraden). I detta avsnitt diskuteras växtnäringsbalanser framför allt för att fokusera på kväve och fosfor som resurser och möjligheterna att effektivisera denna resursanvändning. Så länge tillförseln av kväve och fosfor sker inom rimliga intervall går det inte att använda växtnäringsbalanser för att bestämma hur stora växtnäringsförlusterna är t.ex. i form av

²⁰ Denitrifikation innebär att nitrat omvandlas till kvävgas eller lustgas.

läckage. Det kan vara enstaka händelser och andra faktorer (t.ex. stor avrinning på grund av hög nederbörd eller jordbearbetning) som påverkar läckaget i större omfattning (Ulén et al., 2004).

Vid jämförelse mellan driftinriktningar har generellt djurgårdar sämre kväveutnyttjande än växtodlingsgårdar (Nilsson, 2011, Jordbruksverket, 2008b). Dessa skillnader kan också observeras på regional nivå. I genomsnitt var kväveöverskottet på svensk jordbruksmark (det vill säga åker- och naturbetesmark) 32 kg kväve per hektar år 2009 (SCB, 2011b). Överskottet utgörs av differensen mellan å ena sidan tillfört kväve med gödselmedel, kvävefixering, nedfall och utsäde och å andra sidan bortfört kväve via skördade grödor eller bete. Variationen mellan landets åtta produktionsområden är tämligen stor: Mellansveriges skogsbygder ligger lägst med 19 kg kväve i överskott per hektar, medan Götalands mellanbygder har det högsta överskottet, 42 kg kväve per hektar. Skillnaderna beror till stor del på skillnader i djurtäthet mellan produktionsområdena. Orsaken till djurgårdarnas högre förluster är att de har dubbla förlustkedjor – dels växtodlingen med förluster i fält, dels djurhållningen med förluster i stallet (Wivstad et al., 2009). Djurhållning medför ammoniakförluster från lagring och spridning av stallgödsel. Hur stora ammoniakförlusterna blir beror bl.a. på hur stallgödsel lagras och när och hur den sprids. Ammoniakförlusterna genom gödselhanteringskedjan är generellt lägre från flytgödsel än från fastgödsel (Wivstad et al., 2009).

För fosfor var det genomsnittliga överskottet (d.v.s. tillförd minus bortförd fosfor) knappt ett kg per hektar (SCB, 2011b). Götalands södra slättbygder hade ett underskott på 4,5 kg fosfor per hektar, medan Götalands skogsbygder hade ett fosforöverskott på 3,6 kg per hektar. Från 1995 till 2009 minskade den genomsnittliga skillnaden mellan tillförsel och bortförsel av fosfor med 80 procent för Sveriges jordbruksmark. Historiskt har mycket fosfor tillförts svensk åkermark. Eftersom fosfor inte lakas ut i någon större omfattning har åkermarken fungerat som ett fosforförråd. På senare år har mindre fosfor än tidigare tillförts till följd av bl.a. högre fosforpriser, och förråden minskar. Minskat förråd syns som underskott i fosforbalansen.

Vid en jämförelse med de länder som levererar det mesta av de animalieprodukter som Sverige importerar framgår att Sverige har jämförelsevis små överskott av kväve och fosfor per hektar, se Tabell 14.

Tabell 14. Överskott av kväve och fosfor per hektar 2002-2004 (www.oecd.org). Siffrorna avser bruttomängder, det vill säga före förluster i stall, lager och vid spridning. Överskotten har beräknats utifrån in- och utflöde enskilda år. Markförråd från tidigare år ingår ej.

	Kväveöverskott, kg/ha	Fosforöverskott, kg/ha
Nederländerna	229	19
Danmark	127	11
Tyskland	113	4
Irland	83	7
Polen	48	3
Sverige	48	2
Nya Zeeland	46	14

Olika djurslag

Ammoniakemissionerna varierar mycket mellan olika hanterings- och spridningssystem för stallgödsel. Vid stallgödsellagring är förlusterna lägre från flytgödsel än från fast- eller djupströgödsel (Jordbruksverket, odat). När det gäller överskott av näringsämnen finns en variation mellan driftsriktningar. I en uppföljning av näringsbalanser på gårdarna inom Greppa Näringen 2000-2006 framkom att mjölkgårdar hade betydligt högre kväveöverskott per hektar än både gris- och nötköttsgårdar, se

Tabell 15 (Jordbruksverket, 2008b). Mjölkgårdarna hade också betydligt lägre kväveeffektivitet (N_{ut}/N_{in}) än grisgårdarna. Nötköttsgårdarna hade nästan lika låg kväveeffektivitet som mjölkgårdarna, trots lägre kväveöverskott. Egen foderodling minskar kväveeffektiviteten genom att kväveförlusterna i växtodlingen tillkommer. I ett livscykelperspektiv behöver dock inte kväveeffektiviteten vara lägre med egen foderodling.

Tabell 15. Inflöde och utflöde av kväve samt kväveöverskott och kväveeffektivitet (N_{ut}/N_{in}) för gårdar inom Greppa Näringen (Jordbruksverket, 2008b).

	Gris	Mjök	Nötkött
Antal gårdar	109	701	50
Kväve in, kg N/ha	220	197	153
Kväve ut, kg N/ha	139	69	59
Överskott, kg N/ha*	81	128	95
Kväveeffektivitet	63 %	35 %	39 %

*) Inklusive förluster

Grisgårdarna i studien hade dubbelt så stort kväveöverskott som växtodlingsgårdarna. Beträffande fosfor hade grisgårdarna markant högre överskott än mjölkgårdarna när rådgivningsinsatsen började, men efter i medeltal 2½ års rådgivning hade grisgårdarnas överskott mer än halverats och var något lägre än mjölkgårdarnas per hektar. Växtodlingsgårdarna i undersökningen tillförde mindre fosfor än vad som bortfördes med grödan. I en undersökning av tillståndet i svensk åkermark fann man att fosformängderna i svåråtkomliga förråd (P-HCl) oftast var större per hektar på djurgårdar än på växtodlingsgårdar (Naturvårdsverket, 2010). Den lättlösliga fosfor (P-AL) fanns däremot i lägst halter på gårdar med nötkreatur. Detta förklarades med att fosforlöslighet minskar med sjunkande pH, och att pH som regel är lägre i jorden på gårdar med nötkreatur.

Ekologisk och konventionell produktion

De problem som förknippas med kväveförluster från stallgödsel rör all animalieproduktion, oavsett om produktionen är ekologisk eller konventionell. Mängden kväve i systemen kan dock variera mellan driftinriktningar och produktionssystem.

En skillnad mellan ekologiskt och konventionellt jordbruk är att den ekologiska produktionen bygger mer på att cirkulera den växtnäring som finns i systemet och använda baljväxter för att ta in nytt kväve till gården. Samma principer tillämpas även i den konventionella produktionen, men där är man inte lika beroende av detta för en fungerande växtodling.

De livscykelanalyser som redovisas i Tabell 19 ger inte någon tydlig indikation på skillnader i övergödande utsläpp mellan ekologisk och konventionell produktion generellt. Ett annat verktyg för att ge en indikation på hushållningen av näringsämnen i produktionen är växt-

näringsbalanser. En jämförelse av växtnäringsbalanser på ett stort antal ekologiska och konventionella gårdar inom Greppa Näringen visar högre kväveöverskott per hektar för konventionell produktion, men ändå en högre kväveeffektivitet, se Tabell 16 (Wivstad et al., 2009). Bakgrunden är att de ekologiska gårdarna i genomsnitt har lägre skördar, och därmed använder mer mark för produktion av samma mängd foder. Egen foderodling kan också dra ned kväveeffektiviteten för gården, utan att detta behöver säga något om kväveeffektiviteten i systemet, se ovan.

Tabell 16. Inflöde och utflöde av kväve samt kväveöverskott och kväveeffektivitet (N_{ut}/N_{in}) för konventionella och ekologiska nötköttsgårdar inom Greppa Näringen i Skåne, Halland och Västra Götalands län (Wivstad et al., 2009).

	Konventionellt nötkött	Ekologiskt nötkött
Antal gårdar	267	93
Kväve in, kg N/ha	148	88
Kväve ut, kg N/ha	51	22
Överskott, kg N/ha*	97	63
Kväveeffektivitet	34 %	26 %

*) Inklusive förluster

I en studie av konventionell och ekologisk lammproduktion i Sverige var det ingen betydande skillnad i kväveeffektivitet på hektarbasis, men de konventionella gårdarna hade något högre kväveeffektivitet mätt per kg kött, se

Tabell 17 (Wallman et al., 2011). Skillnaden i måtten per hektar och per kg kött beror på att all åkermark, inklusive den som används för odling av avsalugrödor, ingår i hektarberäkningen, medan beräkningen per kg kött endast inkluderar mark och flöden relevanta för lammproduktionen. I beräkningen per kg kött ingår både åker- och naturbetesmark, medan beräkningen för gården endast inkluderar åkermark. En förklaring till att de ekologiska gårdarna har lägre effektivitet per kg kött än de konventionella är att de ekologiska gårdarna är mer självförsörjande på foder. Det innebär att gården bär mer av förlusterna från foderodlingen än vad som är fallet för de konventionella gårdarna.

Tabell 17. Inflöde och utflöde av kväve samt kväveöverskott och kväveeffektivitet (N_{ut}/N_{in}) för konventionella och ekologiska gårdar (Wallman et al., 2011). Orsaken till att kväveeffektiviteten skiljer sig åt mätt per hektar och per kg produkt är att gårdarna även odlar en del avsalugrödor. Dessutom ingår naturbetesmarken i beräkningen per kg kött, medan beräkningen per hektar endast omfattar åkermark.

	Konventionellt lammkött		Ekologiskt lammkött	
	per ha, hela gården	per kg kött	per ha, hela gården	per kg kött
Antal gårdar	5	6	3	3
Kväve in, kg N	163	0,61	50	0,39
Kväve ut, kg N	44	0,09	11	0,06
Överskott, kg N*	119	0,52	39	0,33
Kväveeffektivitet**	27 %	20 %	25 %	15 %

*) Inklusive förluster

**) Kväveeffektiviteten har beräknats som medeltal av de enskilda gårdarnas kväveeffektivitet – därför blir resultatet inte detsamma om man beräknar effektiviteten utifrån tabellens genomsnittliga värden för kväve in och kväve ut.

I jämförelser mellan ekologisk och konventionell mjölkproduktion var kväveöverskottet högre per hektar på de konventionella gårdarna (Cederberg et al., 2007, Cederberg & Flysjö, 2004). Tillförseln av kväve (via mineralgödsel och foder) var större per hektar i de konventionella systemen, men även produktionen var högre där. När kväveöverskottet slogs ut per ton mjölk blev det ingen signifikant skillnad mellan de studerade systemen i sydvästra Sverige, medan överskottet var signifikant lägre på de ekologiska gårdarna i den norrländska studien (Cederberg et al., 2007, Cederberg & Flysjö, 2004). Tillförseln av fosfor per kg mjölk var signifikant högre i den konventionella produktionen. Skillnaden förklarades med större andel inköpt foder och användning av mineralgödsel på den konventionella gården.

I en jämförelse av växtnäringsbalanser för konventionella och ekologiska mjölkgårdar inom Greppa Näringen framgår att kväveeffektiviteten är densamma inom de båda produktionsformerna, men att de ekologiska gårdarna har lägre kväveöverskott per hektar, se Tabell 18 (Wivstad et al., 2009). Även överskotten av fosfor var lägre.

Tabell 18. Inflöde och utflöde av kväve samt kväveöverskott och kväveeffektivitet (N_{ut}/N_{in}) för konventionella och ekologiska mjölkgårdar inom Greppa Näringen i Skåne, Halland och Västra Götalands län (Wivstad et al., 2009).

	Konventionell mjölkproduktion	Ekologisk mjölkproduktion
Antal gårdar	1 517	107
Kväve in, kg N/ha	198	120
Kväve ut, kg N/ha	62	36
Överskott, kg N/ha*	136	84
Kväveeffektivitet	31 %	30 %

Enkelmagade djur har specifika krav på aminosyrasammansättning. I konventionell gris- och fjäderfäproduktion tillförs syntetiska aminosyror för att effektivisera proteinutfodringen. Detta är inte tillåtet inom ekologisk produktion, vilket innebär att mer protein behöver tillföras för att djuret ska få tillräckligt av de kritiska aminosyrorerna, och det försämrar kväveeffektiviteten (Carlsson et al., 2009b). Överskott av protein i fodret medför mer kväve i stallgödseln, vilket innebär förhöjd risk för förluster. För fosfor finns en likartad problematik, där fytas kan tillföras i konventionell produktion för att effektivisera fosforupptaget. Tillsats av fytas i fodret är inte tillåten inom ekologisk produktion, vilket medför ökat behov av fosfor i fodret och mer fosfor i stallgödseln.

Livscykelanalyser

Livscykelanalyser tyder på att övergödningspotentialen är högre per kg nötkött och lammkött än per kg gris- och fågelkött, se Tabell 19. En förklaring till detta är att markanvändningen är högre per kg nötkött än kg gris- och fågelkött. Dessutom utsöndras mer stallgödselkväve per kg kött från får och nötkreatur än från gris och fjäderfä, vilket i sin tur beror på att får och nötkreatur är sämre foderomvandlare, det vill säga att mindre av foderenergin används till tillväxt. Om man betraktar animalieprodukterna som proteinkällor, kan de övergödande utsläppen jämföras per kg protein inte bara för kött utan även mellan mjölk och kött, se Tabell 19. En jämförelse utifrån proteininnehåll är särskilt relevant när det gäller övergödning, eftersom kväve är en viktig beståndsdel i protein. Vi ser att mjölk, ägg och griskött ger utsläpp av ungefär samma storlek per kg protein, medan nötkött och lammkött tycks ge något högre utsläpp, i synnerhet från mer extensiva system.

Tabell 19. Beräknade utsläpp av övergödande ämnen från produktion av mjölk, ägg och kött. För vissa studier har omräkning gjorts från PO₄³⁻-ekv. Vid omräkningen har då 1 kg PO₄³⁻-ekv. antagits motsvara 10 kg NO₃⁻-ekv. (Guinée J et al., 2002). Vid beräkning av utsläpp per kg protein har följande proteinhalter antagits: 3,4 % för mjölk, 12 % för ägg och 19 % för alla köttslag.

	Produktionsform	Antal studier/ delstudier	Potentiella utsläpp kg NO ₃ ⁻ - ekv/kg	Potentiella utsläpp kg NO ₃ ⁻ - ekv/kg protein
Mjölk	Konventionellt	3	0,07-0,12	2,1-3,5
	Ekologiskt	2	0,05-0,07	1,5-2,1
Ägg	Konventionellt	8	0,15-0,41	1,5-3,3
	Ekologiskt	2	0,21-0,38	1,7-3,1
Nötkött	Mjölkbestättning, tjurkalvar	2	0,62-0,74	3,3-3,9
	Lågintensiv mjölkbestättning, stutar	1	1,1	6,0
	Dikobestättning	1	1,7	8,7
Gris	Konventionellt	2	0,24-0,32	1,2-1,7
	Ekologiskt	4	0,27-0,49	1,4-2,6
Kyckling/Kalkon	Konventionellt	3	0,20-0,24	1,1-1,3
	Ekologiskt	1	0,49	2,3
Lamm		3	0,61-0,84	3,2-4,4

Uppgifterna har hämtats från samma studier som användes i kapitlet Begränsad klimatpåverkan (Cederberg et al., 2007, Kristensen et al., 2011, Thomassen et al., 2008, van der Werf et al., 2009, Leinonen et al., 2012b, Mollenhorst et al., 2006, Sonesson et al., 2008, Carlsson et al., 2009a, Nguyen et al., 2010, Carlsson et al., 2009b, Dalgaard et al., 2008, Halberg et al., 2010, Leinonen et al., 2012a, Wallman & Sonesson, 2010, Defra, 2008, Wallman et al., 2011).

Efter gården

Resultat från livscykelanalyser indikerar att slakt, förpackning och distribution bidrar obetydligt till animalieprodukternas potentiella bidrag till utsläpp av övergödande ämnen så länge transporterna är korta (Wallman et al., 2011, Wallman & Sonesson, 2010, Defra, 2008). Enligt Defra (2008) kan dock bidraget från långväga transport bli betydande, vilket ses i fallet med import av brasiliansk kyckling till Storbritannien. Där står slakteri, förpackning och transport för 48 procent av det potentiella bidraget till övergödning, vilket är en tio gånger högre andel än för den inhemskt producerade kycklingen i studien.

Liksom när det gäller klimatpåverkan, är kunskaperna om tillagning och förvaring hos konsument bristande. Enligt en svensk studie från 2002, står butik- och konsumentled för mindre än en procent av de potentiella utsläppen av övergödande ämnen fram till middagsbordet för mjölk, nötkött, griskött och kyckling (LRF, 2002).

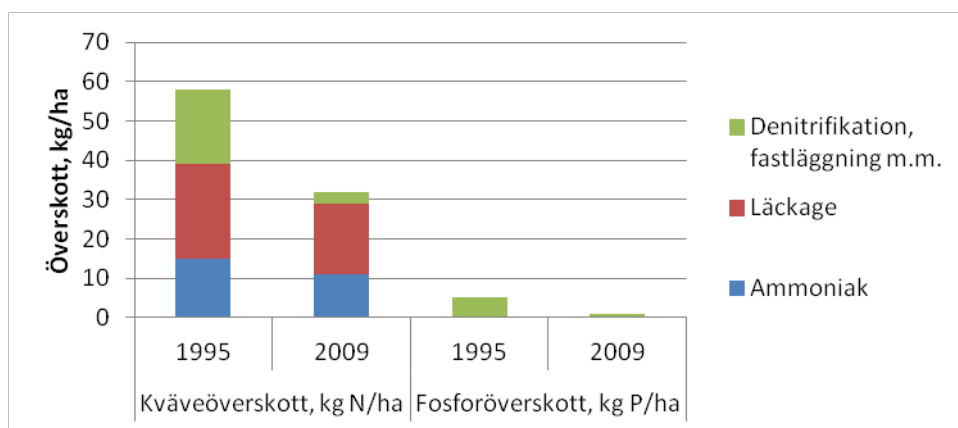
Utvecklingen för miljö kvalitetsmålet Ingen övergödning

Målet Ingen övergödning bedöms kunna nås till år 2020, men för att det ska vara möjligt behövs ytterligare åtgärder (Naturvårdsverket, 2011). Tillståndet har förbättrats något, men utvecklingen går långsamt. Två av preciseringarna bedöms kunna nås, nämligen de för tillståndet i kustvatten samt för tillståndet i sjöar och vattendrag. Däremot är prognosen för preciseringarna om påverkan på landekosystemen, påverkan på havet och tillstånd i havet att de inte kommer att nås till 2020. Med ytterligare åtgärder bedöms det dock kunna skapas förutsättningar för att nå även dessa.

Det tar lång tid från det att åtgärder sätts in tills effekterna av åtgärderna blir tydliga. Mark och sediment lagrar in näringsämnen och det kan ta tio till hundra år innan effekter av åtgärder kan ses (Naturvårdsverket, 2011).

För jordbrukets del har ammoniakutsläppen minskat kraftigt, cirka 25 procent 1995-2009, framför allt på grund av att djuren blivit färre (SCB, 2011a). Även kväveläckaget har minskat – mellan 1995 och 2009 var minskningen cirka 10 procent (SCB, 2011a). I en uppföljning av åtgärderna för att minska förlusterna av kväve och fosfor från jordbruket har man observerat nedåtgående trender för både kväve och fosfor i vattendrag i jordbrukslandskap (Fölster et al., 2012). Koncentrationen av oorganiskt kväve i vattendragen har minskat med 35-60 procent på 20 år. Minskningarna tycks ha ett samband med åtgärder för att minska förlusterna, särskilt ökad odling av fånggrödor och ökad andel vårplöjning. Trots en minskande trend för fosfor i vattendrag, nåddes inte det gamla delmålet 2010 på långt när (www.miljomal.se).

Andra trender som kan skönjas är att det blir allt fler djur per gård (Naturvårdsverket, 2010). Samtidigt minskar arealen per djur på den egna gården. För att det inte ska ske en ackumulering av växtnäring på djurgårdarna kan gårdarna därför komma att behöva avyttra stallgödsel i allt större utsträckning. Lagstiftningen reglerar mängden stallgödsel som får spridas: Högst 22 kg fosfor per hektar får tillföras med stallgödsel som genomsnitt under en femårsperiod (Jordbruksverket, 2011d). Kväveöverskotten minskar på gårdarna, för alla djurtätheter (SCB, 2011b). I Figur 17 visas utvecklingen för kväve- och fosforbalanser inom svenskt jordbruk.



Figur 17. Överskott av kväve och fosfor i svensk jordbruksmark 1995 och 2009 (SCB, 2011b).

Diskussion

Animalieproduktionen har stor inverkan på miljö kvalitetsmålet Ingen övergödning, främst genom ammoniakutsläpp från stallgödsel och växtnäringsläckage vid foderodling. Ammoniakutsläppen från djurhållningen har minskat kraftigt. Utvecklingen inom miljö kvalitetsmålet som helhet går åt rätt håll, men för långsamt. Detta hänger delvis samman med att det tar lång tid från åtgärd till effekt på grund av näringsämnenas långa uppehållstid i miljön.

Övergödning är till stor del ett lokalt och regionalt problem, där inte bara totala utsläpp, utan också koncentrationen av utsläppen inom begränsade områden, har betydelse. Det gör att jämförelser av överskott per hektar är relevanta; större överskott innebär större risk för negativa effekter, om allt annat är lika. Att stora mängder näringsämnen läcker ut inom ett litet

område kan få allvarliga konsekvenser, medan samma mängd växtnäring fördelad på ett större område kan passera nästan obemärkt. Ur resurshänseende är det viktigt att mängden kväve och fosfor som lämnar jordbruket i produkter är så hög som möjligt i relation till de mängder som tillförts produktionen. En hög effektivitet i kväve- och fosforanvändningen medför att mindre behöver tillföras, samt mindre risker för miljön. Potentiell övergödning per kg produkt eller per kg protein är ett försök att relatera resursanvändning och potentiella miljöproblem till den nytta, i form av mat, som vi får ut från systemet.

Genomgången ovan visar varierande resultat vid jämförelser av ekologisk och konventionell produktion per kg produkt. Kväveeffektiviteten på gårdar verkar vara antingen likartad för de båda systemen, eller lägre för ekologisk produktion. Däremot är kväveöverskotten per hektar betydligt lägre på de ekologiska gårdarna än på de konventionella. Den ekologiska produktionen använder mer mark för samma produktion, och sålunda sprids växtnäringsbelastningen på en större yta. I de industriella produktionssystem som blir allt vanligare internationellt, framför allt för enkelmagade djur, sker det motsatta – växtnäring koncentreras till följd av att foder importeras, ofta långväga, medan stallgödseln stannar i närområdet. Detta innebär risk för stora förluster till miljön.

Övergödning är starkt kopplad till de naturgivna förhållandena i avrinningsområdet, såväl i växtodlingen som i kringliggande ekosystem och i själva recipienten. Skillnader i dessa naturliga förutsättningar överskuggar ofta skillnader mellan produktionsinriktningar när det gäller det faktiska bidraget till övergödningen. Generellt bidrar djurhållning negativt till övergödning, genom att växtnäring koncentreras och genom att vi får en extra förlustkedja på vägen från insatt kväve och fosfor till en ätbar produkt. Resultat enligt litteraturen tyder på att de totala utsläppen av övergödande ämnen kan vara högre per kg nötkött än per kg gris- och fågelkött. Samtidigt är den internationella utvecklingen mot industrialiserad produktion, med koncentration av växtnäring till vissa områden, som tydligast för just gris och fjäderfä.

En rangordning av animalieprodukter har inte bedömts vara möjlig för miljö kvalitetsmålet. Ingen övergödning på grund av att gjorda studier (Tabell 15-Tabell 19) inte säger så mycket om de faktiska riskerna för övergödning förknippade med de olika djurslagen. Studierna visar kväveöverskott per hektar, kväveeffektivitet och potentiella utsläpp av övergödande ämnen, och dessa mått ger en fingervisning om risker för läckage. Till resulterande övergödningseffekt är dock steget långt, och för att komma dit behöver många faktorer vägas in, bl.a. avstånd till vattendrag och till kust. Gris, kyckling, ägg och mjölk ger lägre potentiella utsläpp av övergödande ämnen per kg protein än nötkött och lamm, men produktionen av nötkött och lamm sker å andra sidan oftare i inlandet, och ofta mer extensivt. Att väga samman detta på ett rättvisande sätt har inte bedömts görbart.

Ett rikt odlingslandskap och ett rikt växt- och djurliv

Målformuleringen för miljö kvalitetsmålet **ett rikt odlingslandskap** lyder:

Odlingslandskapets och jordbruksmarkens värde för biologisk produktion och livsmedelsproduktion ska skyddas samtidigt som den biologiska mångfalden och kulturmiljö värdena bevaras och stärks. (www.miljomal.nu)

Preciseringar har fastställts inom tolv områden, varav följande områden har störst bäring på animalieproduktionen:

- *Åkermarkens fysikaliska, kemiska, hydrologiska och biologiska egenskaper och processer är bibehållna.*
- *Jordbruksmarken har så låg halt av föroreningar att ekosystemens funktioner, den biologiska mångfalden och människors hälsa inte hotas.*
- *Odlingslandskapets viktiga ekosystemtjänster är vidmakthållna.*
- *Odlingslandskapet är öppet och variationsrikt med betydande inslag av hävdade naturbetesmarker och slåtterängar, småbiotoper och vattenmiljöer, bland annat som en del i en grön infrastruktur och erbjuder livsmiljöer och spridningsvägar för vilda växt- och djurarter.*
- *Naturtyper och arter knutna till odlingslandskapet har gynnsam bevarandestatus och tillräcklig genetisk variation inom och mellan populationer.*
- *Husdjurens lantraser och de odlade växternas genetiska resurser är hållbart bevarade.*
- *Hotade arter och naturmiljöer har återhämtat sig.*
- *Biologiska värden och kulturmiljövärden i odlingslandskapet som uppkommit genom långvarig traditionsenlig skötsel är bevarade eller förbättrade.*

(Regeringskansliet, 2012)

Målformuleringen för **ett rikt växt- och djurliv** lyder:

Den biologiska mångfalden ska bevaras och nyttjas på ett hållbart sätt, för nuvarande och framtida generationer. Arternas livsmiljöer och ekosystemen samt deras funktioner och processer ska värnas. Arter ska kunna fortleva i långsiktigt livskraftiga bestånd med tillräcklig genetisk variation. Människor ska ha tillgång till en god natur- och kulturmiljö med rik biologisk mångfald, som grund för hälsa, livskvalitet och välfärd.
(www.miljomal.nu)

Preciseringar har fastställts inom åtta områden, varav följande områden har störst bäring på animalieproduktionen:

- *Bevarandestatusen för i Sverige naturligt förekommande naturtyper och arter är gynnsam och för hotade arter har statusen förbättrats samt att tillräcklig genetisk variation är bibehållen inom och mellan populationer.*
- *Det finns en fungerande grön infrastruktur, som upprätthålls genom en kombination av skydd, återställande och hållbart nyttjande inom sektorer, så att fragmentering av populationer och livsmiljöer inte sker och den biologiska mångfalden i landskapet bevaras.*
- *Det biologiska kulturarvet är förvaltats så att viktiga natur- och kulturvärden är bevarade och förutsättningar finns för ett fortsatt bevarande och utveckling av värdena.*

(Regeringskansliet, 2012)

Inom området Biologisk mångfald finns tre etappmål med relevans för animalieproduktionen:

- *Ekosystemtjänster och resiliens*: Identifiering och systematisering av ekosystemtjänster och faktorer som påverkar dem.
- *Betydelsen av den biologiska mångfalden och värdet av ekosystemtjänster*: Senast 2018 ska den biologiska mångfaldens och ekosystemtjänsternas betydelse vara känd och ingå i underlag för beslut i relevanta fall på olika nivåer i samhället.
- *Hotade arter och naturtyper*: Senast 2015 ska åtgärdsprogram ha genomförts eller påbörjats för hotade arter och naturtyper där dagens insatser inte räcker för att uppnå gynnsam bevarandestatus. (Regeringskansliet, 2012)

Tillstånd och måluppfyllelse diskuteras i detta kapitel med koppling till animalieproduktionen uppdelat på avsnitten *Utvecklingen för miljö kvalitetsmålen Ett rikt odlingslandskap* och *Ett rikt växt- och djurliv*, *Den svenska konsumtionen och världens biologiska mångfald* och *Total markanvändning*. Inledningsvis ges dock en kort historisk bakgrund. I avsnitten *Den svenska konsumtionen och världens biologiska mångfald* och *Total markanvändning* tas internationella perspektiv upp.

Historisk bakgrund

Den biologiska mångfalden är en produkt av historien, och det finns en betydande tröghet i arternas sammansättning. Eftersom många av de arter som är hotade idag är anpassade till ett småskaligt odlingslandskap som var vanligt fram till mitten av 1900-talet, är det här relevant med en beskrivning av utvecklingen som sträcker långt tillbaka i tiden. De strukturomvandlingar som skett inom svenskt jordbruk de senaste hundra åren har inneburit ökande specialisering inom jordbruksföretagen med rena växtodlingsföretag och mer specialiserade husdjursföretag. Specialiseringen har bl.a. drivits av ökad tillgång till billig mineralgödsel efter andra världskriget, krav på rationalisering och ökade produktionsnivåer (Claesson & Steineck, 1991). En ökad tillgång till mineralgödsel har inneburit att lantbruksföretagen inte är lika beroende av stallgödsel från husdjuren för att bedriva växtodling. Strukturomvandlingarna har även lett till att animalieproduktionen koncentrerats till vissa områden och till större produktionsenheter. Andelen stora växtodlingsföretag är t.ex. hög runt Mälardalen, medan en stor andel av djuren återfinns i västra Sverige och Skåne (SCB, 2011a). Detta har inneburit en ojämn fördelning av stallgödsel i landet och att foder transporteras från områden med många växtodlingsföretag till djurtätare områden (Claesson & Steineck, 1991, SCB, 2000).

Driftsförändringarna och de ekonomiska förutsättningarna har även inneburit att nyttjandet av ängs- och naturbetesmark har minskat kraftigt sedan slutet av 1800-talet (Jordbruksverket, 2003, Plateryd, 2004). Vall har istället fått en allt större betydelse för grovfoderproduktionen och som bete (SCB, 2000, Jordbruksverket, 2003). Dessutom har animalieproduktionen blivit mer kraftfoderbaserad, sett över de senaste hundra åren. Sedan mitten av 1800-talet har arealen naturbetesmark i Sverige minskat med över 90 procent (Jordbruksverket, 2009). Arealen slåtterängar har under samma tid minskat med mer än 99 procent. Denna kraftiga minskning gör att skötseln, hävden, av kvarvarande marker är desto viktigare.

Utvecklingen för miljö kvalitetsmålen Ett rikt odlingslandskap och Ett rikt växt- och djurliv

Hävd av naturbetesmark

Areal och fördelning av naturbetesmark och ängsmark i Sverige har stor påverkan på möjligheterna att nå preciseringarna om ekosystemtjänster, landskapsbild, bevarandestatus för naturtyper och arter samt biologiska värden och kulturmiljövärden.

Idag finns knappt 436 000 hektar naturbetesmark och 9 000 hektar ängsmark, och dessa marker är mindre sammanhängande än tidigare (Jordbruksverket, 2009, Jordbruksverket, 2011h). Det uppsplittrade landskapet och de minskade arealerna kan försvåra bevarandet av betesmarkernas biologiska mångfald (Jordbruksverket, 2009). Förutsättningarna för att bevara betesmarkerna kan även påverkas av färre betande djur (Jordbruksverket, 2003). Antalet mjölkkor har minskat de senaste åren, medan antalet får har ökat. Antalet dikor ökade fram till 2010, men gick tillbaka något 2011. I juni 2011 fanns det cirka 347 000 mjölkkor, 495 000 kvigor (> 1 år), stutar och tjurar, 197 000 dikor, 297 000 tackor och baggar samt 326 000 lamm (Jordbruksverket, 2011f). Dessutom fanns det 363 000 hästar i landet år 2010 som delvis kan kompensera det minskade antalet nötkreatur som betesdjur (Jordbruksverket, 2011g). Hästarna är emellertid främst koncentrerade till tätortsnära områden (Jordbruksverket, 2011g). Även antalet besättningar med nötkreatur har minskat stadigt de senaste åren, vilket kan leda till längre avstånd mellan betesdjursbesättningarna och naturbetesmarkerna (Jordbruksverket, 2012a). Detta kan försvåra och fördyra arbetet med att hålla betesmarkerna öppna (Jordbruksverket, 2007d). År 2011 fanns det drygt 20 000 företag med nötkreatur, mot 42 000 st år 1995 (Jordbruksverket, 2011f, Jordbruksverket, 2002).

Skötseln av ängs- och naturbetesmarker avgör till stor del om en rik biologisk mångfald i odlingslandskapet kan bevaras (Naturvårdsverket, 2012c). Det kräver ett aktivt jordbruk och betande djur där betesmarkerna finns. Hur många djur som behövs för att hävda ett hektar naturbetesmark på ett sätt som upprätthåller artrikedomen varierar, och beror bl.a. på markens avkastning, betets smaklighet, djurens näringsbehov, tillväxtfas och tillväxtkrav samt vilka arter man vill gynna. Eftersom detta inte är klarlagt för Sverige som helhet, går det inte att med säkerhet säga vilket som är det lägsta antal djur som kan upprätthålla den biologiska mångfalden på naturbetesmarkerna. Det har dock gjorts beräkningar produktionsområdesvis, som tyder på att nuvarande nötkreaturspopulation kan räcka, om handjuren till övervägande del föds upp som stutar och betar sommartid samt om betet för dikor, ungdjur, får och lamm till 50 procent sker på naturbetesmark (Jordbruksverket, 2011b). Mjölkkorna antas i exemplet inte beta alls på naturbetesmark. Andelen stutar minskar dock, medan tjurarna ökar, och denna utveckling förväntas fortsätta (Jordbruksverket, 2011b). Detta skulle innebära stor brist på betesdjur i Götalands skogsbygder, mellanbygder och norra slättbygder samt i Svealands slättbygder. Andra modellberäkningar som Jordbruksverket gjort visar att antalet betesdjur totalt i landet idag skulle kunna räcka till för att vidmakthålla hävden av naturbetesmarkerna. Djuren är dock inte fördelade över landet på ett sätt som medger tillräcklig hävd av alla marker. Bristen på djur är störst i östra Sverige, från Blekinge i söder till Uppsala i norr (Jordbruksverket, 2012d).

Preciseringen om det biologiska kulturarvet bedöms kunna uppfyllas om ytterligare insatser görs. Utvecklingen är överlag negativ när det gäller att hejda förlusten av biologisk mångfald och att nå ett hållbart nyttjande. Kunskap om olika brukningsmetoders effekter behöver nå ut och ökat samarbete behövs mellan olika aktörer för att skapa ett landskap med goda förutsättningar för biologisk mångfald. (Naturvårdsverket, 2011)

Åkermarkens egenskaper

Några egenskaper som beskriver åkermarkens tillstånd och produktionsförmåga är mullhalt, näringstillgång, kalktillstånd, struktur och textur. Mull kommer från döda växt- och djurdelar. En hög mullhalt bidrar till en god markstruktur och markens vattenhållande förmåga, se avsnittet **Kol i mark**. Markstrukturen påverkar i hög grad markens odlingsegenskaper, t.ex. risken för markpackning och hur lätt rötter kan tränga fram (Claesson & Steineck, 1991). Kopplingar mellan åkermarkens egenskaper och animalieproduktionen rör framför allt foderproduktion och stallgödselns innehåll av växtnäring, organiskt material och oönskade ämnen, såsom tungmetaller.

Exploatering och nedläggning av åkermark

Exploatering och nedläggning av åkermark påverkar bl.a. preciseringen om öppet och variationsrikt odlingslandskap. År 2010 var 2,63 miljoner hektar åkermark i bruk, och trenden är nedåtgående. Samtliga produktionsområden hade år 2010 mer än 95 procent av åkerarealen från år 2000 i behåll. Exploatering av åkermark för bebyggelse och infrastruktur räknas som irreversibelt ändrad markanvändning. Det saknas uppdaterade uppgifter om omfattningen på denna exploatering. Skånska kommuners översiktsplaner 2006 visar att cirka 9 000 hektar kan komma att exploateras under de närmaste två till tre decennierna. Det motsvarar 2 procent av dagens åkerareal i Skåne. (Jordbruksverket, 2011h, Naturvårdsverket, 2011).

Åkermarkens kemiska egenskaper: Spårelement och näringsstatus

Naturvårdsverket följer åkermarkens tillstånd och mäter återkommande bl.a. näringsstatus och halter av tungmetaller i svenska åkerjordar; den senaste mätningen gjordes för åren 2001-2007 (Naturvårdsverket, 2010). Mätningar görs även i kärnskörd av spannmål. Resultaten visade att 15 procent av Sveriges åkerjordar innehöll halter av någon av tungmetallerna Cd, Cu, Cr, Hg, Ni, Pb och Zn över de gränsvärden som gäller för att man ska få sprida avloppsslam²¹.

Kunskapen om hur olika driftsinriktningar påverkar markens egenskaper är bristfällig (Naturvårdsverket, 2010). Det beror på att skillnaderna i naturliga förutsättningar är stora och att skillnad på grund av driftsinriktning inte har kunnat renodlas. En källa till förekomst av zink och koppar i åkermark, vid sidan om den naturliga variationen är att dessa ämnen tillförs smågrisfodret för att förebygga diarréer vid avvänjning (Stampe, 2011). Det har länge funnits en ambition att bl.a. minska zinkanvändningen på grund av dess negativa miljöpåverkan. Ändå är användningen av zinkoxid i smågrisfoder idag högre än för 10-15 år sedan (Stampe, 2011).

Åkermarkens fysikaliska egenskaper: Markstruktur och mullhalt

Markpackning innebär att sprickor och porer i marken pressas samman, t.ex. av tunga traktorer eller maskiner. Det innebär att transporten av luft och vatten i marken försvåras, jordbearbetningsbehovet ökar, att risken för erosion och ytavrinning ökar och att skördarna minskar. Marken är extra känslig för packningsskador när jorden är genomfuktig, vilket ofta är fallet vid tidigt vårbruk och sent höstbruk. Ett sätt att minska risken för markpackning är att odla vall eller andra grödor som gynnar markstrukturen. Vallarna har stor rotvolym, lämnar stora mängder skörderester och håller marken täckt i flera år, vilket bidrar till bättre markstruktur. Det är också viktigt att minimera överfarten med tunga maskiner, i synnerhet vid våtväderlek. (Claesson & Steineck, 1991, Håkansson, 2000)

²¹ Sverige har inga gränsvärden för spårelement i mark som används för livsmedelsproduktion, därför anges här gränsvärden vid spridning av avloppsslam.

Överlag bedöms packningen av alven i svenska åkerjordar vara låg eller normal (Naturvårdsverket, 2011). Alven är jordlagret under matjorden, vanligen från cirka 25 cm djup och nedåt.

Enligt Naturvårdsverkets uppföljning av tillståndet i åkermarken hade gårdar med nötkreatur 0,5-1 procentenhet högre mullhalt än rena växtodlingsgårdar och gårdar med grisproduktion vid mätningarna 2001-2007 (Naturvårdsverket, 2010). Mineraljordar innehöll som medianvärde för hela landet 2,4 procent kol (4,1 procent organiskt material) i matjorden (Naturvårdsverket, 2010). Denna nivå bedöms som relativt god (Naturvårdsverket, 2011).

Ekologisk produktion

Det finns studier som visar att ekologisk odling kan gynna markstruktur, biologisk aktivitet och mullhalt (Drake & Björklund, 2001). Vallodling är viktig inom både konventionell och ekologisk produktion med idisslare, men inom ekologisk produktion är det brukligt med en större andel grovfoder i foderstaten, vilket gör vallen särskilt viktig där. Odling av dessa grödor kan ha en positiv effekt på åkermarkens produktionsförmåga.

Generellt gynnas den biologiska mångfalden av ekologisk produktion, vilket förklaras med en mer varierad växtföljd och frånvaro av pesticider (Drake & Björklund, 2001). I en schweizisk studie av ekologisk och konventionell växtodling jämförs biologisk mångfald i de två systemen (Nemecek et al., 2011). Mätningar gjordes i försöksodlingar över två växtföljdsomlopp. Samma växtföljd användes i båda systemen, nämligen potatis, höstvet, betor, höstråg och gräs-klövervall (2-3 år). Studien visade på högre biologisk mångfald i de ekologiska fälten. Frånvaron av kemiska bekämpningsmedel lyftes fram som huvudsaklig förklaring till skillnaderna.

År 2010 odlades 13 procent av Sveriges åkermark ekologiskt, varav 3 procent var under omställning (Jordbruksverket, 2011c).

Lantraser

Bevarandet av lantraser bedöms ha goda förutsättningar i Sverige tack vare aktiva föreningar och styrmedel som avelsplaner, en nationell handlingsplan och miljöersättning inom landsbygdsprogrammet för bevarandearbete (Naturvårdsverket, 2011). Beträffande inavelsgraden i de kommersiella raserna bedöms utvecklingen vara positiv eller stabil.

Den svenska konsumtionen och världens biologiska mångfald

Medan vi i Sverige i huvudsak betraktar djurhållningen som gynnsam för den biologiska mångfalden, är bilden en annan i ett internationellt perspektiv. Globalt sett är djurhållningens effekter på den biologiska mångfalden till övervägande del negativ (Reid et al., 2010).

Effekterna kan hänföras till direkt och indirekt påverkan:

- Direkt påverkan
 - bete
 - tramp
 - gödsling
- Indirekt påverkan
 - utsläpp av näringsämnen
 - klimatpåverkan
 - förorening via bl.a. pesticider, veterinära läkemedel, hormoner och gödsel
 - vattenanvändning

- ianspråktagande av naturliga marker (skog, busk- och gräsmarker) för betesmark och foderodling
- fiske för foderproduktion

Svensk konsumtion av animalieprodukter påverkar alla dessa aspekter via inhemsk animalieproduktion, importerat foder och/eller importerat kött. De positiva effekterna på biologisk mångfald från svensk djurhållning kommer av den direkta påverkan, i första hand av djurens bete. Denna positiva påverkan är inte begränsad till Sverige, utan är tämligen allmän i Europa, där det ofta råder brist på betesdjur till lågavkastande marker i samband med att djurproduktionen intensifieras (Reid et al., 2010). Lågintensivt jordbruk med liten näringstillförsel och låg avkastning står för över 50 procent av Europas mest värdefulla habitat. Ofta är mångfalden större i dessa jordbruksmarker än i den skog som tar över sedan marken övergivits (Reid et al., 2010). Detta stämmer väl med förhållandena för svenska naturbetesmarker. I ett internationellt perspektiv kan de huvudsakliga effekterna på biologisk mångfald från olika typer av djurhållning beskrivas enligt följande (punkterna kan i vissa fall tyckas motstridiga, men likartad drift kan ha olika effekter i olika regioner) (FAO, 2009, Reid et al., 2010):

- Extensiv drift, idisslare:
 - mark tas i anspråk på bekostnad av naturliga habitat
 - överutnyttjande av betesmark med förändrad flora, erosion och markpackning som följd
 - förstörda habitat till följd av foderproduktion, gödsel m.m.
 - bevarande av ekosystem
- Intensiv drift, idisslare:
 - erosion till följd av intensiv foderproduktion
 - förorening av vatten med näring, patogener och läkemedelsrester
 - förstörda habitat till följd av foderproduktion, gödsel m.m.
 - förorenade habitat till följd av foderproduktion, gödsel m.m.
 - förlust av husdjursgenetisk variation
- Industriella system, enkelmagade djur:
 - mark tas i anspråk på bekostnad av naturliga habitat
 - erosion till följd av intensiv foderproduktion
 - förorening av vatten med näring, patogener och läkemedelsrester
 - förstörda habitat till följd av foderproduktion, gödsel m.m.
 - förorenade habitat till följd av foderproduktion, gödsel m.m.
 - förlust av husdjursgenetisk variation

Erosion är ett relativt litet problem i Sverige, men ett allvarligt hot i flera andra länder. Det är en irreversibel process som bidrar till att stora arealer åkermark förloras årligen. Uppodling av regnskog och annan mark för odling av t.ex. soja och oljepalm medför även förlust av biologisk mångfald, eftersom regnskogarna är mycket artrika (Reid et al., 2010).

Den största exportören av nötkött till Sverige är Irland, som också står för en stor del av lammköttsexporten till Sverige, se kapitlet ”Produktion och konsumtion av kött, mjölk och ägg i Sverige” ovan. Irländsk nötköttsproduktion är gräsbaserad, betesperioden är normalt 6-8 månader per år (Casey & Holden, 2006b). Produktionen är långt ifrån enhetlig när det gäller påverkan på biologisk mångfald, framför allt beroende på betesmarkernas varierande karaktär. Betesmarkernas biodiversitet skiljer sig stort mellan olika områden: På de östra och södra delarna av ön finns intensivt skötta, kraftigt gödslade beten på mark som tidigare använts för öppen odling – dessa marker hyser inte särskilt stor biologisk mångfald (Emanuelsson, 2013). Oftast är de betesmarker

som används för nötkreatur av denna typ. På den västra sidan av ön finns däremot marker av naturbeteskaraktär med mycket höga biologiska värden (Emanuelsson, 2013). Dessa används främst till fårbeta. Påverkan på den biologiska mångfalden är starkt positiv från det bete som sker på naturbetesmarkerna, vars mångfald är beroende av hävden.

Danmark är det land som Sverige importerar mest mjölkprodukter ifrån. Av Danmarks totala jordbruksmark utgör naturbetesmarker en mycket liten del (Emanuelsson, 2009). Bland dessa marker finns dock områden med mycket höga biologiska värden, som kräver fortsatt bete för att bevara sina kvaliteter (Emanuelsson, 2013). Hävden av dessa marker är alltså av stor vikt. Sannolikt står rekryteringsdjur till mjölkproduktionen för hävden av vissa av dessa marker, men det är i så fall en liten del av det totala antalet rekryteringsdjur. Det totala antalet mjölkkor i Danmark är betydligt större än i Sverige (Eurostat, 2013). Detta, samman med att den totala naturbetesmarksarealen är så mycket mindre i Danmark än i Sverige, gör att vi bedömer att den genomsnittliga mjölkproduktionens bidrag till bevarandet av naturbetesmarker är mindre i Danmark än i Sverige.

Den biologiska mångfalden påverkas av klimatförändringar, övergödning och toxicitet – effekter som till viss del kan tillskrivas animalieproduktionen. Dessa aspekter tas upp vidare i kapitlet Generationsmålet, Begränsad klimatpåverkan, Giftfri miljö och Ingen övergödning.

Total markanvändning

Jordens landyta är begränsad, och behovet av mark för odling och bete är stort i ett globalt perspektiv. Naturliga ekosystem och jordbruk konkurrerar om biologiskt produktiv mark. Ökad konsumtion av jordbruksprodukter kan därför leda till att de naturliga ekosystemens areal krymper, i synnerhet när det gäller arealkrävande jordbruksprodukter.

Den biologiska mångfalden är som regel större i naturliga system än i brukade system i ett globalt perspektiv (Reid et al., 2010). Som en följd av att naturliga ekosystem successivt minskat i omfattning de senaste decennierna genom bland annat avskogning och uppodling, har också utrymmet för arter knutna till dessa system minskat. Sett till de arter som är kända för människan, tycks utrotningen av arter vara 100-1 000 gånger snabbare idag än innan människan genomgripande började påverka ekosystemen (Reid et al., 2010). Sammantaget innebär detta att stor markanvändning i sig kan vara ett problem för den biologiska mångfalden. I en studie av biologisk mångfald i Indien och Ghana jämfördes extensiv och intensiv jordbruksproduktion med avseende på markanvändning, avkastning och biologisk mångfald i form av fåglar och träd (Phalan et al., 2011). För en viss skördad mängd jordbruksprodukter var markanvändningen högre i det extensiva systemet, och den mark som då ”sparades” genom intensiv produktion antogs bevaras som naturlig skog. Resultatet visade att även om den biologiska mångfalden på den brukade marken var högre för det extensiva systemet, var den totala mångfalden högre för det intensiva systemet i kombination med naturlig skog. Dessa slutsatser kan inte utan vidare sägas gälla allmänt, och särskilt inte för svenska förhållanden, där den extensiva jordbruksmarken ofta är artrikare än omgivande skog, men resultaten visar ändå att markanvändning och avkastning kan ha andra effekter på systemnivå än vad man ser om man enbart jämför ett fält med ett annat. Eftersom handeln med jordbruksprodukter är global, påverkar också markanvändning och skördenivåer i Sverige trycket på jordbruksmarken globalt.

I Tabell 20 listas markanvändningen för produktion av olika animalieprodukter. Om vi ser till enbart köttproduktionen märker vi att markanvändningen generellt är högre för idisslarna än för de enkelmagade djuren. Gris och kyckling är effektivare foderomvandlare än idisslarna, vilket ger lägre markanvändning. Särskilt hög är markanvändningen för att producera brasilianskt

nötkött. Det beror på att djuren växer långsamt, vilket innebär att en stor del av foderenergin går åt till underhåll i stället för tillväxt. De gräsmarker som står för den huvudsakliga födan har relativt låg avkastning och ger därmed relativt lite foder per hektar (Cederberg et al., 2009a). Den stora spännvidden inom markanvändningen för att producera europeiskt nötkött speglar effekten av olika uppfödningssystem, där tjuvar i intensiv uppfödning med stor andel kraftfoder ger den lägsta markanvändningen och extensiv dikoproduktion ger högre värden. Samma skillnad mellan intensiv och mer extensiv produktion finns för mjölkproduktionen. Jämfört med andra utvecklade länder är markanvändningen för mjölkproduktion relativt stor i Sverige, och norrländsk mjölkproduktion står för den största markanvändningen för mjölk i Tabell 20. En bidragande orsak är skillnader i klimat och att större arealer behövs för att producera samma mängd foder (Cederberg et al., 2007). Enligt livscykelanalyser av mjölkproduktionen i Sverige var markanvändningen per kg mjölk högre i norra än i södra Sverige. Bidragande orsaker var lägre skördenivåer i norra Sverige och dåvarande utformning av miljöersättningar till lantbruket som gynnade stor egen vallodling per ko i norra Sverige (Cederberg et al., 2007). Hög markanvändning i norra Sverige sågs som positiv, eftersom alternativet kan vara beskogning och därmed negativ inverkan på miljö kvalitetsmålen Ett rikt odlingslandskap och Ett rikt växt- och djurliv (Cederberg et al., 2007).

Tabell 20. Total årlig användning vid foderodling och bete per kg produkt för olika djurslag. "Kg" avser kg energikorrigerad mjölk (ECM) för mjölk, kg ägg för ägg, kg kött med ben för nöt, gris och lamm och kg urtagen vara för kyckling.

	Produktionsform	Antal studier/delstudier	Areal, m²/(kg•år)
Mjölk	Konventionellt	5	1,3-2,6
	Ekologiskt	4	1,8-3,4
Ägg	Konventionellt, bur	3	4,0-4,8
	Konventionellt, frigående inomhus	3	4,2-4,8
	Konventionellt, frigående utomhus	3	5,1-5,7
Nötkött	Ekologiskt	2	7-17
	Europeiskt	5	17-43
Gris	Brasilianskt	1	175
	Konventionellt	3	4,4-10
Kyckling	Ekologiskt	4	8,8-19
	Konventionellt	3	5,6-7,5
Lamm	Ekologiskt	1	25
	Konventionellt	3	50-98
	Ekologiskt	1	75

Källor: (Elferink & Nonhebel, 2007, Cederberg et al., 2007, Kristensen et al., 2011, Thomassen et al., 2008, van der Werf et al., 2009, Carlsson et al., 2009a, Leinonen et al., 2012b, Mollenhorst et al., 2006, Sonesson et al., 2008, Nguyen et al., 2010, Carlsson et al., 2009b, Dalgaard et al., 2008, Halberg et al., 2010, Leinonen et al., 2012a, Wallman & Sonesson, 2010, Defra, 2008, Wallman et al., 2011)

Tabell 20 visar också på en skillnad mellan konventionell och ekologisk produktion, där ekologisk produktion genomgående ger högre markanvändning. För lammproduktionen ser markanvändningen ut att vara ungefär densamma, men ser man enbart till åkermark (d.v.s. ej naturbete), så har den ekologiska produktionen även där ett högre avtryck (Wallman et al., 2011). Den högre markanvändningen för ekologisk produktion beror framför allt på fem saker, som delvis hänger ihop:

- Skördarna inom ekologisk produktion är generellt lägre, vilket gör att arealanvändningen ökar per kg gröda (Jordbruksverket, 2011c).

- Det finns krav på lägsta andel grovfoder för idisslarna (EU-kommissionen, 2008).
- Djur avkastar ofta mindre per tidsenhet (bl.a. på grund av den högre grovfoderandelen), vilket innebär att andelen foderkonsumtion för underhåll ökar och markanvändningen blir större per kg produkt.
- Det finns krav på utevistelse för samtliga djurslag, vilket gör att en större del av foderenergin går åt till rörelse i stället för köttansättning etc. (Europeiska unionens råd, 2007).
- En större andel av foder från bete – vilket ofta blir resultatet av krav på grovfoder och utevistelse – medför också det större markanvändning till följd av att den ätna mängden grovfoder per hektar ofta blir lägre vid bete än när fodret skördas och sedan utfodras.
- Syntetiska aminosyror tillåts inte i foder. Syntetiska aminosyror används i konventionell produktion och möjliggör en minskning av mängden proteinfoder.

Samtliga studier av ekologisk produktion i Tabell 20 genomfördes för industrialiserade länder. Enligt en litteraturstudie om markanvändning i ekologisk produktion av vissa grödor och animalieprodukter jämfört med konventionell framgår att ekologisk produktion oftast tar mer mark i anspråk än motsvarande konventionell i industrialiserade länder, medan förhållandet över lag är det omvända i utvecklingsländerna (Badgley et al., 2007).

Att enbart tala om total markanvändning är dock inte helt rättvisande, eftersom alla marker inte är helt utbytbara. Det finns begränsningar i vad som kan odlas var på grund av klimat, jordart med mera. I Sverige brukar jordbruksmarken delas in i åkermark och naturbetesmark. Naturbetesmarken är mark som varken plöjs eller gödslas, och den kan vara stenig och träd-bärande. Naturbetesmarkens enda användning i livsmedelsproducerande syfte är därför att betas av betesdjur. När naturbetesmark används i stället för betesvall sparar man alltså lite åkermark. Det finns också mervärden för den biologiska mångfalden i att hålla betesmarkerna öppna, se ovan. En hög användning av naturbetesmark per kg producerad jordbruksprodukt kan på så vis ha helt andra effekter än en hög användning av åkermark.

Diskussion

Mycket av den biologiska mångfalden i landskapet kan knytas till betes- och ängsmarker. Dessa arealer har dock minskat kraftigt till följd av driftsförändringar och sämre ekonomiska förutsättningar. Vall har istället fått större betydelse för bete och produktion av grovfoder. För att bevara betesmarkerna och deras värden behövs betande djur, t.ex. nötkreatur och får. Dock finns det många parametrar som påverkar hur många betesdjur som behövs nationellt sett för att bevara betesmarkerna, t.ex. geografisk fördelning av djuren, hur stor del av fodret som utgörs av naturbete och betesmarkernas karaktär och produktionsnivå. Med tanke på att beten numera utgör en relativt liten del av fodret till många nötkreatur och får i Sverige, finns det potential att förbättra hävden av naturbetesmarker med det antal nötkreatur och får som finns i landet idag.

En ökad mjölkkonsumtion eller större konsumtion av svenskt nöt- och fårkött innebär inte automatiskt ett stöd för naturbetesmarkerna, eftersom många djur betar på mer energirika åkerbeten eller föds upp på skördat foder och kraftfoder. Högvakastande djur som moderna mjölkkor kan ofta inte heller försörja sig på naturbete i någon större utsträckning, och det finns djurhälsoskäl att låta dem gå på energirikare beten. Ett sätt att gynna bevarandet av betesmarker är att välja kött från djur som betat på naturbetesmarker. Eftersom betesmarkerna finns i hela landet är det även viktigt att betande djur finns kvar i hela landet och nyttjas för att

hålla betesmarkerna öppna. I handeln finns så kallat naturbeteskött som kommer från djur som i stor utsträckning fått sin foderförsörjning genom bete på naturbetesmark.

Vallodling för foderproduktion till nötkreatur och får eller odling av grüngödslingsgrödor har generellt en positiv effekt på mullhalten och markstrukturen. Stallgödsel kan också bidra till ökad mullhalt och bördighet jämfört med användning av mineralgödsel. Hur stort bidraget blir kan skilja mellan djurslag och gödselsystem, där gödselns kvävehalt och inblandningen av halm i gödseln har betydelse. Även den ursprungliga halten organiskt material har betydelse för effekten. Mullhalten är högre på gårdar med nötkreatur än på gris- och växtodlingsgårdar. Det finns många fördelar med en hög mullhalt i åkermarken. Bland annat bidrar den till markens vattenhållande förmåga och till en god markstruktur som minskar risken för markpackning och underlättar rotutveckling.

Jordbruksmark är en begränsad resurs som bör användas effektivt och på ett sätt som bevarar dess värden, så att den långsiktigt kan producera tillräckligt med mat, bränsle och fibrer. Genom att välja kött från gris eller kyckling istället för nöt- eller fårkött kan den totala markanvändningen hållas nere. Grisar och kycklingar är effektiva foderomvandlare. En hög markanvändning per kg jordbruksprodukt behöver dock inte alltid vara negativ eftersom markanvändningen kan bidra till att bevara kulturella och biologiska värden och ett öppet landskap. Nötkreatur och får kan bidra till att hålla naturbetesmarkerna öppna och att bevara dessa markers hävdgynnade biologiska mångfald. De bidrar också till vallodling, som är positivt för åkermarkens mullhalt, markstruktur och biologiska mångfald.

Det behövs betesdjur i Sverige för att nå målen Ett rikt odlingslandskap och Ett rikt växt- och djurliv. Utvecklingen av produktionssätt och genomförda rationaliseringar har dock lett till att djurens positiva betydelse för landskapet minskat, och det är svårt att nå målen med den besättningsstruktur som finns idag. Den totala svenska konsumtionen av kött från idisslare rymmer en stor andel importerat kött. En svängning i konsumentpreferenserna från importerat nötkött till inhemskt producerat naturbeteskött skulle underlätta måluppfyllelsen. Produktionen av enkelmagade djur bidrar inte direkt till uppfyllelsen av miljö kvalitetsmålen, men bidrar till att hålla åkermarken i bruk, eftersom en betydande del av fodret odlas på svenska åkrar. All djurhållning bidrar också genom stallgödsel till åkermarkens produktionsförmåga. Samtidigt har dock all djurhållning även negativa effekter på uppfyllelsen av målen, i och med produktionens utsläpp av växthusgaser, övergödande ämnen och i vissa fall pesticider, med negativ inverkan på den biologiska mångfalden regionalt och globalt. Med en större andel lokalproducerat proteinfoder (t.ex. ärt och raps) kan den negativa miljöpåverkan av svensk animalieproduktion till följd av bland annat erosion, pesticidanvändning och avskogning i andra länder minska. Produktionen av importerat kött har i vissa fall positiv påverkan på den biologiska mångfalden i producentländerna – exempelvis bedöms den irländska produktionen av framför allt lammkött bidra betydligt till det irländska odlingslandskapets biologiska mångfald. Bidraget till ett öppet odlingslandskap är av särskild vikt för svensk produktion. Detta beror på att de länder som vi importerar mest animalieprodukter från (Danmark och Irland) inte är lika skogsdominerade som Sverige – därför har dessa länder inte heller samma problem med nedläggning av jordbruksmark som Sverige har. I länder där jordbruksmarken expanderar på bekostnad av naturliga ekosystem bidrar köttproduktionen till förlust av biologisk mångfald. Exempel på detta finns bl.a. i Brasilien.

En rangordning av animalieprodukter utifrån deras sammantagna positiva och negativa effekter på biologisk mångfald ser ut så här (stigande tal anger minskande miljönytta/ökande miljöbelastning):

- 1) Nötkött och lamm
- 2) Mjök
- 3) Gris, kyckling och ägg

Denna rangordning gäller både för ekologisk och för konventionell produktion. Den positiva påverkan från animalieproduktionen bedöms vara likartad för ekologisk och konventionell produktion, medan den negativa påverkan på den biologiska mångfalden är mindre för ekologisk produktion på grund av frånvaron av kemiska växtskyddsmedel.

Summerande diskussion

I föregående kapitel har vi gått igenom effekterna av animalieproduktionen, miljö kvalitetsmål för miljö kvalitetsmål. I detta kapitel sammanfattas konsekvenserna av konsumtionen av kött, mjölk och ägg på miljön, och animalieproduktionens påverkan i relation till det globala miljö tillståndet diskuteras. Slutligen tar vi upp vad man kan göra som konsument för att minska miljö problemen.

Olika produkter ger olika påverkan på miljömålen

Konsekvenserna av animaliekonsumtionen för de svenska miljömålen varierar mellan olika animalieprodukter, mellan produktionssätt och produktionsregion. Huruvida animaliekonsumtionen påverkar måluppfyllelsen positivt eller negativt, och om påverkan är stor eller liten, skiljer sig också åt miljö mål emellan.

Svensk produktion

I Tabell 22 ges en samlad bild av typen av påverkan från de olika djurslagen på de aktuella miljö kvalitetsmålen och på generationsmålet, det vill säga om den är positiv, neutral, svagt negativ eller starkt negativ. Även en stark påverkan på *miljön* kan dock vara av liten betydelse för *miljömålet*, om det finns andra sektorer som dominerar påverkan på miljö målet. För att ange animaliesektorns betydelse för miljö målet i fråga finns därför ytterligare en skala: liten, måttlig eller stor vikt för miljö målet. Skalorna framgår av Tabell 21. Påverkan ska inte jämföras mellan miljö mål; syftet är att belysa skillnader *mellan produktgrupper* för respektive miljö mål. För klassningen inom generationsmålet är det i första hand miljö påverkan utomlands som avses.

Tabell 21. Färgkod till Tabell 22 och Tabell 23.

	Positiv påverkan	Ingen påverkan/ Netto noll	Svagt negativ påverkan	Starkt negativ påverkan
Liten vikt för miljö målet				
Måttlig vikt för miljö målet				
Stor vikt för miljö målet				

Tabell 22. Betydelse för miljö målen av olika typer av animalieproduktion i Sverige. Färgkod ges av Tabell 21.

	Mjölk, ost	Ägg, gris- och fjäderfäkött	Nöt- och lammkött
Begränsad klimatpåverkan			
Giftfri miljö			
Ingen övergödning			
Ett rikt odlingslandskap			
Ett rikt växt- och djurliv			
Generationsmålet, internationellt perspektiv			

Graderingen i Tabell 22 är gjord för svensk produktion. Här följer några kommentarer och förklaringar till graderingen:

- **Begränsad klimatpåverkan:** Animalieproduktionen bedöms ha måttlig betydelse för uppfyllelsen av målet. Jordbruket står för cirka 12 procent av de växthusgasutsläpp som sker inom Sveriges gränser, och animalieproduktionen inklusive foder står för merparten av dessa utsläpp. Till de 12 procenten kommer utsläpp från energi-användningen inom jordbruket. Utsläpp av metan från fodersmältningen medför att påverkan från kött från nötkreatur och lamm klassas värre än påverkan från enkelmagade djur. Påverkan från mjölk och ost är däremot i nivå med den för griskött om man jämför livsmedlen utifrån utsläpp av växthusgaser per proteininnehåll, vilket vi har gjort här. Betydande utsläpp av metan från fodersmältning sker även från mjölkkor, men utsläppen fördelas på en stor mängd mjölk. Mjölken ger alltså mindre utsläpp per kg protein i produkten än vad nötköttet gör. Kolinlagring i gräsmarker har inte tillgodoräknats idisslarna i denna bedömning. Även övriga mullhaltsförändringar i jordbruksmark har utelämnats från bedömningen.
- **Gifrfri miljö:** Animalieproduktionen bedöms ha relativt liten betydelse för måluppfyllelsen. Samtliga djurslag har negativ påverkan på målet på grund av användning av pesticider i foderodlingen, förorening av vatten genom läckage från gödsel och potentiellt även förorening av åkermark genom rester av mediciner och fodertillsatser i gödseln. De enkelmagade djurens påverkan bedöms vara mer negativ än idisslarnas på grund av en generellt större användning av pesticider i foderodlingen. Klassningen i tabellen gäller konventionell produktion. För ekologisk produktion skulle påverkan för samtliga djurslag bli svagt negativ med liten vikt för miljömålet.
- **Ingen övergödning:** Animalieproduktionen bedöms ha stor betydelse för måluppfyllelsen, eftersom jordbruket står för cirka 40 procent av de svenska antropogena utsläppen av kväve och fosfor. Påverkan bedöms vara starkt negativ från samtliga djurslag.
- **Ett rikt odlingslandskap:** Animalieproduktionen har mycket stor betydelse för målet, som ju i sin helhet handlar om jordbruket och dess landskap. Samtliga djurslag bidrar positivt, dels genom att de tack vare sitt foderbehov hjälper till att hålla åkrarna i bruk och landskapet öppet, dels genom sin stallgödsel som bidrar till jordens mullhalt och markstruktur. Idisslarna bidrar dessutom till bevarande av naturbetesmarker och till vall i växtföljden, vilket gör att dessa anses ha större positiv påverkan på miljömålet. Mjölkkorna bedöms ha stor vikt för måluppfyllelsen – trots att de under sin tid som mjölkproducenter inte betar på naturbetesmark i någon större utsträckning – tack vare att rekryteringskvigorna i många fall betar på naturbetesmarker. Samtidigt finns även en negativ påverkan från samtliga djurslag på biologisk mångfald via de aspekter som tas upp under Gifrfri miljö och Ingen övergödning. För grisar, värphöns och fjäderfä, vilkas foder i huvudsak odlas i högproduktiva områden och där bidraget till att hålla marginell åkermark i bruk är litet, bedöms positiva och negativa effekter på miljö-kvalitetsmålet väga lika tungt. De positiva effekterna överväger däremot stort för idisslarna.
- **Ett rikt växt- och djurliv:** Animalieproduktionen bedöms ha liten till måttlig betydelse för måluppfyllelsen. För mjölkprodukterna bedöms negativa effekter vägas upp av positiv påverkan genom hävd av naturbetesmarker. För ägg, gris och fjäderfä bedöms det inte finnas någon positiv påverkan på måluppfyllelsen, däremot en svagt negativ effekt av foderproduktionen. Denna effekt bedöms ha liten påverkan på målet. För nöt- och lammkött överväger positiv påverkan på habitat vid hävd av naturbetesmarker.

- Generationsmålet, internationellt perspektiv: Produktionen av insatsvaror, framför allt soja, påverkar miljön negativt utomlands. Störst är påverkan från produktion av fjäderfä och gris, eftersom dessa djur som regel har större andel soja i foderstaten än idisslarna.

Här har vi utgått från att nötkreatur och lamm för köttproduktion till betydande del betar på naturbetesmark, men får en del kraftfoder. Helt grovfoderbaserad uppfödning skulle ge *ingen påverkan* på Giftfri miljö – användningen av pesticider är då försumbar. Kraftfoderbaserad produktion av nöt- och lammkött bedöms ha svagt positiv betydelse för uppfyllelsen av Ett rikt odlingslandskap.

Vid produktion av nöt- och lammkött används mycket mark för grovfoderproduktion (vall och naturbetesmark), se avsnittet **Total markanvändning**. Om det är produktiv åkermark, skjuter produktionen av foder till idisslarna undan produktion av grödor för humankonsumtion och foder till övriga djur till andra marker. I förlängningen kan det öka efterfrågan på åkermark globalt, vilket kan öka trycket på att odla upp ytterligare naturliga skogs-, busk- och gräsmarker. Om produktionen däremot sker med foder från marginalmarker, sker ingen sådan undanträngning av annan växtodling, utan effekten av markanvändningen är i stället positiv.

Import

Tillståndet i Sverige inom de områden som berörs av miljö kvalitetsmålen Giftfri miljö och Ingen övergödning skulle kunna förbättras om inhemskt producerade livsmedel ersattes av importerade produkter. Dessa miljö kvalitetsmål har till stor del lokala eller regionala orsaker och effekter, vilket gör att Sverige kunde slippa dessa effekter helt eller delvis om produktionen skedde någon annanstans. Det strider dock emot andan i Generationsmålet att skjuta över miljöpåverkan på andra länder, och det kan rimligen inte betraktas som en miljövinst, om inte den totala miljöpåverkan minskar. Utfallet för Begränsad klimatpåverkan av att importera en större andel animalieprodukter beror på om produktionen av det importerade – inklusive transport till Sverige – är mer klimateffektiv än svensk produktion. Miljö kvalitetsmålet Ett rikt odlingslandskap vore omöjligt att uppnå utan betesdjur i Sverige, och det vore även svårt att behålla åkermark i skogsbygd i bruk utan produktion av foder. I synnerhet gäller detta åkermark i områden där det i stort sett enbart odlas vall. Även Ett rikt växt- och djurliv kunde vara svårt att uppnå utan den hävd av värdefulla miljöer som betesdjuren står för.

De länder som Sverige huvudsakligen importerar animalieprodukter från är Tyskland, Danmark, Nederländerna, Irland, Polen och Nya Zeeland. Sett till produktgrupper är Danmark huvudexportör av mjölk, ost, ägg, griskött och kyckling, medan Irland är störst beträffande kött från idisslande djur.²²

I Tabell 23 nedan framgår hur importerade animalieprodukter bedöms påverka de områden som de svenska nationella miljömålen gäller. Här har vi inkluderat påverkan i producentländerna på samma sätt som vi gjorde för svensk produktions påverkan i Sverige i Tabell 22. Färgkod ges av Tabell 21.

²² Sett enbart till lamm är Nya Zeeland störst exportör till den svenska marknaden, men för nöt- och lammkött sammantaget är Irland störst.

Tabell 23. Miljöpåverkan av produktion av olika typer av animalieprodukter importerade till Sverige. Påverkan har kategoriserats utifrån den svenska miljömålsindelningen. Färgkod ges av Tabell 21.

	Mjolk, ost; Danmark	Ägg, gris- och fjäderfäkött; Danmark	Nöt- och lammkött; Irland
Begränsad klimatpåverkan			
Giftfri miljö			kunskap otillräcklig
Ingen övergödning			
Ett rikt odlingslandskap			
Ett rikt växt- och djurliv			
Generationsmålet, internationellt perspektiv			

Kommentarer till den klassning som görs i Tabell 23:

- Begränsad klimatpåverkan: Bedömningen är densamma som för svensk produktion, eftersom skillnaderna i utsläpp mellan Sverige och importländerna enligt gjorda studier är liten.
- Informationen om de ekotoxiska effekterna av animalieproduktionen i Danmark och på Irland jämfört med i Sverige är bristfällig. Gissningsvis är effekterna likvärdiga från dansk och svensk produktion av mjölkprodukter, ägg, gris och kyckling, eftersom produktionssystemen och de naturliga förutsättningarna är likartade, och regleringen av bekämpningsmedel i huvudsak är gemensam inom EU. Beträffande nötköttsproduktion på Irland tors vi däremot inte dra några slutsatser, eftersom vi saknar uppgift om pesticidanvändningen på de irländska betesmarkerna, som står för en mycket stor del av de irländska nötkreaturens foder.
- Ingen övergödning: Dansk och irländsk animalieproduktion bedöms liksom den svenska ha starkt negativ påverkan av stor vikt för miljöaspekten övergödning. För uppfyllelsen av det svenska miljö kvalitetsmålet spelar Östersjöns status stor roll, och därmed har även den danska produktionen stor betydelse för det svenska målet.
- Ett rikt odlingslandskap: Dansk mjölkproduktion bedöms bidra mindre till biologisk mångfald än svensk på grund av att förekomsten av naturbetesmarker är liten i Danmark. Positiva effekter från vallodling och gödsel bedöms här vägas upp av negativa effekter från pesticidanvändning och gödselläckage. Bidraget till öppet odlingslandskap spelar inte den stora positiva roll som det gör i Sverige, på grund av att det danska landskapet till stor del domineras av jordbruk. Denna uteblivna positiva aspekt gör att de negativa effekterna överväger för produktion av ägg, gris och fjäderfä i Danmark. Irländsk produktion av nöt- och lammkött är till stor del betesbaserad, och till viss del är det naturbetesmarker som hävdas, framför allt när det gäller lammproduktionen. Irländska nötkreatur betar i större utsträckning mindre artrika, kraftigt gödslade betesmarker. Idisslarnas bidrag till odlingslandskapets mångfald bedöms som helhet vara positivt och av stor betydelse för den biologiska mångfalden.
- Ett rikt växt- och djurliv: Dansk och irländsk produktion bedöms på samma sätt som den svenska, förutom när det gäller mjölkproduktion. Dansk mjölkproduktion bidrar endast i liten utsträckning till hävd av naturbetesmarker, vilket gör att de negativa effekterna av produktionen överväger.
- Generationsmålet internationella dimension bedöms påverkas på samma sätt som för svensk produktion.

Globalt sett förekommer i vissa fall betydligt större miljöpåverkan från animalieproduktionen än från den produktion som sker i Sverige och i de länder vi huvudsakligen importerar animalieprodukter från idag. Särskilt stora riskerar miljöeffekterna att bli i områden med svag miljölagstiftning och/eller bristande efterlevnad av lagstiftningen (i synnerhet i kombination med stor koncentration av djur inom ett litet område), och i fattiga områden där levnadsvillkoren tvingar fram ett överutnyttjande av naturresurser. Klassningen ovan är knuten till just de länder som anges för de olika produktkategorierna, och gäller inte animalieproduktion generellt, globalt.

Ekologisk produktion

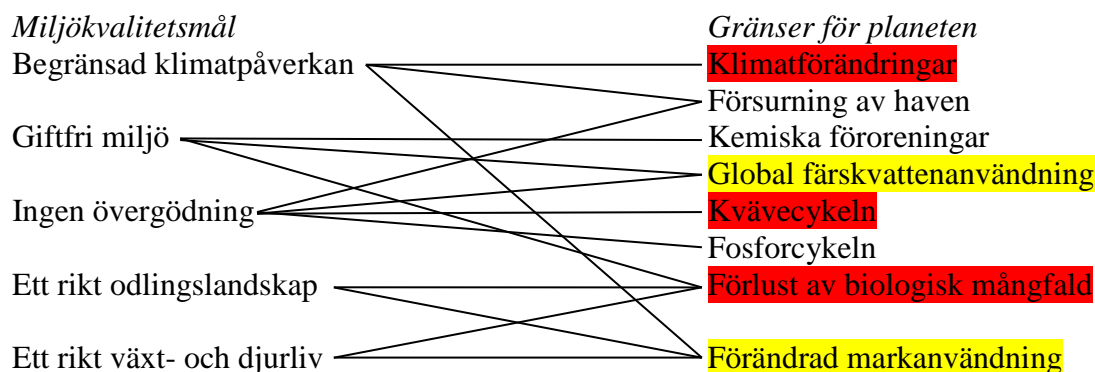
Ekologisk och konventionell produktion i Sverige och våra vanligaste importländer bedöms (i den mån kunskap finns) ha likartade effekter när det gäller klimatpåverkan. Den ekologiska produktionen gynnar biologisk mångfald genom frånvaron av pesticider, stor användning av vall och omfattande betesdrift. Import av ekologisk soja har inte de stora negativa konsekvenser för människors hälsa och miljö som import av konventionell soja har, eftersom kemiska bekämpningsmedel inte används. Ekologisk produktion står för en betydligt högre markanvändning än konventionell, enligt studier för svenska och västeuropeiska förhållanden.

Animalieproduktionens betydelse för miljön globalt

För flera kritiska miljöaspekter är animalieproduktionen en av de sektorer som har störst påverkan globalt sett. Enligt FN:s jordbruks- och livsmedelsorgan FAO är animaliesektorn *”en av de främsta belastningarna för många ekosystem och för planeten som helhet. Globalt sett är den en av de största källorna till växthusgaser och en av huvudorsakerna till förlust av biologisk mångfald, medan den i de utvecklade länderna och länder på frammarsch är den kanske största källan till förorening av vatten.”* (Steinfeld et al., 2006)

I takt med att jordens befolkning växer och den genomsnittliga levnadsstandarden stiger, ökar även den totala konsumtionen av animalieprodukter i världen; år 2030 förutspås konsumtionen av både mjölk och kött vara mer än 50 procent högre än 2002 års nivå (Steinfeld et al., 2006). Det innebär att miljöpåverkan per producerad enhet måste minska drastiskt, om inte den totala miljöbelastningen från sektorn ska öka (Reid et al., 2010).

Nedan åskådliggörs de viktigaste kopplingarna mellan de svenska miljö kvalitetsmål som tagits upp i den här rapporten och gränserna för planeten enligt en modell som Rockström et al presenterat (2009). Gränserna representerar ett säkert handlingsutrymme för mänskligheten. Endast de gränser som är relevanta för jordbruk har tagits med. Gränser som Rockström et al. (2009) bedömer vara redan överskridna har rödmarkerats, medan gränser som vi är nära att överskrida har gulmarkerats.



Figur 18. De viktigaste kopplingarna mellan gränser för planeten enligt Rockström et al. (2009) och de svenska miljö kvalitetsmålen. Ytterligare indirekta kopplingar föreligger, men markeras inte för överskådlighetens skull. Generationsmålet berör samtliga listade gränser för planeten.

Som vi ser, är läget kritiskt i ett globalt perspektiv för flera av de miljöeffekter som animalieproduktionen påverkar. Här beskrivs närmare de gränser för säkert handlingsutrymme för mänskligheten som Rockström et al (2009) definierar:

- För **klimatförändringar** har författarna satt den kritiska gränsen för atmosfärens koldioxidkoncentration vid 350 ppm i kombination med en gräns för värmestrålning om högst 1W per m².²³ Både koncentrationsmålet och värmestrålningsmålet har överskridits.
- Gränsen för **försurning av haven** har satts utifrån möjligheten för havslevande djur som snäckor och koraller att vidmakthålla kraftiga skal. Försurning leder till hav med lägre pH, och lägre pH medför att kalkföreningar t.ex. snäckskal vittrar snabbare.²⁴ Här befinner vi oss inom ramen för säkert handlingsutrymme.
- Beträffande **kemiska föroreningar** saknas tillräcklig kunskap för att gränser för ett säkert handlingsutrymme ska kunna definieras.
- För **global färskvattenanvändning** sätts gränsen för den globala användningen²⁵ av blått vatten till 4 000 km³ per år. Gränsen är ännu inte nådd med dagens vattenanvändning, men återstoden av det säkra handlingsutrymmet bedöms redan vara in-tecknat för framtida vattenbehov för livsmedelsproduktion.
- Gränsen för människans inverkan på **kvävecykeln**, alltså den tillförsel av reaktivt kväve som människan står för genom mineralgödseltillverkning, odling av baljväxter samt förbränning av fossila bränslen och biomassa har satts till 25 procent av dagens nivå (cirka 35 miljoner ton kväve per år), men författarna betonar att detta är en gissning, i brist på bättre kunskap (Rockström et al., 2009). Denna gräns har alltså överskridits, men är också högst osäker.

²³ Gränsen för koldioxidkoncentrationen är alltså lägre satt än vad de svenska miljömålen siktar på. Bakgrunden är att miljömålet, som stöder sig på internationella förhandlingar, delvis är politiskt satt, medan Rockström et al (2009) enbart utgått från miljöns förutsättningar.

²⁴ Planetens gräns för försurning har satts vid en mättnadsgrad för aragonit som är minst 80 procent av den förindustriella nivån. En lägre mättnadsgrad bedöms innebära ett alltför stort hot mot de havslevande organismer som delvis består av karbonatföreningar. Försurning sänker mättnadsgraden för aragonit. Aragonit är ett kristallint kalciumkarbonat (CaCO₃).

²⁵ Här avses förbrukande användning, ”consumptive use”, d.v.s. användning som innebär att vatten avlägsnas från källan det tas från, t.ex. genom att det införlivas i produkter, såsom en växande gröda eller ett djur.

- När det gäller **fosforcykeln** utgår Rockström et al (2009) från hur mycket fosfor människan tillför haven i relation till den mängd som tillförs naturligt genom vittring för att definiera gränsen för säkert handlingsutrymme. Författarna formulerar gränsen som att människan kan tillföra tio gånger mer fosfor per år än vad som tillförs via vittring innan en kritisk nivå nås. Dagens tillförsel av fosfor från mänsklig aktivitet till haven ligger strax under denna gräns.
- **Förlust av biologisk mångfald** finns med som en gräns för planeten eftersom biologisk mångfald ökar resiliensen²⁶ hos ekosystemen och därmed naturens förmåga att buffra mot förändringar – biologisk mångfald gör alltså miljön mer stabil. Det finns inte tillräcklig kunskap för att formulera en gräns för vilken biologisk mångfald som är kritisk för ekosystemens resiliens. Gränsen för det säkra handlingsutrymmet har därför formulerats som en högsta takt för utrotning av arter: 10 utrotade arter per miljoner artår²⁷. Dagens utrotningstakt är tio till hundra gånger så hög, vilket innebär att gränsen kraftigt överskridits.
- **Förändrad markanvändning**, där naturmark (exempelvis skog) omvandlas till jordbruksmark bedöms vara det som orsakar störst förluster av ekosystemtjänster och läget bedöms som kritiskt (Rockström et al., 2009). Den gräns som författarna sätter är att högst 15 procent av jordens isfria yta ska vara åkermark. Idag är andelen åker 12 procent (betesmark ingår ej).

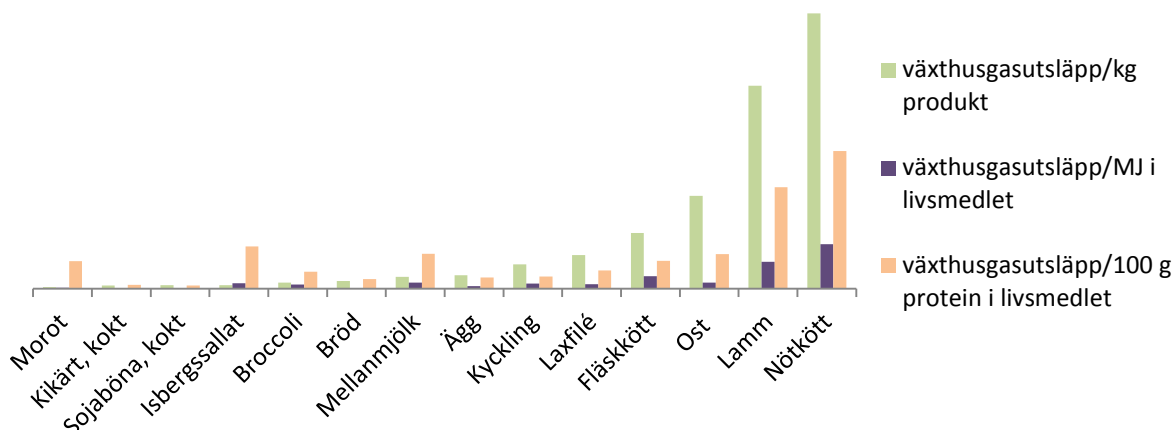
Utifrån den kunskap som finns, bedömer alltså Rockström et al (2009) att läget är värst beträffande förlust av biologisk mångfald, kvävecykeln och klimatpåverkan. Dessa miljöaspekter representeras också av de miljö kvalitetsmål där animalieproduktionen har störst betydelse för måluppfyllelsen. Vi ser vidare att samtliga här behandlade miljö kvalitetsmål har koppling till minst ett av de tre mest kritiska områdena. Detta understryker animalieproduktionens stora betydelse för den globala miljön.

Animaliekonsumtionens nivå

Som framkommit i denna rapport, har produktionen av kött, mjölkprodukter och ägg stor och övervägande negativ påverkan på miljön. Detta, samman med kännedomen om den svenska animaliekonsumtionens höga nivå och kraftiga ökning de senaste decennierna väcker frågan om möjligheterna att minska miljö påverkan genom att minska animaliekonsumtionen. Man kan inte rättvist jämföra produkter med olika funktion i kosthåll, men likväl finns ett behov av att jämföra miljö påverkan från olika produkter för att visa på möjligheter till minskad miljö påverkan genom förändrade kostval. För att sätta påverkan från dessa animalieprodukter i relation till andra vanliga livsmedel, har vi i Figur 19 jämfört utsläpp av växthusgaser från 14 olika livsmedel. Jämförelsen har gjorts per kg produkt, per energiinnehåll i produkten och per proteininnehåll i produkten. Figuren ska visa på relationen mellan olika produkter, och vi har därför valt att inte ange utsläppens absoluta storlek på y-axeln.

²⁶ Resiliensen är ett ekosystems förmåga att återgå till sitt tidigare läge efter en störning.

²⁷ Ett artår kan beskrivas som ett år som en art har funnits. En miljon artår är då exempelvis en art som funnits i en miljon år eller en miljon arter som funnits i ett år.



Figur 19. Relativa utsläpp av växthusgaser per kg produkt, per energiinnehåll och per proteininnehåll i olika livsmedel. Klimattal för samtliga köttslag uppges per kg benfritt kött. Data över växthusgasutsläpp per kg produkt bygger på livscykelanalyser gjorda av SIK, förutom när det gäller mjölk, ost, kikärt och sojaböna, där grunddata tagits från publicerade studier (Gan et al., 2011, da Silva et al., 2010, Flysjö, 2012). Produktionsdata har för kikärt och sojaböna kompletterats med transport och kokning. Uppgifter om energi- och proteininnehåll i livsmedel har hämtats från livsmedelsdatabasen på Livsmedelsverkets webbplats (www.livsmedelsverket.se).

Figur 19 visar att animalieprodukter överlag bidrar till större utsläpp av växthusgaser än vegetabiliska både per kg produkt och per energiinnehåll. När vi jämför livsmedlens klimatpåverkan i relation till proteininnehåll blir bilden något annorlunda. De proteinfattiga grönsakerna faller sämre ut än vid jämförelse utifrån vikt respektive energiinnehåll. Nöt- och lammkött har dock även i denna jämförelse störst klimatpåverkan av de redovisade livsmedlen. En sammanvägning av energi- och proteininnehåll utifrån figuren ger att baljväxter, bröd, ägg, kyckling och lax är klimatsmarta energi- och proteinkällor.

Vi saknar underlag till en lika detaljerad jämförelse av olika livsmedel för övriga miljöaspekter. Det finns dock en svensk studie som har jämfört olika måltider innehållande griskött med en vegetarisk måltid (ärtburgare) (Davis & Sonesson, 2008). Måltiderna innehöll likartade mängder energi, protein och fett. Det visade sig att ärtburgarens miljöpåverkan fram till tallrik var lägre eller mycket lägre för samtliga miljöpåverkanskategorier. Utsläppen av växthusgaser var hälften så höga för den vegetariska måltiden, och för markanvändning och övergödning var skillnaderna mellan köttmåltiderna (som föll ut ganska likartat) och den vegetariska rätten ännu större.

Vad kan man göra som konsument?

Som vi ser i sammanställningen ovan, hamnar animalieprodukterna olika i rangordning för olika miljökvalitetsmål. En samlad prioritering av produkter, produktionssystem och ursprung ur ett miljöperspektiv som inbegriper samtliga här behandlade miljökvalitetsmål har inte bedömts möjlig att göra, dels eftersom olika miljökvalitetsmål inte bör eller kan vägas mot varandra på ett rimligt sätt, dels för att det finns miljöaspekter som denna studie inte beaktar, t.ex. djurvälstånd. I stället ges nedan en prioriteringsguide ur ett konsumentperspektiv med utgångspunkt i olika ställningstaganden, se Tabell 24.

Tabell 24. Tänkbara konsumentprioriteringar och tips på hur man kan styra sin animaliekonsumtion enligt dessa prioriteringar.

Jag prioriterar klimatfrågan.	<ol style="list-style-type: none"> 3. Minska konsumtionen av animalieprodukter. 4. Välj ägg, kyckling, gris och mjölkprodukter, gärna med ingen eller låg andel soja i fodret, t.ex. klimatcertifierade produkter.
Jag vill undvika övergödning och algbloomning.	<ol style="list-style-type: none"> 3. Minska konsumtionen av animalieprodukter. 4. Välj animalieprodukter från gårdar som deltar i ett program för att minska växtnäringsförluster, t.ex. Greppa Näringen.*
Jag vill bevara hotade arter och ett öppet odlingslandskap i Sverige.	<ol style="list-style-type: none"> 2. Välj svenskt naturbeteskött.
Jag vill undvika skövling av regnskog.	<ol style="list-style-type: none"> 3. Minska konsumtionen av animalieprodukter. 4. Välj animalieprodukter från regioner där åkermark och betesmark inte expanderar och från djur med ingen eller låg andel soja i fodret, t.ex. klimatcertifierade produkter.
Jag vill undvika spridning av kemikalier.	<ol style="list-style-type: none"> 3. Välj ekologiska produkter.

*) Det är svårt att utläsa detta för en konsument i butik, men vi vill ändå lyfta fram att det finns gårdar som har kommit långt inom området.

Slutsatser i punktform

- Landbaserad animalieproduktion i Sverige har betydande negativ påverkan på miljökvalitetsmålen Begränsad klimatpåverkan, Giffri miljö, Ingen övergödning, Ett rikt odlingslandskap, Ett rikt växt- och djurliv samt Generationsmålet. Vilka djurslag och produktionssätt som har störst påverkan varierar mellan miljökvalitetsmålen.
- Det finns även positiv påverkan på miljökvalitetsmålen Ett rikt odlingslandskap och Ett rikt växt- och djurliv. Detta gäller främst betesbaserad produktion med nötkreatur och får som till stor del betar på naturbetesmarker i Sverige.
- Samtliga nationella miljökvalitetsmål som tagits upp i denna rapport är viktiga för att förbättra miljötillstånd som är särskilt kritiska i ett globalt perspektiv – biologisk mångfald, kväve- och fosforproblematik samt global uppvärmning.
- De nationella miljökvalitetsmål där animalieproduktionen har störst inflytande över måloppfyllelsen är Ingen övergödning och Ett rikt odlingslandskap. Även för målet Begränsad klimatpåverkan har animalieproduktionen stor betydelse. För dessa miljökvalitetsmål är prioriteringarna av olika animalieprodukter motstridiga: Produktion av nötkött och lamm behövs för uppfyllelse av Ett rikt odlingslandskap, samtidigt som denna uppfödning bidrar betydligt mer till utsläpp av växthusgaser än övrig animalieproduktion.
- Sammantaget bedöms ekologisk produktion ha något lägre negativa effekter på miljökvalitetsmålen Giffri miljö, Ett rikt odlingslandskap och Ett rikt växt- och djurliv än konventionell produktion. De positiva effekterna på Ett rikt odlingslandskap och Ett rikt växt- och djurliv bedöms vara desamma som för konventionell produktion.
- Miljöprestandan hos den svenska produktionen bedöms vara god i ett internationellt perspektiv.
- När svensk produktion jämförs med importerade produkter är det viktigt att skilja mellan olika importländer – importerade produkter kan vara bättre, lika bra eller sämre ur miljösynpunkt än motsvarande svenska. Produktionen inom ett land är inte heller homogen. För Danmark och Irland, som är de länder vi importerar mest animalieprodukter från, är miljöpåverkan i flera avseenden ganska lik den från svensk produktion.
- Världsmarknaden för foder, animalieprodukter och jordbruksmark är tämligen öppen, och detta gör att miljöpåverkan som resultat av svensk konsumtion och produktion inte bör betraktas isolerat.

Behov av vidare studier

Kunskapen om animalieproduktionens miljöpåverkan har ökat de senaste åren. Det återstår dock många kunskapsluckor ännu. Både miljöeffekter och djurvälstånd har varit heta debattämnen. Kunskapsuppbyggnaden och debatten har dessutom lett till att nya frågeställningar aktualiserats. Här kommer vi att diskutera dessa kunskapsluckor och frågeställningar ur olika perspektiv, nämligen konsument-, producent- och forskarperspektiv.

Konsumentperspektiv

Konsumtionens betydelse för att minska den negativa miljöpåverkan av animaliesektorn har alltmer hamnat i blickpunkten de senaste åren. Konsumenternas val har lyfts fram som en viktig faktor både i arbetet för att minska den negativa miljöpåverkan och i strävan att öka de positiva effekterna på framför allt landskapsbild och biologisk mångfald.

Det finns stora behov av ytterligare kunskap för att ge detaljerad vägledning för konsumenter beträffande animalieprodukter utifrån miljöhänsyn. Det finns flera luckor i kunskapen om enskilda produkters miljöpåverkan. Exempelvis saknas i viss utsträckning aktuella jämförande studier av miljöpåverkan från olika typer av produktionssystem (t.ex. mellan ekologisk och konventionell produktion) och från produktion i olika regioner (exempelvis Sverige jämfört med länder vi importerar animalieprodukter från). Internationellt saknas det miljösystemanalyser av industrialiserad kyckling- och grisproduktion²⁸. Många miljöbedömningar tar dessutom bara upp klimatpåverkan av animalieproduktionen, och det behövs även fler studier som inkluderar fler typer av påverkan (såsom biologisk mångfald och toxiska effekter av kemikalier) för att vi ska få en bredare bild av animalieproduktionens samlade miljöpåverkan.

Om konsumenter generellt ska ha en möjlighet att ta till sig ytterligare miljöbudskap behöver också själva förmedlingen av information och engagemang utvecklas. En svårighet med att vägleda konsumenter angående val av enskilda produkter är att påverkan från produkten inte sätts i relation till annat som konsumenten köper eller företar sig. Att jämföra olika kosthåll skulle kunna ge mer användbar information.

Slutligen saknas ingående kunskap om den hantering av livsmedel som konsumenterna själva står för: transport, förvaring, tillagning och svinn.

Producentperspektiv

Den negativa miljöpåverkan från animaliekonsumtionen kan i viss mån reduceras genom att miljöpåverkan minskas per kg produkt i produktionen. Förbättringsmöjligheterna inom svensk animalieproduktion är dock i flera fall begränsade. Produktionen har överlag hög effektivitet i en internationell jämförelse och ett omfattande miljöarbete har bedrivits under senare år, exempelvis vad gäller att minska kväveförluster från mark och stallgödsel. Åtgärder inom produktionen som ger bättre miljöprestanda per producerad enhet räcker dock inte om konsumtionen samtidigt ökar.

²⁸ Industrialiserad animalieproduktion är produktion som är helt separerad från foderproduktionen, alltså där allt foder köps in.

Kunskapsluckorna inom primärproduktionen rör till stor del de samlade effekterna av åtgärder. Det handlar dels om bättre förståelse för en enskild åtgärds effekt för olika typer av miljöpåverkan, och dels om hur en förändring i produktionen påverkar hela systemet. Ett exempel på en sådan åtgärd är odling av fånggröda som syftar till att minska kväveläckaget och därmed minska övergödningen. Ur klimatsynpunkt kan denna åtgärd leda till både minskad risk för lustgasavgång under hösten och vintern och ökad risk för lustgasavgång när fånggrödan plöjs ner på våren. Vad som blir den troliga nettoeffekten i olika fall saknas det idag kunskap om. Odling av fånggröda kan även bidra till ökad användning av ogräsmedel, eftersom det är vanligt att man använder glyfosat för att bryta fånggrödan. Här finns alltså potentiella målkonflikter mellan olika miljökvalitetsmål.

Det behövs även bättre kunskap om hur animalieproduktionen kan bli så miljöeffektiv som möjligt ur ett systemperspektiv och om vilka åtgärder som har störst betydelse. Det går sällan att nå nollutsläpp från animalieproduktionen.

Forskarperspektivet

Det saknas bra redskap för att väga olika miljöaspekter mot varandra i ett helhetsperspektiv och värdera en viss åtgärds eller verksamhets samlade miljöeffekter. Det behövs även mer kunskap om samspelet mellan mjölk- och nötköttsproduktion och hur dessa system utformas bäst ur miljösynpunkt. Ökad mjölkavkastning per mjölkko har lyfts fram som en åtgärd för att minska miljöpåverkan från mjölkproduktionen, eftersom kons belastning därmed kan slås ut på en större mängd mjölk. Men förändringen kan även innebära ökade miljökostnader, exempelvis för foderproduktionen. Den medför även att mindre nötkött produceras per kg mjölk, och vid konstant efterfrågan på nötkött kommer detta bortfall att kompenseras genom nötköttsproduktion från köttdjursraser, som ofta har relativt stor miljöpåverkan.

När det gäller enskilda miljöfrågor behövs det mer kunskap om toxicitetsbedömningar av pesticider och veterinära läkemedel. Även beträffande jordbruksmarkens kolförråd är dagens kunskap otillräcklig – vi vet för lite om vilka åtgärder som påverkar kolförråden och hur det sker. Biologisk mångfald är en miljöaspekt som är svår att integrera i analyser som kopplar miljöeffekter till en produkt, i synnerhet om effekten ska kvantifieras. Det är exempelvis inte klarlagt i vilka proportioner som Sveriges naturbetesmarker betas av rekryteringskvigor (som huvudsakligen kommer att ge mjölk) respektive dikor med avkomma (som enbart ger kött), än mindre hur mycket de olika djuren bidrar till den biologiska mångfalden.

De senaste åren har kunskapen om förändrad markanvändning i samband med uppodling av tidigare gräs-, busk- och skogsmarker utvecklats betydligt. Fortfarande finns dock ingen konsensus kring hur dessa frågor ska hanteras. Det behövs mer kunskap om storleken på de direkta utsläppen. Dessutom behöver metodik utvecklas och konsensus skapas kring hur de indirekta effekterna av förändrad markanvändning ska hanteras.

Vattenanvändning är en internationellt sett viktig aspekt av jordbruksproduktion, där miljöeffekterna varierar stort mellan olika regioner. Vattenanvändning mäts ibland specifikt för produkter som vattenavtryck. Metodiken för att inkludera vattenanvändning i analyser av produkters miljöpåverkan behöver dock utvecklas och standardiseras ytterligare.

Referenser

- Badgley, C., Moghtader, J., Quintero, E., Zakem, E., Chappell, M. J., Avilés-Vázquez, K., Samulon, A. & Perfecto, I. 2007. Organic agriculture and the global food supply. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 22(2), pp. 86-108.
- Basset-Mens, C. & van der Werf, H. M. G. 2005. Scenario-based environmental assessment of farming systems: the case of pig production in France. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 105, 1-2, 127-144.
- Berglund, M., Cederberg, C., Clason, C., Henriksson, M. & Törner, L. 2009. Jordbrukets klimatpåverkan - underlag för att beräkna växthusgasutsläpp på gårdsnivå och nulägesanalyser av exempelgårdar. Hushållningssällskapet Halland.
- Berlin, J. 2002. Environmental life cycle assessment (LCA) of Swedish semi-hard cheese. *International Dairy Journal*, 12, 939-953.
- Boggia, A., Paolotti, L. & Castellini, C. 2010. Environmental impact evaluation of conventional, organic and organic-plus poultry production systems using life cycle assessment. *World's Poultry Science Journal*, 66, 01, 95-114.
- Carlsson-Kanyama, A., Karlsson, R., Moll, H. & Kok, R. 2002. Household Metabolism in the Five Cities. Swedish National Report - Stockholm. Fms report 177. Stockholms universitet, Systemutveckling och FOI.
- Carlsson, B., Sonesson, U., Cederberg, C. & Sund, V. 2009a. Livscykelanalys (LCA) av svenska ekologiska ägg. SIK-report nr. 797. SIK - The Swedish Institute for Food and Biotechnology.
- Carlsson, B., Sonesson, U., Cederberg, C. & Sund, V. 2009b. Livscykelanalys (LCA) av svenskt ekologiskt griskött SIK-report nr. 798. SIK - The Swedish Institute for Food and Biotechnology.
- Casey, J. W. & Holden, N. M. 2006a. Greenhouse Gas Emissions from Conventional, Agri-Environmental Scheme, and Organic Irish Suckler-Beef Units. *J. Environ. Qual.*, 35, 1, 231-239.
- Casey, J. W. & Holden, N. M. 2006b. Quantification of GHG emissions from suckler-beef production in Ireland. *Agricultural Systems*, 90, 1-3, 79-98.
- Cederberg, C. & Flysjö, A. 2004. Life-cycle inventory of 23 dairy farms in south-western Sweden. SIK-report no. 728. SIK - The Swedish Institute for Food and Biotechnology.
- Cederberg, C., Flysjö, A. & Ericson, L. 2007. Livscykelanalys (LCA) av norrländsk mjölkproduktion. SIK-report no. 761. SIK - The Swedish Institute for Food and Biotechnology.
- Cederberg, C., Landquist, B. & Berglund, M. 2012. Potentialer för jordbruket som kolsänka (*in print*). SIK-rapport 850. SIK.

- Cederberg, C., Meyer, D. & Flysjö, A. 2009a. Life cycle inventory of greenhouse gas emissions and use of land and energy in Brazilian beef production. SIK-report no. 792. SIK - The Swedish Institute for Food and Biotechnology.
- Cederberg, C., Persson, U. M., Neovius, K., Molander, S. & Clift, R. 2011a. Including carbon emissions from deforestation in the carbon footprint of Brazilian beef. *Environmental Science and Technology*, 45, 5, 1773-1779.
- Cederberg, C., Sonesson, U., Henriksson, M., Sund, V. & Davis, J. 2009b. Greenhouse gas emissions from Swedish production of meat, milk and eggs 1990 and 2005. SIK-report no. 793. SIK - The Swedish Institute for Food and Biotechnology.
- Cederberg, C., Wallman, M., Berglund, M. & Gustavsson, J. 2011b. Klimatavtryck av ekologiska jordbruksprodukter. Rapport 830. SIK - Institutet för Livsmedel och Bioteknik.
- Cederberg, C., Wivstad, M., Bergkvist, P., Mattsson, B. & Ivarsson, K. 2005. Hållbart växtskydd - Analys av olika strategier för att minska riskerna med kemiska växtskyddsmedel. Rapport Mat21 nr 6/2005. SLU.
- Chapagain, A. & Orr, S. 2008. UK Water Footprint: the impact of the UK's food and fibre consumption on global water resources. Vol.1-2. WWF.
- Chassot, A., Philipp, A. & Gaillard, G. 2005. Oekobilanz-Vergleich von intensivem und extensivem Rindfleischproduktionsverfahren: Fallstudie anhand zweier Fallbeispiele. [Life cycle assessment (LCA) of two beef production systems.]. Presented at the 8th Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. Kassel, Germany, March 1-4, 2005.
- Claesson, S. & Steineck, S. 1991. Växtnäring, hushållning och miljö. Speciella skrifter nr 41. SLU Info. SLU.
- Coleman, K. & Jenkinson, D. S. 1996. A model for the turnover of carbon in soil. In: Powlson, D. S., Smith, P. & Smith, J. U. (ed.) *Evaluation of Soil Organic Matter Models Using Existing Long-Term Datasets*. NATO ASI serie I, Vol 38. pp 237-246. Heidelberg.
- da Silva, V. P., van der Werf, H. M. G., Spies, A. & Soares, S. R. 2010. Variability in environmental impacts of Brazilian soybean according to crop production and transport scenarios. *Journal of Environmental Management*, 91, 9, 1831-1839.
- Dalgaard, R., Jensen, J. D., Weidema, B., Halberg, N. & Sørensen, C. Å. G. 2008. Environmental assessment of Danish pork. Submitted to *Int J LCA March 2007*; Published in Dalgaard, R.L. (2008) *The environmental impact of pork production from a life cycle perspective (PhD Thesis)*, University of Aarhus & Aalborg University
- Damgaard_Poulsen, H. & Holton_Rubæk. 2005. Fosfor i dansk landbrug. DJF Rapport Husdjursbrug 68. Danmarks JordbrugsForskning.
- Davis, J. & Sonesson, U. 2008. Environmental potential of grain legumes in meals. Life cycle assessments of meals with varying content of peas. SIK-rapport 771.

- Defra. 2008. Comparative Life Cycle Assessment of Food Commodities Procured for UK Consumption through a Diversity of Supply Chains. Defra.
- Deutsch, L., Falkenmark, M., Gordon, L., Rockström, J. & Folke, C. 2010. Water-Mediated Ecological Consequences of Intensification and Expansion of Livestock Production. *In: Steinfeld, H., Mooney, H. A., Schneider, F. & Neville, L. E. (ed.) Livestock in a Changing Landscape. Drivers Consequences and Responses. Vol.1. 97-110. Washington.*
- Drake, L. & Björklund, J. 2001. Effekter av olika sätt att producera livsmedel – en inventering av jämförelser mellan ekologisk och konventionell produktion. SLU.
- Ecoinvent Centre. 2010. Ecoinvent data v. 2.2. Swiss Centre for Life Cycle Inventories.
- EEA. 2011. Greenhouse gas emission trends and projections in Europe 2011 - Tracking progress towards Kyoto and 2020 targets. EEA Report No 4/2011. European Environment Agency.
- Elferink, E. V. & Nonhebel, S. 2007. Variations in land requirements for meat production. *Journal of Cleaner Production*, nr 15, pp. 1778-1786.
- Emanuelsson, U. 2009. *Europeiska kulturlandskap - Hur människan format Europas natur*, Stockholm, Forskningsrådet Formas.
- Emanuelsson, U. 2013. Personal communication: Februari 2013.
- Eriksson, J., Andersson, A. & Andersson, R. 1997. Tillståndet i svensk åkermark. Rapport 4778 Naturvårdsverket.
- Erisman, J. W., van Grinsven, H., Grizzetti, B., Bouraoui, F., Powlson, D., Sutton, M. A., Bleeker, A. & Reis, S. 2011. The European nitrogen problem in a global perspective. *In: Sutton, M. A., Howard, C. M., Erisman, J. W., Billen, G., Bleeker, A., Grennfelt, P., van Grinsven, H. & Grizzetti, B. (ed.) The European Nitrogen Assessment. pp. 9-31.*
- EU-kommissionen. 2008. Kommissionens förordning 889/2008 av den 5 september 2008 om tillämpningsföreskrifter för rådets förordning (EG) nr 834/2007 om ekologisk produktion och märkning av ekologiska produkter med avseende på ekologisk produktion, märkning och kontroll.
- Europaparlamentet. 2000. Europaparlamentets och rådets direktiv 2000/60/EG av den 23 oktober 2000 om upprättande av en ram för gemenskapens åtgärder på vattenpolitikens område.
- Europeiska unionens råd. 2007. Rådets förordning (EG) nr 834/2007 om ekologisk produktion och märkning av ekologiska produkter och om upphävande av förordning (EEG) 2092/91.
- Eurostat. 2007. *The use of plant protection products in the European Union, data 1992-2003* [Online].

- Eurostat. 2013. http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/agriculture/data/main_tables [Online]. European Commission. [Accessed 22 February].
- FAO. 2009. Livestock in the balance. The state of food and agriculture 2009. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO. 2011. www.faostat.org.
- Flysjö, A. 2012. *Greenhouse Gas Emissions in Milk and Dairy Product Chains - Improving the carbon footprint of dairy products*. PhD thesis, Aarhus University.
- Fölster, J., Kyllmar, K., Wallin, M. & Hellgren, S. 2012. Kväve- och fosfortrender i jordbruksvattendrag. Har åtgärderna gett effekt? Rapport 2012:1. Institutionen för vatten och miljö, SLU.
- Gan, Y., Liang, C., Hamel, C., Cutforth, H. & Wang, H. 2011. Strategies for reducing the carbon footprint of field crops for semiarid areas. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 31, 4, 643-656.
- Garnett, T., Lewis-Brown, E., Srinivasan, K. & Perkins, R. 2010. Soil carbon sequestration workshop: summary of discussion. Food Climate Research Network.
- Gerber, P., Vellinga, T., Opio, C., Henderson, B. & Steinfeld, H. 2010. Greenhouse Gas Emissions from the Dairy Sector. A Life Cycle Assessment. Animal Production and Health Division, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).
- Gerber, P. J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., Falcucci, A. & Tempio, G. 2013. Tackling climate change through livestock – A global assessment of emissions and mitigation opportunities. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).
- Graaf, S., Adielsson, S. & Kreuger, J. 2011. Resultat från miljöövervakningen av bekämpningsmedel (växtskyddsmedel). Årssammanställning 2010. Ekohydrologi 128. Institutionen för mark & miljö, SLU.
- Guinée J, M, G., R, H., H, H., R, K., A, d. K., L, v. O., A, W. S., S, S., H, U. d. H., H, d. B., R, v. D. & M., H. 2002. Handbook on Life Cycle Assessment, Operational guide to the ISO standards, Dordrecht:Kluwer Academic Publishers. CML-metoden, uppdaterad 2008.
- Halberg, N., Hermansen, J. E., Kristensen, I. S., Eriksen, J., Tvedegaard, N. & Petersen, B. M. 2010. Impact of organic pig production systems on CO₂ emission, C sequestration and nitrate pollution. *Agron. Sustain. Dev.*, 30, 4, 721-731.
- Heidmann, T., Christensen, B. T. & Olesen, S. E. 2002. Changes in soil C and N content in different cropping systems soil types. *Greenhouse Gas Inventories for Agriculture in the Nordic Countries. Proceeding from an international workshop Helsingør, Denmark 24 – 25 January 2002*. DIAS report Plant Production no. 81. pp 77 - 86.

Hoekstra, A. Y., Chapagain, A. K., Aldaya, M. M. & Mekonnen, M. M. 2011. The Water Footprint Assessment Manual. Setting the Global Standard. Water Footprint Network.

Håkansson, I. 2000. Markpackning. Greppa Näringen. www.greppa.nu.

IPCC. 1996. IPCC good practice guidance and uncertainty management in national greenhouse gas inventories. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).

IPCC. 2006. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories – Volume 4 Agriculture, Forestry and Other Land Use. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).

IPCC. 2007. Climate Change 2007 - The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).

Jordbruksverket. 2001. Sveriges utrikeshandel med jordbruksvaror och livsmedel 1998-2000. Rapport 2001:16

Jordbruksverket. 2002. Husdjur den 14 juni 2001. Statistiska meddelanden JO 20 SM 0201

Jordbruksverket. 2003. Ett rikt odlingslandskap – fördjupad utvärdering 2003. Rapport 2003:19 Jordbruksverket.

Jordbruksverket. 2008a. Sveriges utrikeshandel med jordbruksvaror och livsmedel 2005-2007. Rapport 2008:20

Jordbruksverket. 2008b. Växtnäringsbalanser och kväveutlakning på gårdar i Greppa Näringen åren 2000-2006. Rapport 2008:25 Jordbruksverket.

Jordbruksverket. 2009. Utveckling av ängs- och betesmarker - igår, idag och imorgon. Rapport 2009:10 Jordbruksverket.

Jordbruksverket. 2010. Minskade växtnäringsförluster och växthusgasutsläpp till 2016 - förslag till handlingsprogram för jordbruket. 2010:10. Jordbruksverket.

Jordbruksverket. 2011a. Animalieproduktion. Års- och månadsstatistik - 2011:09. Statistiska meddelanden JO 48 SM 1111

Jordbruksverket. 2011b. Den svenska kött- och mjölkproduktionens inverkan på biologisk mångfald och klimat - skillnader mellan betesbaserade system och kraftfoderbaserade system. Rapport 2011:21 Jordbruksverket.

Jordbruksverket. 2011c. Ekologisk växtodling 2010. Statistiska meddelanden JO 10 SM 1103 Jordbruksverket.

Jordbruksverket. 2011d. Föreskrifter om ändring i Statens jordbruksverks föreskrifter och allmänna råd (SJVFS 2004:62) om miljöhänsyn i jordbruket vad avser växtnäring. *SJVFS 2011:25*.

- Jordbruksverket. 2011e. Gödsel och miljö 2011. Version 3.
- Jordbruksverket. 2011f. Husdjur i juni 2011. Statistiska meddelanden JO 20 SM 1102
- Jordbruksverket. 2011g. Hästar och anläggningar med häst 2010. Statistiska meddelanden JO 24 SM 1101 Jordbruksverket.
- Jordbruksverket. 2011h. Jordbruksmarkens användning 2011, preliminära uppgifter. Statistiska meddelanden JO 10 SM 1102 Jordbruksverket.
- Jordbruksverket. 2011i. Livsmedelskonsumtion och näringsinnehåll. Statistikrapport 2011:2
- Jordbruksverket. 2011j. Marknadsöversikt - fågelkött och ägg. Rapport 2011:31
- Jordbruksverket. 2011k. Sveriges utrikeshandel med jordbruksvaror och livsmedel 2008-2010. Rapport 2011:35
- Jordbruksverket. 2011l. Utrikeshandel inom livsmedelsområdet, www.jordbruksverket.se. Statistikenheten, Jordbruksverket.
- Jordbruksverket. 2012a. Jordbruksverkets statistikdatabas, www.jordbruksverket.se. Jordbruksverkets statistikenhet.
- Jordbruksverket. 2012b. Livsmedelskonsumtion och näringsinnehåll. Statistikrapport 2012:01
- Jordbruksverket. 2012c. Nationell handlingsplan för hållbar användning av bekämpningsmedel - Ändring 2012-07-12. Utkast till rapport.
- Jordbruksverket. 2012d. Redovisning av fördjupad analys till FU 2012. Redovisning till Naturvårdsverket. Jordbruksverkets diarienummer 28-13718/11. Jordbruksverket.
- Jordbruksverket. odat. Stank in Mind. Beräkningsverktyg och databas för växtnäring förluster. Jordbruksverket.
- Kemikalieinspektionen. 2012. Försålda kvantiteter av bekämpningsmedel 2011.
- 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*, In Press, Corrected Proof.
- Kätterer, T. & Andrén, O. 1999. Long-term agricultural field experiments in Northern Europe: analysis of the influence of management on soil carbon stocks using the ICBM model. *Agriculture, Ecosystems and the Environment*, 72, pp.165–179.
- Lagerberg Fogelberg, C. 2008. På väg mot miljöanpassade kostråd. Vetenskapligt underlag inför miljökonsekvensanalysen av Livsmedelsverkets kostråd. Rapport 9 - 2008. Livsmedelsverket, Uppsala.
- Lantmännen. 2011. Personal communication: Information on imports of soybean products for Swedish feed production.

Ledgard, S., Lieffering, M., McDevitt, J., Boyes, M. & Kemp, R. 2010. A Greenhouse Gas Footprint Study for Exported New Zealand Lamb Agresearch.

Leinonen, I., Williams, A. G., Wiseman, J., Guy, J. & Kyriazakis, I. 2012a. Predicting the environmental impacts of chicken systems in the United Kingdom through a life cycle assessment: Broiler production systems. *Poultry Science*, 91, 1, 8-25.

Leinonen, I., Williams, A. G., Wiseman, J., Guy, J. & Kyriazakis, I. 2012b. Predicting the environmental impacts of chicken systems in the united kingdom through a life cycle assessment: Egg production systems. *Poultry Science*, 91, 1, 26-40.

Leip, A., Weiss, F., Wassenaar, T., Perez, I., Fellmann, T., Loudjani, P., Tubiello, F., Grandgirard, D., Monni, S. & Biala, K. 2010. Evaluation of the livestock sector's contribution to the EU greenhouse gas emissions (GGELS) – final report. European Commission, Joint Research Center.

LRF. 2002. Maten och miljön – Livscykelanalys av sju livsmedel. LRF, Svensk Mjök, Swedish Meats, Lantmännen, Cerealia, Svensk Fågel, Svensk Matpotatiskontroll (SMAK) & Sydgrönt.

Macedo, M., DeFries, R., Morton, D., Stickler, C., Galford, G. & Shimabukuro, Y. 2012. Decoupling of deforestation and soy production in the southern Amazon during the late 2000s. *PNAS (Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America)*, 109, 4, 1341-1346.

Mekonnen, M. M. & Hoekstra, A. Y. 2012. A Global Assessment of the Water Footprint of Farm Animal Products. *Ecosystems*, 15, 3, 401-415.

Menzi, H., Oenema, O., Burton, C., Shipin, O., Gerber, P., Robinson, T. & Franceschini, G. 2010. Impacts of intensive Livestock Production and Manure Management on the Environment. In: Steinfeld, H., Mooney, H., Schneider, F. & Neville, L. (ed.) *Livestock in a Changing Landscape. Volume 1: Drivers, Consequenses and Responses*

Meyer, D. & Cederberg, C. 2010. Pesticide use and glyphosate resistant weeds - a case study of Brazilian soybean production. Rapport 809. SIK - Institutet för Livsmedel och Bioteknik.

Miljö- och jordbruksutskottet. 2010. Svenska miljömål. In: riksdag, S. (ed.) *Miljö- och jordbruksutskottets betänkande 2009/10: MJU25*.

Mollenhorst, H., Berentsen, P. B. M. & de Boer, I. J. M. 2006. On-farm quantification of sustainability indicators: an application to egg production systems. *British Poultry Science*, 47, 4, 405-417.

Naturvårdsverket. 1997. Kol i marken – konsekvenser av markanvändning i skogs- och jordbruk. Rapport 4782. Naturvårdsverket.

Naturvårdsverket. 2007. Miljömålen – i ett internationellt perspektiv de Facto 2007 Naturvårdsverket.

Naturvårdsverket. 2010. Tillståndet i svensk åkermark och gröda. Rapport 6349
Naturvårdsverket.

Naturvårdsverket. 2011. Miljömålen på ny grund. Naturvårdsverkets utökade årliga redovisning av miljö kvalitetsmålen 2011. Rapport 6433 Naturvårdsverket.

Naturvårdsverket. 2012a. Miljömålen - fokus på förutsättningarna. Årlig uppföljning av miljö kvalitetsmålen 2012. Dnr NV-08927-11 Naturvårdsverket.

Naturvårdsverket. 2012b. National Inventory Report 2012. Sweden. Submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol.
Naturvårdsverket.

Naturvårdsverket. 2012c. Sveriges miljömål. www.naturvardsverket.se.

Nemecek, T., Dubios, D., Huguenin-Elie, O. & Gaillard, G. 2011. Life cycle assessment of Swiss farming systems: I. Integrated and organic farming. *Agricultural Systems*, no. 104, pp. 217-232.

Nguyen, L. T., Hermansen, J. E. & Mogensen, L. 2011. Environmental assessment of Danish pork. Aarhus University.

Nguyen, T. L. T., Hermansen, J. E. & Mogensen, L. 2010. Environmental consequences of different beef production systems in the EU. *Journal of Cleaner Production*, 18, 8, 756-766.

Nielsen, N. I., Jørgensen, M. & Bahrndorff, S. 2011. Greenhouse Gas Emission from the Danish Broiler Production estimated via LCA Methodology. AgroTech - Institut for Jordbrugs- og Fødevarerinnovation.

Nilsson, H. 2011. Utvärdering av regionala växtnärbalanser. Länsstyrelsen i Skåne.

Pelletier, N., Pirog, R. & Rasmussen, R. 2010. Comparative life cycle environmental impacts of three beef production strategies in the Upper Midwestern United States. *Agricultural Systems*, 103, 6, 380-389.

Persson, J. & Kirchmann, H. 1994. Carbon and nitrogen in arable soils as affected by supply of N fertilizers and organic manures. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 51 (1-2).

Peters, G. M., Rowley, H. V., Wiedemann, S., Tucker, R., Short, M. D. & Schulz, M. 2010. Red Meat Production in Australia: Life Cycle Assessment and Comparison with Overseas Studies. *Environmental Science & Technology*, 44, 4, 1327-1332.

Petersen, B. M. 2010. A model for carbon dynamics in agricultural mineral soils. Technical report. Aarhus University.

Petersen, B. M. 2011. Personal communication.

Petterson, L. 2012. Title. Svenska Foder. Mars 2012.

Phalan, B., Onial, M., Balmford, A. & Green, R. E. 2011. Reconciling food production and biodiversity conservation: Land sharing and land sparing compared. *Science*, 333, 6047, 1289-1291.

Plateryd, L. 2004. Konsumenter och naturbeteskött - Motiv till köp av Kaprifolkött samt föreställningar om landsbygdens landskap. Occasional Papers 2004:4. Kulturgeografiska institutionen, Handelshögskolan, Göteborgs universitet.

Ramankutty, N., Evan, A., Monfreda, C. & Foley, J. 2008. Farming the planet: 1. Geographic distribution of global agricultural lands in the year 2000. *Global Biogeochemical Cycles*, 22, 1, GB1003.

Regeringskansliet. 2010. Svenska miljömål - för ett effektivare miljöarbete. Regeringens proposition 2009/10:155.

Regeringskansliet. 2012. Svenska miljömål - preciseringar av miljö kvalitetsmålen och en första uppsättning etappmål. Ds 2012:23 Miljödepartementet.

Reid, R. S., Bedelian, C., Said, M. Y., Kruska, R. L., Mauricio, R. M., Castel, V., Olson, J. & Thornton, P. K. 2010. Global Livestock Impacts on Biodiversity. *In: Steinfeld, H., Mooney, H., Schneider, F. & Neville, L. (ed.) Livestock in a Changing Landscape. Volume 1: Drivers, Consequences and Responses*

Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, F. S., Lambin, E. F., Lenton, T. M. & al., E. 2009. Planetary Boundaries: Exploring the Safe Operating Space for Humanity. *Ecology and Society*, 14, 2.

SCB. 2000. Naturmiljön i siffror 2000. MI01 Statistiska centralbyrån.

SCB. 2011a. Jordbruksstatistisk årsbok 2011 med data om livsmedel. Statistiska centralbyrån

SCB. 2011b. Kväve- och fosforbalanser för jordbruksmark och jordbrukssektor 2009. Statistiska meddelanden MI 40 SM 1102. Statistiska centralbyrån

SCB. 2011c. Växtskyddsmedel i jord- och trädgårdsbruket 2010. Användning i grödor. Statistiska meddelanden MI 31 SM 1101 Statistiska centralbyrån

SLU. 2012. *Den Regionala Pesticid databasen (RPD)*, www.slu.se/vaxtskyddsmedel [Online].

Smit, A. L., Binraban, P. S., Schröder, J. J., Conijn, J. G. & van der Meer, H. G. 2009. Phosphorus in agriculture: global resources, trends and developments. Report 282. Plant Research International B.V.

Smith, P., D. Martino, Z., Cai, Z., Gwary, D., Janzen, H. & Kumar, P. 2007. Policy and technological constraints to implementation of greenhouse gas mitigation options in agriculture. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 118 (2007), 6-28.

Sonesson, U., Cederberg, C., Flysjö, A. & Sund, V. 2008. Livscykelanalys (LCA) av svenska ägg (ver. 2). SIK report no. 783. SIK - The Swedish Institute for Food and Biotechnology.

Stampe, M. 2011. Tjugo år med zinkoxid. www.svdhv.org. Svenska Djurhälsovården.

Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M. & de Haan, C. 2006. Livestock's long shadow – Environmental issues and options. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).

Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M., de Haan, C. 2006. Livestock's long shadow – environmental issues and options. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Svensk Mjolk. 2011. Mejerimarknadsrapport från Svensk Mjolk. Nr 1. 2011.

- Sveriges riksdag. 2010. Riksdagsskrivelse 2009/10:377.
- Taurus. 2012. Genomsnittligt kvalitetsutfall för djur slaktade år 2010. Slaktstatistik helår 2010. www.taurus.mu.
- Thomassen, M. A., van Calster, K. J., Smits, M. C. J., Iepema, G. L. & de Boer, I. J. M. 2008. Life cycle assessment of conventional and organic milk production in the Netherlands. *Agricultural Systems*, 96, 1-3, 95-107
- Ulén, B., Aronsson, H., Torstensson, G. & Mattsson, L. 2004. Svårt förutsäga utlakning i växtföljder - enstaka händelser betyder mest. Fakta Jordbruk nr 11, 2004. SLU.
- USEPA. 2011. DRAFT: Global Anthropogenic Non-CO2 Greenhouse Gas Emissions: 1990 - 2030. EPA 430-D-11-003.
- Wallman, M., Cederberg, C. & Sonesson, U. 2011. Life Cycle Assessment of Swedish Lamb Production. Version 2. Rapport 831. SIK, Institutet för Livsmedel och Bioteknik.
- Wallman, M. & Sonesson, U. 2010. Livscykelanalys (LCA) av svensk kalkonproduktion. SIK-rapport 808. SIK - Institutet för livsmedel och bioteknik.
- van der Hoek, K. 1998. Nitrogen efficiency in global animal production. *Environmental Pollution*, 102 (S1), pp.127-132.
- van der Werf, H. M. G., Kanyarushoki, C. & Corson, M. S. 2009. An operational method for the evaluation of resource use and environmental impacts of dairy farms by life cycle assessment. *Journal of Environmental Management*, 90, 11, 3643-3652.
- van Oel, P. R., Mekonnen, M. M. & Hoekstra, A. Y. 2009. The external water footprint of the Netherlands: Geographically-explicit quantification and impact assessment. *Ecological Economics*, 69, 1, 82-92.
- Wiedemann, S., McGahan, E., Grist, S. & Grant, T. 2010. Environmental Assessment of Two Pork Supply Chains Using Life Cycle Assessment. RIRDC Publication No. 09/176. Rural Industries Research and Development Corporation.
- Williams, A. G., Audsley, E. & Sandars, D. L. 2006. Determining the environmental burdens and resource use in the production of agricultural and horticultural commodities. Main Report. Defra Research Project IS0205. Cranfield University and Defra.
- Williams, A. G., Audsley, E. & Sandars, D. L. 2009. A lifecycle approach to reducing the environmental impacts of poultry production. World Poultry Science Association (WPSA), 17th European Symposium on Poultry Nutrition. Edinburgh, UK. 70-76.
- Wivstad, M. 2010. Klimatförändringarna - en utmaning för jordbruket och Giftfri miljö. PM 2/10. Kemikalieinspektionen.
- Wivstad, M., Salomon, E., Spångberg, J. & Jönsson, H. 2009. Ekologisk produktion - möjligheter att minska övergödning. Centrum för uthålligt lantbruk, SLU.
- www.miljomal.nu. Naturvårdsverket. [Accessed 2012-11-22].
- www.wwf.se. *The Swedish Water Footprint* [Online]. Världsnaturfonden. [Accessed 2012-11-22].

1. Fisk, skaldjur och fiskprodukter – analys av näringsämnen av V Öhrvik, A von Malmborg, I Mattisson, S Wretling och C Åstrand.
2. Normerande kontroll av dricksvattenanläggningar 2007-2010 av T Lindberg.
3. Tidstrender av tungmetaller och organiska klorerade miljöföroreningar i baslivsmedel av J Ålander, I Nilsson, B Sundström, L Jorhem, I Nordlander, M Aune, L Larsson, J Kuivinen, A Bergh, M Isaksson och A Glynn.
4. Kompetensprovning av laboratorier: Mikrobiologi – Livsmedel, Januari 2012 av C Normark, I Boriak och L Nachin.
5. Mögel och mögelgifter i torkad frukt av E Fredlund och J Spång.
6. Mikrobiologiska dricksvattenrisker ur ett kretsloppsperspektiv – behov och åtgärder av R Dryselius.
7. Market Basket 2010 – chemical analysis, exposure estimation and health-related assessment of nutrients and toxic compounds in Swedish food baskets.
8. Kompetensprovning av laboratorier: Mikrobiologi – Livsmedel, April 2012 av L Nachin, C Normark, I Boriak och I Tillander.
9. Kontroll av rests substanser i levande djur och animaliska livsmedel. Resultat 2010 av I Nordlander, Å Kjellgren, A Glynn, B Aspenström-Fagerlund, K Granelli, I Nilsson, C Sjölund Livsmedelsverket och K Girma, Jordbruksverket.
10. Råd om fullkorn 2009 – bakgrund och vetenskapligt underlag av W Becker, L Busk, I Mattisson och S Sand.
11. Nordiskt kontrollprojekt 2012. Märkning av allergener och ”kan innehålla spår av allergener” – resultat av de svenska kontrollerna av U Fäger.
12. Kompetensprovning av laboratorier: Mikrobiologi – Dricksvatten, 2012:1, mars av T Ślapokas, M Lindqvist och K Mykkänen.
13. Länsstyrelsens rapportering av livsmedelskontroll inom primärproduktionen 2010-2011 av L Eskilsson och K Bäcklund Stålenheim.
14. Vetenskapligt underlag för råd om mängden frukt och grönsaker till vuxna och barn av H Eneroth.
15. Kommuners och Livsmedelsverkets rapportering av livsmedelskontrollen 2011 av L Eskilsson.
16. Sammanställning av resultat från en projektinriktad kontrollkurs om skyddade beteckningar 2012 av P Elvingsson.
17. Nordic Expert Survey on Future Foodborne and Waterborne Outbreaks by T Andersson, Å Fulke, S Pesonen and J Schlundt.
18. Riksprojekt 2011. Kontroll av märkning – redlighet och säkerhet av C Spens, U Colberg, A Göransdotter Nilsson och P Bergkvist.
19. Från nutritionsforskning till kostråd – så arbetar Livsmedelsverket av I Mattisson, H Eneroth och W Becker.
20. Kompetensprovning av laboratorier: Mikrobiologi – Livsmedel, Oktober 2012 av L Nachin, C Normark och I Boriak.
21. Dioxin- och PCB-halter i fisk och andra livsmedel 2000-2011 av T Cantillana och M Aune.
22. Utgått.
23. Kontroll av kontaminanter i livsmedel 2011 – Resultat från kontrollprogrammen för dioxiner och dioxinlika PCB, PAH, nitrat, mykotoxiner och tungmetaller av A Wannberg, F Broman och H Omberg.
24. Kompetensprovning av laboratorier: Mikrobiologi – Dricksvatten, 2012:2, september av T Ślapokas och K Mykkänen.

1. Contaminants and minerals in foods for infants and young children – analytical results, Part 1, by V Öhrvik, J Engman, B Kollander and B Sundström.

Contaminants and minerals in foods for infants and young children – risk and benefit assessment, Part 2 by G Concha, H Eneroth, H Hallström and S Sand.

Tungmetaller och mineraler i livsmedel för spädbarn och småbarn. Del 3 Risk- och nyttohantering av R Bjerselius, E Halldin Ankarberg, A Jansson, I Lindeberg, J Sanner Färnstrand och C Wanhainen.

Contaminants and minerals in foods for infants and young children – risk and benefit management, Part 3 by R Bjerselius, E Halldin Ankarberg, A Jansson, I Lindeberg, J Sanner Färnstrand and C Wanhainen.

2. Bedömning och dokumentation av näringsriktiga skolluncher – hanteringsrapport av A-K Quetel.
3. Gluten i maltdrycker av Y Sjögren och M Hallgren.
4. Kontroll av bekämpningsmedelsrester i livsmedel 2010 av A Wannberg, A Jansson och B-G Ericsson.
5. Kompetensprovning: Mikrobiologi – Livsmedel, Januari 2013 av L Nachin, C Normark och I Boriak.
6. Från jord till bord – risk- och sårbarhetsanalys. Rapport från nationellt seminarium i Stockholm november 2012.
7. Cryptosporidium i dricksvatten – riskvärdering av R Lundqvist, M Egervärn och T Lindberg.
8. Kompetensprovning: Mikrobiologi – Livsmedel, April 2013 av L Nachin, C Normark, I Boriak och I Tillander.
9. Kompetensprovning: Mikrobiologi – Dricksvatten, 2013:1, mars av T Šlapokas och K Mykkänen.
10. Grönsaker och rotfrukter – analys av näringsämnen av M Pearson, J Engman, B Rundberg, A von Malmborg, S Wretling och V Öhrvik. 11. Riskvärdering av perfluorerade alkylsyror i livsmedel och dricksvatten av A Glynn, T Cantilana och H Bjerme.
12. Kommuners och Livsmedelsverkets rapportering av livsmedelskontrollen 2012 av L Eskilsson.
13. Kontroll av rests substanser i levande djur och animaliska livsmedel. Resultat 2011 av I Nordlander, B Aspenström-Fagerlund, A Glynn, I Nilsson, A Törnkvist, A Johansson, T Cantillana, K Neil Persson Livsmedelsverket och K Girma, Jordbruksverket.
14. Norovirus i frysta hallon – riskhantering och vetenskapligt underlag av C Lantz, R Bjerselius, M Lindblad och M Simonsson.
15. Riksprojekt 2012 – Uppföljning av de svensk salmonellagarantierna vid införsel av kött från nötkärr, gris och fjäderfä samt hönsägg från andra EU-länder av A Brådenmark, Å Kjellgren och M Lindblad.
16. Trends in Cadmium and Certain Other Metal in Swedish Household Wheat and Rye Flours 1983-2009 by L Jorhem, B Sundström and J Engman.
17. Miljöpåverkan från animalieprodukter – kött, mjölk och ägg av M Wallman, M Berglund och C Cederberg, SIK.