



UPPSALA  
UNIVERSITET

# Köttproduktionens påverkan på miljön

Elin Nannstedt

---

Independent Project in Biology  
Självständigt arbete i biologi, 15 hp, vårterminen 2012  
Institutionen för biologisk grundutbildning, Uppsala universitet

## Sammandrag

Köttproduktionen har en stor påverkan på miljön, framförallt vad gäller klimatet och den biologiska mångfalden via markanvändning, men även genom utsläpp av naturfarliga ämnen som bland annat bidrar till övergödning och försurning. Beroende på vilket kött det är man producerar blir miljöeffekterna olika. Ur klimatsynpunkt så bidrar nötkött med störst påverkan genom de högsta utsläppen av växthusgaser. Detta främst på grund av djurens tarmfermentering som ger utsläpp av metan, men även på grund utav deras stora markanvändning. Därefter kommer utsläpp från gris och minst utsläpp ger kycklinguppfödning. Foderproduktionen för gris och kyckling bidrar dock med mer växthusgasutsläpp än foderproduktionen för nötkött. De kräver en högre andel spannmål och kraftfoder som kostar mycket energi att framställa jämfört med nötkreaturen som i stor utsträckning kan leva på bara bete. En stor del av växthusgasutsläppen inom foderproduktionen kommer från produktionen av soja, som är det vanligaste proteintillskottet i vårt djurfoder. Odlingen av sojabönor bidrar till stora skövlingar av regnskog och annan natur framförallt i Sydamerika, vilket ger stora miljökonsekvenser för klimatet, men även den biologiska mångfalden drabbas hårt av detta.

Ekologisk produktion ger enligt undersökningar inte upphov till mindre växthusgasutsläpp, men däremot bidrar det till en ökad biologisk mångfald, då öppna landskap upprätthålls, utsläpp av giftiga ämnen i naturen undviks och endast ekologiskt foder används. Detta leder till mer positiva effekter på miljön som bland annat hjälper oss att uppnå många av de miljömålen vi har i Sverige.

## Inledning

Att äta kött har sedan urminnes tider varit naturligt för oss människor (Bradford 1999), men vår konsumtion har på senare tid börjat ifrågasättas då köttets påverkan på miljön har kommit att uppmärksammas allt mer samtidigt som köttproduktionen hela tiden ökar (FAO 2006). I de industrialiserade länderna åt 2005 en genomsnittlig person cirka 82 kg kött per år att jämföra med 1980 då man hade en per capita konsumtion som låg på cirka 76 kg kött per år. I utvecklingsländerna har ökningen varit ännu större, där har per capita konsumtionen ökat från cirka 14 kg per år till cirka 31 kg per år mellan 1980-2005 (FAO 2009) och allt tyder på att konsumtionen kommer att fortsätta öka även i framtiden. I och med den ökade populationsmängden i världen samt utvecklingsländernas snabbt stigande köttproduktion och konsumtion förutspås den globala köttproduktionen att växa avsevärt, från 229 miljoner ton producerat kött 1999/2001 till 465 miljoner ton producerat kött 2050. Detta skulle vara mer än en fördubbling av världens totala köttproduktion (FAO 2006). Denna utveckling kan ge stora konsekvenser på naturen då köttproduktionen påverkar miljön på många sätt både direkt och indirekt. Ett utav de stora problemen är utsläpp av växthusgaser. Idag står animalieproduktionen för 18 % av den totala mängden växthusgasutsläpp i världen, det vill säga nästan en femtedel. Även den biologiska mångfalden drabbas hårt av jordbrukets framfart då 30 % av jordens landyta används till förmån för boskapsindustrin (Steinfeld *et al.* 2006). Det leder till habitatförstörelse genom bland annat överbete och avskogning, samt utsläpp av kemikalier och andra främmande ämnen som kan påverka naturen på olika sätt (FAO 2006).

Det är därför viktigt att en mer hållbar köttproduktion uppnås och mitt syfte med detta arbete är därför att kartlägga de ekologiska konsekvenserna av köttproduktionen på miljön samt jämföra konventionellt producerat kött med ekologiskt producerat kött. Detta för att ta reda på om ekologiskt producerat kött skulle kunna vara en väg att gå för att uppnå en mer hållbar köttproduktion i framtiden och snabbare hjälpa oss att uppnå miljömålen vi har i Sverige.

## Jordbruket i Sverige

Här visas en kort översikt av våra vanligast förekommande djur inom jordbruket i Sverige samt en kort redogörelse för vilka olika fodersorter som främst används.

### Djurslag

#### *Ko (Bos taurus)*

Det totala antalet nötkreatur i Sverige 2010 var 1 536 658 individer, varav 14 % av dessa fanns inom ekologisk produktion. Detta är en minskning med cirka 26 % av det totala antalet nötkreatur räknat från 1980, då vi hade 1 935 022 stycken individer. Det beror främst på att antalet mjölkkor har minskat kraftigt. Antalet kor som föds upp endast för köttproduktion har däremot ökat tredubbel de senaste 30 åren och uppgick 2010 till 197 000 individer. Största delen av nötkreaturen finns i Västra Götaland och Skåne med ca 31 % av alla individer (SCB 2011).

#### *Gris (Sus domestica)*

Antalet grisar i Sverige har minskat med 44 % sedan 1980 och uppgick 2010 till 1 519 874 stycken individer och största delen (cirka 30 %) av grisuppfödningen sker i Skåne. Av dessa grisar var 44 300 ekologiskt uppfödda, vilket motsvarar ungefär 3 % (SCB 2011).

#### *Höns (Gallus gallus domesticus)*

2010 hade Sverige 6,1 miljoner höns och dessa finns framförallt i fyra län; Halland, Skåne, Västergötland och Östergötland. Av dessa var 185 000 ekologiskt klassade (SCB 2011).

#### *Får (Ovis aries)*

2010 hade Sverige 273 000 får och 292 000 lamm, vilket är en ökning med 44 % sedan 1980. Av dessa ingick 101 000 individer i ekologisk produktion. Fårproduktionen i Sverige är överlag småskalig och bedrivs främst i Västra Götalands, Skånes och Gotlands län (SCB 2011).

### Foder

#### *Vallfoder*

Vallfoder är en viktig del av fodret hos idisslare och består utav gräs och olika klöverbäxter. En större andel klöverbäxter eller tillskott av kvävegödsling ökar proteinhalten i fodret. Vallfoder kan antingen betas direkt (betesvall), skördas och sedan ges färsk eller i form av hö (slåttervall) eller ges som ensilage (konserverat djurfoder) (Nationalencyklopedin 2012a). Vallfoder brukar ibland även benämnas som grovfoder och är vanligen rikt på fibrer (Nationalencyklopedin 2012b).

#### *Soja*

Sojabönan är en ärtväxt som är mycket protein- och energirik. Den lämpar sig därför bra som foder till enkelmagade djur såsom gris och kyckling som inte kan tillvarata de livsnödvändiga aminosyrorerna från enkla kväveföreningar såsom idisslare kan, och därmed behöver foder innehållandes aminosyror. Av allt sojamjöl i Europa används 41 % inom grisköttproduktionen, 32 % används inom kycklingproduktionen och endast 5 % används inom nötköttproduktionen (van Gelder *et al.* 2008).

#### *Spannmål/kraftfoder*

Spannmål är ett samlingsnamn för de olika sädeslagens mogna frukter från bland annat majs, vete, ris, korn, havre och råg. Dessa innehåller både näring och energi och är därför en viktig foderkälla. I Sverige är vete den vanligaste spannmålen följt av korn och havre. De övriga sädeslagen förekommer också, men används i väldigt liten grad. Spannmål används i kraftfoder vanligen tillsammans med mineral- och proteinfodertillskott för att höja energi- och proteinhalten

i fodret. Kraftfoder används främst till gris och kyckling och inte så mycket till idisslande djur då de inte tål stärkelsen lagrad i frukternas frön lika bra (Nationalencyklopedin 2012c).

### **Konventionellt jordbruk**

Ett konventionellt jordbruk är svårt att definiera och kan se ut på många olika sätt (Drake & Björklund 2001). Det kan vara allt ifrån ett litet familjejordbruk till ett stort intensivt industriellt jordbrukssystem och skiljer sig mycket från ekologiska jordbrukssystem. Konventionella jordbruk får utnyttja all den befintliga teknik som finns tillgänglig och är laglig på marknaden, vilket innebär att kemiska bekämpningsmedel, antibiotika, konstgödsel, förädling av växter, konstgjorda fodertillsatser samt djuravel är vanligt förekommande inom konventionell köttproduktion, detta till skillnad från ekologisk produktion (Pimentel *et al.* 2005).

### **Ekologiskt jordbruk**

I ekologiska jordbruk använder man sig utav naturens egna processer för att försöka bevara ekosystemen på lång sikt. Detta för att värna om den biologiska mångfalden samt en god livskvalitet för både människa och djur. Inga konstgjorda ämnen såsom bekämpningsmedel, konstgödsel eller andra naturfrämmande ämnen som kan ge negativa effekter på människa och andra organismer används (IFOAM 2009). Man återvinner och återanvänder material och energi genom att använda sig utav foder och gödsel ifrån den egna gården samt förnybar energi i så stor utsträckning som möjligt med målet att gården ska fungera som ett slutet ekosystem utan intag utifrån (IFOAM 2009). Jordbrukssystemet ska vara uppbyggt så att det gynnar och skyddar den gemensamma miljön i avseende på landskap, klimat, biologisk och genetisk mångfald, livsmiljöer samt luft och vatten. Djurens välbefinnande är också viktigt och de ska få leva i en sådan miljö att de kan få utlopp för sina naturliga beteenden. Alla resurser och produkter som används inom ekologiskt jordbruk ska hanteras på ett ekologiskt och rättvist sätt som kan anses som säkert både för nutida samt framtida generationer (IFOAM 2009). Ekologisk produktion bedrivs idag på 11 % utav jordbruksmarken i Sverige (SCB 2011).

### **Sveriges miljömål**

I Sverige har vi 16 miljökvalitetsmål som ska ha uppnåtts till år 2020 i syfte att lösa våra största miljöproblem. De är också en vägledning till hur vi ska uppnå miljöbalkens grundläggande mål om att främja en hållbar utveckling för kommande generationer (Reinfeldt & Carlgren 2010). Många av dessa mål berörs av köttproduktionen och på vilket sätt jordbruket bedrivs har visat sig vara av betydelse för hur snabbt dessa miljömål kan uppnås. Många av målen kan på något sätt kopplas till jordbruket. Några exempel är; Begränsad klimatpåverkan, Ett rikt odlingslandskap, Giftfri miljö, Ingen övergödning, Grundvatten av god kvalitet, samt Ett rikt växt- och djurliv (Nilsson 2007). Jag har valt att fokusera på två av miljömålen, Begränsad klimatpåverkan och Ett rikt odlingslandskap, då dessa i hög grad påverkas av köttproduktionen.

#### **Begränsad klimatpåverkan**

Detta miljömål syftar till att vi ska begränsa utsläppen av växthusgaser i en sådan grad att den mänskliga påverkan av utsläppen ska kunna anses som ofarlig för klimatet. Dessutom måste det ske på ett sätt som innebär att den biologiska mångfalden bevaras, livsmedelsproduktionen tryggas samt att andra mål om en hållbar utveckling fortfarande går att uppnå (Naturvårdsverket 2012).

För att en hållbar utveckling ska kunna uppnås krävs ett globalt samarbete. Som ett steg i detta arbete har EU satt som mål att den globala medeltemperaturen inte får öka med mer än två grader

jämfört med förindustriell temperaturnivå. År 2050 bör därför de industrialiserade ländernas växthusgasutsläpp ha minskat med närmare två ton per capita (Naturvårdsverket 2012).

### **Ett rikt odlingslandskap**

Detta mål handlar om att vi ska skydda värdet av biologisk produktion och livsmedelsproduktion i våra odlingslandskap och jordbruksmarker samtidigt som vi ska stärka den biologiska mångfalden och bibehålla våra kulturmiljövärden (Naturvårdsverket 2012).

För att detta mål ska uppnås är det viktigt att jordbruket fortsätter att bedrivas utifrån ett hållbarhetsperspektiv. Utan betande djur kan vi inte upprätthålla våra betesmarker och då mycket av vår flora och fauna finns i naturbetesmarkerna är det viktigt att bevara dessa för den biologiska mångfaldens skull. Odlingslandskapets livsmiljöer har även ett kulturhistoriskt värde vilket också är betydelsefullt att bevara (Naturvårdsverket 2012).

### **Klimatpåverkan**

De senaste 150 åren har klimatet på jorden blivit allt varmare (Naturvårdsverket 2012). Allt mer växthusgaser såsom koldioxid, metan och lustgas släpps ut i vår atmosfär, vilket leder till en ökad växthusgaseffekt (SMHI 2009). År 2030 beräknas medeltemperaturen att ha ökat med 1-2 °C och en liten temperaturökning beräknas ge stora förändringar i klimatet. Det i sin tur leder till en rad olika konsekvenser för växter och djur. Ett exempel är isarna på Arktis och Antarktis som smälter allt fortare vilket gör att vattennivån kommer att ha höjts med nästan en decimeter år 2030 om temperaturen ökar som förutspått (Moss 2000). Många miljöer som är känsliga för förändring kommer också att gå förlorade och flera ekosystem kommer att skadas (Naturvårdsverket 2012). Det är därför viktigt att en minskning av våra växthusgasutsläpp sker innan det är för sent.

Animalieproduktionen står idag för 18 % av världens totala utsläpp av växthusgaser (US EPA 2006) och bidrar med ungefär 9 % av de globala koldioxidutsläppen, 35-40 % av metanutsläppen samt 65 % av de totala lustgasutsläppen, där metan och lustgas på kort sikt har en större påverkan på växthuseffekten (McMichael *et al.* 2007).

För att kunna bedöma påverkan från utsläppen av de olika växthusgaserna (koldioxid, metan, lustgas) har deras effekt räknats om till CO<sub>2</sub>-ekvivalenter (CO<sub>2</sub>e) enligt IPCC:s globala uppvärmningspotential (Tabell 1) (IPCCa 2007).

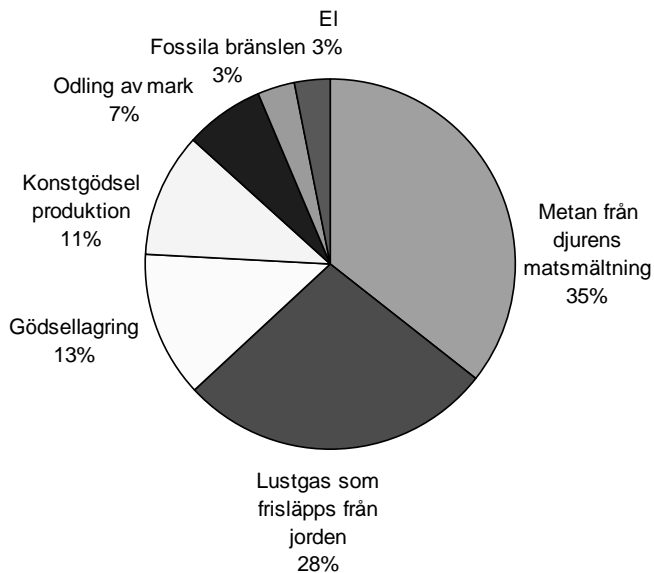
Tabell 1. Avser den potentiella påverkan av klimatet i ett hundraårsperspektiv. Omritad efter IPCC (2007a).

Växthusgas	kg CO <sub>2</sub> e kg <sup>-1</sup>
Koldioxid (CO <sub>2</sub> )	1
Metan (CH <sub>4</sub> )	25
Lustgas (N <sub>2</sub> O)	298

De globala utsläppen kommer ifrån flera olika källor. Dessa källor är avskogning till förmån för jordbruksmark, produktion av sojabönor, frisläppande av kol i betesmarker, energianvändning för foderspannmål, bearbetning och transport av produkter (spannmål, kött), utsläpp av lustgas från användning av konstgödsel och utsläpp av metan från djurgödsel samt djurens matsmältning (US EPA 2006).

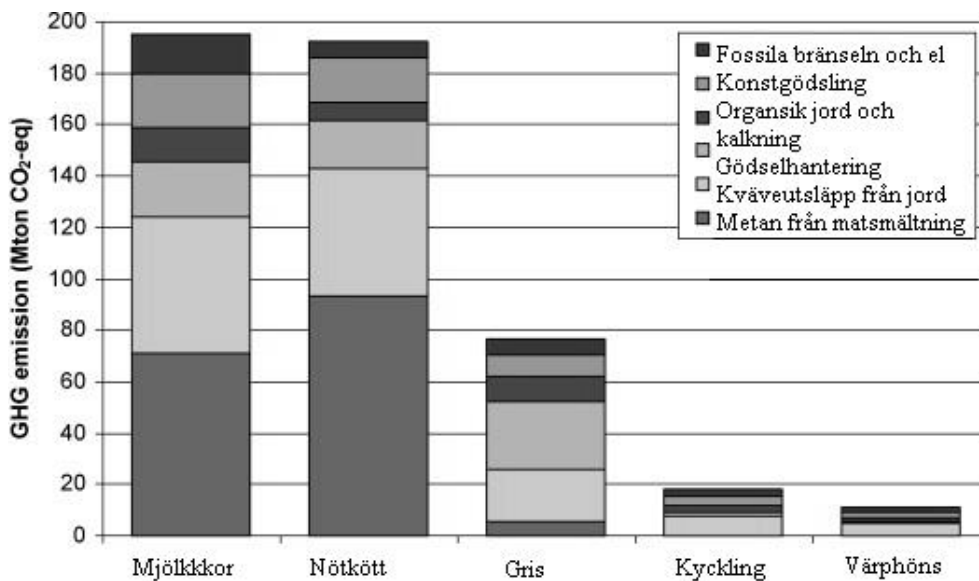
## Europas växthusgasutsläpp

De största källorna till växthusgasutsläppen i Europa är metangas från djurens matsmältning samt lustgas som frisläpps från jorden i marken som tillsammans står för mer än hälften av de totala utsläppen (Figur 1) (Lesschen *et al.* 2011).



Figur 1. Andel (%) utsläpp CO<sub>2</sub>e från olika utsläppskällor från den totala köttproduktionen baserat på 27 EU-länder. Omritad efter Lesschen *et al.* (2011).

Vilket djurslag det handlar om har också betydelse för hur stora utsläppen av växthusgaserna blir. Nötkreaturen står för de högsta emissionerna, följt av gris och kyckling (Figur 2) (Lesschen *et al.* 2011).



Figur 2. Fördelningen av utsläpp av växthusgaser (GHG) (på engelska: greenhouse gas) mellan olika djurslag. Modifierad efter Lesschen *et al.* (2011).

## Koldioxid (CO<sub>2</sub>)

Direkta utsläpp av koldioxid kommer från djuren när de andas, men dessa bidrar endast med en liten del av nettoutsläppet. Den största andelen koldioxid kommer istället ifrån indirekta källor, framförallt från användning av fossila bränslen samt genom förändrad markanvändning som frigör stora mängder kol som annars är bundet i marken (Steinfeld *et al.* 2006).

Användningen av fossila bränslen sker både inom djur- och foderproduktionen, bland annat vid framställningen av mineralgödsel som är väldigt energikrävande (Steinfeld *et al.* 2006). Ungefär 1 % av världens energi går till att producera den kvävebaserade konstgödseln (Smith 2002) som sedan användas under produktionen av foder inom animalieproduktionen. Den andra stora utsläppskällan av fossila bränslen är utsläppen från transporter, som till exempel sker vid import och export av produkter (Steinfeld *et al.* 2006).

Utsläpp från förändrad markanvändning sker bland annat när man bränner ner eller avverkar skog, då frisläpps nämligen stora mängder koldioxid som annars ligger bundet i marken ut i atmosfären. Man har beräknat att avverkningen av skog till förmån för boskapsindustrin bidrar till utsläpp på runt 2,4 miljarder ton koldioxid per år (Steinfeld *et al.* 2006).

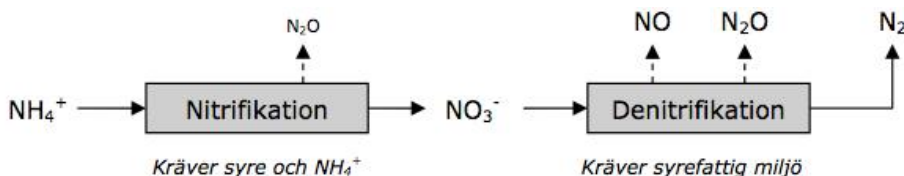
## Metan (CH<sub>4</sub>)

Utsläpp av metan kommer främst ifrån idisslande djur, där metanet bildas som en restprodukt under deras tarmfermentering. Detta genom att mikroorganismer i djurens våm bryter ner cellulosa och andra makromolekyler som en del i matsmältningsprocessen (Moss 2000). Denna process är den största källan till de antropogena metangasutsläppen och står för utsläpp på 86 miljoner ton metangas per år.

Den andra källan till metangasutsläppen är djurgödsel. Där bildas metangas genom att organiskt material bryts ner anaerobt. Cirka 17,5 miljoner ton av de antropogena metangasutsläppen kommer från boskapsindustrins gödsel varje år (Steinfeld *et al.* 2006).

## Lustgas (N<sub>2</sub>O)

Lustgas produceras naturligt i marken när kväve och organiskt material omsätts genom mikrobiella processer. Dessa processer kallas för nitrifikation och denitrifikation (US EPA 2006). Vid nitrifikation bryter mikroberna ner det organiska materialet och frigör ammoniumjoner från kvävet. Dessa oxideras sedan av nitrifikationsbakterier i jorden till nitrit för att sedan direkt oxideras vidare till nitrat och lustgas bildas som en restprodukt under omvandlingen (Kasimir Klemedtsson 2009). Vid denitrifikation reducerar bakterier nitratet som bildades vid nitrifikationen och gasformiga kväveföreningar bildas där lustgas är en av dem. Denitrifikationen sker i en syrefattig miljö (Berglund *et al.* 2009). Den antropogena påverkan inom animalieproduktionen bidrar till att mer kväve tillförs och blir tillgängligt i marken för dessa mikrobiella processer, vilket leder till att en större mängd lustgas bildas och frisläpps. Denna påverkan kan ske från både direkta och indirekta källor (US EPA 2006).



Figur 3. Schematisk bild över nitrifikations- samt denitrifikationsprocessen. Med tillstånd från Berglund *et al.* (2009).

### Direkta lustgasemissioner

Direkta utsläpp av lustgas kommer från mineralgödsel, stallgödsel, kompost, skörderester, uppodling av jord, urin och avföring från djuren på bete samt vid förändrad markanvändning (IPCC 2006).

### Indirekta lustgasemissioner

Indirekta lustgasemissioner är utsläpp som kommer från produktionen på gården, men som uppstår först någon annanstans. Det kan vara antingen förflyktigt kväve som transporteras med vinden och faller ner på mark eller i vatten där det ombildas till lustgas eller så kan det vara kväve som genom urlakning eller avrinning läcker ut från jordbruket till kringliggande natur och där ger upphov till lustgasföreningar genom nitrifikation och denitrifikation (Berglund *et al.* 2009, Lesschen *et al.* 2011).

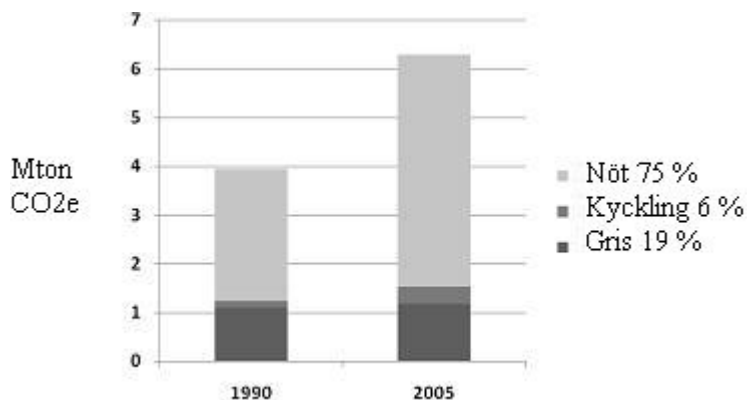
### Ökning av utsläpp i Sverige

I Sverige har växthusgasutsläppen ökat i takt med en ökad köttkonsumtion. Den inhemska produktionen av kött i Sverige har visserligen minskat sedan början av 1990-talet, men importen har ökat, vilket har bidragit till att växthusgasutsläppen totalt sett ändå blivit större (Cederberg *et al.* 2009). Mellan år 1990 och 2005 steg utsläppen av den totala köttkonsumtionen i Sverige med cirka 50 %, från ungefär 460 kg CO<sub>2</sub> per capita till nästan 695 kg CO<sub>2</sub> per capita. Det har lett till en ökning på mer än 2,3 miljoner ton utsläpp CO<sub>2</sub>e (Tabell 2), där nötköttet stod för cirka 75 %, medan gris och kyckling stod för cirka 19 % respektive 6 % av de totala utsläppen CO<sub>2</sub>e (Figur 4). Totalt gav det ett utsläpp på 6,3 miljoner ton CO<sub>2</sub>e (Cederberg *et al.* 2009), vilket går att jämföra med ungefär 3 miljarder mil bensindrivna bilar (Naturvårdsverket 2011).

Tabell 2. Visar ökningen av köttkonsumtionen i Sverige mellan 1990-2005. Omritad efter Cederberg *et al.* (2009).

Produkt	Kg kött <sup>1</sup> per capita 1990	Kg kött <sup>1</sup> per capita 2005	Kg CO <sub>2</sub> e per capita 2005	Ökning i % per capita 1990-2005
Nötkött	17,2	25,6	525	~75
Griskött	30,5	35,8	128	~10
Kyckling	5,9	16,6	39	~150
Totalt	53,6	78	695	~50

<sup>1</sup>: Slaktvikt 1 kilo kött med ben.



Figur 4. Andelen utsläpp CO<sub>2</sub>e hos nöt, gris och kyckling i Sverige 1990 samt 2005. Modifierad efter Cederberg *et al.* (2009).

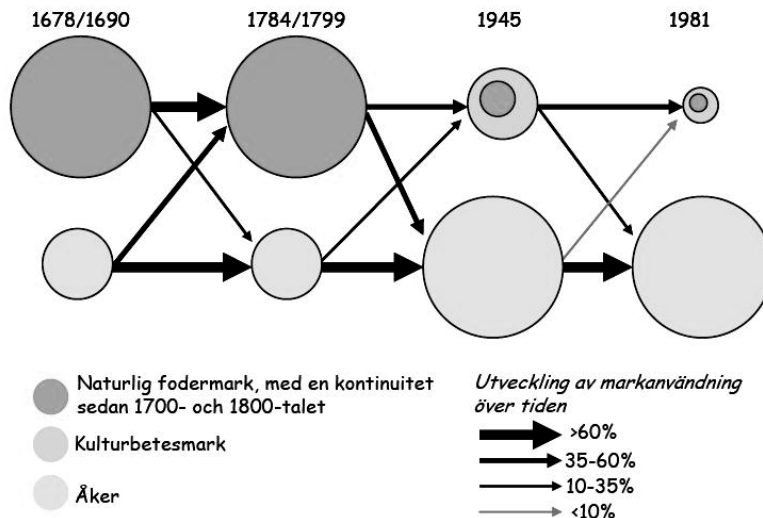


## Jordbrukslandskapet och den biologiska mångfalden

Jordbruk, vilket är mark där minst 30 % av landskapet är uppodlat (MA 2005), tar idag upp cirka 30 % av världens landyta (Steinfeld *et al.* 2006) och expansionen av jordbruket är den i särklass ledande orsaken till förändrad markanvändning. Bland annat kan 96 % av all avskogning kopplas till jordbruket (Geist & Lambin 2002).

### Förändrad markanvändning

De senaste århundradena har stora förändringar skett i jordbrukslandskapet (Figur 5) och våra naturbetesmarker och ängar har blivit allt mer isolerade (Cousins 2001). Naturbetesmarker, vilket är mark som under flera hundra år kontinuerligt hävdats genom slätter eller bete (Kiviniemi 2006) utan att utsättas för plöjning eller gödsling innehåller ofta en mycket hög artrikedom. Detta gör dem mycket viktiga att behålla för att bevara den biologiska mångfalden (Eriksson 2007). Ändå har dessa naturbetesmarker och det småskaliga jordbruket nästan helt försvunnit. Istället har det ersatts av åkermark och intensiva jordbruk, mestadels bestående av stora industriinriktade odlingar som använder både konstgödsel och bekämpningsmedel. Detta leder till en ökad habitatfragmentering och minskad biologisk mångfald (Lindborg *et al.* 2008).



Figur 5. Visar på förändringen i jordbrukslandskapet över Nynäs naturreservatsområde, vilket är en representativ bild över den förändrade markanvändningen av jordbruket de senaste 200 åren. Med tillstånd från O. Eriksson (Eriksson 2007).

### Habitatförstörelse

Den förändrade markanvändningen kan leda till habitatförstörelse, vilket innebär att ett naturligt habitat till exempel en skog ändras i en sådan grad att de ursprungliga arterna som fanns där inte längre klarar av att leva i den miljön, vilket leder till en minskad biodiversitet (Laurence 2010). De senaste 30 åren har arealen skog i världen minskat till ungefär hälften (MA 2005) och globalt sett är det jordbruket som är den största orsaken till denna habitatförstörelse (Laurence 2010). Förr i tiden förstördes en stor andel habitat på grund av småskaligt jordbruk samt av landskapsbebyggelse i samband med jordbruket. Idag sker den största habitatförstörelsen istället genom globalt ökat intensivt industriellt jordbruk, framförallt i utvecklingsländerna och konsekvenserna för miljön blir därmed större (Laurence 2010). De största problemen utgör förstörelsen av den tropiska skogen, men även avverkning av boreal skog ger stora konsekvenser för den biologiska mångfalden. Idag står den boreala skogen för en tredjedel av all världens skog

(Ecosummit 2012) och nästan 30 % av all markbunden kol finns lagrat i detta biom (IPCC 2007b). Även andra områden än skogsområden drabbas av jordbrukets utbredning, om än inte lika hårt. Av världens gräsmark är 10-20 % permanent förstört av jordbruket (Laurence 2010) och i södra Afrika ökenläggs successivt stora arealer mark på grund av överbete från boskapsdjur (MA 2005).

### *Öppna landskap*

Jordbruk är inte bara negativt för landskapet, utan det finns många fördelar också. Idisslande djur är en starkt bidragande orsak till att öppna landskap med de artrika naturbetesmarkerna upprätthålls, då dessa djur kräver en stor naturbetesmark, närmare bestämt 20 m<sup>2</sup> för produktion av ett kilo kött (Kumm 2002). Detta ger även upphov till en livsmiljö för andra betesberoende djur och växter, vilket bidrar till en ökad biologisk mångfald (Kumm 2002). En växlande landskapsmosaik med naturbetesmarker och kringliggande biotoper gör det möjligt att bevara en större biologisk mångfald och därmed skapa bra förutsättningar för olika ekosystemtjänster och processer (Lindborg *et al.* 2008).

## **Utsläpp av naturfarliga ämnen**

### **Bekämpningsmedel**

Användning av bekämpningsmedel är vanligt förekommande inom konventionellt jordbruk (Pimentel *et al.* 2005) och kan påverka både den biologiska mångfalden såväl som människans hälsa negativt (Engström *et al.* 2007). Bekämpningsmedel inom jordbruket ger en större påverkan på miljön än vad till exempel användningen av bekämpningsmedel inom industrin gör, då det inom jordbruket används direkt ute i naturen (Nilsson 2007). Främst används bekämpningsmedel vid tillverkning av foderspannmål, där det är vanligast inom den konventionella grisköttsproduktionen (Kumm 2002). Ett exempel på bekämpningsmedel är växtskyddsmedel som används för att undvika skadeinsekter, ogräs och liknande vid odling av grödor till proteinfoder (Kumm & Larsson 2007). I betesmarker och vallodlingar behöver man däremot inte använda några växtskyddsmedel, därför är användningen inom nötköttsproduktionen lägre. Dock ges antiparasitära ämnen till de betande djuren för att undvika att de drabbas av mag- och tarmparasiter de kan få ifrån betet. Dessa preparat kan sedan hamna i naturen genom deras avföring (Kumm & Larsson 2007).

### **Övergödning**

Övergödningen i Sverige orsakas till största del av jordbruket. Detta på grund av att kväve och fosfor läcker från jordbruksfälten (Engström *et al.* 2007) genom tillexempel urlakning av nitrat från foderodlingen eller avdunstning av ammoniak från jordbruksgödseln (Kumm & Larsson 2007). Så mycket som hälften av de svenska utsläppen som orsakar övergödning anses komma från jordbruket (Engström *et al.* 2007). Övergödning drabbar främst våra kuster och hav och är ett allvarligt hot mot artdiversiteten. Det kan orsaka algbloomning som kan leda till syrafria bottenar, vilket gör att bottenlevande djur och i vissa fall även fiskar dör (Havs- och vattenmyndigheten 2012).

Vart någonstans jordbruket är beläget påverkar hur mycket det bidrar till övergödningen (Kumm & Larsson 2007). Utsläpp av näringsämnen från jordbruk som ligger mitt i landet ger inte så stor påverkan på havet då en stor del av näringsämnena hinner tas upp av sjöar och vattendrag på vägen. Ett kustnära jordbruk däremot ger en större påverkan då en större andel övergödande ämnen når havet (Nilsson 2007). Samma sak gäller för ammoniakavgångarna från djurgödseln som tas upp av den närliggande vegetationen i större utsträckning i det mer skogstäta inlandet än i de kustnära slättbygderna (Asman 1998).

## Försurning

När man diskuterar försurande ämnen inom jordbruket är det främst ammoniak man syftar på, men även utsläpp av svaveldioxid och kväveoxid förekommer (Carlsson *et al.* 2009). För att försurning ska uppstå måste ämnet släppa ifrån sig protoner. Detta sker endast om miljön där ämnet släpps ut är helt kvävemättat (Cederberg & Nilsson 2004). Den största delen av ammoniakutsläpp härstammar från stall- och gödsellagring, men även betesgådseln bidrar till försurande emissioner (Cederberg & Nilsson 2004, Carlsson *et al.* 2009). Utsläppen av svaveldioxid och kväveoxid kommer främst ifrån användningen av fossila bränslen (Engström *et al.* 2007).

## Foderproduktionens miljöpåverkan

I Europa så används 72 % av all jordbruksmark till djurfoder samt foderproduktion och foderproduktionen. Därmed bidrar det till en stor del av växthusgaserna kopplade till boskapsindustrin, då utsläppen av växthusgaser är stora vid produktion av djurfoder. Framförallt uppkommer de genom lustgasföreningar från jorden (Lesschen *et al.* 2011).

Vid en jämförelse mellan olika djurslag kan man se att nötkreatur behöver mest foder och därmed också störst area för sin mat och de står därför för de högsta utsläppen av växthusgasföreningar, därefter kommer griskött följt av kyckling (Tabell 3) (Lesschen *et al.* 2011). Ser man till energianvändningen är den lägre hos idisslande djur, då de äter mer energisnålt grovfoder och gräs än gris och kyckling som behöver ett mer energirikt och dessutom importerat spannmål (Dalgaard *et al.* 2001).

Tabell 3. Foderanvändning för olika köttslag i Europa. Omritad efter Lesschen *et al.* (2011).

Produkt	Foderomvandlingsförhållanden (kg foder kg producerat kött <sup>-1</sup> )	Foderyta (m <sup>2</sup> kg producerat kött <sup>-1</sup> )	Växthusgasutsläpp (kg CO <sub>2</sub> e kg producerat kött <sup>-1</sup> )
Nötkött	19,8	37,3	22,6
Griskött	4,1	11,7	3,5
Kyckling	3,3	9,2	1,6

## Ekologisk foderproduktion

Inom ekologisk produktion använder man stallgödsel och kvävefixerande vallväxter i växtföljden samt organiska gödselmedel i så stor utsträckning det går. Dessa ger lägre växthusgasutsläpp än den energikrävande mineralgödseln som används vid konventionell produktion (Berglund *et al.* 2009). Användningen av näringsämnen (kväve, fosfor och kalium) är upp till 50 % lägre vid ekologisk foderproduktion. Maeder *et al.* (2009) visade att det ekologiska jordbruket gav en 20 % lägre avkastning av skördarna jämfört med ett konventionellt jordbruk mätt under en 21-årsperiod. I gengäld bidrog det dock till en bördigare jord samt en högre biodiversitet och energin det kostade att producera en gröda var mellan 20-56 % lägre inom ekologisk produktion (Tabell 4) (Maeder *et al.* 2002).

Tabell 4. Jämförelse mellan två odlingsystem i Centraleuropa med avseende på användning av näringsämnen samt användning av energi. Omritad efter Maeder *et al.* (2002).

Odlingsystem	Kväve (kg N ha <sup>-1</sup> år <sup>-1</sup> )	Fosfor (kg P ha <sup>-1</sup> år <sup>-1</sup> )	Kalium (kg K ha <sup>-1</sup> år <sup>-1</sup> )	Energi (GJ ha <sup>-1</sup> år <sup>-1</sup> )
Ekologiskt	93	28	131	13,3
Konventionellt	125	42	253	24,1

## **Sojabönans påverkan på miljön**

Soja är det vanligaste proteinfodret i Sverige (Naturskyddsföreningen 2010) och importen av soja (sojabönor, sojamjöl och sojaolja inräknat) var 2007 till Europa 41 miljoner ton (van Gelder *et al.* 2008) och nästan allt (90 %) av importen användes till djurfoder (Naturskyddsföreningen 2010).

Sojabönor odlas främst i Sydamerika vilket innebär att de måste importeras till Sverige. Det leder till stora utsläpp av fossila bränslen i form av koldioxid från transporterna. Vid avverkningen av skog och upplöjning av odlingsmark frigörs också mycket kol ifrån marken som gör att koldioxidhalten i luften ökar (Naturskyddsföreningen 2010).

I Amazonas avverkas årligen 1,2 miljoner hektar regnskog för att ge plats åt sojaproduktionen (Naturskyddsföreningen 2010) och Brasiliens Cerrado som är landets näst största biom efter regnskogen och världens artrikaste savann (Myers *et al.* 2000) drabbas också hårt av sojaproduktionen. På bara 35 år har över hälften av Cerradon odlats upp (Naturskyddsföreningen 2010). Detta leder till konsekvenser såsom minskad biodiversitet (Fearnside 2001), fragmentering, erosion, vattenföroreningar samt obalans i kolets kretslopp (Klink & Machado 2005). Odlingarna är dessutom ofta monokulturer (Naturskyddsföreningen 2010), vilket innebär att samma gröda odlas år efter år utan variation. För att avkastningen ska bli god varje år behövs därför oftast en ökad användning av konstgödsel samt bekämpningsmedel (Nationalencyklopedin 2012d).

### *Ekologisk sojaproduktion*

Ekologiska sojaodlingar förekommer, om än i begränsad skala. I dessa använder man sig utav omväxlingsgrödor, oftast vallväxter, istället för bekämpningsmedel för att förebygga mot ogräs och skadedjur. Detta då en ändrad växtföljd gör det svårare för dem att föröka sig och göra skada. De kvävefixerande växterna fungerar också som gödsel och ger en mer näringsrik jord samt minskad erosion (Naturskyddsföreningen 2010).

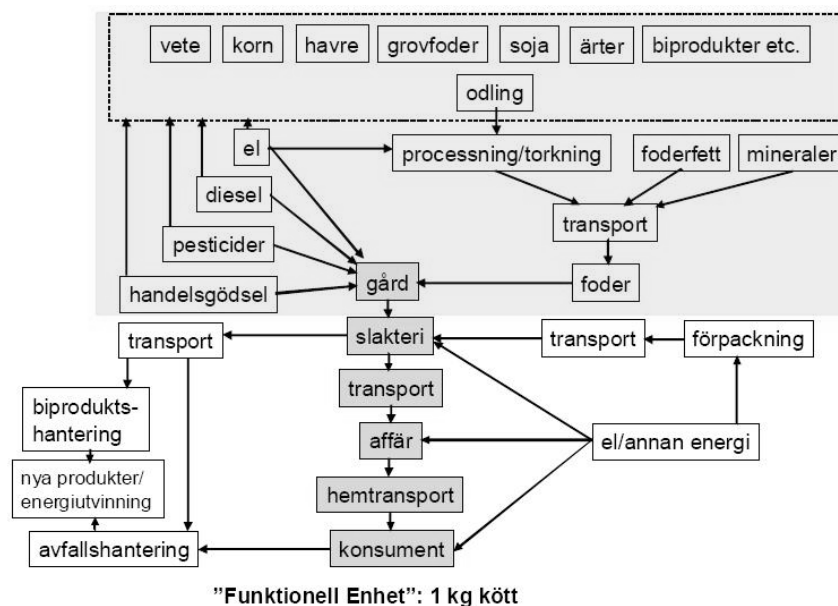
## **Jämförelse mellan ekologisk och konventionell köttproduktion**

### **Livscykelanalys**

En livscykelanalys (LCA) är en metod som behandlar och mäter miljöeffekter i alla steg under en produktion, det vill säga en produkts hela livscykel från vaggan till graven. Det är den enda internationellt accepterade metoden för att mäta miljöpåverkan. I analysen använder man sig utav en funktionell enhet för att kunna jämföra resultat (Kloepffer 2008). Den funktionella enheten som man räknar ut i varje steg är ett kvantitativt mått på hur stor påverkan det steget har i den totala produktionen (Munoz *et al.* 2010) och gör att man kan hitta steg som bidrar till en extra stor miljöpåverkan (Cederberg & Mattson 2000).

Metoden som används för livscykelanalyser är uppdelad i fyra olika delar. Första delen kallas för utformningsfasen, där mål och omfattning av studien bestäms, därefter kommer en analysfas där man inventerar all data som behövs från systemet man studerar. I det tredje steget gör man sedan en miljöbedömningsanalys utifrån den insamlade data från föregående steg och beskriver produktens miljöpåverkan. Den sista delen är sedan tolkningsfasen, där resultaten diskuteras och sammanfattas (ISO 2006).

För att få med jordbrukets totala effekt på miljön måste man ta hänsyn till flera aspekter. Vanligtvis brukar man se till global uppvärmningspotential, försurningspotential, övergödningspotential, upptagande av land samt energianvändning av icke förnybar energi i sin LCA (Nguyen *et al.* 2010).



Figur 6. Exempel på aspekter som tas med i en LCA för nötköttproduktion. Med tillstånd från U. Sonesson (Naturskyddsföreningen 2009).

## Grisköttsproduktion

### Markanvändning

En studie gjord av Kumm (2002) visar att konventionell grisköttsproduktion är det produktionslag som kräver minst landyta per kilo producerat kött. Nästan dubbelt så mycket landyta behövs för ekologisk grisuppfödning (Kumm 2002). Det beror på att den konventionella spannmålsproduktionen ger upp till en tredjedel högre avkastning per hektar än vad den ekologiska spannmålsproduktionen gör, då enkelmagade djur inte är så effektiva fodertransformerare. De ekologiskt uppfödda djuren behöver därför mer foder då kväveeffektiviteten hos dessa djur blir lägre på grund av att det har svårare att få en balanserad aminosyrasammansättning utan användning av sojamjöl eller syntetiska aminosyror som den konventionella foderspannmålen annars innehåller (Sonesson *et al.* 2009a). Dessutom har de ekologiska grisarna även en högre foderkonsumtion då de får vistas ute och gör därmed av med mer energi än vad de konventionella grisarna gör (Kumm 2002). Kraven på att ekologiska grisar ska få leva i ett naturligt habitat betyder också att de behöver en större landyta att leva på. Således blir markanvändningen mycket högre vid ekologisk produktion än vid konventionell (Sonesson *et al.* 2009a).

### Utsläpp av växthusgaser

Enligt en studie gjord på en svensk gård i Mälardalen är utsläppen av växthusgaser vid en ekologisk produktion cirka 4,6 kilo CO<sub>2</sub>e per kg kött att jämföra med en konventionell produktion som har utsläpp liggandes kring 4,2 – 4,8 kilo CO<sub>2</sub>e per kilo kött. Utsläppen är alltså ungefär desamma (Carlsson *et al.* 2009). De mesta av luftföroreningarna inom den ekologiska produktionen uppkommer från odling av foderspannmål samt från betesdriften, då mycket gödsel hamnar på betet vilket bidrar till utsläpp av lustgas (Carlsson *et al.* 2009).

### Energianvändning

Energiförbrukningen låg på ungefär samma nivå vid ekologisk produktion som vid konventionell. Den största delen av energiförbrukningen vid ekologisk produktion kommer ifrån fossila bränslen och då framförallt diesel som används vid produktionen av foder samt vid djurhållningen till en

viss del. Eftersom djuren är ute blir användningen av traktorer också större än vid konventionell produktion. Inom konventionell produktion gick mer av energin istället åt till uppvärmning av byggnader, värmelampor samt ventilation (Carlsson *et al.* 2009)

## **Nötköttproduktion**

### *Markanvändning*

Hos nötkreaturen är skillnaden i markanvändning mellan ekologisk och konventionell produktion inte lika stor som hos gris då ekologisk uppfödning med vallfoder ger nästan lika hög avkastning per hektar som de kvävegödslade gräset inom konventionell uppfödning. Dessutom är de ekologiska stutarna minst lika bra fodertransformerare som den konventionella nötkreaturen på grund av att de idisslar (Kumm 2002). Generellt sett behöver dock idisslande djur mer landyta per kilo kött än vad andra djurslag gör, då de behöver mer foder på grund av att de slaktas vid en senare ålder samt att de har ett lågt antal avkommor per individ, vilket också bidrar till en högre underhållning och foderkonsumtion (Kumm 2002).

### *Utsläpp av växthusgaser*

Vid ekologisk produktion ligger växthusgasutsläppen på cirka 20 kilo CO<sub>2</sub>e för ett kilo benfritt kött (räknat från en gård i Skåne). Vid konventionell produktion ligger utsläppen på cirka 24 kilo CO<sub>2</sub>e för ett kilo benfritt kött (Cederberg & Nilsson 2004). Inom ekologisk produktion är metangasutsläppen högre då dessa djur lever längre, men i gengäld är koldioxid- samt lustgasutsläppen lägre än vid konventionell produktion som använder mer fossila bränslen samt kvävetillskott (Cederberg & Nilsson 2004).

### *Energianvändning*

Energianvändningen är mycket låg inom ekologisk produktion. Anledningen till det är att djuren vistas ute mycket och få byggnader används vilket leder till att elförbrukningen hålls nere (Cederberg & Nilsson 2004).

## **Kyckling**

Då det inte finns några livscykelanalyser gjorda på ekologisk kycklingproduktion har jag inte gjort någon jämförelse mellan dessa (Sonesson *et al.* 2009b). Men jämför man istället med nöt- och griskött är kyckling bäst ur klimatperspektiv då de endast släpper ut 1,7 kg CO<sub>2</sub>e för ett kilo benfritt kött per år. De låga utsläppen beror främst på att de är mycket effektiva foderomvandlare både vad gäller energi och protein (Naturskyddsföreningen 2009). Även den totala markanvändningen är lägre hos kyckling. För ett kilo benfritt kött används endast 7 m<sup>2</sup> (LRF 2002) att jämföra med gris som använder 32 m<sup>2</sup> (Carlsson *et al.* 2009) och nöt som har en markanvändning på 154 m<sup>2</sup> (Cederberg & Nilsson 2004).

## **Diskussion**

Om man ser till miljömålen med koppling till jordbruket som jag nämnt tidigare (Begränsad klimatpåverkan, Ett rikt odlingslandskap, Ingen övergödning, Giftfri miljö, Grundvatten av god kvalitet, samt Ett rikt växt- och djurliv) så kan man konstatera att inom alla miljömål utom målet en begränsad klimatpåverkan ger ekologisk produktion en mer positiv effekt än konventionell produktion.

## **Klimatpåverkan**

Det går inte att säga att ekologiskt jordbruk är mer positivt för klimatet än ett konventionellt. Enligt undersökningar gjorda av Institutet för Livsmedel och Bioteknik (SIK) (Cederberg & Nilsson 2004, Carlsson *et al.* 2009) är det inga direkta skillnader i andelen utsläpp mellan de olika

produktionssätten. Tillexempel inom konventionellt jordbruk använder man sig utav konstgödsel som det krävs en stor användning utav fossila bränslen för att framställa, vilket ger utsläpp av både koldioxid, metan och lustgas, men samtidigt behövs en mindre mängd foder än vid ekologisk produktion. Så även om det ekologiska jordbruket använder sig utav mer ”miljövänligt” organiskt gödsel kan det fortfarande leda till högre utsläpp, då mycket mer foder måste användas totalt (Nilsson 2007). Det jämnar därför ut sig i slutändan med utsläppen.

Däremot är det stora skillnader i utsläpp av växthusgaser mellan de olika djurslagen. Nötkreatur står för de helt klart högsta utsläppen medan gris och kyckling har mycket lägre (Lesschen *et al.* 2011). Både den konventionella och den ekologiska nötköttsproduktion släpper ut tre gånger mer CO<sub>2</sub>e per kilo kött än vad konventionell grisköttsproduktion gör, medan ekologisk grisköttsproduktion tar plats där i mellan (Kumm 2002). Det beror framförallt på nötkreaturens höga andel metangasutsläpp. Kyckling däremot släpper ut minst växthusgaser. Detta då de behöver mindre foder, använder mindre landyta, bidrar med mindre läckage av kväve etc. (Lesschen *et al.* 2011). Dock så får man tänka på att foder från både sojabönsproduktionen samt den energikrävande mineralgödselproduktionen som båda bidrar med mycket växthusgasutsläpp förekommer i en mycket större utsträckning inom gris- och kycklingproduktionen än inom nötköttsproduktionen.

Om köttet är importerat eller lokalt uppfött spelar också roll . En ko uppfödd i ett slutet ekosystem på en lokal gård i Sverige kan ge lägre utsläpp än till exempel en gris som fötts upp under energikrävande former och transporterats över halva världen innan den hamnar på vårt matbord. Det är alltså många aspekter som spelar in, men totalt sett är ändå gris- och kycklingproduktion mer fördelaktigt ur ett klimatperspektiv. Betande djur ger dock positiva effekter på andra miljömål som ett rikt odlingslandskap och ett rikt växt- och djurliv, då de ger öppna landskap med en hög biologisk mångfald (Cederberg *et al.* 2009). Det är därför en svår avvägning att säga vilket köttslag som egentligen är bäst för naturen, då det är olika beroende på vilket miljömål man vill uppnå.

### **Biologisk mångfald**

Att ekologiskt jordbruk är bra för den biologiska mångfalden går att konstatera då flera undersökningar har visat att ekologisk produktion ger en ökad biologisk mångfald. I 53 av 63 studier, vilket motsvarar 84 %, som jämförts mellan ekologiskt och konventionellt jordbruk visade det sig att ekologiskt jordbruk överlag ger en högre artrikedom än konventionellt jordbruk (Bengtsson *et al.* 2005). Det finns många anledningar till detta. En anledning är att habitatförstörelsen blir mindre, som till stor del annars beror på de konventionella jordbrukens framfart (Laurence 2010). Frånvaron av användandet av pesticider som är fallet inom ekologisk produktion är en annan, vilket är till stor fördel för många av miljömålen, framförallt miljömålet en giftfri miljö. En giftfri miljö bidrar också positivt till målet grundvatten av en god kvalitet (Nilsson 2007) samt främjar den biologiska mångfalden, vilket bidrar till att uppnå miljömålen ett rikt odlingslandskap samt ett rikt växt- och djurliv (Naturvårdsverket 2012).

### **Övergödning**

Undersökningar visar på att ekologisk köttproduktion bidrar till mindre övergödning än konventionell (Maeder *et al.* 2002, Pacini *et al.* 2003). Då ekologiskt jordbruk strävar efter att ha ett slutet ekosystem tillförs inga nya näringsämnen till det befintliga systemet (IFOAM 2009), vilket annars sker inom konventionell produktion. Förekomsten av näringsämnen är mindre inom ekologisk produktion (Maeder *et al.* 2002), därmed blir risken för läckage och påverkan på naturen också mindre. Vad man dock får tänka på är att markanvändningen inom ekologisk produktion är större. Så även om ekologisk produktion ger mindre läckage per hektar kan det

fortfarande leda till en högre övergödningspotential totalt, då mer hektar används. Dessutom är kväveeffektiviteten hos grisar med ekologiskt foderintag lägre. Det ger mer kväve per kilo kött i stallgödseln, vilket leder till mer kväve som läcker ut i naturen (Carlsson *et al.* 2009).

Som tidigare nämnts i texten spelar det också en stor roll vart någonstans jordbruket bedrivs för hur det påverkar övergödningen. Det kan därför göra stor skillnad om ett kustnära jordbruk är ekologiskt eller inte, medan produktionssystemet i ett jordbruk i inlandet inte ger någon betydande skillnad för övergödningen (Nilsson 2007). Slutsatser man kan dra är att många aspekter spelar in på övergödningspotentialen. Det är därför svårt att ge något konkret svar på vilket produktionssystem, ekologiskt eller konventionellt, som egentligen är bäst att driva för att uppnå miljömålet ingen övergödning, utan det kan vara olika från fall till fall.

### **Framtiden**

Det verkar som sagt inte vara någon större skillnad i klimatpåverkan mellan ekologisk och konventionell produktion. Man kan dock tänka sig att ekologisk produktion skulle vara det optimala valet för miljön på sikt, då ekologisk produktion är klart bättre för den biologiska mångfalden. Ser man till de etiska aspekterna är ekologiskt jordbruk också det bättre valet, då de värnar om djurens välbefinnande (IFOAM 2009). Detta är en viktig aspekt även om det inte har en så stor inverkan på miljön. Om köttproduktionen ökar som förutspått och därmed också behovet av landyta (FAO 2006) kan dock brist på odlingsmark bli ett problem i framtiden. Ekologisk produktion som tar mer mark i anspråk kommer då vara till en nackdel (Kumm & Larsson 2007).

### **Slutsats**

Det är väldigt svårt att ge ett rakt svar på vad som är bäst, ekologiskt eller inte ekologiskt? Nötkött, gris eller kyckling? Alla har sina för- och nackdelar. Det man vet säkert är att köttproduktionen påverkar miljön på många sätt. En bra lösning är nog därför att dra ner på köttätandet generellt för att inte överbelasta vår natur med mer än vad den klarar av. Detta gäller särskilt oss i västvärlden som faktiskt har möjligheten att äta en mer vegetarisk och därmed också en mer miljövänlig kost och fortfarande ha ett högt välbefinnande.

### **Tack**

Ett stort tack till min handledare Katariina Kiviniemi Birgersson för tips och vägledning under arbetets gång samt till mina medstudenter Linus Carlsson Forslund och Kristoffer Forshufvud för givande feedback och synpunkter på mitt arbete. Ett extra tack även till Anna Gellerbring, Roos van der Spoel och Adam Ekholm för bidrag med råd och stöd under hela skrivprocessen.

### **Referenser**

- Asman WAH. 1998. Factors influencing local dry deposition of gases with special reference to ammonia. *Atmospheric Environment* **32**: 15-421.
- Bengtsson J, Ahnström J, Weibull AC. 2005. The effects of agriculture on biodiversity and abundance: a meta-analysis. *Journal of Applied Ecology* **42**: 261-269.
- Berglund M, Cederberg C, Clason C, Henriksson M, Törner L. 2009. Jordbrukets klimatpåverkan – underlag för att beräkna växthusgasutsläpp på gårdsnivå och nulägesanalyser av exempelgårdar. Delrapport i JOKER-projektet, Hushållningssällskapet Halland.
- Carlsson B, Sonesson U, Cederberg C, Sund V. 2009. Livscykelanalys (LCA) av svenskt ekologiskt griskött. Institutet för Livsmedel och Bioteknik AB (SIK), Göteborg.



- Cederberg C, Mattson B. 2000. Life cycle assessment of milk production - a comparison of conventional and organic farming. *Journal of Cleaner Production* **8**: 49-60.
- Cederberg C, Nilsson B. 2004. Livscykelanalys (LCA) av ekologisk nötköttproduktion i ranchdrift. Institutet för Livsmedel och Bioteknik AB (SIK), Göteborg.
- Cederberg C, Flysjö A, Sonesson U, Sund V, Davis J. 2009. Greenhouse gas emissions from Swedish production of meat, milk and eggs 1990 and 2005. Institutet för Livsmedel och Bioteknik AB (SIK), Göteborg.
- Cousins SAO. 2001. Analysis of land-cover transitions based on 17th and 18th century cadastral maps and aerial photographs. *Landscape Ecology* **16**: 41-54.
- Dalgaard T, Halberg N, Porter JR. 2001. A model for fossil energy use in Danish agriculture used to compare organic and conventional farming. *Agriculture Ecosystems & Environment* **87**: 51-65.
- Drake L, Björklund J. 2001. Effekter av olika sätt att producera livsmedel – en inventering av jämförelser mellan ekologisk och konventionell produktion. Centrum för uthålligt lantbruk, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Engström R, Wadeskog A, Finnveden G. 2007. Environmental assessment of Swedish agriculture. *Ecological Economics* **60**: 550-563.
- Eriksson O. 2007. Naturbetesmarkernas växter - ekologi, artrikedom och bevarandekologi. *Plants & Ecology*. Botaniska institutionen, Stockholms universitet.
- FAO 2006. World agriculture: Towards 2030/2050, interim report. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rom.
- FAO 2009. The state of food and agriculture, livestock in the balance. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rom.
- Fearnside PM. 2001. Soybean cultivation as a threat to the environment in Brazil. *Environment Conservation* **28**: 23-38.
- Geist HJ, Lambin EF. 2002. Proximate causes and underlying driving forces of tropical deforestation. *BioScience* **52**: 143-150.
- Havs- och vattenmyndigheten 2012. WWW-dokument 2012-01-23: <http://www.havochvatten.se/kunskap-om-vara-vatten/miljohot/overgodning.html>. Hämtad 2012-05-08.
- IFOAM 2009. IFOAM - International Federation of Organic Agriculture Movements. WWW-dokument: [http://www.ifoam.org/about\\_ifoam/principles/index.html](http://www.ifoam.org/about_ifoam/principles/index.html). Hämtad 2012-04-27.
- IPCC 2006. Guidelines for national greenhouse gas inventories – Volume 4 Agriculture, Forestry and Other Land Use. Chapter 11, N<sub>2</sub>O emissions from managed soils, and CO<sub>2</sub> emissions from lime and urea application, Japan. WWW-dokument: [http://www.ipccnggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4\\_Volume4/V4\\_11\\_Ch11\\_N2O&CO2.pdf](http://www.ipccnggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4_Volume4/V4_11_Ch11_N2O&CO2.pdf). Hämtad 2012-04-27.
- IPCC 2007a. Climate change 2007. IPCC fourth assessment report. The physical science basis. Intergovernmental Panel on Climate Change, New York.
- IPCC 2007b. Climate change 2007. IPCC fourth assessment report. Synthesis report. Intergovernmental Panel on Climate Change, Valencia.
- ISO 2006. ISO 14040 Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework. International Organization for Standardization.
- Kasimir Klemedtsson Å. 2009. Lustgasavgång från jordbruksmark. Institutionen för geovetenskaper, Göteborgs Universitet.
- Kiviniemi Birgersson K. 2006. Populationsdynamik hos kortlivade växter i naturbetesmarker. *Svensk Botanisk tidskrift* **100**: 2.
- Klink CA, Machado RB. 2005. Conservation of the Brazilian Cerrado. *Conservation Biology* **19**: 707-713.

- Kloepffer W. 2008. Life cycle sustainability assessment of products. *International Journal of Life Cycle Assessment* **13**: 89-95.
- Kumm KI. 2002. Sustainability of organic meat production under Swedish conditions. *Agriculture Ecosystems & Environment* **88**: 95-101.
- Kumm KI, Larsson M. 2007. Import av kött – export av miljöpåverkan. Naturvårdsverket, Stockholm.
- Laurence WF. 2010. Habitat destruction: death by a thousand cuts. I: Sodhi NS, Ehrlich PR. *Conservation Biology for all*, ss. 73-87. Oxford University press, New York.
- Lesschen JP, van den Berg M, Westhoek HJ, Witzke HP, Oenema O. 2011. Greenhouse gas emission profiles of European livestock sectors. *Animal Feed Science and Technology* **166-167**: 16-28.
- Lindborg R, Bengtsson J, Berg Å, Cousins SAO, Eriksson O, Gustafsson T, Hasund KP, Lenoir L, Pihlgren A, Sjödin E *et al.* 2008. A landscape perspective on conservation of semi-natural grasslands. *Agriculture, Ecosystems and Environment* **125**: 213-222.
- LRF 2002. Maten och miljön – livscykelanalys av sju livsmedel. Lantbrukarnas riksförbund, Stockholm.
- Maeder P, Fliessbach A, Dubios D, Gunst L, Fried P, Niggli U. 2002. Soil fertility and biodiversity in organic farming. *Science* **296**: 1694-1697.
- McMichael A, Powles J, Butler C, Uauy R. 2007. Food, livestock production, energy, climate change, and health. *Lancet* **370**: 1253-1263.
- MA 2005. Ecosystems and human well-being: synthesis. Millennium Ecosystem Assessment. Washington DC.
- Moss AR, Jouany JP, Newbold J. 2000. Methane production by ruminants: its contribution to global warming. *Annales de Zootechnie* **49**: 231-253.
- Munoz I, Campra P, Fernandez-Alba AR. 2010. Including CO(2)-emission equivalence of changes in land surface albedo in life cycle assessment. Methodology and case study on greenhouse agriculture. *International Journal of Life Cycle Assessment* **13**: 672-681.
- Myers N, Mittermeier RA, Mittermeier CG, da Fonseca GAB, Kent J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* **403**: 853-858.
- Nationalencyklopedin 2012a. WWW-dokument: <http://www.ne.se/vallodling>. Hämtad: 2012-05-03.
- Nationalencyklopedin 2012b. WWW-dokument: <http://www.ne.se/lang/fodermedel>. Hämtad: 2012-05-03.
- Nationalencyklopedin 2012c. WWW-dokument: <http://www.ne.se/lang/spannmal>. Hämtad: 2012-05-03.
- Nationalencyklopedin 2012d. WWW-dokument: <http://www.ne.se/lang/monolultur>. Hämtad: 2012-05-03.
- Naturskyddsföreningen 2009. Kött är mer än klimat - köttproduktionens miljöpåverkan i ett helhetsperspektiv. Naturskyddsföreningen, Stockholm.
- Naturskyddsföreningen 2010. Soja som foder och livsmedel I Sverige – konsekvenser lokalt och globalt. Naturskyddsföreningen, Stockholm.
- Naturvårdsverket 2011. Köttkonsumtionens klimatpåverkan - Drivkrafter och styrmedel. Naturvårdsverket, Stockholm.
- Naturvårdsverket 2012. Miljömål.se - den svenska miljömålsportalen. WWW-dokument: <http://www.miljomal.se/>. Hämtad 2012-04-25.
- Nguyen TL, Hermansen JE, Morgensen L. 2010. Environmental consequences of different beef production systems in the EU. *Journal of Cleaner Production* **18**: 756-766.
- Nilsson J. 2007. Ekologisk produktion och miljö kvalitetsmålen, en litteraturgenomgång. Centrum för uthålligt lantbruk, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.

- Pacini C, Wossink A, Giesen G, Vazzana C, Huirne R. 2003. Evaluation of sustainability of organic, integrated and conventional farming systems: a farm and field-scale analysis. *Agriculture Ecosystems & Environment* **95**: 273-288.
- Pimentel D, Hepperly P, Hanson J, Doude D, Seidel R. 2005. Environmental, energetic and economic comparisons of organic and conventional farming systems. *BioScience* **55**: 573-582.
- Reinfeldt F, Carlgren A. 2010. Regeringens proposition 2009/10:155. Svenska miljömål – för ett effektivare miljöarbete. WWW-dokument 2010-03-18:  
<http://www.regeringen.se/content/1/c6/14/24/56/dca35b38.pdf>. Hämtad 2012-04-25.
- SCB 2011. Jordbruksstatistik årsbok 2011 med data om livsmedel. Statistiska centralbyrån, Jordbruksverket, Örebro.
- SMHI 2009. WWW-dokument 2009-06-23:  
<http://www.smhi.se/kunskapsbanken/vaxthuseffekten-1.3844>. Hämtad: 2012-05-15.
- Smith BE. 2002. Nitrogenase reveals its inner secrets. *Science* **297**: 1654-1655.
- Sonesson U, Berglund M, Cederberg C. 2009a. Utsläpp av växthusgaser vid produktion av griskött – underlag till klimatcertifiering. Klimatmärkning för mat - Rapport 2009:5, Stockholm.
- Sonesson U, Berglund M, Cederberg C. 2009b. Utsläpp av växthusgaser vid produktion av kycklingkött – underlag till klimatcertifiering. Klimatmärkning för mat - Rapport 2009:6, Stockholm.
- 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, Rome.
- US EPA 2006. Global anthropogenic non-CO<sub>2</sub> greenhouse gas emissions: 1990–2020. US Environmental Protection Agency, Washington DC.
- van Gelder JW, Kammeraat K, Kroes H. 2008. Soy consumption for feed and fuel in the European Union - A research paper prepared for Milieudefensie (Friends of the Earth Netherlands). Profundo, Nederländerna.