INSTITUTET FÖR LIVSMEDEL OCH BIOTEKNIK

SIK-rapport
Nr 783 2008

Livscykelanalys (LCA) av svenska ägg (ver.2)

Ulf Sonesson
Christel Cederberg
Anna Flysjö
Boel Carlsson

SIK-rapport
Nr 783 2008

Livscykelanalys (LCA) av svenska ägg (ver.2)

Ulf Sonesson
Christel Cederberg
Anna Flysjö
Boel Carlsson

Version 2:
Denna rapport är en uppdaterad version av den ursprungliga rapporten. Skillnaderna ligger i beräkningarna av metan (CH_4)-utsläpp från stallgödsellagring. Resultaten påverkas något i så motto att utsläppen av växthusgaser ökar för båda de studerade systemen, cirka 2% högre. För övrigt är resultaten i denna rapport identisk med den ursprungliga. Vissa förtydliganden har också gjorts i texten, men dessa påverkar inte slutsatser och resultat.

SR 783
ISBN 91-7290-276-3

Sammanfattning

Detta projekt, med syftet att studera miljöpåverkan från produktion och distribution av ägg i Sverige, har finansierats av Stiftelsen Lantbruksforskning, SLF. Studien har utförts av SIK (Institutet för Livsmedel och Bioteknik) samt Hushållningssällskapet Väst, Vänersborg.

Under senare år har det gjorts flera svenska studier av animalieproduktion och dess miljöpåverkan. Dock har ingen studie av miljöpåverkan av svenska ägg ännu genomförts. Metodiken för livscykelanalys (LCA) har använts för att analysera hur stor miljöpåverkan är för svenska ägg. LCA är en metod där man kartlägger den potentiella miljöbelastningen som orsakas av en produkt under dess livslängd. Genom att följa produkten från ”vaggan till graven” kartläggs resursförbrukning, energianvändning samt utsläpp till luft, vatten och mark för de olika delarna av livscykeln.

Studiens omfattning sträcker sig från utvinning och produktion av råmaterial och energi för de olika stegen i kedjan samt emissioner från dessa. De olika delstegen som inkluderas är fodertillverkning (inklusive odling), uppfödning av värphöns från kläckning, produktion av ägg i hönshus inklusive stallgödselhantering, transport av ägg till packeri, packeri, transport till grossist, grossist, transport till butik samt butik

Den funktionella, utgör studiens räknebas, har i den här studien har satts till ***1 kg ägg förpackat i äggkartong med sex ägg i varje.*** Detta innebär att vi räknat på ett kg ägg, och att vi använt data på det antal 6-packsäggkartonger som krävs för ett kg ägg.

Två gårdar har inventerats, liksom den efterföljande kedjan. Den ena gården har ett system med lösgående höns och den andra har inredda burar. Genom att välja dessa två gårdar inkluderas de två dominerande systemen för svensk äggproduktion.

Resultaten för ett kilo ägg under livscykeln från gård (inklusive foderproduktion) till butik visas i tabellen nedan.

Växthuseffekt (kg CO_2-ekv/kg)	Övergödning (g NO_3-ekv/kg)	Försurning (g SO_2-ekv./kg)	Nettoenergi (MJ/kg)	Markanvändning (m^2/kg)
1,6-1,8	120-145	22-28	8,2-10,0	4,2-4,8

I jämförelser med andra animaliska produkter så faller ägg väl ut med avseende på klimatpåverkan och energi. Detta gäller också om man relaterar energiförbrukningen och klimatpåverkan till proteininnehållet i produkterna.

Den viktigaste orsaken till miljöpåverkan är foderproduktionen, följt av gödselhanteringen. Senare led har mindre inverkan. De förbättringsåtgärder, i fallande ordning, som identifierats är: 1) Förbättrat foderutnyttjande, 2) Effektiv stallgödselanvändning, 3) Byte av förpackning för transport från gård samt 4) Att minska energiförbrukningen i packeriet

Studien bygger på data från två specifika äggproducenter, och den följande kedjan är också specifik. Detta innebär att resultaten inte är helt generella. Med tanke på att den viktigaste miljöpåverkan sker vid produktion av foder samt som ett resultat av gödselhanteringen, så kan resultaten anses vara relativt väl beskriva miljöpåverkan för den stora merparten av svenskproducerade ägg.

Vi vill understryka att de skillnader mellan gårdar som syns i resultaten inte kan tolkas som en skillnad mellan produktionssystemen som sådana (frigående/bur). Med endast två gårdar som underlag är en dylik tolkning inte möjlig, allt för många andra parametrar påverkar resultaten.

Innehållsförteckning

1 INLEDNING ... 1

2 BAKGRUND ... 1

2.1 STUDIENS MÅL OCH SYFTE ... 2
2.2 STUDIENS OMFATTNING ... 2
2.3 FUNKTIONELL ENHET ... 3
2.4 SYSTEMGRÄNSER ... 3
2.5 ALLOKERING ... 4
2.6 DATAKVALITET ... 5

3 INVENTERING ... 5

3.1 BESKRIVNING AV GÅRD A ... 5
3.2 BESKRIVNING AV GÅRD B ... 8
3.3 VÄXTNÄRINGSFLÖDEN OCH KVÄVEFÖRLUSTER I ÄGGPRODUKTIONEN ... 10
3.4 VÄXTNÄRINGSFLÖDEN OCH KVÄVEFÖRLUSTER I FODERPRODUKTIONEN ... 12
3.4.1 Arealbehov för foderproduktion och gödselspridning ... 13
3.5 UPPFÖDNING AV VÄRPHÖNS ... 16
3.5.1 Foderförbrukningen ... 16
3.5.2 Energiförbrukning för kläckning och stallar: ... 16
3.6 HANTERING AV HÖNS VID UTSLAKTNING ... 16
3.6.1 Livsmedel/Foder till sällskapsdjur (”Pet Food”) ... 17
3.7 PACKERI ... 17
3.7.1 Transporter till packeriet ... 17
3.7.2 Energianvändning och spill på packeriet ... 17
3.7.3 Förpackningar ... 17
3.8 TRANSPORT TILL GROSSIST ... 18
3.9 GROSSIST ... 18
3.10 TRANSPORT TILL BUTIK ... 18
3.11 BUTIK ... 19

4 MILJÖPÅVERKANSBEDÖMNING ... 19

4.1 KLASSIFICERING OCH KARAKTÄRISERING ... 19
4.2 BESKRIVNING AV VALDA MILJÖPÅVERKANSKATEGORIER ... 19
4.2.1 Energianvändning ... 19
4.2.2 Resursanvändning (mark, P och K) ... 20
4.2.3 Pesticidanvändning ... 20
4.2.4 Klimatförändring ... 21
4.2.5 Utsläpp av försurande ämnen ... 21
4.2.6 Bidrag till övergödning ... 22

5 RESULTAT ... 23

5.1 ENERGIANVÄNDNING ... 23
5.2 BIDRAG TILL KLIMATFÖRÄNDRING ... 25
5.3 BIDRAG TILL FÖRSURNING ... 26
5.4 BIDRAG TILL ÖVERGÖDNING ... 27
5.5 SAMTLIGA MILJÖPÅVERKANSKATEGORIER ... 29

6 DISKUSSION OCH ANALYS ... 31

6.1 JÄMFÖRELSE MED ANDRA STUDIER AV ÄGG ... 31
6.2 JÄMFÖRELSE MED ANDRA ANIMALISKA PRODUKTER, MED AVSEENDE PÅ PROTEININNEHÅLL ... 31
6.3 RESULTATDISKUSSION ... 32
6.4 FÖRBÄTTRINGSÅTGÄRDER ... 33

7 REFERENSER ... 34

1 Inledning

Detta projekt, med syftet att studera miljöpåverkan från produktion av ägg i Sverige, har finansierats av Stiftelsen Lantbruksforskning, SLF. Studien har utförts av SIK (Institutet för Livsmedel och Bioteknik) samt Hushållningssällskapet Väst, Vänersborg.

Data för beräkningarna har tillhandahållits från många källor, vi är särskilt tacksamma för de data och den information som de två fallstudiegårdarna bistått med. Övriga källor som Svenska Foder, Svenska Lantägg, Gotlandsägg och värphönsproducenten har varit mycket värdefulla.

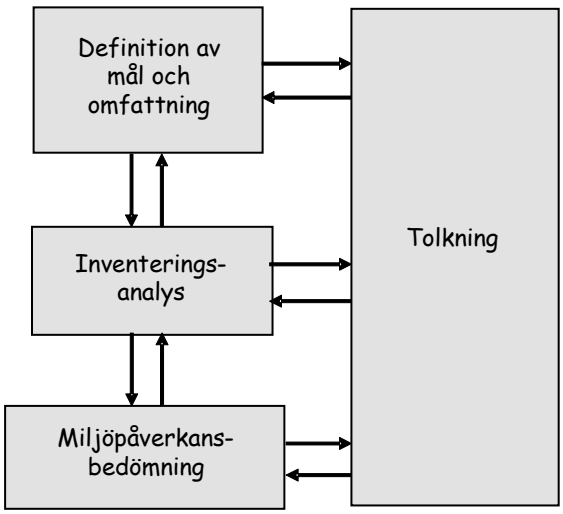
För att göra beräkningarna har LCA-beräkningsprogrammet SimaPro7 (2007) använts. Programmet innehåller också en omfattande databas, EcoInvent (2007), som i viss utsträckning utnyttjats för att komplettera de svenska data som tagits fram eller sammanställts inom projektet. Användandet av SimaPro7 kräver ett licensavtal som innehas av SIK.

2 Bakgrund

Under senare år har det gjorts flera svenska studier av animalieproduktion och dess miljöpåverkan. Dock har ingen studie av miljöpåverkan av svenska ägg ännu genomförts.

Metodiken för livscykelanalys (LCA) har använts för att analysera hur stor miljöpåverkan är för de olika fodermedlen. LCA är en metod där man kartlägger den potentiella miljöbelastningen som orsakas av en produkt[1] under dess livslängd. Genom att följa produkten från ”vaggan till graven”, från utvinning av råmaterial till avfallshantering av produkten, kartläggs resursförbrukning, energianvändning samt utsläpp till luft, vatten och mark för de olika delarna av livscykeln. Metodiken för utförande av LCA finns standardiserad enligt ISO 14040 och 14044 (ISO 2006a och 2006b).

I en LCA ingår fyra obligatoriska delsteg, definierade i ISO standarden; definition av mål och omfattning, inventeringsanalys, miljöpåverkansbedömning och slutligen tolkning av resultat, se Figur 1.



Figur 1. LCA-studiens faser enligt ISO 14040 (2006a)

[1] Även material, processer eller tjänster kan undersökas med LCA.

I *definition av mål och omfattning* ska syftet med studien anges, hur resultatet ska användas och skälen till varför studien utförs. En utförlig beskrivning av det undersökta systemet ska finnas med, i vilken systemets funktion, gränsdragningar och antaganden ska beskrivas och motiveras. En räknebas, så kallad funktionell enhet (FE), för studien ska definieras till vilken resursförbrukning, energianvändning och emissioner kan relatera. Exempel på FE är ”ett kg ägg”. I *inventeringen* samlas all data in, detta steg är vanligtvis det mest tidskrävande i en LCA. I *miljöpåverkansbedömningen* åskådliggörs den miljöpåverkan som det undersökta systemet ger upphov till. I det fjärde och sista delsteget, *tolkning*, analyseras resultaten från inventeringsanalysen och miljöpåverkansbedömningen. Eftersom syftet med denna studie är att producera en databas som innehåller information om resursuttag och emissioner från produktionen av fodermedel innehåller denna rapport endast en mindre diskussion om tolkning av olika fodermedels miljöpåverkan.

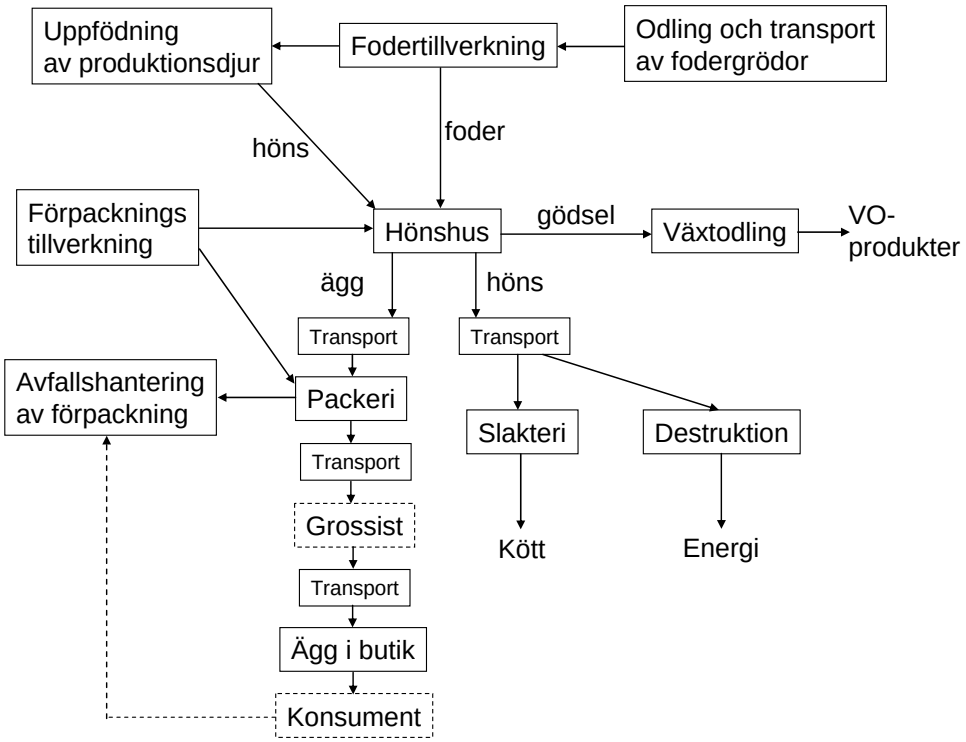
2.1 Studiens mål och syfte

Målsättning med projektet är att genomföra en livscykelanalys (LCA) av äggproduktion i Sverige, för att beräkna miljöpåverkan från denna. Syftet är att öka kunskapen om miljöpåverkan i samband med äggproduktion, för att kunna beskriva vilka delar i livscykeln som ger upphov till mest miljöpåverkan (s k ”environmental hot-spots”).

Studien beskriver skillnaden i miljöpåverkan för de olika stegen i kedjan i ett antal miljöpåverkanskategorier: energi, resursanvändning (mark, fosfor och kalium), klimat-förändring, försurning, övergödning samt pesticidanvändning. De metoder som har använts för att beräkna miljöpåverkan för de olika miljöpåverkanskategorierna samt de karaktäriseringsindex som använts finns beskrivna under avsnitt 4 ”Miljöpåverkansbedömning” samt i Tabell 16, Tabell 17och Tabell 18.

2.2 Studiens omfattning

Studiens omfattning sträcker sig från utvinning och produktion av råmaterial och energi för de olika stegen i kedjan samt emissioner från dessa. De olika delstegen som inkluderas är fodertillverkning, uppfödning av värphöns från kläckning, produktion av ägg i hönshus inklusive stallgödselhantering, transport av ägg till packeri, packeri, transport till grossist, grossist, transport till butik samt butik. Detaljerad beskrivning av de olika delstegen finns beskrivet i avsnitt ”4 Inventering”.



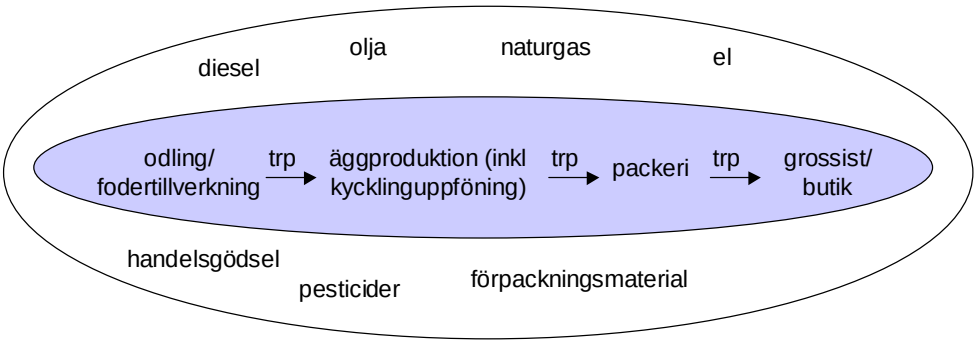
Figur 1. De olika stegen som ingår i studien (streckade boxar har ej inkluderats i studien).

2.3 Funktionell enhet

Den funktionella enheten utgör studiens räknebas och skall avspegla produktens nytta samt vara praktisk mätbar. Den funktionella i den här studien har satts till ***1 kg ägg förpackat i äggkartong med sex ägg i varje.*** Detta innebär att vi räknat på ett kg ägg, och att vi använt data på det antal 6-äggsäggkartonger som krävs för ett kg ägg.

2.4 Systemgränser

Systemgränserna i den här studien utgörs av utvinning och produktion av insatsvaror och energi, som används i de olika delstegen och visas i Figur 2. Systemet har delats upp i kärnsystem (skuggade området) respektive bakgrundssystem (icke-skuggade området). Kärnsystemet representerar fodertillverkning, uppfödning av kycklingar, produktion av ägg i hönshus, transport av ägg till packeri, packeri, transport till grossist, grossist, transport till butik samt butik där data har inventerats specifikt för den här studien. Data för bakgrundssystemet hämtas från olika databaser eller litteratur.



Figur 2: Systemgränser i studien.

Läkemedel är exkluderade ur studien. Det är mest sannolikt att dessa står för en mycket liten del av det totala resursbehovet och emissioner i förhållande till övriga systemet, då läkemedelsanvändningen är mycket låg inom svensk äggproduktion. Antibiotika i fodret är förbjudet och läkemedelbehandlingar är mycket sällsynta. När det gäller emissioner av läkemedelsrester till ekosystemen, som t ex via antibiotikarester i stallgödseln, finns det otillräckliga kunskaper för att göra en miljöpåverkansbedömning.

Utflöden av emissioner, såsom ammoniak och metan, ingår i analysen. Åkermarken betraktas som en del av odlingssystemet, d v s ämnen som lämnar rotzonen och inte längre är tillgängliga för växterna blir emissioner till grund - och ytvatten.

I analysen ingår inte vattenanvändning eftersom det inte ses som en begränsad resurs.

Produktion och underhåll av byggnader och lantbruksmaskiner är ej inkluderade i studien. Enligt Frischknecht m fl (2007) har detta främst betydelse för energianvändningen, som därmed är något underskattad i denna studie. För de övriga miljöpåverkanskategorierna är exkluderingen av mindre betydelse, eftersom andra emissioner är av större betydelse för jordbrukssystem.

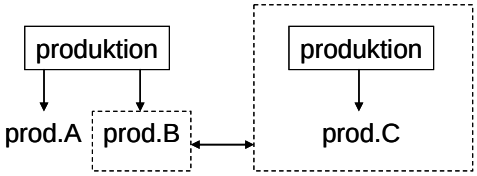
För bakgrundssystemet, som till största del utgörs av energi och transporter och som främst hämtats från Ecoinvent (2007), ingår kapitalgodsvaror (infrastruktur, produktion och avfallshantering av fordon osv.).

2.5 Allokering

Allokering innebär i LCA-sammanhang hur miljöpåverkan och resursbehov fördelas mellan produkter i ett produktionssystem som genererar mer än en produkt. Allokeringssituationer uppkommer till exempel när det, som i många produktionsanläggningar, produceras mer än en produkt i en tillverkningsprocess, eller när vi får ut flera produkter från en råvara. Många viktiga fodermedel är biprodukter från livsmedelsindustrin, t ex sojamjöl och rapsmjöl. I denna studie har fodermedel där ekonomisk allokering använts för att fördela miljöpåverkan mellan produkter som alstras i så kallade ”multifunktionella processer” (t ex odling av rapsfrö ger både rapsolja och rapsmjöl) använts.

I några enstaka fall har systemexpansion använts, till exempel vid förbränning av förpackningar. I Figur 3 visas en schematisk bild över systemexpansion. I en produktionsanläggning produceras både produkt A och B. I en annan produktionsanläggning produceras produkt C, som är likvärdig produkt B (produkt C kan alltså ersätta produkt B). Då enbart miljöpåverkan av produkt A är av intresse att undersöka kan systemexpansion

tillämpas, där miljöpåverkan för produktion av C subtraheras från produktionen av A och B. Även bland annat återanvändning av ensilageplast har hanterats genom systemexpansion.



Figur 3. Systemexpansion: vid produktion av två produkter (A och B)

2.6 Datakvalitet

Data skall vara tidsmässigt representativa och beskriva systemet i dagsläget. Data skall även vara geografiskt och teknologiskt representativa, det vill säga ta hänsyn till de specifika systemens geografiska placering och tekniknivå. Specifik data har samlats in för två olika äggproduktionsanläggningar samt uppfödning av värphöns, fodersammansättning, packeri och dessa olika delsteg är beskrivna mer i detalj i nästa avsnitt (4 Inventering). Uppgifterna kommer från vetenskaplig litteratur, offentlig statistik, forskningsrapporter eller personlig kontakt med andra forskare. Data för fodertillverkning har hämtats från Flysjö m fl (2008). Data för andra insatsmedel, t ex el, diesel, transporter, förpackningsmaterial har hämtats ur databasen Ecoinvent (2007).

3 Inventering

I följande avsnitt beskrivs inventeringen av äggproduktionen, uppdelat på de olika stegen i kedjan: från och med de olika inflödena till hönshuset till och med butik.

3.1 Beskrivning av gård A

Gård A bedriver enbart äggproduktion. Åkerarealen, 220 hektar, är utarrenderad till ett bolag som bedriver växtodling på cirka 1500 hektar. Äggen levereras till Svenska Lantägg i Skara.

Hönshuset byggdes 2003 och tidigare bedrevs ingen äggproduktion på gården. En omgång värphöns är cirka 31 500 djur, och hönsen köps in vid 15 veckors ålder och producerar ägg från vecka 19 tills utslaktning vid 79 veckors ålder. Dödligheten är 6,24 % per omgång beräknat på antalet inköpta höns. Totalt produceras ca 710 ton ägg per omgång, vilket ger ett snitt på runt 22,5 kg ägg per höna och omgång. Mellan omgångarna står stallet tomt 3-6 veckor, dels för att rengöra, dels för att anpassa produktionen till marknadssituationen. Tömning av stallet görs med hjälp av en lokal idrottsförening, och djuren körs till ett fjäderfäslakteri i Vara.

Allt foder köps in från Svenska Foder. De största ingredienserna i fodret är spannmål (framförallt höstvete/rågvete) och soja. Svenska Foder köper foderspannmål från närområdet och därför har data använts som gäller spannmålsodling i Västra Götalandsregionen enligt SIK:s foderdatabas (Flysjö m fl 2008). När det gäller sojamjöl har en mindre justering gjorts av databasens indata. Befintliga data gäller sojaböna odlad och extraherad i Brasilien och därefter transporterad som sojamjöl till foderfabrik med båt. Svenska Foder köper sojamjöl från Denofa i Norge. I detta fall är sojabönan transporterad med båt till Fredriksstad i Norge

och extraherad där för att sedan transporteras till foderfabriken i Hällekis med bil. Odlingsdata för sojaböna i Brasilien kvarstår men transporter och extraktion har förändrats för att överensstämma med de processer/transporter som är aktuella i denna studie.

Knappt hälften av stallgödseln säljs till bolaget *(se ovan)* men även till ett närliggande ekologiskt lantbruk (stallgödselanalys visas i Tabell 1).

Djuren vaccineras men volymen vaccin är ytterst liten, varför detta utelämnas ur analysen.

Mellan omgångarna tvättas stallet och desinficering utförs m h a gasning som utförs av Anticimex, ytterst små volymer av desinficeringsmedel används, varför detta utelämnas ur analysen. Elförbrukningen för stallet var 160 000 kWh/år.

Tabell 1. Stallgödselanalys Gård A

Analysnamn	Resultat			Enhet
	2006	2007	2008	
TS	34,3	41,3	42,9	%
Total N (Kjeldahl)	17,4	21,0	31,1	kg/ton
NH4-N (Kjeldahl)	4,8	12,1	11,1	kg/ton
Aska	11,7		15,5	%
C/N	8,97		6,85	
P	3,9	6,0	8,5	kg/ton
K	7,4	9,2	12	kg/ton
Mg	2,8	2,7	3,5	kg/ton

Växtodlingen (bolaget) vid gården producerar alltså inte det foder som hönsen äter utan fodret köps in som färdigfoder från Svenska Foder. I Tabell 2 redovisas foderförbrukning av de fyra olika fodertyper som används på gården. Värp Uppstart användes i mycket små mängder (1 % av total) och därför ingick inte denna foderblandning utan mängden (20,8 ton) fördelades ut på de andra tre fodertyperna enligt deras andel av den totala foderförbrukningen.

Tabell 2. Foderförbrukning uppdelat på fodertyp, gård A

Ålder	Fodertyp (Svenska Foder)	Foderförbrukning (kg)	Andel av total foderanvändning (%)
15-16	Värp uppstart	20 828	1
17-28	Värp Fri start	279 029	17
29-59	Värp Fri max	799 439	50
60-79	Värp fri slut	496 421	31
Summa		1 595 717	100

I Tabell 3 visas näringsinnehållet i de olika fodertyperna.

Tabell 3. Näringsspecifikationer per fodertyp Gård A

Fodertyp	Förvärp		Värpperiod	
	Värp uppstart	Värp fri start	Värp fri max	Värp fri slut
Energi, enl. WPSA MJ/kg	11,2	11,2	11,1	11,0
Råprotein, %	16,5	17,5	16,5	15,5
Lysin, g/kg	7,9	8,4	7,8	7,4
Metionin, g/kg	3,8	4,2	4,0	3,7
Metionin+ Cystin, g/kg	6,8	7,3	7,1	6,7
Råfett, %	4,5	6,5	6,5	5,5
Växttråd, %	5,0	4,0	4,5	5,0
Vatten, %	12,5	12,5	12,5	12,5
Aska, %	9,5	14,0	14,0	14,0
Kalcium, %	2,0	3,8	3,9	4,0
Fosfor, %	0,6	0,55	0,5	0,45

I Tabell 4 redovisas de recept för de tre olika foderslagen som användes i beräkningarna för Gård A. 0,2 % av den totala foderprodukten (samtliga hönsfoder) är syntetiska aminosyror (metionin och lysin) och dessa ingår i förblandning tillsatser tillsammans med vitaminer och spårämnen. Data för produktion av syntetiska aminosyror hämtades från Strid Eriksson et al. (2005), vitaminer och spårämnen har inte ingått i analysen.

Tabell 4. Fodersammansättning per fodertyp Gård A

Råvarusammansättning, %	Värp fri start	Värp fri max	Värp fri slut
Höstvete och rågvete	41,4*	37,6*	42,6*
Havre	15	17	15
Korn	3,5	5,7	3,9
Sojamjöl	23,6	20,7	17,3
Vetefodermjöl/kli		2,4	5
Vegetabiliska fettsyror	4,5	4,4	3,8
Kalciumkarbonat	9,9	10,3	10,6
Monokalciumfosfat	1	0,7	0,59
Salt	0,3	0,3	0,3
Förblandning tillsatser	0,8	0,8	0,8

*varav 2,4 procentenheter utgörs av majs där data har använts för vete odlad i Västra Götaland.

3.2 Beskrivning av gård B

Lantbruket på gård B omfattar växtodling och äggproduktion. Växtodlingen består av 80 ha åkermark. Äggproduktionen bedrivs både konventionellt och ekologiskt. Äggen levereras till Svenska Lantägg i Skara.

Totalt finns tre byggnader för äggproduktionen. I två av dessa drivs produktionen konventionellt med burar och i den tredje drivs produktionen ekologiskt med lösgående höns. Den konventionella produktionen består dels av den äldre ladugården där ny inredning sattes in 1999, dels av ett nytt hönshus uppfört 2001. Det ekologiska hönshuset uppfördes 1997. Denna studie omfattar endast hönshuset från 2001, d v s konventionell produktion, burhöns.

En omgång värphöns är 12 560 djur. Hönsen köps in vid 16 veckors ålder och producerar ägg under 58 veckor tills utslaktning sker vid 74 veckors ålder. Dödligheten under produktionstiden är 3,85 % per omgång baserat på antal inköpta höns. Totalt produceras ca 254 ton ägg per omgång, vilket ger 20,2 kg ägg per höna och omgång i genomsnitt. Utslagshönsen slaktas i Håkantorps slakteri i Vara. Köttet exporteras främst till Tyskland för användning i färdigmat, konserver o. dyl. Mellan omgångarna står stallet tomt 2-4 veckor.

Fodret köps in från Svenska Foder och inget foder produceras på gården. Cirka hälften av stallgödseln används i den egna växtodlingen och resten avyttras, stallgödselanalysen visas i Tabell 5. Ingen medicinering förekommer. Mellan omgångarna tvättas stallarna med högtryckstvätt och desinfektionsmedel (Vircon). Elförbrukningen för stallet var 72 000 kWh/år.

Tabell 5. Stallgödselanalys Gård B

Analysnamn	Resultat		Enhet
	2005	2008	
TS	23,7	27,4	%
Total N (Kjeldahl)	15,0	16,5	kg/ton
NH4-N (Kjeldahl)	10,0	9,3	kg/ton
Aska			%
C/N			
P	3,5	9,6	kg/ton
K	5,8	8,1	kg/ton
Mg			kg/ton

I Tabell 6 redovisas foderförbrukningen per omgång i det stall som följs i analysen, d v s hönshuset uppfört 2001.

Tabell 6 Foderförbrukning uppdelat på fodertyp Gård B

Ålder	Fodertyp (Svenska Foder)	Foderförbrukning (kg)	Andel av total foderanvändning (%)
16-35	Värp 95	221000	42
36-74	Värp 110	303200	58
Summa		524200	100

Tabell 7 visar näringsinnehållet i fodret som användes på Gård B (hus uppfört 2001).

Tabell 7. Näringsspecifikationer per fodertyp Gård B

Fodertyp	Värp 95 [1)]	Värp 110 [2)]
Energi, enl. WPSA MJ/kg	11,3	11,3
Råprotein, %	17,0	15,0
Lysin, g/kg	8,3	7,2
Metionin, g/kg	4,4	3,8
Metionin+ Cystin, g/kg	7,4	6,5
Råfett, %	5,5	4,3
Växttråd, %	4,1	2,7
Vatten, %	12,5	12,5
Aska, %	13,1	13,8
Kalcium, %	3,8	4,0
Fosfor, %	0,55	0,44

[1)] Tillsatt Vitamin A, D3, E, Selen, Koppar, Fytas, Xylanas, DL-metionin, L-Lysin-Sulfat, Betain.
[2)] Tillsatt Vitamin A, D3, E, Selen, Koppar, Fytas, Xylanas, Betaglucanas, DL-metionin, L-Lysin-Sulfat, Betain.

I Tabell 8 redovisas recepten för de foder som användes i Gård B. I det ursprungliga receptet för denna gård ingick en relativt stor mängd majs, 20-30 %. Att en så stor mängd importerad majs ingår i hönsfoder tillhör ovanligheterna och berodde på de extremt höga foderspannmålspriserna under våren under 2007/2008. Jordbruksverkets foderstatistik visar också att för hela fjäderfäproduktionen är det små mängder importerad majs som ingår och att svensk spannmål är den största ingrediensen. T ex för 2005 var användningen ca 290 000 ton svensk spannmål och 1500 ton majs till fjäderfä i Sverige (SJV 2006).

Eftersom syftet med denna studie är att ge en generell bild av äggproduktionen i Sverige och inte de exakta förhållandena vid ett visst företag och en viss tidpunkt, räknades foderrecepten om så att majs inte ingick utan endast de råvaror som är mera generella (spannmål, soja och vegetabiliska fettsyror). Korrigeringarna gjordes med hjälp av foderexpertis på Svenska Foder (Pettersson L och Larsson B pers medd., 2008) och innebar framförallt att andelen höstvete justerades upp kraftigt och att mindre justeringar gjordes för andelen soja och vegetabiliska fettsyror. De slutliga recept som användes som indata för Gård B visas i Tabell 8.

Tabell 8. Fodersammansättning per fodertyp Gård B

Råvarusammansättning, %	Värp 95	Värp 110
Höstvete (och rågvete)	54,3	56,7
Havre	8,2	
Sojamjöl	19,0	15,1
Rapsmjöl	3,0	2,0
Vegetabiliska fettsyror	4,1	3,6
Kalciumkarbonat	9,4	10,8
Monokalciumfosfat	1	0,51
Förblandning tillsatser	0,7	0,9
Koksalt	0,2	0,2

Av den totala foderprodukten (samtliga hönsfoder) utgörs 0,2 % av syntetiska aminosyror (metinonin och lysin) och dessa ingår i förblandning tillsatser tillsammans med vitaminer och spårämnen. Data för produktion av syntetiska aminosyror hämtades från Strid Eriksson m fl (2005), vitaminer och spårämnen har inte ingått i analysen.

3.3 Växtnäringsflöden och kväveförluster i äggproduktionen

Gård A

Flödena av växtnäring (N, P och K) i äggproduktionen per omgång framgår ur Tabell 9. I varje omgång produceras cirka 29,6 ton kväve i gödseln från hönsen och det är denna mängd kväve som används som utgångsvärde för att beräkna förluster av ammoniak och lustgas i samband med hantering av stallgödsel i stall och lager. Från flödesberäkningarna i Tabell 9 framgår att en mycket stor andel av växtnäringen i fodret slutligen hamnar i stallgödseln. Drygt 30 % av kvävet i fodret avsätts i äggen, medan 18 respektive 10 % av P och K avsätts i den utgående produkten ägg.

Tabell 9. Massflödesbalans av växtnäring (N, P och K) per omgång i äggproduktionen på Gård A.

	Kväve, N	*Fosfor, P*	*Kalium, K*
Tillförsel			
Unghöns	936	208	100
Foder	43 022	7 891	11 723
Spån	2	0	0
S:a tillförsel	43 960	8 099	11 824
Bortförsel			
Ägg (715 ton)	13 514	1 430	1 144
Utslagshöns	850	189	91
S:a bortförsel	14 364	1 619	1 235
Kvar i stallgödsel	29 596	6 480	10 589
Utnyttjandegrad*	0,31	0,18	0,10

* andel av växtnäring i konsumerat foder som ansätts i äggen

Förlusten av ammoniakkväve i stallet beräknas till 10 % av N i stallgödsel (enligt Jordbruksverkets gödselprogram ”Stank in Mind”) vilket motsvarar 2 960 kg NH_3-N per omgång. Stallgödseln gödslas ut två gånger per vecka och lagras i fast form (torrsubstanshalt 35-42 %) i ett gödselhus. Under lagring beräknas 12 % av kvarvarande N att gå förlorat som ammoniak enligt Stank in Mind. Denna emissionsfaktor gäller dock hönsgödsel lagrad på platta utomhus och vid lagring i gödselhus beräknas förlusterna vara väsentligt mindre, varför vi antar 6 %.

Enligt IPCC (2006) beräknas 0,005 kg N_2O-N per kg $N_{exkrementer}$ förloras när stallgödsel lagras i fast form, beräknad förlust 133 kg N_2O-N per omgång. Beräknade förluster av ammoniak och lustgas i stall och lagring sammanfattas i Tabell 10.

Tabell 10. Översikt av kväveförluster i stall och lagring samt kväve i stallgödsel kvar till spridning, Gård A.

	Kg N/omgång	*Kg NH_3-N/omgång*	*Kg N_2O-N/omgång*
N_{stg} bakom djur	29 600		
Ammoniakförlust, stall		2 960	
N_{stg} efter stall	26 640		
Ammoniakförlust, lager		1 598	
Lustgas, förlust lager			133
N_{stg} efter lager, till spridning	24 909		

Inga förluster av P och K antas sker under lagring och kvar till spridning blir således drygt 24,9 ton N, 6,48 ton P och 10,6 ton K per omgång.

Vid gödsellagring sker en mindre avgång av metan från stallgödsel, denna beräknas till 0,03 kg CH_4 per höna och år (IPCC 2006). För gård A beräknades detta till totalt 1 162,4 kg CH_4 per omgång.

Gård B

Flödena av växtnäring (N, P och K) i äggproduktionen per omgång framgår ur Tabell 11. Per omgång produceras drygt 8,2 ton kväve i gödseln från hönsen. Från flödesberäkningarna framgår att 35 % av fodrets kväveinnehåll avsätts i äggen, medan 20 respektive 11 % av P och K avsätts i äggen.

Tabell 11. Massflödesbalans av växtnäring (N, P och K) per omgång i äggproduktionen på Gård B.

	Kväve, N	*Fosfor, P*	*Kalium, K*
Tillförsel			
Unghöns	475	106	51
Foder	13 213	2 475	3 796
Spån	2	0	0
S:a tillförsel	13 690	2 581	3 847
Bortförsel			
Ägg (253 966 kg)	4 800	508	406
Utslagshöns	605	134	65
S:a bortförsel	5 405	642	471
Kvar i stallgödsel	8 285	1 939	3 376
Utnyttjandegrad*	0,35	0,20	0,11

* andel av växtnäring i konsumerat foder som ansätts i äggen

Förlusten av ammoniakkväve i stallet beräknas till 10 % av N i stallgödsel vilket motsvarar 828 kg NH_3-N per omgång. Stallgödseln gödslas två gånger per vecka och lagras i fast form (torrsubstanshalt 24-27 %) i ett gödselhus utanför stallet. Under lagring beräknas 6 % av kvarvarande N att gå förlorat som ammoniak vilket motsvarar 889 kg NH_3-N per omgång.

Enligt IPCC (2006) beräknas 0,005 kg N_2O-N per kg $N_{exkrementer}$ förloras när stallgödsel lagras i fast form, beräknad förlust 37 kg N_2O-N per omgång. Beräknade förluster av ammoniak och lustgas i stall och lagring sammanfattas i Tabell 12.

Tabell 12. Översikt av kväveförluster i stall och lagring samt kväve i stallgödsel kvar till spridning, Gård B.

	Kg N/omgång	*Kg NH_3-N/omgång*	*Kg N_2O-N/omgång*
N_{stg} [a] bakom djur	8 285		
Ammoniakförlust, stall		828	
N_{stg} [a] efter stall	7 457		
Ammoniakförlust, lager		448	
Lustgas, förlust lager			37
N_{stg} [a] efter lager, till spridning	6 972		

[a] Kväve i stallgödsel

Inga förluster av P och K antas sker under lagring och kvar till spridning blir således ca 7 ton N, 1,93 ton P och 3,37 ton K per omgång.

Vid gödsellagring sker en mindre avgång av metan från stallgödsel, denna beräknas till 0,03 kg CH_4 per höna och år (IPCC 2006). För gård B beräknades detta till totalt 422 kg CH_4 per omgång.

3.4 Växtnäringsflöden och kväveförluster i foderproduktionen

Gårdarna köper färdigt hönsfoder från Svenska Foder som i sin tur köper in regionalt producerad spannmål vilken är den stora basen i hönsfodret (se vidare Tabell 4 och Tabell 8 om ingående råvaror i hönsfoder). LCA-data om odling av olika råvaror har nyligen ställts samman i en LCA Foderdatabas (Flysjö m fl, 2008) och i denna finns det uppgifter om resursförbrukning och emissioner från bl a spannmål från olika delar av Sverige, t ex för spannmål odlad i Västra Götaland. Kvävegödslingen per ton spannmål är en avgörande faktor för storleken på växthusgasutsläpp i foderproduktionen och har även betydelse för kväveläckaget. I databasen har medeldata för N-gödsling använts enligt den senaste gödselmedelsstatistiken (SCB 2006) samt medelskördar har skattats vilka baseras på normskörd och verkliga skördar för skördeåren 2004, 2005 och 2006; dessa data för foderspannmål odlad i Västra Götaland redovisas i Tabell 13.

Tabell 13. Indata i LCA foderdatabas, spannmål, Västra Götaland

	Använda indata i LCA-foderdatabas, Västra Götaland		
	H-vete	Korn	Havre
Medelskörd, kg/ha	6 000	4 100	4 000
Giva, handelsgödsel, kg N/ha	125	80	80
Giva, stallgödsel, kg N/ha	19	24	26
Kväveläckage, kg N/ha	37	36	36
Giva, handelsgödsel, kg P/ha	10	7	7
Diesel, l/ha	83	78	78

Att använda medelgödselgivor enligt foderdatabasen i produktionen av hönsens foder ger sannolikt en underskattning av förluster av lustgas vid stallgödselspridning och kväveläckage. I tidigare LCA-studier, t ex av mjölkproduktion (Cederberg m fl, 2007) beräknas förluster av all stallgödselspridning eftersom på mjölkgårdar (och oftast svingårdar) så används all stallgödsel i foderproduktion. I ägg- och broilerproduktion är systemen för djurhållning och foderproduktion ofta särhållna, d v s fjäderfänas stallgödsel exporteras från gården till ett växtodlingssystem som inte producerar foder till djuren utan andra vegetabilier. Här skulle man kunna argumentera att växtodlingssystemet som köper in stallgödseln skall ta alla emissioner i samband med spridning av densamma. Vi har dock valt att göra en uppskattning av kväveförlusterna om gödseln från hönsproduktion verkligen hade använts på den areal där fodret produceras för att inte underskatta de totala utsläppen som orsakas av hönsens gödselproduktion.

3.4.1 Arealbehov för foderproduktion och gödselspridning

Gård A

Under ett år förbrukar gård A ca 1317 ton foder inköpt från Svenska foder, varav 60 % är spannmål som odlas i Västra Götaland. Övriga viktiga komponenter i fodret är soja och kalcumkarbonat. Spannmålen i sin tur utgörs av cirka 66 % höst/rågvete, 8 % korn och 26 % havre. Med nuvarande medelskördar av foderspannmål i Västra Götalandsregionen (se Tabell 13) innebär detta ett årligt arealbehov om ca 155 ha spannmål.

Under ett år producerar gård A ca 700 ton stallgödsel (cirka 40 % ts) med ett växtnäringsinnehåll om cirka 26 kg total-N/ton och 7,5 kg P/ton enligt gödselanalys. Beräknat på kvävebalansen i Tabell 9 skall cirka 24,9 ton N vara kvar i gödsel efter förluster i stall och lagring. På en omgång produceras 850 ton gödsel vilket innebär ett innehåll av total-N om cirka 29 kg N/ton (24,9/850).

Om den årliga gödselproduktionen om 700 ton fördelas på arealen som krävs för spannmålsodlingen (155 ha) innebär detta en giva om 4,5 t gödsel/ha och år. Eftersom sojan odlas utanför Sveriges gränser är det inte aktuellt att använda denna grödas odlingsareal för gödselspridning. En giva om 4,5 t/ha av denna stallgödsel är dock för hög enligt svensk lagstiftning för hur mycket stallgödsel som får spridas/hektar och år eftersom takvärdet sätts efter en maximalt tillåten fosfortillförsel om 22 kg P/ha och år. Detta innebär att på arealen spannmål som produceras till hönsen i gård A kan det årligen läggas i medeltal ca 3 ton/ha gödsel innan takvärdet är överskridet vilket innebär en genomsnittlig kvävegiva för foderspannmålen om 87 kg N/ha. Detta är avsevärt högre än den genomsnittliga kvävegiva som tillförs med stallgödsel till foderspannmål i Västra Götaland enligt foderdatabasen (se Tabell 13). Vi justerar därför upp stallgödselnivån i foderspannmålen till hönsen.

Till odlingen av foderspannmålen i äggproduktionen läggs därför 3 t/ha * 155 ha = 465 ton hönsgödsel vilket innebär att 235 ton måste läggas på andra arealer för att klara gödselregler. Vi antar att dessa 235 ton försvinner från systemet och utsläpp får tas av de grödor som denna gödsel används på. Vi tillgodoräknar inget för sluppen produktion av handelsgödsel för denna exporterade stallgödsel från systemet.

Tabell 14. Redigeringar i databasen för användning av stallgödsel till foderspannmålen på gård A

	Använda indata för produktion foderspannmål, Västra Götaland		
	H-vete	Korn	Havre
Medelskörd, kg/ha	6 000	4 100	4 000
Giva, handelsgödsel, kg N/ha	100	80	80
Giva, stallgödsel, kg N/ha	150	0	0
Kväveläckage, kg N/ha	50	36	36
Giva, handelsgödsel, kg P/ha	0	0	0
Giva, handelsgödsel, kg K/ha	0	0	0
Diesel, l/ha	95	74	74

Normalt sprids inte stallgödsel jämt fördelat på hela arealen varje år utan man lägger större givor till vissa grödor. Båda gårdarna använde hönsgödsel framförallt till höstvete före sådd och detta är sannolikt vanlig praxis, då det är lättast att sprida på hösten och tiden inte är lika knapp som på våren. Knappt 60 % av foderspannmålen är höstvete i detta system och vi räknar på att gödseln endast läggs till denna gröda (knappt 90 ha höstvete). 465 ton/90 ha = 5,2 ton/ha, d.v.s en giva om 5,2 * 29 = 150 kg total-N/ha före höstsådd. Ingen stallgödsel läggs på de andra grödorna.

Ca 35-45 % av totalkvävet i stallgödseln bedöms som växttillgängligt i NH_4-N-form (se Tabell 1), d v s 150*0,35= 52 kg N/ha. Eftersom stallgödsel sprids på hösten beräknas att cirka 50 % av detta kväve är tillgängligt nästa vår, d.v.s drygt 25 kg N/ha. Kvävegivan med handelsgödsel reduceras från 125 till 100 kg N/ha medan kvävegivorna antas oförändrade i korn och havre. Ingen tillförsel av handelsgödsel av fosfor och kalium görs eftersom hönsgödseln innehåller tillräckligt för att täcka upp spannmålsgrödornas behov.

I höstvete har vi ökat på kväveläckaget med cirka 13 kg N/ha, detta är ett estimat och innebär att allt kväve från stallgödselspridningen på hösten inte läcker i höstvetegrödan (året efter gödselspridning i aug/sept). Kväveläckaget i korn och havre antas vara oförändrat trots att dessa grödor inte får stallgödsel direkt, men en del av kvävet från stallgödseln som spreds till höstvetet blir tillgängligt efterföljande år.

Dieselanvändningen räknades om eftersom höstvete tillförs stallgödsel varje år (mer diesel), medan korn och havre inte får någon stallgödsel alls och därmed förbrukas mindre diesel i dessa grödor.

Gård B

Under ett år förbrukar gård B cirka 470 ton foder varav cirka 65 % av spannmål som odlas i Västra Götaland. Spannmålen utgörs av 95 % vete och 5 % havre. Med nuvarande medelskördar för foderspannmål innebär detta ett årligt arealbehov om 52 ha spannmål.

Under ett år producerar gård B drygt 380 ton stallgödsel (cirka 25 % ts) med ett växtnäringsinnehåll om cirka 15,8 kg N/ton och 6,6 kg P/ton. Under en omgång produceras 424 ton gödsel. Efter beräknade förluster i stall och lagring beräknades gödseln innehålla cirka 7 ton N (Tabell 11) vilket innebär ett totalt N-innehåll om cirka 17 kg N/ton.

Om gödseln från ett års produktion (380 ton) fördelas på de 52 ha som krävs för att producera spannmålsbehovet till äggproduktionen under ett år, ger detta en giva om 7,3 ton/ha vilket i

sin tur ger en P-giva om 48 kg P/ha och år, d v s över värdet för maximal stallgödselspridning. En medelgiva om 3,3 ton/ha stallgödsel på spannmålsarealen ger maxgivan 22 kg P/ha vilket innebär en genomsnittlig tillförsel om 56 kg total-N i stallgödsel på 52 ha foderspannmål. Arealen som gårdens produktion av foderspannmål kan använda är således 52 ha * 3,3 t /ha = 172 ton stallgödsel, d v s gården måste lämna bort 208 ton stallgödsel att läggas på andra grödor för att gödselspridningsregler skall gälla. Transport och emissioner vid spridning får dessa grödor bära och vi tillgodoräknar inte någon sluppen produktion av handelsgödsel till äggsystemet.

Gård B använder en stor andel höstvete i sin foderstat och, totalt krävs 48 ha höstvete och vi antar att stallgödseln endast läggs till denna gröda, 172 ton/48 ha = 3,5 t/ha, d v s 3,5 * 17 = 60 kg N/ha.

Tabell 15. Redigeringar i databasen för användning av stallgödsel till foderspannmålen på gård B

	Använda indata för produktion av foderspannmål, Västra Götaland	
	H-vete	Havre
Medelskörd, kg/ha	6 000	4 000
Giva, handelsgödsel, kg N/ha	110	80
Giva, stallgödsel, kg N/ha	60	0
Kväveläckage, kg N/ha	42	36
Giva, handelsgödsel, kg P/ha	0	0
Giva, handelsgödsel, kg K/ha	0	0
Diesel, l/ha	95	74

Cirka 40-50 % av total-N är växttillgängligt, d.v.s. cirka 8 kg N/ton, motsvarande 8*3,5 = 28 kg N/ha. Eftersom gödseln sprids på hösten beräknas att 50 % av detta kväve är tillgängligt nästa vår, alltså cirka 15 kg N/ha. N-givan med handelsgödsel reduceras från 125 till 110 kg N/ha. Kvävegivorna i korn och havre antas vara oförändrade. Ingen tillförsel av fosfor och kalium med handelsgödsel görs eftersom hönsgödseln skall täcka upp behovet.

I höstvete har N-läckaget ökats med 5 kg N/ha, detta är ett estimat men det innebär att allt kväveläckage från stallgödselspridningen på hösten inte belastar höstvetegrödan. Kväveläckage i korn och havre antas vara oförändrat trots att dessa grödor inte tillförs stallgödsel direkt, men en del av kväve från stallgödseln som spreds till höstvetet kommer att orsaka läckage efterföljande år.

Dieselanvändningen räknades om eftersom höstvete tillförs stallgödsel varje år, medan havre inte får någon stallgödsel alls och därmed förbrukar mindre diesel.

3.5 Uppfödning av värphöns

Under ett år producerar ett avelsdjur ca 200 kycklingar (100 tuppkycklingar och 100 hönskycklingar). Uppfödningen av avelsdjuret är inte inkluderat i studien.

3.5.1 Foderförbrukningen

Enligt en producent av värphöns konsumerar en unghöna från kläckning till leverans ca fem kg foder. De första fyra veckorna konsumerar den 550 gram foder av typen ”förstart”, följande fyra veckor 1 650 gram av fodertypen ”start” och de sista åtta veckorna 2 800 gram av fodret ”tillväxt”. Ingen specifik data för dessa foderblandningar har samlats in, istället har foderblandningen ”värp fri start” antagits i denna studie, vilken används de första veckorna på gård A. Detta anses vara den mest representativa foderblandningen av de här studerade, eftersom den har högst proteinhalt vilket är viktigt tidigt i kycklingens liv. Foderförbrukningen 5 kg per höna har antagits.

3.5.2 Energiförbrukning för kläckning och stallar:

Miljöpåverkan av uppfödning av produktionsdjur har inkluderats i en LCA av slaktkyckling (Thynelius, 2008) och enligt den studien så är det största bidraget från fodertillverkning. Den resterande delen är från energiförbrukning för stallar och kläckning.

Enligt uppgifter från en internationell tillverkare av kläckningsanläggningar (www.chickmaster.com) är energiförbrukningen för kläckning cirka 0,05 kWh (0,18 MJ) per kläckt kyckling i klimat liknande det svenska. Denna siffra gäller för kläckerier som är betydligt större än de som finns i Sverige. Vi antar dubbla värdet: 0,36 MJ/djur.

Uppfödning av kycklingar från kläckning till färdig värphöna kräver uppvärmning av stallar, främst under de fem första levnadsveckorna. Inga data på specifik energiförbrukning för detta har varit möjlig att få fram. Enligt LRF (2002), åtgår cirka 9 MJ/kg kycklingkött för uppvärmning. Detta torde motsvara 9*0,52 per levande djur (52,5% slaktutbyte, Thynelius 2008). Om man antar detta värde så blir energiförbrukningen per leveransfärdig höna 4,7 MJ. I den svenska produktionen av värphöns används framför allt biobränslen för uppvärmning, med tillägg av olja för toppbelastning och reservvärme. Vi antar att fördelningen mellan bränsletyperna är: 90 % biobränslen, 10 % olja för spetslast.

3.6 Hantering av höns vid utslaktning

När hönan är ca 75-80 veckor gammal så tas hon ur produktion. Merparten av dessa höns går till ett fjäderfäslakteri i Vara, det enda större i Sverige. Huvudparten av köttet exporteras till Tyskland som "soppkött" (buljong). En mindre del säljs inom landet speciellt genom butiker som har kunder med tradition från att använda hönskött i kosthållningen. En mindre del av hönorna avlivas på gården. Det kan vara de gårdar som har för långt till slakteriet, exempelvis Norrland och Gotland. Det finns regler för hur länge de får transporteras, och dessa går inte alltid att uppfylla. Dessa höns går sedan vidare till destruktion. Dessa höns avlivas antingen i mobila slaktcontainrar eller med koldioxid.

När det gäller fördelningen av vad uttjänta höns används till så finns ingen detaljerad statistik, men nedan visas uppskattade siffror (Svenska ägg, pers. medd. 2008).

Cirka 5 miljoner värphöns kläcks per år i Sverige, vilket innebär lika många hönor som slås ut årligen. Cirka 10 % av de kläckta kycklingarna självdör under produktionstiden, dessa går till destruktion, vilket ger 4,5 miljoner höns kvar som ska omhändertas. Av dessa går cirka 2 900 000 djur/år till livsmedel, cirka 200 000djur/år går till sällskapsdjursfoder, de resterande 1 400 000 djuren/år går till förbränning/destruktion.

De djur som ska destrueras körs till Konvex i Karlskoga, där de processas till biobränsle i en process som kallas ”BioMal” (www.biomal.com, www.konvex.com). Det innebär i korthet att djuren mals ner och sedan transporteras till ett närliggande värmeverk som är anpassat till att hantera animaliska biprodukter enligt gällande förordningar. Då inte hönsen på någon av gårdarna förbränns så beskrivs inte data på denna process.

3.6.1 Livsmedel/Foder till sällskapsdjur (”Pet Food”)

De höns som går till livsmedels/djurmat (Gård B) ingår i vår studie enbart med transporten till slakteriet. Övrig miljöpåverkan bärs av den nya livscykeln. Transporten till slakteri ingår i studien, avståndet är 29 km enkel väg och antas ske med stor lastbil (40 ton, 50 % lastgrad).

3.7 Packeri

Inventering av data för packeri har gjorts med hjälp Svenska Lantägg i Skara och Gotlandsägg i Stenkyrka. Detta har gjorts för inte resultaten för packeriet ska vara beroende av en enda anläggning.

3.7.1 Transporter till packeriet

Total körsträcka för att samla in ägg på gårdar för det ena packeriet är 445 000 km per år. I genomsnitt förbrukar bilarna 0,37 liter bränsle per km. Det bränsle som används är diesel med 5 % inblandning av rapsmetylester (RME). Totalt används alltså 164 650 liter bränsle. Bränsleförbrukningen har matchats med motsvarande tonkilometer för en lastbil (20-28 tons lastbil, ”fleet average” för dieseln och 28 tons lastbil för RMEn). Data för transport har tagits från databasen Ecoinvent i LCA beräkningsverktyget SimaPro7. Detta motsvarar 3 111 070 tonkm för diesellastbilen och 174 335 tkm för RME-lastbilen. Anledningen att räkna om på detta sätt är att även inkludera miljöpåverkan från produktion av bränsle, fordon, infrastruktur osv. som ingår i Ecoinvent databasen (istället för att endast räkna med förbränningen av bränslet).

3.7.2 Energianvändning och spill på packeriet

Totalt får packerierna in ca 26 000 ton ägg per år. Större delen av dessa levereras som konsumtionsägg till butik via grossister. Inom packeriet uppstår ett visst spill, som har uppskattats till 0,3 % (Bohlin J-O och Bohlin M, pers medd, 2008). Miljöbelastningen från packeriet har sedan fördelats mellan resterande mängd (25 922 ton) ägg, oavsett vilken form av produkt det blir. Energianvändningen på packerierna motsvarar 1,5 GWh totalt.

3.7.3 Förpackningar

På gården packas äggen i ”äggbrickor” med 30 ägg á 65 g i varje. Dessa äggbrickor är av engångstyp, men används i vissa fall flera gånger. Totalt används 10 360 000 äggbrickor till alla ägg som levereras till packeriet (26 000 ton per år) och då varje bricka väger 67 gram ger detta 27 gram förpackningsmaterial per kg ägg.

De tomma kartongerna levereras av samma bil som hämtar äggen, varför transporten av kartongerna inte utgör någon extra transport.

De konsumentförpackningar som analyserats i studien är en kartong för sex ägg. Varje kartong väger 26 gram och innehåller 6 ägg á 63 g. Detta ger att för varje kg ägg används 69 gram förpackningsmaterial. Denna typ av förpackning är den som kräver mest förpackningsmaterial av de olika förpackningarna som finns. Det är alltså ett konservativt antagande, men samtidigt så bidrar inte förpackningen signifikant till de totala resultaten.

Ytterligare åtgår 15 gram sekundär förpackning per kg ägg.

Data för produktion av förpackningar har hämtats från Ecoinvent (2007) och för både äggbrickorna och äggkartongen har ”Whitelined chipboard” använts medan ”Corrugated board, recycling fibre, double wall” användes för sekundärförpackningen.

Även data för avfallshantering har hämtats från Ecoinvent (2007). Totalt åtgår 111 gram förpackning per kg ägg (inklusive äggkartongen som egentligen inte går till avfall förrän i hushållet, men inkluderats för fullständighetens skull). Dessa antas gå till förbränning och ersätta en viss mängd el och fjärrvärme. Detta hanteras här genom systemexpansion (se figur 3, under stycket 2.5 Allokering). Data för förbränning hämtas från Ecoinvent (2007), ”Disposal, packaging cardboard, 19,6% water, to municipal incineration”. Vid förbränning av 1 kg förpackning antas 1,55 MJ el och 3,23 MJ värme produceras och ersätta motsvarande mängd el på det svenska elnätet samt fjärrvärme.

3.8 Transport till grossist

Ägg som produceras i Sverige transporteras på olika sätt för att nå butiken. En viss del går till de stora livsmedelskedjornas centrallager och distribueras därefter med andra varor. En relativt stor del går direkt från större packerier och direkt till butik mer eller mindre rikstäckande, detta gäller framför allt leveranser till stora butiker, där detta system är kostnadseffektivt.

Den sista delen, som är den minsta, levereras direkt från mindre packerier till en mer lokal marknad. I denna studie har vi valt att räkna på det första systemet, att äggen levereras till de stora butikskedjornas centrallager för vidare distribution i samma bilar som andra varor. Grossistdistribution svarar för uppskattningsvis minst 60 % av de svenskproducerade äggen.

De fallstudiegårdar som inkluderats i studien levererar till Svenska lantäggs packeri i Skara Vi har valt att räkna på en transport från Skara till ett centrallager i Västerås, vilket motsvarar en sträcka på ca 250 km. Transporten antas ske med lastbil (40 ton, 70 % lastgrad).

3.9 Grossist

Inga data för miljöpåverkan från grossist har inventerats. Denna antas vara ytterst liten och försumbar jämfört med de andra stegen i kedjan.

3.10 Transport till butik

Som slutdestination för äggen har Stockholm valts. Avståndet mellan grossist i Västerås och butik i Stockholm beräknas till 110 km. För transporten antas en stor lastbil (40 ton med 70 % lastgrad).

3.11 Butik

Energiförbrukningen i butik består främst i elanvändning för kyldiskar samt uppvärmning av butiken. I en studie på livsmedelsbutikens roll vid LCA-studier av livsmedel presenterade Carlsson & Sonesson (2001) data på energiförbrukning för ett antal typvaror. Vi har valt att använda data på ”kylvaror, lång omsättningstid” i denna studie. Den energiförbrukning som använts är 0,085 kWh per kg ägg och 0,007 gram kylmedia av typen R404A.

4 Miljöpåverkansbedömning

Efter inventeringsanalysen är resultaten omfattande och i miljöpåverkansbedömningen klassificeras och karakteriseras därför informationen från inventeringen, för att se hur stort bidrag varje produkt hat till de olika miljöpåverkanskategorierna. De miljöpåverkanskategorier som har valts att redovisas i den här studien är:

- energi (sekundär och primär),
- resursanvändning (mark, P och K),
- pesticidanvänding,
- klimatförändringar,
- utsläpp av försurande ämnen samt
- bidrag till övergödning.

4.1 Klassificering och karaktärisering

Klassificering innebär att resultatet från inventeringen sorteras in under de olika miljöpåverkanskategorierna. En utsläppsparameter kan ge upphov till flera olika miljöeffekter, till exempel kan kväveoxider (NO_X) bidra till både försurning och övergödning.

Karaktärisering är ett sätt att beskriva det potentiella bidraget till en miljöeffekt från specifika parametrar. Detta sker genom att multiplicera karaktäriseringsindex för de ämnen som ger upphov till en miljöeffekt med utsläppsmängderna från inventeringsresultaten för motsvarande ämnen. De olika ämnenas bidrag presenteras i en gemensam räknebas som är specifik för varje miljöeffekt.

4.2 Beskrivning av valda miljöpåverkanskategorier

Miljöpåverkanskategorin energi, mark, fosfor och kalium är relaterad till systemets inflöden, medan miljöpåverkanskategorierna klimatförändringar, utsläpp av försurande gaser samt eutrofiering är relaterade till systemets utflöden. Nedan beskrivs de miljöpåverkanskategorier som har studerats, samt de karakteriseringsindex som använts.

4.2.1 Energianvändning

I den här studien redovisas energianvändningen som sekundär (hjälpenergi eller direktenergianvändning) och primärenergi (total resursanvändning av energikällor). För att till exempel producera 1 MJ el (sekundärenergi) i Sverige går det åt ca 2,4 MJ primärenergi. Den sekundära energianvändningen är redovisad i: el, fossil, förnybar samt övrigt. I ”fossil” och ”förnybar” inkluderas alltså ingen energi som använts vid elproduktion, utan bara annan energi så som till exempel diesel vid transporter eller bioenergi i någon processanläggning.

Den primära energianvändningen är uppdelad på förnybara: vatten, biomassa samt vind, sol och geotermisk, och icke-förnybara: kärnkraft och fossila energikällor.

När processer på olika geografiska platser studeras är det viktigt att ta hänsyn till vilken elmix som används. Det är till exempel stor skillnad mellan Sveriges elmix, som till hälften produceras av vatten kraft och hälften kärnkraft, och Europas elmix, där över hälften produceras av kol, gas och olja, ca en tredjedel kärnkraft och kvarstående dryga tiondel är en blandning av förnybara resurser och avfall.

För beräkning av primär energi har metoden *Cumulative Energy Demand* i LCA beräkningsprogrammet SimaPro (2007) använts. För beräkning av sekundär energi har SIK själv lagt in faktorer för detta i processerna i SimaPro.

4.2.2 Resursanvändning (mark, P och K)

Odlingsbar mark är en begränsad naturresurs och grundläggande för livsmedelsproduktion. Samtidigt som vi behöver mark för att försörja en stadigt växande befolkning med livsmedel, pågår det också en ökad efterfrågan på bioenergi. Detta sätter en stor press på att utnyttja marken på ett hållbart och effektivt sätt. Det pågår internationella arbeten för att finna relevanta indikatorer för att inkludera denna viktiga påverkan av livsmedelsproduktion, men det finns ännu ingen metodik som har full konsensus. Därför redovisas kvalitativ markanvändning (t ex markanvändningens påverkan på markens bördighet och biologisk mångfald) sällan p g a bristande metodik. Ofta analyserar man jordbruksproduktion under ett år när man gör LCA för livsmedel och den yta som åtgår för att producera en funktionell enhet (FE) anges då som *m^2per år per funktionell enhet* vilket görs i denna rapport.

Fosfor är en icke-förnyelsbar resurs och av dagens totala fosforutvinning används ca 90 % i jordbruket, till största delen som gödselmedel men även i mineralfoder. Den årliga globala fosfatproduktionen ligger runt 40 miljoner ton P_2O_5 (Steen, 1998) och 2005/06 användes 36,8 miljoner ton P_2O_5 för produktion av fosforhandelsgödsel[2]. Eftersom produktionen av mat och foder så totalt dominerar uttaget av den ändliga fosforresursen är det av vikt att redovisa på förbrukningen av denna ändliga resurs i produktionen av olika fodermedel.

4.2.3 Pesticidanvändning

Bedömningar av effekter som orsakas av utsläpp av toxiska ämnen (som t ex bekämpningsmedel) har länge varit en omdiskuterad och svårlöst fråga inom LCA-metodiken. Ett grundproblem är att det finns ett så stort antal ämnen som släpps ut, och att kunskapen om enskilda ämnens egenskaper och spridningsvägar ofta är begränsad. Det finns dessutom stora kunskapsluckor om hur ett enskilt ämne påverkar olika organismer och än mindre om vilka effekter ”cocktails” av olika ämnen innebära. T ex går det att finna bekämpningsmedelsrester av olika aktiva ämnen i mindre vattendrag i jordbrukslandskap framförallt under växtodlings-säsongen. De enskilda ämnenas halter är ofta mycket låga, men vad betyder den sammanlagda effekten av olika ämnen? All den osäkerhet som finns runt bekämpningsmedel har gjort att det har ifrågasätts inom LCA-metodiken om man verkligen kan göra miljöbedömningar för toxiska ämnen på samma som för andra miljöeffekter. Därför kan man kombinera LCA med andra metoder, t ex riskanalyser (Cederberg mfl. 2005).

På grund av svårigheter i datainsamlingen om bekämpningsmedel vad gäller användning i enskilda grödor samt bristande metoder för rimliga riskanalyser, redovisar vi här endast bekämpningsmedel med indikatorn ”använd mängd aktiv substans”. En uppdelning har gjorts mellan herbicider (ogräsmedel), fungicider (svampmedel) och insekticider (insektsmedel).

[2] www.fertilizer.org

Detta är en mycket grov indikator som alltså säger mycket litet om toxiciteten men kan ses som ett (mycket förenklat) sätt att beskriva beroende av och risker med bekämpningsmedel i odlingen av olika fodermedel.

4.2.4 Klimatförändring

Jorden värms upp av direkt solinstrålning (huvudsakligen i våglängdsområdet 0,2-0,4 μm). Den uppvärmda jordskorpan avger sedan värmestrålning i det infraröda våglängdsområdet (4-100 μm). Denna strålning absorberas delvis av gaser i jordens atmosfär och en viss del emitteras tillbaka till jordytan och bidrar till en uppvärmning där. Denna effekt är känd som ”växthuseffekten”. Växthuseffekt är en naturlig effekt som ger konsekvensen att jordens temperatur är 33°C högre än vad den annars skulle vara. Vad som däremot diskuteras är den av människan förstärkta tillförseln av växthusgaser, vilka påverkar jordens strålningsbalans. Ämnen i atmosfären från mänskliga aktiviteter som bidrar till denna effekt är framför allt koldioxid, metan, dikväveoxid (lustgas) och CFC (till exempel freoner). De klimatförändringar som emissionerna kan medföra är en höjning av jordens medeltemperatur som innebär att vissa områden kan drabbas av torka, genom mindre nederbörd. Havsytan kan komma att stiga med följd att kustområden översvämmas. Vissa havsströmmar kan ändra riktning vilket radikalt kan förändra det lokala klimatet. Den av människan förstärkta växthuseffekten, vilken kan leda till klimatförändringar, är en global miljöeffekt. De karakteriseringsindex som använts vid bedömning av klimatförändringar av de gaser med störst betydelse visas i Tabell 16.

Tabell 16. Karaktäriseringsindex för klimatförändringar (GWP 100 år).

emission	karakteriseringsindex *(gram CO_2 per gram)*	
koldioxid (CO_2)	1	luft
metan (CH_4)	25	luft
lustgas (N_2O)	298	luft

Källa: IPCC, 2007

4.2.5 Utsläpp av försurande ämnen

Förbränning av fossila bränslen ger förutom koldioxid upphov även till svaveldioxid och kväveoxider. Dessa gaser omvandlas, förenar sig med vatten och bildar syror. Syrorna sänker pH-värdet i regnvattnet och orsakar försurning av mark och vattendrag. Verkan av försurande ämnen har ett stort geografiskt beroende (huvuddelen av Sverige, med undantag för Öland, Gotland och Skåne, är till exempel extremt känsliga för försurning beroende på den kalkfattiga berggrunden). Försurningen påverkar bland annat träden negativt och leder till att vatten med lågt pH löser ut toxiska kvantiteter aluminium och når sjöar och vattendrag, där växt och djurliv kan drabbas. Försurning är en regional miljöeffekt. De karakteriseringsindex som använts vid bedömning av utsläpp av försurande gaser med störst bidrag visas i Tabell 17.

Tabell 17. Karakteriseringsindex för utsläpp av försurande gaser

emission	karakteriseringsindex *(gram SO_2 per gram)*	
ammoniak (NH_3)	1,88	luft
kväveoxider (NO_X)	0,70	luft
svaveldioxid (SO_2)	1	luft

Källa: Hauschild and Wenzel, 1998

4.2.6 Bidrag till övergödning

Här beaktas endast övergödning i vattensystem vilket också benämns eutrofiering. Ökad tillförsel av näringsämnen till vattensystem leder till ökad tillväxt för olika arter i systemet. Nedbrytningen av dem samt av annat organiskt material i vattenemissioner kräver syre. Utsläpp av kväveföreningar till luft kan också bidra till ökad tillgång på kväve i vattendrag eftersom kväveföreningar återförs till marken med nederbörd och sedan till viss del hamnar i vattendrag. Den ökade syreförbrukningen kan leda till syrebrist, vilket kan skada både djur och växter. Tillväxten av biomassa i vattendrag begränsas i europeiska system vanligen av tillgången på näring i form av kväve eller fosfor. Fosfor är normalt det begränsande näringsämnet i sjöar och övre delen av Östersjön medan kvävet är det näringsämne som begränsar tillväxten i havet. Övergödning är en regional miljöeffekt. De karakteriseringsindex som använts vid bedömning av eutrofiering av ämnen med störst bidrag visas i Tabell 18.

Tabell 18. Karakteriseringsindex för eutrofiering.

emission	karakteriseringsindex *(gram NO_3 per gram)*	
ammoniak (NH_3)	3,64	luft
kväveoxider (NO_X)	1,35	luft
nitrat (NO_3^-)	1	vatten
kväve (N)	4,43	vatten
fosfat (PO_4)	10,45	vatten
fosfor (P)	32,03	vatten

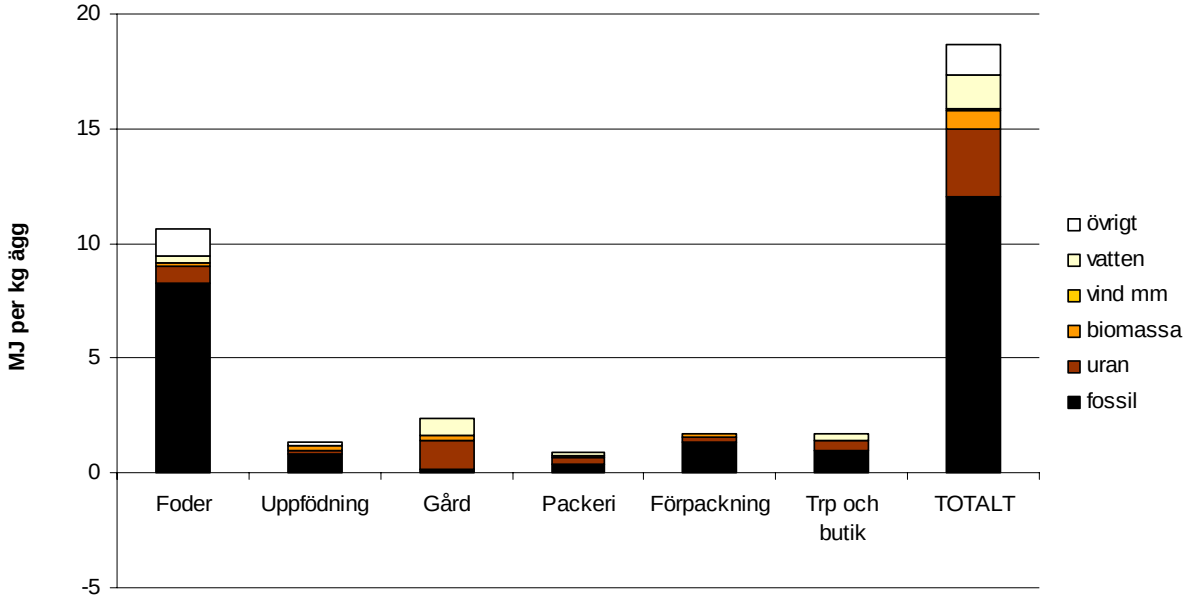
Källa: Hauschild and Wenzel, 1998

5 Resultat

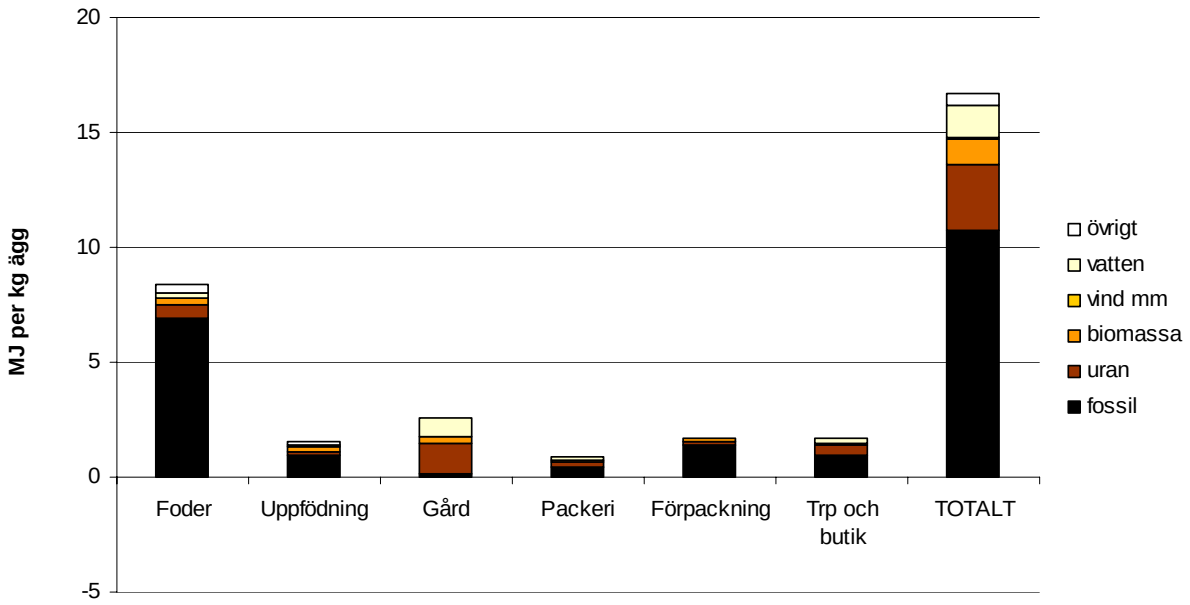
I Figur 4 till och med 13 redovisas energianvändning, bidrag till klimatpåverkan, försurning samt övergödning uppdelat på de olika bidragande energislagen respektive emissioner för de olika delstegen i kedjan. I tabell 19 och 20 redovisas resultaten uppdelat på ytterligare några delsteg för samtliga miljöpåverkanskategorier. Resultaten redovisas per gård, för tydlighetens skull. Vi vill dock poängtera att skillnaderna mellan gårdarna inte kan tillskrivas de olika uppfödningssystemen, skillnaderna är så små att de inte kan ligga till grund för generella slutsatser.

5.1 Energianvändning

Användningen av primär energi för att producera ett kg ägg redovisas i Figur 4 och Figur 5 och uppgår till 17,3 – 18,7 MJ/kg. Här framgår att användningen av fossila bränslen svarar för cirka hälften av den totala användningen, och det är dieselanvändning och tillverkning av handelsgödsel som svarar för merparten, medan transporter och förpackningar använde mindre mängd. Det som redovisas som ”uran” orsakas av elanvändningen i alla led, liksom ”vatten”. Anledningen att mer ”uran” än ”vatten” förbrukas trots att i stort sett lika stor del av elen kommer från kärn- respektive vattenkraft förklaras med att verkningsgraden i ett kärnkraftverk är mycket lägre än i ett vattenkraftverk.

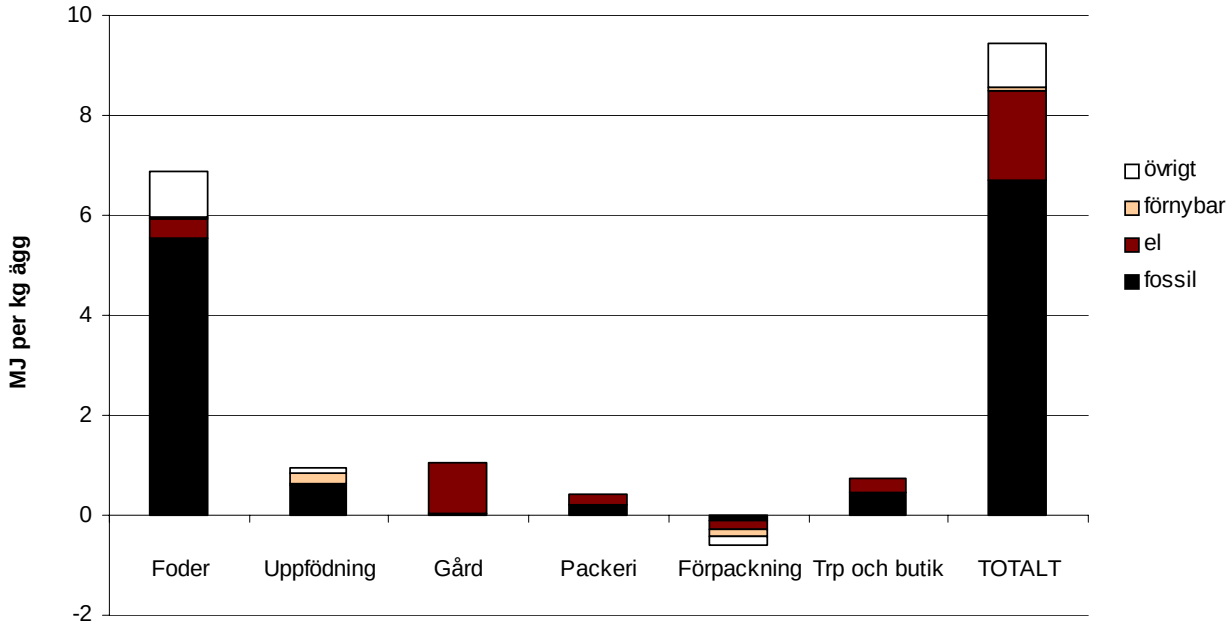


Figur 4. Primär energianvändning, gård A.

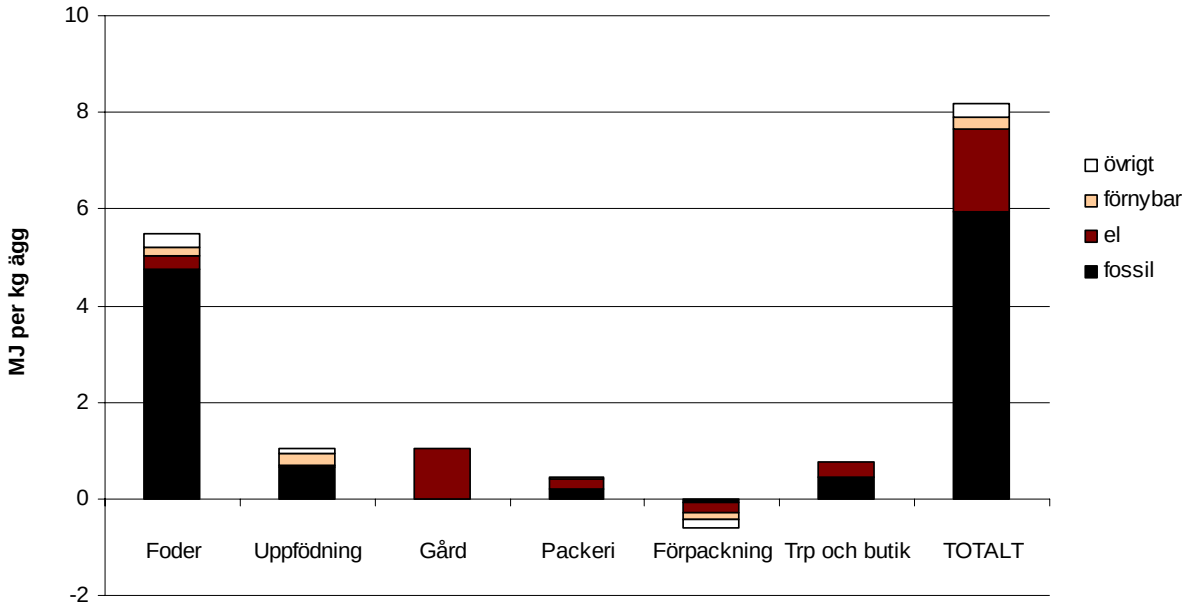


Figur 5: Primär energianvändning, gård B.

Den sekundära energianvändningen, enkelt uttryckt ”det man betalar för” presenteras i Figur 6 och Figur 7 och uppgår till 8,2 – 10 MJ/kg. Det som skiljer detta från den primära energianvändningen är alltså att omvandlingen från energibärare (”bränsle”) till el inte ingår, inte heller den energiförbrukning som krävs för att leverera andra bränsle som diesel fram till exempelvis fordonet.



Figur 6: Sekundär energianvändning, gård A

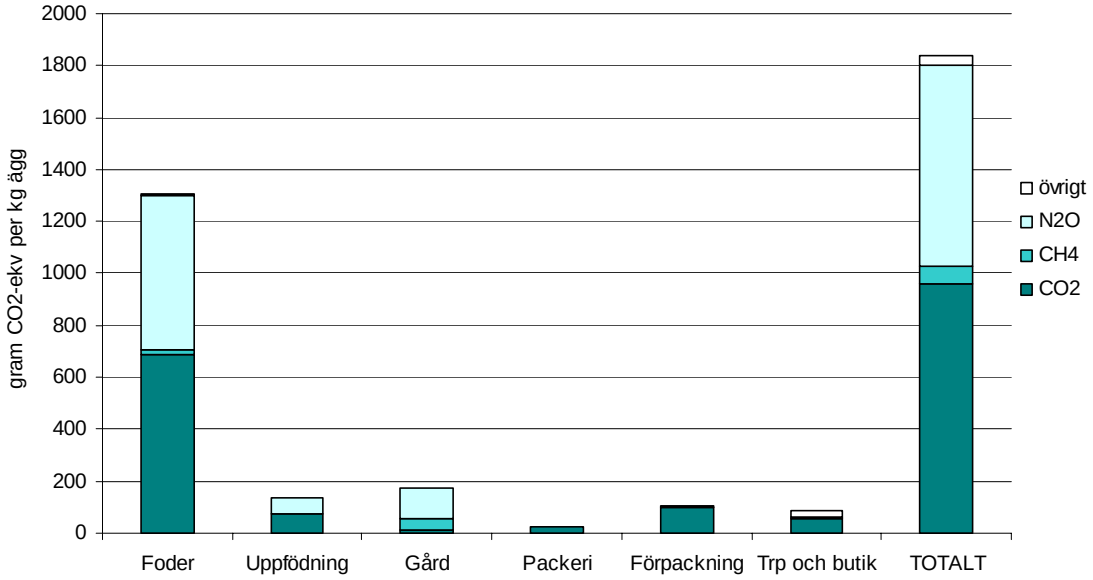


Figur 7: Sekundär energianvändning, gård B

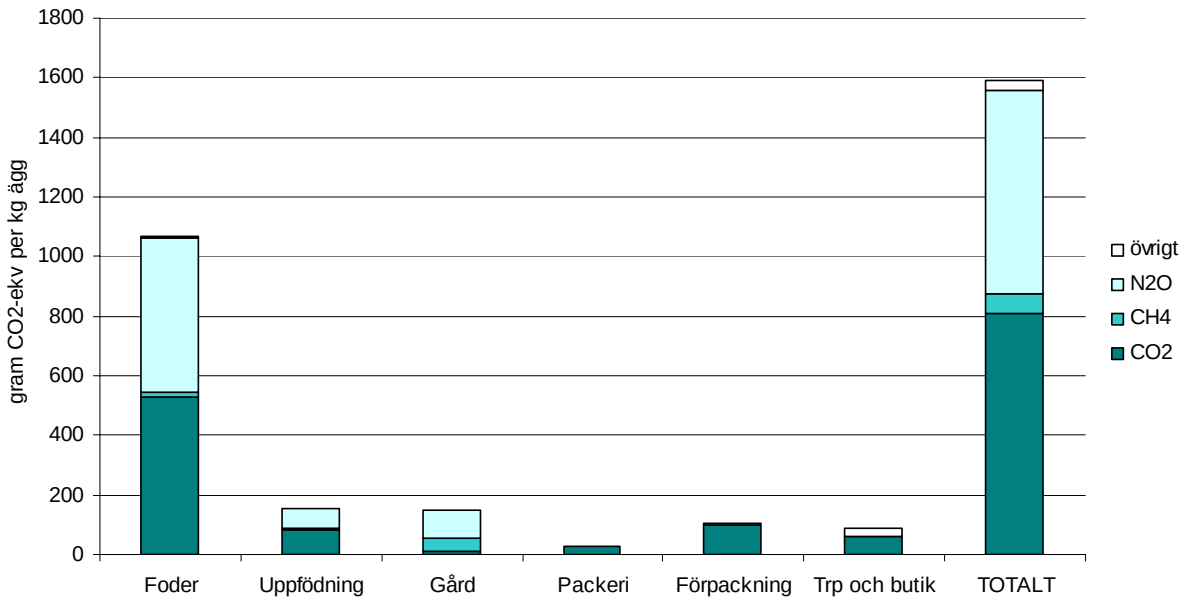
Som framgår av Figur 6 och 7 så svarar fodret för den största delen av sekundär energianvändning. Gårdens förbrukning används främst till el för ventilation, utgödsling samt ägg- och foderhantering. Den negativa stapeln för ”Förpackning” orsakas av att förpackningen antas förbrännas med värmeutvinning i ett värmeverk.

5.2 Bidrag till klimatförändring

Bidraget till klimatförändringen visas i Figur 8 och 9 för de två gårdarna och uppgår till ca 1,6 – 1,8 kg CO2e per kg ägg. I denna effektkategori är det än tydligare att foderproduktionen dominerar, vilket visar på vikten av ett högt foderutnyttjande. Skillnaden mellan gårdarna beror i stort sett enbart på skillnad i foderförbrukning per kg ägg. Inom foderproduktionen är det förutom koldioxid även lustgas (N_2O) som bidrar, och den kommer från dels tillverkning av handelsgödsel, dels kväveomsättningen i mark.



Figur 8: Bidrag till klimatförändring, gård A

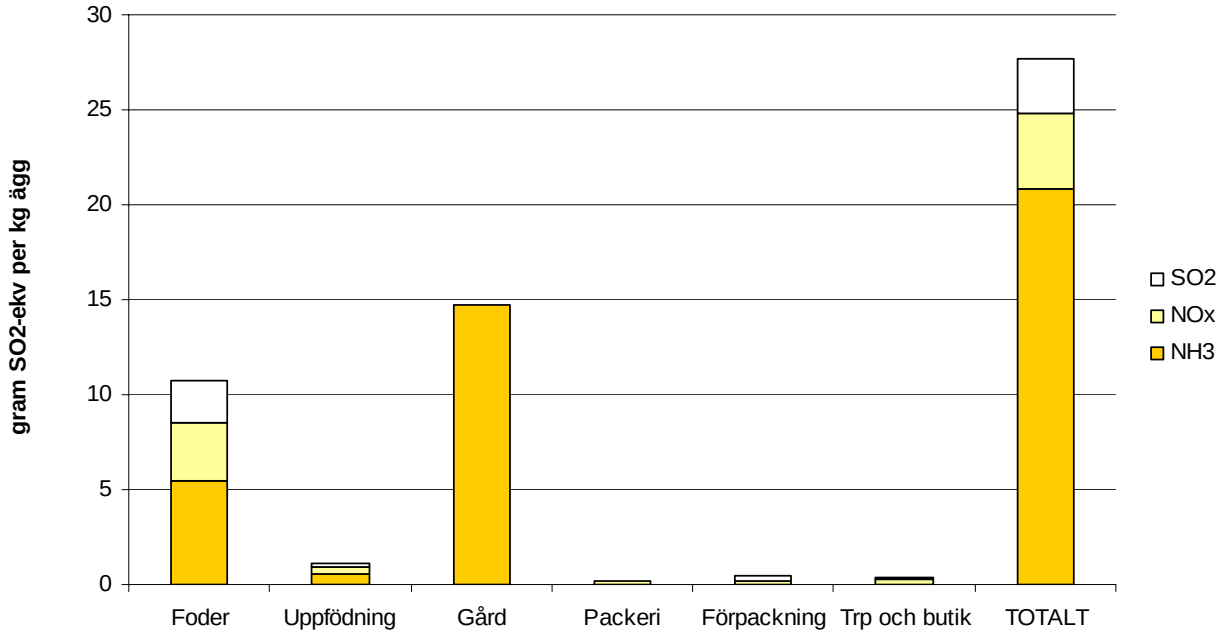


Figur 9: Bidrag till klimatförändring, gård B

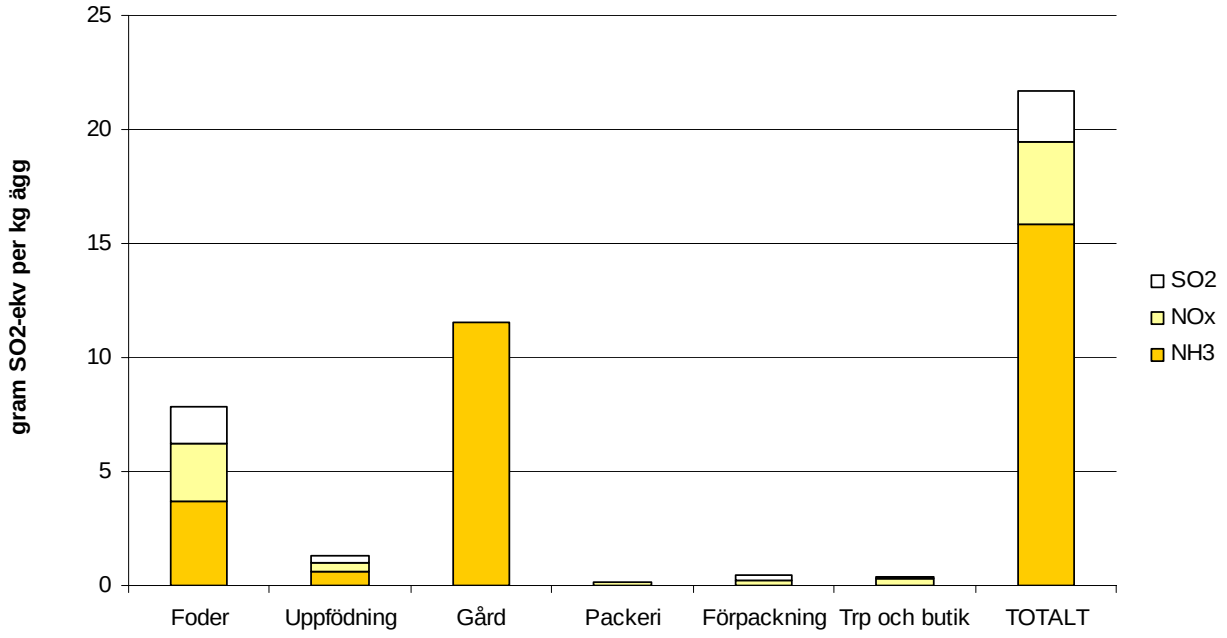
Det totala potentiella bidraget till klimatförändring orsakas främst av foderproduktionen, och cirka hälften av påverkan orsakas av lustgas (N_2O). Denna gas släpps dels ut vid tillverkning av handelsgödsel, dels som ett resultat av kväveomsättning i mark. Den senare delen är beroende av mängden kväve som cirkulerar i odlingsmarken.

5.3 Bidrag till försurning

De två systemens potentiella bidrag till försurning visas i Figur 10 och 11 och uppgår till 22 – 28 gram SO_2-ekv per kg ägg. Till skillnad från energiförbrukning och klimatförändringar så är det de direkta emissionerna från djurhållningen som bidrar mest. Orsaken är främst de utsläpp av ammoniak som genereras av stallgödselhanteringen och från fodertillverkning är det även svaveldioxid (SO_2) och kväveoxider (NO_X) från förbränningsmotorer som bidrar.



Figur 10: Bidrag till försurning, gård A



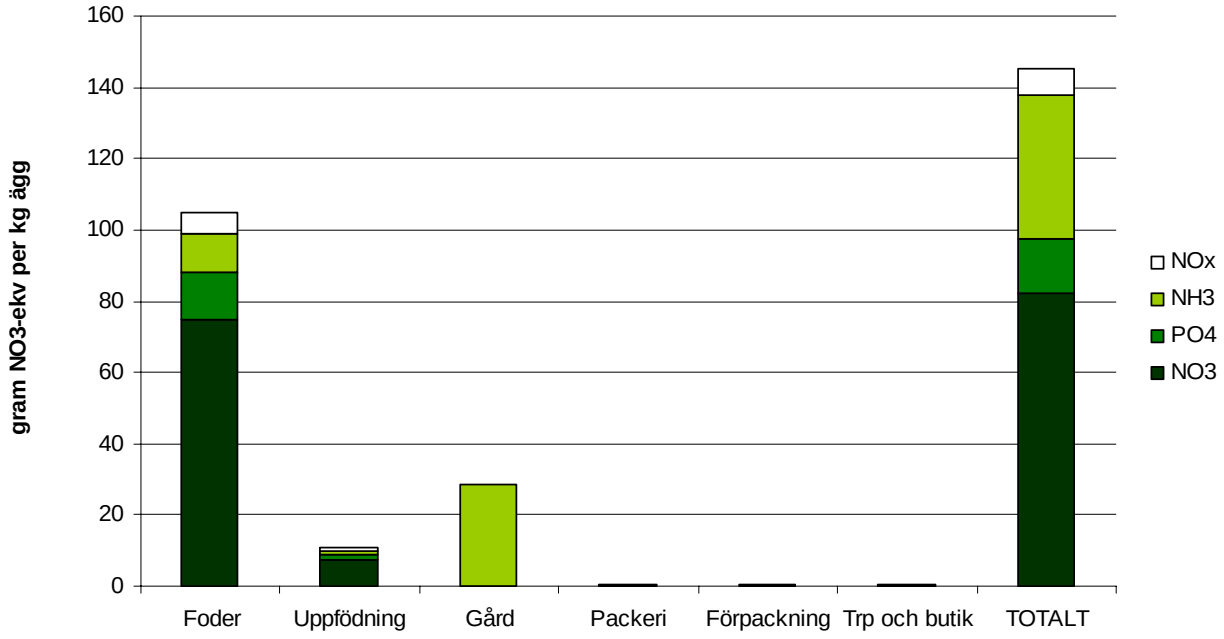
Figur 11: Bidrag till försurning, gård B

Det största bidraget till försurning kommer från ammoniak (NH_3), som är ett resultat av lagring och spridning av stallgödsel. Utsläppen av kväveoxider (NO_X) och svaveldioxid (SO_2) orsakas av förbränning av främst diesel i transporter.

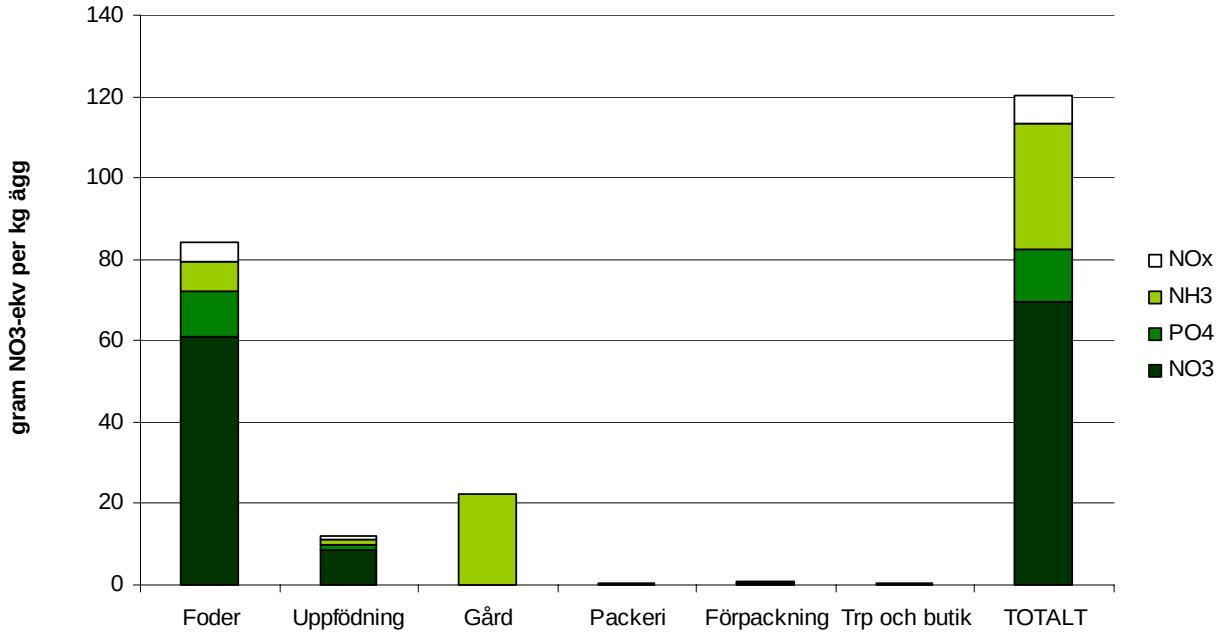
5.4 Bidrag till övergödning

De studerade systemens potentiella bidrag till övergödning uppgår till 120-146 gram NO_3-ekv per kg ägg och redovisas i Figur 12 och 13. Det största bidraget härrör från nitratläckage vid

foderproduktionen, med ammoniakutsläpp (NH_3) från stallar och gödsellager som det näst största bidraget. Värt att notera är att för övergödande utsläpp bidrar leden efter gården väldigt lite.



Figur 12: Bidrag till övergödning, gård A



Figur 13: Bidrag till övergödning, gård B

Bidragen till övergödning domineras totalt av primärproduktionen, och det är nitratläckage (NO_3) vid foderodling som är den viktigaste orsaken. Även ammoniakutsläpp (NH_3) från gödselhantering bidrar.

5.5 Samtliga miljöpåverkanskategorier

I tabellerna 19 och 20 framgår att det är foderproduktionen som bidrar mest till samtliga inkluderade effektkategorier. Därpå följer själva gården, som också inkluderar gödsellagring, samt uppfödningen av värphöns.

Som framgår av så uppgår den årliga markanvändningen till 4,2 – 4,6 m^2 för att producera ett kg ägg och denna areal utgörs till ca 65 % av spannmålsodling och 35 % för odling av protein, framförallt soja.

Tabell 19. Sammanfattande resultat, alla siffror redovisas per kg ägg i butik, Gård A

	energi		resurser			pesticid	klimat-	försurning	över-
	sek.	prim.	mark	P	K	anv.	förändring		gödning
	MJ	MJ	m2	g	g	g a s	g CO2-ekv	g SO2-ekv	g NO3-ekv
Foder	6,87	10,65	4,35	8,08	9,71	0,36	1306,69	10,81	104,71
Uppfödning	0,94	1,38	0,45	0,99	1,10	0,04	137,43	1,15	10,70
Gård	1,04	2,37					174,80	14,75	28,53
Utslagshöns	0,00	0,00					0,17	0,00	0,00
Tillverkning förpackning	-	2,26					118,45	0,45	0,70
Avfallshantering förpackning	-0,59	-0,59					-13,96	-0,02	0,01
Trp till packeri	0,23	0,42					24,36	0,18	0,33
Packeri	0,21	0,48					2,82	0,01	0,02
Trp till grossist	0,31	0,69					40,17	0,25	0,40
Trp till butik	0,13	0,30					17,67	0,11	0,18
Butik	0,31	0,70					30,05	0,02	0,02
TOTALT	10,04	18,73	4,80	9,08	10,81	0,40	1838,65	27,71	145,60

Tabell 20. Sammanfattande resultat, alla siffror redovisas per kg ägg i butik, Gård B

	energi		resurser			pesticid	klimat-	försurning	över-
	sek.	prim.	mark	P	K	anv.	förändring		gödning
	MJ	MJ	m2	g	g	g a s	g CO2-ekv	g SO2-ekv	g NO3-ekv
Foder	5,49	8,36	3,67	6,67	7,60	0,29	1068,03	7,87	84,42
Uppfödning	1,05	1,53	0,50	1,11	1,22	0,04	153,20	1,29	11,93
Gård	1,03	2,55					149,07	11,56	22,35
Utslagshöns	0,00	0,01					0,42	0,00	0,00
Tillverkning förpackning	-	2,26					118,45	0,45	0,70
Avfallshantering förpackning	-0,59	-0,59					-13,96	-0,02	0,01
Trp till packeri	0,23	0,42					24,36	0,18	0,33
Packeri	0,21	0,48					2,82	0,01	0,02
Trp till grossist	0,31	0,69					40,17	0,25	0,40
Trp till butik	0,13	0,30					17,67	0,11	0,18
Butik	0,31	0,70					30,05	0,02	0,02
TOTALT	8,17	17,30	4,17	7,78	8,83	0,33	1590,28	21,72	120,37

6 Diskussion och analys

6.1 Jämförelse med andra studier av ägg

Det finns endast ett fåtal LCA-studier på ägg publicerade. Vi har endast hittat en som kan sägas vara jämförbar, och den behandlar ägg producerade i England. Williams m fl (2006) har studerat miljöpåverkan från äggproduktion. Bidrag till växthuseffekt är, enligt deras studie, 5 530 kg CO_2-ekv för konventionell, 7 000 för ekologiska, 5 250 för 100% burhöns konventionell och 6 180 för 100% frigående konventionella per 20 000 ägg (till och med gårdsgrind). Dessa resultat är betydligt högre än de som redovisas i föreliggande rapport, och då den engelska rapporten inte medger en noggrann analys av de data och beräkningar som används är det svårt att förklara den stora skillnaden.

Tabell 21. Resultat för bidrag till växthuseffekten för ägg producerade i England, kg CO2-ekv. (Williams m fl, 2006)

Räknebas	Konventionell	Konventionell, 100 % bur	Konventionell, 100 % frigående	eko
per 20 000 ägg	5 530	5 250	6 180	7 000
per kg ägg*	4,38	4,17	4,90	5,56

*antar samma vikt per ägg som i denna studie, 63 gram per ägg

6.2 Jämförelse med andra animaliska produkter, med avseende på proteininnehåll

Resultaten från en LCA redovisas alltid ”per funktionell enhet”, vilket innebär att man definierar en ”funktion” produkten har. Detta är ett viktigt koncept inom LCA-metodiken, då det möjliggör jämförelser på en relevant bas. Ett klassiskt exempel är LCA av målarfärg, där den funktionella enheten var ”m^2 vägg målad i X år”, och inte ”per kg färg”, vilket annars slentrianmässigt lätt skulle ha kunnat väljas. Inom livsmedelsstudier är funktionen dock sällan så lätt att definiera, då mat har många funktioner som energiinnehåll, protein, mineraler, vitaminer, vätsketillförsel, social markör, njutning och så vidare. Som ett resultat av detta redovisas merparten av alla publicerade livsmedels-LCA med ett viktmått som funktionell enhet, oftast ”kg livsmedel”.

Att jämföra olika livsmedel med avseende på deras miljöpåverkan per kg är alltså ett grovt mått, och det kan leda till ologiska slutsatser. Det har inte varit möjligt att jämföra resultaten från denna studie med avseende på alla tänkbara funktioner av ägg, men för att ge en bild av hur resultaten faller ut med en alternativ funktionell enhet presenteras bidraget till växthuseffekten för ett antal animaliska livsmedel per gram protein. Valet av protein som alternativ funktionell enhet beror på att animaliska livsmedel är viktiga för vår proteinförsörjning. I Tabell 22 visas denna jämförelse.

Data för mjölk är hämtad från Cederberg & Flysjö (2004), data för nötkött från mjölkkor, griskött och kyckling (endast energi) har data hämtats från LRF (2002), data för kyckling (bidrag till klimatförändring) har hämtats från Tynelius (2008) samt data för nötkött från självrekryterande nötboskap har hämtats från Cederberg & Nilsson (2004). Proteininnehåll för de olika livsmedlen har tagits från Livsmedelsverket (2002).

Tabell 22. Bidraget till växthuseffekten (gram CO_2-ekvivalenter) och sekundär energianvändning (MJ) per kg protein för några animaliska livsmedel. Obs enbart primärproduktionen är inkluderad

	g CO_2-ekv per kg livsmedel	Energiåtgång för produktion (MJ per kg)	Proteininnehåll (%)	g CO_2-ekv per kg protein	MJ per kg protein
ägg	1 600	8,2	12,6	13	65
mjölk	1 000	2,7	3,3	30	82
nötkött (mjölkkor)	13 400	37,2	21	64	177
nötkött (självrek.)	21 700	8,2*	21	103	39
griskött	4 300	22,6	21	21	108
kyckling	1 500	19,6	23	7	85

*studie av ekologisk ranchdrift med mkt låg energianvändning, ej representativ för generell nötköttsproduktionen utan mer att betrakta som ett extremvärde.

6.3 Resultatdiskussion

Resultaten i denna studie har presenterats för de två gårdarna separat. Skillnaderna mellan gårdarna skall inte tolkas som en skillnad mellan inhysningssystem, för att kunna göra detta krävs ett betydligt större dataunderlag. Det väsentliga är att skillnaderna mellan gårdarna visar på vilka parametrar som är viktigast för resultaten.

Resultaten baseras på två specifika gårdar och en specifik kedja för efterkommande led. Detta innebär att resultaten i princip inte kan sägas representera all svensk äggproduktion. Men sammansättning och förbrukning av foder kan sägas vara typiska för svenska förhållande av idag och denna del av livscykeln har stor betydelse för de slutliga resultaten. För foderproduktionen har vi försökt att anpassa odlingen så att även stallgödseln inkluderas, trots att den inte används i foderproduktionen direkt vilket ofta är fallet och som är en skillnad från mjölk- och grisproduktion. För resten av kedjan processa, packas och transporteras majoriteten av ägg i system som liknar det som vi har analyserat i denna studie. Slutsatsen är att de resultat som presenteras med största sannolikhet kan användas för svenska, konventionellt producerade ägg generellt. Undantag från ovanstående är om gårdsproduktionen avviker väsentligt från de studerade gårdarna med avseende på fodersammansättning, fodereffektivitet och gödselhantering. Detsamma gäller kedjan efter gården, om logistiken skiljer väsentligt kan man inte utgå från att våra resultat är överförbara. Produktion av ekologiska ägg har inte studerats, och då fodersammansättningen är annorlunda kan inte våra resultat anses representera ekologiskt producerade ägg.

Fodereffektiviteten framstår som den viktigaste parametern för alla resultatkategorier, vilket är i linje med LCA-studier av andra animalieproduktionssystem som griskött och kyckling. En annan kritisk punkt som identifierats är stallgödselhanteringen, där förbättringspotentialen också är stor. Även proteinförsörjningen har betydelse som i dag är helt beroende av importerad soja. Mer inhemskt protein och/eller krav om hur sojan odlas skulle förbättra miljöprestandan.

I studien har antagits att den el som används orsakar utsläpp som motsvarar en ”svensk medel-el”. Denna medel-el är till drygt 90 % baserad på vatten- och kärnkraft, vilket innebär mycket små utsläpp av både klimatpåverkande gaser samt övergödande och försurande ämnen. Det är inte självklart att data på svensk medel-el ska användas, även om det är det

som rekommenderas i denna typ av studie. Om istället marginal-el, eller europeisk elproduktion valts skulle alla aktiviteter som använde mycket el bidra mer. Detta skulle främst förändra utsläppen från packeriet, grossist och butik. Generellt skulle även de totala utsläppen bli något högre.

Bidraget till klimatpåverkan för svenska ägg är i samma storleksordning som svensk kyckling, och lägre än övriga köttslag, räknat på viktbas. Om man ställer bidraget till klimatpåverkan i relation till proteininnehållet så framstår fortfarande ägg som ett bra val, men resultatet är något sämre än för kyckling.

I jämförelse med en LCA studie av engelska ägg faller de svenska äggen väl ut, men värdet av jämförelsen ska inte överdrivas då det inte är möjligt att i detalj analysera vad som orsakar den stora skillnaden.

En intressant notering är att det kött som produceras i form av utslagshöns sannolikt är mycket lite miljöpåverkande. Den absolut största delen av miljöpåverkan bärs av äggen, oavsett om man fördelar bördan av fodertillverkning och djurhållningen på ekonomisk- eller viktbas, vilket innebär att hönsköttet är mycket lite miljöbelastande per kg. Detta har dock inte ingått i studien, men skulle vara värt att studera mer i detalj.

6.4 Förbättringsåtgärder

De förbättringsförslag som identifierats utifrån resultaten är:

1. Förbättrat foderutnyttjande. Av resultaten framgår tydligt att foderutnyttjandet är en central faktor, den gård som har högre foderutnyttjande faller bäst ut. Med foderutnyttjande avses ”bruttoutnyttjandet”, d.v.s. hur mycket foder som sätts in för varje kg ägg som produceras, så minskad dödlighet är en del i ett högre foderutnyttjande, men andra aspekter som djurens foderomvandling och foderspill är också viktiga.
2. Effektiv stallgödselanvändning: För både bidrag till klimatpåverkan och övergödning är kväveomsättningen viktig. Genom att utnyttja kvävet i stallgödseln på bästa sätt minskas utsläppen av både övergödande– och klimatpåverkande gaser, samtidigt som behovet av handelsgödsel också minskar. Detta ger en dubbel effekt, främst för klimatpåverkan.
3. Se över proteinfodret: Idag består det endast av importerat sojamjöl. En ökad användning av inhemskt protein (ärter/rapsmjöl) skulle reducera flera miljöeffekter. Prioritera att använda kvalitetscertifierad soja där garantier finns för hur odlingen har gått till, t ex med avseende på arealexpansion och förändrad markanvändning.
4. Byta förpackningar: Även om förpackningarna inte bidrar dramatiskt mycket till miljöpåverkan så finns sannolikt förbättringspotential, främst för de förpackningar som används på gårdarna. Att använda engångsförpackningar innebär en större resursanvändning än att använda återanvändbara.

7 Referenser

Carlson K & Sonesson U. 2001. Data och metoder för att beräkna butikens roll vid LCA av livsmedel. Rapport 676. SIK, Institutet för Livsmedel och Bioteknik. Göteborg

Cederberg & Flysjö. 2004. Life Cycle Inventory of 23 Dairy Farms in South-Western Sweden. Rapport 728. SIK, Institutet för Livsmedel och Bioteknik. Göteborg.

Cederberg & Nilsson. 2004. Livscykelanalys (LCA) av ekologisk nötköttsproduktion i ranchdrift. Rapport 718. SIK, Institutet för Livsmedel och Bioteknik. Göteborg.

Cederberg, C., Wivstad, M., Bergqvist, P., Mattsson, B. & Ivarsson, K., 2005, Environmental assessment of plant protection strategies using scenarios for pig production, *Ambio, vol.34 (4-5) pp 408-413*

Cederberg, C., Flysjö, A.& Ericson, L., 2007, Livscykelanalys (LCA) av norrländsk mjölkproduktion, Rapport 761. SIK, Institutet för Livsmedel och Bioteknik. Göteborg

Ecoinvent. 2007. Ecoinvent data v2.0, Final reports ecoinvent 2007 No.1-25, Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, CD-ROM

EG. 2008. Förslag till Europaparlamentets och rådets direktiv om främjande av användningen av förnybar energi. KOM (2008) 19 slutligt. 2008/0016 COD.

Flysjö A Cederberg C & Strid I. 2008. LCA-databas för konventionella fodermedel – miljöpåverkan i samband med produktion. Version 1.1. Rapport 772. SIK, Institutet för Livsmedel och Bioteknik. Göteborg.

Frischknecht R, Althaus H-J, Bauer C, Doka G, Heck T, Jungbluth N, Kellenberger D & Nemecek T. 2007. The Environmental Relevance of Capital Goods in Life Cycle Assessments of Products and Services. *Int J LCA*, DOI: http://dx.doi.org/10.1065/lca2007.02.308

Hauschild, M & Wenzel, H. 1998. *Environmental Assessment of Products*, Volume 2: Scientific Background, London, Chapman & Hall ISBN 0-412-80810-2

ISO 2006a. *Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework*. ISO 14040:2006(E). International Organization for Standardization. Geneva. Switzerland

ISO 2006b. *Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and guidelines*. ISO 14044:2006(E). International Organization for Standardization. Geneva. Switzerland

IPCC, 2006, Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html)

IPCC 2007, Climate Change 2007. IPCC Fourth Assessment Report. The Physical Science Basis. (http://www.ipcc.ch/ipccreports/ar4-wg1.htm)

Livsmedelsverket. 2002. Livsmedelstabell, Energi och näringsämnen, 2002, Livsmedelsverket

LRF. 2002. Maten och Miljön, Livscykelanalys av sju livsmedel, Lantbrukarnas Riksförbund, Stockholm

SCB. 2006, Gödselmedel i jordbruket 2004/05. Mineral- och stallgödsel till olika grödor samt hantering och lagring av stallgödsel, Statistiska meddelanden MI30 SM 0603, Statistiska centralbyrån, Stockholm

SJV. 2006. Jordbruksverkets foderkontroll 2005. Rapport 2006:15. Jordbruksverket, Jönköping

SimaPro7. 2007. PRé Consultants B.V. Amersfoort. Nederländerna. www.pre.nl

Steen, I., 1998, Phosphourus availability in the 21:th century, Management of a non-renewable resource, *Phosphorous and Potassium No. 124:24-31*

Strid Eriksson I, Elmquist H, Stern S & Nybrant T. 2005. Environmental System Analysis of Pig Production, The Impact of Feed Choice. *International Journal of LCA* 10 *(2) 143-154*

Tynelius G. 2008. Klimatpåverkan och förbättringsåtgärder för Lantmännens livsmedel – fallstudie Kronfågelns slaktkyckling. Examensarbete. Institutionen för Teknik och samhälle, Miljö- och Energisystem, Lunds Tekniska Högskola

Williams A G, Audsley E and Sanders D L. 2006. Determining the environmental burdens and resource use in the production of agricultural and horticultural commodities. Main Report. Defra Research Project IS0205. Bedford: Cranfield University and Defra. Available on www.silsoe.cranfield.ac.uk, and www.defra.gov.uk

Personliga meddelanden

Jan-Olof Bohlin, 2008, Svenska Lantägg, Skara

Magnus Bohlin, 2008, Gotlandsägg, Stenkyrka

Svenska Ägg, 2008, Svenska Ägg, Stockholm

Lars Pettersson, 2008, Svenska Foder, Lidköping

Bengt Larsson, 2008, Svenska Foder, Lidköping