

Räkna klimatavtryck

Maria Berglund, hållbarhetsexpert

Växa

maria.berglund@vxa.se 010-471 02 15

Agenda

Varför: Livscykelräkning är vanligt inom jordbruk & klimat, och det skiljer sig från hur man jobbar med andra miljöfrågor och rådgivning i jordbruket

Syfte: Introduktion till klimatavtryck (*carbon footprint*, CF) och livscykelanalys (LCA)

Förhoppning: Ökad förståelse för vad CF och LCA är och varför det blir som det blir. Inte att ni ska bli fullfjädrade LCA-nördar!

- Var är LCA, hur beräknas ett klimatavtryck?
- Viktiga begrepp
- Kol i mark och gröda – hur tas det med?
- Exempel på klimatavtryck

Fokus på **metod** för att ge er ordförståelse och hjälpa er att bedöma rimligheten i studier och påståenden.

Vad är livscykel och livscykelanalys (LCA)?

Life cycle: Consecutive and interlinked stages of a product system, from raw material acquisition or generation from natural resources to final disposal.
(ISO 14040:2006)

***Livscykel:** Alla sammankopplade delar i ett produktsystem, från utvinning av råvaror till slutanvändning.
(fri översättning)*

Life cycle assessment, LCA: Compilation and evaluation of inputs, outputs and potential environmental impacts of a product system throughout its life cycle.
(ISO 14040:2006)

***Livscykelanalys, LCA:** Sammanställning och utvärdering av alla inflöden och utflöden från ett produktsystem samt dess potentiella miljöpåverkan genom hela dess livscykel.
(fri översättning)*

Vad är klimatavtryck (CF)?

Carbon Footprint, CF: Sum of greenhouse gas emissions and removals in a product system, expressed as CO₂equivalents and based on a life cycle assessment using the single impact category of climate change. (ISO/TS 14067:2013)

***Klimatavtryck:** De totala utsläppen och upptagen av växthusgaser i ett produktsystem, omräknat till koldioxidekvivalenter. Beräknat som en livscykelanalys där man bara tagit med miljöpåverkankategorin Klimatpåverkan.
(Fri översättning)*

CF är en LCA, fast bara med dimensionen klimatpåverkan



Hjälp på traven om
LCA och klimatavtryck
är svårt att fatta:

Hur hade jag
tänkt om det gällt
”kr” istället för
”kg CO₂e”?!

**Vad är en LCA?
Hur beräknar man
klimatavtryck?**

Bokföringsperspektiv:

Få koll på nuläge och helhet:

Vad är mjölkens miljöpåverkan?

Vad är stort, vad är smått?



Konsekvensperspektiv:

Inför ett vägval/en investering:

Vilken kopp ska vi välja?

Vad är bäst ur miljösynpunkt?



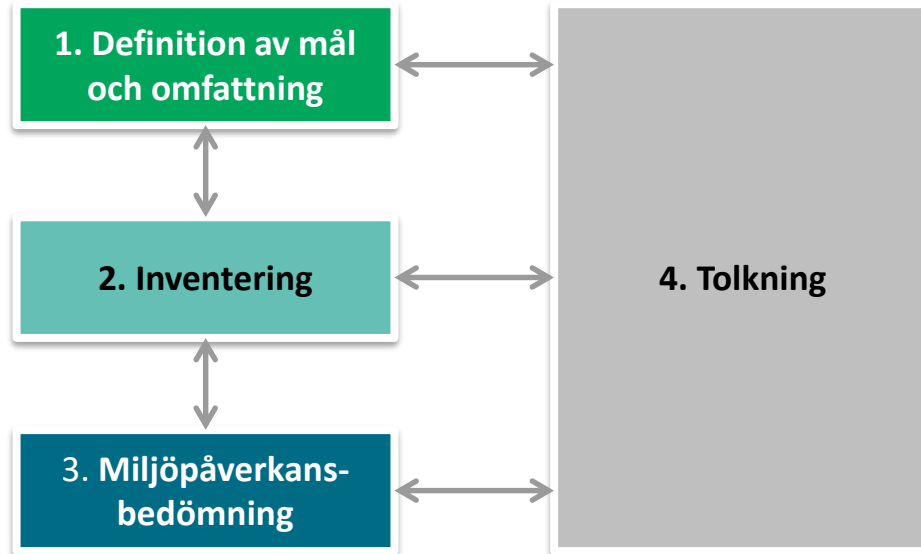
Det finns flera internationella standarder för LCA och CF

Några exempel relevanta för jordbruksproduktion:

- **ISO 14040 till 14046:** Basen i allt
- **PEF** [Product Environmental Footprint], **PEFCR** [Category Rules]: Utvecklat inom EU för harmoniering av miljöavtryck för produkter och tjänster
- **LEAP Guidelines** [Livestock environmental assessment and performance partnership]: Från FAO. Riktlinjer för miljöavtryck av animalieproduktion och foder, och specifika miljöfrågor
- **IDF global Carbon Footprint standard** [International Dairy Federation] : Specifikt för mjölk och mjölkproduktion
- För hela företaget finns bl a **GHGProtocol** och **Science Based Targets**

Det går alltså inte att hitta på vad som helst och kalla det en LCA eller ett klimatavtryck!

LCA och CF följer en given mall i fyra delar:



1. Mål och omfattning:

Vad ska
studeras?
Vad är vår
funktionella
enhet?

Funktionell enhet

= Det vi vill relatera miljöpåverkan till och jämföra med. Det kan vara en produkt eller en tjänst.

Den funktionella enheten ska vara mätbar/kvantifierbar och spegla nyttan med produkten/tjänsten.

Exempel:

1 kWh el levererad till slutkund

1 torrt och blöjfritt barn

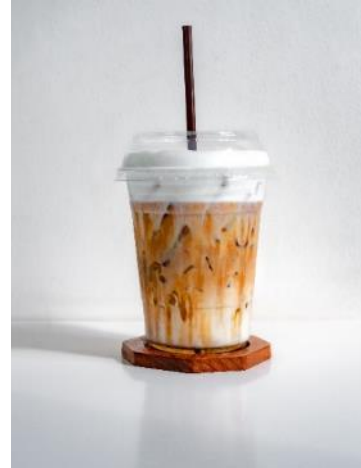
Vad är lämplig funktionell enhet vid val av koppar?!

Beror ju på vad vi vill undersöka och vad vi vill använda koppen/kopparna till! Behöver tänka på:

- **Syfte:** Servera dryck? I så fall varm och/eller kall? Eller primärt som souvenirer?
- **Var:** Hemma, kontoret, mäss/festival?!
- **Tidshorisont:** dagar (en festival), till ett år/många år

Exempel:

- 1 års servering av kaffe och te i lunchrestaurangen
- 500 kaffe- och teserveringar i Greppa Näringens monter på Borgeby fältdagar



Funktionella enheter i jordbrukssammanhang

- Ofta **kg produkt** (kg ECM, kg levandevikt eller kg slaktvikt, kg kvarnvete)
- Ofta ”**vid gårdsgrind**”, d v s fram tills mjölken/djuren/spannmålen/etc. lämnar gården.
Den mesta miljöpåverkan sker före gårdsgrinden.
- **Viss beskrivning av detaljer och normalisering av egenskaper.**
T ex ”kg kvarnvete” eller ”kg fodervete” istället för ”kg höstvetete”.
Levererad mjölk räknas om till kg ECM.
Men inte alltid: Normalt att levererade djur klumpas ihop, oavsett om utslagskor till slakt, kalvar till liv eller ungdjur till avel.
- **Sällan kopplat till funktion**, t ex näringsinnehåll

Exempel:

- 1 kg ts ensilage utlagt på foderbordet
- 1 kg ECM (*energi-korrigerad mjölk*) vid gårdsgrind
- 1 kg levandevikt vid gårdsgrind
- 1 kg köttfärs i konsumentförpackning
- 100 g protein i livsmedel

1. Mål och omfattning:

Vad ska vi ta med?

Vad ska ingå i en eventuell jämförelse?

Systemet och systemgränser

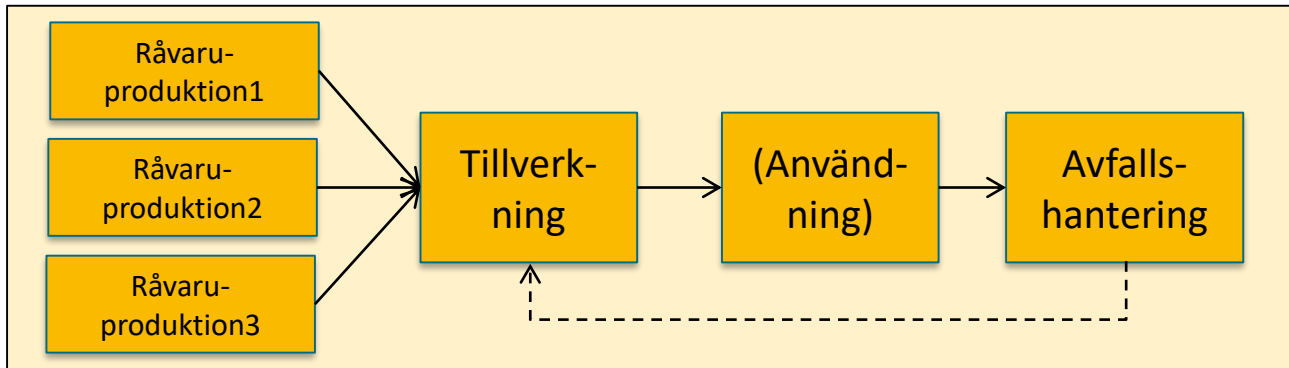
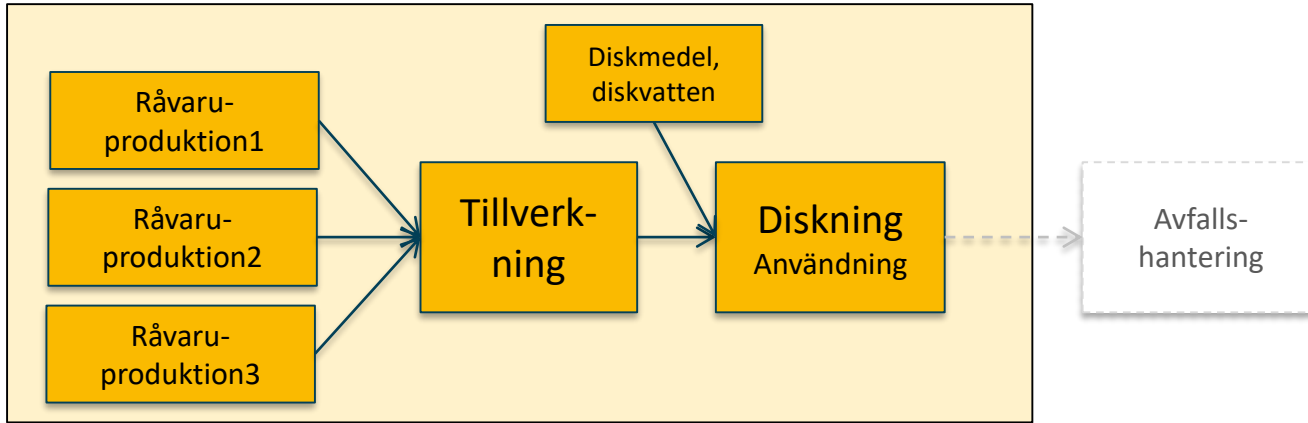
Den del av världen som vi vill räkna på
= avgränsning i tid och rum

Rum: Nödvändiga ”byggstenar” (processer), och flöden/transporter mellan processer.

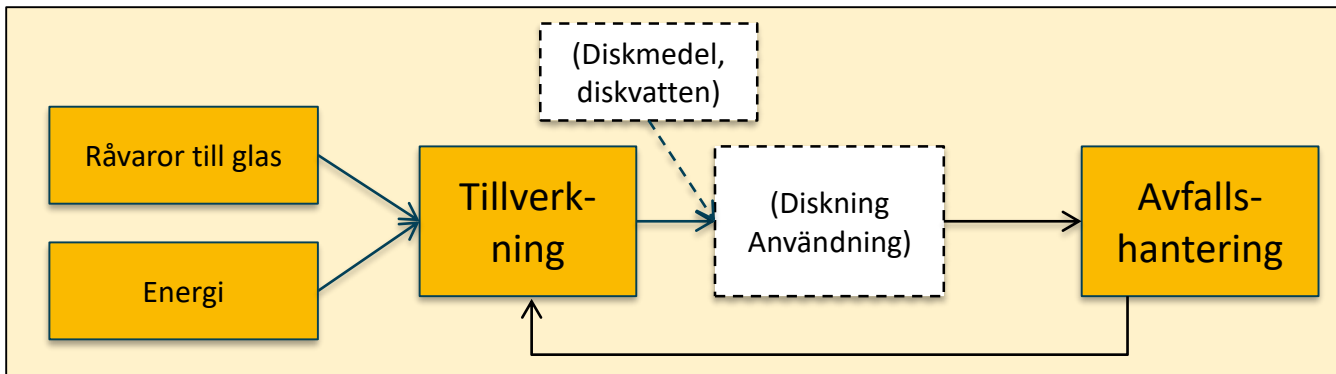
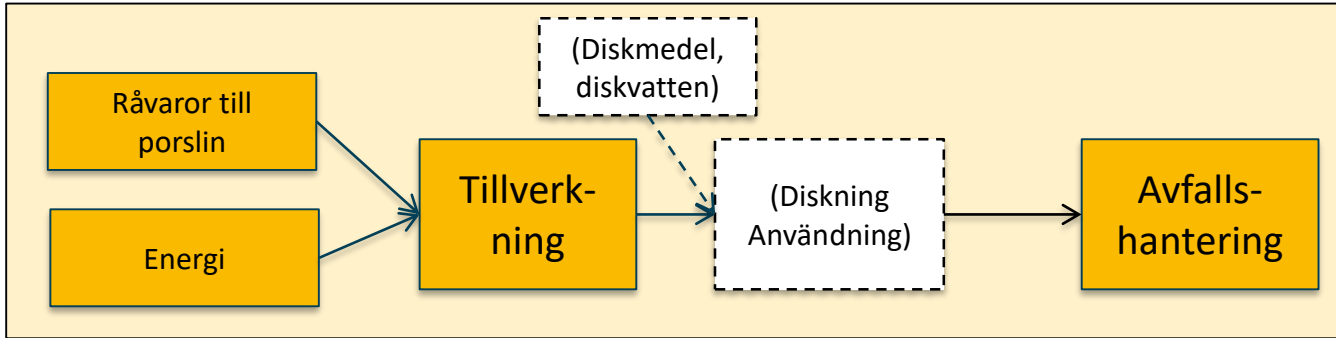
Även skala/geografiskt rum: Från enskild person eller enskilt företag till länder eller globalt

Tid: Få med en hel ”cykel” och hela livscykeln. Kan vara ett år, t ex ett kalenderår eller ett växtodlingsår. Kan behöva vara längre för att få med långa förlopp (skogsbruk)

Flödesscheman är bra hjälpmedel!



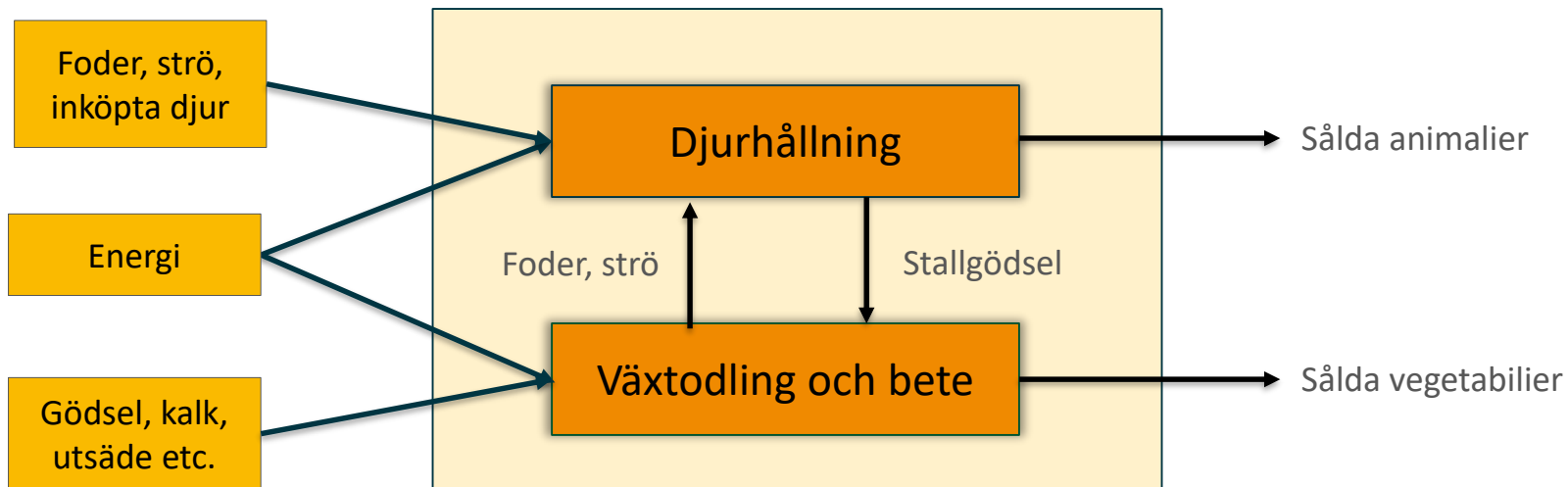
Vid jämförelser (konsekvensperspektiv) kan man fokusera på det som skiljer sig åt – **men tänk då på att helheten missas!**



I Klimatkollen i VERA är "gården" vårt system (bokföringsperspektiv)

Uppströms

Nedströms



1. Mål och omfattning:

Vilken miljöpåverkan ska vi titta på?

Miljöpåverkanskategorier

Exempel: Potentiell klimatpåverkan, övergödning, toxicitet biologisk mångfald, energianvändning

Val av miljöpåverkanskategori/kategorier styr vilken resursanvändning och vilka emissioner som ska tas med.

Exempel: Kväve är viktigt både för klimatpåverkan och övergödning, medan metan inte har någon betydelse för övergödning

Beskriv vad som ska göras

Exempel klimatavtryck av mjölk

Vad ska göras: Beräkna klimatavtrycket för mjölk som producerats på en mjölkgård

Funktionell enhet: 1 kg ECM vid gårdsgrind, för år 2023

Systemet:

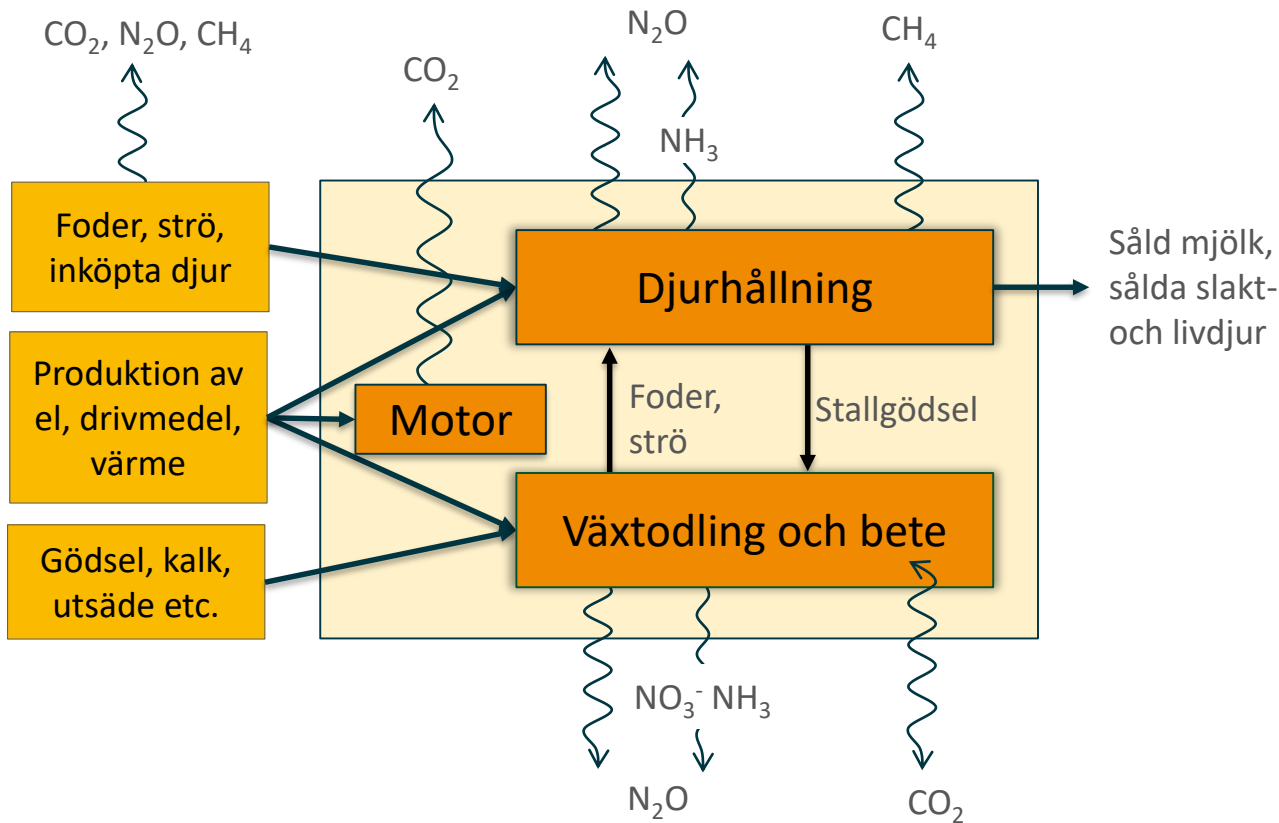
- 80 mjölkkor, inklusive rekrytering.
- 80 ha åker till eget foder (grovfoder+spannmål), 15 ha naturbete
- Levererar 760 ton ECM och 24 ton (levandevikt) till slakt och liv

2. Inventering

Vilka emissioner ingår i mjölkens klimatavtryck?
Hur ska vi få med dem?

*Indirekta emissioner,
Scope 2 och 3*

*Direkta emissioner,
Scope 1*



2. Inventering

**Inköpta varor
och tjänster
- inventera vad
som gått åt och
hur mycket**

Huvudkategori	Produkt	Mängd
Energi	Diesel	10 000 liter
	El	120 000 kWh
Inköpt foder	Havre	13 000 kg
	L Konkret norm	129 000 kg
	L Galax	8 000 kg
	L Idol	9 300 kg
	Mineraler	5 000 kg
Mineralgödsel	NS 27-3	16 000 kg
	N34	14 500 kg
	PK 11-21	1 500 kg

Val av drivmedel
och värme har
betydelse!

Klimatavtryck av drivmedel

Fossilt: Det mest (ca 90 %) som CO₂ från förbränning i motorn (även lite NO_x och kolväten). Fossilt = ger nettotillskott av CO₂. Resten från utvinning, distribution etc.

Förnybart: Det mesta från råvaran. Odlade grödor (t ex raps) högre CF än biprodukter (t ex animaliskt fett)
Kan vara låginblandning till helt förnybart

<https://www.energimyndigheten.se/klimat/hallbarhetskriterier/drivmedelslagen/vaxthusgasutslapp/>

Drivmedel	kg CO2e /liter
Diesel MK1	2,46
Diesel MK3	2,97
Bensin MK1	2,58
Alkylatbensin MK1	3,00
E85 (etanol, bensinmotor)	1,07
ED95 (etanol, dieselmotor)	0,43
FAME100 (biodiesel, RME = raps)	1,10
HVO100 (förnybar diesel)	0,56
Naturgas, EU (kg)	3,43
Fordonsgas (kg) (biogas+naturgas)	0,36
LNG/LBG (kg) (flytande fordonsgas)	0,04

Bränslen för värme etc.	kg CO2e/ MWh	Värmevärde	kg CO2e/ enhet
Torv	425	5,1 MWh/ton	2 168
Eldningsolja 2-5	298	10,58 MWh/m3	3 153
Eldningsolja 1	288	9,95 MWh/m3	2 866
Gasol	259	12,74 MWh/ton	3 300
Naturgas	248	10,5 MWh/1000 Nm3	2 604
Rapsolja	111	10,55 MWh/ton	1 171
Träpellets/briketter	39,2	0,75 MWh/m3s	29
Skogsflis	21,6	0,75 MWh/m3s	16
Sågverksrester, träindustriavfall	16,2	0,75 MWh/m3s	12
Annan vegetabilisk eller animalisk avfallolja	12	10,55 MWh/ton	127
Tallbecksolja	6,2	10,55 MWh/ton	65
Råtallolja	2,5	10,55 MWh/ton	26

Klimatavtryck av bränslen

Fossil energi. Förbränning ger nettotillskott av CO2

Förnybart, men från odlad råvara där bränslen är huvudprodukten = får bära odlingens växthusgasutsläpp

Från rest/biprodukter och avfall. = Huvudprodukt bär mesta/alla utsläpp uppströms

”Klimatklivet - Vägledning om beräkning av utsläppsminskning” (kg CO2e/MWh),
Värmevärden från Energimyndighetens datalager (MWh/enhet)

Transporter

Har framför betydelse vid långa avstånd och/eller stora mängder gods (t ex om låg ts).
Men generellt liten påverkan jämfört med annat!

Räkneexempel:

250 slaktgrisar till slakteri (92 kg slaktvikt/gris) :

10 mil enkel väg, 7 l diesel/mil (inkl tom bil till gård), 2,46 kg CO₂e/l diesel

→ $10 \times 7 \times 2,46 = 172$ kg CO₂e → $172 / (250 \times 92) = 0,0075$ kg CO₂e/kg slaktvikt.

Motsvara 0,3 % av klimatavtrycket för svensk medelgris (2,54 kg CO₂e/kg slaktvikt
[RISE rapport 2020:59])

Flytta flytgödsel till satellitbrunn (5 km bort):

Traktor à 18 m³ och 0,7 l diesel/km (inkl tom retur), 2,46 kg CO₂e/l diesel

→ $0,7 \times 2,46 \times 5 / 18 = 0,48$ kg CO₂e/m³.

Vilket kan jämföras med emissioner från lagring om ca 20-30 kg CO₂e/m³ flytgödsel.

2. Inventering

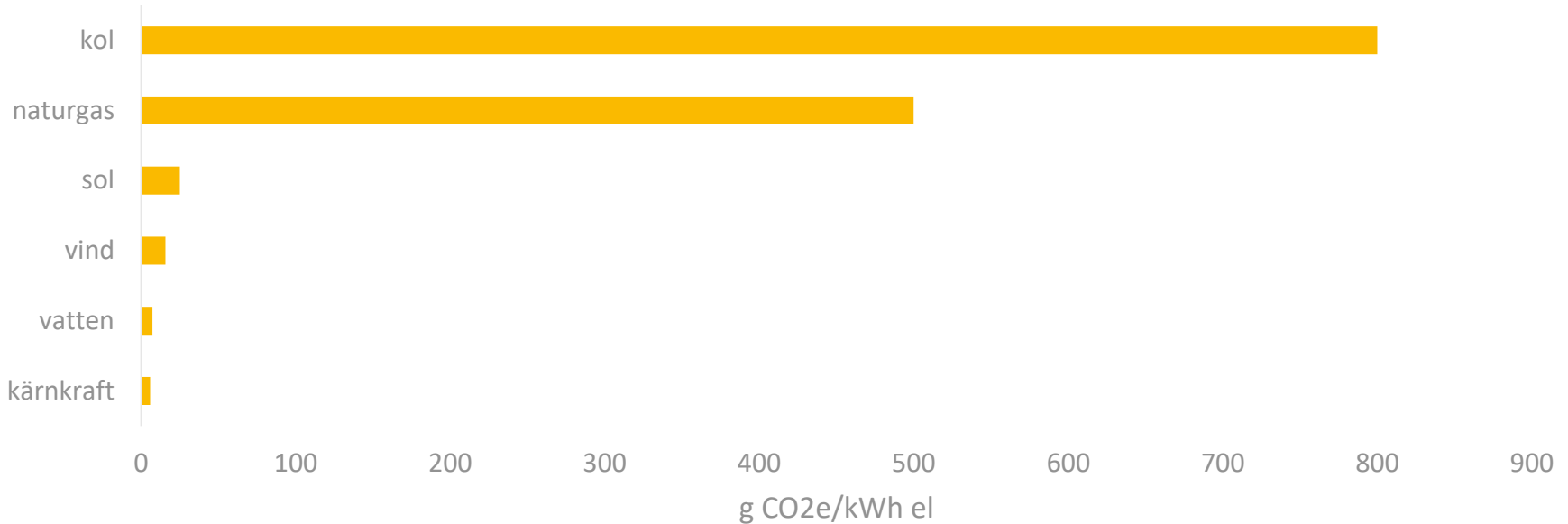
Inköpta varor och tjänster

Huvudkategori	Produkt	Mängd
Energi	Diesel	10 000 liter
	El	120 000 kWh
Inköpt foder	Havre	13 000 kg
	L Konkret norm	129 000 kg
	L Galax	8 000 kg
	L Idol	9 300 kg
	Mineraler	5 000 kg
Mineralgödsel	NS 27-3	16 000 kg
	N34	14 500 kg
	PK 11-21	1 500 kg

Ursprunget har
stor betydelse!

Klimatavtryck av elektricitet

- Stor skillnad mellan fossil och icke-fossil elproduktion!



(Vattenfall (EPD:er); Gode m fl, 2011)

Men vilken elproduktions klimatpåverkan ska jag välja?

– Det beror på vad du ska beräkna!

Bokföringsperspektiv: Brukar räkna med en mix av flera kraftslag (*medelel*)

- Mix i elavtalet
- Produktionsmixen i Sverige/Norden
- ”Konsumtionsmix”, medel som beaktar produktion, import och export i ett område
- Residualmix, d v s den elmix som är kvar när ursprungsmärkt såld el räknats bort

Standarderna ger dig vägledning om vad som är rätt val!

Konsekvensperspektiv: Vid förändrad efterfrågan eller ökat utbud av el. Beaktar förändringens konsekvenser, t ex vilken kraftproduktion som tillkommer vid ökad efterfrågan.

Allt från ett fast värde för *marginalel*, till modellberäkningar som beaktar plats, last och tidshorisont.

Exempel på klimatavtryck för ”elmixer”

	g CO2e/kWh	Kommentar
Nordisk elmix	90	Medel för all elproduktion, beaktat import/export. Nuvarande värde i Klimatklivet. Tidigare 125 g CO2e/kWh (Naturvårdsverket)
Nordisk residualmix	524	Avser 2023. Beräknas årligen. Tidigare ca 250-480 g CO2e/kWh. (Energimarknadsinspektionen)
(Svensk residualmix)	(68)	Avser 2023. Sverige ligger lågt tack vara låg andel fossilt i residualmixen. (Energimarknadsinspektionen)

Kan även hitta specifika värden för elprisområden och typ av användare. Se t ex Profus rapporter Klimatpåverkan från elanvändning och elproduktion

2. Inventering

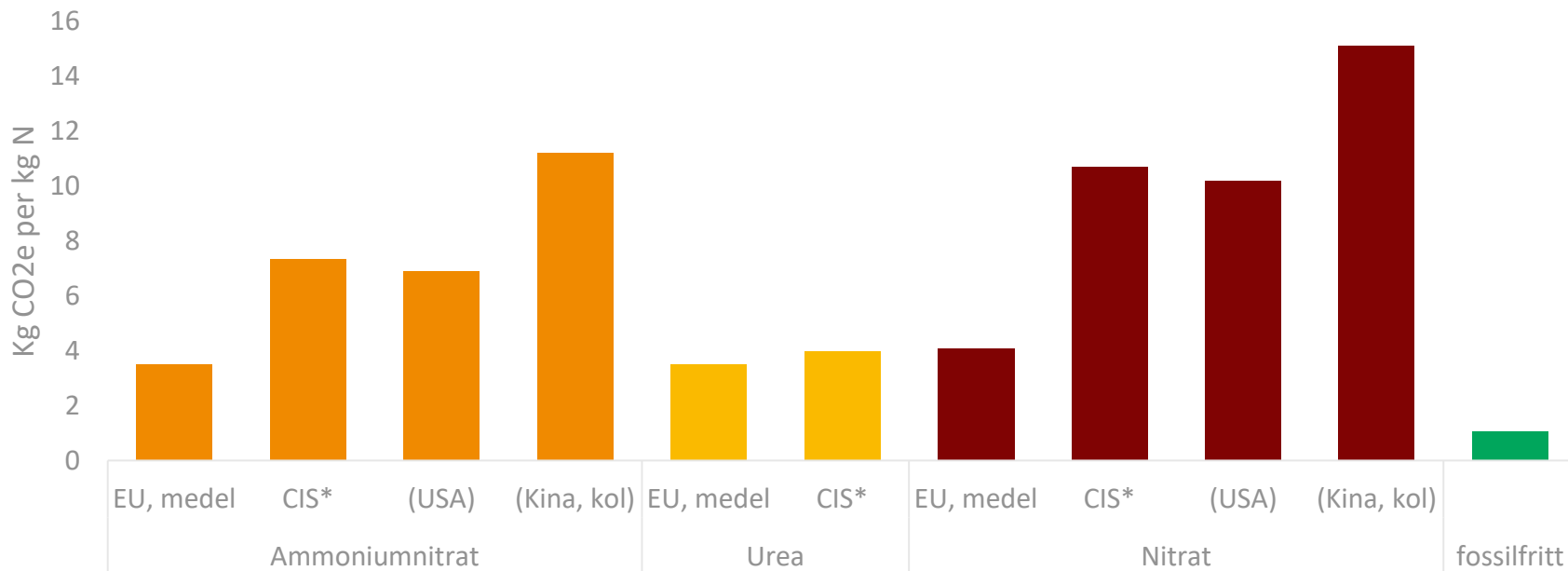
Inköpta varor och tjänster

Huvudkategori	Produkt	Mängd
Energi	Diesel	10 000 liter
	El	120 000 kWh
Inköpt foder	Havre	13 000 kg
	L Konkret norm	129 000 kg
	L Galax	8 000 kg
	L Idol	9 300 kg
	Mineraler	5 000 kg
Mineralgödsel	NS 27-3	16 000 kg
	N34	14 500 kg
	PK 11-21	1 500 kg

Kvävet och dess
ursprung har stor
betydelse ur
klimatsynpunkt!

Klimatavtryck av mineralgödselkväve

- Ursprung har betydelse. Fossilfritt sänker avtrycket



*CIS = Russian commonwealth, bl a Ryssland, Belarus, Ukraina
(Brentrup et al, 2018. LCA food)

2. Inventering

Inköpta varor och tjänster

Huvudkategori	Produkt	Mängd
Energi	Diesel	10 000 liter
	El	120 000 kWh
Inköpt foder	Havre	13 000 kg
	L Konkret norm	129 000 kg
	L Galax	8 000 kg
	L Idol	9 300 kg
	Mineraler	5 000 kg
Mineralgödsel	NS 27-3	16 000 kg
	N34	14 500 kg
	PK 11-21	1 500 kg

Hur blir det med förändrat kolförråd i mark?

Och hur tar man med ev avskogning som skett där importerat foder odlats?

Markanvändning avser marken inom systemet

Då (>20 år sedan)

Nu

Markanvändning,
Land use (LU)



Förändrat kolförråd kan tas med i CF, med då särredovisat.

Mulljordar: *Räknar med generella påslag (ton C/ha)*

Mineraljordar: *Metod håller på att utarbetas i GHGProtocol, men vanskligt att kvantifiera på gårdsnivå!*

Markanvändning och (direkt) Förändrad markanvändning avser marken inom systemet

Då (>20 år sedan)

Nu

Markanvändning,
Land use (LU)



Direkt förändrad
markanvändning,
Direct Land use
change (dLUC)



Tas med allt oftare (färdiga värden), men särredovisas.

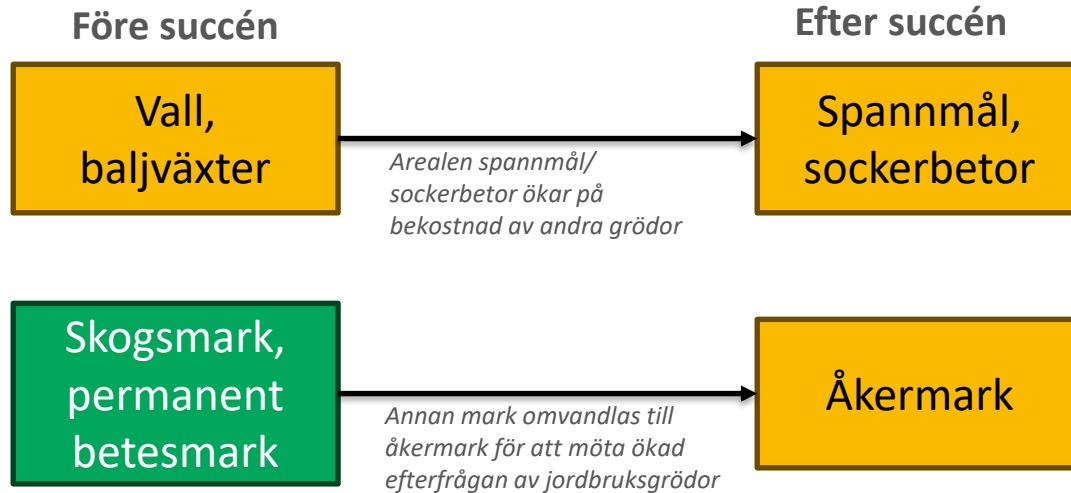
dLUC beräknas när kolförrådet minskar, inte när det ökar.

Förändringen i kolförråd skrivs av på 20 år:

*$(176-76 \text{ t C/ha})/20 \text{ år} = 5 \text{ t C/ha, år}$
 $5 \text{ t C/ha} \times 3,67 \text{ t CO}_2/\text{t C} = 18 \text{ t CO}_2/\text{ha, år}$*

Indirekt förändrad markanvändning (indirect Land use change, iLUC) speglar konsekvenser utanför systemet som vi studerar

Fiktivt exempel: Efterfrågan på spannmål och sockerbetor ökar kraftigt när Greppa Näringsens biobaserade plastmuggar gör dundersuccé på Borgeby fältdagar! 🤖

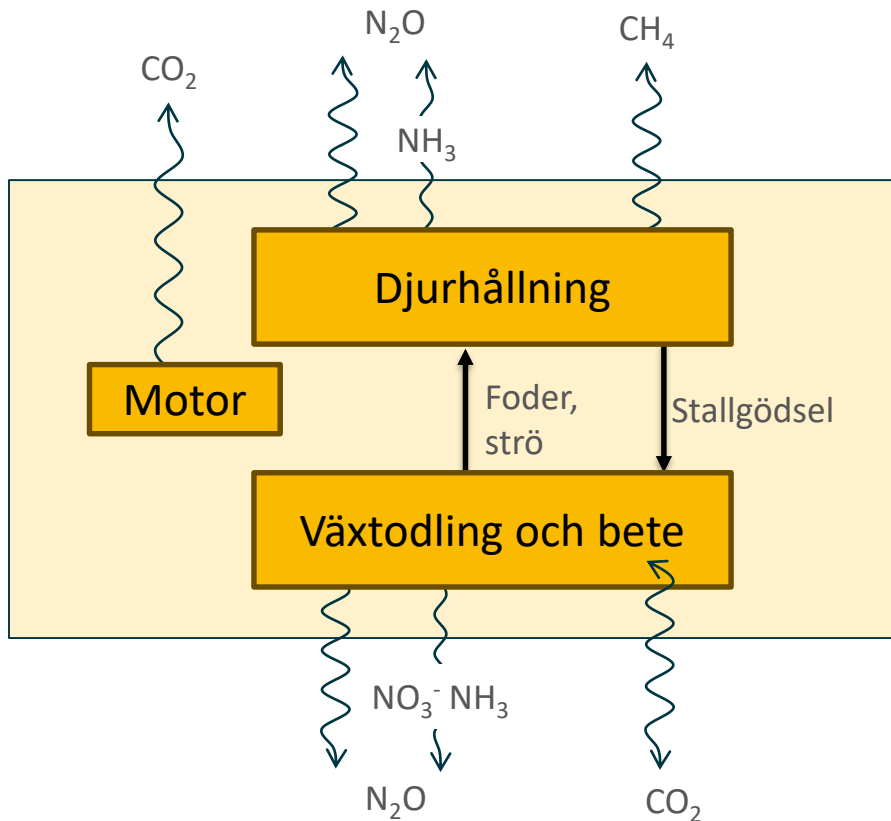


iLUC kvantifieras inte i vanliga CF. Stora osäkerheter kring orsakssamband och konsekvensernas omfattning!

2. Inventering

De biogena emissionerna

Beräkna och inventera förslagsvis med Klimatkollen i VERA



Hur mycket metan blir det från foder/matsmältning?!

	kg metan per individ och år
Mjölkkö	ca 160
Diko	ca 90
Växande nötkreatur	ca 30-70
Får	8
Häst	10-20
Gris	1,5
Människa	0,18

3. Miljöpåverkans- bedömning

Karaktärisering - att vikta ihop miljöpåverkan av all resurs- användning och emissioner

Potentiell klimatpåverkan, GWP (kg CO₂e per kg växthusgas), AR6

Växthusgas	GWP ₁₀₀	GWP ₂₀
Koldioxid, fossilt ursprung	1	1
Koldioxid, biogent ursprung	0	0
Metan, fossilt ursprung	29,8	82,5
Metan, biogent ursprung	27,2	80,8
Lustgas	273	273

I en LCA tittar man på flera miljöpåverkanskategorier. En emission kan förekomma i flera, t ex ammoniak som både ger övergödning och försurning.

Man gör skillnad på:

Midpoint: Resursförbrukning och emissioners påverkan på ett miljöproblem, t ex växthuseffekt (GWP)

Endpoint: Miljöproblemens effekt på mänsklig hälsa, ekosystemkvalitet och ändliga resurser

Det finns särskild LCA-programvara och databaser

- några exempel:

Programvara:

- SimaPro
- GaBi
- openLCA

LCA-databaser:

- Ecoinvent
- Agri-footprint
- ELCD
-

Karaktärisering:

- CML
- ReCiPe
- Eco-indicator
- USEtox
- ...

Tolkning

Gårdens totala växthusgasutsläpp beräknades till 930 ton CO₂e, men vad blir mjölkens klimatavtryck?!



Allokeringsproblem uppstår när...

... vi har en process som ger flera **utflöden**, men vi vill särskilja deras miljöpåverkan eller bara följa ett av dem



Allokeringsproblem uppstår när...

... vi har en process som ger flera **utflöden**, men vi vill särskilja deras miljöpåverkan eller bara följa ett av dem

... vi har en process som har flera **inflöden**, men vi vill bara följa ett av dem



[Det här fotot](#) av Okänd författare licensieras enligt [CC BY](#)

Allokering

Allokeringsproblem uppstår när...

... vi har en process som ger flera **utflöden**, men vi vill särskilja deras miljöpåverkan eller bara följa ett av dem

... vi har en process som har flera **inflöden**, men vi vill bara följa ett av dem

... material **återvinns**, men vi är bara med en "runda"



Allokering

Är det ett litet problem utan direkt betydelse?!

Om ja: Hitta en väg, t ex genom att räkna med hela processens miljöpåverkan

Går problemet att lösa genom att öka detaljeringsgrader?!

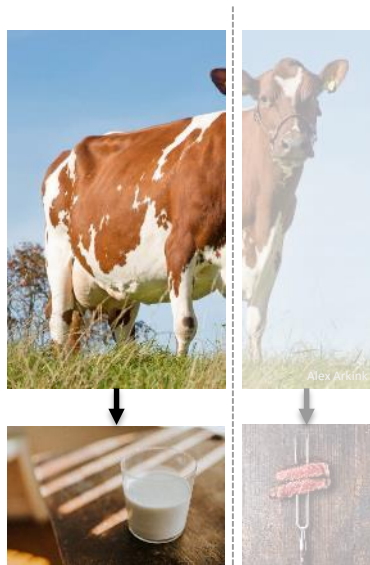
Om ja: Gör det då

Om svaren är "nej" kan problemet lösas på två sätt:

Allokering genom fördelning

D v s fördelar fysikaliska samband (massa, energi-innehåll, energiåtgång etc.) eller ekonomiska samband (pris).

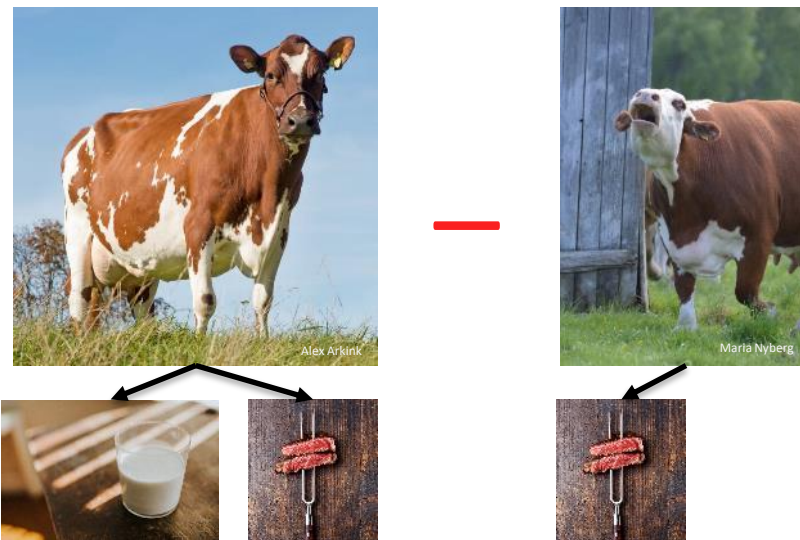
Alla utsläpp portioneras ut. Summan av delarnas miljöpåverkan ska bli samma som helheten.



Systemexpansion och substitution

Vad hade alternativet varit (på marginalen)? Gör en substitution med det alternativ som inte längre behövs.

Exempel: Vilken nötköttsproduktion hade inte längre behövts om mjölkkoantalet hade ökat kraftigt? Dra bort dess miljöpåverkan och kreditera mjölken för det



Räkneexempel

Allokering

Gårdens totala växthusgasutsläpp:
930 ton CO₂e/år

Levererar per år:
760 ton ECM
24 ton till liv och slakt
(levande vikt)

Allokering genom fördelning:

Allokeringsfaktor ($AF_{mjölk}$) enligt IDF (justerat för ECM):

$$AF_{mjölk} = 1 - 5,99 \times \text{sålda djur [ton lev vikt]} / \text{såld mjölk [ton ECM]}$$

$$AF_{mjölk} = 1 - 5,99 \times 24 / 760 = 81 \%, \text{ d v s mjölken ska bära } 81 \% \text{ av de totala växthusgasutsläppen.}$$

→ $0,81 \times 930 \text{ ton CO}_2\text{e} / 760 \text{ ton ECM} = \mathbf{0,99 \text{ kg CO}_2\text{e/kg ECM}}$

Resten fördelas till köttet:

→ $(1 - 0,81) \times 930 \text{ ton CO}_2\text{e} / 24 \text{ ton levandevikt} = 7,3 \text{ kg CO}_2\text{e/kg levandevikt}$

Systemexpansion med substitution:

Antar att köttet från mjölkbesättningen ersätter kött från dikobesättning.
Enligt tidigare studier ca 13 kg CO₂e/kg levandevikt för dikobesättningar

→ $13 \text{ ton CO}_2\text{e/ton levandevikt} \times 24 \text{ ton levandevikt} = 312 \text{ ton CO}_2\text{e}$

Kvar på mjölken:

→ $930 \text{ ton CO}_2\text{e från gården} - 312 \text{ ton CO}_2\text{e undsluppet} = 618 \text{ ton CO}_2\text{e}$

→ $618 \text{ ton CO}_2\text{e} / 760 \text{ ton ECM} = \mathbf{0,8 \text{ kg CO}_2\text{e/kg ECM}}$

Räkneexempel

Allokering

Gårdens totala växthusgasutsläpp:
930 ton CO₂e/år

Levererar per år:
760 ton ECM
24 ton till liv och slakt
(levande vikt)

Allokering genom fördelning:

Allokeringsfaktor ($AF_{mjölk}$) enligt IDF (justerat för ECM):

$$AF_{mjölk} = 1 - 5,99 \times \text{sålda djur [ton lev vikt]} / \text{såld mjölk [ton ECM]}$$

$AF_{mjölk} = 1 - 5,99 \times 24 / 760 = 81 \%$, d v s mjölken ska bära 81 % av de totala växthusgasutsläppen.

→ $0,81 \times 930 \text{ ton CO}_2\text{e} / 760 \text{ ton ECM} = \mathbf{0,99 \text{ kg CO}_2\text{e/kg ECM}}$

Resten fördelas till köttet:

→ $(1 - 0,81) \times 930 \text{ ton CO}_2\text{e} / 24 \text{ ton levandevikt} = 7,3 \text{ kg CO}_2\text{e/kg levandevikt}$

Systemexpansion med substitution:

Antar att systemet förändras genom substitution av en annan produkt.

Enligt tidigare

→ 13 ton

Kvar på

→ 930 ton CO₂e från gården - 512 ton CO₂e andsläppet = 418 ton CO₂e

→ $618 \text{ ton CO}_2\text{e} / 760 \text{ ton ECM} = \mathbf{0,8 \text{ kg CO}_2\text{e/kg ECM}}$

OBS! Systemexpansion med substitution passar bara i vissa sammanhang när system ska jämföras och så pass stora förändringar görs att de påverkar andra system!

Det finns alltså två huvudprinciper för LCA

	Bokföringsperspektiv (<i>attributinal</i>, aLCA):	Konsekvensperspektiv (<i>consequential</i>, cLCA):
Typisk fråga	Hur stor är miljöpåverkan av XX?	Vad händer om...
När ska den användas?	Tillbakablickande. Jämföra (med andra likadana)	Framåtblickande. Inför vägval
Vad ingår?	Allt (väsentligt)!	Kan räkna att ta med skillnader mellan alternativ, eller det som påverkas vid en förändring
Syn på effekter i omvärlden?	Det vi gör påverkar inte andra system.	Det vi gör påverkar andra system
Hur löser man allokeringsproblem?	Allokering genom fördelning	Systemexpansion och substitution
Medel eller marginal?	Medeldata	Marginaldata
Är resultat från flera studier adderbara?	Ja, adderbara	Nej, inte nödvändigtvis

De är så pass olika att det är vanskligt att jämföra resultat från aLCA med cLCA!
Idag styr standarder etc. hur man ska göra.

Exempel på när cLCA (omedvetet) tolkats med aLCA-glasögon och slutsatserna blev orimliga



An Application of Life-Cycle Assessment for Environmental Planning and Management: The Potential Environmental and Human Health Impacts of Growing Genetically-Modified Herbicide-Tolerant Sugar Beet

R. M. Bennett, R. H. Phipps & A. M. Strange
Pages 59-74 | Received 01 Aug 2004, Published online: 22 Jan 2007

Originalartikeln (Bennett et al) jämförde konventionella och herbicidresistenta sockerbetor, och tog bara med skillnader i odlingen, d v s bekämpningsstrategi.

Det är dock bara en liten del av betodlingens miljöpåverkan, och de absoluta skillnaderna i miljöpåverkan mellan strategierna får inte extrapoleras till att gälla hela betodlingen.

Kol i mark och gröda

Jordbrukets klimatpåverkan överdrivs

Vi blir kanske tvungna att tänka om när det gäller jordbrukets påverkan på klimatet. Enligt FN:s klimatpanel, IPCC, är jordbruket en betydande källa till växthusgaser. Den bilden utmanas av den svenske forskaren Per Frankelius, skriver Göran Åhrén i sin debattartikel.

DOI: 10.1002/agr2.20396

FORUM

Agronomy Journal

A proposal to rethink agriculture in the climate calculations

Per Frankelius

Department of Management and Engineering, Linköping University, Linköping SE-581 83, Sweden

Correspondence
Per Frankelius, Department of Management and Engineering, Linköping University, SE-581 83, Linköping, Sweden.
Email: per.frankelius@liu.se

Abstract

According to the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), agriculture is a main source of negative greenhouse gases. The calculations are based on empirical facts but also, like all research, on certain perspectives or paradigms including assumptions and subjective choices of system boundaries for analysis. Greenhouse gases in relation to agriculture are often presented in diagrams showing, for example, arrows of emissions from soil, cattle, tractors, and manure storage. However, the fundament of agriculture is the photosynthesis. Carbon dioxide (CO₂) is caught by crops that, in turn, produce oxygen (O₂) and at the same time binds carbon (C) in roots and shoots. One part of this C transforms into soil organic C, and that is sometimes discussed in research, the public debate, and by IPCC. But the main part transforms into harvested crops, that is, cereals like wheat (*Triticum aestivum* L.), and other carbohydrate products like pea (*Pisum sativum* L.) or oilseed. This last-mentioned photosynthesis effect is not, in the IPCC calculations, considered as a positive climate contribution from the agricultural sector. The consequence of this might be that policymakers will not understand the whole picture of agriculture in relation to climate effects; and therefore make decisions that affect food production, climate change, and biodiversity in a not optimal way from a holistic sustainability viewpoint.

Men är det ett systemfel som beskrivs?!



Research Article

Valuing carbon capture in agricultural production: examples from Sweden

K. Linderholm¹ · T. Katterer² · J. E. Mattsson³

Received: 14 January 2020 / Accepted: 16 June 2020 / Published online: 22 June 2020
© The Author(s) 2020 OPEN



Abstract

Agriculture is regarded as a net emitter of greenhouse gases (GHG), but sequesters huge amounts of carbon in soils, bioenergy substrates, and food products. The global accounting system for climate impact based on life cycle assessment (LCA) methodology only takes account of costs (emissions), and not income (carbon and energy binding), leading to the conclusion that agricultural activities should decrease to mitigate climate change. This study considered an alternative accounting system, carbon capture LCA (CC-LCA), that allocates value to carbon sequestration in agricultural products. For two case farms in Sweden (arable, dairy), CC-LCA was applied to (1) calculate the carbon footprint of agricultural production by accounting for net GHG emissions from farm production, rather than gross emissions only, and (2) assess the net impact of mineral nitrogen fertilizer. For the arable farm, CC-LCA revealed net carbon binding of 4 Mg CO₂-eq per hectare (net sink), compared with emissions of 1.6 Mg CO₂-eq per hectare in LCA. For the dairy farm, both approaches showed emissions of about 10 Mg CO₂-eq per dairy cow, mainly due to ruminant digestion. The results also showed that mineral nitrogen fertilizer effectively contributed to carbon sequestration. Compared with an unfertilized wheat crop, a fertilizer dose of 200 kg N ha⁻¹ was estimated to bind about eight-fold more GHG and energy in grain than was released or used during fertilizer production and crop cultivation. Thus, we argue that future strategies aiming for climate-friendly products and practices must acknowledge that agriculture sequesters carbon in products.

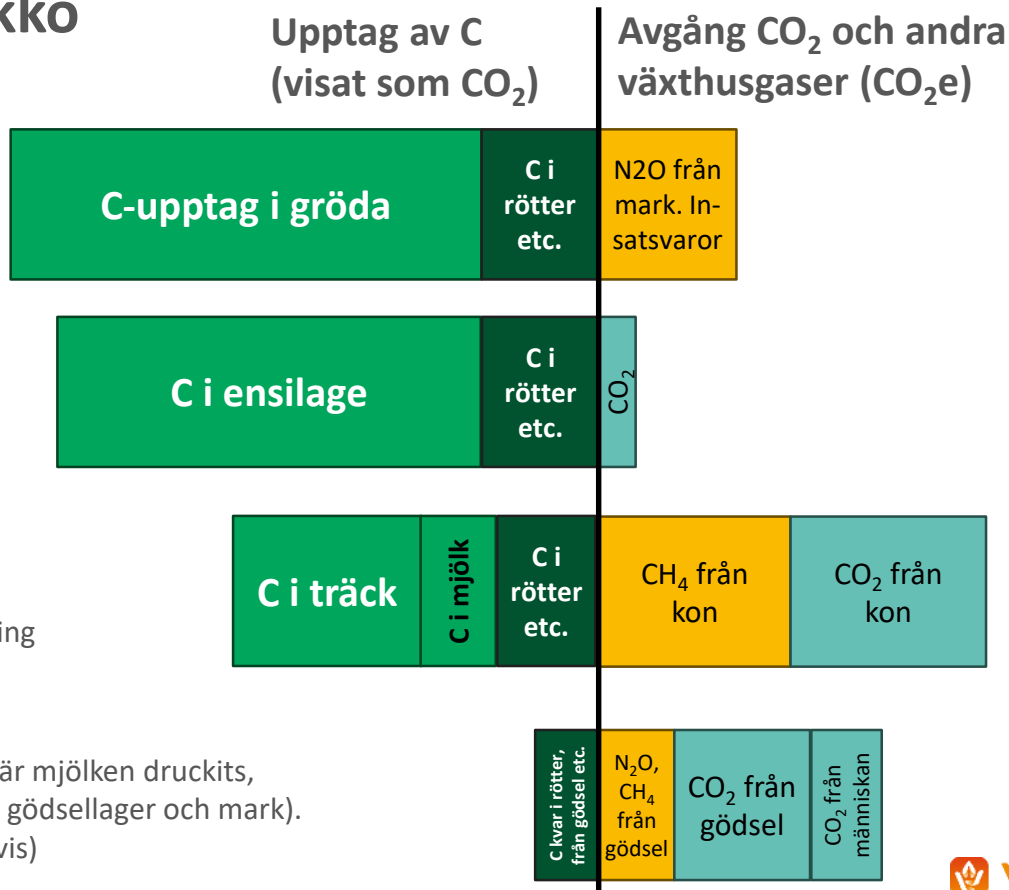
Tankeexperiment: Odlar grovfoder till mjölkko

Sommar: Vallen växer. C binds in, men N_2O från mark och växthusgasavgång från insatser

Höst/vinter: Efter skörd återgår en del CO_2 till atmosfären via respiration i ensilagesilon

Våren: Ensilaget utfodras → kolet omfördelas: C i mjölk och träck. C avgår som CO_2 och CH_4 från kons fodermältning

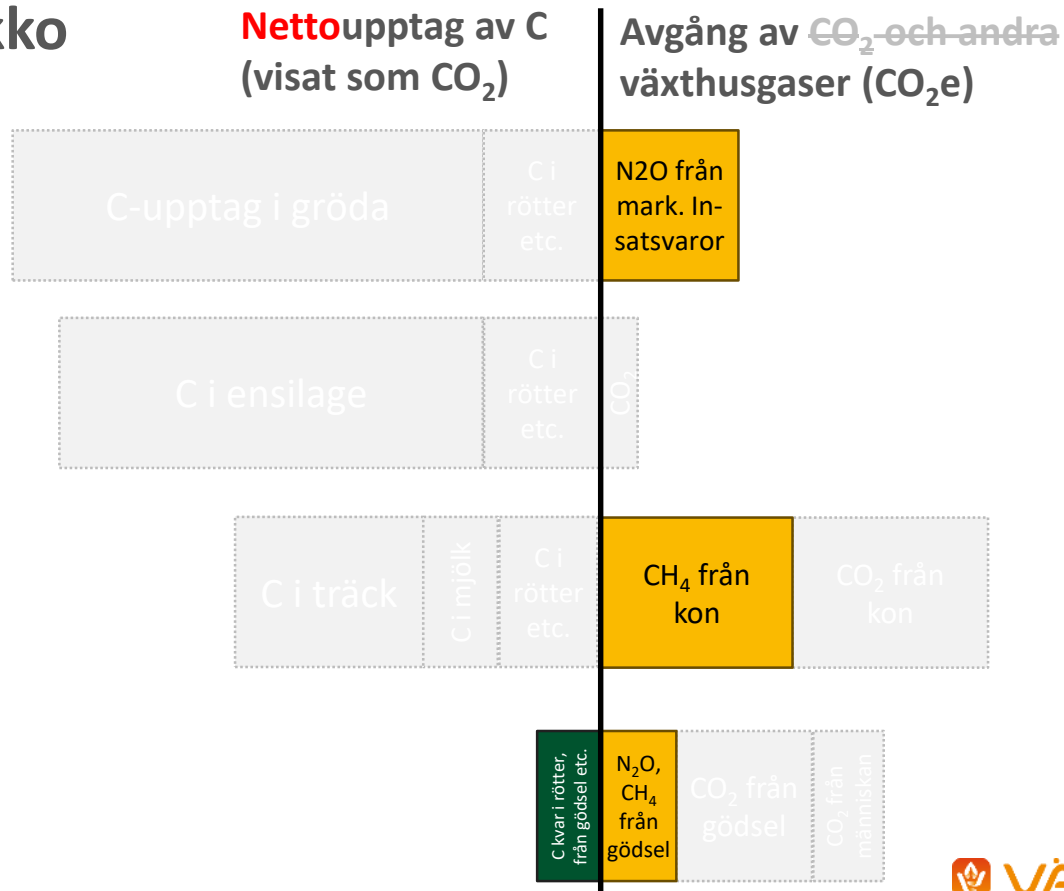
Nästa år: Mer CO_2 har återgått till atmosfären när mjölken druckits, gödseln brutits ner (har även gett N_2O och CH_4 i gödsellager och mark). Kvar finns nu lite extra kol i mark (förhoppningsvis)



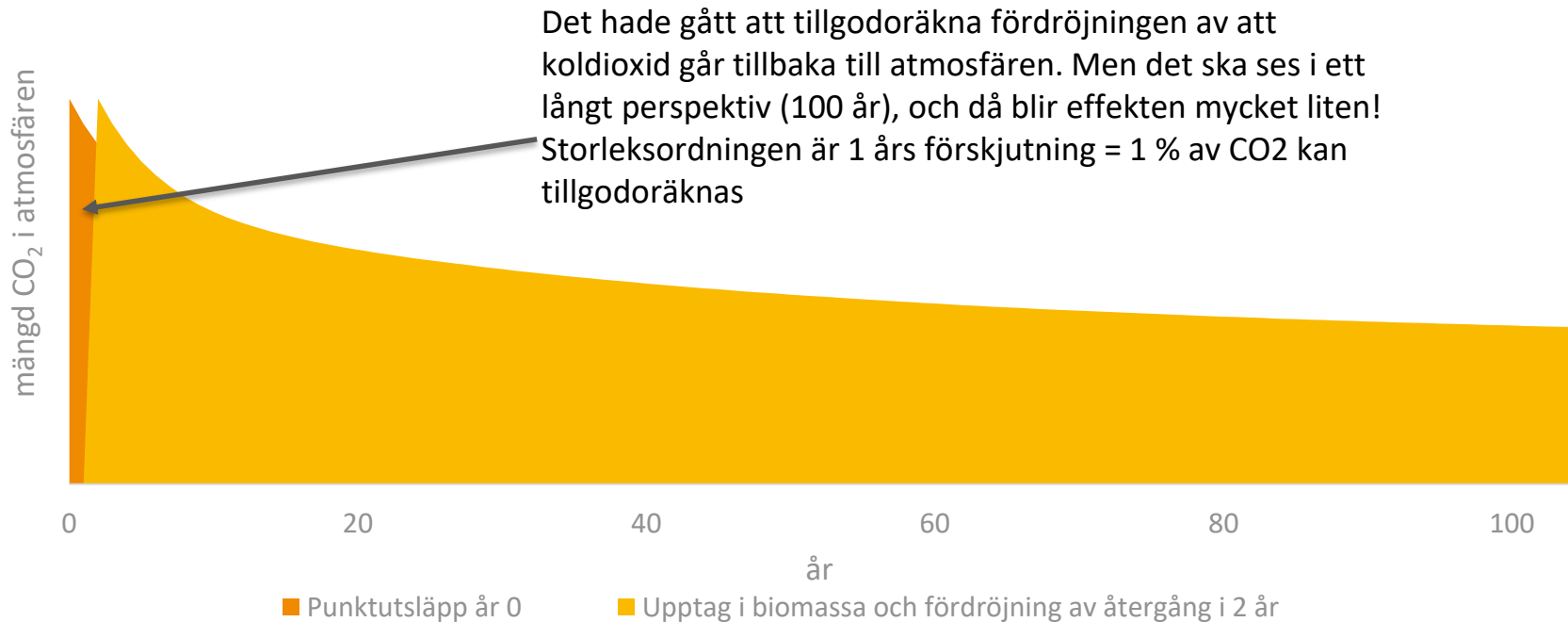
Tankeexperiment: Odlar grovfoder till mjölkko

Det går att redovisa upptag av C i biomassa, men då ska även CO_2 från nedbrytning av biomassan redovisas – oavsett om den sker i djuren, marken, gödselbrunnen eller människan!

Mycket av kolet återgår till atmosfären redan på gården. Det skulle gå att tillgodoräkna en förskjutning av att koldioxid återgår till atmosfären, men....



Gör skillnad på temporärt upptag av kol och på en kolsänka!



Kol som tas upp via fotosyntesen kan inkluderas, men glömt inte andra sidan av myntet!

Beakta tiden! Mycket kol återgår snabbt till atmosfären.
Kolsänka = beständig förändring (>100 års sikt)

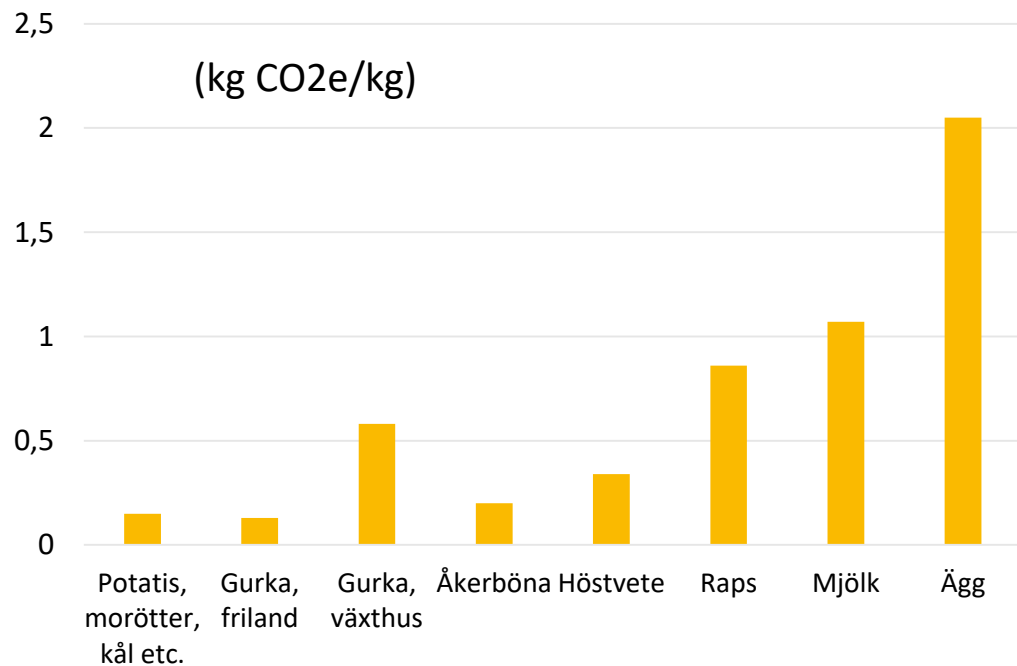
Det finns redan sätt att redovisa temporärt upptag och avgång av koldioxid i klimatavtrycksberäkningar

Konsekvenser att tänka på:

- Djurgårdar som importerar allt/mycket foder kommer "belastas" med mycket koldioxid från respiration.
- Att inkludera upptag av C i biomassa leder till att referensramarna förskjuts.

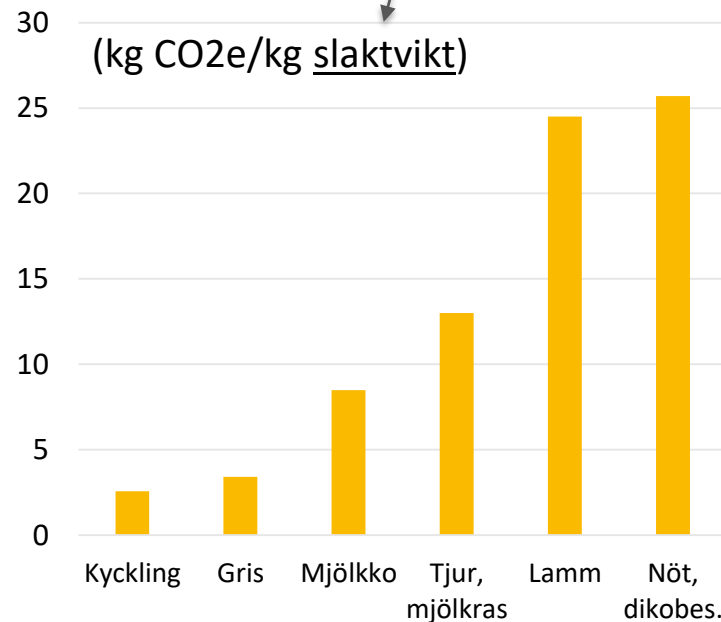
Exempel på klimatavtryck

Klimatavtryck från svenska studier

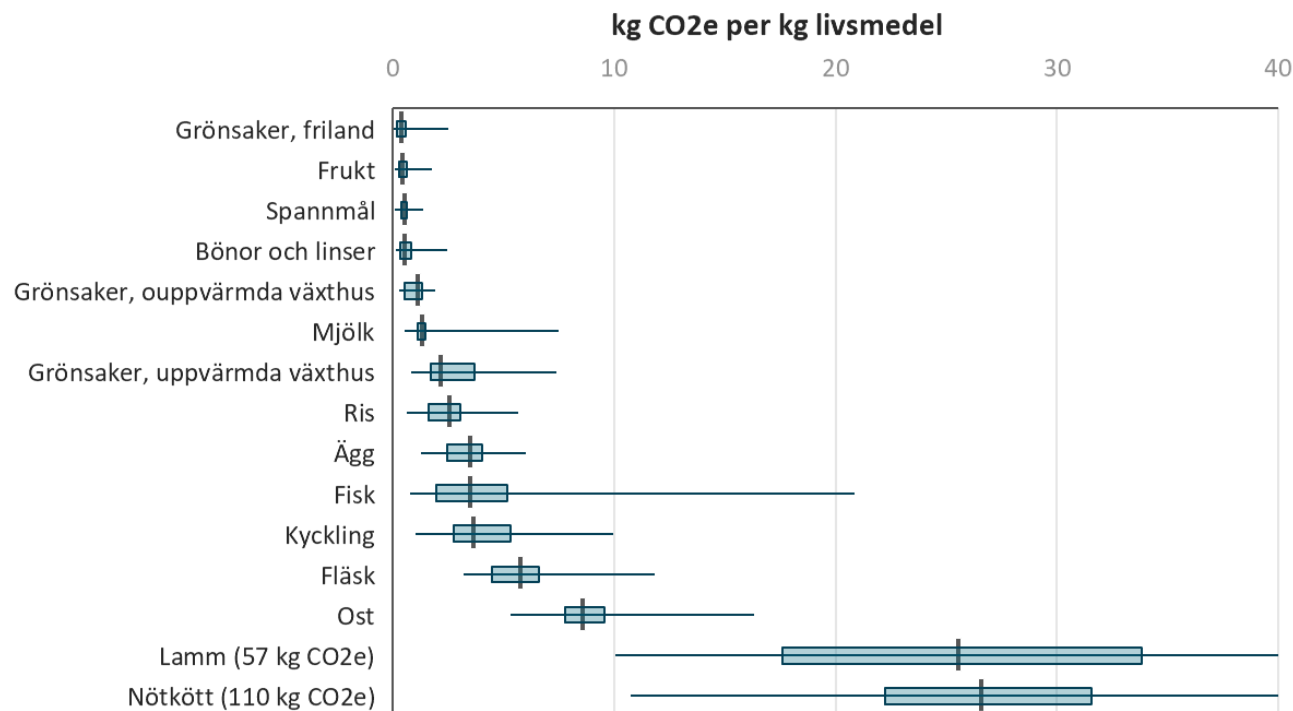


(Moberg et al, 2019. Foder&Spannmål, 2024. Ahlgren et al, 2022)

Håll koll på **enheten** för animalier!
I många CF kg slaktvikt.
I Klimatkollen levandevikt

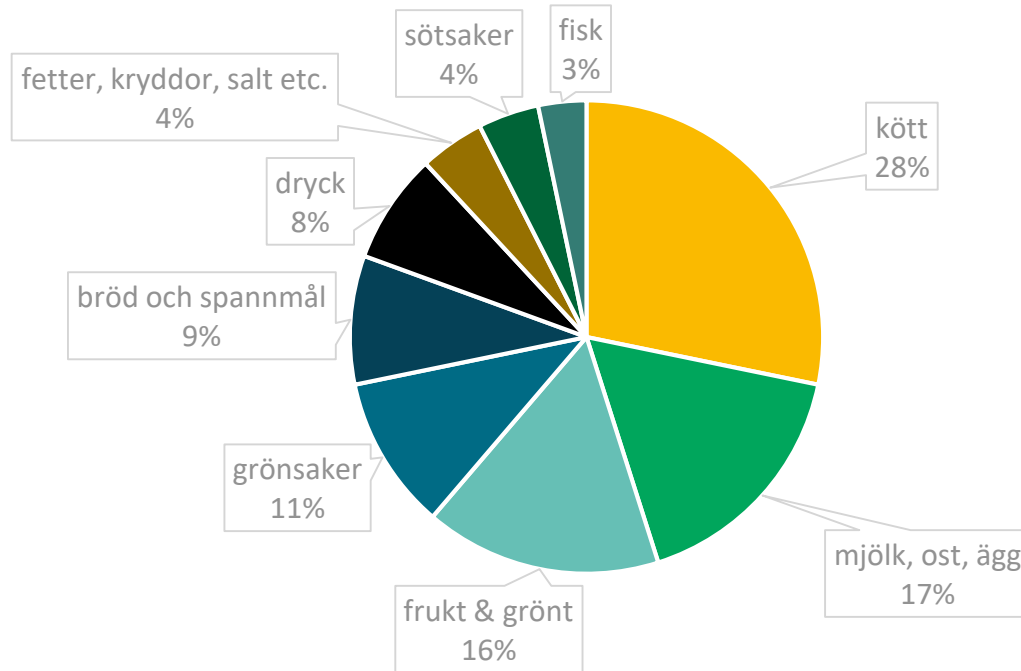


Klimatavtryck av livsmedel – internationell sammanställning



(Clune m fl, 2017)

Klimatpåverkan av hushållens livsmedelskonsumtion (Sverige)



Livsmedel = 1,4 ton CO₂e/person och år, eller ca 18 % av de konsumtionsbaserade utsläppen

(SCB. 2023. Miljöpåverkan från hushållens konsumtion efter uppkomst, ämne, produktgrupper och år)

How does the carbon footprint of protein-rich foods compare?

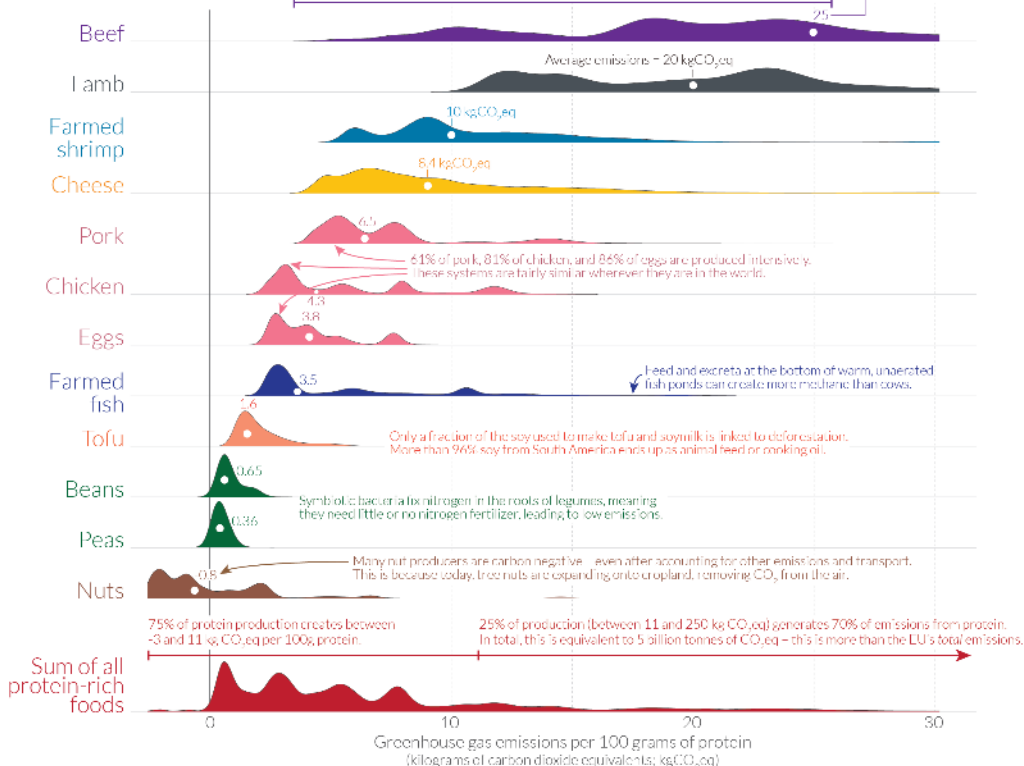
Our World
in Data

Greenhouse gas emissions from protein-rich foods are shown per 100 grams of protein across a global sample of 36,700 commercially viable farms in 119 countries. The height of the curve represents the amount of production globally with that specific footprint. The white dot marks the median greenhouse gas emissions for each food product.

Producing 100 grams of protein from beef emits 25 kilograms of CO₂e, on average. But this ranges from 9kg (10th percentile) to 105 kg CO₂e (90th percentile).

The dairy sector provides half of the world's beef. This beef creates 60% lower emissions than dedicated beef herds.

Average emissions = 20 kg CO₂e



<https://ourworldindata.org/less-meat-or-sustainable-meat>

Näringstäthet kontra klimatavtryck

Median (per 100 kcal): Näringstäthet 0,41
Klimatavtryck 0,1 kg CO₂e

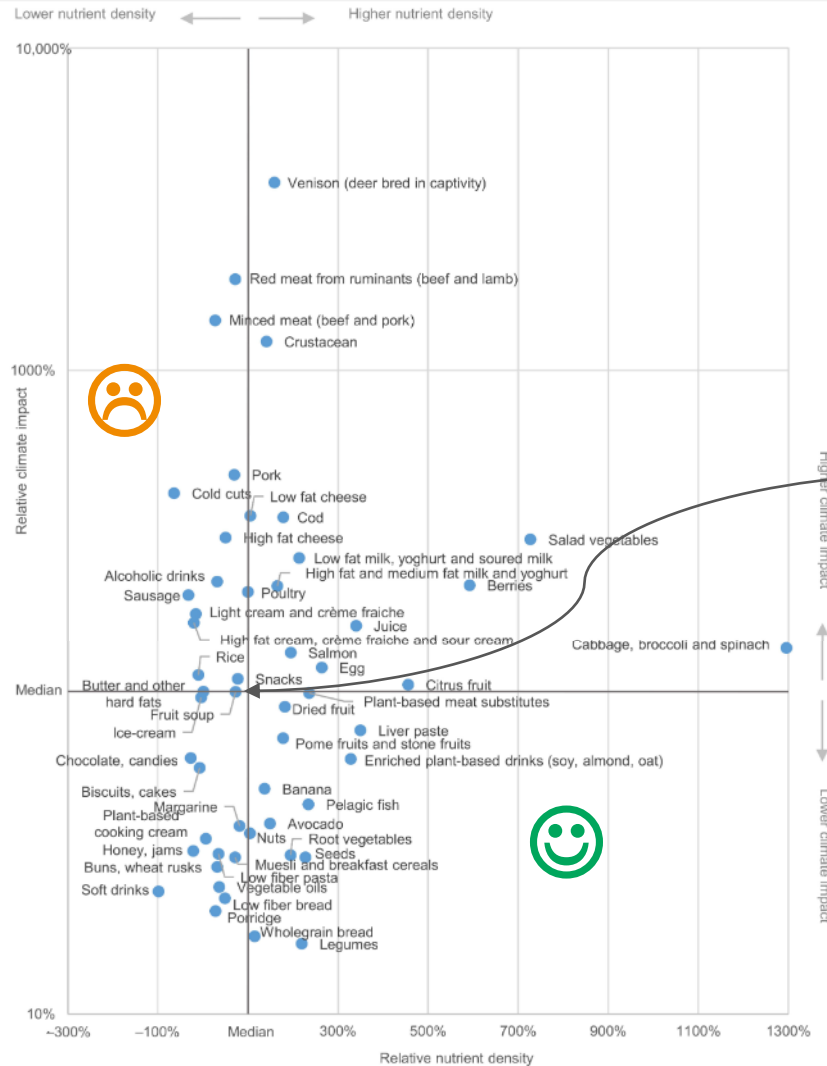


Figure 3. A combined analysis of nutrient density and climate impact of 53 food subgroups. Nutrient density was calculated by NRF11.3 per 100 kcal with weighting and climate impact was expressed as kg CO₂e/100 kcal food subgroup (at the stage of industry gate and including transport to Sweden for imported food; cooked weight for foods that require preparation). The thicker lines represent the median of all food subgroups included, i.e., median score of 0.41 for nutrient density and median value of 0.1 kg CO₂e/100 kcal food subgroup for climate impact. Nutritional information was retrieved from version 20171215 of the Swedish food composition database. Abbreviations: NRF, Nutrient Rich Foods index; CO₂e, carbon dioxide equivalents.

Strid m fl, 2021. Sustainability Indicators for Foods Benefiting Climate and Health. Sustainability 13:3621

Avslutande tankar

Avslutande tankar

- Klimatavtryck och livscykelanalys är knepigt att fatta, så läs på och repetera!
- Det kommer allt fler och mer avancerade hjälpmedel (standarder, beräkningsverktyg, färdiga mallar). Så det viktiga är att ni, när det behövs, förstår hur de ska användas, inte att ni ska kunna göra en egen LCA från grunden.
- Klimatberäkningar i jordbruket är här för att stanna, och kommer bli vanligare.
- Det finns motstånd och invändningar mot "feltänk" i klimatberäkningar, men det kan bygga på missförstånd eller vara att slå in öppna dörrar.