

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!

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

Fokus på **metod** för att ge er ordförståelse och hjälpa er att förstå vad det handlar om.

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)

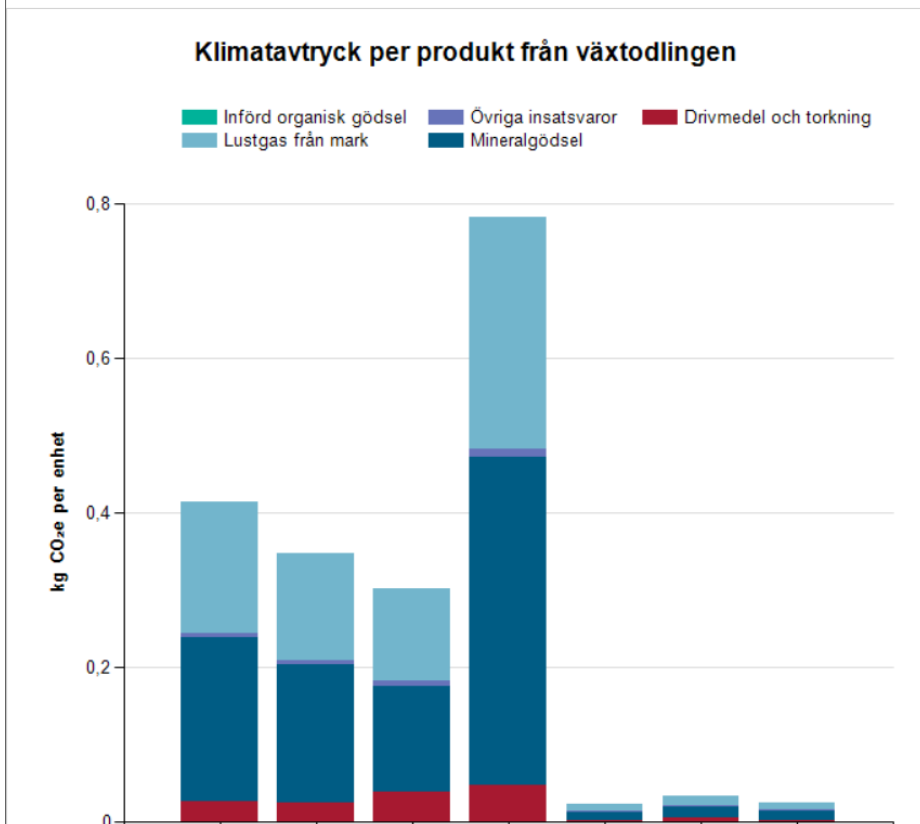
***Klimatavtryck:** De totala utsläppen och upptagen av växthusgaser i ett produktsystem, omräknat till koldioxidekvivalenter. Beräknat som en livscykelanalys där man bara tagit med miljöpåverkankategorin Klimatpåverkan.
(Fri översättning)*

CF är som en LCA, fast med enbart en typ av miljöpåverkan

Exempel på klimatavtryck

Klimatavtryck per produkt från växtodlingen

Diagrammet visar hur klimatavtrycket för produkter från växtodlingen på gården fördelas på olika källor i odlingen.



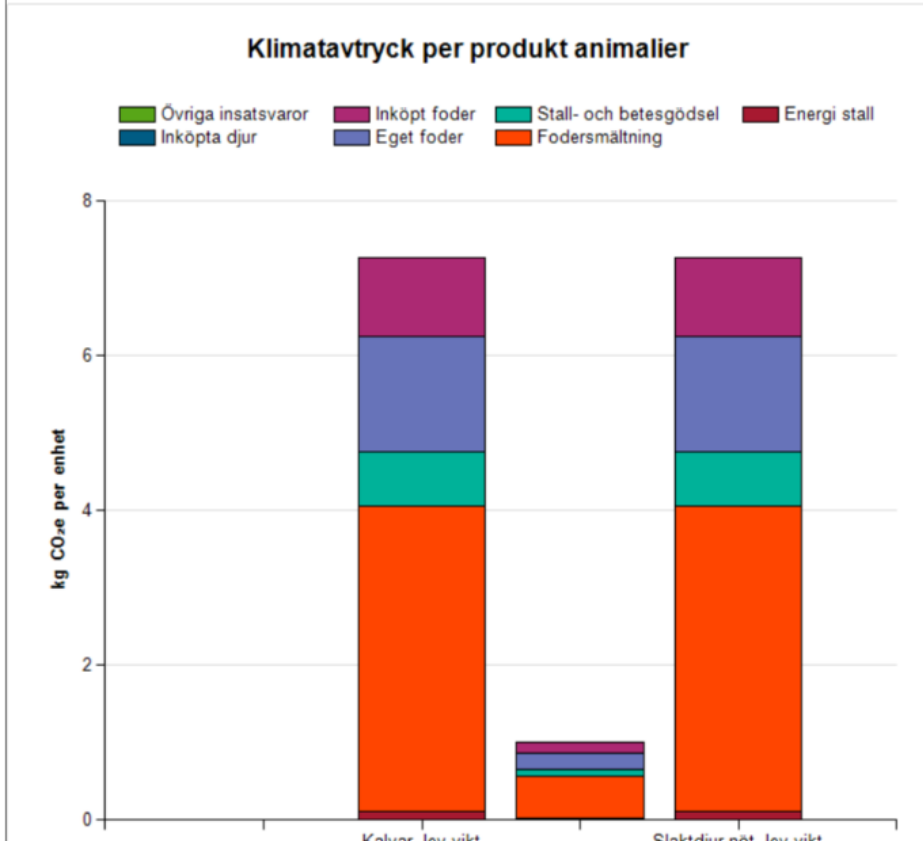
Växtodling

- Kväve påverkar mest: Hög kostnad för mineralgödselkväve. Lustgas från mark.
→ Grödor med hög kvävegödsling (kilo N/ton gröda) får högt CF (raps)
- Hög skörd (sockerbetor) → utsläppen per kilo produkt blir låga
- Biprodukter (halm) bär en liten del av de totala utsläppen

Räkneexempel för växtodlingsgård i Skåne, Greppa Näringen

Klimatavtryck per produkt animalier

Diagrammet visar hur klimatavtrycket för produkter från djurhållningen på gården fördelas på olika källor i produktionen.

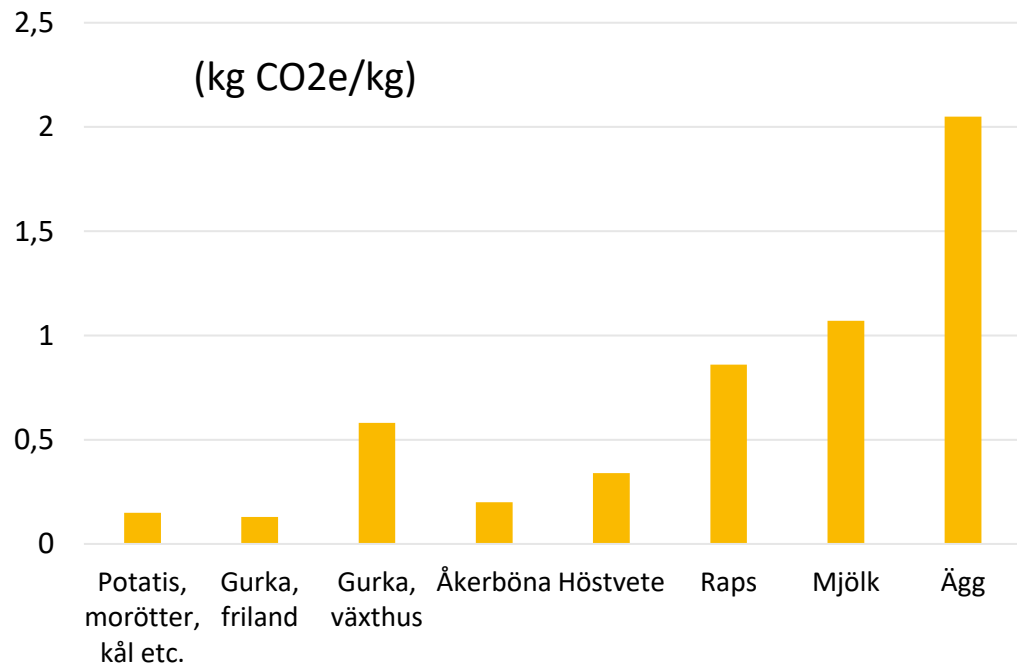


Mjolk- och nötkött

- Metan från fodersmältning står för den mesta klimatpåverkan.
- Utsläppen (ton CO₂e per ko) är högre för mjölkkor än dikor, men eftersom utsläppen fördelas (allokeras) mellan mjölk och nötkött blir klimatavtrycket för nötkött från mjölkbesättningar generellt sett lägre

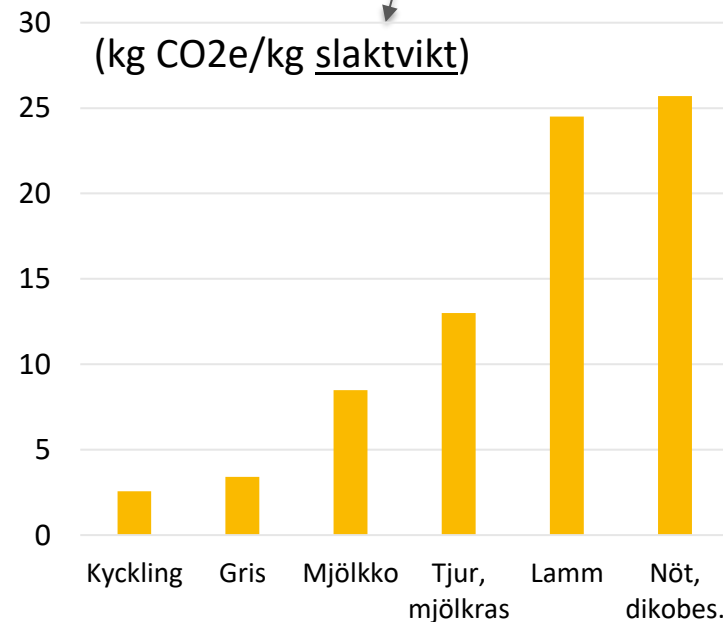
Räkneexempel för mjölkgård i Halland, Greppa Näringen

Klimatavtryck från svenska studier

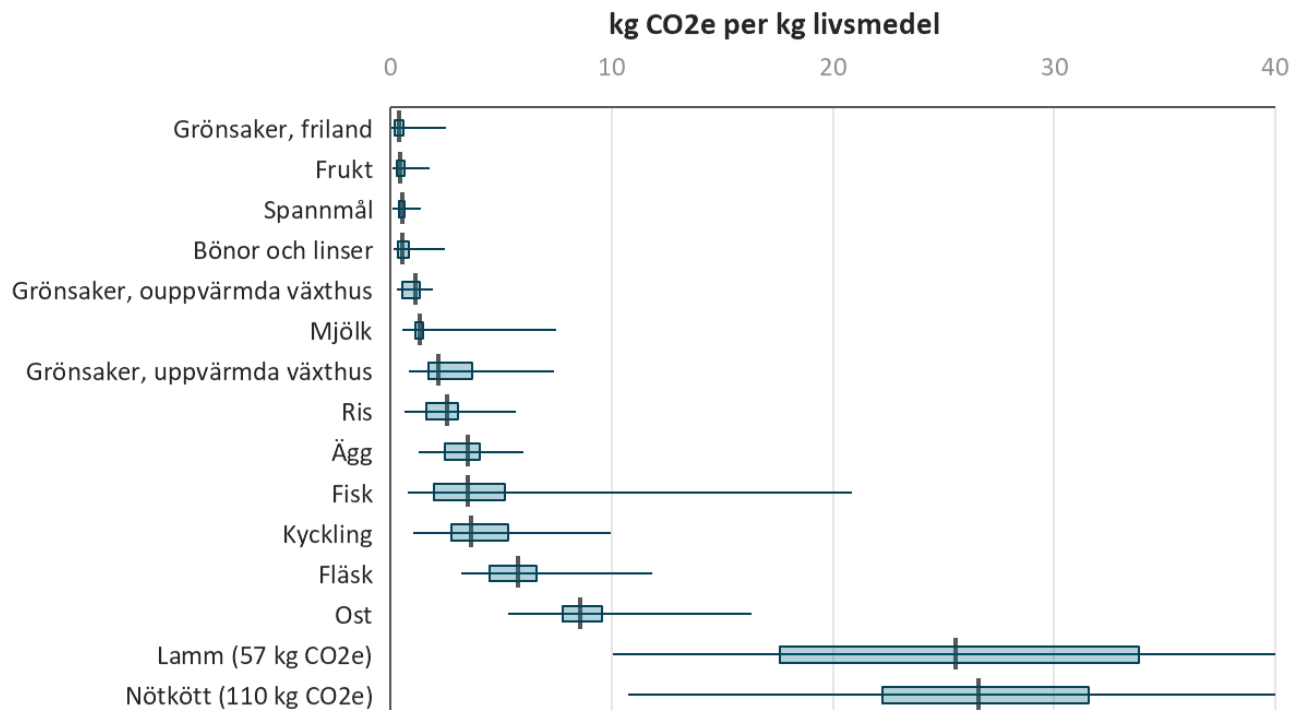


(Moberg et al, 2019. Foder&Spannmål, 2024. Ahlgren et al, 2022)

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



Klimatavtryck av livsmedel – internationell sammanställning



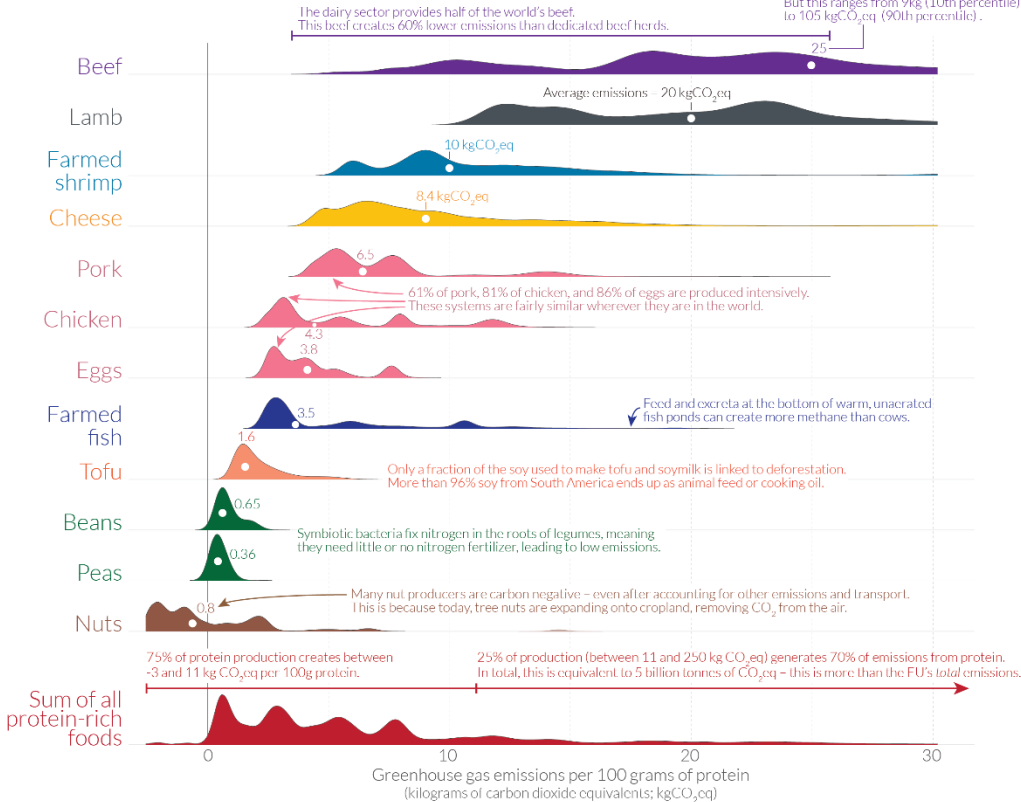
(Clune m fl, 2017)

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



Greenhouse gas emissions from protein-rich foods are shown per 100 grams of protein across a global sample of 38,700 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 CO₂eq, on average. But this ranges from 9 kg (10th percentile) to 105 kg CO₂eq (90th percentile).



Klimatavtryck per 100 g protein

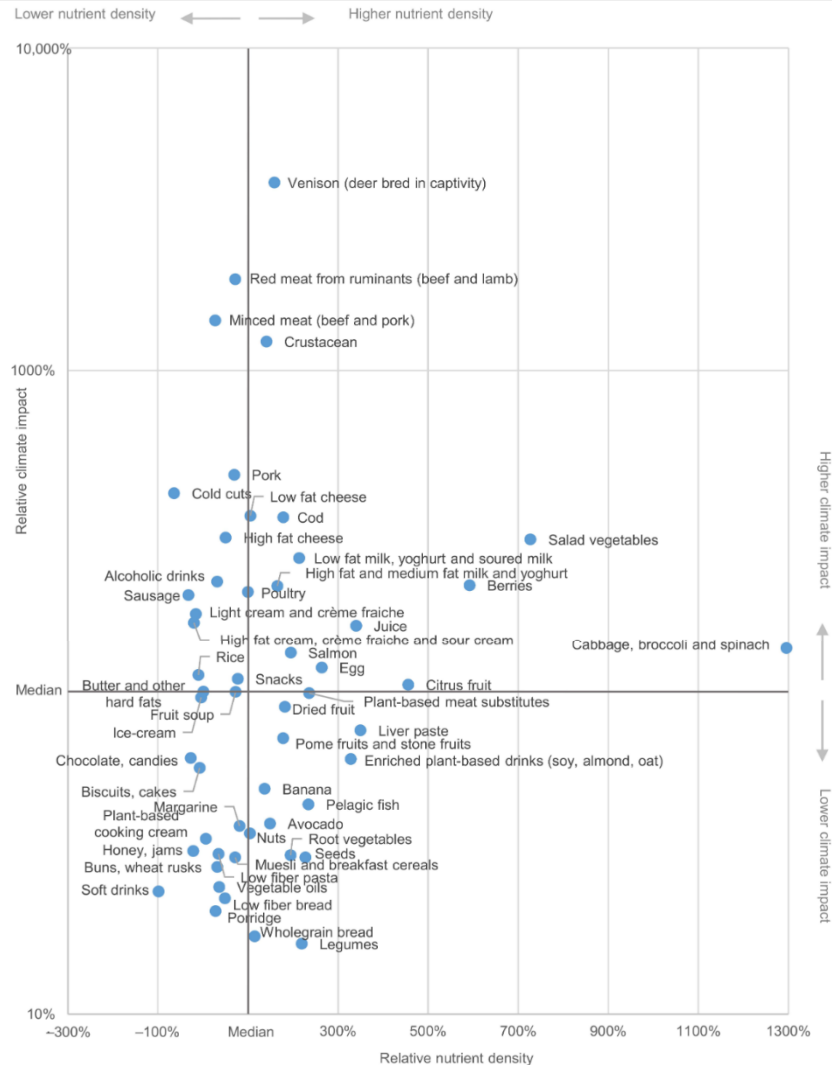
<https://ourworldindata.org/less-meat-or-sustainable-meat>

Note: Data refers to the greenhouse gas emissions of food products across a global sample of 38,700 commercially viable farms in 119 countries. Emissions are measured across the full supply chain, from land use change through to the retailer and includes on farm, processing, transport, packaging and retail emissions. Data source: Joseph Poore and Thomas Nemecek (2018). Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. *Science*. OurWorldinData.org - Research and data to make progress against the world's largest problems. Licensed under CC-BY by the authors Joseph Poore & Hannah Ritchie.



Näringstäthet kontra klimatavtryck

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



1 analysis of nutrient density and climate impact of 53 food subgroups. Nutrient density was calculated cal with weighting and climate impact was expressed as kg CO₂e/100 kcal food subgroup (at the stage including transport to Sweden for imported food; cooked weight for foods that require preparation). Present the median of all food subgroups included, i.e., median score of 0.41 for nutrient density and kg CO₂e/100 kcal food subgroup for climate impact. Nutritional information was retrieved from the Swedish food composition database. Abbreviations: NRE, Nutrient Rich Foods index; CO₂e, carbon

21. Sustainability Indicators for Foods Benefiting Health. Sustainability 13:3621

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



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

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

Få koll på nuläge och helhet:
Vad är mjölkens miljöpåverkan?
Vad är stort, vad är smått?
→ *Kartläggande LCA*



Inför ett vägval/en investering:
Vilken kopp ska vi välja?
Vad är bäst ur miljösynpunkt?
→ *Konsekvensbaserad LCA*



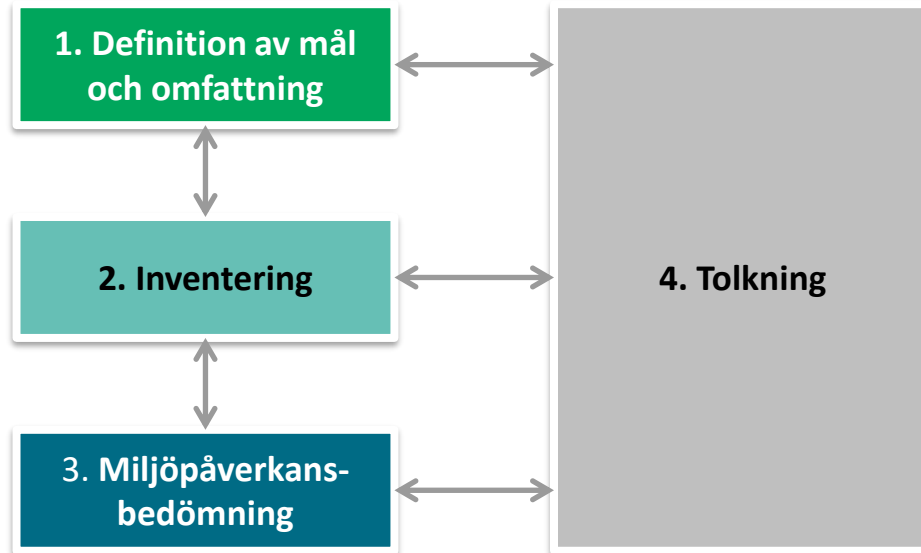
Det finns flera internationella standarder för LCA och CF

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 på vad vi vill undersöka och vad kopparna ska användas till!

- **Syfte:** Servera dryck - varm och/eller kall dryck? Souvenirer?
- **Var:** Hemma, kontoret, mässa/festival?!
- **Tidshorisont:** dagar (en festival), till ett år/många år

Exempel:

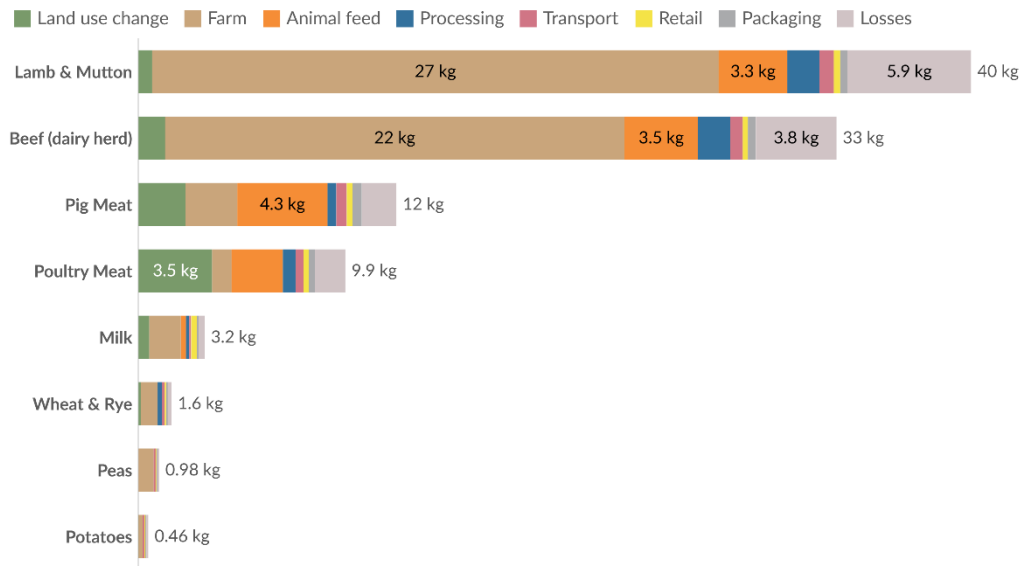
- 1 års servering av kaffe och te i lunchrestaurangen
- 500 kaffe- och teserveringar i Greppa Näringens monter på Borgeby fältdagar



Food: greenhouse gas emissions across the supply chain

Our World
in Data

Greenhouse gas emissions¹ are measured in kilograms of carbon dioxide-equivalents (CO₂eq)² per kilogram of food.



Data source: Joseph Poore and Thomas Nemecek (2018).

OurWorldinData.org/environmental-impacts-of-food | CC BY

Funktionella enheter i jordbrukssammanhang

- Ofta kg produkt
- Ofta "vid gårdsgrind", d v s fram tills produkten lämnar gården.
Den mesta miljöpåverkan sker före gårdsgrinden.

1. Greenhouse gas emissions A greenhouse gas (GHG) is a gas that causes the atmosphere to warm by absorbing and emitting radiant energy. Greenhouse gases absorb radiation that is radiated by Earth, preventing this heat from escaping to space.

Carbon dioxide (CO₂) is the most well-known greenhouse gas, but there are others including methane, nitrous oxide, and in fact, water vapor. Human-made emissions of greenhouse gases from fossil fuels, industry, and agriculture are the leading cause of global climate change.

Greenhouse gas emissions measure the total amount of all greenhouse gases that are emitted. These are often quantified in carbon dioxide equivalents (CO₂eq) which take account of the amount of warming that each molecule of different gases creates.

2. Carbon dioxide equivalents (CO₂eq) Carbon dioxide is the most important greenhouse gas, but not the only one. To capture all greenhouse gas emissions, researchers express them in "carbon dioxide equivalents" (CO₂eq). This takes all greenhouse gases into account, not just CO₂.

To express all greenhouse gases in carbon dioxide equivalents (CO₂eq), each one is weighted by its global warming potential (GWP) value. GWP measures the amount of warming a gas creates compared to CO₂. CO₂ is given a GWP value of one. If a gas had a GWP of 10 then one kilogram of that gas would generate ten times the warming effect as one kilogram of CO₂.

Carbon dioxide equivalents are calculated for each gas by multiplying the mass of emissions of a specific greenhouse gas by its GWP factor. This warming can be stated over different timescales. To calculate CO₂eq over 100 years, we'd multiply each gas by its GWP over a 100-year timescale (GWP100).

Total greenhouse gas emissions – measured in CO₂eq – are then calculated by summing each gas' CO₂eq value.

Funktionella enheter i jordbrukssammanhang

- Ofta **kg produkt**
- Ofta ”**vid gårdsgrind**”, d v s fram tills produkten lämnar gården.
Den mesta miljöpåverkan sker före gårdsgrinden.
- **Nödvändiga detaljer och anpassningar.**
T ex ”kg kvarnvete” eller ”kg fodervete” istället för ”kg höstvetete”.
Levererad mjölk räknas om till kg ECM.

Men normalt att ”kg slaktvikt” eller ”kg levandevikt” inkluderar ungnöt och utslagskor till slakt och sålda livdjur.

- **Sällan kopplat till funktion**, t ex näringsinnehåll (men kommer mer)

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

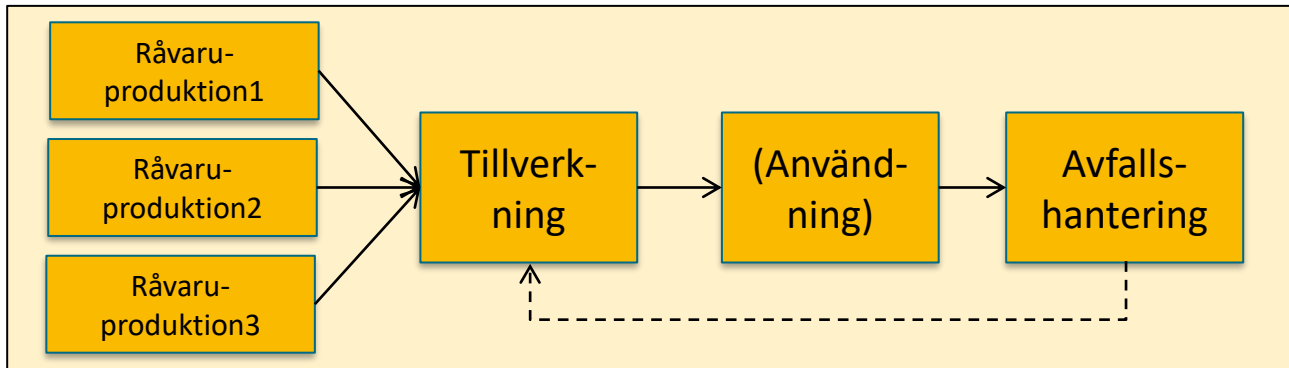
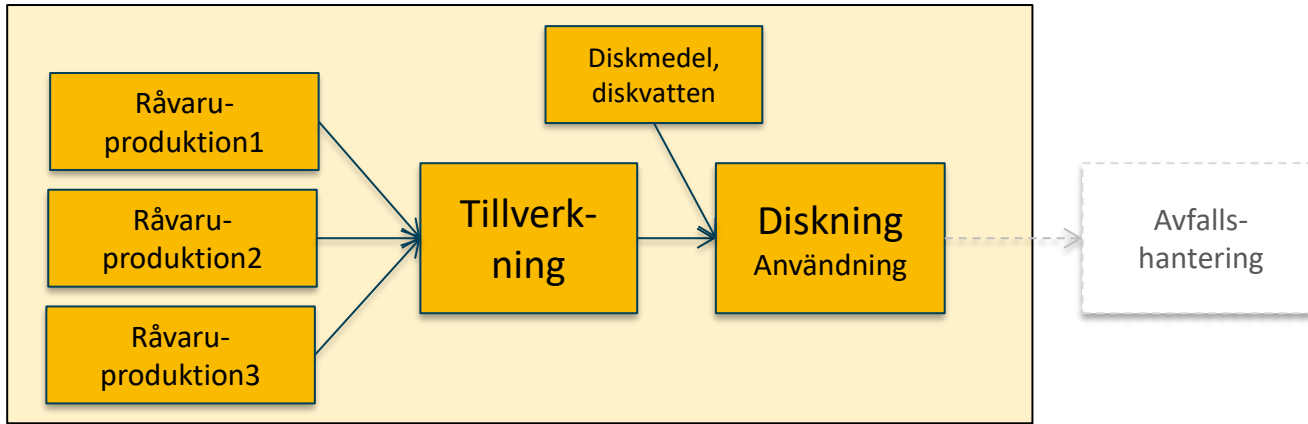
Den del av världen som vi vill räkna på
= avgränsning i tid och rum

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

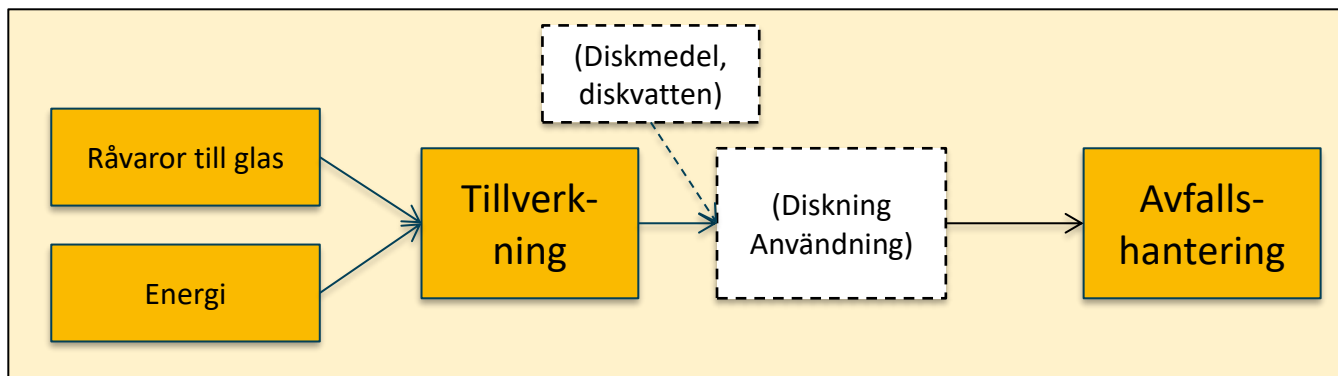
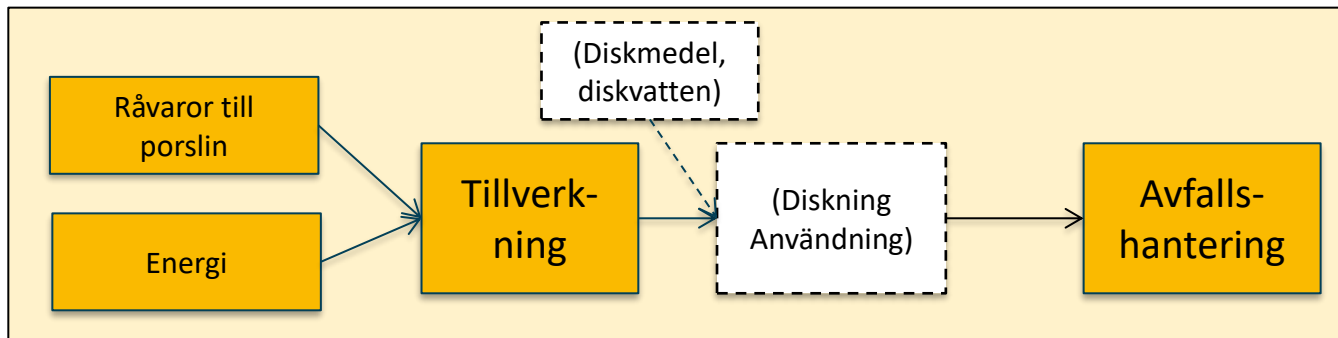
Hur stort system: Från enskilt företag till länder eller globalt

Tid: Kan vara ett år (kalenderår eller ett växtodlingsår). Kan behöva vara längre för att få med långa förlopp (skogsbruk)

Flödesscheman är bra hjälpmedel!



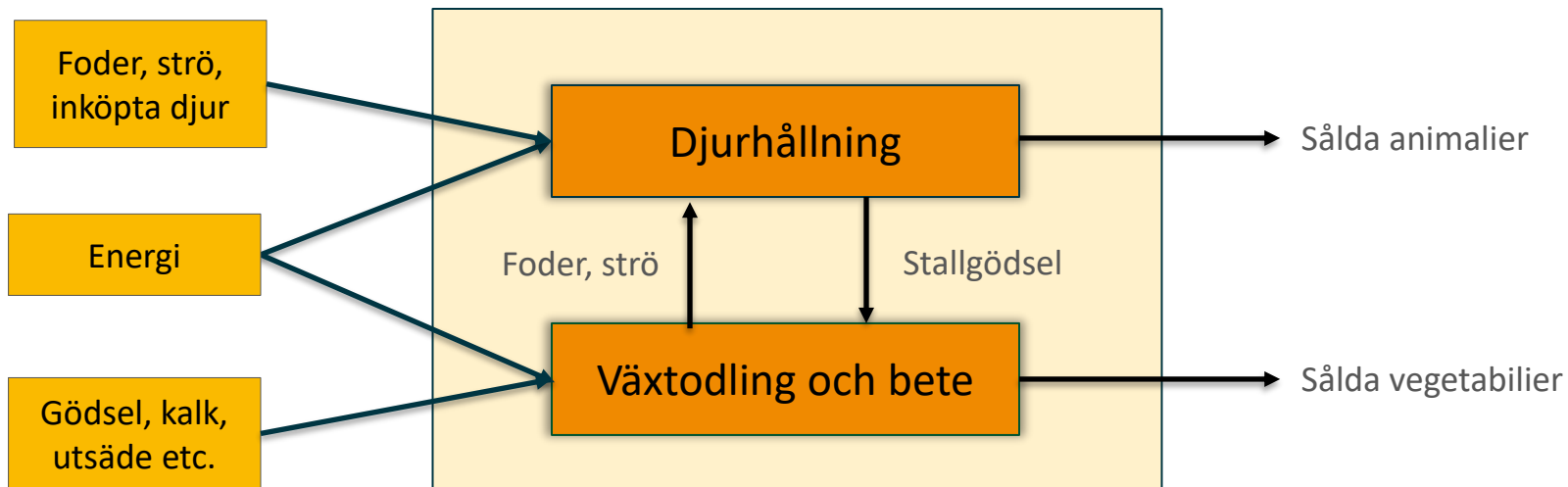
Vid jämförelser (konsekvensbaserad LCA) kan man fokusera på det som skiljer sig åt – **men tänk då på att helheten missas!**



I Klimatkollen i VERA är "gården" vårt system (kartläggande LCA)

Uppströms

Nedströms



2. Inventering

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 2025

Systemet:

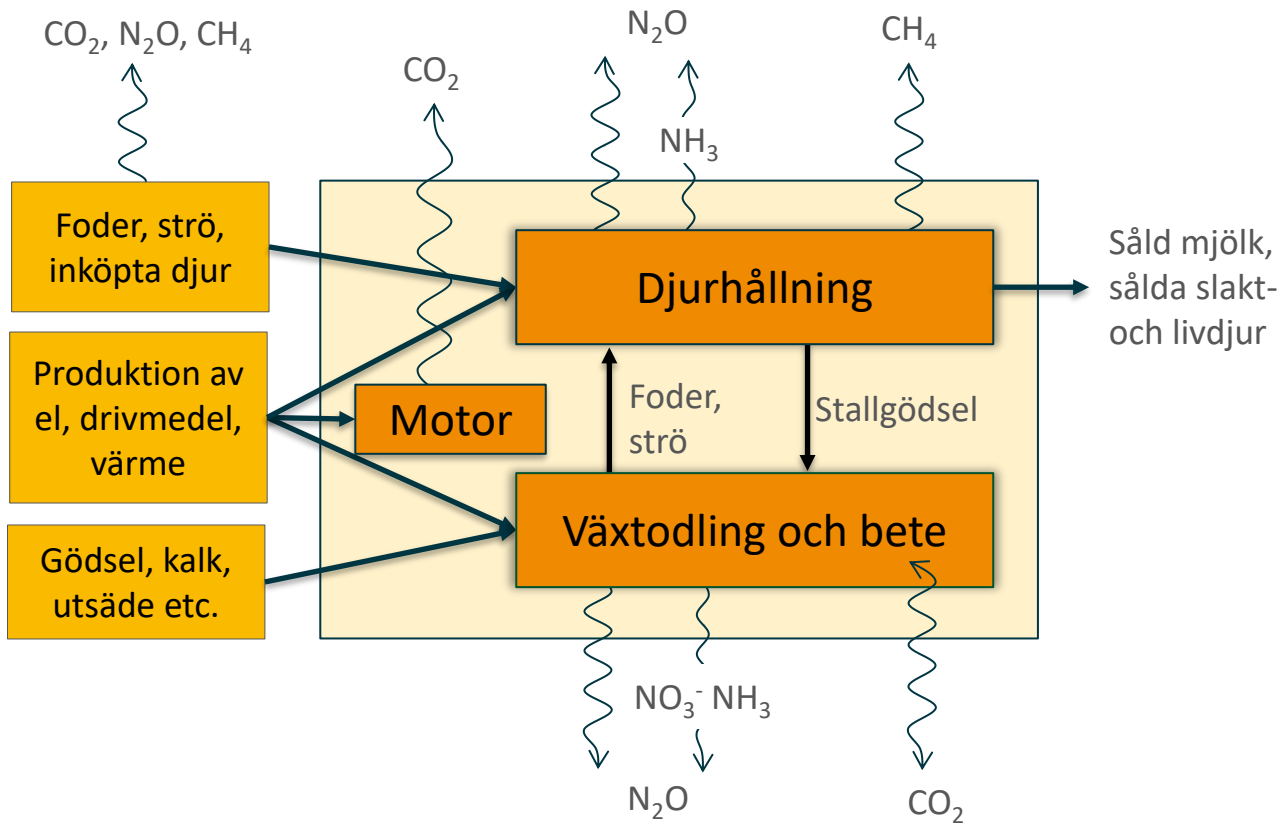
- 80 mjölkkor, inklusive rekrytering.
- 80 ha åker till eget foder (grovfoder+spannmål), 15 ha naturbete
- Levererar 760 ton ECM och 24 ton (levandevikt) till slakt och liv

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

2. Inventering

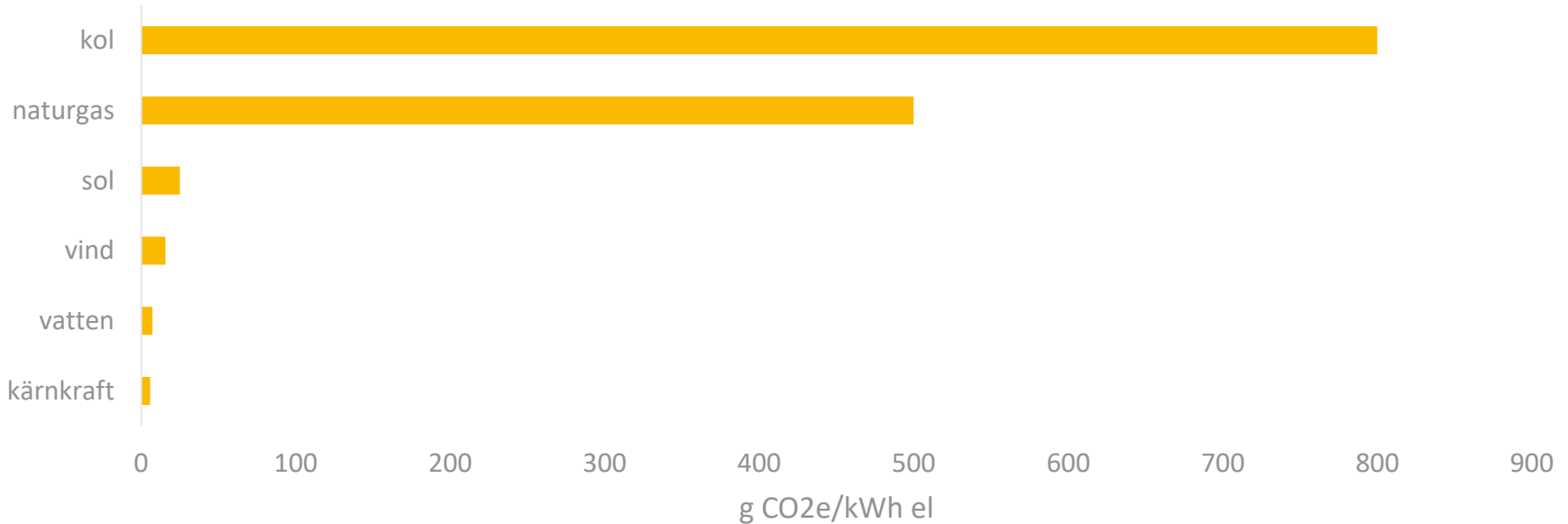
Inköpta varor och tjänster

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!

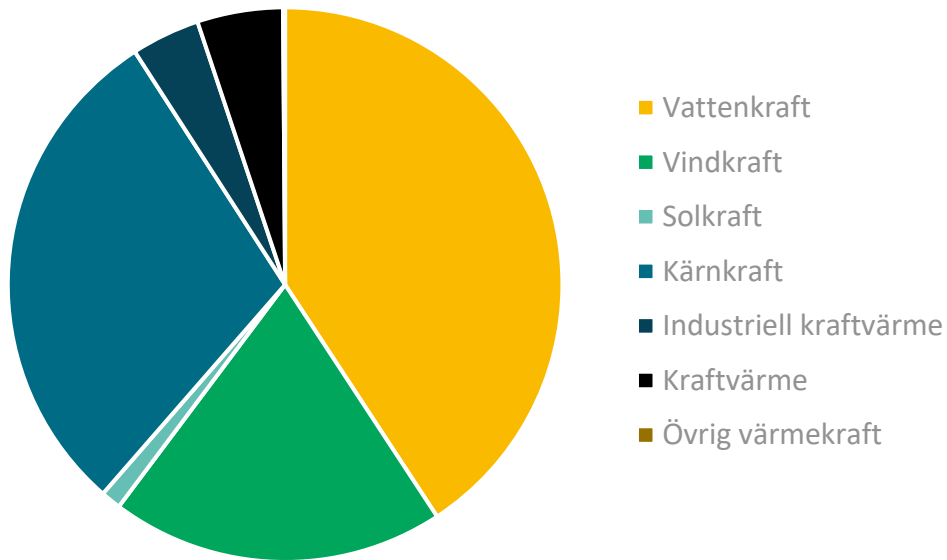
Klimatavtryck av elektricitet

- Stor skillnad mellan fossil och icke-fossil elproduktion!



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

Elproduktion i Sverige 2022



Danmark: Framför allt kraftvärme och vindkraft

Norge: Nästan bara vattenkraft

Finland: Kärnkraft, vatten, kraftvärme, vind

Men vilken elproduktions klimatpåverkan ska jag välja?

– Det beror på vad du ska beräkna!

Kartläggande LCA: Brukar räkna med en mix av flera kraftslag (*medelel*), eller mix enligt elavtal

Konsekvensbaserad LCA: Vilken elproduktion tillkommer om efterfrågan på ökar, eller vad förändras om utbud av el ökar. *Ofta ett högre CF för elen*

Standarderna ger vägledning om vad som är rätt val!

2. Inventering

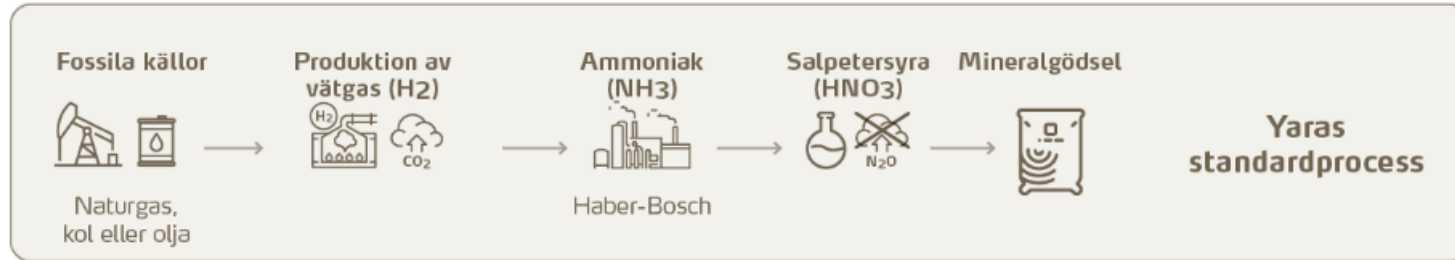
Inköpta varor och tjänster

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

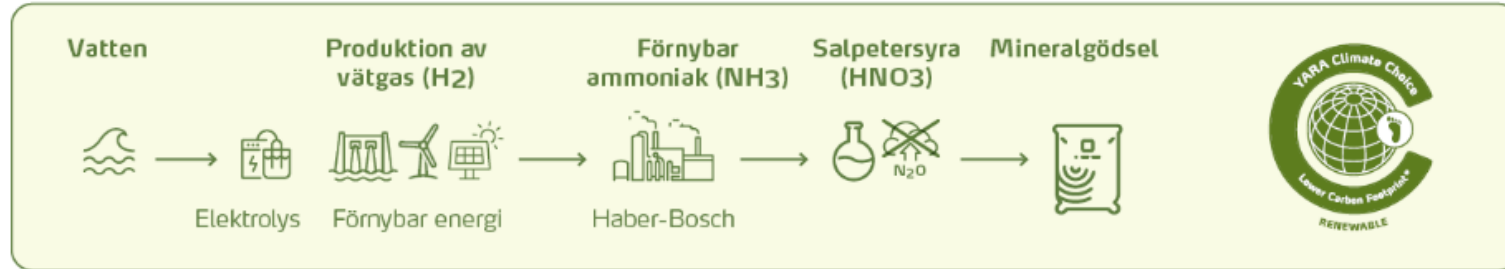
Kvävet och dess
ursprung har stor
betydelse ur
klimatsynpunkt!

Hur tillverkas gödsel med lägre klimatavtryck?

Mineralgödsel baserad på **fossila källor** (50-60% lägre klimatavtryck mot tillverkning utanför Europa)



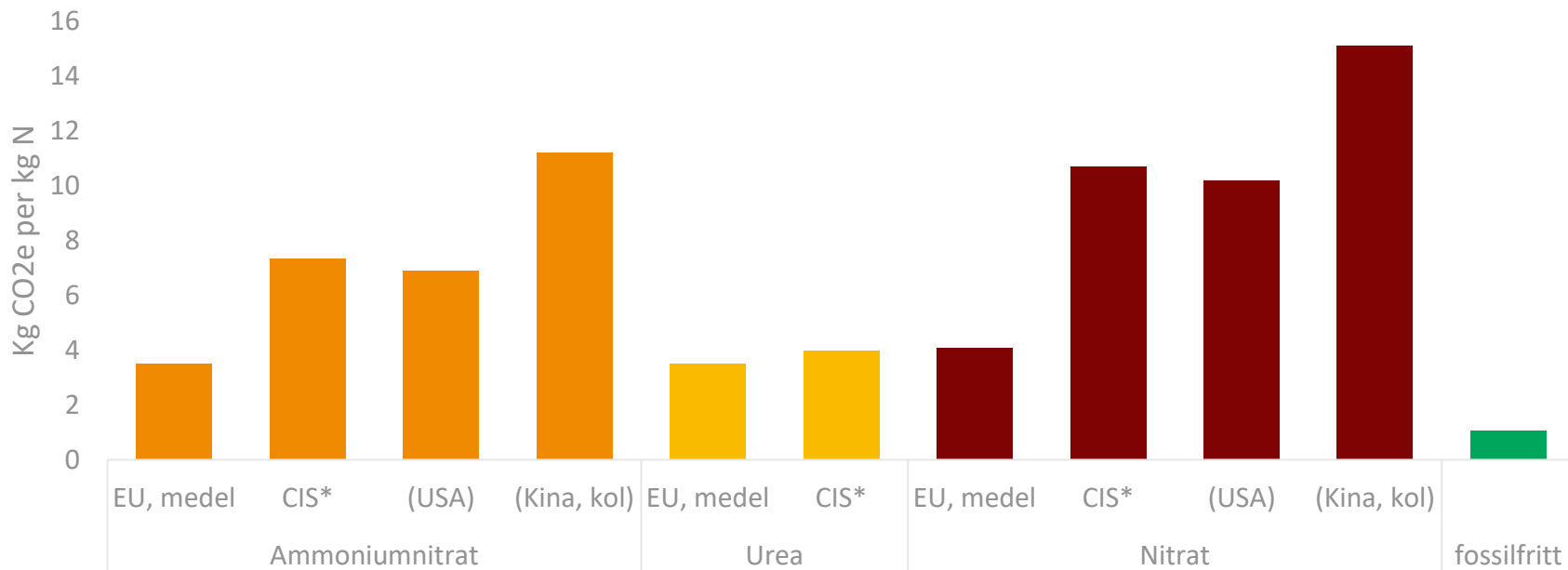
Mineralgödsel baserad på **vatten** och **förnybar el** (75-95% lägre klimatavtryck mot Yara standardprocess)



[Gödsel med lägre klimatavtryck | Yara Sverige](#)

Klimatavtryck av mineralgödselkväve

- Ursprung har betydelse. Fossilfritt sänker avtrycket

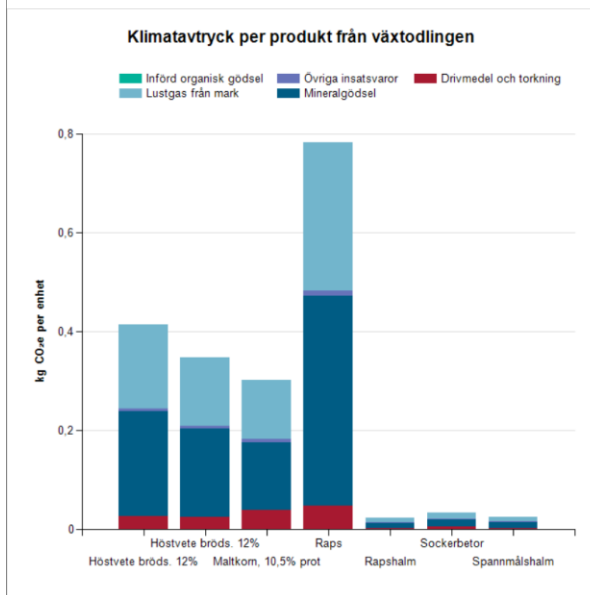


*CIS = Russian commonwealth, bl a Ryssland, Belarus, Ukraina
(Brentrup et al, 2018. LCA food)

Valet av kväve har betydelse!

Klimatavtryck per produkt från växtodlingen

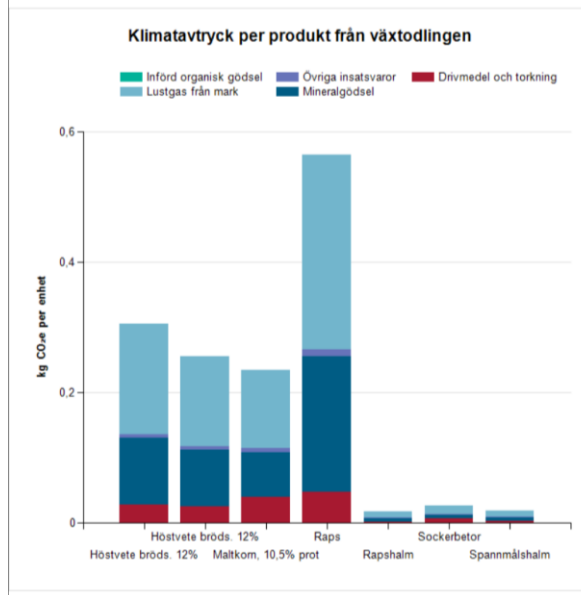
Diagrammet visar hur klimatavtrycket för produkter från växtodlingen på gården fördelas på olika källor i odlingen.



Utan BAT-gödsel

Klimatavtryck per produkt från växtodlingen

Diagrammet visar hur klimatavtrycket för produkter från växtodlingen på gården fördelas på olika källor i odlingen.



Med BAT-gödsel

Exempelgård Skåne [Under besöket klimatkollen växtodlingsgårdar - Greppa ADM](#)

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 (mineraljordar
respektive mulljoror) kan tas med i
CF, med då särredovisat.*

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! 🤪

Före Borgeby fältdagar

Vall,
baljväxter

*Arealen spannmål/
sockerbetor ökar på
bekostnad av andra grödor*

Efter succén på Borgeby

Spannmål,
sockerbetor

Skogsmark,
permanent
betesmark

*Annan mark omvandlas till
åkermark för att möta ökad
efterfrågan av jordbruksgrödor*

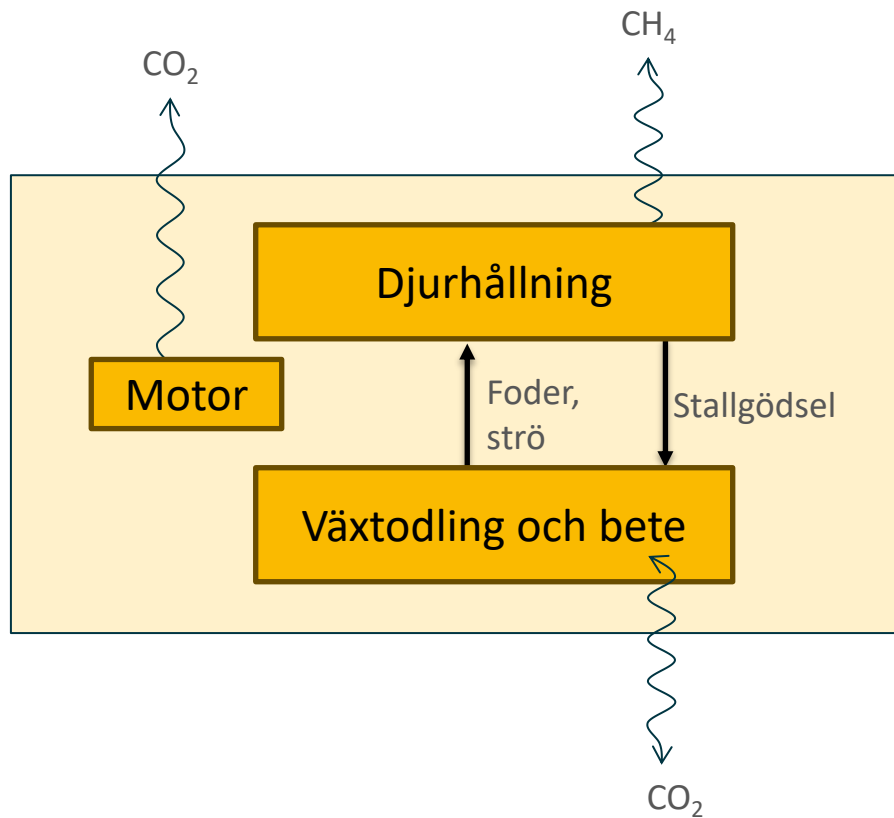
Åkermark

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

2. Inventering

De biogena emissionerna

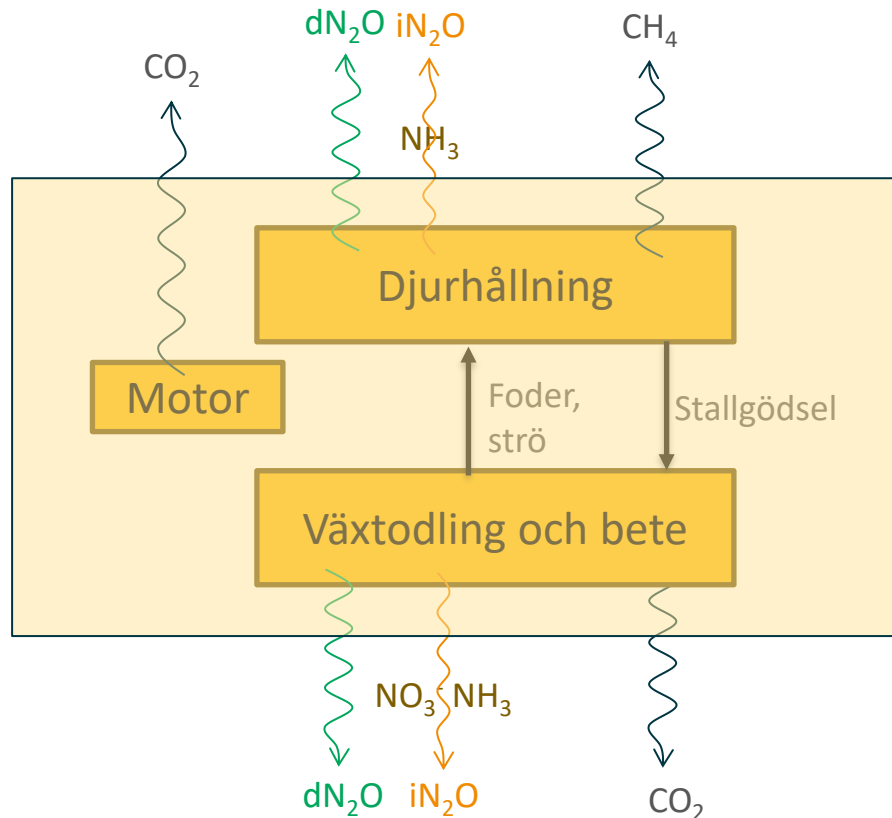
Kan beräknas i
Klimatkollen i
VERA



2. Inventering

De biogena emissionerna

Kan beräknas i
Klimatkollen i
VERA



I CF gör man skillnad på var lustgas bildats:

Direkt lustgas (dN_2O) = direkt från markytan/gödseln till atmosfären

Indirekt lustgas (iN_2O) = bildas från nitrat (NO_3^-) och ammoniak (NH_3) som förlorats

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 fler miljöpåverkanskategorier. En emission kan förekomma i flera, t ex ammoniak som både ger övergödning och försurning.

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](#)

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"



Tolkning

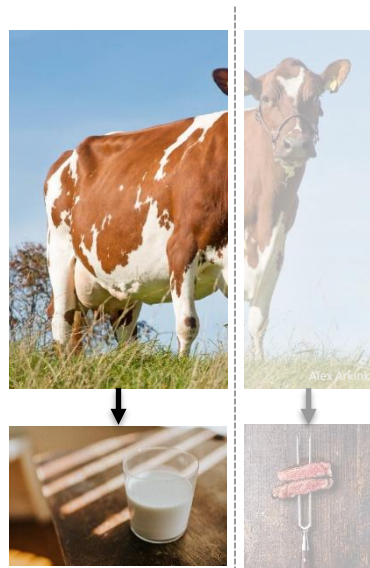
Allokering

Om det inte räcker med att öka detaljeringsgraden för att lösa problemet finns det två andra sätt:

Allokering genom fördelning

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

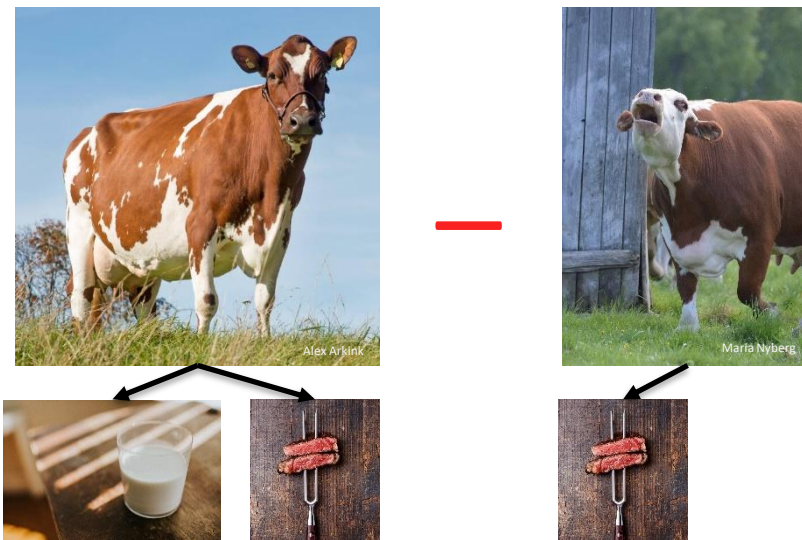
Alla utsläpp portioneras ut. Summan av delarnas miljöpåverkan ska bli samma som helheten.



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 ($AF_{mjölk}$) i Klimatkollen (enligt IDF):

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

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

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

Resten fördelas till köttet:

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

Systemexpansion med substitution:

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

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

Kvar på mjölken:

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

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

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 ($AF_{mjölk}$) i Klimatkollen (enligt IDF):

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

$AF_{mjölk} = 1 - 5,99 \times 24 / 760 = 81 \%$, 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 köttet från mjölkbesättningen ersätter kött från dikobesättning.

Enligt tidigare studier ca 13 kg CO₂e/kg lev.vikt 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 ($AF_{mjölk}$) i Klimatkollen (enligt IDF):

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

$AF_{mjölk} = 1 - 5,99 \times 24 / 760 = 81 \%$, 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 **OBS! Systemexpansion med substitution** inte är möjlig.

Enligt t **passar bara i vissa jämförelser och vid så pass**

→ 13 t **stora förändringar att omvärlden påverkas!**

Kvar på mjölken:

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

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

Det finns alltså två huvudprinciper för LCA

	Kartläggande (<i>attributinal</i>, aLCA):	Konsekvens (<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

Grödorna binder in kol, så grödorna är kolsänkor. Det är konsumenterna som andas ut koldioxiden, så de ska belastas för det, inte jordbruket!

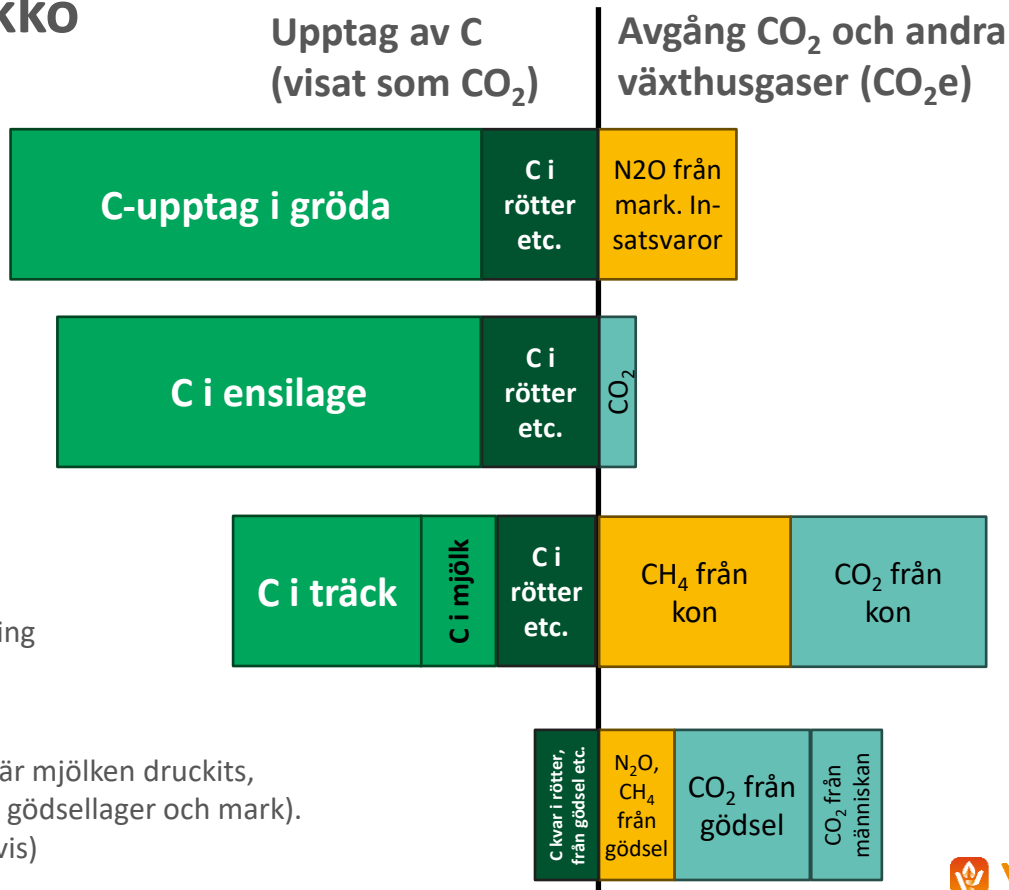
Tankeexperiment: Odlar grovfoder till mjölkko

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

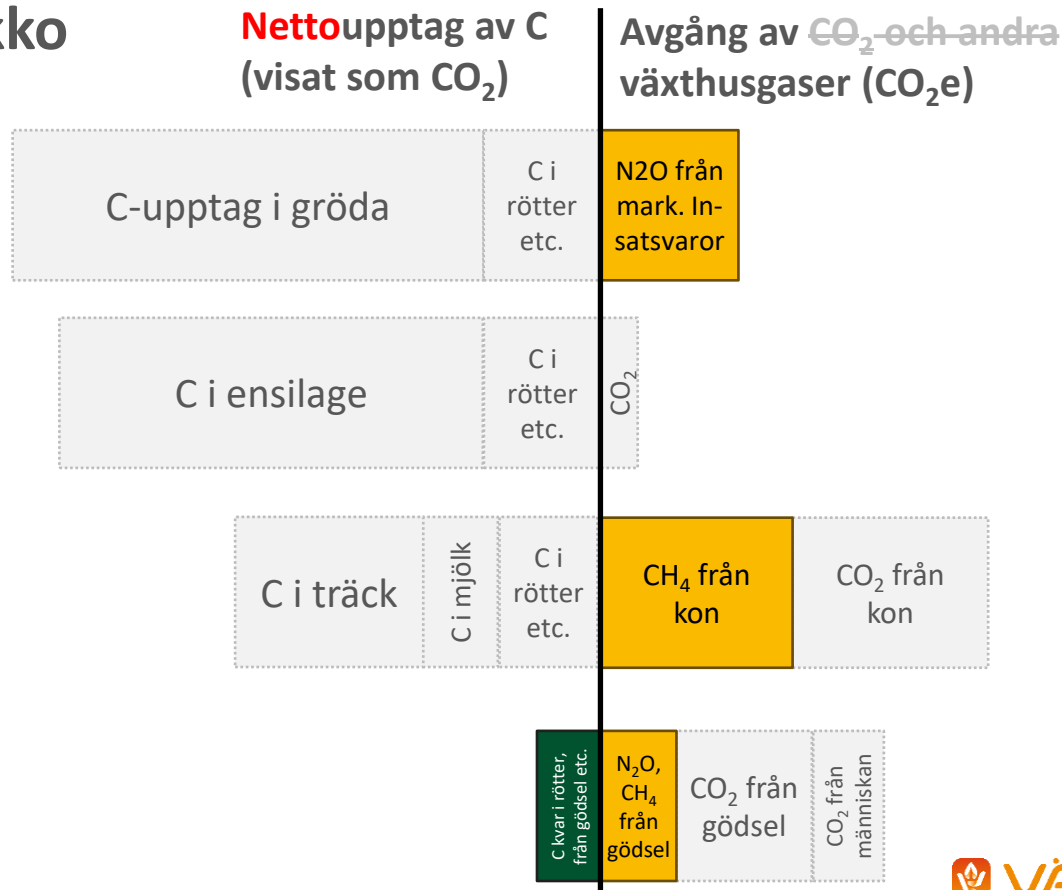
Det går att redovisa upptag av C i biomassa, men då ska även CO₂ från nedbrytning av biomassan redovisas – oavsett om den sker i djuren, marken, gödselbrunnen eller människan!

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

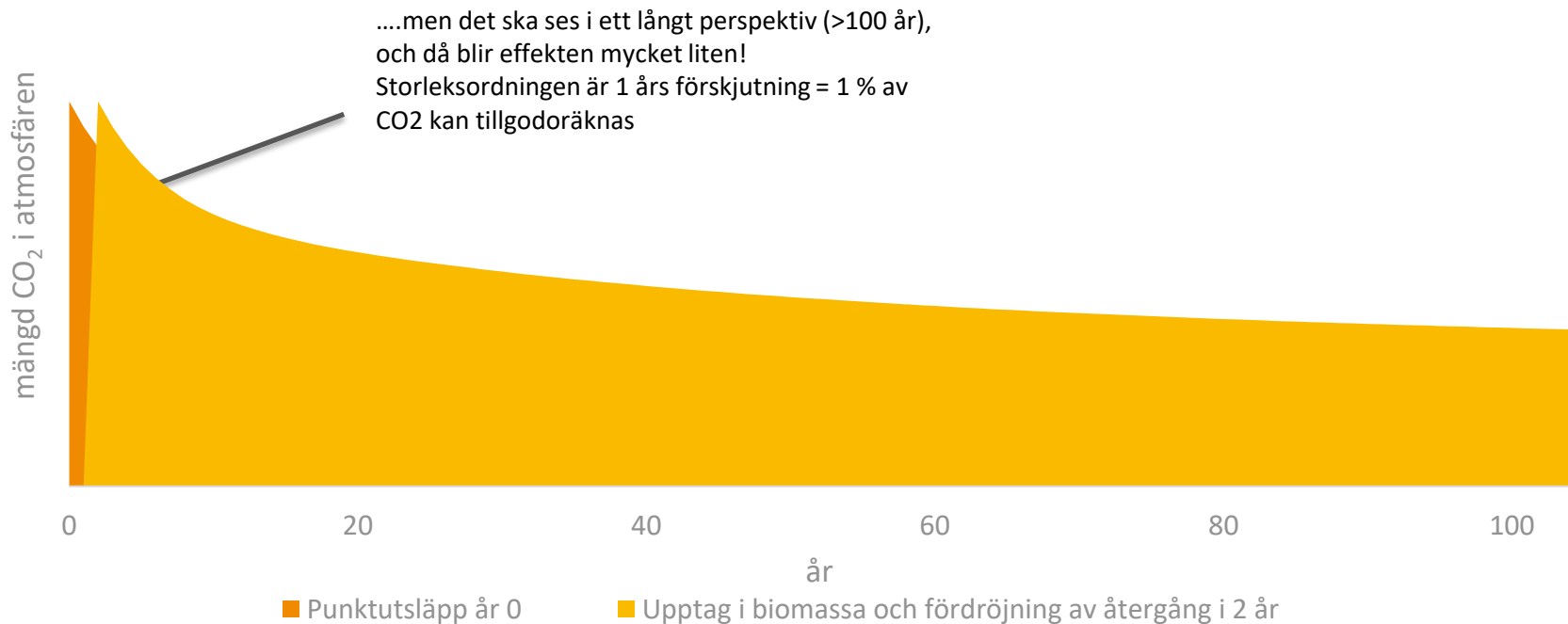
Vid varaktig förändring:

Om kolförrådet ökar med 1 ton, har 3,67 ton CO₂ tagits ur atmosfären.

+1 ton C = - 3,67 ton CO₂



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)

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.

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.