



Räkna klimatavtryck

Maria Berglund

Hushållningssällskapet Halland
maria.berglund@hushallningssallskapet.se
tel. 035-465 22



Europeiska jordbruksfonden för
landsbygdsutveckling: Europa
investerar i landsbygdsområden

Varför: Mycket livscykelräkning i frågor om jordbruket & klimatet, och det tänket skiljer sig mot hur vi jobbar med andra miljöfrågor i jordbruket

Syfte: Introduktion till klimatavtryck och livscykelanalys (LCA).

Förhoppning: Ökad förståelse för LCA och förstå varför det blir olika.

- Vad är en LCA, hur beräknas ett klimatavtryck?
- Viktiga begrepp
- Två huvudprinciper för LCA (aLCA och cLCA)
- Kol i mark och gröda – hur ta med?
- Exempel på klimatavtryck

→ Metodfokus för att ge er ordförståelse och hjälpa er att bedöma rimligheten i studier och påståenden

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 den potentiella miljöpåverkan genom hela dess livscykel
(fri översättning)

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)



Om klimatavtryck och LCA
är svårt att greppa:

Hur hade jag tänkt om det stått
"kr" istället för "kg CO₂e"?

Vad är en livscykelanalys (LCA)?
Hur beräknar man ett
klimatavtryck?



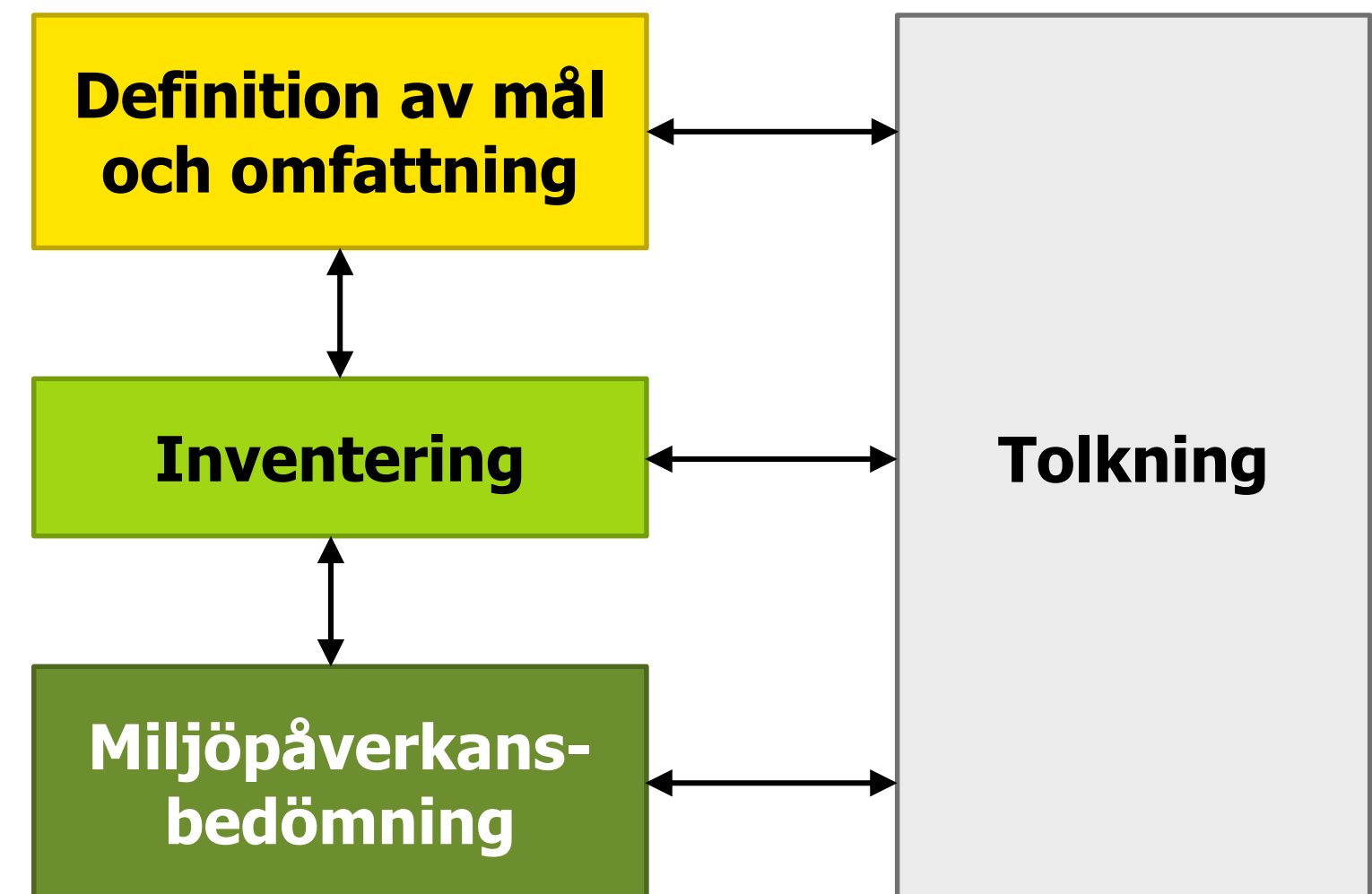
**Mjölken miljöpåverkan?!
Vad är stort/smått?!**



**Vilken mugg/kopp ska jag välja?!
Vad är bäst ur miljösynpunkt?!**

Standardiserat beräkningssätt

- ISO 14040-14046
- PEF (Product Environmental Footprint), PEFCR (Category Rules)
- PAS 2050 (CF of goods and services)
- LEAP Guidelines (Livestock environmental assessment and performance partnership, FAO)
- GHGProtocol och Science Based Targets = hela företaget



Mål och omfattning - Vad ska studeras och varför?

Vad ska vi relatera till eller jämföra, vad är en lämplig funktionell enhet?

Den funktionella enheten ska avspegla nyttan och vara mätbar.
Relaterar miljöpåverkan till den funktionella enheten

1 torrt och blöjfritt barn
100 serverade portion

1 kWh el levererad till slutkund
1 m² golv ett år

1 kg ECM (energikorrigerad mjölk) vid gårdsgrind
1 kg köttfärs i konsumentförpackning



Funktionell enhet

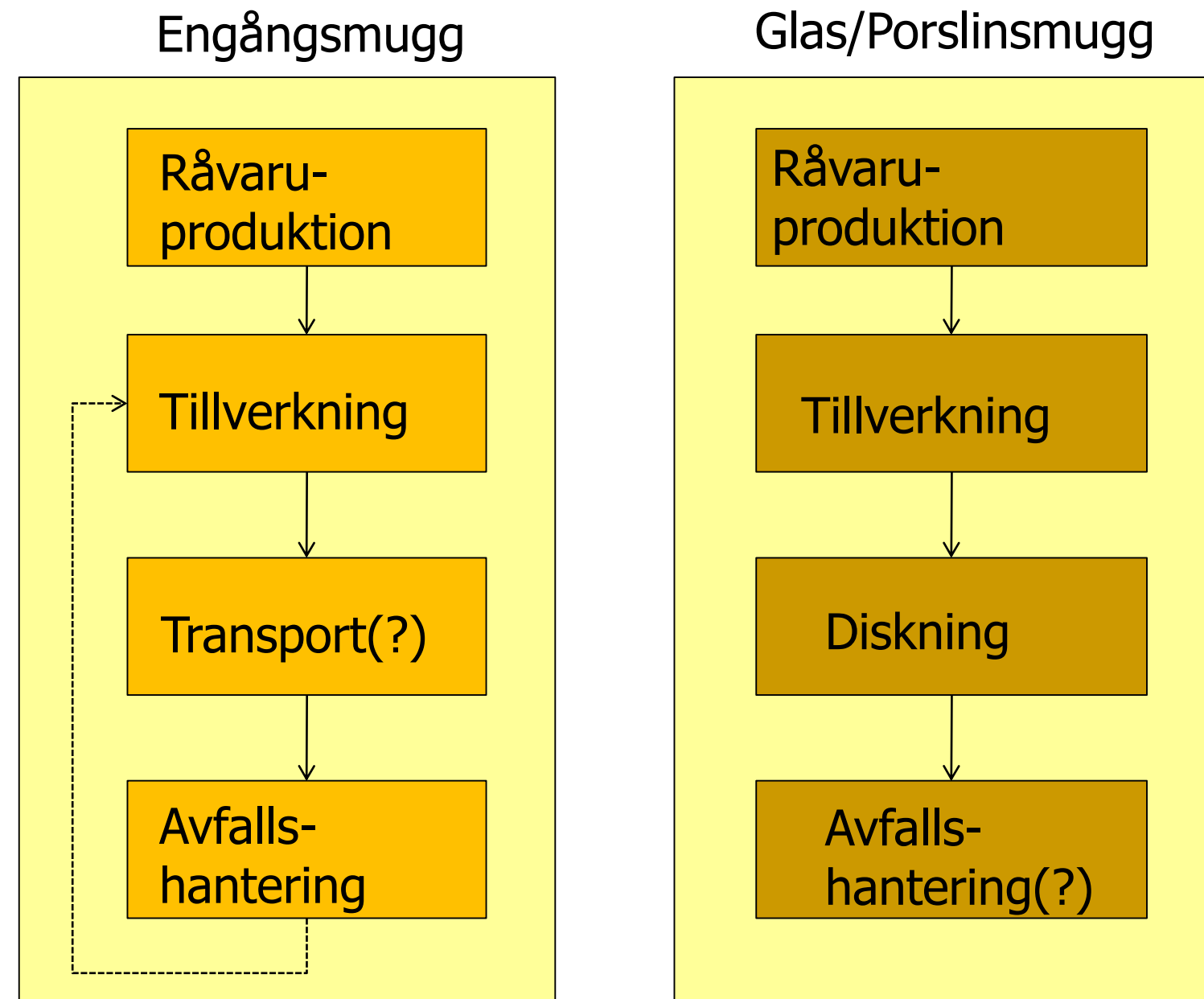
- Servering av 1000 koppar kaffe?
- Kaffeservering i lunchrummet ett år?

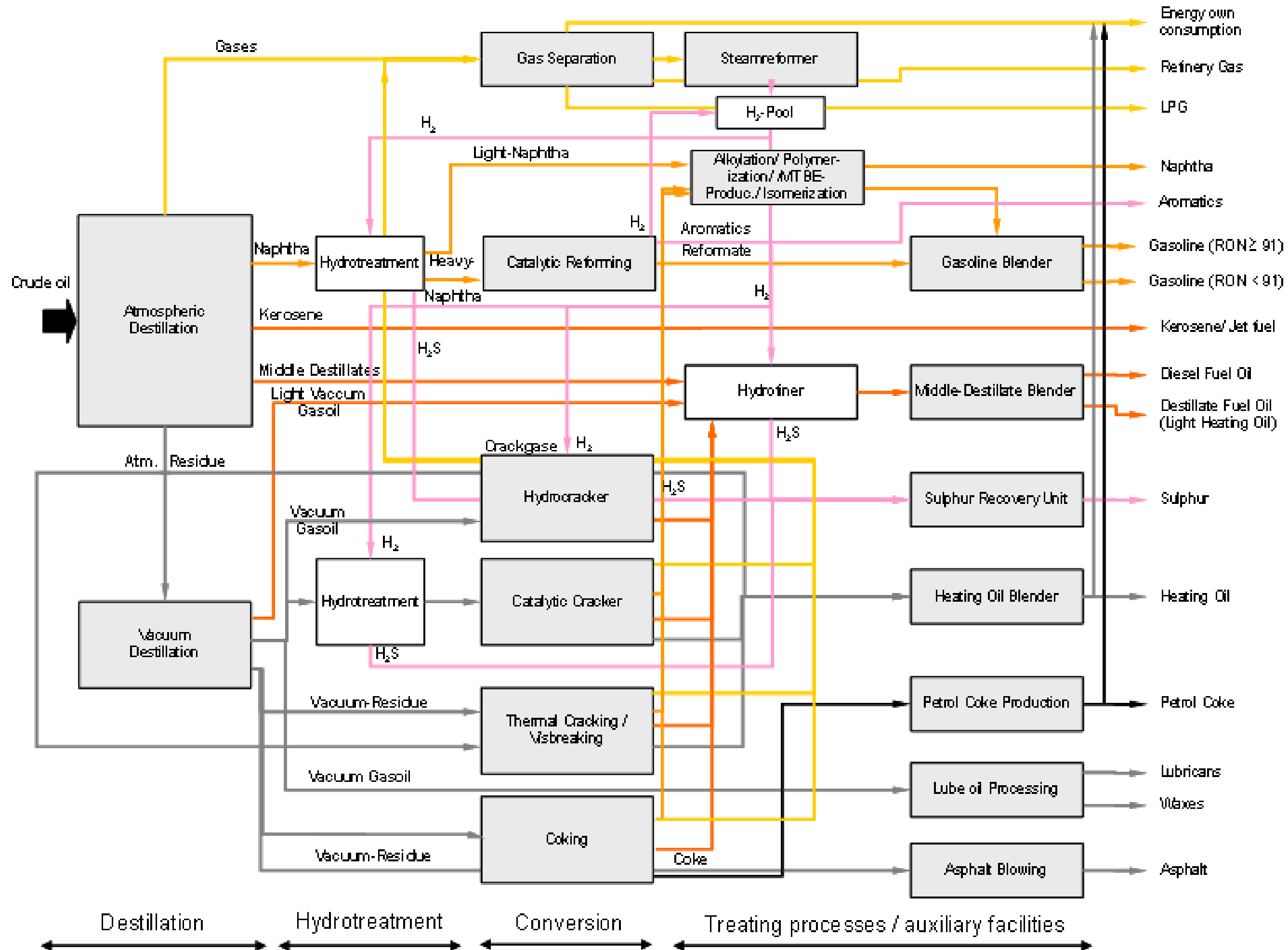
Mål och omfattning - Vad ska studeras och varför?

**Vad ska vi ta med,
vad ska ingå i
jämförelsen?**

Göra avgränsningar
(systemgräns).

Flödesschema som visar
vad som ska ingå





Mål och omfattning – Vilken miljöpåverkan ska vi titta på?

Miljöpåverkanskategorier

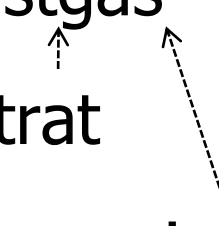
- Resursanvändning (mark, P, K...)
- Energianvändning
- Klimatförändring
- Övergödning
- Försurning
- Ekotoxicitet
- Påverkan på biologisk mångfald
-

Resursanvändning

- El, fossil energi, bioenergi

Emissioner

- Koldioxid
- Metan
- Lustgas
- Nitrat
- Ammoniak
- Andra växthusgaser

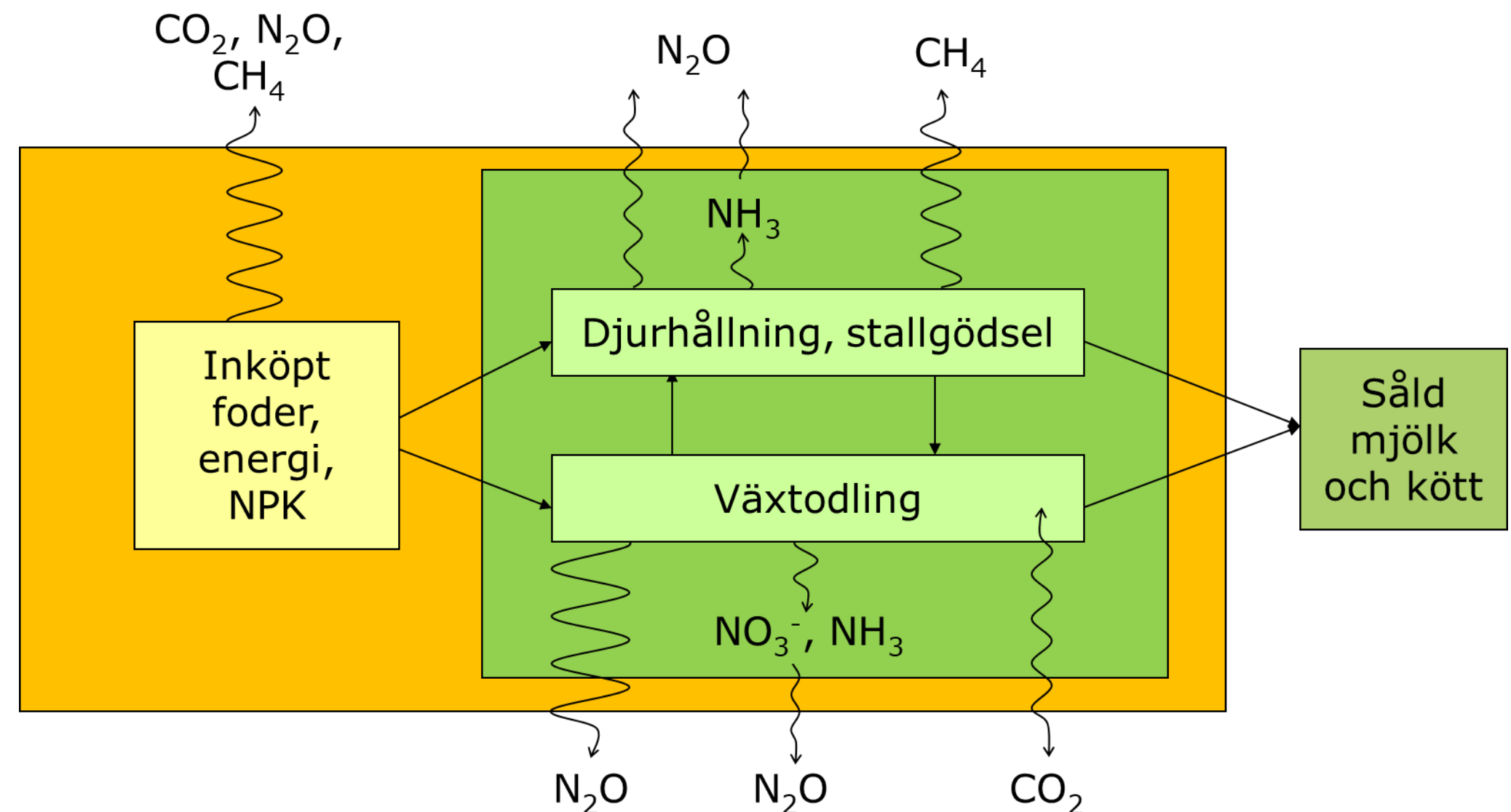


Inventering – exempel klimatavtryck av mjölk

Mål: Beräkna klimatavtrycket för mjölken som producerats på gården.

Funktionell enhet = 1 kg ECM vid gårdsgrind

- 80 mjölkcor, inkl rekrytering.
- 80 ha åker (eget foder)
- 15 ha naturbete.
- Säljer: 760 ton ECM (mjölk),
24 ton djur till liv eller slakt



Inventering – exempel klimatavtryck av mjölk

	Vad ska inventeras på gården?	Vilka emissioner ska ingå?	Hur får man fram emissionsdata?
Inköp	Mängd och typ av drivmedel, el, foder, gödsel etc.	Utsläpp från produktion och användning av produkten	LCA-databaser (t ex Agrifootprint eller Ecoinvent) eller LCA-studier
Växtodlingen	Areal, grödor, avkastning, gödsling, jordbearbetning	Förluster i fält av nitrat, ammoniak, lustgas	Modellberäkningar t ex i Klimatkollen/VERA
Djurhållning	Djurantal, stallet, gödselhanteringen	Förluster av ammoniak, metan, lustgas från djur, stall och gödsellager	Modellberäkningar t ex i Klimatkollen/VERA
Försäljning av produkter	Mängd och typ	Resultatet från vår klimatavtrycksberäkning!	

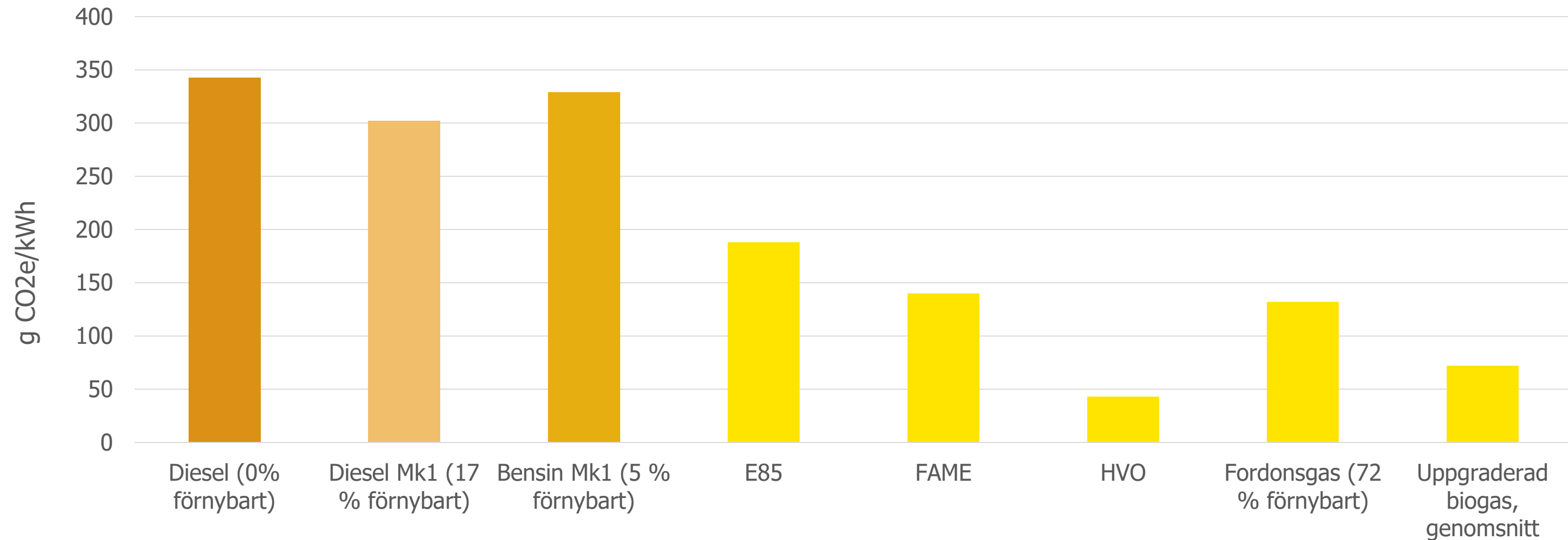
Läs tidigare LCA eller LCA-standarder för att veta vad som behöver inventeras

Inventering – mängd och typ av inköpta produkter

	Inköpt vara	mängd
Energi	El	120 MWh
	Diesel	10 m ³
Inköpt foder	Havre	13 ton
	Unik 52	129 ton
	Talang	9,3 ton
	Galax	8 ton
	Mineraler	5 ton
Gödsel	NS 27-3	16 ton
	N34	14,5 ton
	PK 11-21	1,5 ton

Mängd och val av drivmedel eller bränsle för uppvärmning har betydelse ur klimatsynpunkt

Växthusgasutsläpp från produktion och användning av olika drivmedel

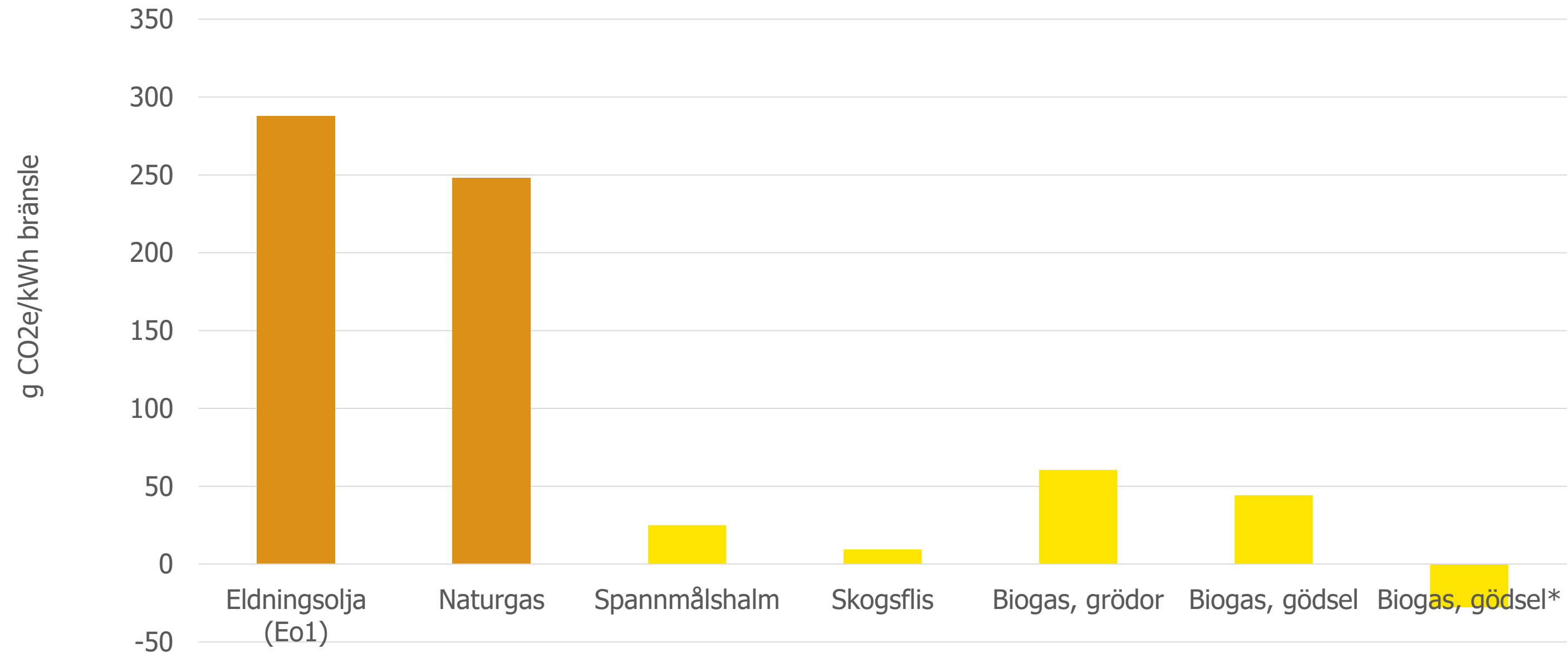


Fossilt: Ca 90 % från förbränning i motorn (**CO₂**, även NO_x, kolväten). CO₂ fossil = nettotillskott av CO₂ till atmosfären
Resten utvinning, distribution etc.

Förnybart: Mesta från odling av råvara. CO₂ från förbränning = från biomassa = inget nettotillskott av CO₂
FAME (raps) – raps högt CF
HVO (palm, skogsråvara etc.) – råvara med lågt CF (speciellt om biprodukter)



Växthusgasutsläpp från produktion och förbränning av olika bränslen



**tillgodoräknat minskade metanemissioner från lagring av flytgödsel*



Mängd och val av drivmedel eller bränsle för uppvärmning har betydelse ur klimatsynpunkt, men överskuggas snabbt av annat...

Räkneexempel: **Pumpa gödseln istället för att köra med traktor till satellitbrunn.**
Totalt ca 2 800 m³ flytgödsel/år, hälften körs till satellitbrunn.

Traktor:

- Om 15 m³/lass och 2 km från stall till satellitbrunn → kör 375 km/år (inkl retur)
- Om 0,7 l diesel/km och 3,4 kg CO₂e/l diesel → **890 kg CO₂e/år**

Pumpa

- Om 800 kWh el, och 0,125 kg CO₂e/kWh → **100 kg CO₂e/år**

Utsläppsbesparing: 790 kg CO₂e per år.

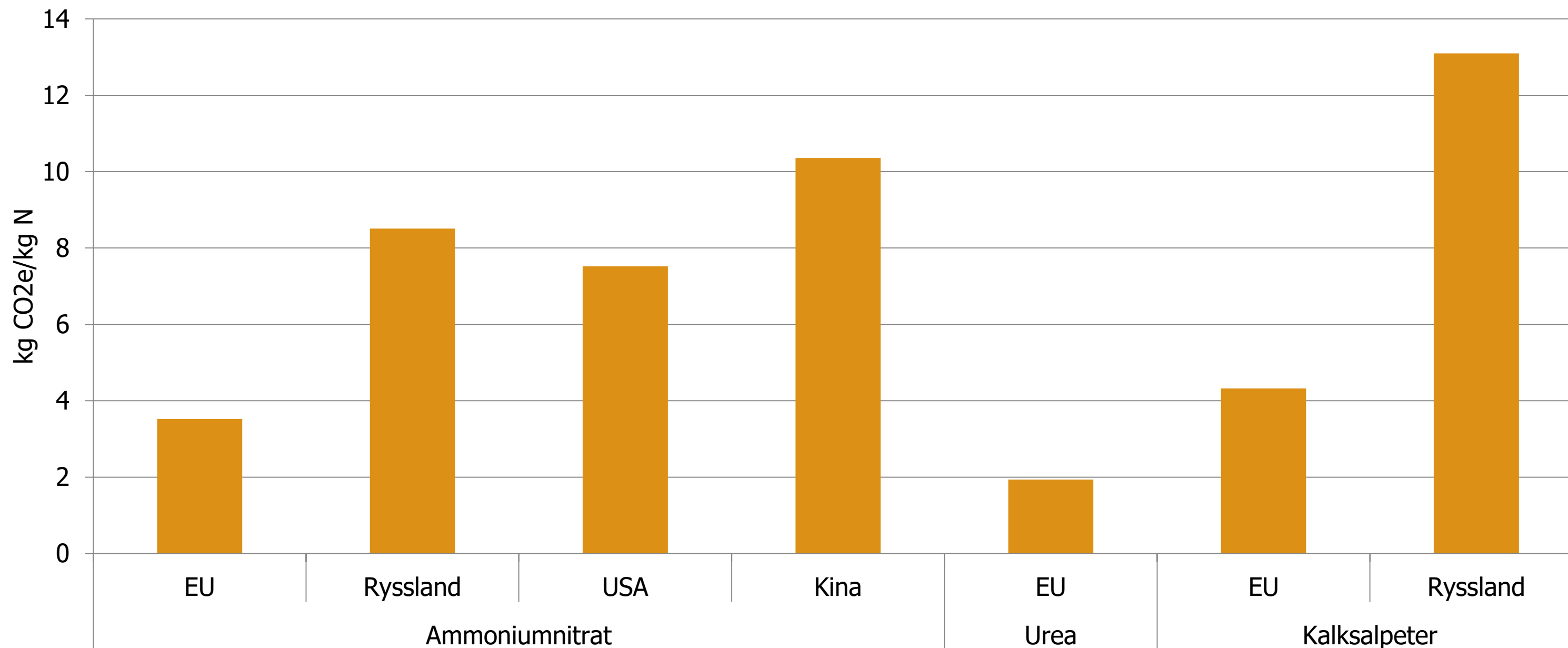
Det motsvarar 1 mjölkkos fodersmältning under 2,5 månader

Inventering – mängd och typ av inköpta produkter

	Inköpt vara	mängd
Energi	El	120 MWh
	Diesel	10 m ³
Inköpt foder	Havre	13 ton
	Unik 52	129 ton
	Talang	9,3 ton
	Galax	8 ton
	Mineraler	5 ton
Gödsel	NS 27-3	16 ton
	N34	14,5 ton
	PK 11-21	1,5 ton

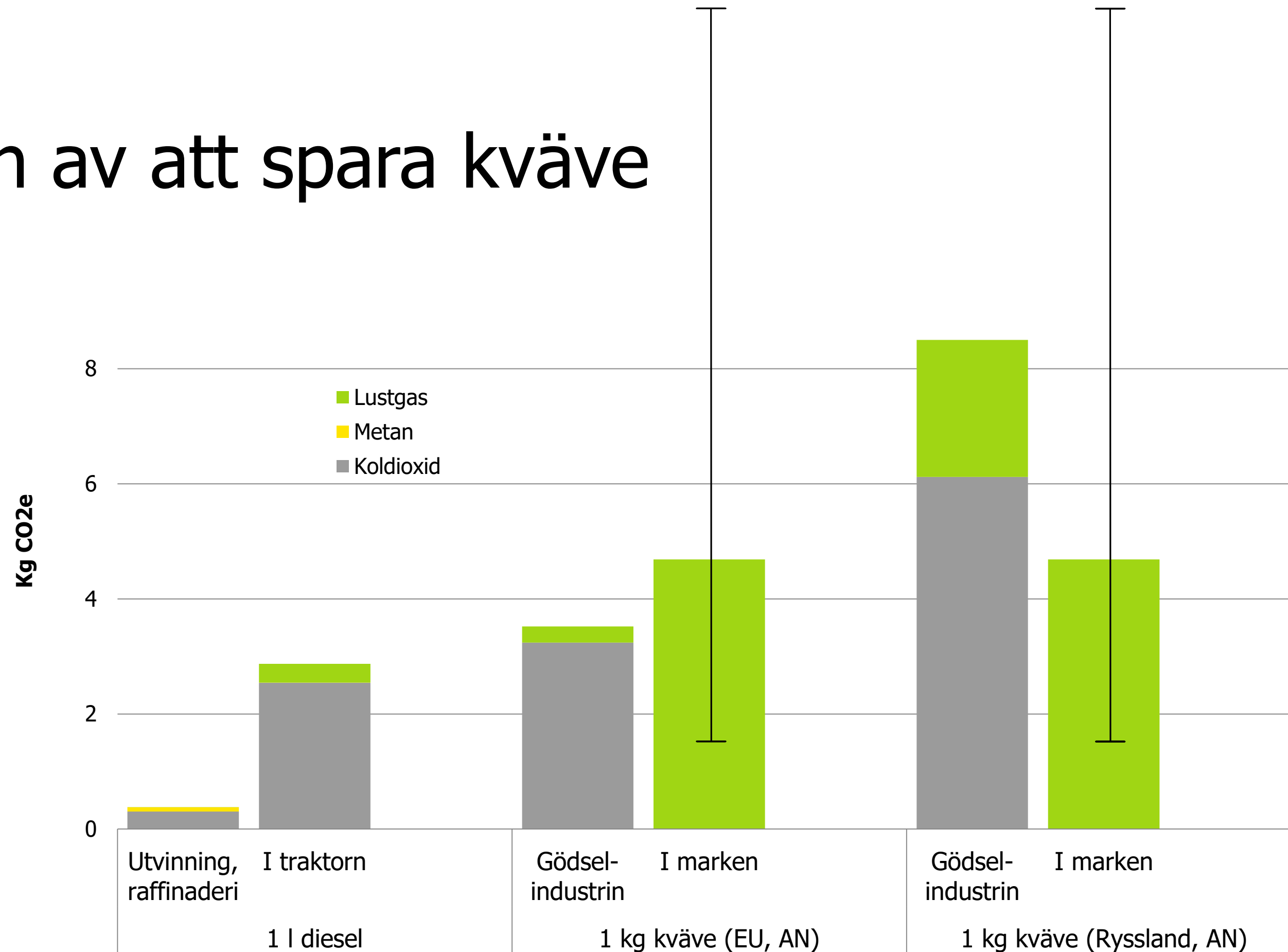
Mineralgödselns ursprung och typ av N har stor betydelse ur klimatsynpunkt

Klimatavtryck för kvävegödselmedel



(Brentrup et al, 2016. LCA Food)

Vikten av att spara kväve



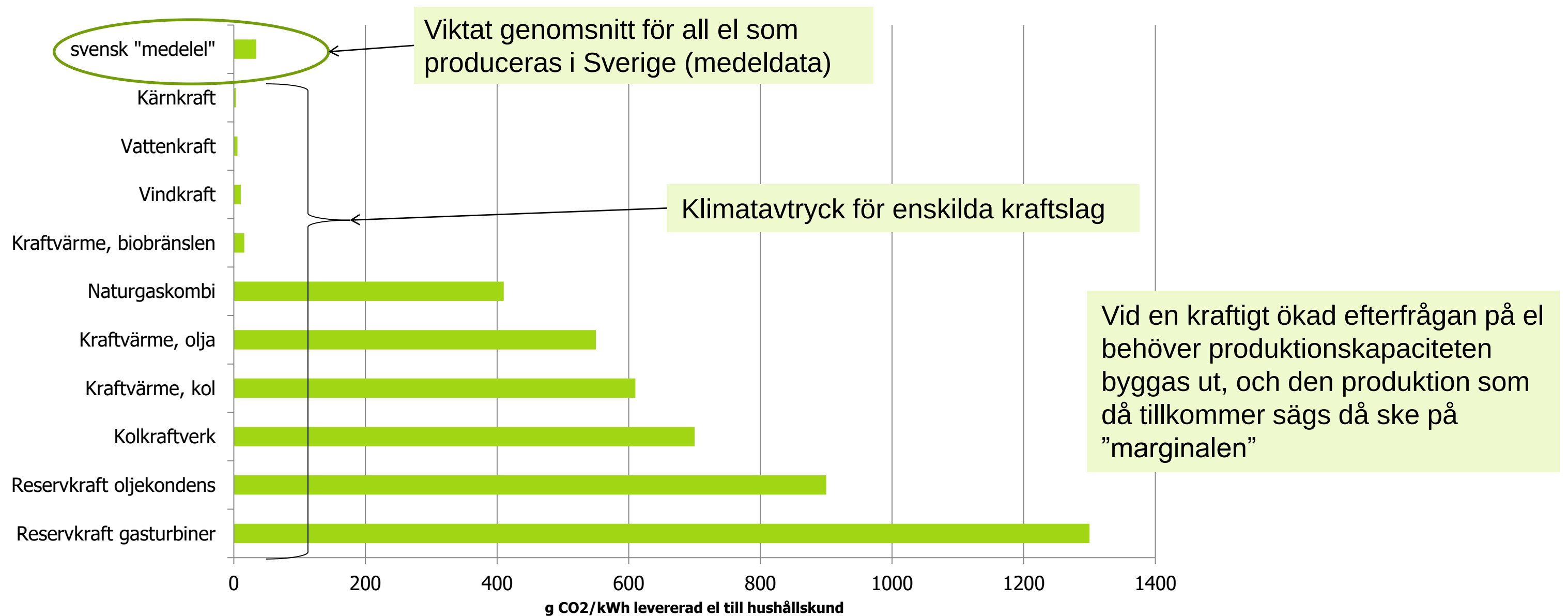
Inventering – mängd och typ av inköpta produkter

Inköpt vara	mängd
El	120 MWh
Diesel	10 m ³
Havre	13 ton
Unik 52	129 ton
Talang	9,3 ton
Galax	8 ton
Mineraler	5 ton
NS 27-3	16 ton
N34	14,5 ton
PK 11-21	1,5 ton

Men vad blir
miljöpåverkan av elen,
vilken typ av el ska vi
räkna med?

Klimatavtrycket per kWh el varierar kraftigt beroende på elens ursprung!

Medel- eller marginaldata



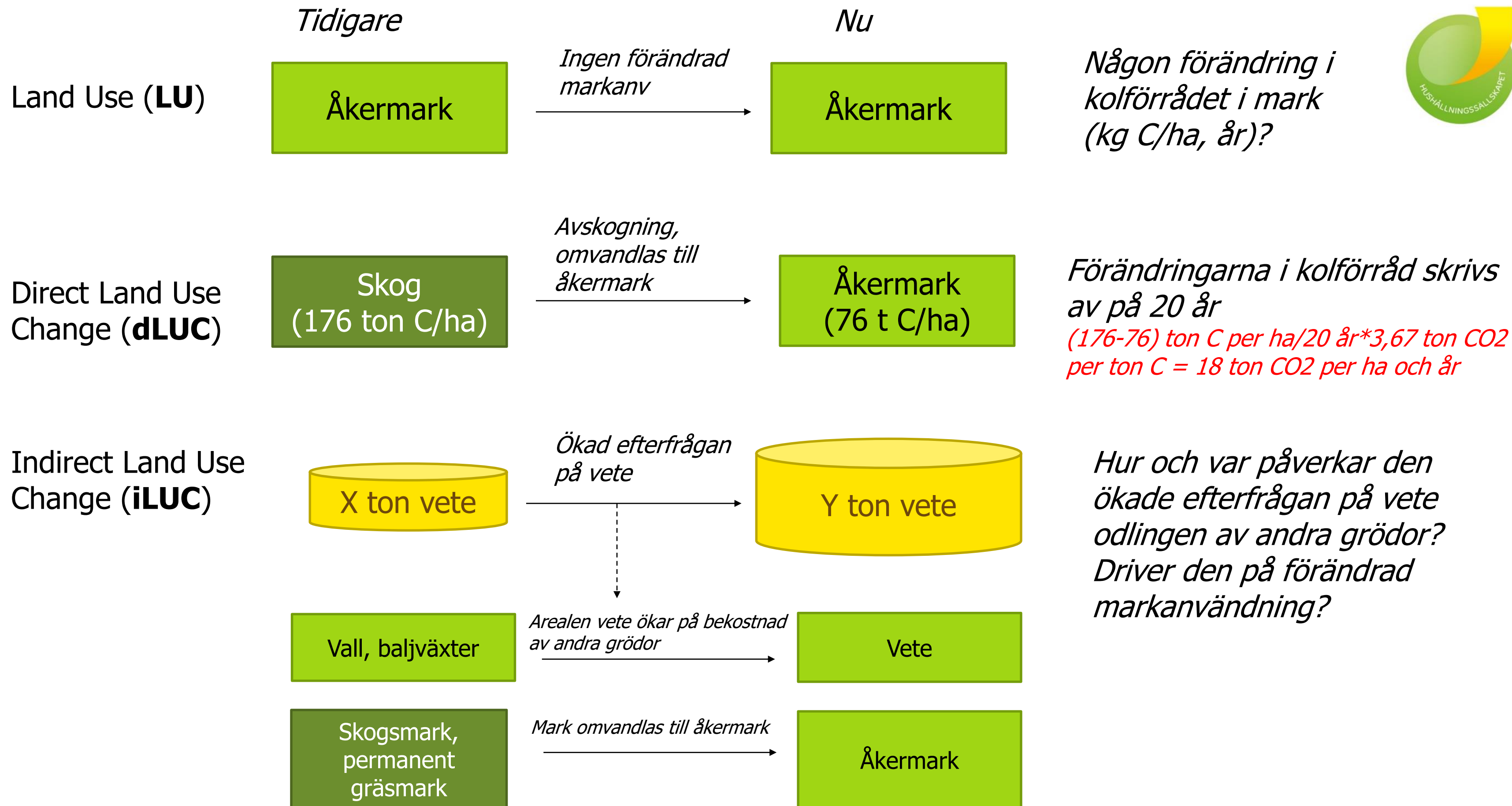
(Vattenfall. 2005. Livscykelanalys – Vattenfalls el i Sverige)

Inventering – mängd och typ av inköpta produkter

Inköpt vara	mängd
El	120 MWh
Diesel	10 m ³
Havre	13 ton
Unik 52	129 ton
Talang	9,3 ton
Galax	8 ton
Mineraler	5 ton
NS 27-3	16 ton
N34	14,5 ton
PK 11-21	1,5 ton

Hur ska vi ta med förändringar i kolförrådet i mark?

Hur ska vi beakta att efterfrågan på vissa foderråvaror driver på avskogning och annan förändrad markanvändning?



Markanvändning och förändrad markanvändning

Markanvändning, Land Use, **LU** = Land within the system being assessed. The land use has not changed recently (20 years)

Förändring (ton C/ha och år)

Mineraljord: $\pm 0,3$ ton

Mulljord: -8 till -1 ton

Förändrad markanvändning, Land Use Change (**LUC**):

- **Direkt (dLUC)** = "Change in human use or management of land within the product system being assessed"*
- **Indirekt (iLUC)** = "Change in the use of or management of land which is a consequence of dLUC, but which occurs outside the product system being assessed"*

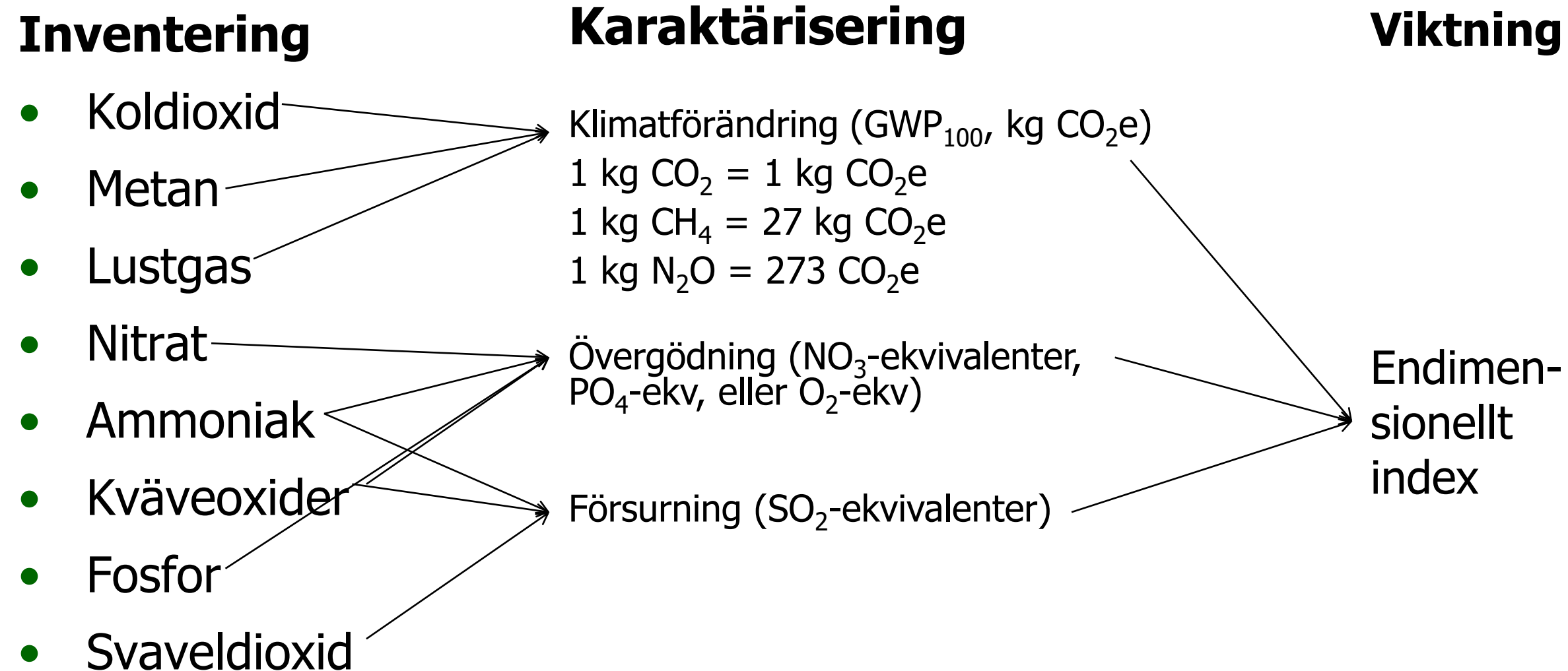
-20 till 0* ton

(*dLUC räknas bara när kolförrådet minskar)

??

*Definition enligt FAO LEAP Guidance

Miljöpåverkansbedömning



- Totalt 930 ton CO₂e.
- Men vad blir utsläppen per kg ECM då?!

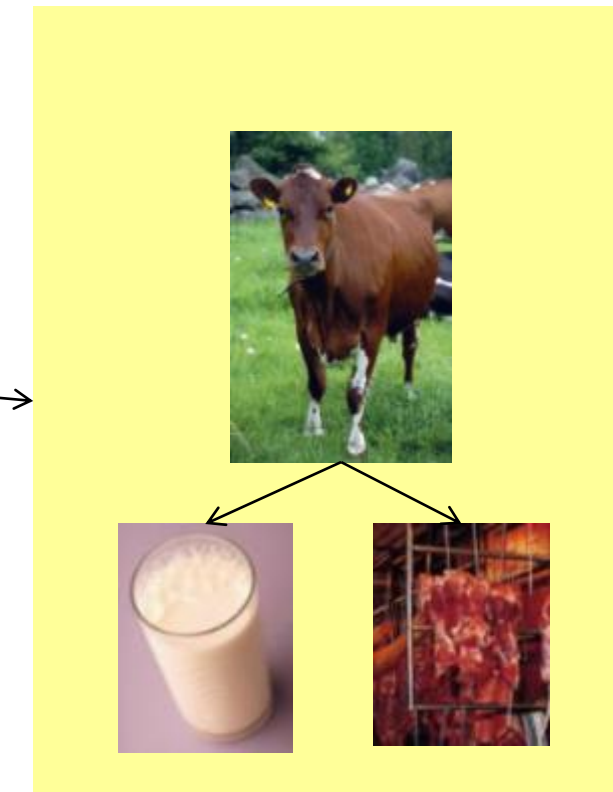


Allokeringsproblem (I)

- Flera inflöden

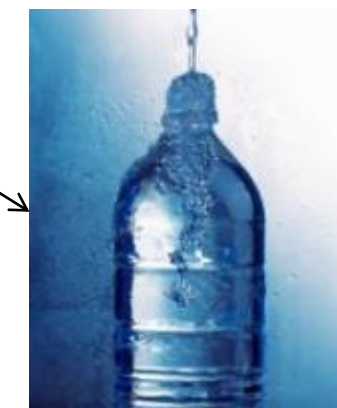


- Flera utflöden



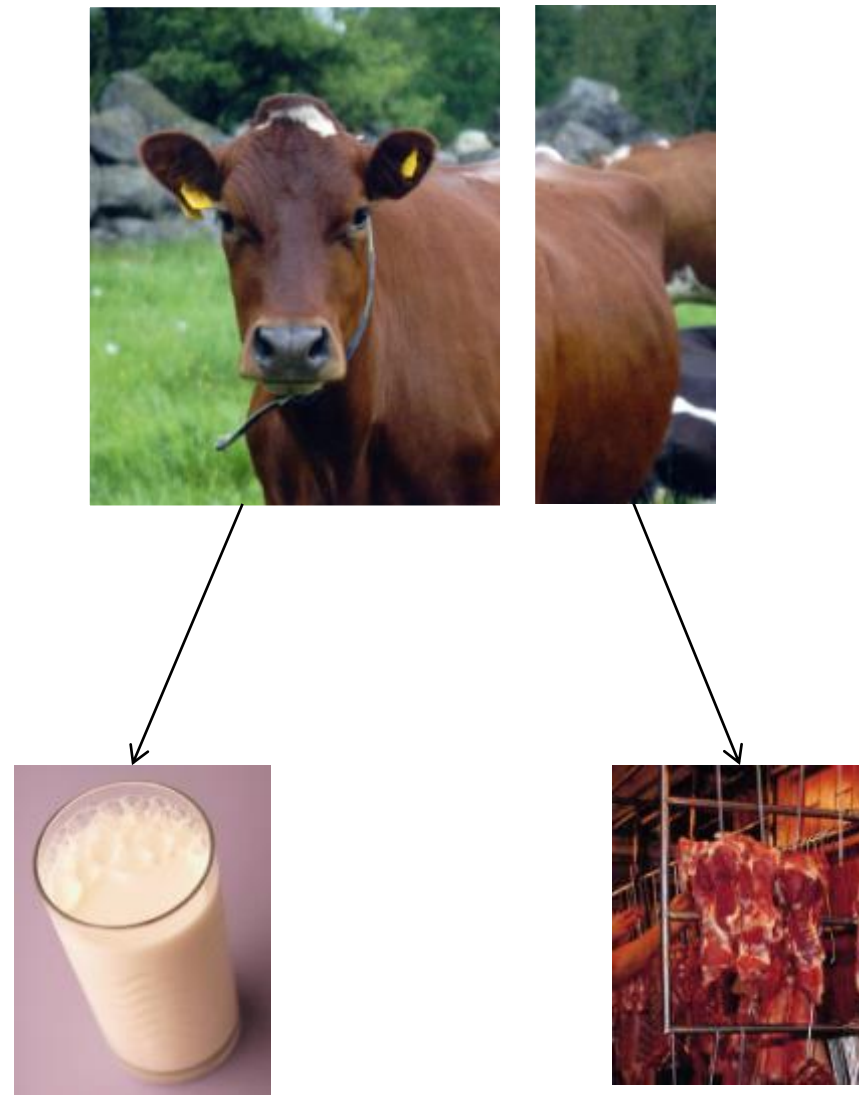
- Återvinning

→ Har det någon betydelse?
→ Kan man undvika genom att öka detaljeringsgraden?! Om inte ...



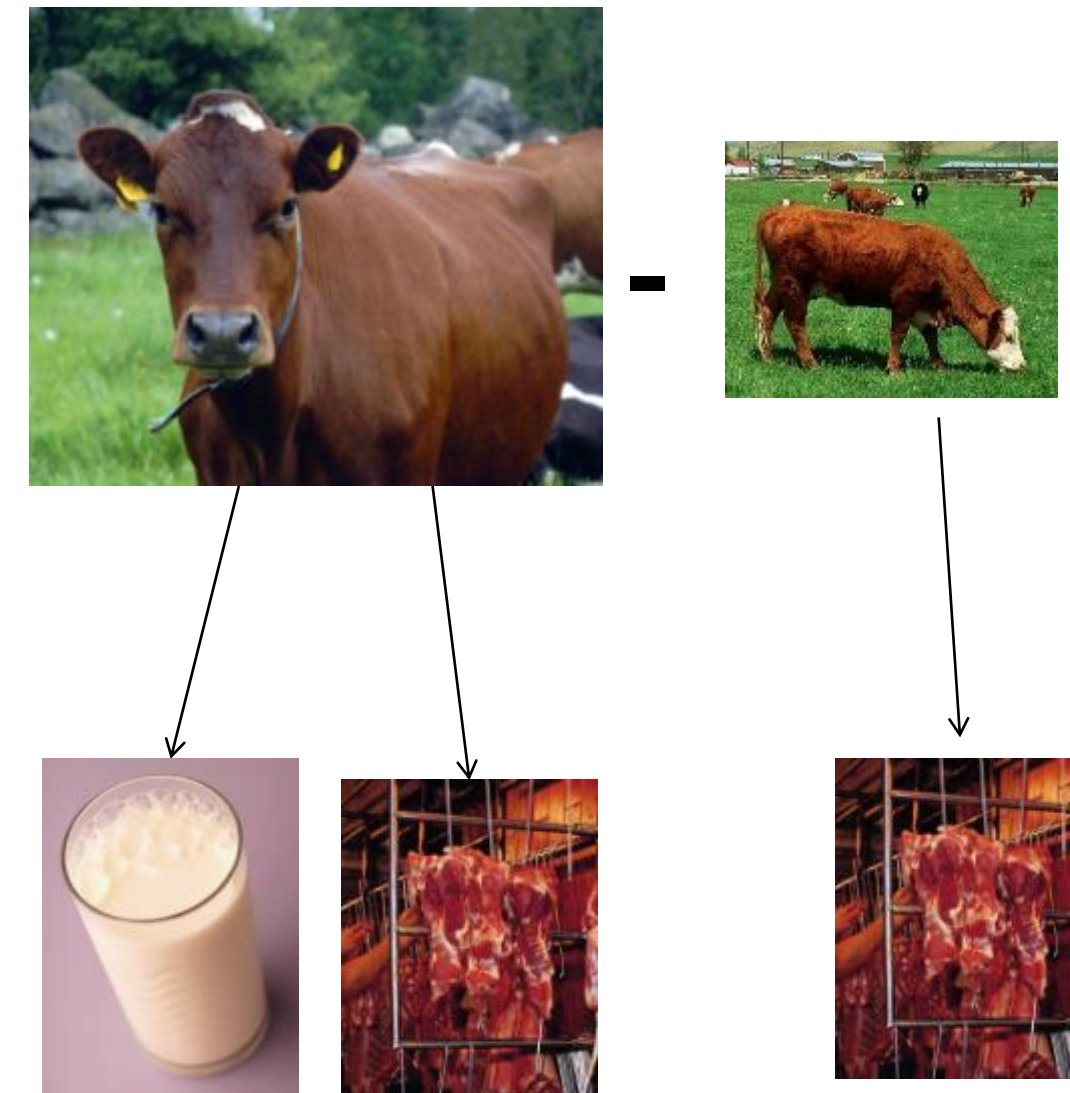
Allokeringsproblem (II)

Allokering genom fördelning



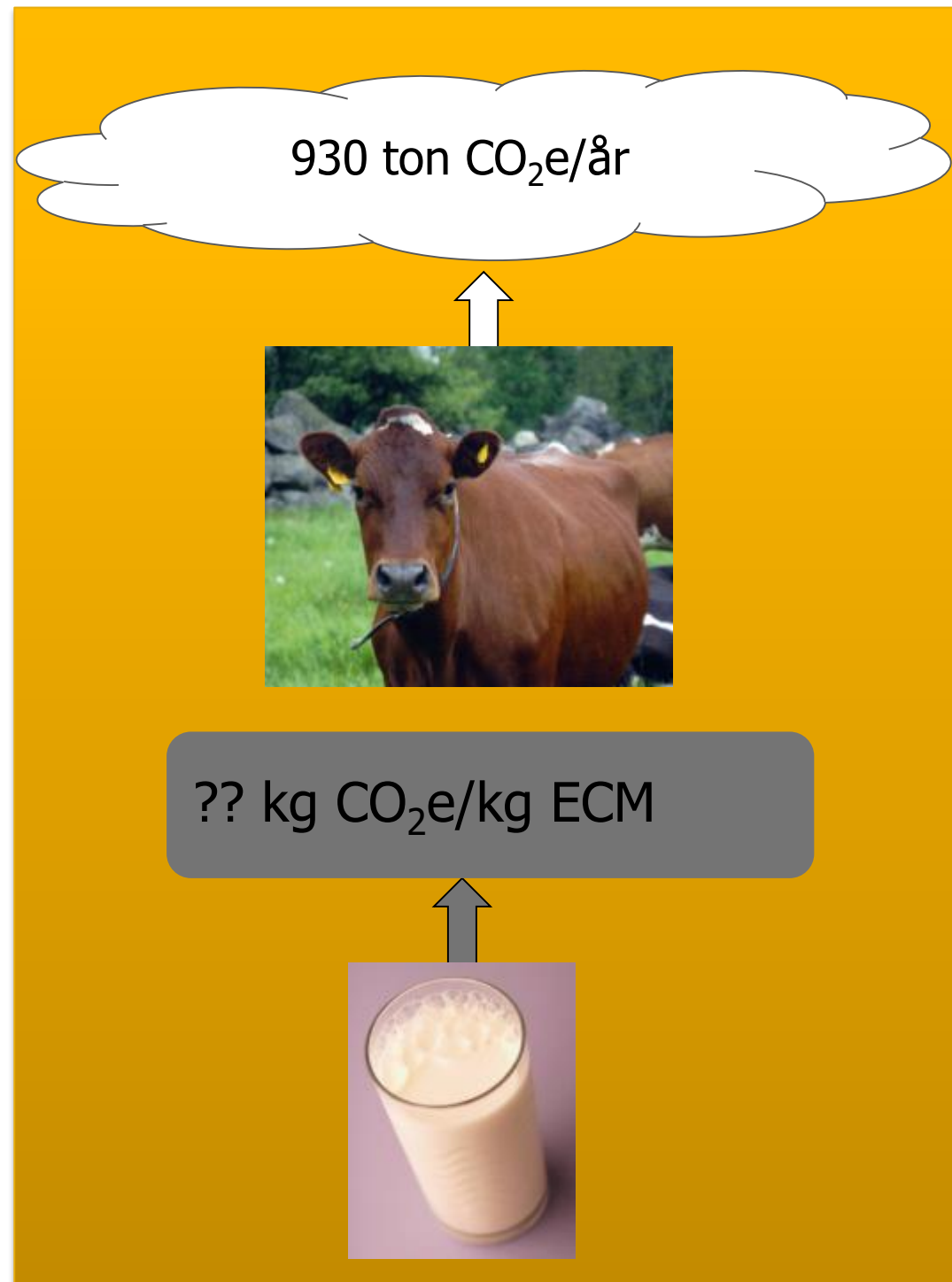
Fördelning utifrån ekonomiska (pris) eller fysiska (massa, energi, energiåtgång etc.) samband

Systemexpansion och substitution



Substitution utifrån vilken annan produktion som inte längre behövs (marginalen)

Allokeringsproblem - räkneexempel



ANTINGEN:

Allokering genom fördelning (exempel ekonomisk allokering):

- 85 % av intäkterna från mjölk, och därmed fördelas 85 % av utsläppen till mjölken:
 $85\% \cdot 930 \text{ ton CO}_2\text{e} = 790 \text{ ton CO}_2\text{e}$ som fördelas till mjölken
- Levererar 760 ton ECM/år:
 $790 \text{ ton CO}_2\text{e} / 760 \text{ ton ECM} = 1,04 \text{ kg CO}_2\text{e/kg ECM}$
- Resten fördelas till köttet (24 ton livdjur, 50 % slaktutbyte → 12 ton kött):
 $15\% \cdot 930 \text{ ton CO}_2\text{e} / 12 \text{ ton kött} = 12 \text{ kg CO}_2\text{e/kg kött}$

ELLER:

Systemexpansion med substitution

- Levererar 12 ton kött/år
- Antar att det ersätter brasilianskt nötkött à 28 ton CO₂e/ton kött:
 $28 \text{ ton CO}_2\text{e/ton kött} \cdot 12 \text{ ton kött} = 340 \text{ ton CO}_2\text{e}$
- Kvar på mjölken: $930 - 340 \text{ ton CO}_2\text{e} = 590 \text{ ton CO}_2\text{e}$
 $590 \text{ ton CO}_2\text{e} / 760 \text{ ton ECM} = 0,76 \text{ kg CO}_2\text{e/kg ECM}$

Två huvudprinciper för LCA

Attributional eller Bokföringsinriktad LCA, aLCA

Hur är stor XX:s miljöpåverkan?

- Tillbakablickande, jämföra produkter
- Tar med allt
- Det vi gör **påverkar inte** omgivningen:
 - Allokering genom fördelning
 - Medeldata
- Det går att lägga ihop resultat från flera aLCA, de är adderbara

Consequential eller Förändringsorienterad LCA, cLCA

Vad händer om xxx ändras?

- Framåtblickande, produktutveckling
- Kan användas för att jämför alternativ, och tar då bara med det som påverkas vid en förändring eller skillnader mellan systemen
- Det vi gör **påverkar** omgivningen:
 - Allokering genom systemexpansion och substitution
 - Marginaldata
- Inte adderbara

Genvägar eller senvägar

– vad kostar det oss att avstå ifrån gentekniskt
förädlade grödor i jordbruket?

Torbjörn Fagerström
Sören Wibe†

Rapport till
Expertgruppen för miljöstudier 2011:3



Journal of Environmental Planning and Management

Publication details, including instructions for authors and subscription information:

<http://www.informaworld.com/smpp/title~content=t713429786>

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^a, R. H. Phipps^a, A. M. Strange^a

^a School of Agriculture, Policy and Development, The University of Reading, Reading, UK

Kol i mark och gröda

”Lantbruket kan vara rejält klimatpositivt”

Per Frankelius är forskare på Linköpings universitet och presenterade nyligen en märklig upptäckt; att FN har ”missat” att ta med fotosyntesen i sina beräkningar bakom exempelvis den senaste IPCC-rapporten.

Jordbruksaktuellt. 2020-08-17

Received: 5 January 2020 | Accepted: 4 May 2020 | Published online: 12 June 2020

DOI: 10.1002/agj2.20286

Agronomy Journal

FORUM

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



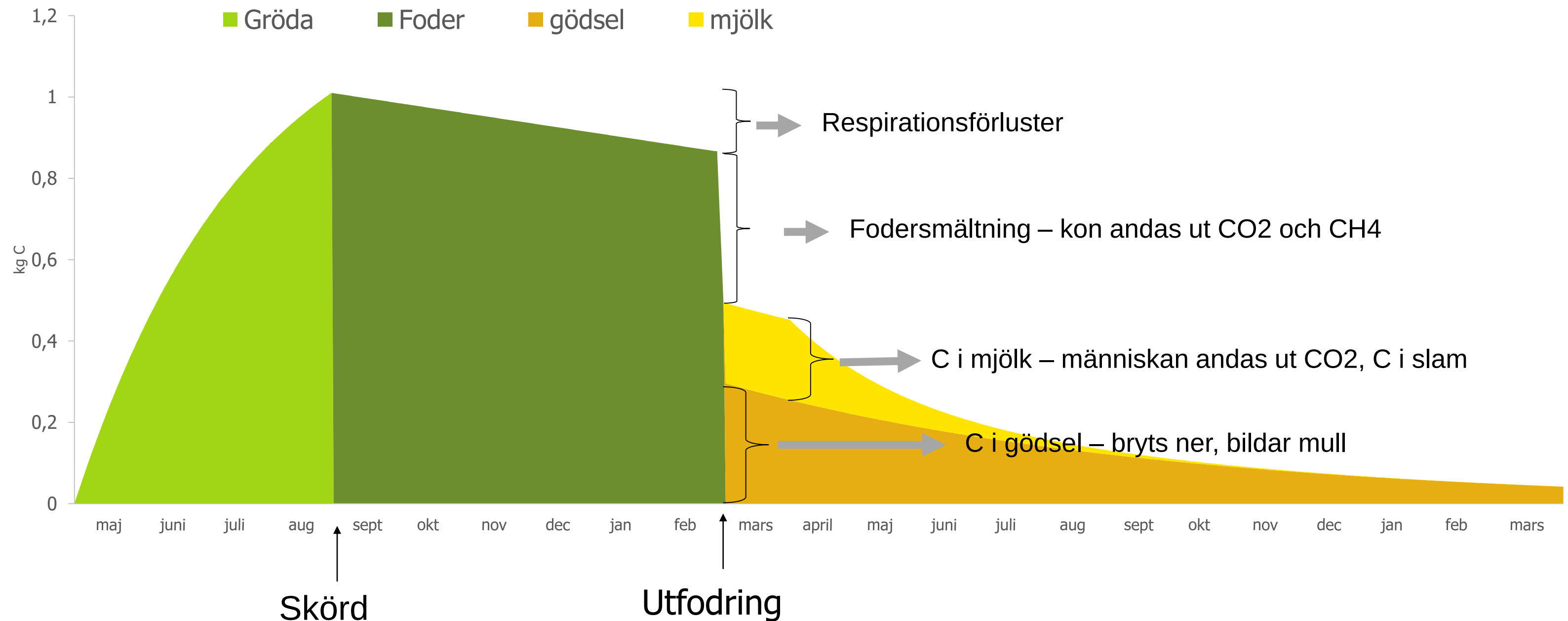
Research Article

Valuing carbon capture in agricultural production: examples from Sweden

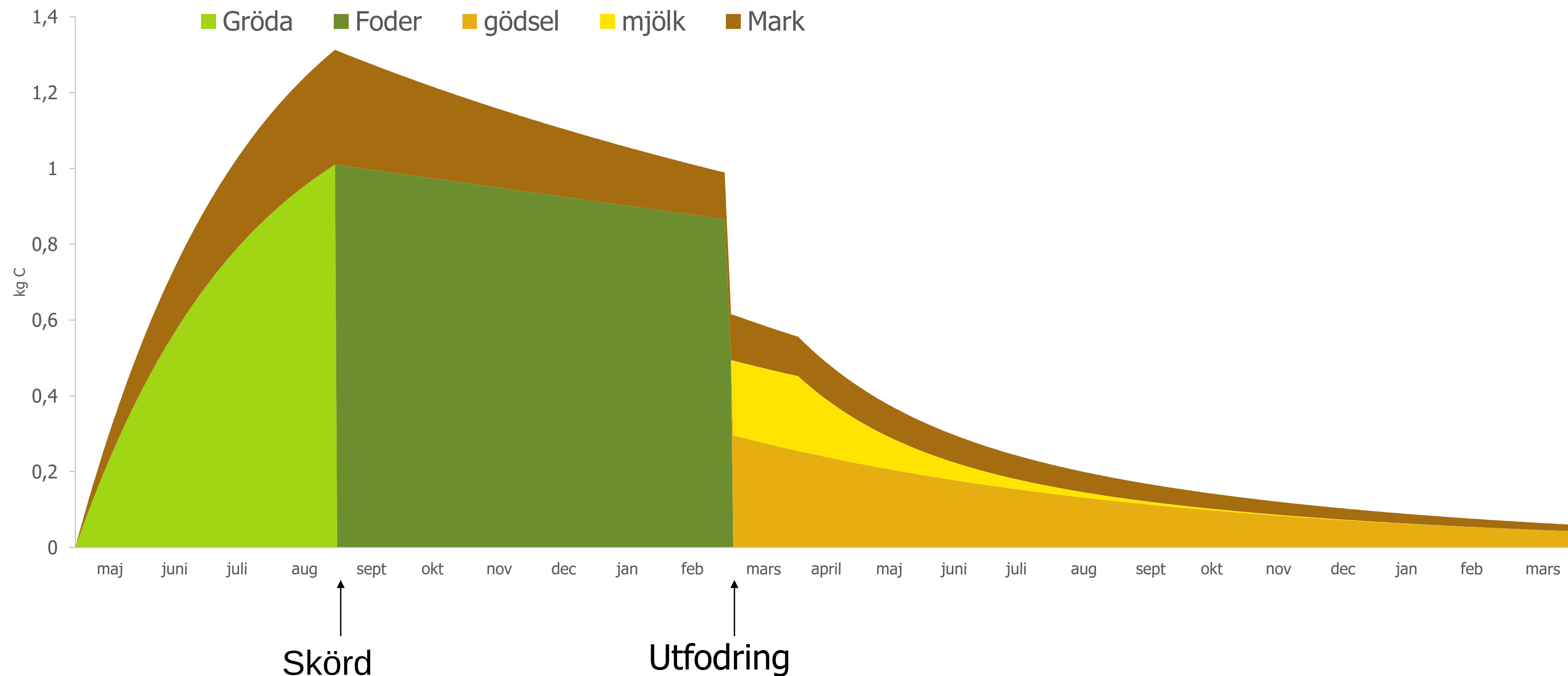
K. Linderholm¹  · T. Katterer² · J. E. Mattsson³

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

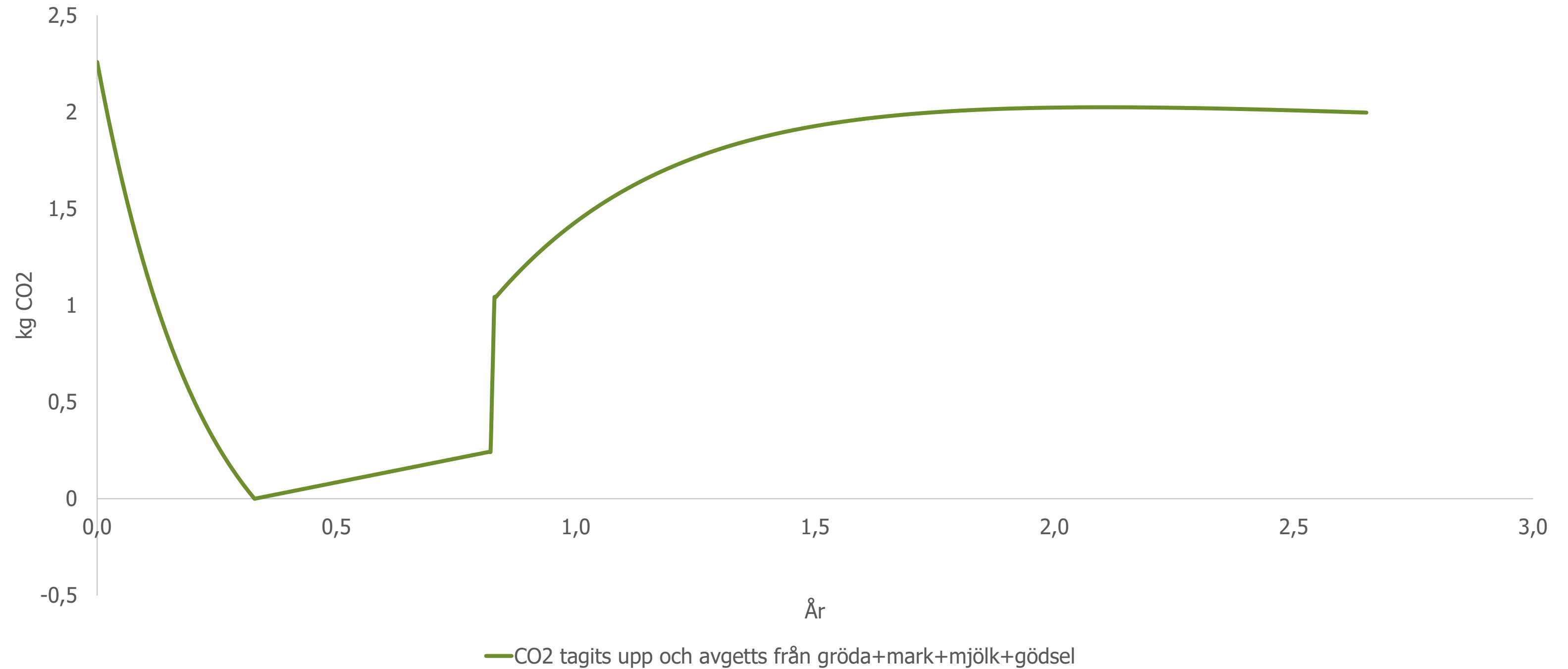
Räkneexempel: Odlar foder till mjölkko. Mängd kol i gröda, foder, mjölk och gödsel/slam



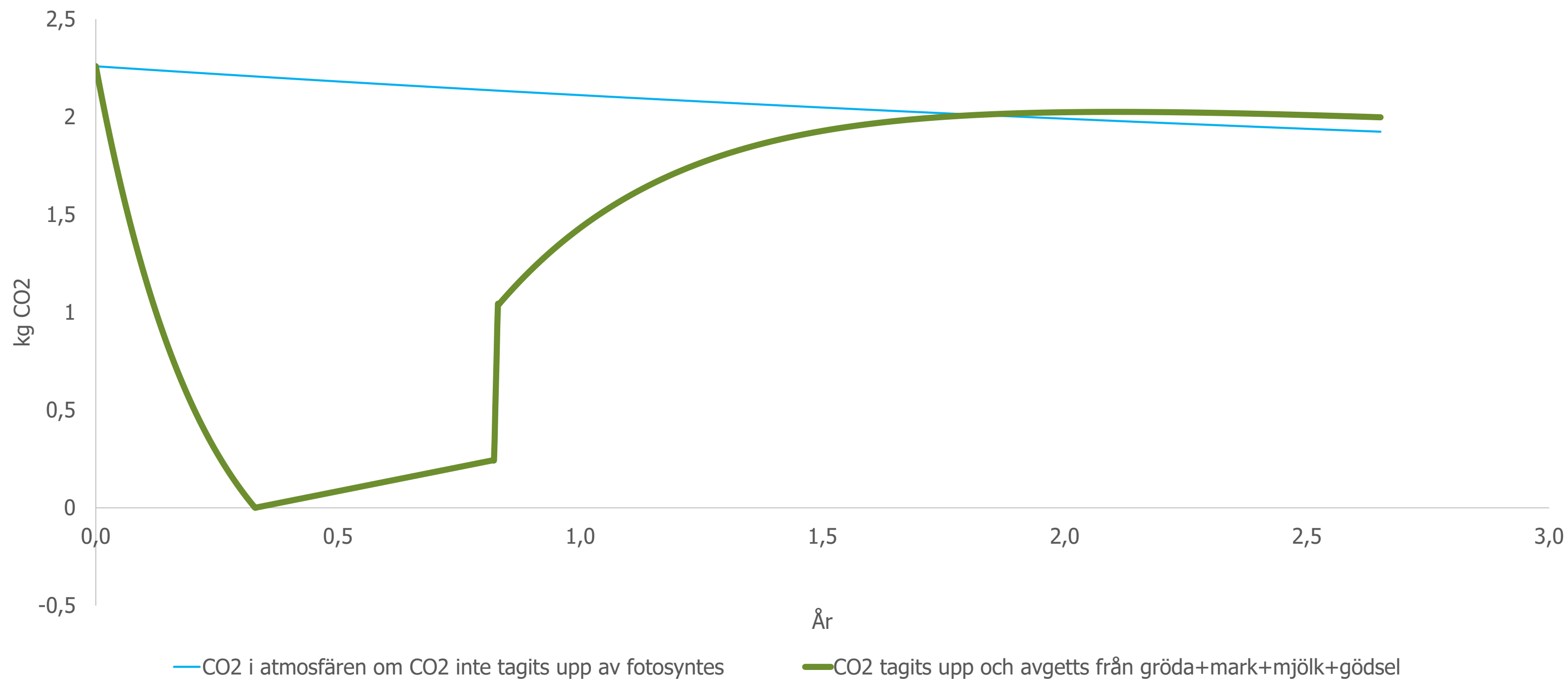
Räkneexempel: Odlar foder till mjölkko. Mängd kol i gröda, foder, mjölk och gödsel/slam

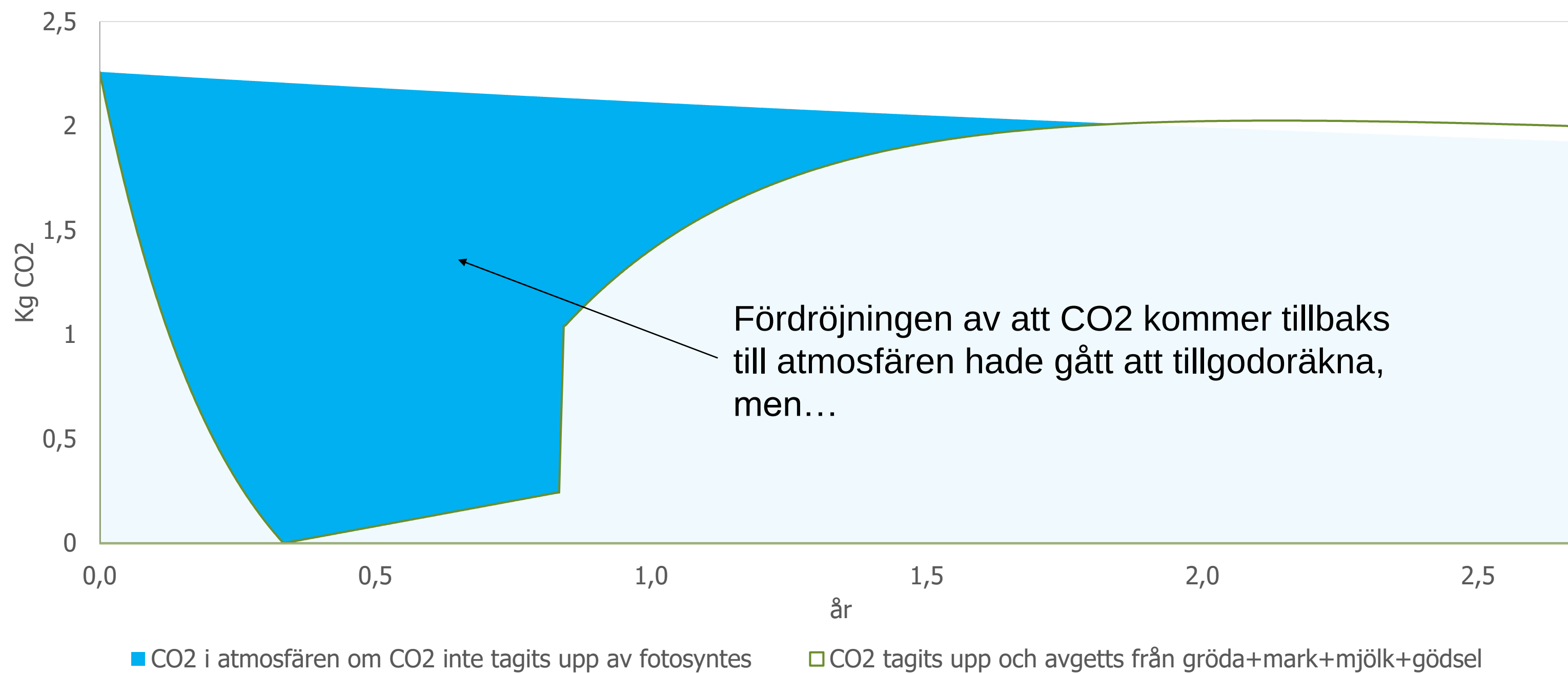


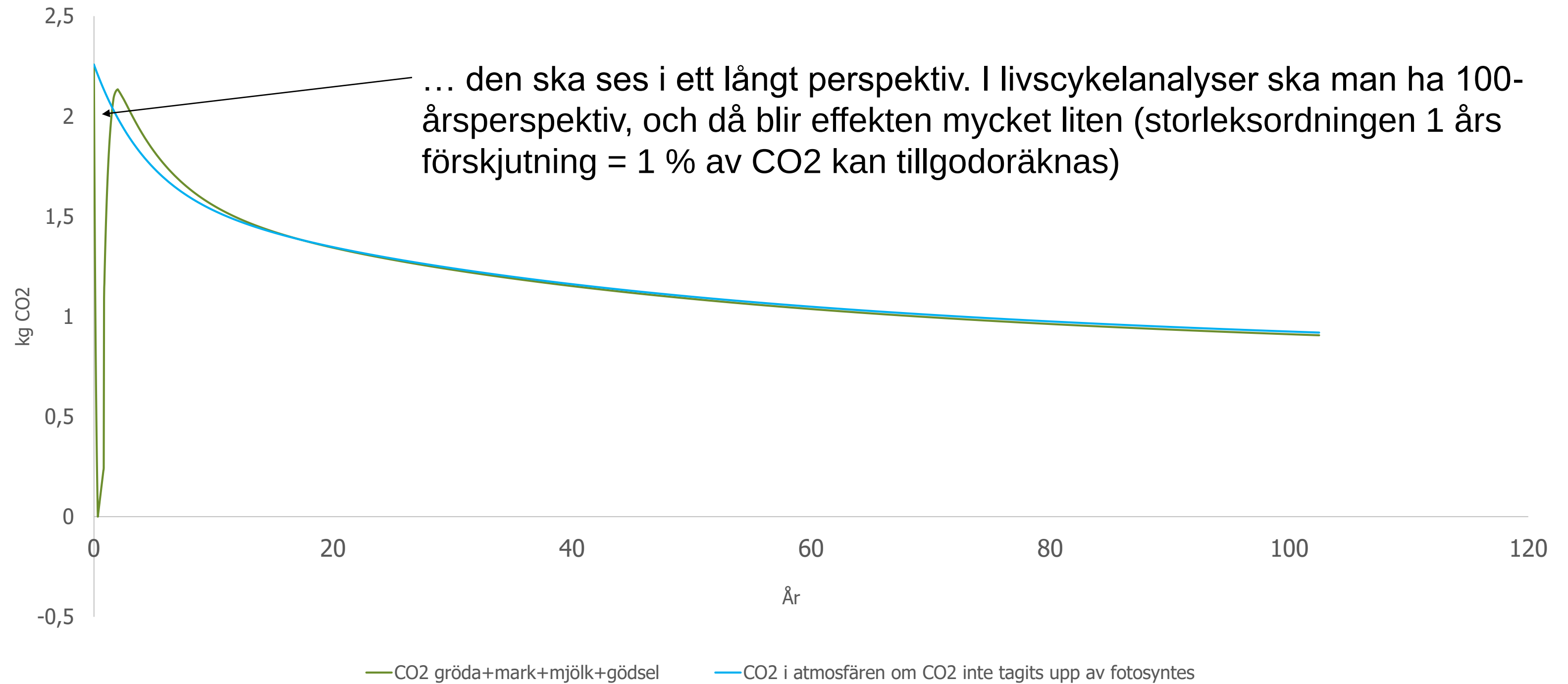
Koldioxid tas upp i grödan, och återgår relativt snabbt till atmosfären



Jämförelse med vad som hänt med koldioxiden om den inte tagits upp i gröda







Received: 5 January 2020 | Accepted: 4 May 2020 | Published online: 12 June 2020

DOI: 10.1002/agj2.20286

Agronomy Journal

FORUM

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



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**

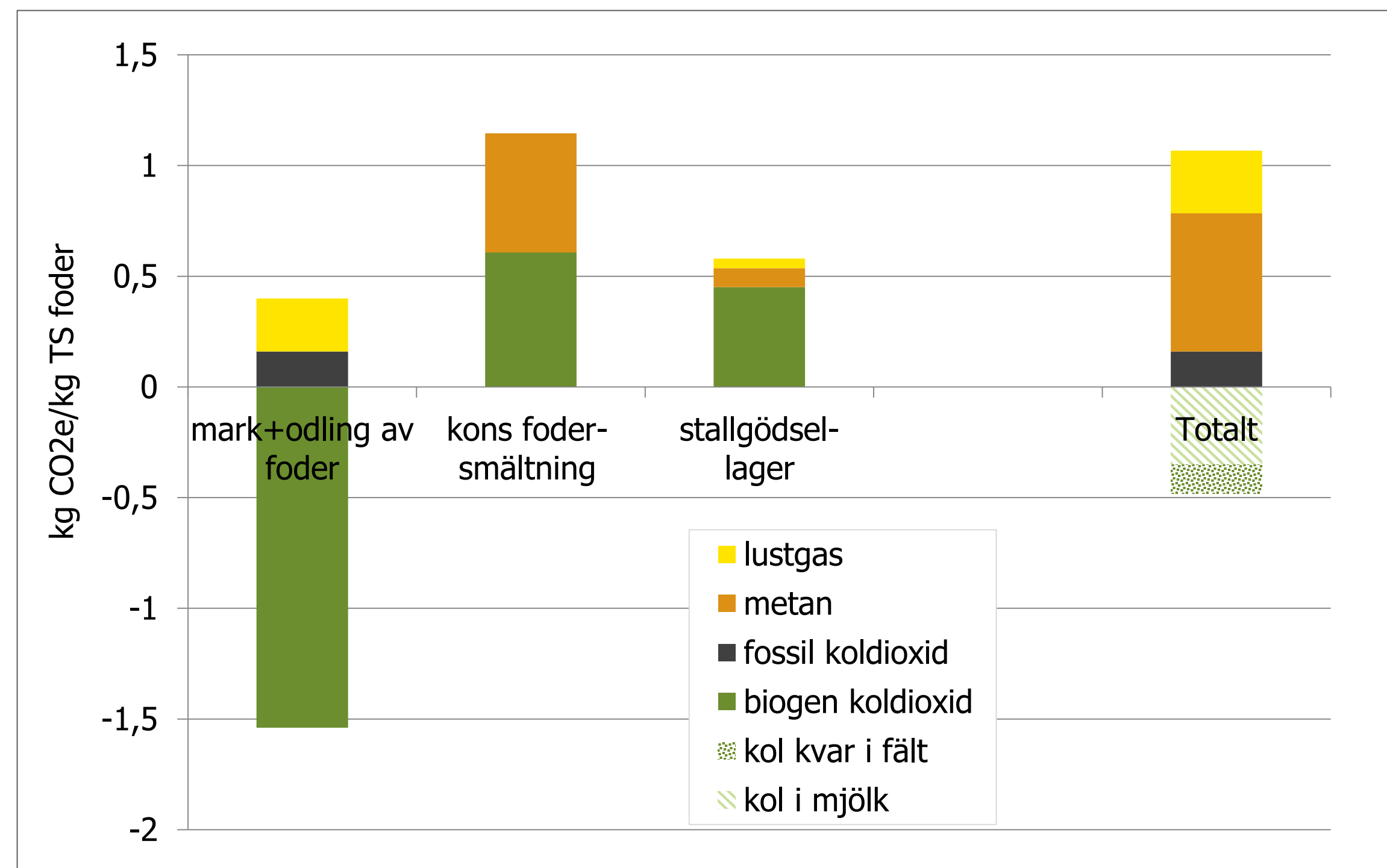
Är det verkligen ett "systemfel" som beskrivs? Ingen sådan värdering i IPCCs material.

Funkar det om man tänker längre tid än sommarhalvåret och/eller inkluderar djuren?

Bara beständig (>100(?) år) kolinlagring som kan räknas som kolsänka.

Produktion och konsumtion 1 kg TS grovfoder

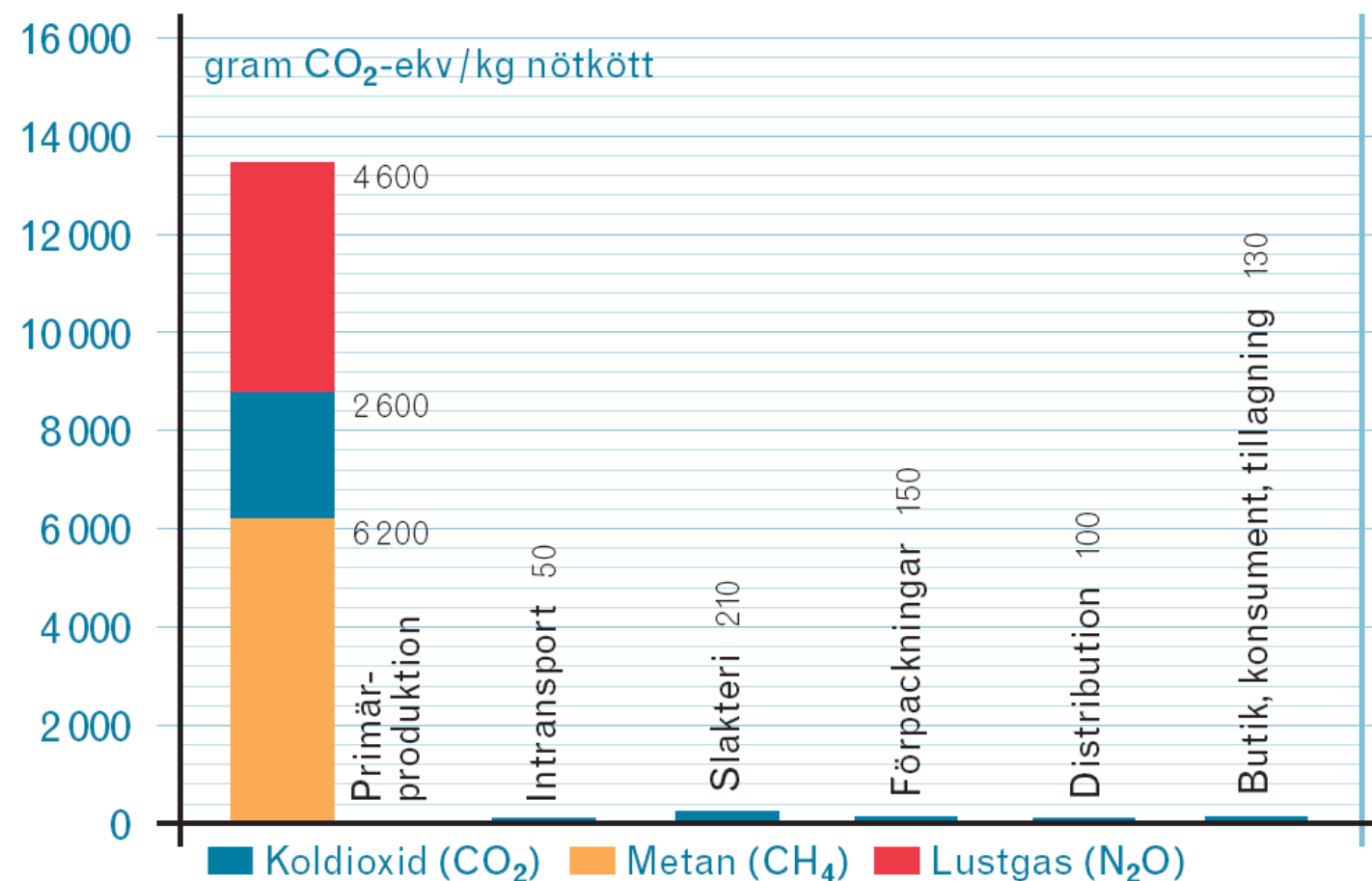
- Potentiell klimatpåverkan*, inklusive flöden av biogent kol



* Tillägg för lustgas från mark och stallgödsel
Tillägg insatser i odlingen
Omräkning till kg CO₂e

Jordbrukets klimatpåverkan ur ett livscykelperspektiv

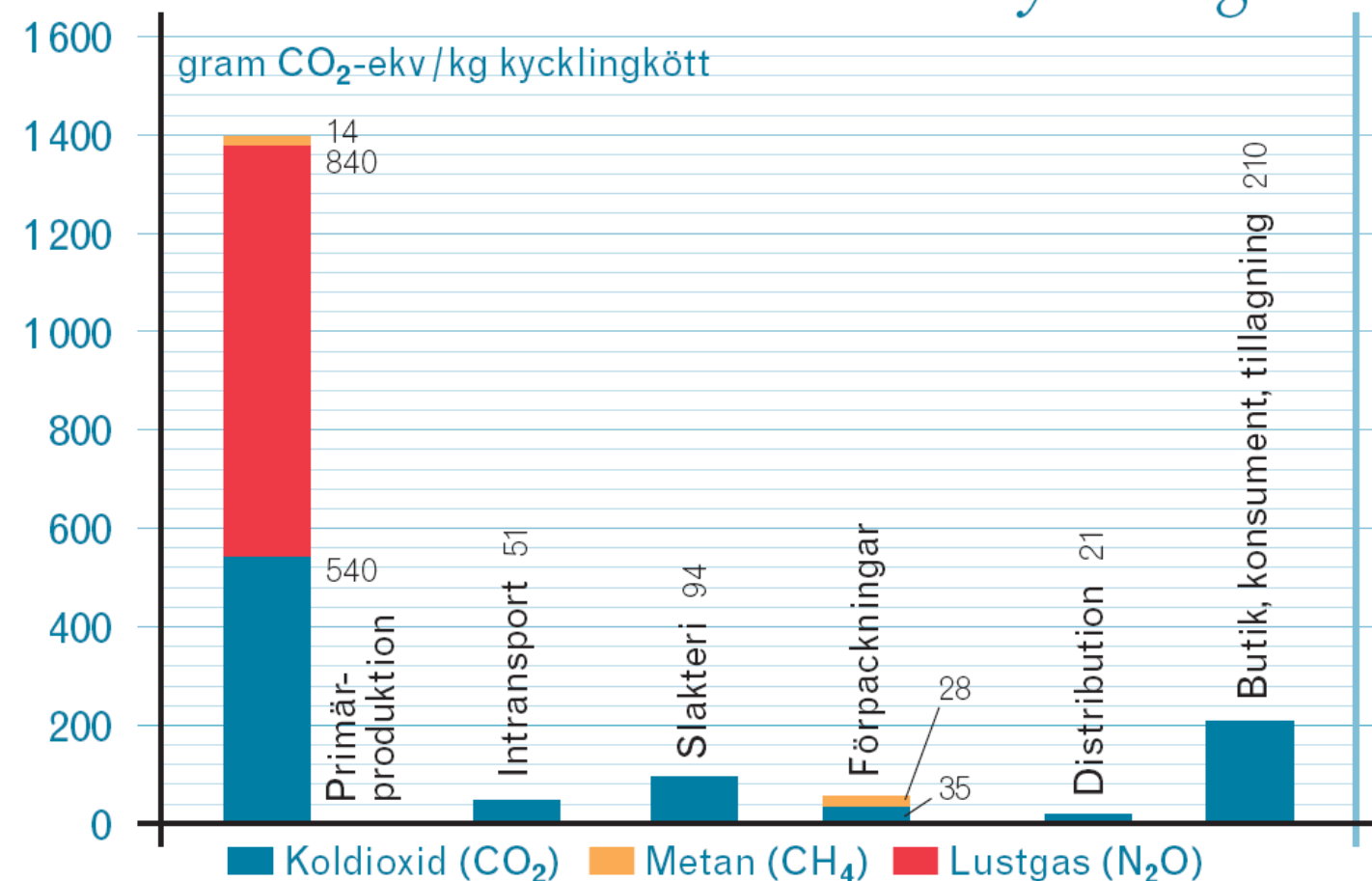
KLIMATFÖRÄNDRING: nötkött



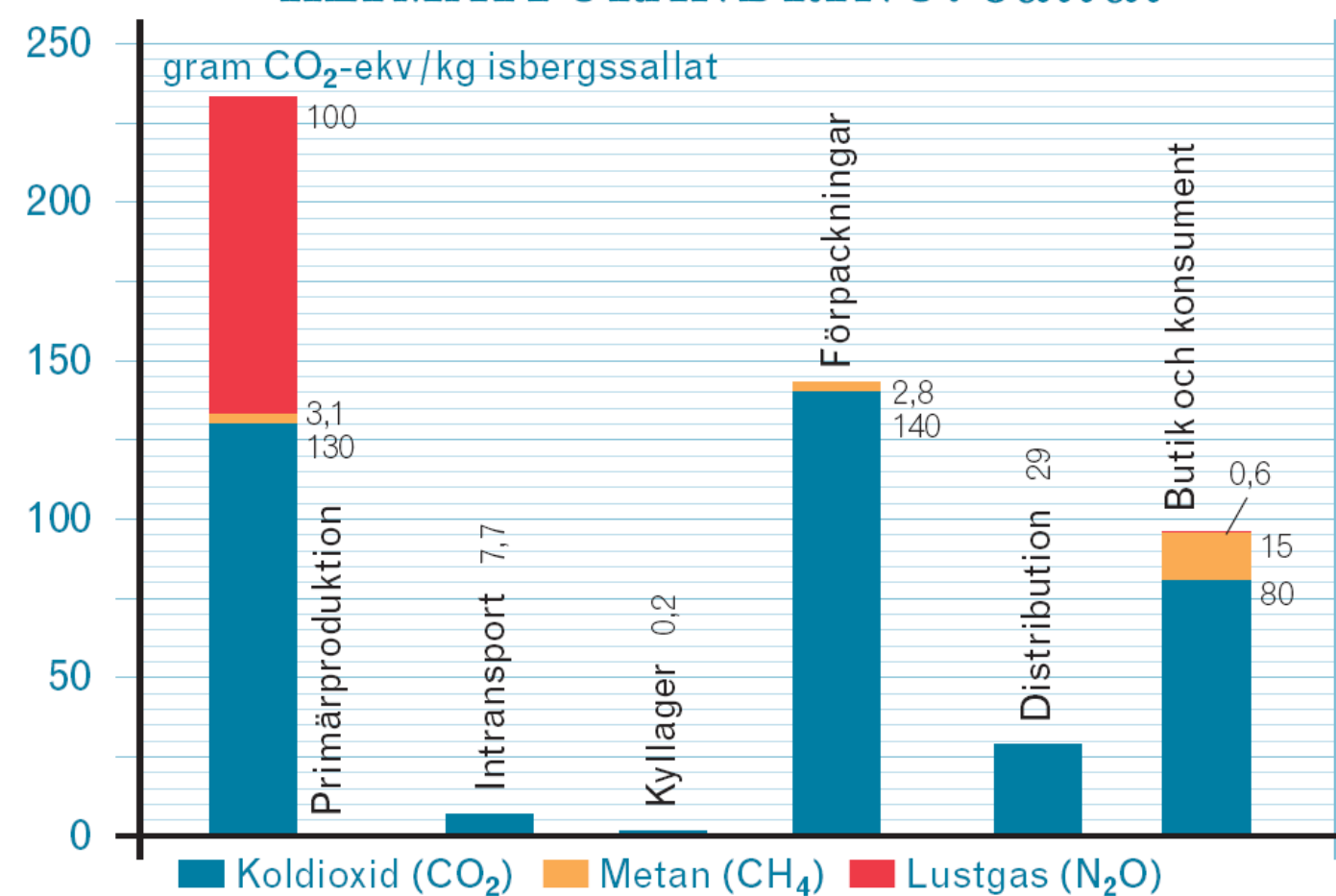
Klimatavtryck för livsmedel från jord till bord

Svenskt sigill. 2002. Maten och miljön - Livscykelanalys av sju livsmedel.

KLIMATFÖRÄNDRING: kyckling

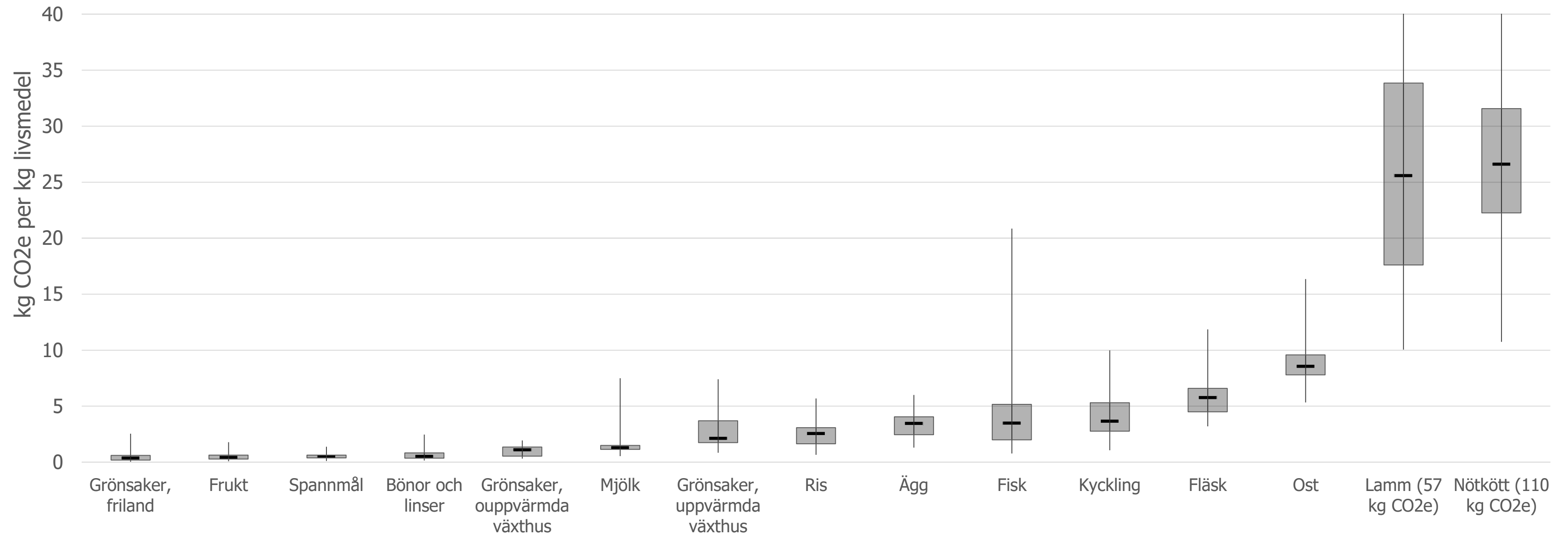


KLIMATFÖRÄNDRING: sallat



Klimatavtryck för några vanliga livsmedelskategorier

kg CO2e per kg livsmedel (för kött per kg benfritt kött)

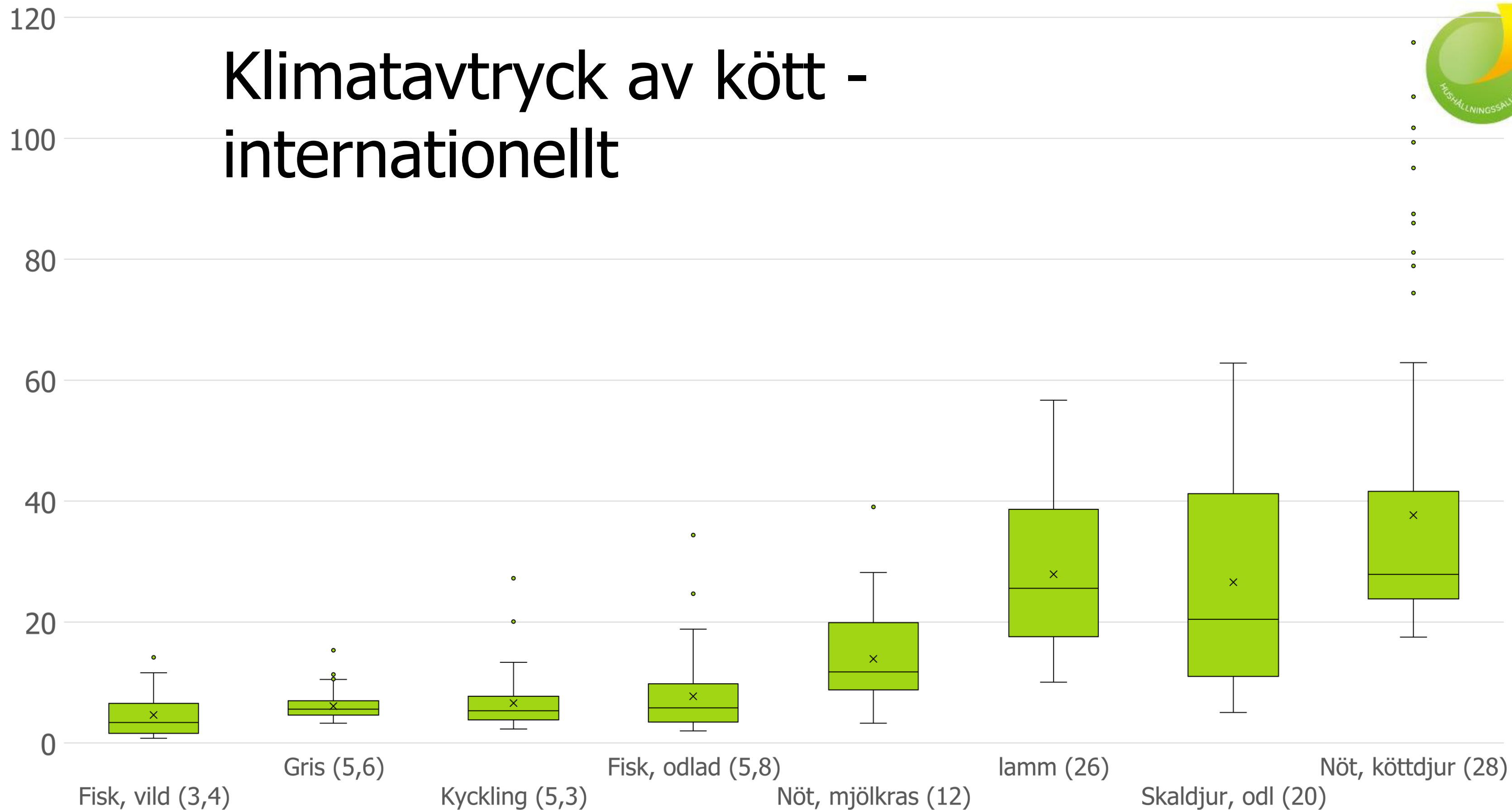


Sammanställning av stort antal internationella studier (Clune et al, 2017)

Klimatavtryck av kött - internationellt



kg CO₂e/kg benfritt kött

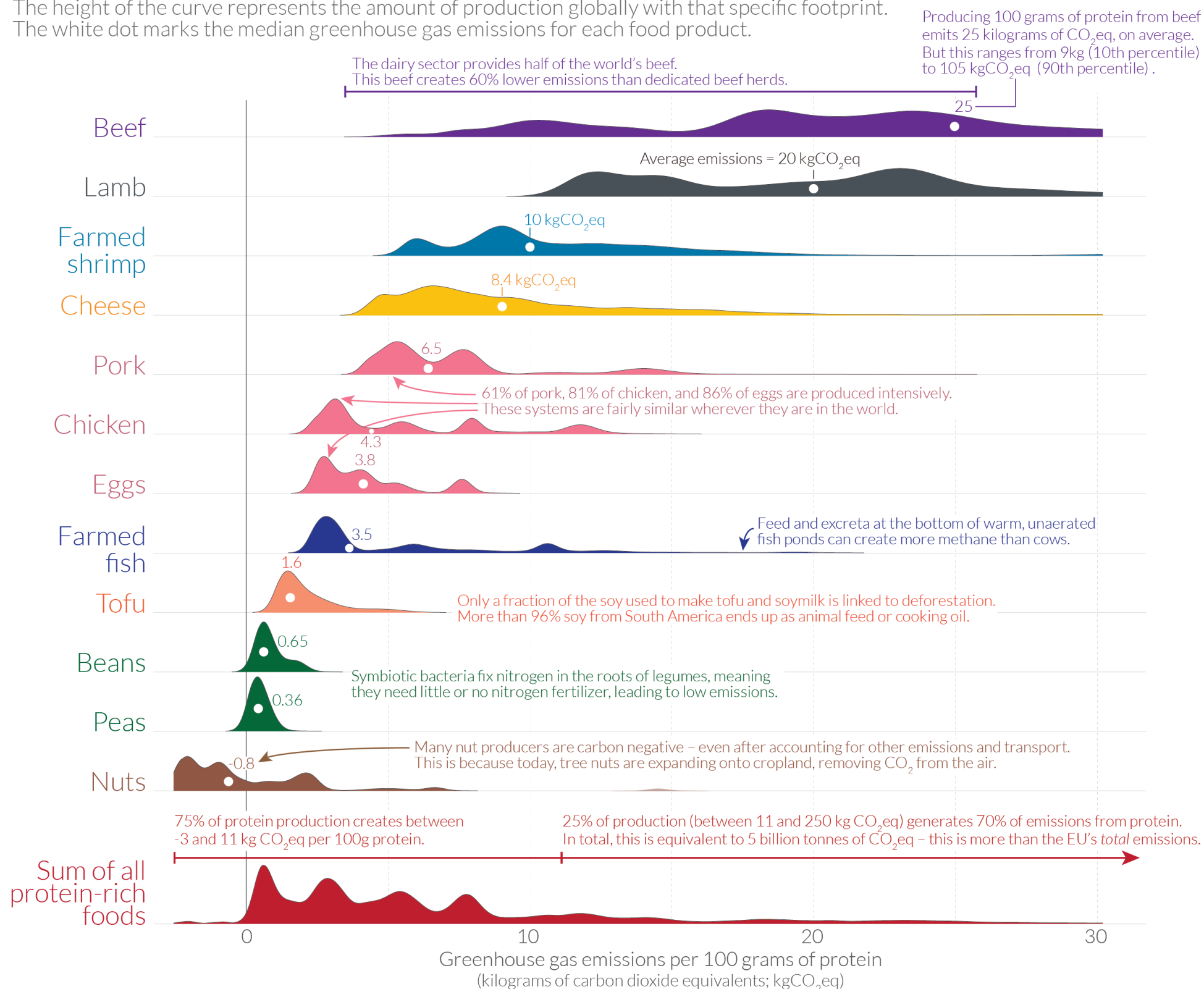


Värde i parentes = medianvärde (Clune et al, 2017; Poore & Nemecek, 2018)

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 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.



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



Näringstäthet kontra klimatavtryck

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

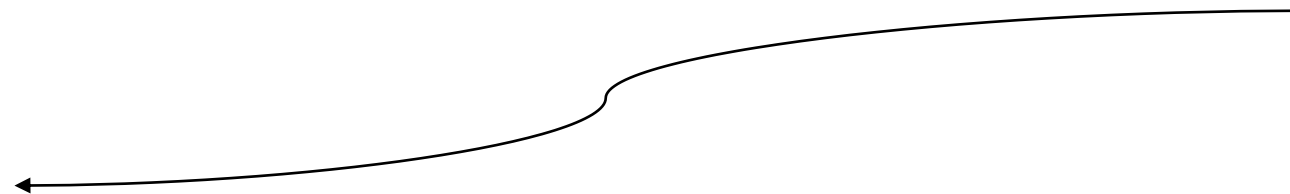


Figure 3. A combined analysis of nutrient density and climate impact of 53 food subgroups. Nutrient density was calculated by NRF11.3 per 100 kcal with weighting and climate impact was expressed as kg CO₂e/100 kcal food subgroup (at the stage of industry gate and including transport to Sweden for imported 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.