



Metan från kornas fodersmältning

Rebecca Danielsson

Disposition

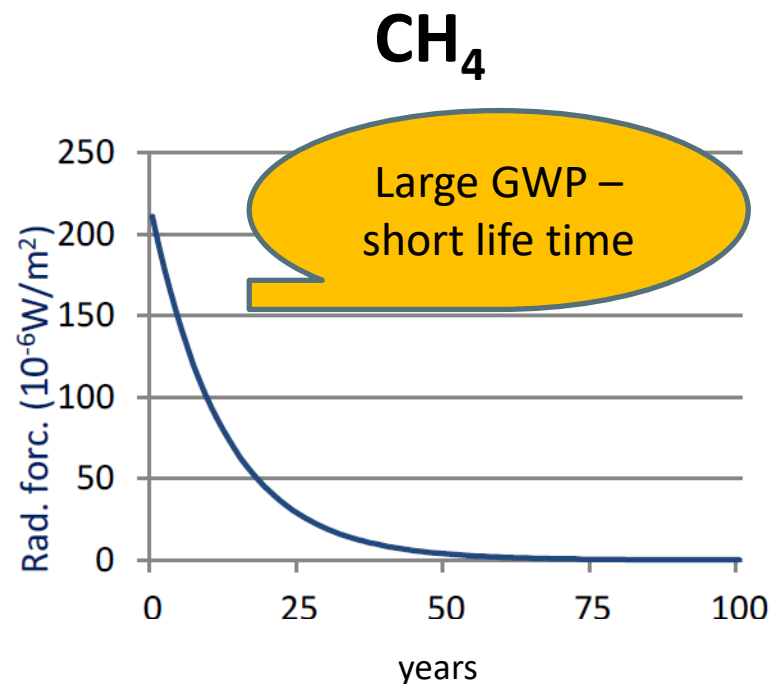
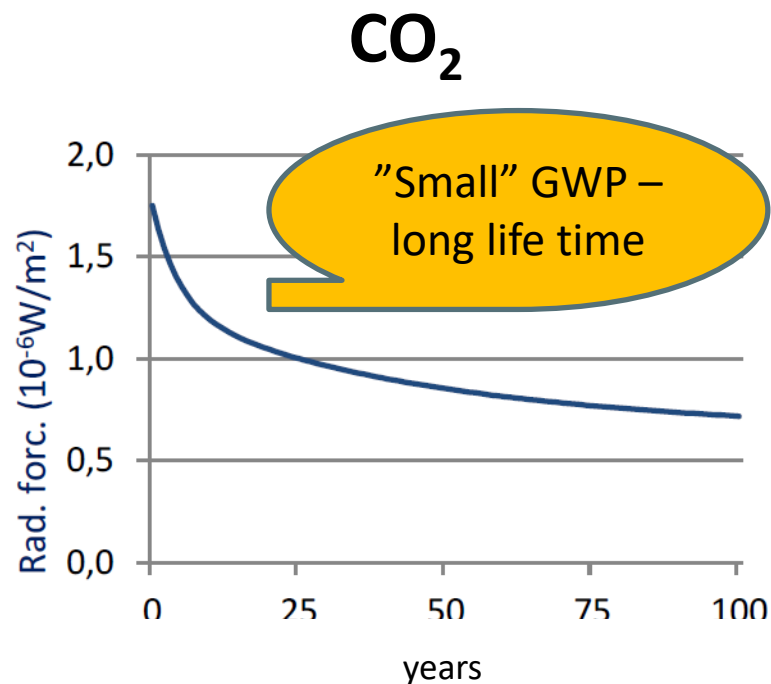
- Metanutsläpp, lite bakgrund
- Kornas metanproduktion – hur stor påverkan har den?
- Hur bildas metan i kon
- Vad görs inom forskningen idag
- Vad kan göras på gårdsnivå

Metan (CH_4)

- Bildas i syrefria miljöer, så som våtmarker (kärr), havsbottnar, risfält, lagring av avfall, djurs fodersmältningssystem.
- Växthusgas, 28 ggr större uppvärmningspotential jämfört med koldioxid (CO_2) vid beräkning av koldioxidekvivalenter för 100 år.

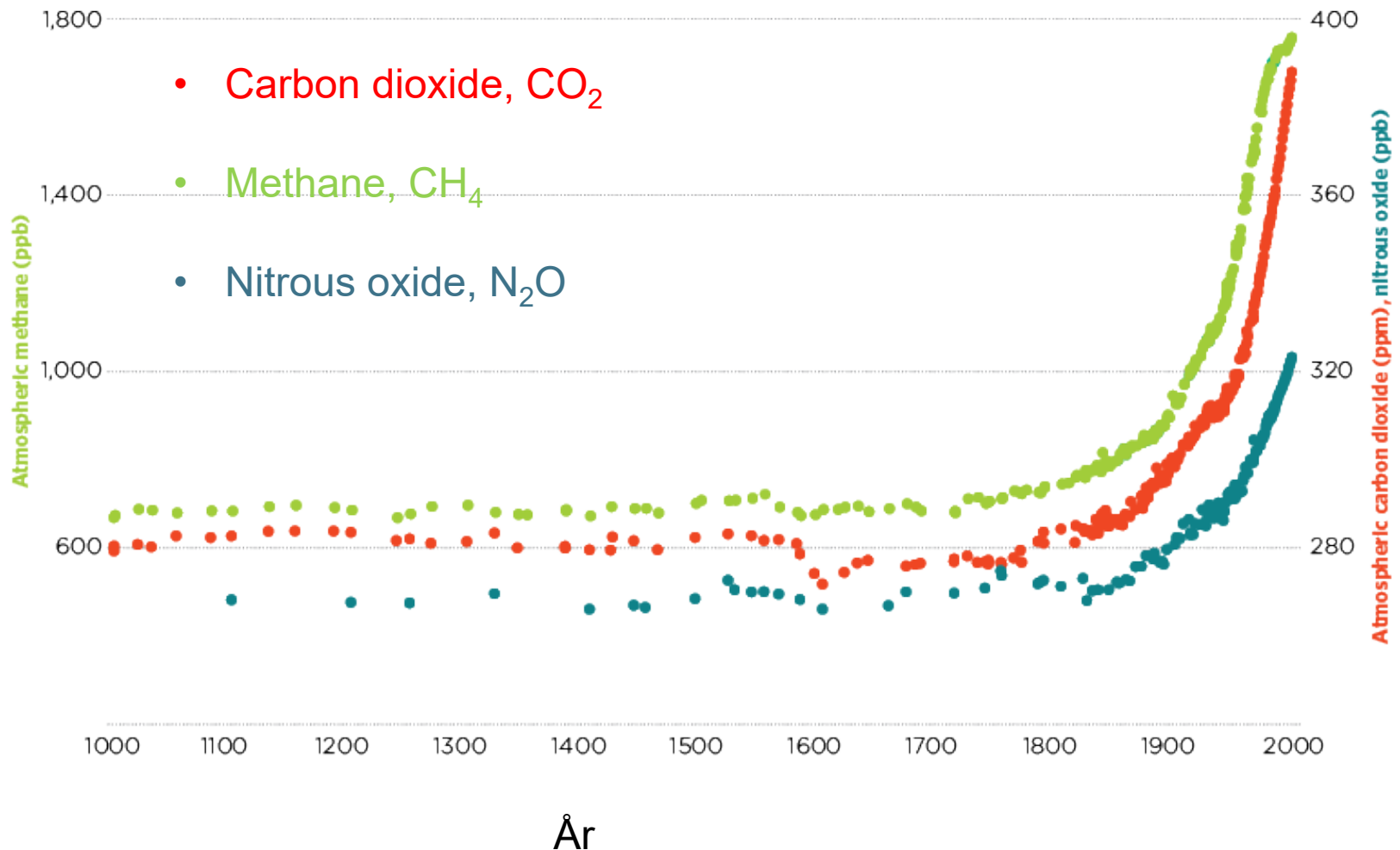
Det finns en pågående diskussion om andra beräkningsmetoder än GWP, men GWP är det som används av IPCC just nu!

Atmospheric life time – CO₂ and CH₄



Effects from emissions of 1 Mtonne

GHG – koncentrationen i atmosfären över tid



GLOBAL METHANE BUDGET 2017

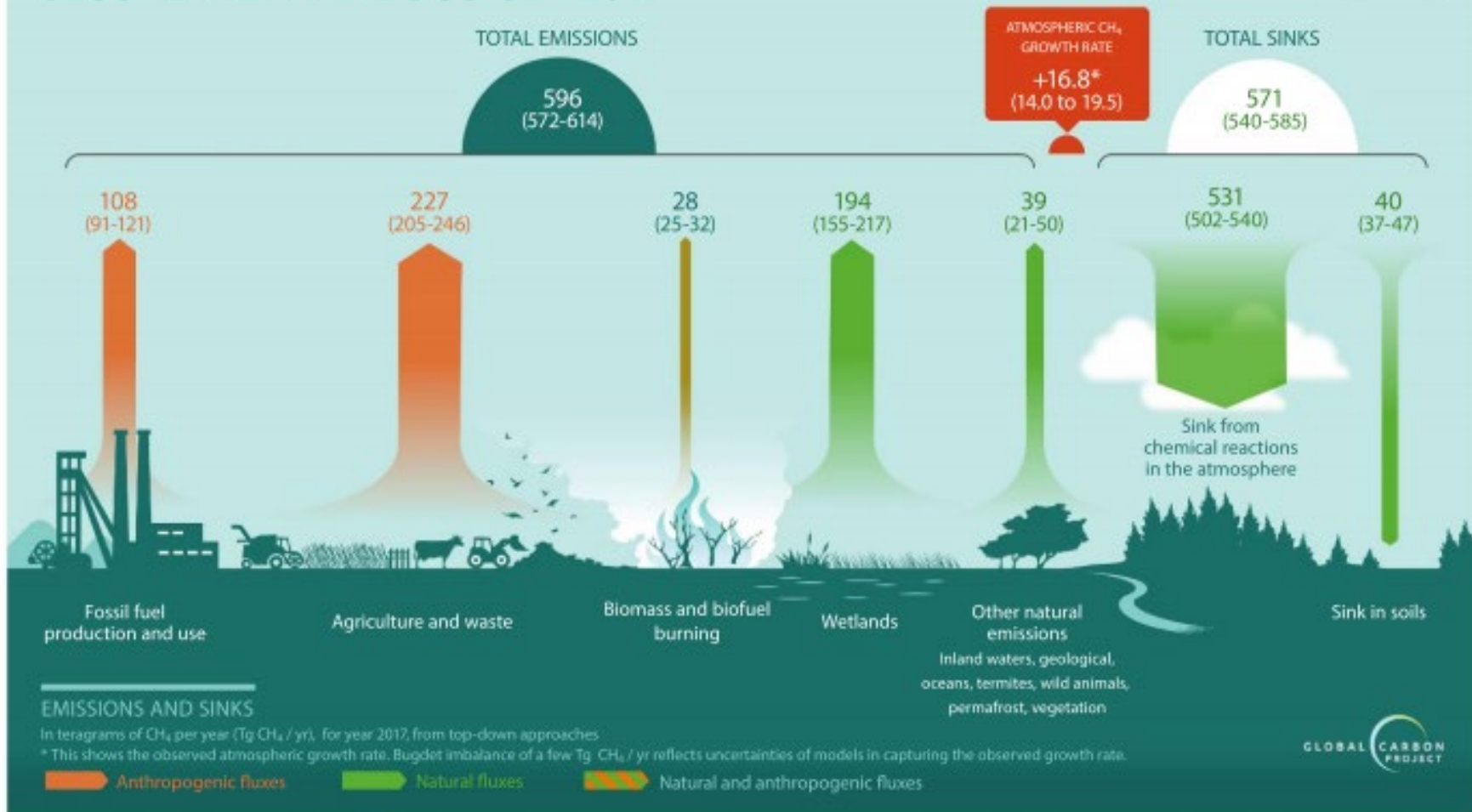


Figure 1. The global methane budget for year 2017 based on top-down methods for natural sources and sinks (green), anthropogenic sources (orange), and mixed natural and anthropogenic sources (hatched orange-green for ‘biomass and biofuel burning’).

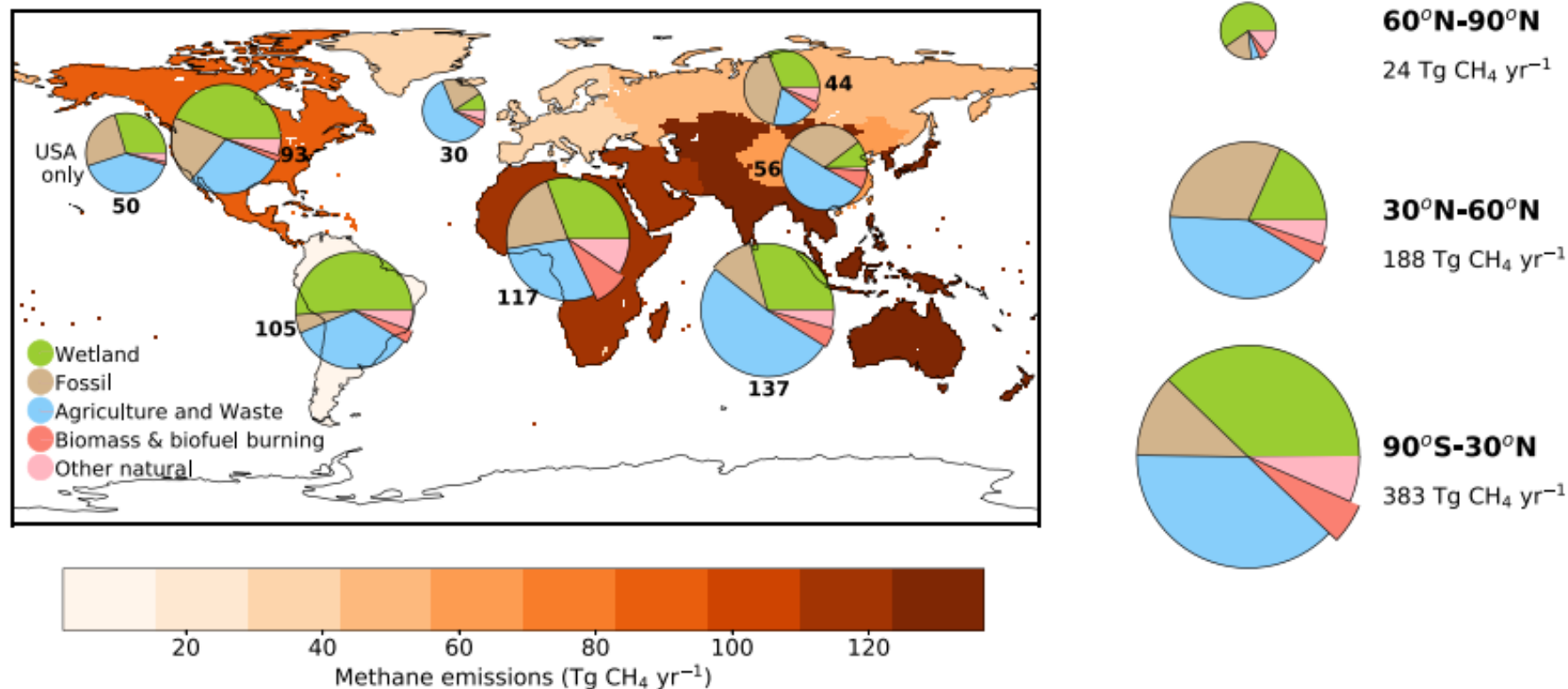


Figure 2. Methane emissions (Tg CH₄ yr⁻¹) for 2017 by region, source category, and latitude. The mean estimates shown arise from the ensemble of top-down inversion models described in Sauniois *et al* (2020).

Växthusgasutsläpp i Sverige

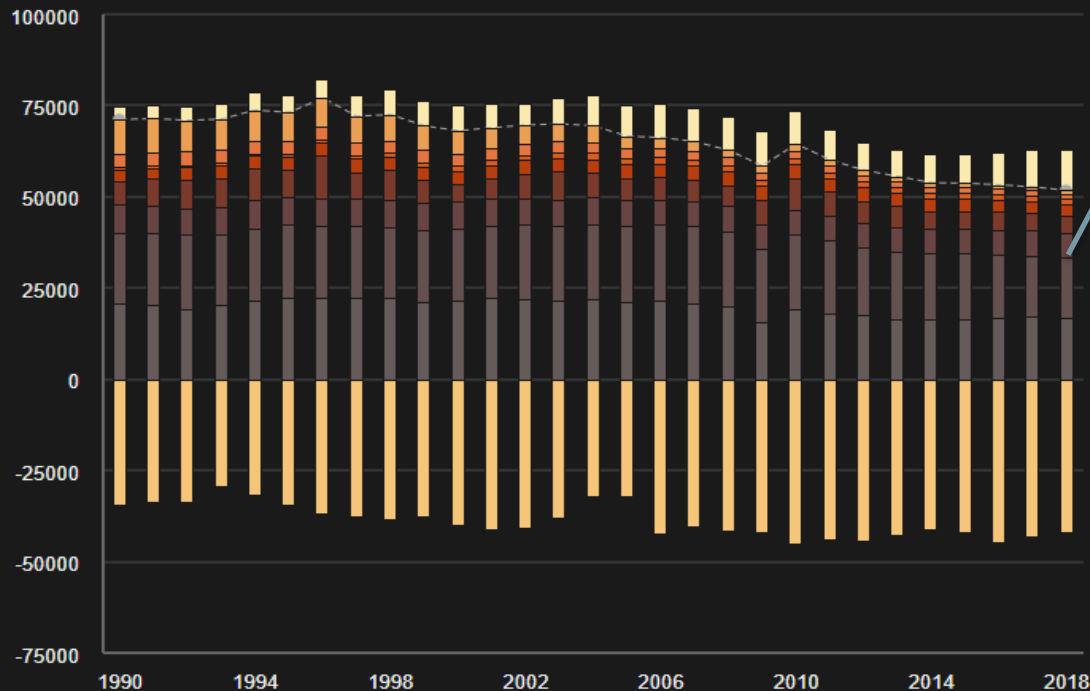
Territoriella utsläpp och upptag av växthusgaser

DIAGRAM

TABELL

LADDA NER

Tusen ton koldioxidekvivalenter



Tillhör Sveriges officiella statistik.

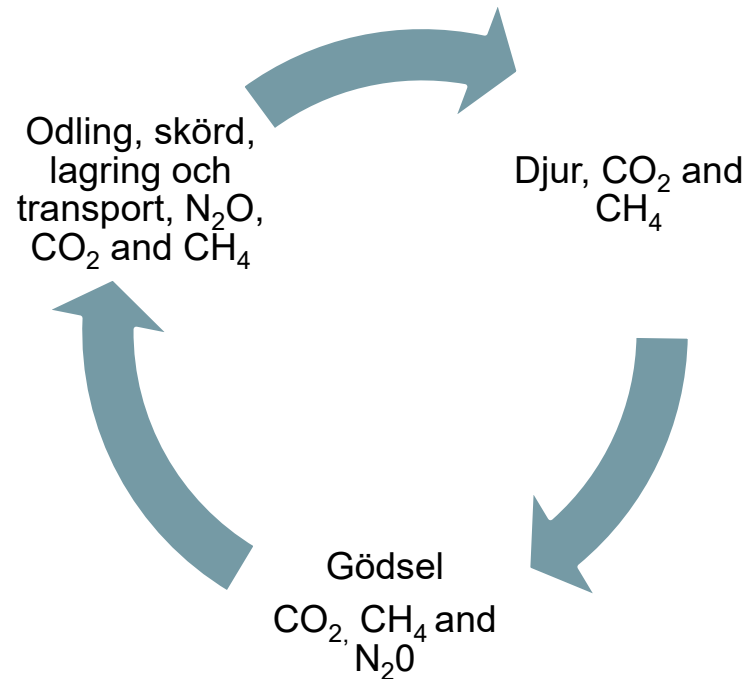
Dölj alla

- Utrikes transporter
- Totalt (exklusive markanvändning, skogsbruk och utrikes transporter)
- Markanvändning, förändrad markanvändning och skogsbruk
- Egen uppvärmning av bostäder och lokaler
- Avfall
- Produktanvändning (inkl. lösningsmedel)
- Arbetsmaskiner
- El och fjärrvärme
- Jordbruk
- Inrikes transporter
- Industri

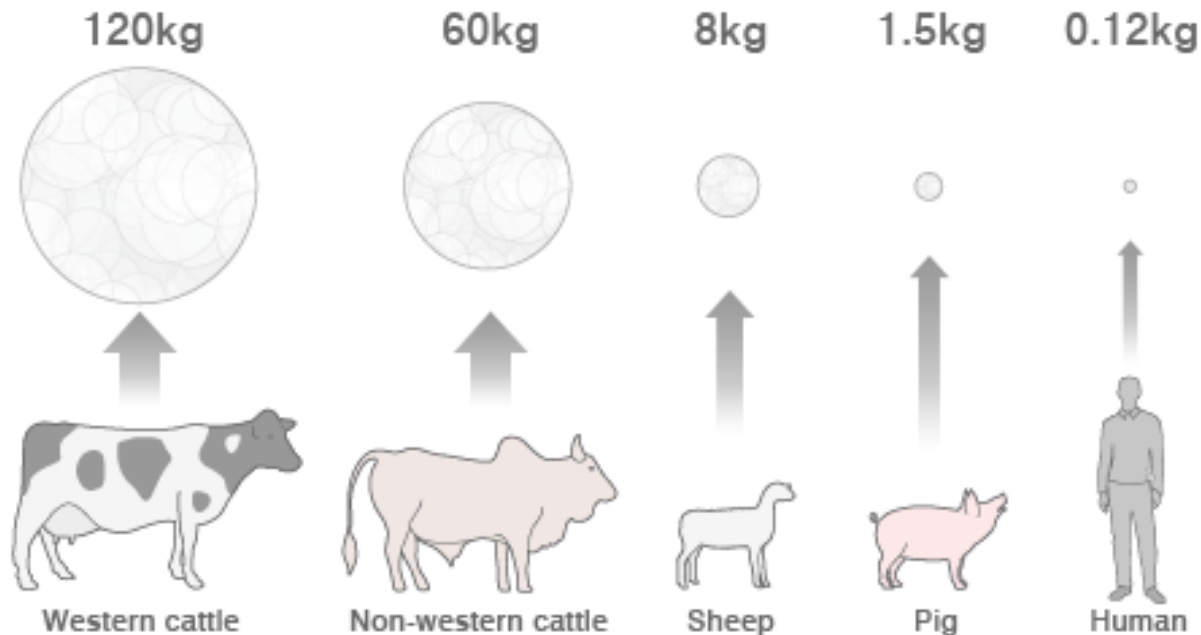
6790 CO₂ ekv.

Territoriella utsläpp och upptag av växthusgaser 1990–2018

Växthusgaser bildas i olika delar av produktionskedjan



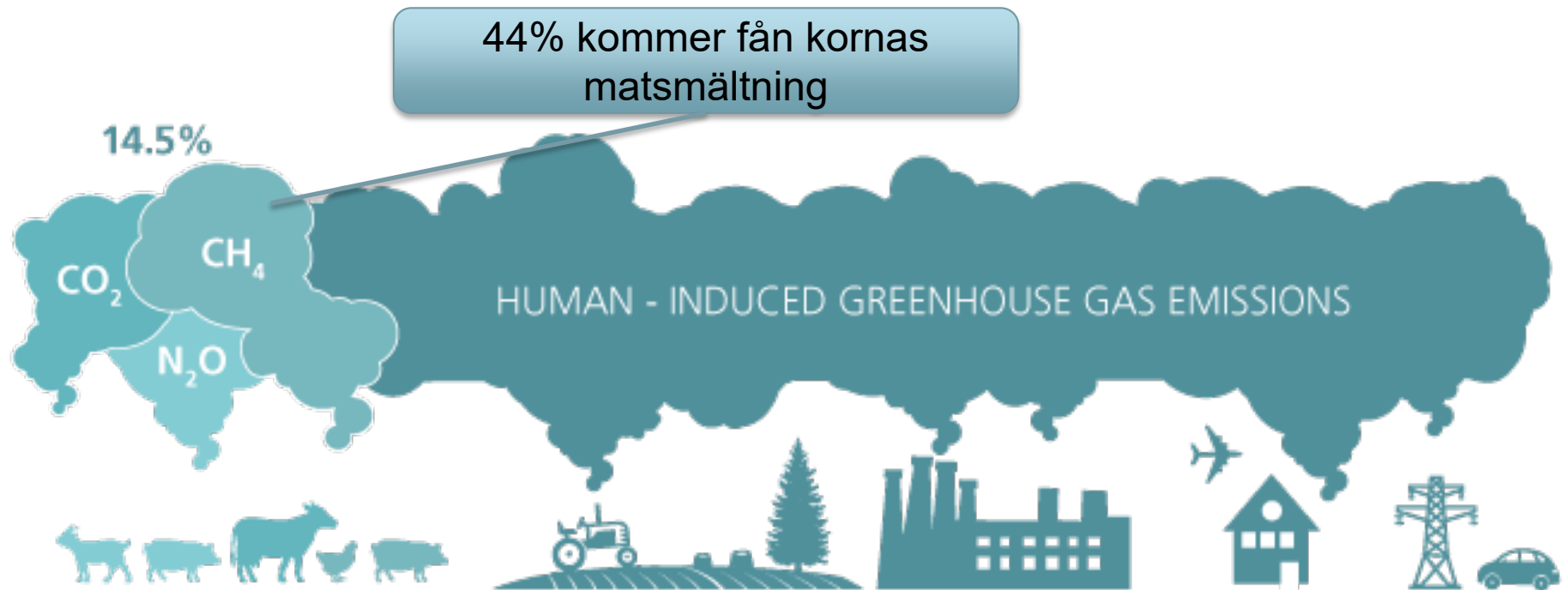
Metanproduktion sker i de flesta djur



SOURCE: Nasa's Goddard Institute for Space Science

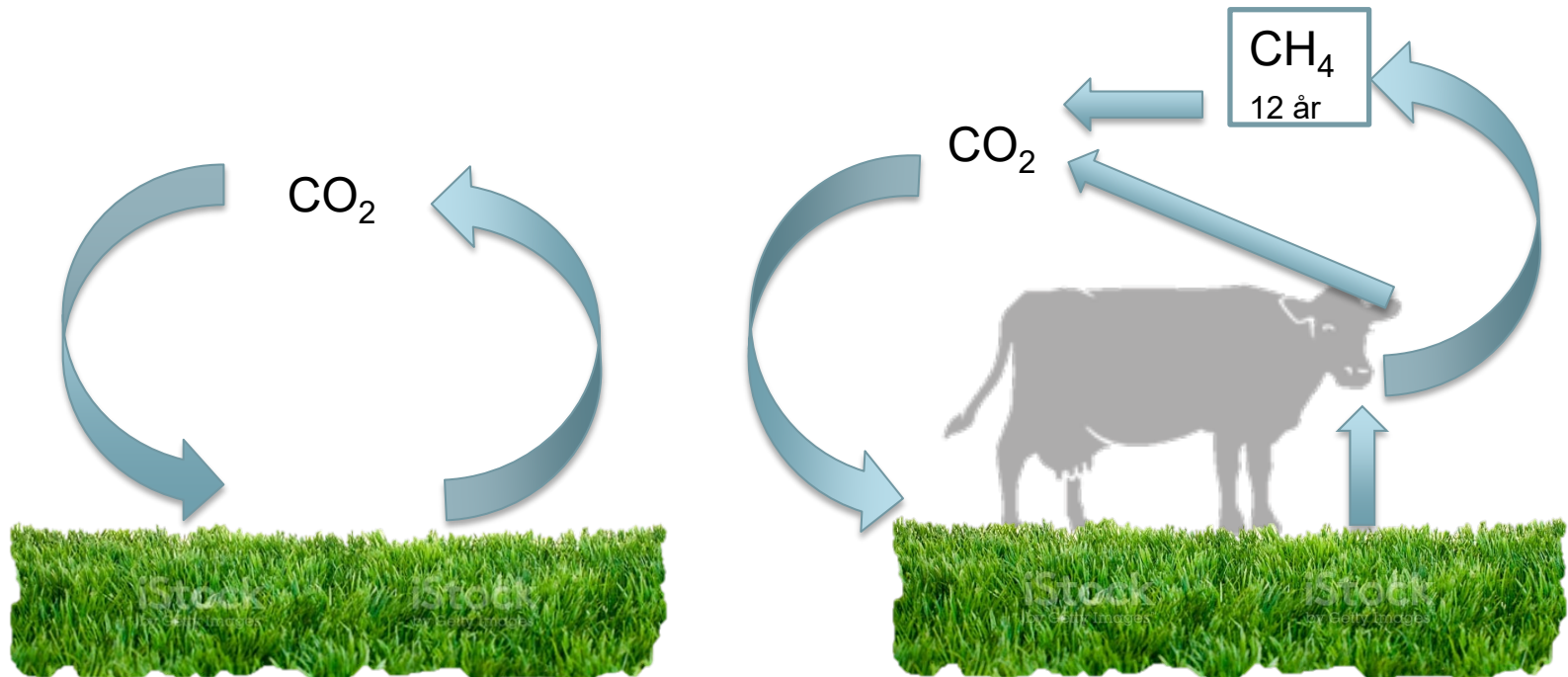
Metanproduktion per art och år

Är kornas metanproduktionen ett problem?

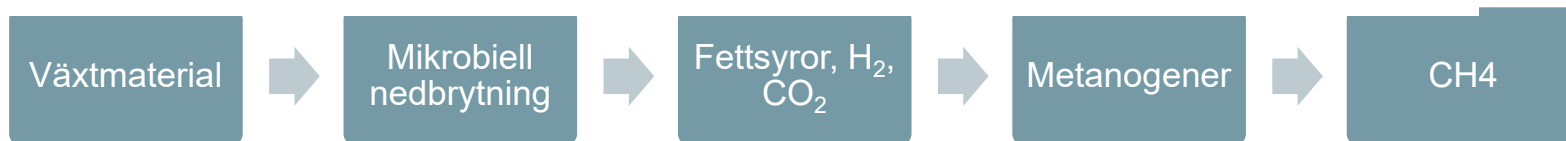
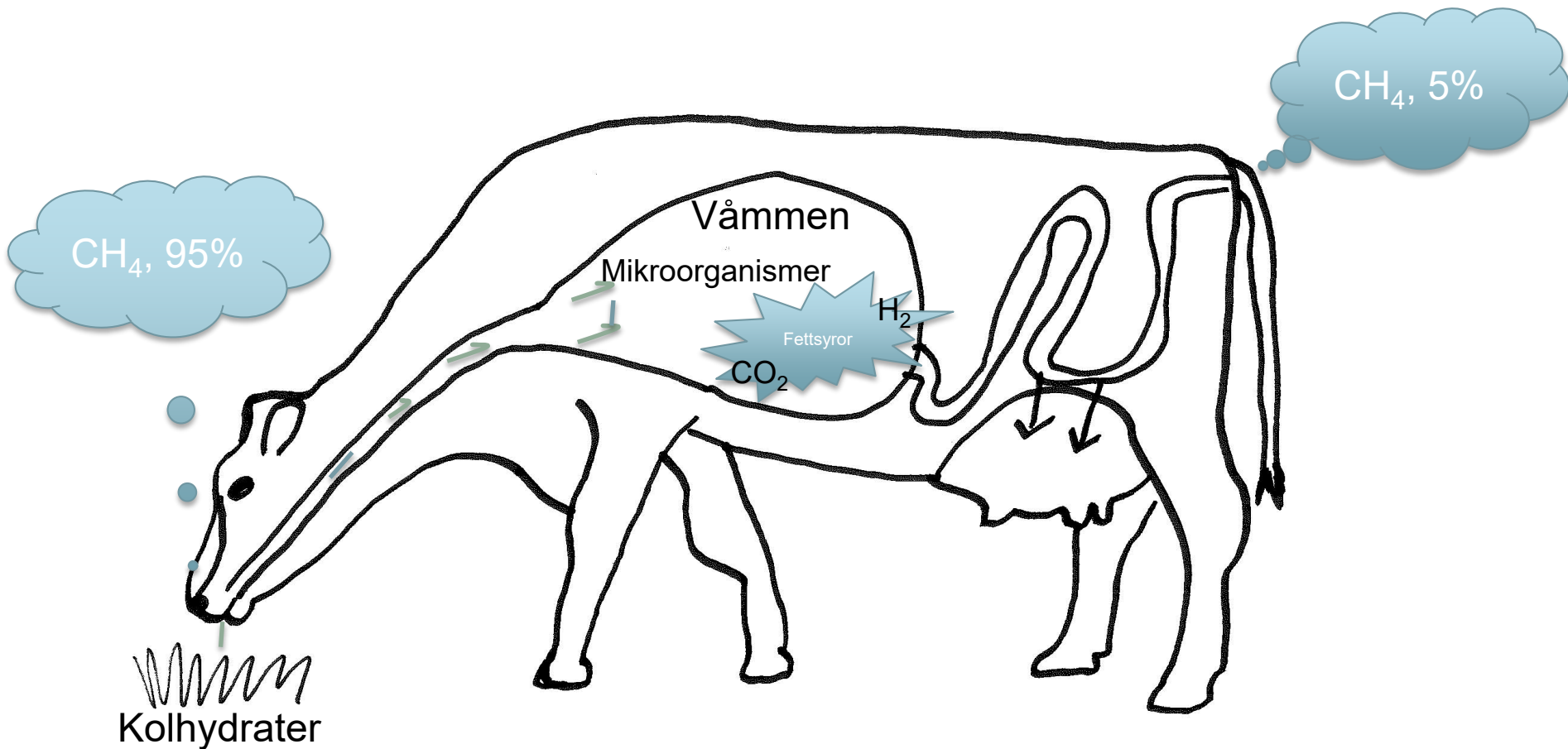


(FAO 2016)

Kolets kretslopp via koldioxid eller metan



Kons metanproduktion

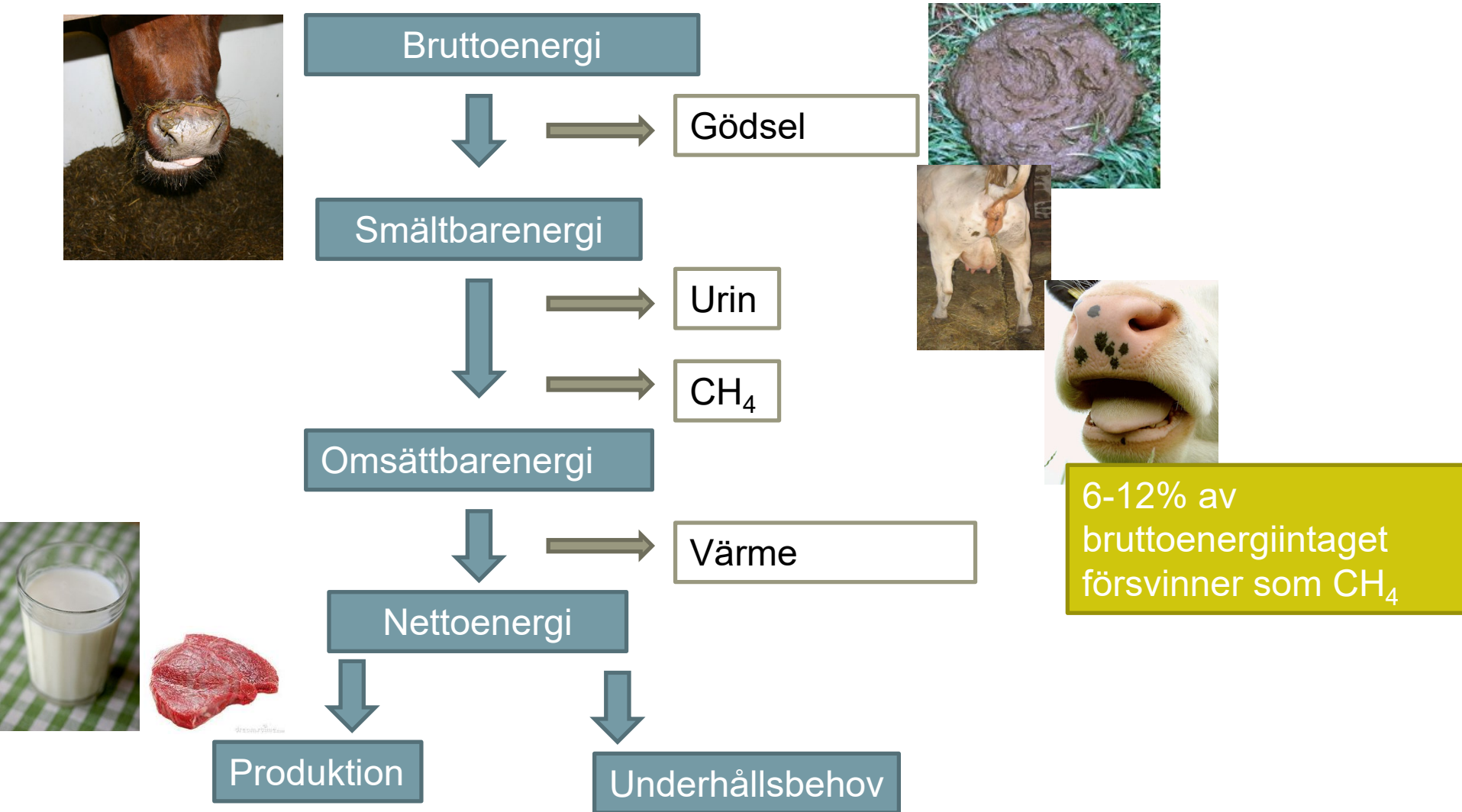


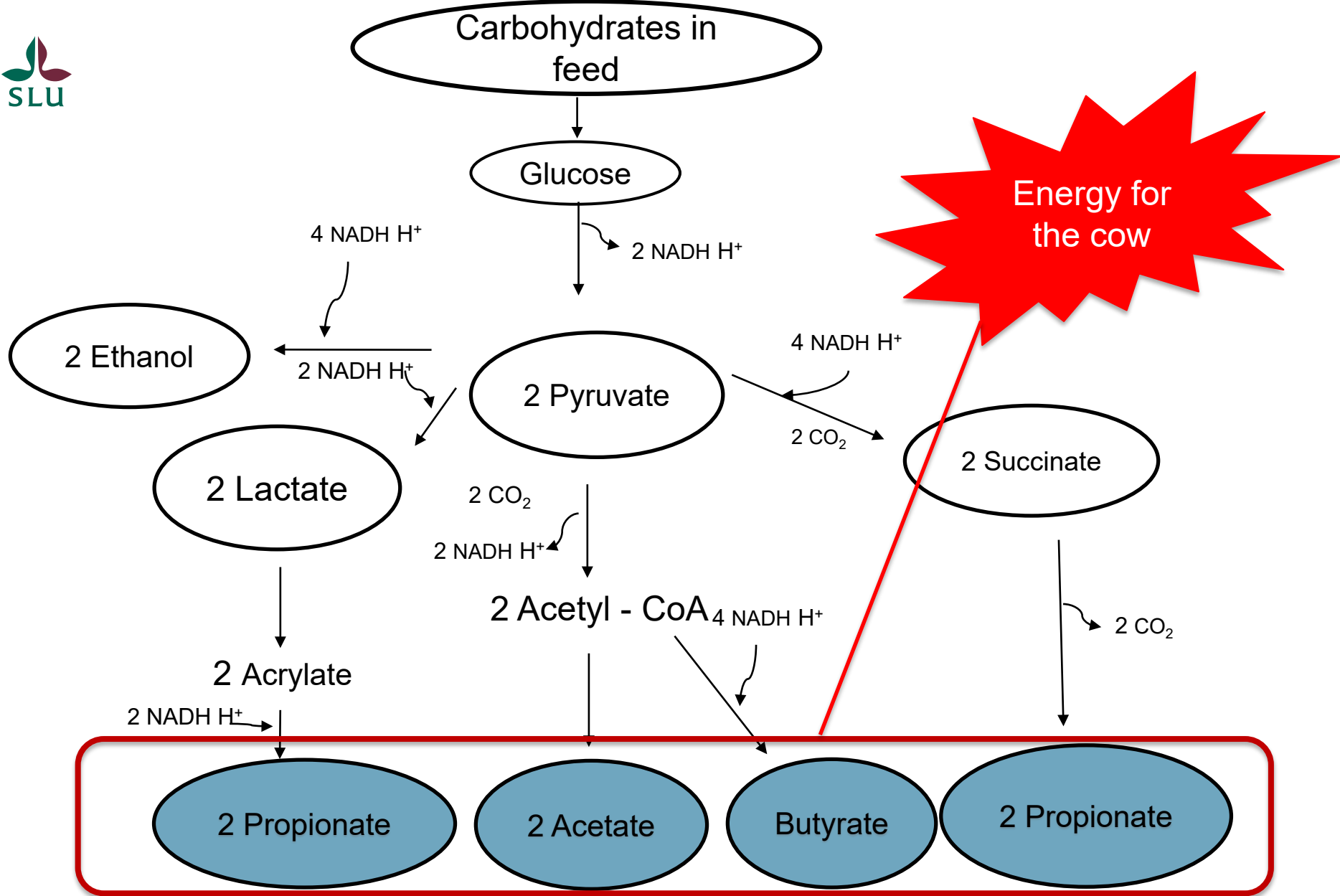
Metan är en energiförlust för kon

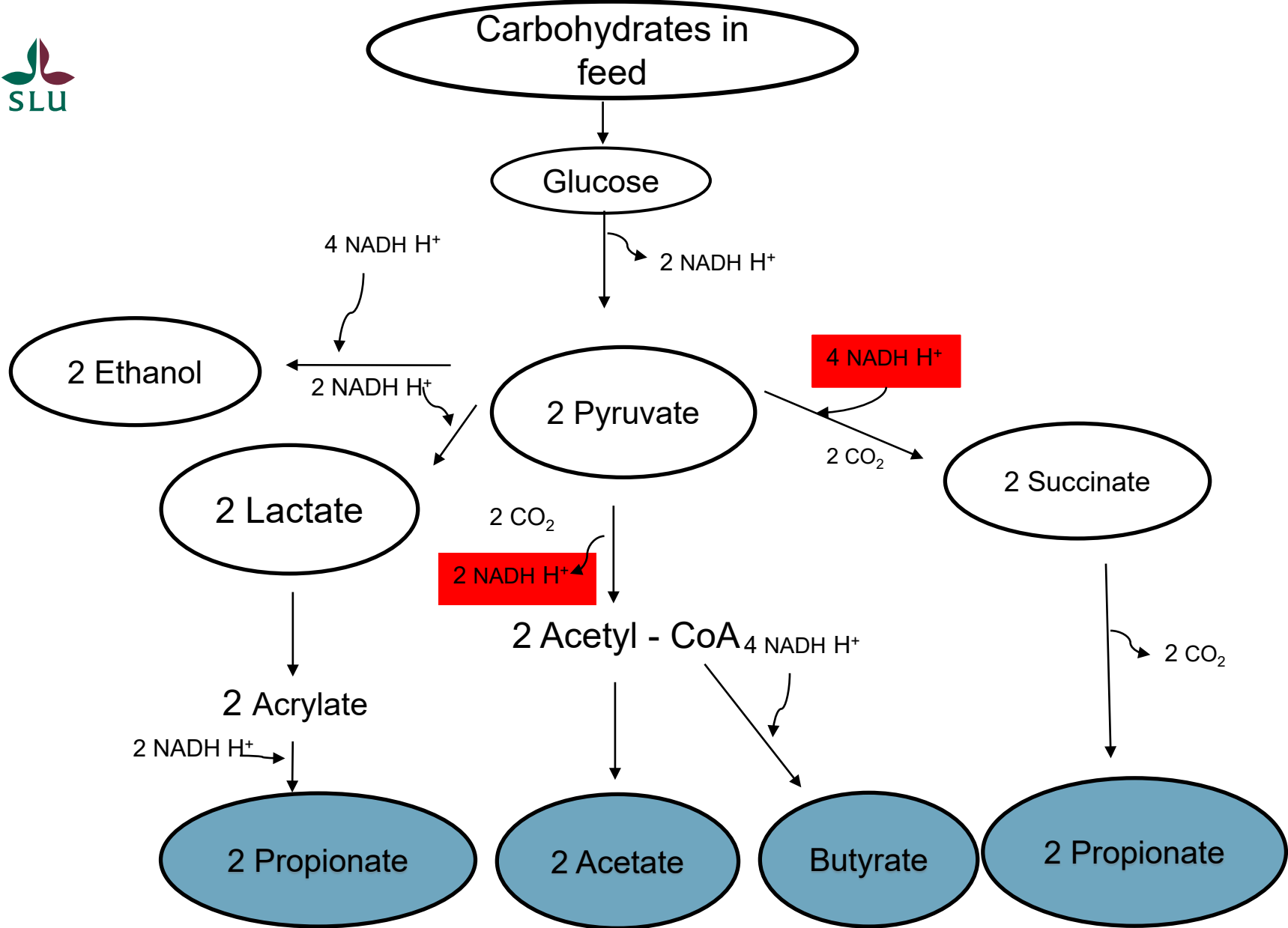
- Energiförlust av bruttoenergi (2-12%)
 - Forskning har pågått i över 100 år (Kellner (1900))
- Metanproduktion hos svenska mjölkkor 2019 (9819 Kg ECM/år), 149 Kg per ko och år, → energiförlust 6.5 % av bruttoenergi



Energiförluster





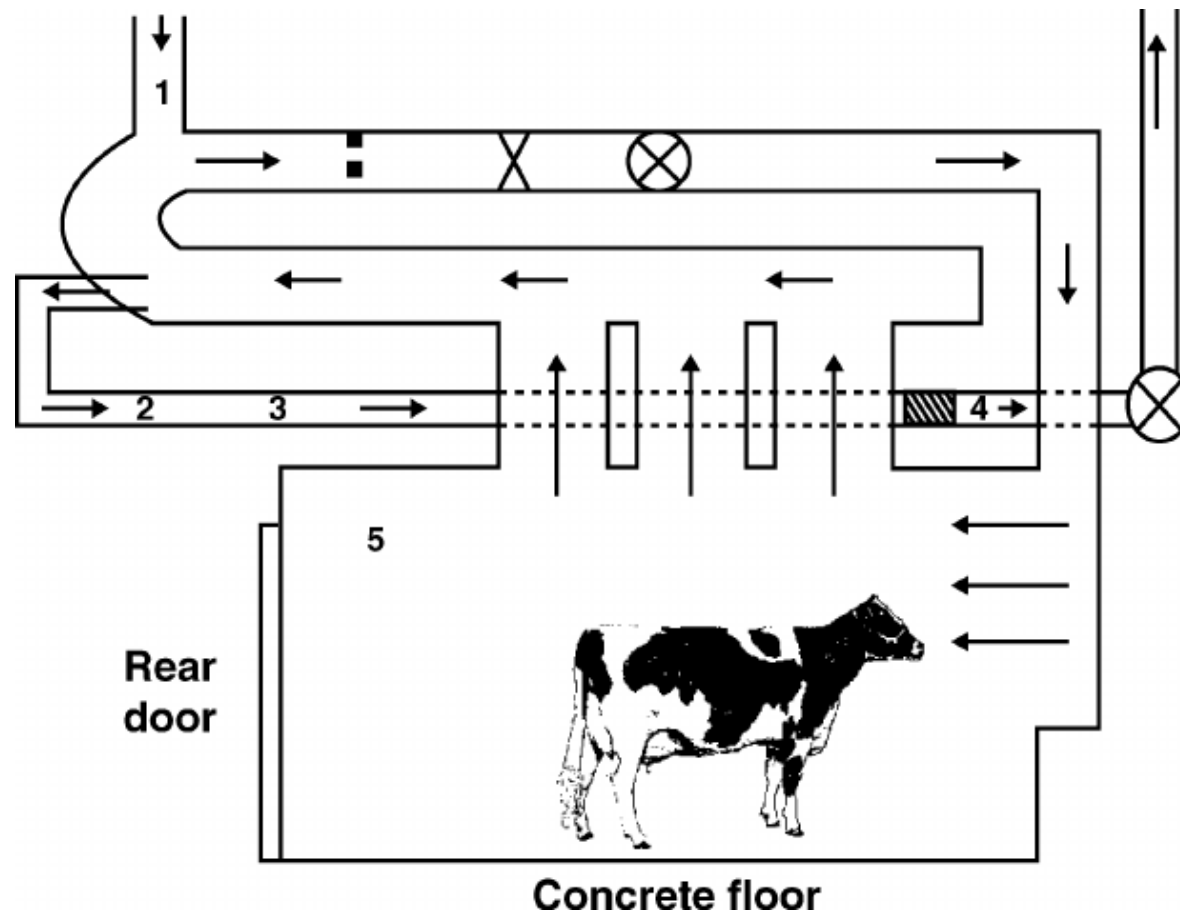


Methanogenesis: $\text{CO}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}$

Mätmetoder metan

Direkt från djuren (*in vivo*)

- kammare, referens metod



Infraröd teknik – ökar möjligheten att mäta på många djur och med upprepade mätningar – korta sekvenser över dygnet



Modeller för skattningar

- Idag i Sverige: NorFor baserad på ts-intag och fettsyror i foderstaten $(1.39 \cdot \text{DM} - 0.091 \cdot \text{FA})$

January 2018

NorFor's Methane Equation Ranked First in North America in study.



Greenhouse gases have become an all-important topic in the last decades. Methane emissions by farming practices have taken special attention and mitigation strategies are an everyday topic related to climate change. Within agriculture, dairy production is one of the main causes of methane emissions.

NorFor – The Nordic feed evaluation system



EAAP publication No. 130

edited by:
Harald Volden



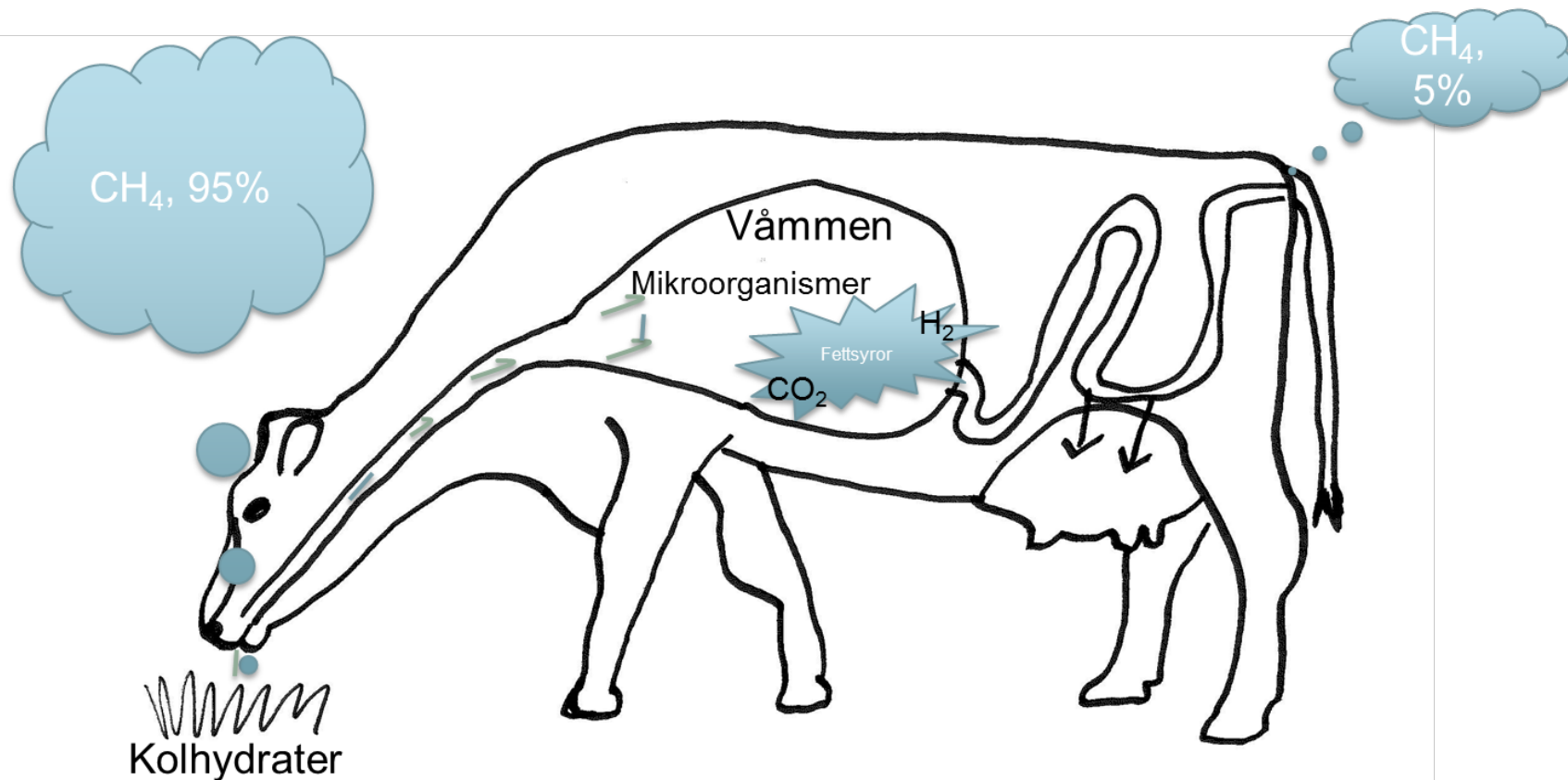
Metanproduktion hos Svenska kor

Beräknat enligt NorFors modell

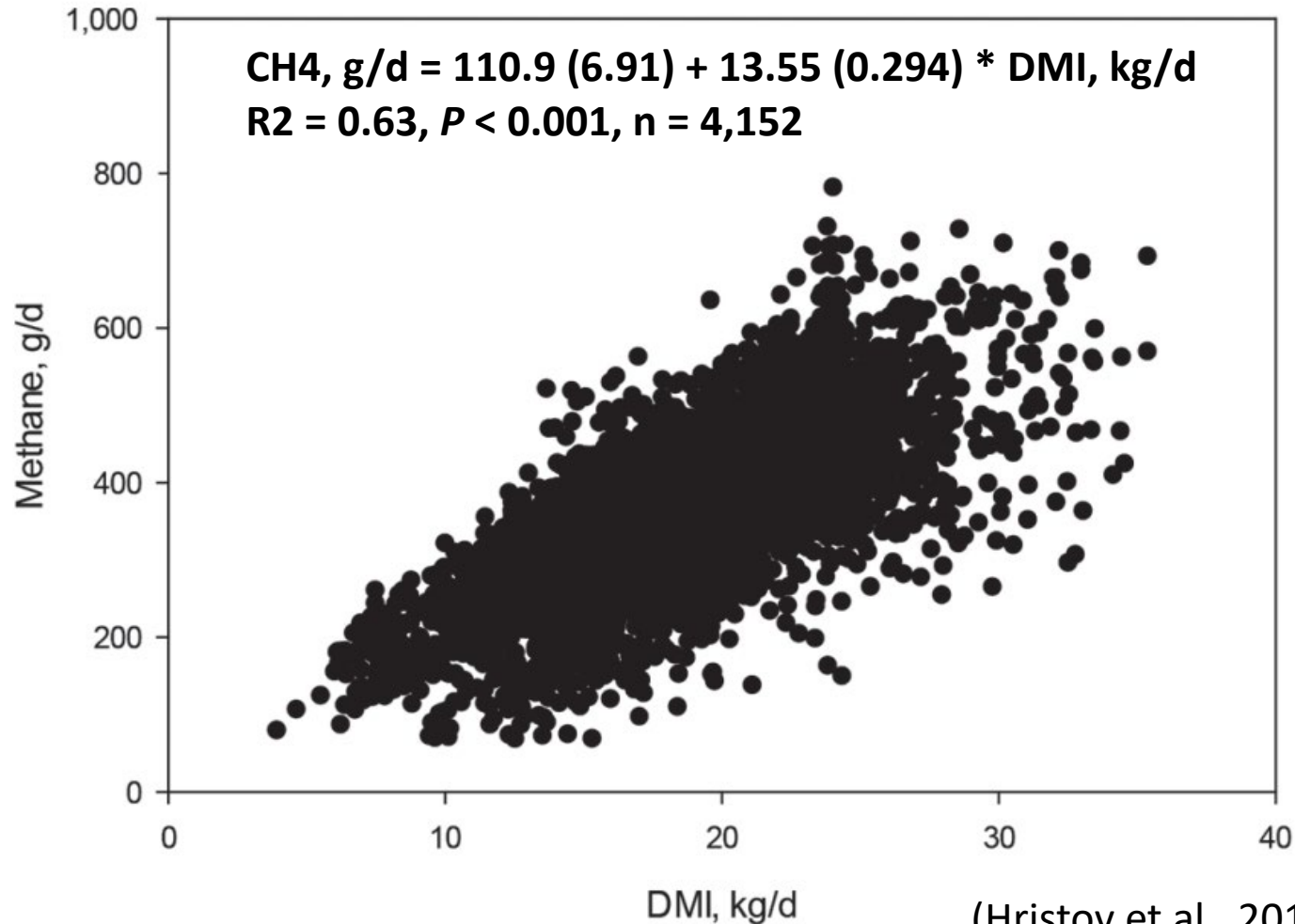
$\text{CH}_4(\text{MJ/ko/dag}) = 1.39 \cdot \text{torrsubstansintag} - 0.091 \cdot \text{fettsyror}$
(g/kg TS i hela fodret)

- Mjölkkor - 149 kg per ko och år
TS-intag = 18,1 kg, Fettsyror 29.1 g/kg TS
- Dikor - 92 kg per ko och år
TS-intag = 10.9 kg, fettsyror 12 g/kg TS

Vad är det som påverkar mängden metan som bildas?



Intaget betyder mest för hur mycket metan som bildas, men..



(Hristov et al., 2018)

..det är stor variation inom och mellan djur

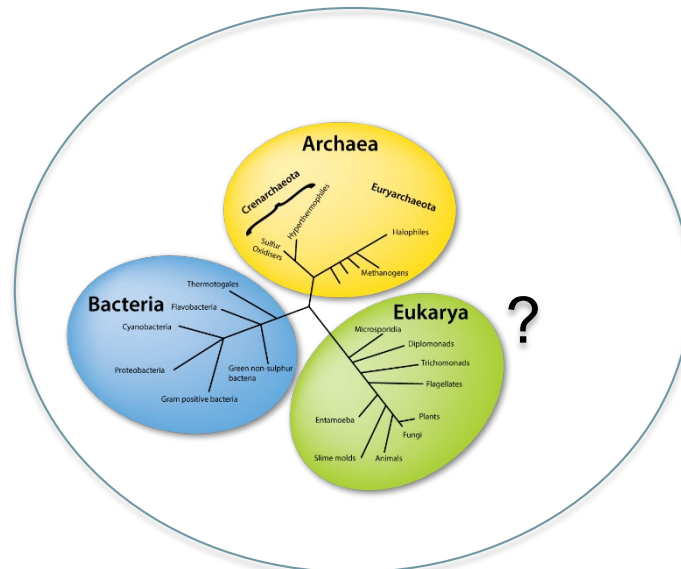
Orsak?



Foder



Genetik



Mikrobiell
sammansättning



Fodrets sammansättning

- Proportion grovfoder:kraftfoder
 - Ökad andel stärkelse minskar CH_4 / kg TS → inte visat i nordiska studier



J. Dairy Sci. 96:2476–2493

<http://dx.doi.org/10.3168/jds.2012-6095>

© American Dairy Science Association®, 2013.

Development of equations for predicting methane emissions from ruminants

M. Ramin¹ and P. Huhtanen¹

Department of Agricultural Research for Northern Sweden, Swedish University of Agricultural Sciences, SE-901 83 Umeå, Sweden



Fodrets sammansättning

- Proportion grovfoder:kraftfoder
 - Ökad andel stärkelse minskar CH_4 / kg TS → inte visat i nordiska studier
 - Hög andel kraftfoder >90 %, metanförlust av bruttoenergi ~3 %
 - Våmmiljön?

- Grovfoder
 - Sockerinnehåll
 - Smältbarhet

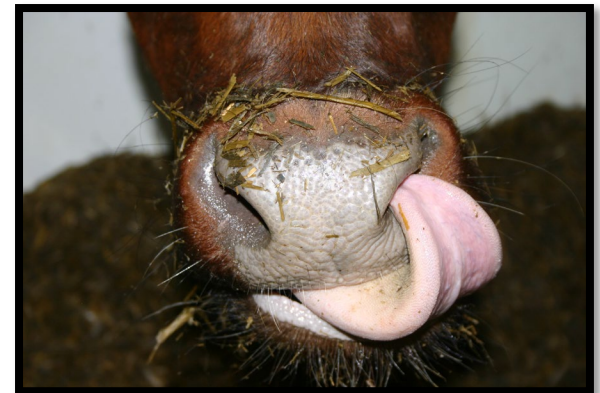


Foto: Mikaela Patel

Individuell variation

CH₄ produktionen varierar mellan individer på samma foderstat

- Risk för selektion på sämre fodersmältning
- Fodereffektivitet är viktigaste parametern
- Ökad fodereffektivitet och lägre metanproduktion har visat sig ha ett samband.
- Avel för ökade FE, lyckad på gris och kyckling
- Svårt att mäta foderintag på gård, mest inom forskning ännu.



Individuell variation

Kan bero på:

- Fysiologi– våmmens storlek (turn over time of digesta)
- Typ av mikrober – arvbara?



Bild: Goopy et al., 2014. British Journal of Nutrition (2014), 111, 578–585

Feeding cows oregano can reduce methane and 'help fight climate change'

Researchers in Denmark believe they have found a simple solution

Andrew Buncombe New York | @AndrewBuncombe | Friday 20 May 2016 | 3 comments

f t e 196 shares



Official figures suggest there are 98 million cattle in the US Reuters



PHOTO: A Melbourne University researcher thinks methane-free dairy cows are a possibility. (ABC Rural: K



Feeding cows seaweed could slash global greenhouse gas emissions, researchers say

ABC North Qld By Sophie Kesteven

Updated 20 Oct 2016, 7:50am



PHOTO: Rob Kinley said in previous projects they have used open path lasers to measure methane in the field. (Supplied: Rob Kinley)

Seaweed could hold the key to cutting greenhouse gas emissions, one cow burp at a time.

MAP: Townsville 4810

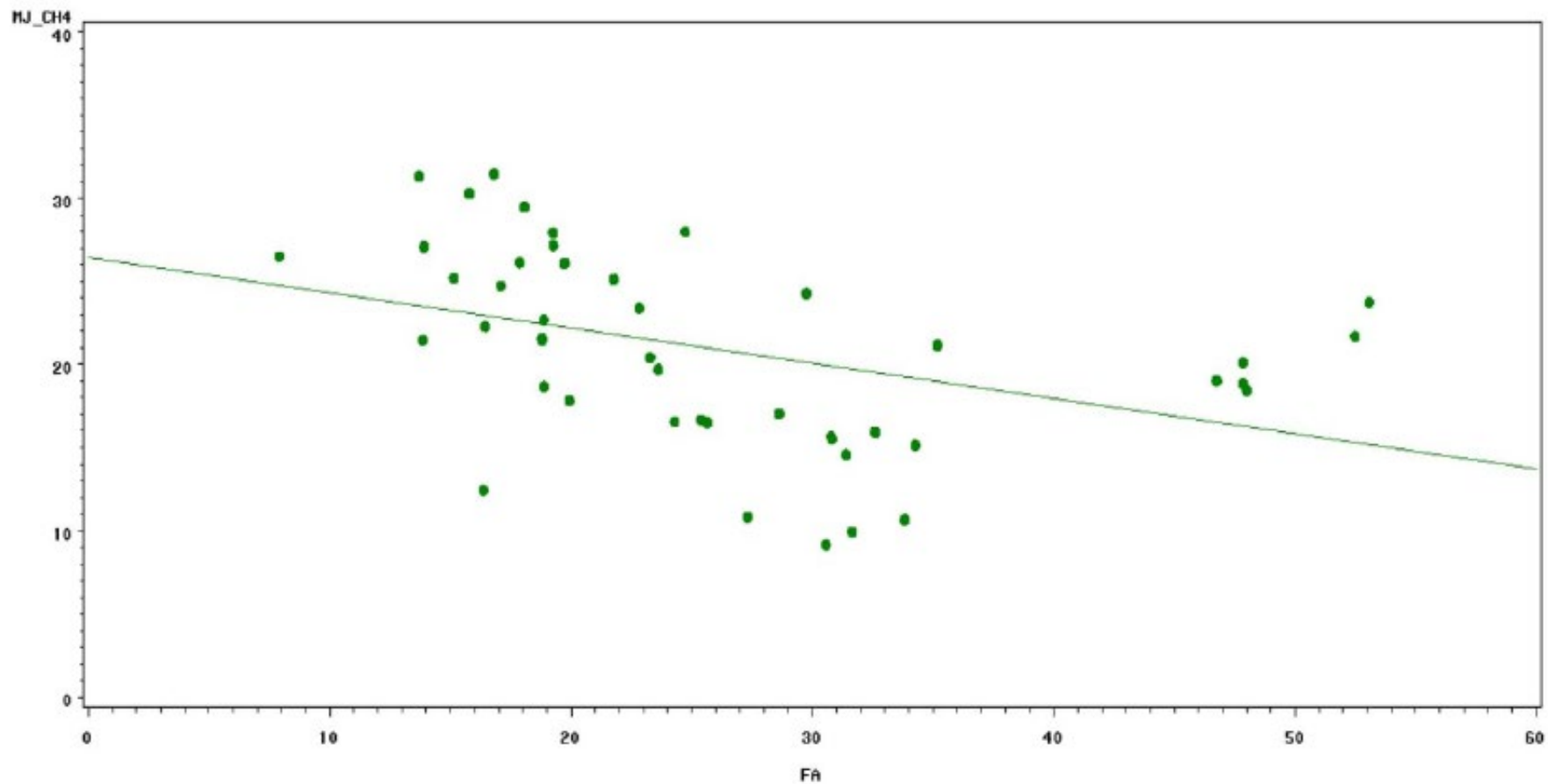
Fettillsats

- Biohydrogenering av omättat fett – konkurrerar om H_2
- Ökad propionsyraandel
- Antimikrobiell påverkan

Begränsad tillsats, < 5 % TS.



Fatty acids and methane...



Jonoforer och Tanniner

- Jonoforer (antibiotikaliknande preparat)– hämmar vissa fibernedbrytande bakterier och metanogener – Förbjudet i Europa
- Tanniner och saponiner – undgår nedbrytning i vommen hämmar vissa mikrober. Kan påverka smältbarheten negativt

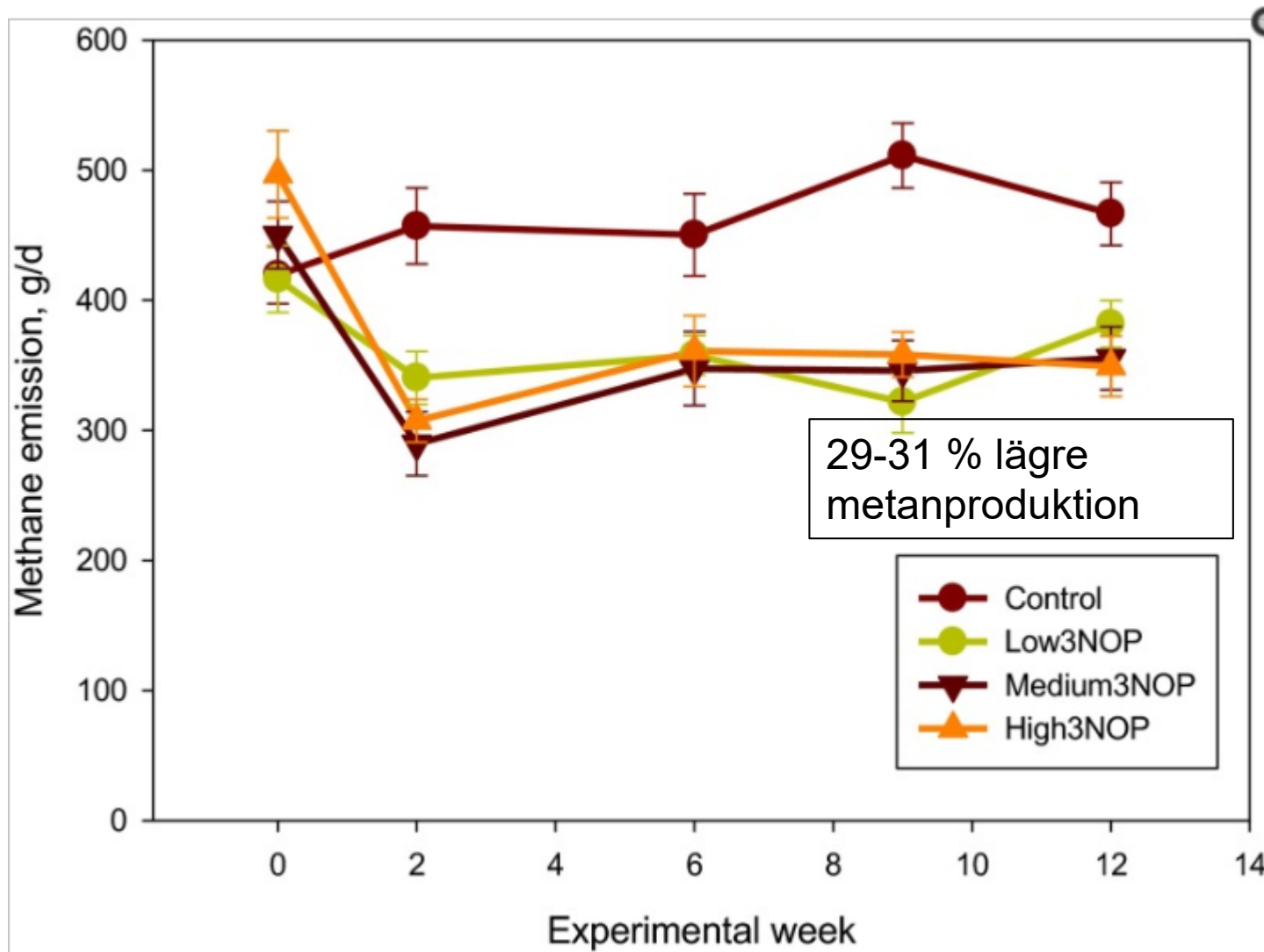


Photo: Salbio.de

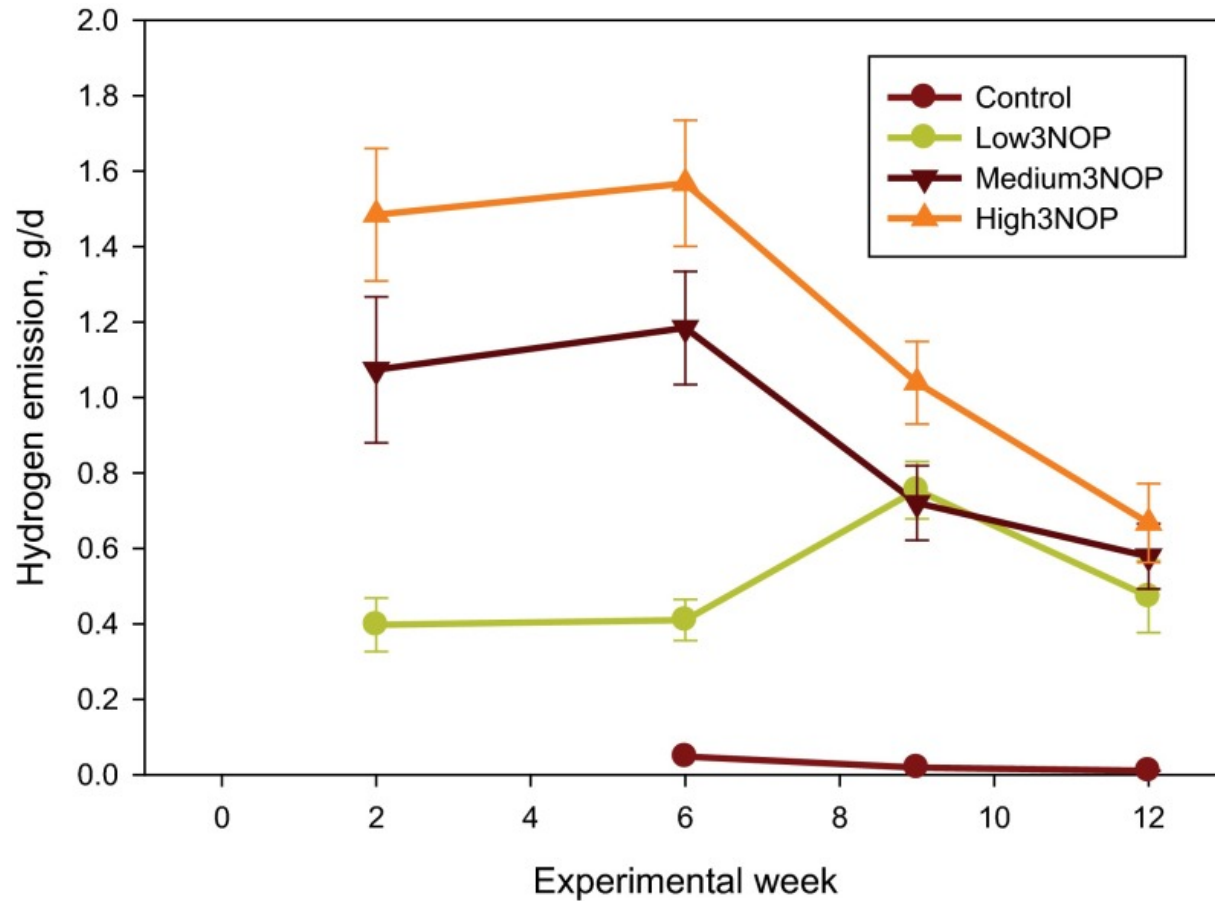
Vaccinering och metanhämmande substrat

- Vaccinering– vaccinera mot metanogener för att inhibera CH_4 produktion. Vart tar vätgasen vägen?
- 3NOP (Nitrooxypropanol) – Små molekyelhämmare som blockerar sista steget i metanogenesen methanogenesis.
- Rödalger, hämmar metanogener.
- Långtidseffekt?
- Kostnad

3NOP effekt på metanproduktionen

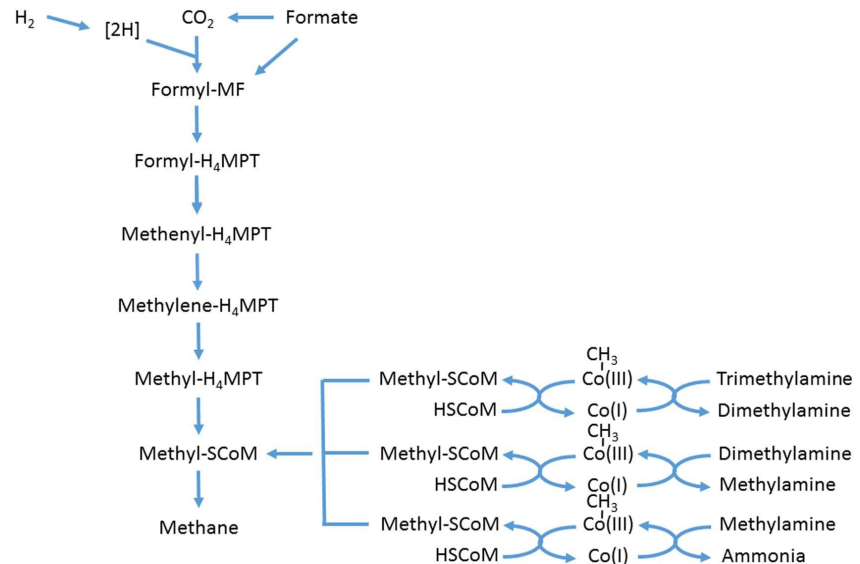


3NOP effekt på vätgasproduktionen



Alger– *Asparogopsis* spp.

- Flera in vitro-studier visar en minskning när *Asparogopsis* spp. tillsätts som ett substrat - upp till 99% vid en inkluderingsnivå på 1-2% av det totala organiska materialet In vivo?



V0LTA GREENTECH

Battling global warming by
reducing methane emissions from
cows



Fredrik Åkerman, Leo Wezelius och Ian Tuart vill bidra till att rädda klimatet med hjälp algodling. Foto: Beatrice Lundborg



voltagreentech.com

Kan rödalgen *Asparagopsis taxiformis* minska metanproduktionen hos mjölkkor?

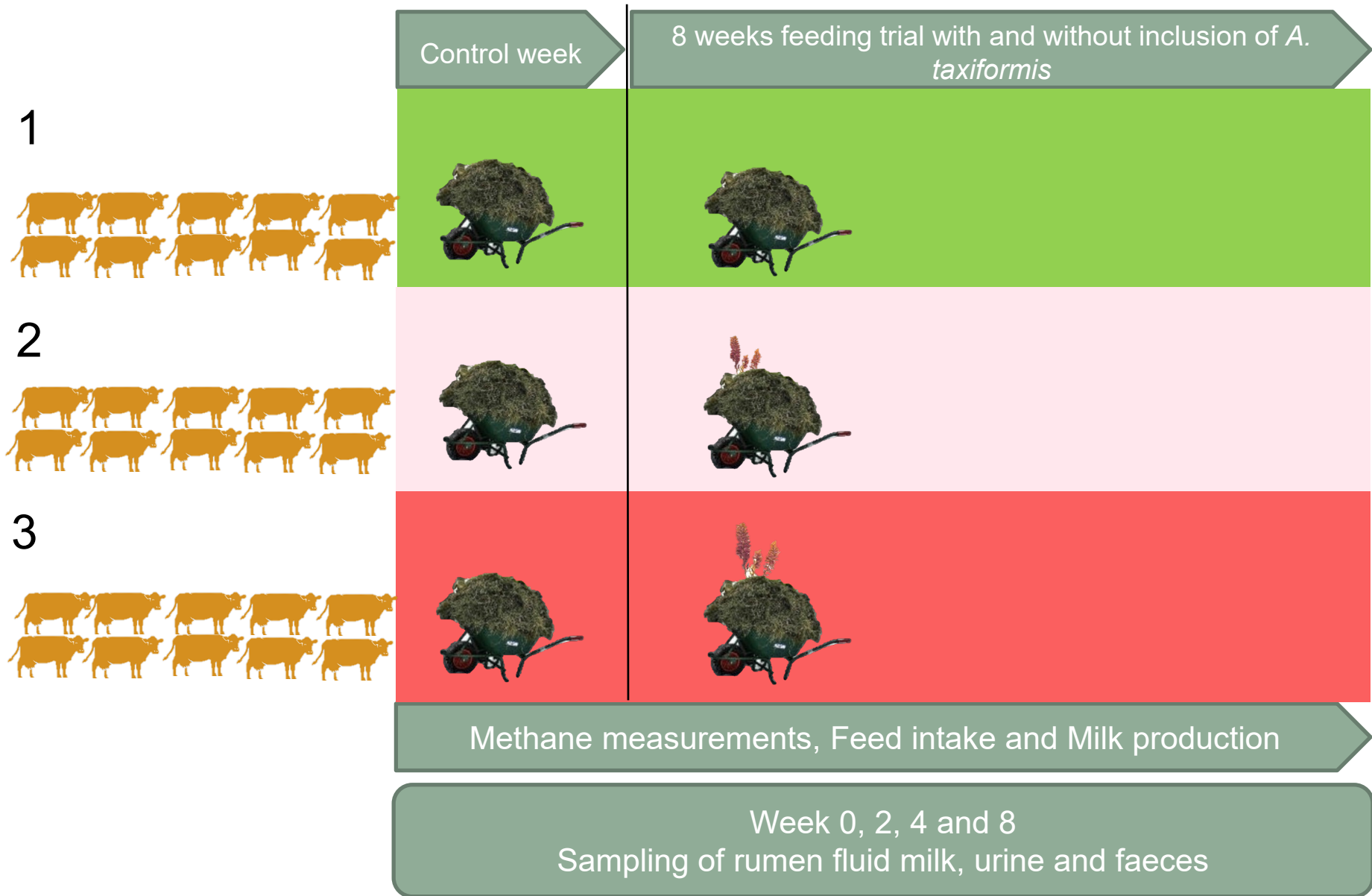
SENAST ÄNDRAD: 07 SEPTEMBER 2020

I detta projekt testas rödalgens effekt på metanproduktion och effekt på fodrets smältbarhet för svenska mjölkkor.

Mjölkkornas miljöpåverkan utgörs till stor del av metanutsläppen från deras matsmältning. Korna som är idisslare har en unik förmåga att omvandla fiberrikt foder till mjölk och kött. Detta är möjligt tack vare alla de mikrober som finns i korns största mage, vommen. Men, det är just denna process där fodret jäses som leder till att metan produceras som slutprodukt. De



Study design



Mätningar och analyser

- Foderintag och fodersammansättning
- Mjölkproduktion, sammansättning och bromoform / bromidinnehåll
- Metanproduktion
- Träck - mätningar av smältbarhet och bromform / bromidinnehåll
- Urin - bromoform / bromid
- Våmvätska - Flyktiga fettsyror, totala och proportioner - jäsmönster för vommen
- Mikrober - sammansättning av bakterier och arkeaner och kvantifiering av metanogener

Kortfattad sammanställning

Metod att minska metan	Potential att minska CH ₄	Kommentar
Andel kraftfoder	Låg-medium	Viss effekt med hög inblandning. Negativt för våmmiljö, konkurrens om odling
Fettillsats	Medium	<5 % annars risk att hämma fermentationen i våmmen
Nitrat	Medium	Risk för förgiftning, måste tillsättas succesivt
Kondenserade tanniner	Låg	För hög tillsats sänker smältbarheten i foder
3-nitrooxypropanol	Medium-hög	Kostnad? Riskbedömning mjölkproduktion
Rödalger	Medium-hög?	Måste testas på kor och under lång tid

Vad vet forskarna idag?

Hur metan bildas – vilka organismer som står för metanbildningen, men inte kopplingen mellan olika grupper och hur olika substrat påverkar hela mikroorganismssamhället.

Fokus är att försöka minska metanproduktion genom;

- Olika preparat som hämmar metanproducerande mikroorganismer (hämmar H_2 bildning eller blockerar metanbildningen, alternativt stimulera andra H_2 sänkor)
- Utveckla ett vaccin som kan hämma metan
- Val av foder - effekt i hela kedjan
- Avel för effektivare foderutnyttjande och mindre metan
- Ökad produktivitet

Vad kan man göra på gårdsnivå?

fodereffektivitet

Fertilitet

Sänkt
inkalvnings
ålder

Gödselhantering

Kvigorna

Foderspill

Minskad
dödlighet

Friskare
djur

Brunstpass
ning

Undvika
feta djur

Foderkvalitet -
smältbarhet



Vad kan man göra på gårdsnivå?

Åtgärd	Effekt
Kortare uppfödningstid	Färre dagar med metanproduktion för underhållsbehov
Tidig inkalvningsålder	Färre dagar med metanproduktion för underhållsbehov, tidigare start av produktion
Effektivt foderutnyttjande	Mer mjölk-/köttprodukt per kilo foder
Friska djur	Fler dagar för produktion
Öka smältbarhet på fodret	Ökar metan per kilo foder, men ökar även produkt av mjölk/kött mindre metan per kilo produkt
Optimera tillsats av fett	Biohydrogenering av omättat fett – konkurrerar om H ₂ , minskar metan

På gårdsnivå!

Det som minskar utsläppen ger oftast en ekonomisk fördel!



Combining environmentally and economically sustainable dairy and beef production in Sweden

Anna Hesse^{a,*}, Jan Bertilsson^b, Bo Stenberg^c, Karl-Ivar Kumm^a, Ulf Sonesson^d

^a Swedish University of Agricultural Sciences, Dept. of Animal Environment and Health, P.O. Box 234, 532 23 Skara, Sweden

^b Swedish University of Agricultural Sciences, Dept. of Animal Nutrition and Management, P.O. Box 7024, 750 07 Uppsala, Sweden

^c Swedish University of Agricultural Sciences, Dept. of Soil and Environment, P.O. Box 234, 532 23 Skara, Sweden

^d Research Institutes of Sweden, P.O. Box 5401, 402 29 Gothenburg, Sweden



Review

A review on dairy cattle farming: Is precision livestock farming the compromise for an environmental, economic and social sustainable production?

Daniela Lovarelli^{*}, Jacopo Bacenetti, Marcella Guarino

Department of Environmental Science and Policy, University of Milan, via G. Celoria, 2, 20133, Milan, Italy

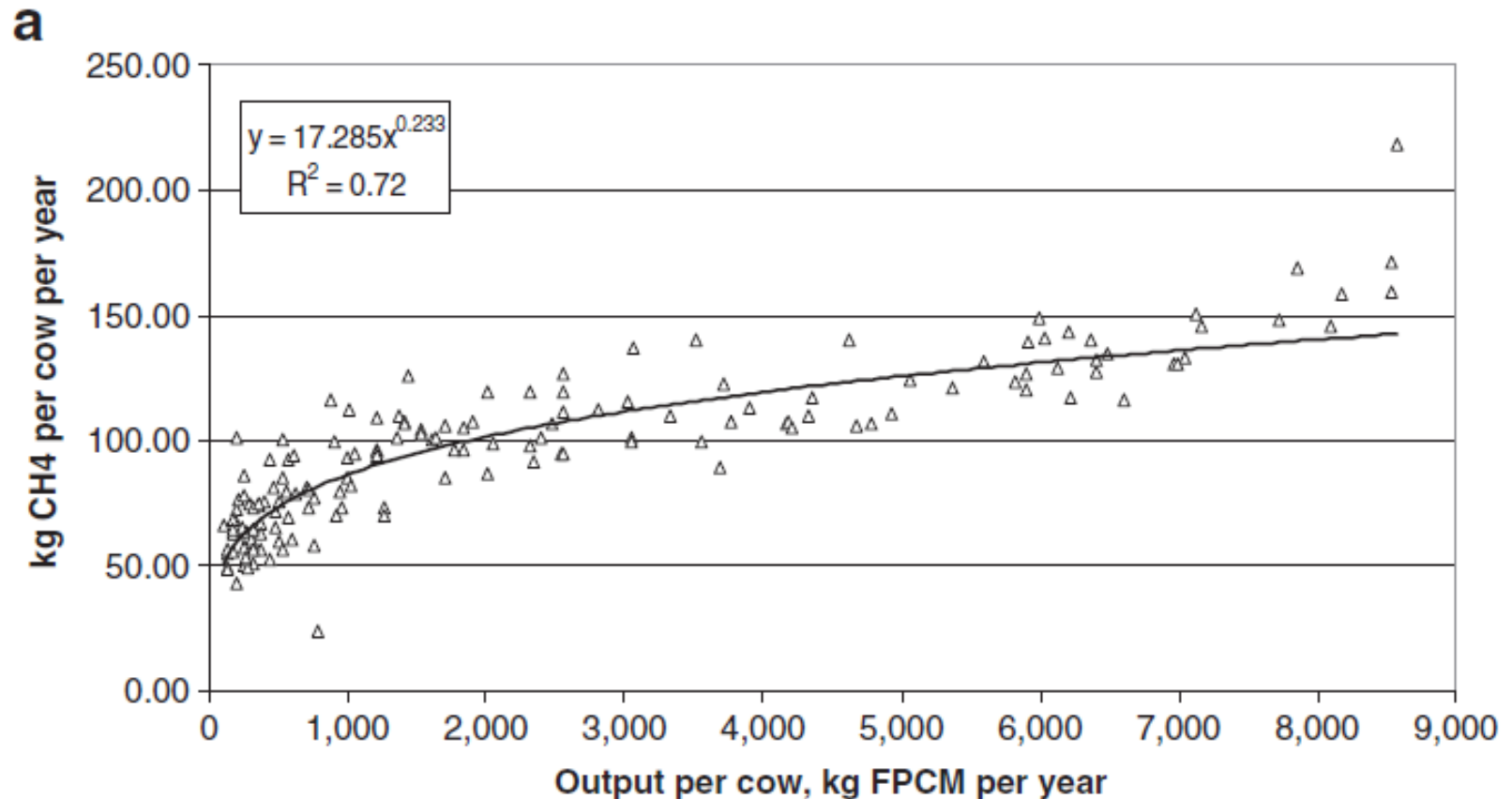


Intensiv mjölkproduktion

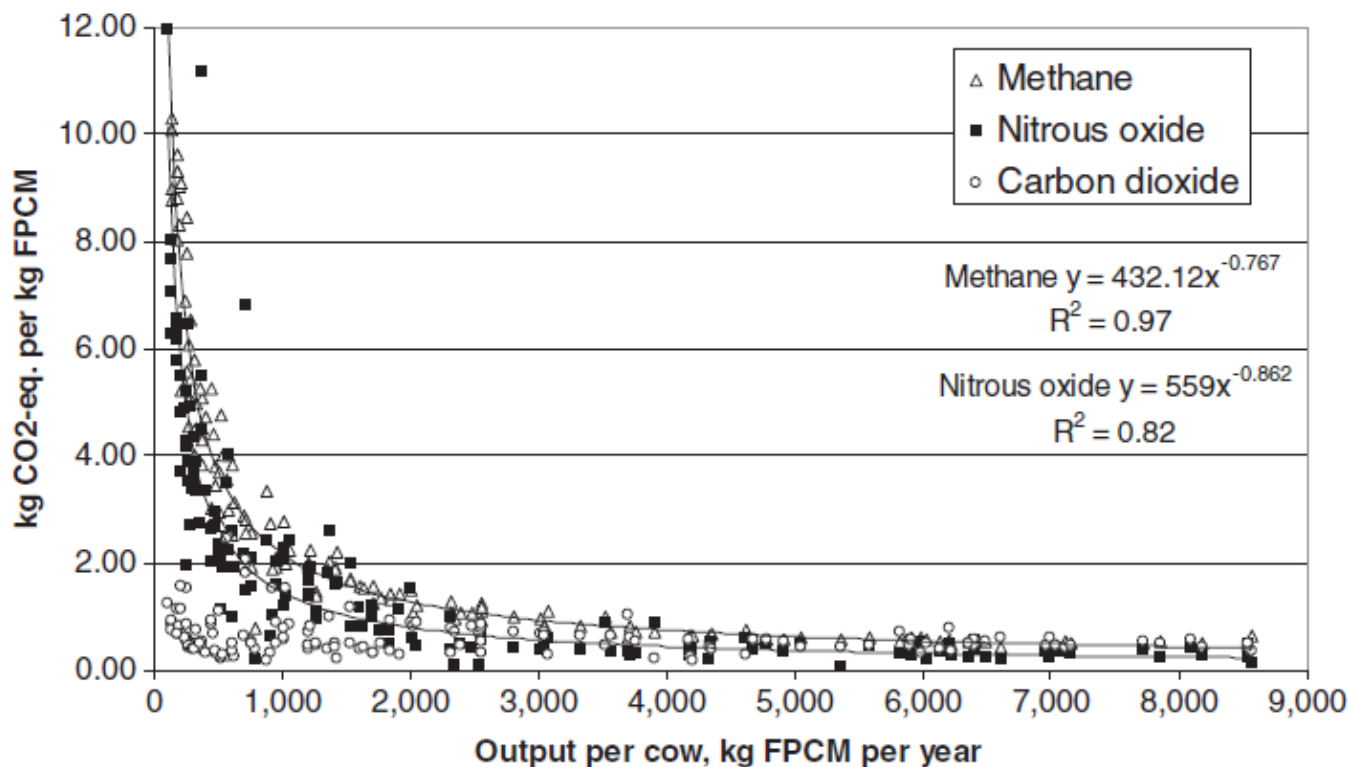
- Foder och fodertillskott skulle kunna minska $\text{CH}_4/\text{kg ECM}$ med 2-15 %.
- I kombination med avel & andra skötselåtgärder: högre fodereffektivitet och högre livstidsproduktion kan $\text{CH}_4/\text{kg ECM}$ minska med 15-30% .

Källa: Review, Knapp et al., 2014

Högre mjölkproduktion ger mer metan...



Men ökad produktionsnivå minskar metan/ kg mjölk



Högre produktionsnivå minskar mängden metan/kg ECM, men...

- Ökad mjölkproduktion per djur → färre mjölkkor som bidrar till köttproduktionen → om samma mängd kött ska produceras måste det ske med dikor → ökad mängd metan /kg kött

Intensiva produktionssystem

- Foder och fodertillsatser beräknas minska metanproduktionen/kg ECM med 2-15 %.
- Genom att kombinera med fler strategier
 - avel och förbättrad managementsom ger batter fodereffektivitet och högre livstidsproduktion kan minska metanproduktionen med 15-30%.

(Review: Knapp et al., 2014)

Ökad mjölkproduktion i ett större sammanhang

- Ökad effektivitet per mjölkko → färre djur totalt.
- Idag kommer ~2/3 av svenskt nötkött från mjölkproduktionen
- Färre mjölkkor → fler rena köttdjur behövs → köttdjur betydligt högre utsläpp i relation till produkt

Kanadensisk studie – Ko-kalv system

Studie som räknade växthusgasemissioner på 295 gårdar

- Holos modell (anpassad från Tier II, IPCC)



(Alemu et al., 2017. Agric.Sys).

Kanadensisk studie – Ko-kalv system

Utav totala utsläpp 65% från enteriska metanemissioner, 23 % från lagring av gödsel.

Förlust av bruttoenergi, mellan 8-6 % of bruttoenergiintag

- Låg-metangårdar 19.9 (16.3 - 21.4) kg CO₂e/kg såld levandevikt.
- Hög-metangårdar 28.7 (26.3 - 37.8) kg CO₂e/kg såld levandevikt.

Kanadensisk studie – Ko-kalv system

Låg-metangårdar hade;

- tidigare kalvningar på året,
- högre tillväxt per dag,
- högre smältbarhet på fodret och högre andel råprotein,
- högre slaktfrekvens,
- färre ettåriga grödor i relation till perenna vallar,
- ingen kompostering av gödsel

.

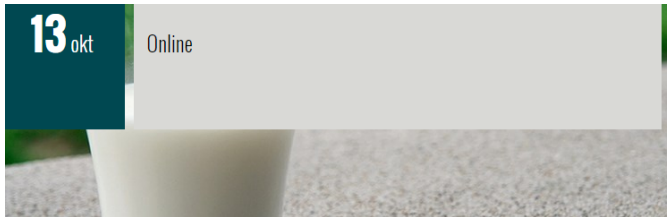
- Genom att förbättra management ko-kalv system på högmetangårdar kan växthusgasutläppen minska med 31%.



Hållbara produktionssystem

SLF och Arla finansierar 5 olika projekt

<https://www.slu.se/centrumbildningar-och-projekt/futurefood/forskning/temasidor-ny/sustainable-diets/om-programmet/>



Programmet “Hållbara dieter från hållbara produktionssystem - fokus mjölk” inbjuder till ett seminarium.

Inom ramarna för forskningsprogrammet “Hållbara dieter från hållbara produktionssystem” ges nu möjligheten att lära sig mer om och höra det senaste resultaten från de fem pågående projekten kopplade till mjölk.

Moderator är Ann-Helen Meyer von Bremen, journalist, författare och debattör inom lantbruk, livsmedel och mat, senast aktuell med boken Kornas planet. Ann-Helen leder diskussionen och sätter projekten i ett större sammanhang.

Seminariet sker online via Zoom (länk skickas ut via e-post till de som anmält sig ungefär en vecka innan seminariet)

Varmt välkomna!



[Länk till anmälan:](#)

<https://www.slu.se/ew-kalender/2020/10/programmet-hallbara-dieter-fran-hallbara-produktionssystem--fokus-mjolk-inbjuder-till-ett-seminarium/>

Tack för att ni lyssnade!

Frågor?



rebecca.danielsson@slu.se