

Räds inte en rapande ko

Astrid Kander

Stockholm augusti 2019

Det blir varmare på jorden

- Vart och ett av de tre senaste årtiondena på jordytan har varit varmare än samtliga tidigare årtionden sedan 1850
- Koncentrationen av växthusgaser i atmosfären har stigit till nivåer utan motsvarighet under åtminstone de senaste 800 000 åren.
- Koncentrationen av koldioxid har ökat med 40 procent sedan förindustriell tid, i första hand till följd av förbränning av fossila bränslen och i andra hand på grund av förändrad markanvändning.

Växthuseffekten – hur funkar den?

Växthusgaser:

*vattenånga, CO₂, metan (CO₂ och metan har ökat med 31% respektive 149 % sedan tiden före industrialiseringen, dvs. sedan ca. 1750)

*Släpper igenom kortvågig strålning från solen men absorberar långvågig värmestrålning från jorden.



Vilka är växthusgaserna?

- Koldioxid
- Metan
- Lustgas
- Ozon

Utan växthusgaser

- Jorden mer som Mars, -23 grader

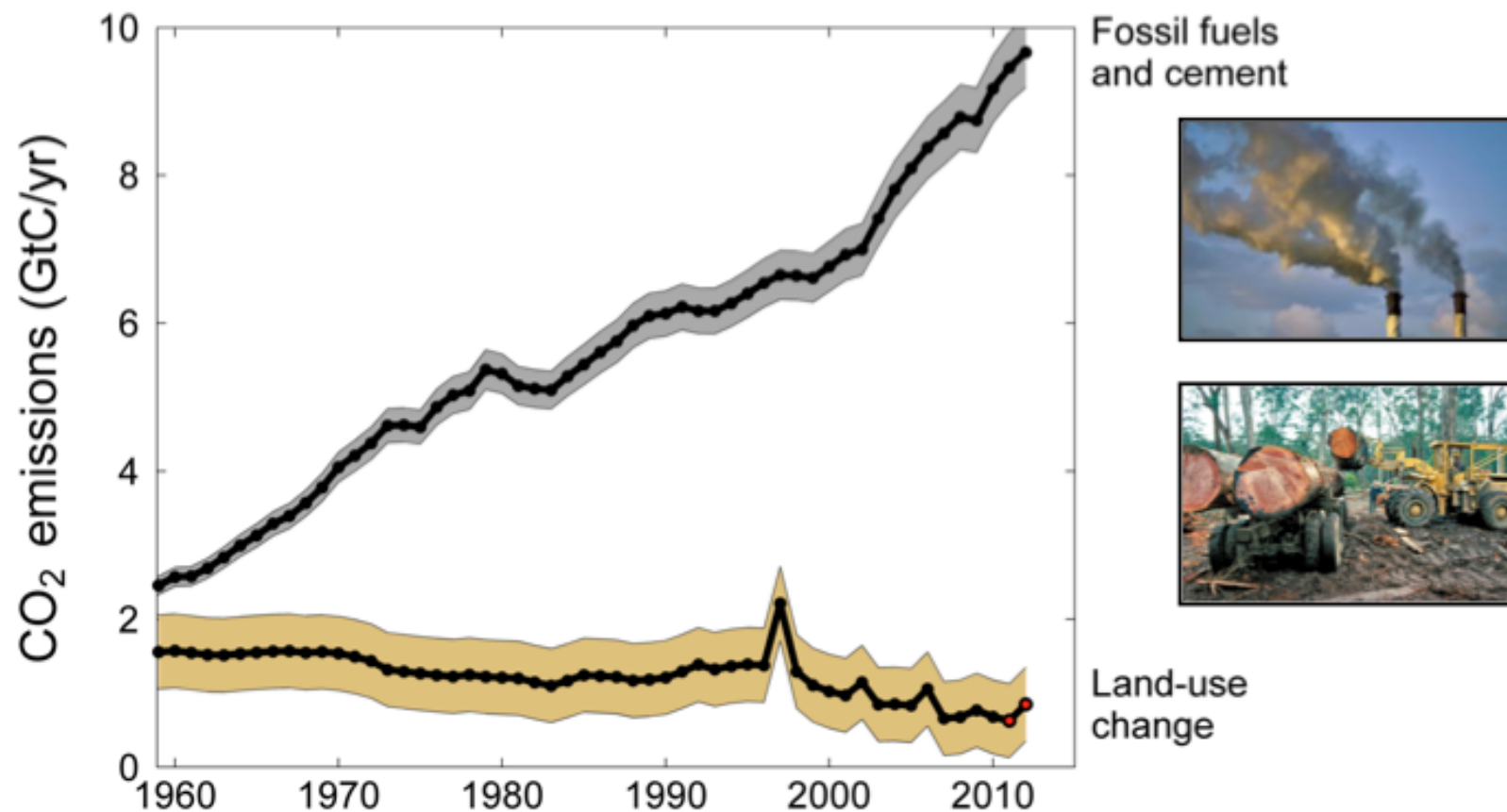
Koldioxidhalten i atmosfären

- Kring 1800 270 ppm
- Kring 1995 360 ppm
- 2017 405 ppm

- Fossila bränslen : $\frac{3}{4}$ av denna ökning
- Avskogning i tropikerna och tidigare i Nordamerika och Asien

Total Global Emissions

Total global emissions: 10.5 ± 0.7 GtC in 2012, 43% over 1990
 Percentage land-use change: 38% in 1960, 17% in 1990, 8% in 2012



Land use emissions in 2011 and 2012 are extrapolated estimates

Source: [Le Quéré et al 2013](#); [CDIAC Data](#); Houghton & Hackler (in review); [Global Carbon Project 2013](#)

Senaste utvecklingen av CO₂ utsläppen

- Kina är nu världens största utsläppare och de avser inte plana ut sin utsläppskurva förrän 2030. Per capita släpper de ut lika mycket som EU nu.
- USA och EU har minskat sina utsläpp det senaste decenniet
- Globala utsläppen fortsätter öka trots Paris överenskommelsen (2015)

Metanhalten

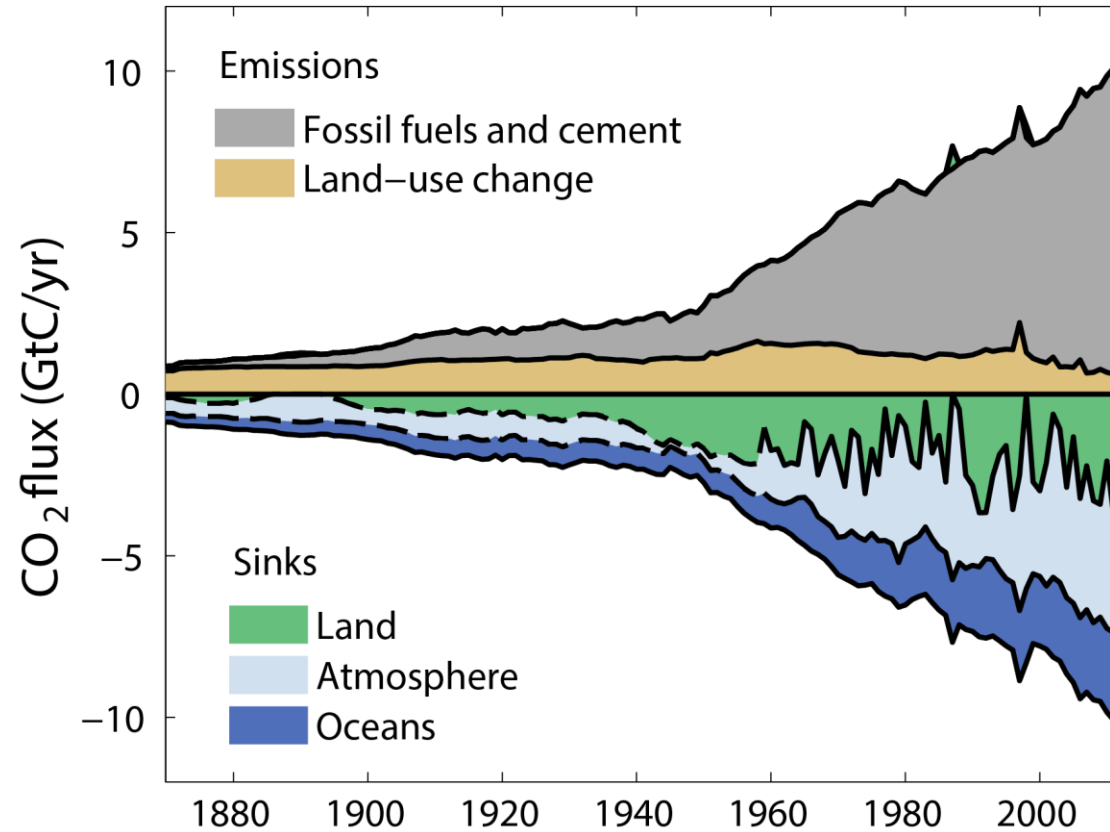
- De senaste 200 åren ökade metan från 700 till 1720 ppb (delar per miljard)
- Jordbruk, bevattning av risfält, boskap, nedbrytning av avfall

Global Carbon Budget

Emissions to the atmosphere are balanced by the sinks

Average sinks since 1870: 41% atmosphere, 31% land, 28% ocean

Average sinks since 1959: 45% atmosphere, 28% land, 27% ocean



Source: [CDIAC Data](#); Houghton & Hackler (in review); [NOAA/ESRL Data](#); [Joos et al 2013](#); [Khatiwala et al 2013](#);

[Le Quéré et al 2013](#); [Global Carbon Project 2013](#)

Sotmängden

- Sotmängden ökade och motverkade i viss mån uppvärmningen (all solenergi kom inte fram till jorden).

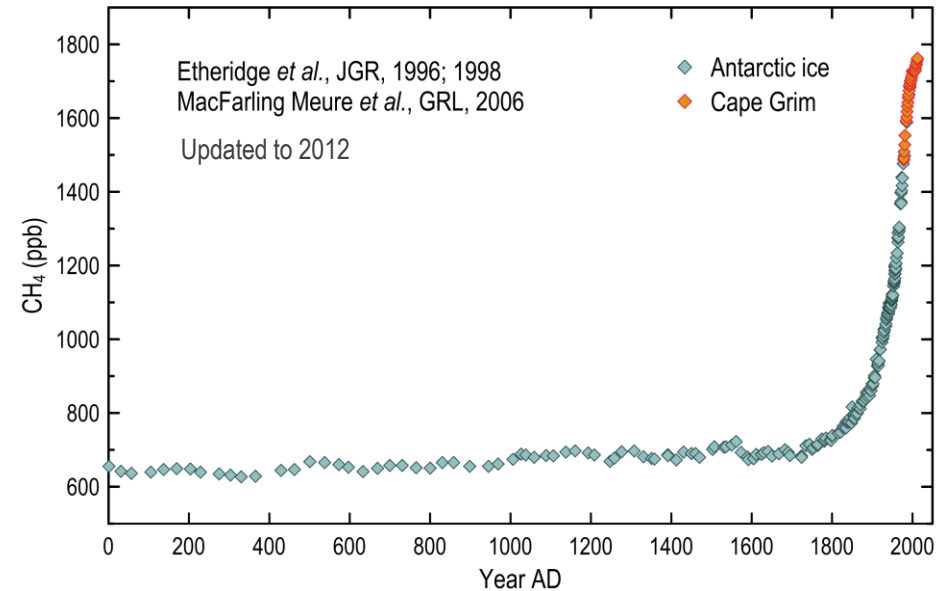
Källor och sänkor för koldioxid

Så länge skogens virkesförråd är konstant blir det inga nettoutsläpp av koldioxid från vedanvändning

Stenkol, olja och naturgas orsakar alltid netto-utsläpp av koldioxid (men stenkol är värst!)

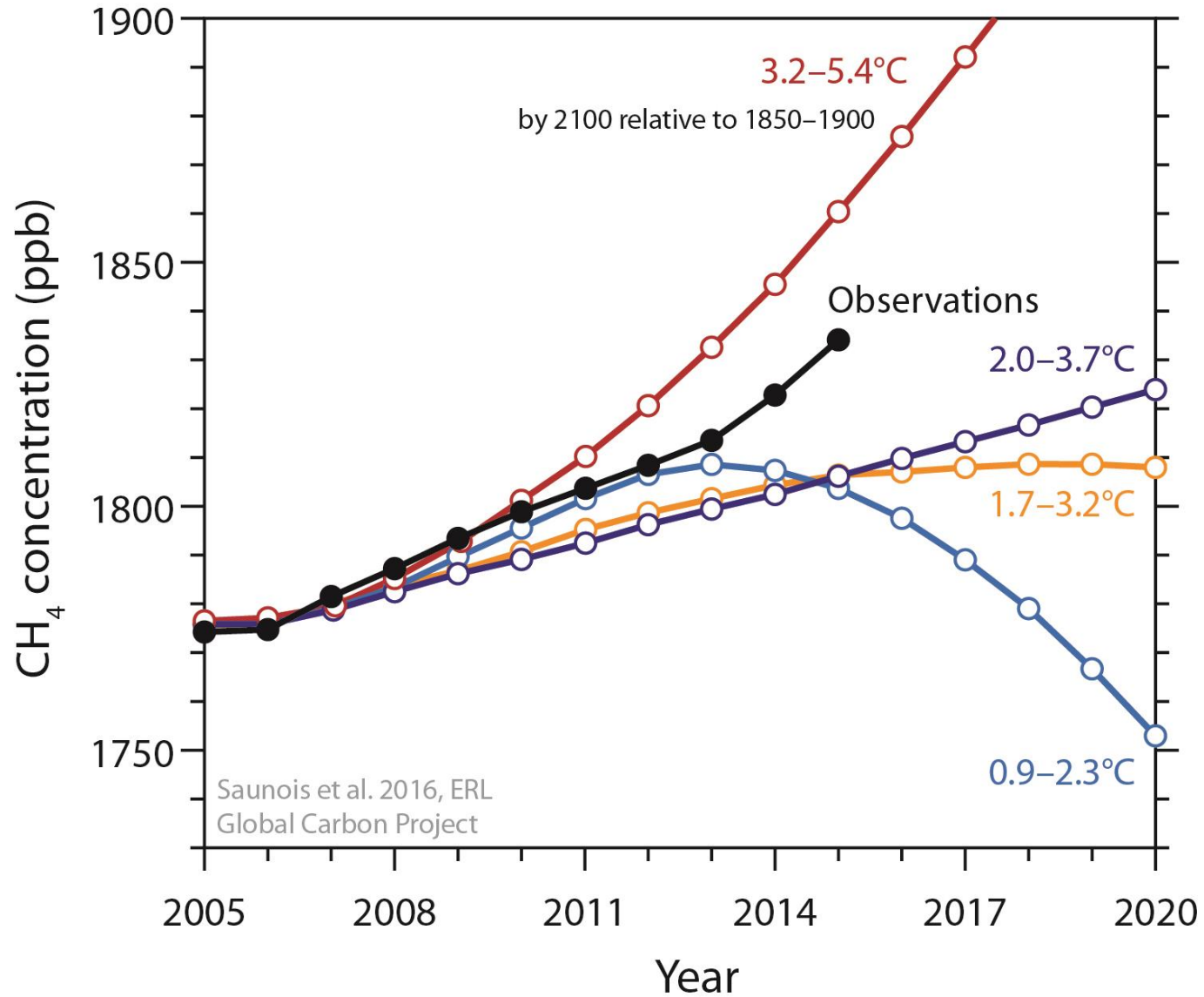
Metansammanhanget

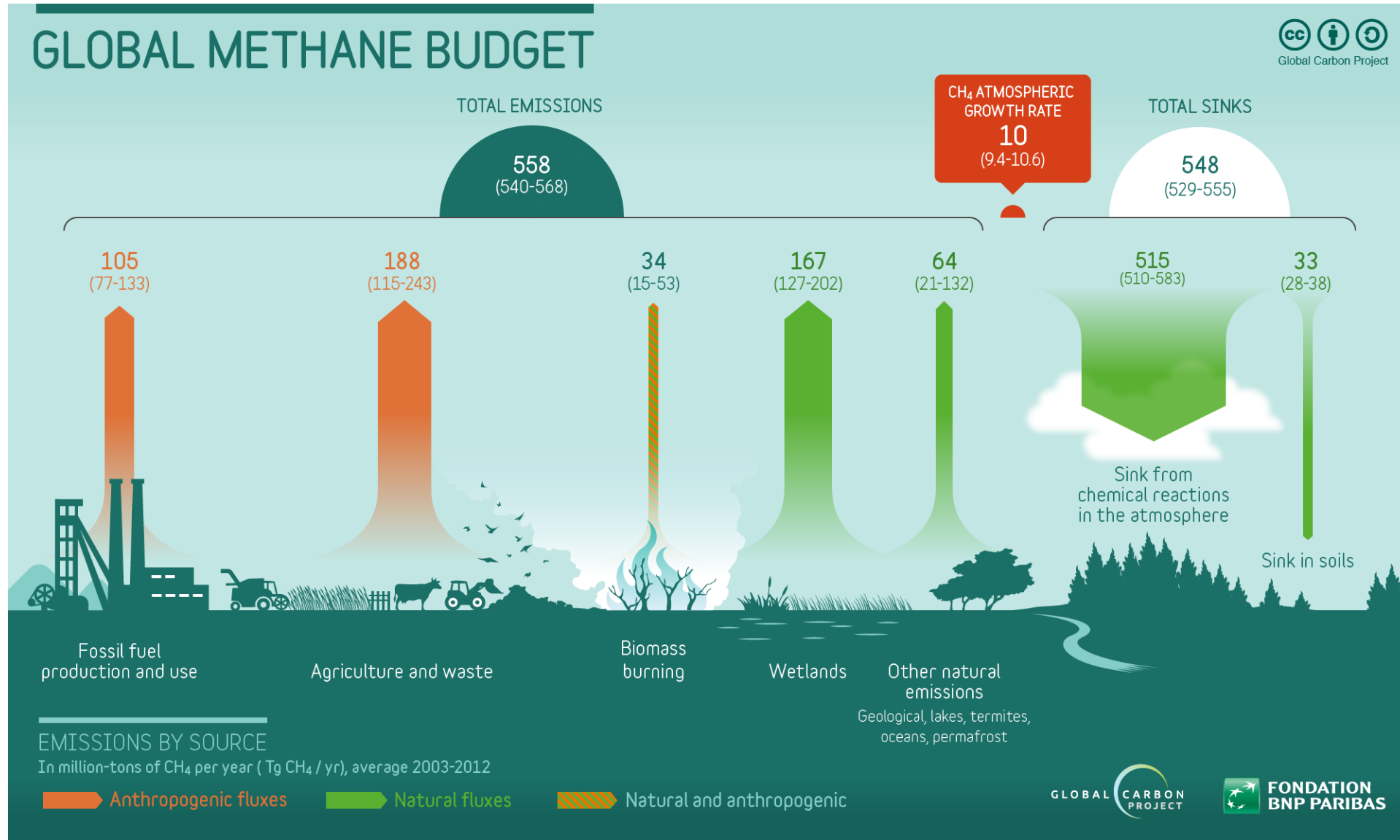
- Efter koldioxid (CO₂), är metan (CH₄) den näst viktigaste växthusgasen som bidrar till mänskligt orsakad klimatförändring
- Under en tidshorisont på 100 år så har CH₄ en uppvärmningsförmåga (Global Warming Potential) som är 28 times gånger större än CO₂.
- Metan är ansvarigt för 20% av den globala uppvärmningen orsakad av alla växthusgaser så här långt.
- Koncentrationen av CH₄ i atmosfären är 150% över förindustriella nivåer (runt 1750).
- Atmosfäriska livslängden för CH₄ är 9±2 år,



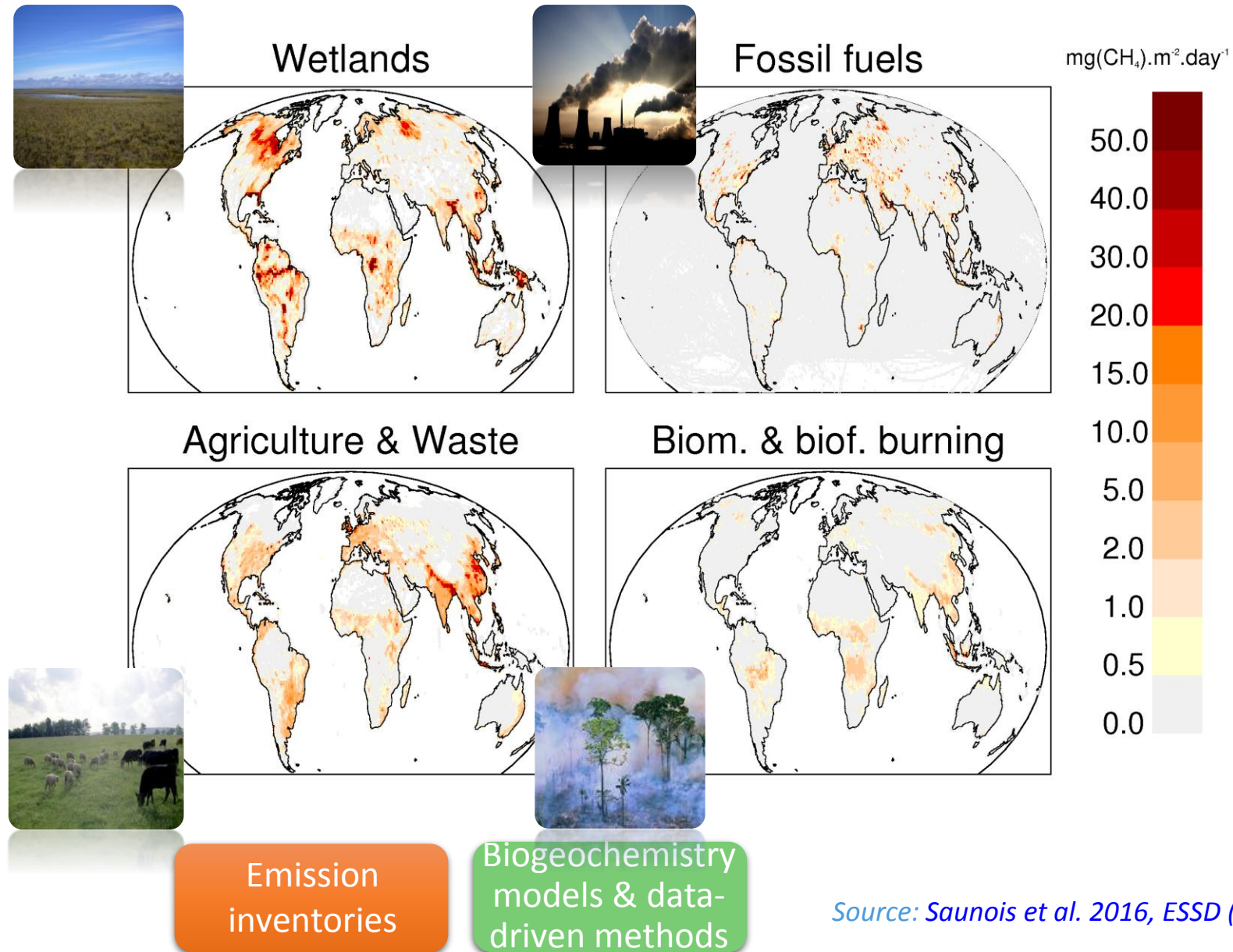
- Metan bidrar också till troposfärisk produktion av ozon, vilken skadar mänsklig hälsa och ekosystem.
- Metan leder också till produktion av vattenånga i stratosfären, vilket ökar den globala uppvärmningen.

Observed Concentrations Compared to IPCC Projections



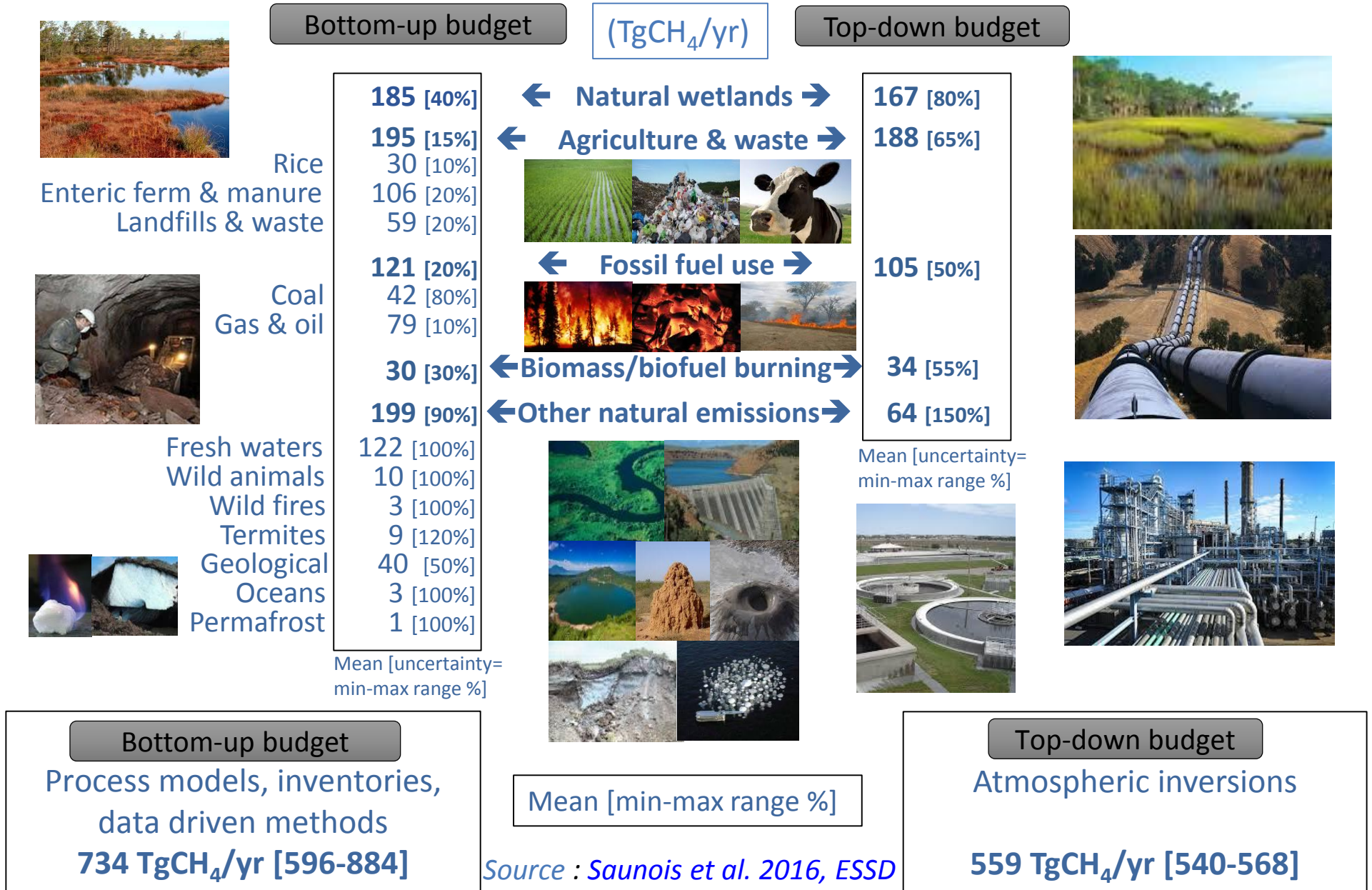


Mapping of the largest methane source categories



Source: Saunois et al. 2016, ESSD (Fig 3);

Global methane emissions 2003-2012



- Unlike CO₂, atmospheric CH₄ concentrations are rising faster than at any time in the past two decades and, since 2014, are now above all but the most greenhouse-gas-intensive scenarios.
- A likely major driver of the recent rapid rise in global CH₄ concentrations is increased biogenic emissions mostly from agriculture. Tropical regions play the most significant role as contributors to the atmospheric growth. Other sources including emissions from the use of fossil fuels have also increased.
- The role of methane sinks has to be further explored as a slower destruction of methane by OH radicals in the atmosphere could have also contributed to the observed atmospheric changes of the past decade.
- Methane global emissions were 559 TgCH₄/yr [540-570] for 2003-2012 as inferred by an ensemble of atmospheric inversions (top-down approach).
- Methane mitigation offers rapid climate benefits and economic, health and agricultural co-benefits that are highly complementary to CO₂ mitigation.
- Emission estimates from inventories/models (bottom-up approach) show larger global totals because of larger natural emissions. Improved emission inventories and estimates from inland water emissions are needed.

Vilken roll spelar korna?

- Hur bidrar kor till växthuseffekten?
- Historiskt och nu i Sverige?
- Globalt?

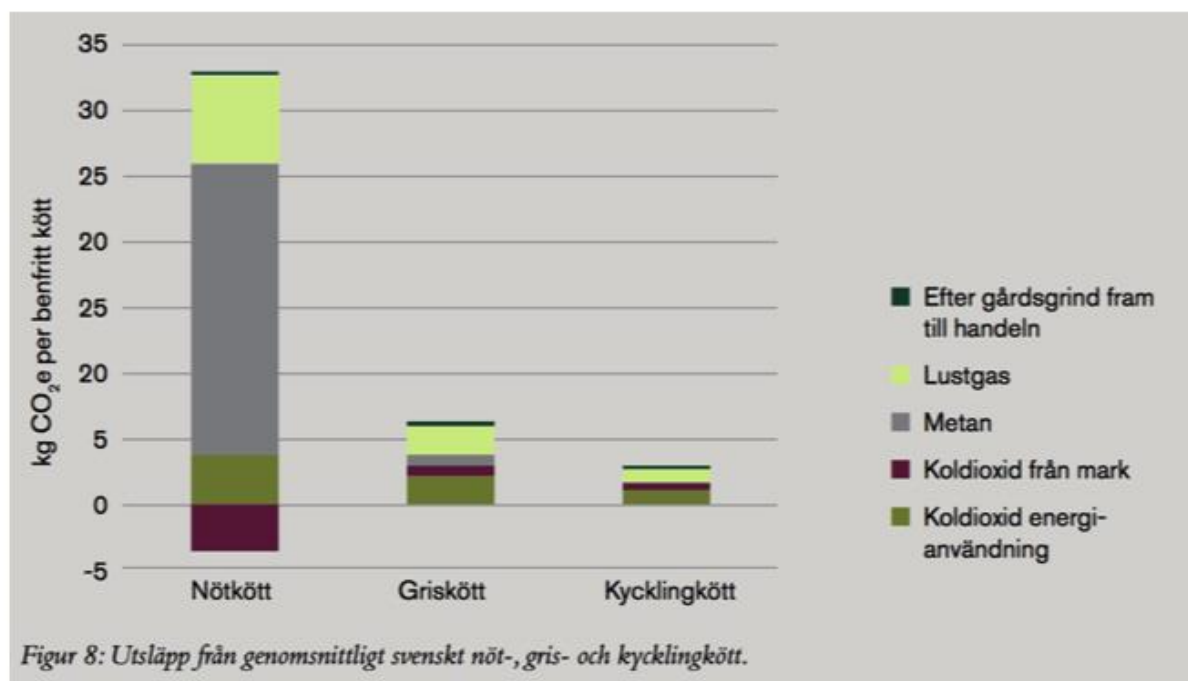
Korna rapar metan

- En kraftigare växthusgas än koldioxid – men mindre långlivad
- Kor omvandlar en del kol i födan till metan som främst rapas upp

Så här funkar det

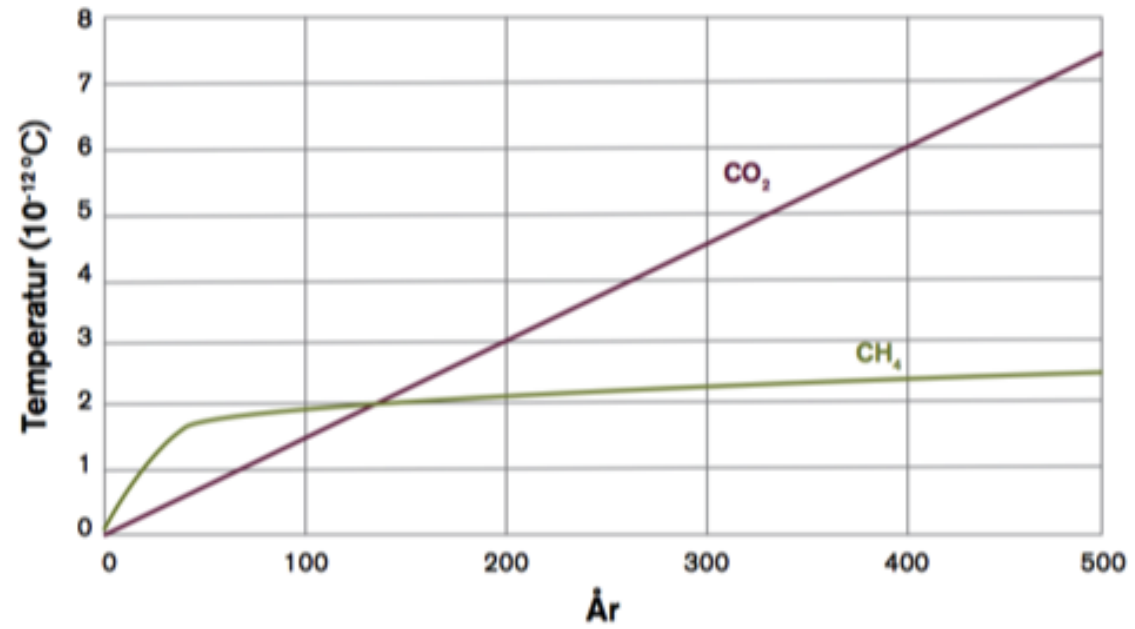
- Det är oundvikligt att kon bildar metan. Speciella bakterier i vommen bildar metan för att ta hand om överskott av väte och samtidigt ge energi till vommikroberna.
- En fiberrik/grovfoderrik foderstat producerar mer metan än om foderstaten är mer kraft- foderrik.
- En svensk mjölkko producerar 100 – 130 kg metan per år.
- Hela 95% av bildad metan går ut när kon rapar

Utsläpp från kor inklusive kolinlagring



Källa: Elin Röös (2019) Kor och Klimat, SLU

Värmeeffekt från koldioxid och metan

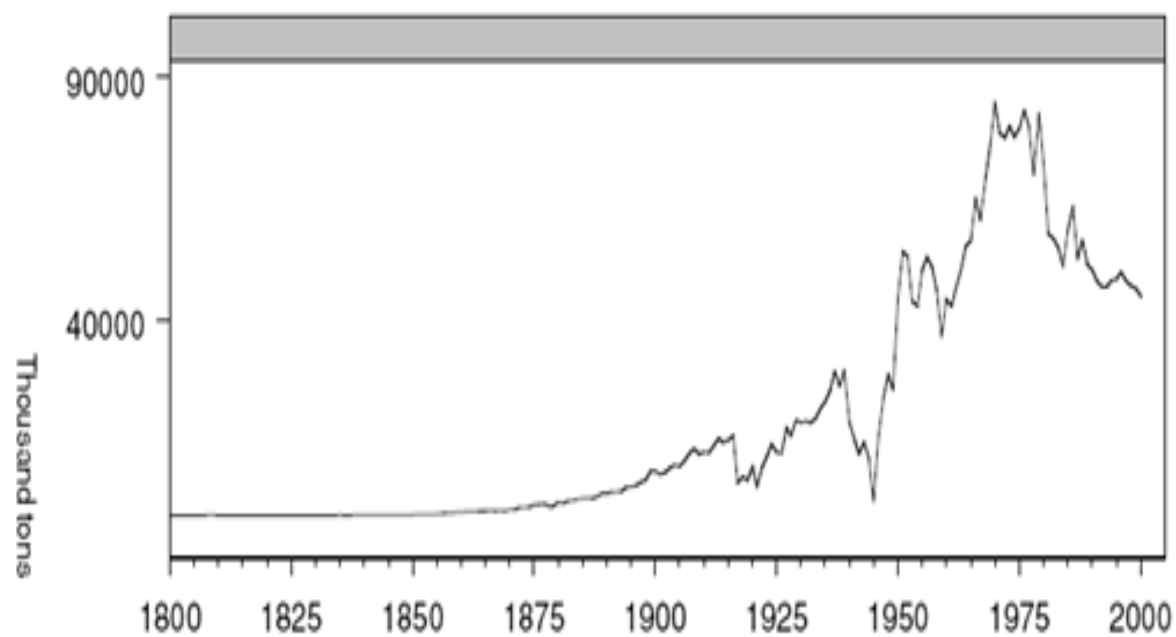


Azar mfl 2018

Är korna ett problem för klimatet?

- Metan från korna bidrar till en ökad temperaturnivå jämfört med om vi inte skulle haft några kor – men korna i Sverige har ingen del i uppvärmningen av klimatet under de senaste decennierna eftersom deras antal minskat
- En konstant eller minskande besättning kor bidrar inte till temperaturhöjning (men till en högre temperaturnivå än utan kor)
- Vi kan hjälpa till att sänka temperaturen genom att ha färre kor – men vill vi det?

Koldioxidutsläpp i Sverige från fossila bränslen



Source: Kander (2002)

Skogen och jordbruket

- Skog och mark påverkar också växthusgasbalansen i atmosfären
- I Sverige där vi hade avskogning under 1800-t och tillväxt i skogen under 1900-t, så fungerade skogen först som källa till CO₂ utsläpp och senare som sänka

Metanutsläpp från husdjur

Table 1: Methane emissions from domesticated animals, kg per year and individual.

A	B	C	D	E
Year	1800	1870	1930	2000
Cow	33	45	50	55
Horse	10	11	16	18
Reindeer	15	15	15	15
Sheep	6	7	8	8
Pig	1.0	1.1	1.3	1.5

Source for column E: Lantsheer, J. C, Svensson, B. H. & H. Rodhe (1991): Sources and Sinks of Methane in Sweden, *Ambio* vol 20, no 3-4, May.

Historiska svenska utsläppen från nötkreatur

	Antal nötkreatur	metanutsläpp per ko, kg	koldioxidekvivalent faktor	totalt CO2 ekv (tusen ton)
1800	1468000	33	21	1017
1870	1501000	45	21	1418
1930	2632000	50	21	2764
2000	1684000	55	21	1945

Källa: Kander (2007) Is it simply getting worse?, Economic History Review

Table 4: Net flows of greenhouse gases in 1800

	Number/ Amounts	Emission factor	Emissions	Emissions in carbon dioxide equivalents, thousand tonne, and percentage
1. Methane emissions from tame animals				
a) Cattle	1468000	33 kg/animal	48 thousand tonnes	1000 (7.9%)
b) Horses	397000	10 kg/animal	4.0 thousand tonnes	84 (0.7%)
c) Reindeer	180 000	15 kg/animal	2.7 thousand tonnes	57 (0.4%)
c) Sheep	1214000	6 kg/animal	7.3 thousand tonnes	150 (1.2%)
d) Pigs	450000	1 kg/animal	0.45 thousand tonnes	9.5 (0.1%)
2. Nitrous oxide from fertilizers				
Manure	47000 ton N	2.5 %	1880 tonnes N ₂ O	580 (4.6%)
Synthetic fertilizers	0	0.8 %		0
3. Changed carbon content of the mineral cultivated soil				
Cultivation of dry meadows	19000 ha/year	12.5 ton C/ha	240 thousand tonnes C	890 (7.1%)
Deeper cultivation of the soil	1.5 million ha	77 kg/ha	116 thousand tonnes C	430 (3.4%)
4. Agricultural related peatland				
a) Natural	0.7 million ha	0.2 kg CO ₂ /m ²	1.4 million tonnes CO ₂	1400 (11.1%)
b) Cultivated	0			0
5. Changed carbon storage of the forest				
a) Trees				1000 (7.9%)
b) Other vegetation				1000 (7.9%)
c) Dry forest land				1000 (7.9%)
d) Natural swamp land	2 million ha	2.5 tonnes CO ₂ /ha	5 million tonnes CO ₂	5000 (39.7%)
e) Drained swamp land	0			0
Total Emissions expressed in carbon dioxide equivalents				12600

Sources and conversion factors: *Historisk statistik för Sverige, part 2*, Hannerberg, D. *Svenskt agrarsamhälle under 1200 år*, Stockholm, 1971. Information on reindeer is missing; I have assumed no change between 1800 and 1870. Emissions of nitrous oxide have been estimated on the basis of the molar weights for nitrogen and oxygen, which are 14 and 16 respectively. This means that 1 ton of nitrogen equals 1 + 16/28 ton nitrous oxide, i. e. 1. 6 ton nitrous oxide. 1 ton carbon equals 3.7 ton carbon dioxide, since the relation is (12+16+16)/12. 1 hectare = 10 000 m². GWP for methane=21 and GWP for nitrous oxide=310

Table 6: Net flows of greenhouse gases in 1930

	Number/ Amounts	Emission factor	Emissions	Emissions in carbon dioxide equivalents (thousand tonnes)
<i>1. Methane emissions from tame animals</i>				
<i>a) Cattle</i>	2632000	50 kg /animal	130 thousand tonnes	2700
<i>b) Horses</i>	571000	16 kg /animal	9.1 thousand tonnes	190
<i>c) Reindeer</i>	279000	15 kg/animal	4.2 thousand tonnes	88
<i>c) Sheep</i>	448500	8 kg /animal	3.6 thousand tonnes	76
<i>d) Pigs</i>	1445000	1.3 kg /animal	1.9 thousand tonnes	40
<i>2. Nitrous oxide from fertilizers</i>				
<i>Manure</i>	106 thousand tonnes	2.5 %	4.2 thousand tonnes N ₂ O	1310
<i>Synthetic fertilizers</i>	18.5 thousand tonnes	0.8 %	0.24 thousand tonnes N ₂ O	73
<i>3. Changed carbon content of the mineral cultivated soil</i>				
<i>Cultivation of dry meadows</i>	2.1 thousand ha/year	12.5 ton/ha	26 thousand tonnes C	97
<i>Deeper cultivation of the soil</i>	3.0 million ha	77 kg/ha	231 thousand tonnes C	850
<i>4. Agricultural related peatland</i>				
<i>a) Natural</i>	0			0
<i>b) Cultivated</i>	0.7 million hectares	1.1 kg CO ₂ /m ²	7.7 million tonnes CO ₂	7700
<i>5. Changed carbon storage of the forest</i>				
<i>a) Trees</i>				-10000
<i>b) Other vegetation</i>				-10000
<i>c) Dry forest land</i>				-10000
<i>d) Natural swamp land</i>	0.9 million ha	2.5 ton CO ₂ /ha	2.2 million tonnes CO ₂	2200
<i>e) Drained swamp land</i>	1.1 million ha	7.5 ton CO ₂ /ha	8.2 million tonnes CO ₂	8200
<i>Total emissions in carbon dioxide equivalents</i>				-6500

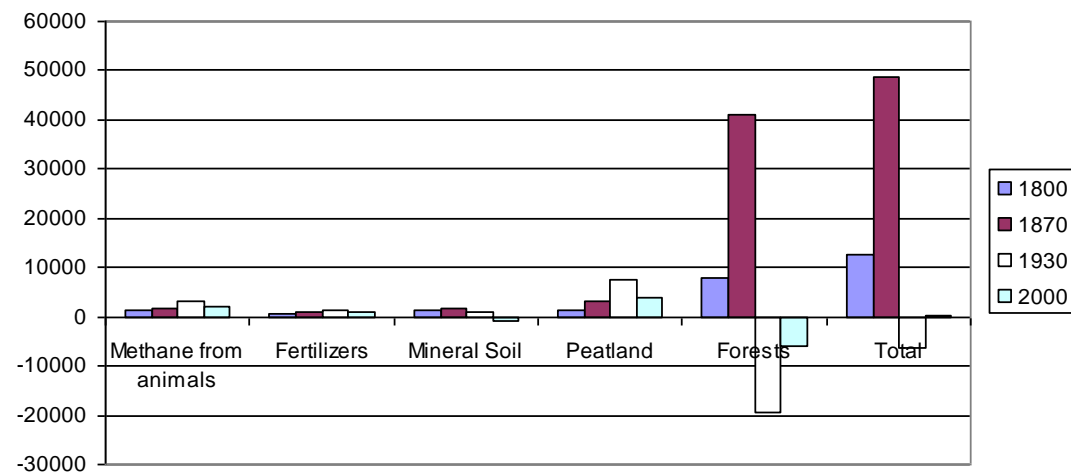
Sources: SOS Jordbruk och Boskapsskötsel år 1930, for the amount of nitrogen from synthetic fertilizers: Jansson, S. L. Handelsgödseln i jordbrukets rationaliseringsprocess, *Lantbruksveckan*, 1963. I use Staffansson's estimate that 20 % of the nitrogen comes from synthetic fertilizers at this time to estimate the manure. 1 kg N equals 1.6 kg nitrous oxide. GWP for methane=21 and GWP for nitrous oxide=310

Nettoflöden av jordbrukets växthusgaser 2000

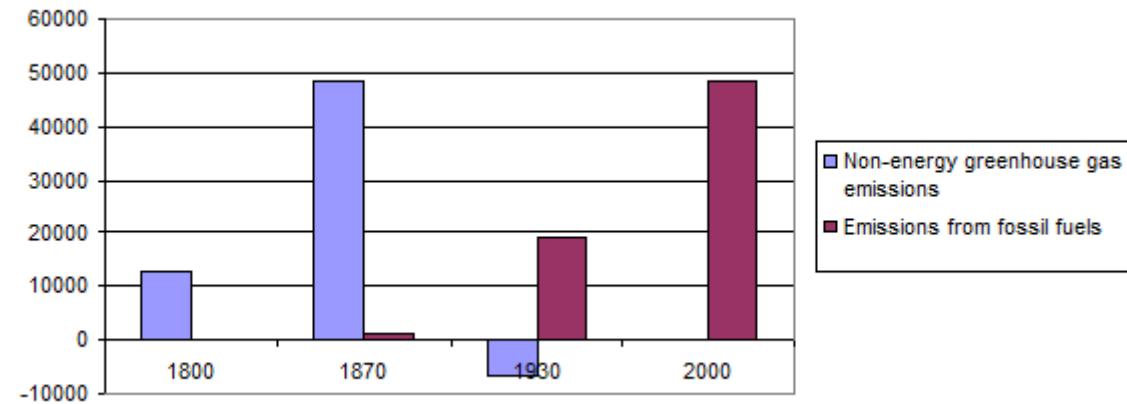
	Number/ amounts	Emission factor	Emissions	Emissions in CO ₂ equivalents (thousand tonnes)
1. Methane emissions from tame animals				
a) Cattle	1,684,000	55kg/animal	93 thousand tonnes	1,900
b) Horses	89,000	18kg/animal	1.6 thousand tonnes	34
c) Reindeer	221,000	15kg/animal	3.3 thousand tonnes	69
c) Sheep	432,000	8kg/animal	3.5 thousand tonnes	74
d) Pigs	1,918,000	1.5kg/animal	2.9 thousand tonnes	61
2. N ₂ O from fertilizers				
Manure	31 thousand tonnes	2.5%	1.2 thousand tonnes N ₂ O	380
Synthetic fertilizers	175 thousand tonnes	0.8%	2.2 thousand tonnes N ₂ O	690
3. Changed carbon content of the mineral cultivated soil			-0.25 million tonnes C	-925
4. Agricultural-related peatland				
a) Natural	0.4 million ha	0.2 kg CO ₂ /m ²	0.8 million tonnes CO ₂	800
b) Cultivated	0.3 million ha	1.0 kg CO ₂ /m ²	3 million tonnes CO ₂	3,000
5. Changed carbon storage of the forest				
a) Trees				-7,000
b) Other vegetation				-7,000
c) Dry forestland				-7,000
d) Natural swampland	0 million ha			
e) Drained swampland	2.0 million ha	7.5 ton/ha	15 million tonnes CO ₂	15,000
Total emissions in CO ₂ equivalents				83

Utsläpp från skog och mark kontra kor

Figure 1: Net emissions of non-energy related greenhouse gases in agriculture with subsidiary activities 1800, 1870, 1930 and 2000, thousand tonnes of CO₂ equivalents



Netto- växthusgasutsläppen i Sverige



Globala utsläpp från nötboskap

- Antalet nötkreatur har ökat mycket globalt sett: från 1,1 miljarder 1961 till 1,6 miljarder 2014
- Innebär att nötkreatur har bidragit till den globala uppvärmningen under denna period
- Men utsläppen från svenska nötkreatur har troligtvis minskat (eftersom de blivit färre) vilket haft en kylande effekt (minskad långsiktig värmeeffekt): men beror också på storleksutvecklingen hos boskapen

Vad göra med de svenska korna?

- Behåll dem men försök minska utsläpp per ko genom val av foder (röda alger experiment) och hög produktivitet
- Korna håller landskap öppna, bidrar till ekologisk mångfald, utnyttjar växtlighet som människan inte kan tillgodogöra sig och förvandlar den till högvärdig föda som mjölk
- Om vi ska minska användning av fossila bränslen kommer naturgödsel bli allt viktigare igen för jordbruket (äng är åkers moder)
- Dessutom har väl också kor rätt att leva och reproducera sig?