

Klimaatimpact van het mondiale voedselsysteem en hoe die te mitigeren

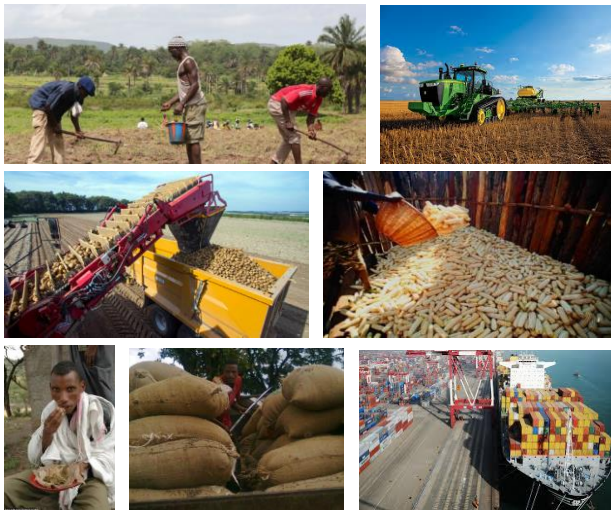
Olivier Honnay



Koffiebos nabij Jimma, Ethiopië

1

Het voedselsysteem ?



Alle processen en de infrastructuur die tussenkomen bij het voeden van de menselijke populatie

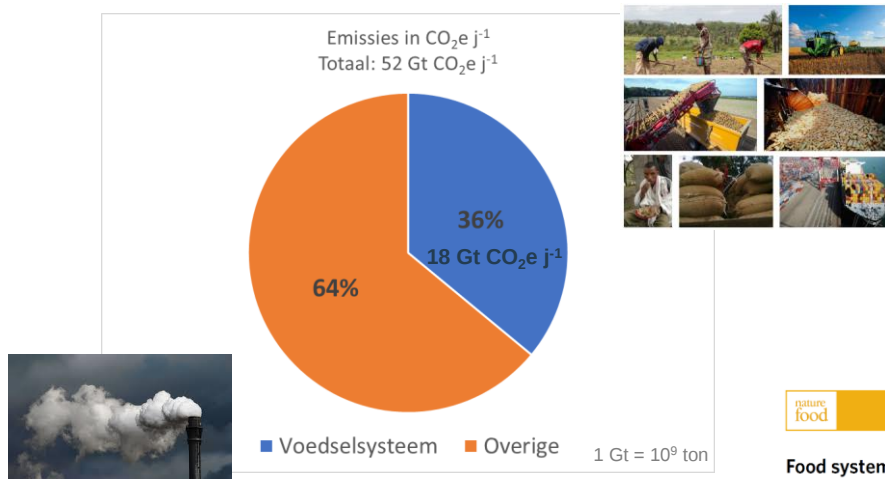
- Landbouwproductie
- Oogst & Transport & Verwerking & Opslag
- Industriële processen
- Energie
- Afvalproductie

[+ Sociale en Politieke context]

2

2

Aandeel voedselsysteem in totale emissie broeikasgassen



nature
food

ARTICLES
<https://doi.org/10.1038/s43016-021-00225-7>
[Check for updates](#)

Food systems are responsible for a third of global anthropogenic GHG emissions

M. Crippa^{1,2}, E. Solazzo³, D. Guizzardi⁴, F. Montforti-Ferrario⁵, F. N. Tubiello⁶ and A. Leip^{1,2}

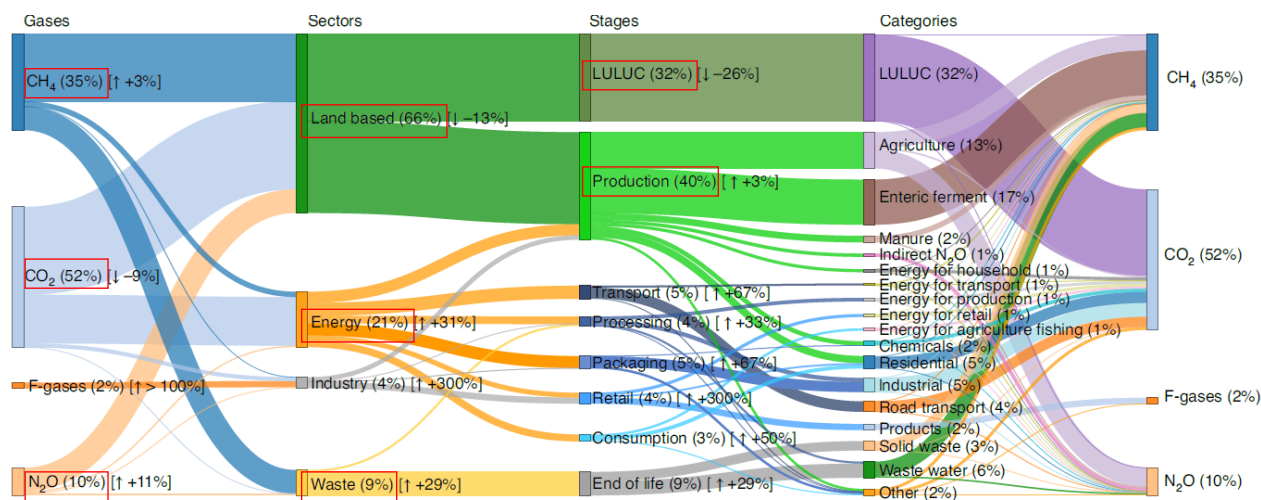
3

Crippa et al. (2021) Nature Food

KU LEUVEN

3

Sankey diagram for GHG emissions from the food system



4

Crippa et al. (2021) Nature Food

KU LEUVEN

4

(i) CO₂-emissies door omzetting natuurlijke vegetatie in landbouwland

5,7 Gt CO₂ j⁻¹ (32% voedselsysteememissies, ca 11% totale emissies)

(Waarvan 5 Gt CO₂ in *low/middle-income countries*)



5

KU LEUVEN

5

Landbouwland: ca. 50% *bewoonbare* oppervlakte aarde
(51 M km² of 5100 M ha); waarvan 75% voor veevoeder

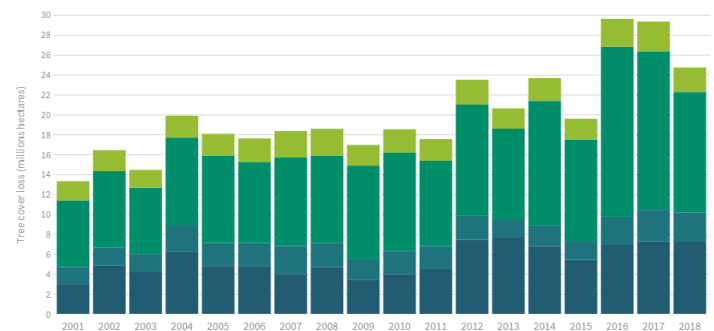


Post-2001: Globaal “bruto” verlies bos van 360 M ha (ca. 20 M ha j⁻¹)

Annual rates of global tree cover loss have risen since 2000

Gross tree cover loss by ecozone

■ Boreal ■ Temperate ■ Tropical ■ Subtropical



WORLD RESOURCES INSTITUTE

6

KU LEUVEN

6

Oorzaken van “bruto” ontbossing

$\frac{1}{4}$ bosbouw
 $\frac{1}{4}$ bosbranden

$\frac{1}{4}$ grootschalige landbouw (cash crops & rundveeteelt)
 $\frac{1}{4}$ slash & burn (shifting agriculture)

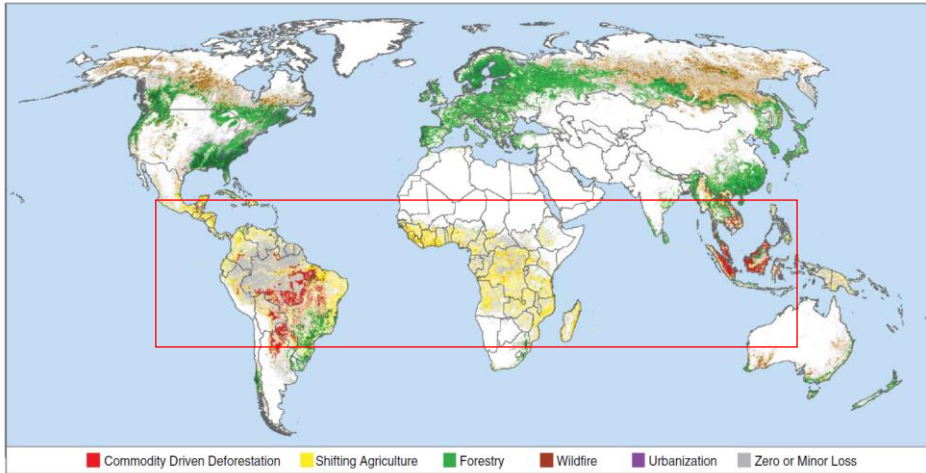


Fig. 2. Primary drivers of forest cover loss for the period 2001 to 2015. Darker color intensity indicates greater total quantity of forest cover loss.

7

Curtis et al. (2018) Science

KU LEUVEN

7

(ii) Methaan (CH_4)

$\text{GWP}_{100} = 28 \text{ gCO}_2\text{e./gCH}_4$

$6,6 \text{ Gt CO}_2\text{e j}^{-1}$ (35% voedselsysteememissies)

- i. Enteric fermentation herkauwers ($2,9 \text{ GtCO}_2\text{e j}^{-1}$ (16%))
- ii. Rijstteelt ($1 \text{ GtCO}_2\text{e j}^{-1}$ (5%))
- iii. Afvalproductie ($1,2 \text{ GtCO}_2\text{e j}^{-1}$ (8%))
- iv. Dierlijke mest ($0,3 \text{ GtCO}_2\text{e j}^{-1}$ (2%))



8

KU LEUVEN

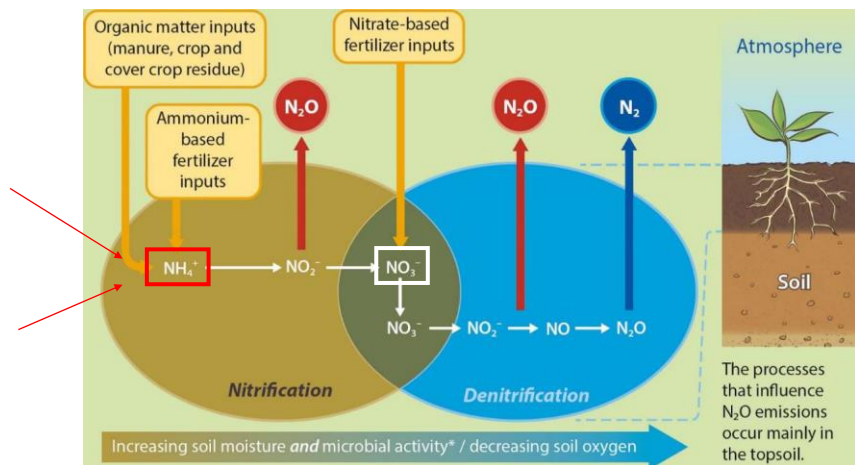
8

(iii) Lachgasemissies (N₂O) door N-bemesting

GWP₁₀₀: 280 gCO₂e/N₂O

1,4 GtCO₂eq j⁻¹ (8% voedselsysteememissies)

NUE: 30-70%



9

Verhoeven et al. (2017) *Cal Agriculture*

KU LEUVEN

9

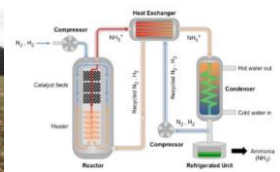
(iv) Energiegebruik (transport, *retail*, verpakking, productie, *food processing*)

3,1 Gt CO₂ j⁻¹ (21%)

(v) Industriële processen (productie chemicaliën, Haber-Bosch, staal)

0,7 Gt CO₂ j⁻¹ (4%)

Haber-Bosch

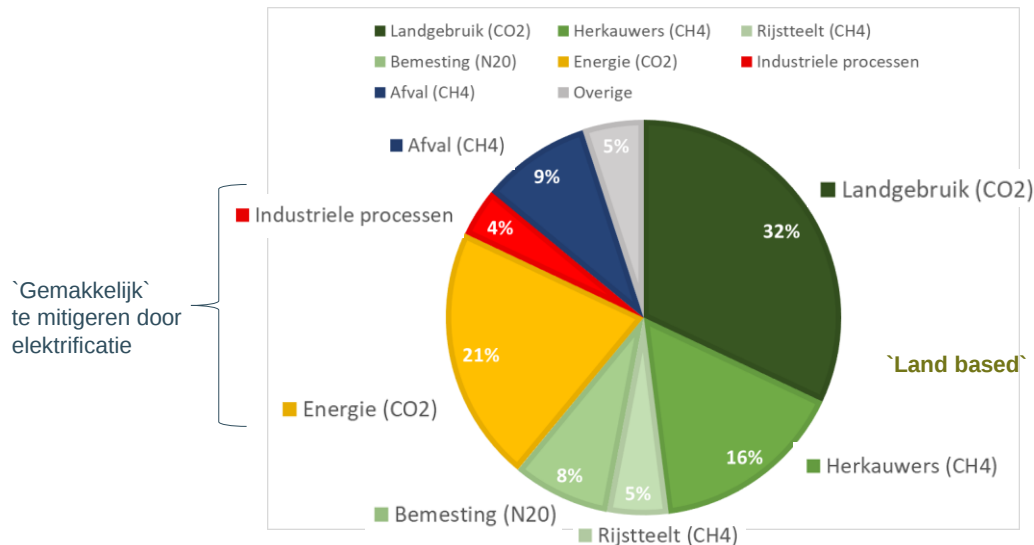


10

KU LEUVEN

10

Aandeel verschillende componenten voedselsysteem in Broeikasgasuitstoot (CO₂e)



11

Data from Crippa et al. 2021 Nature Food

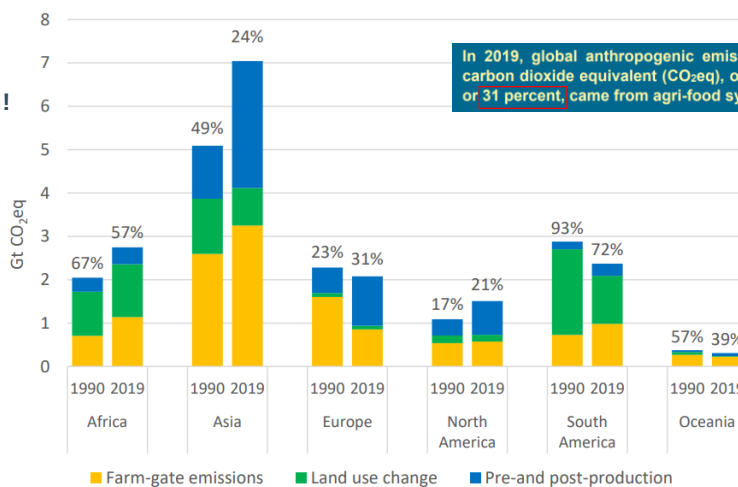
KU LEUVEN

11

Figure 6: Agri-food systems emissions by region and life-cycle stage

Grote regionale verschillen (FAO 2021) !

1990 vs 2019



In 2019, global anthropogenic emissions were 54 billion tonnes of carbon dioxide equivalent (CO₂eq), of which 17 billion tonnes CO₂eq, or 31 percent, came from agri-food systems.

Note: The percentages indicate the share of agri-food systems in the total emissions of the region.

Source: FAO, 2021.

12

FAO (2021)

KU LEUVEN

12

- Mitigatie ?

1. *Produceer*
2. *Reduceer*
3. *Restaureer*

13

KU LEUVEN

13

(i) Produceer meer op dezelfde oppervlakte

De productie-uitdaging voor 2050

(i) Groei populatie (7,7→ 9,7 miljard inwoners) + (ii) Verschuiving in dieet

Figure 2-1 | The world needs to close a food gap of 56 percent by 2050



Note: Includes all crops intended for direct human consumption, animal feed, industrial uses, seeds, and biofuels.
Sources: WRI analysis based on FAO (2019a); UNDESA (2017); and Alexandratos and Bruinsma (2012).

14

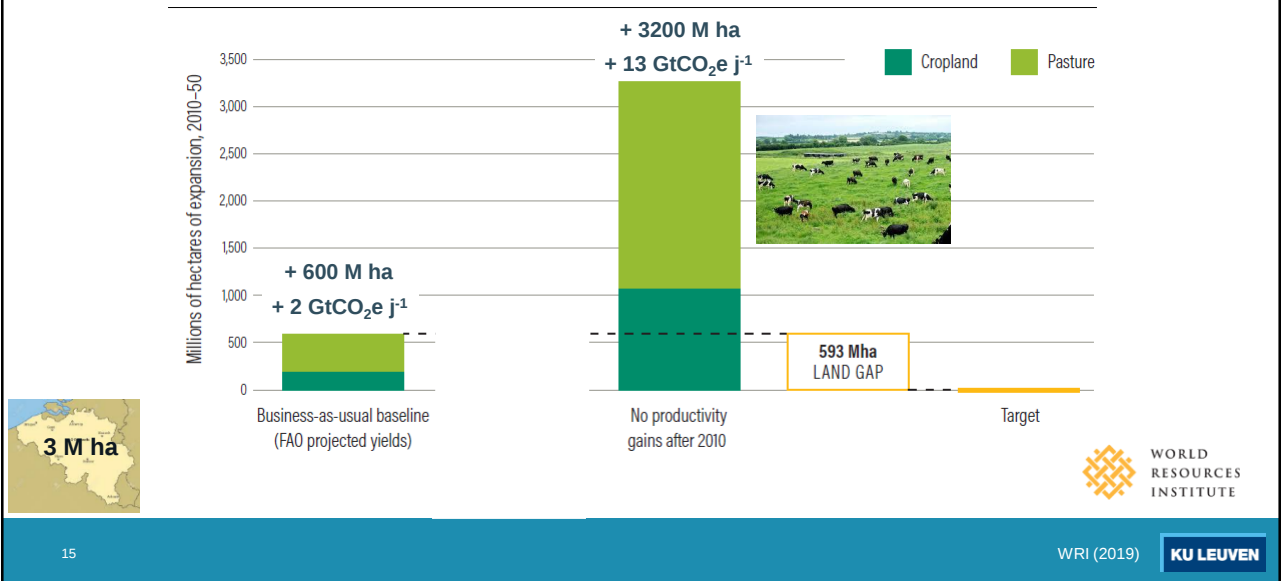
WRI (2019)
FAO (2019)

KU LEUVEN

14

(i) Produceer meer op dezelfde oppervlakte

Vereiste expansie van het huidige landbouwareaal (nu **5100 M ha**) om +56% calorieën te produceren ?



15

“Sustainable Intensification” of Duurzame Intensivering

- I. Verhogen landbouwproductie **op huidig areaal**
- II. **Impact** op milieukwaliteit en biodiversiteit **minimaliseren**
- III. **Resistentie** en de **veerkracht** van de productie verzekeren onder **klimaatverandering**:
 - (i) periodes van droogte worden frequenter
 - (ii) opduiken nieuwe landbouwplagen en -ziekten

16

KU LEUVEN

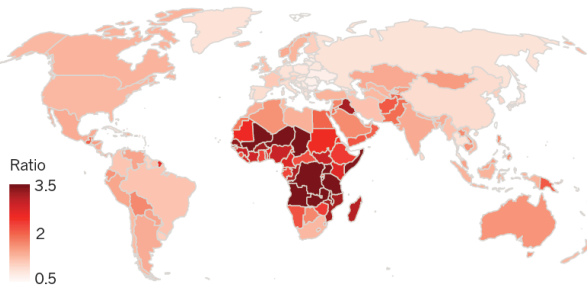
16

Waar zit het landbouwproductiviteitsprobleem?

(a) Projectie populatie-aangroei
SSA: 1.1 → 2.1 miljard (2060)

(b) Huidige landbouwproductiviteit (kcal/ha)

a Population ratio



b Crop yields in 2010

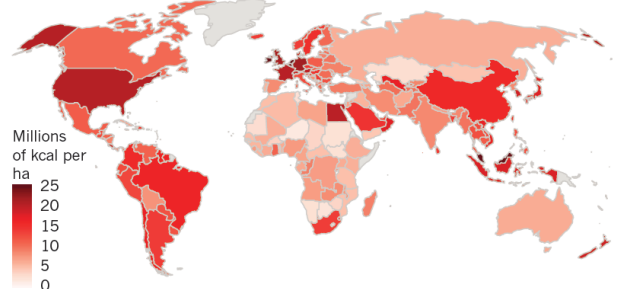


Figure 4 | Projected growth rates for the human population and current crop yields worldwide. a, The ratio of the United Nations 'medium fertility' population projection for each country in 2060 to the population in 2010 of each country (ref. 60). A ratio of 2, for example, indicates that the

population is expected to double by 2060. b, Yields in 2010 for all nutritious crops, calculated for each country by summing the caloric production of each crop and dividing this amount by the total area harvested. See also Supplementary Methods.

17

Tilman et al. (2017) Nature

KU LEUVEN

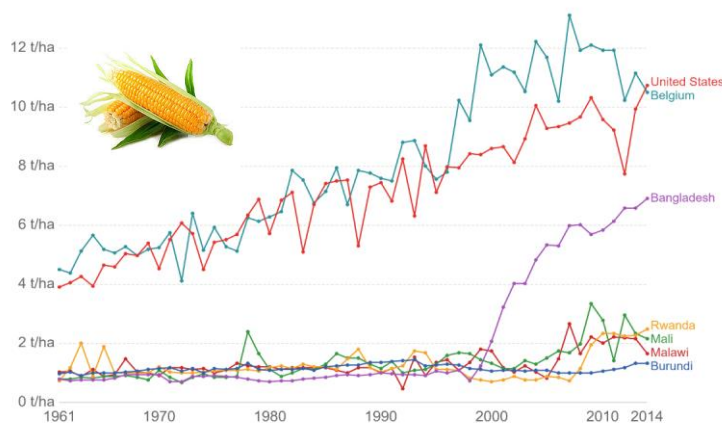
17

SSA heeft een gigantisch landbouwproductiviteitsprobleem

oogstkloof = ca. 70%

Maize yields

Average maize (corn) yields, measured in tonnes per hectare per year.



Source: UN Food and Agriculture Organization (FAO)
OurWorldInData.org/yields-and-land-use-in-agriculture/ • CC BY

Oorzaken:

- Intrinsieke lage bodemvruchtbaarheid & gebrek aan meststoffen (synthetisch & organisch)
- Gebrek aan geschikte zaden
- Afwezigheid van irrigatie
- Hoge druk van ziekten en plagen (25-30% loss, Savary et al. (2019)).

18

OurWorldInData.org

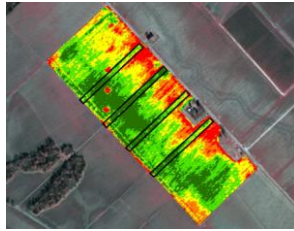
KU LEUVEN

18

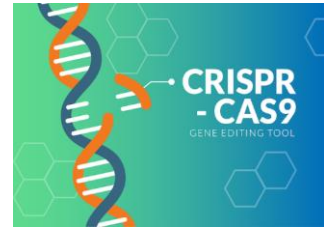
EU: Garandeer de opbrengst maar met minder externe *inputs* en minder milieu-impact



Strookenteelt



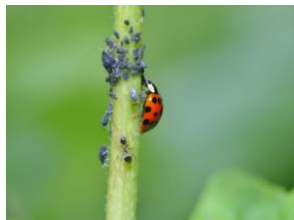
Precisielandbouw (AI, sensoren, GPS)



Gentech



Groenbemester / Vanggewassen



Biologische controle van plagen (IPM)



Verbeteren bodemkwaliteit

19

KU LEUVEN

19

• Mitigatie ?

- **Produceer**
- **Reduceer**
- **Restaureer**

20

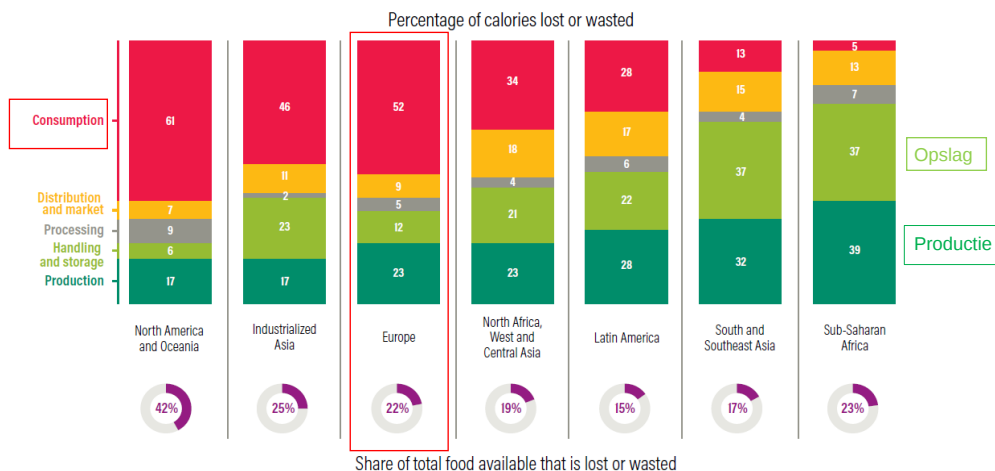
KU LEUVEN

20

(ii) Reduceer voedselverlies en -verspilling (-1,5 Gt yr⁻¹ CO₂e)

25% van alle geproduceerde calorieën gaat ergens in de voedselketen verloren

Figure 5-3 | Where food loss and waste occurs along the food supply chain varies among regions



21

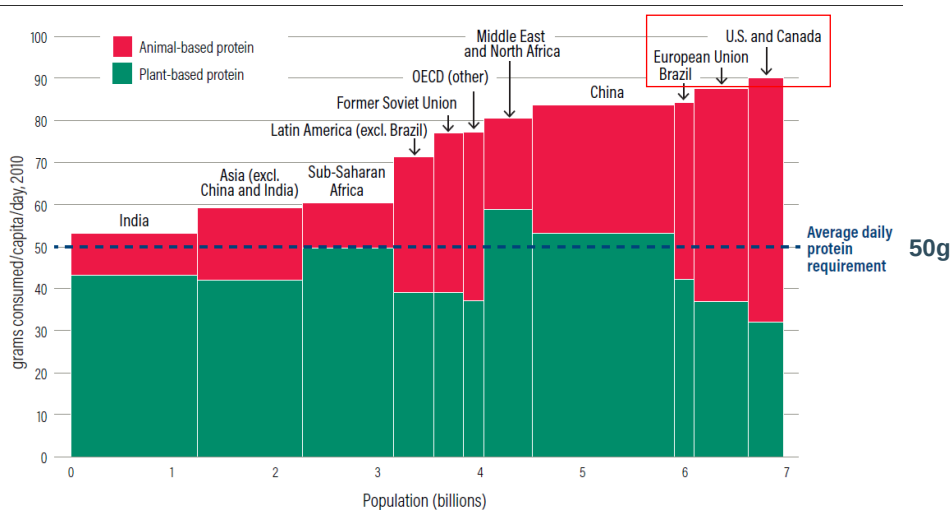
FAO & WRI (2019)

KU LEUVEN

21

(iii) Reduceer vleesconsumptie en maak land vrij voor C-opslag

Consumptie van proteïnen



22

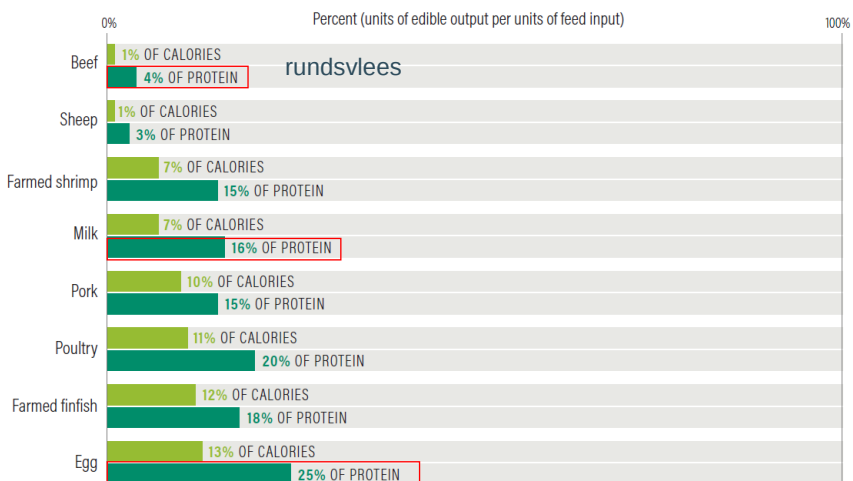
WRI (2019)

KU LEUVEN

22

Vlees- en zuivelproductie hebben grote effecten op landgebruik: inefficiënte bronnen van proteïnen

→ voederconversiefactoren zijn zeer laag; veel land nodig



23

WRI (2019)

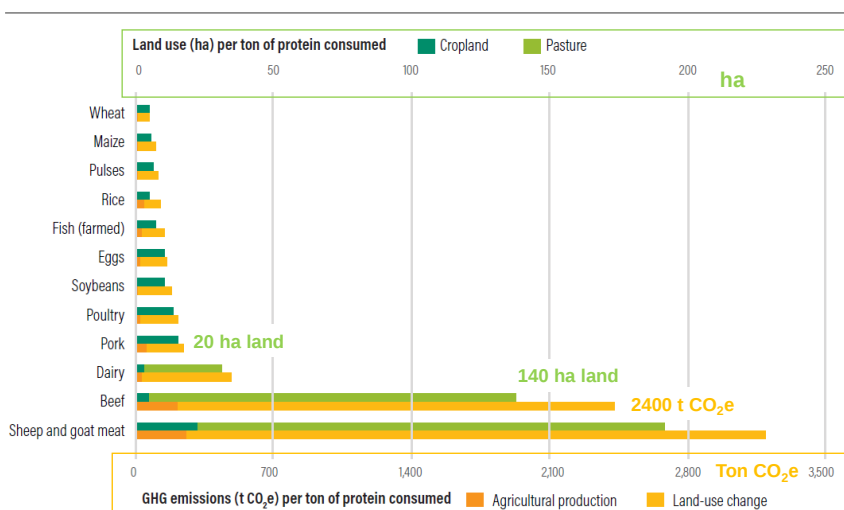
KU LEUVEN

23

De land- en de koolstof-opportunitetskost

“Baten die niet gerealiseerd worden door te kiezen voor veeteelt/voederproductie als landgebruik”

=> Wat kost de productie van één extra ton proteïne aan koolstof en aan land?



43% (1200 M ha of 12 M km²) van het huidige permanente graasland was ooit bos of bossavanne (+ 222 Gt CO₂)

24

WRI (2019)
Searchinger et al. (2018) Nature

KU LEUVEN

24

(iii) Reduceer vleesconsumptie en maak land vrij voor C-opslag

Mondiale koolstof-opportunitetskost van dierlijke proteïnen ?

Potentiële hoeveelheid C in land dat nu begraaft wordt of gebruikt voor voedergewassen (150 Gt C = 555 Gt CO₂)

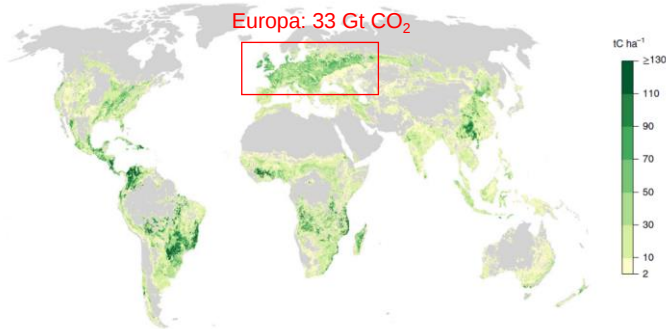


Fig. 1 | Distribution of carbon in potential vegetation in areas of present-day animal feed croplands and pastures combined for each 5 arcmin grid cell. Colour corresponds to the product of land area presently under cultivation multiplied by the potential vegetation carbon density, minus the quantity presently stored in agricultural vegetation.

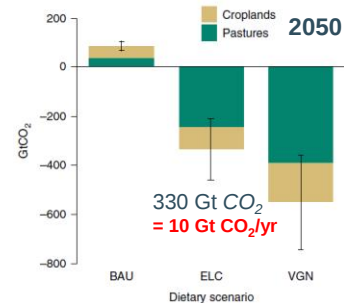


Fig. 3 | Cumulative changes in terrestrial carbon from three dietary scenarios in 2050: BAU, ELC and VGN. Scenarios do not include abated emissions associated with agricultural production (for example, ref. 7). Positive CO₂ indicates a loss of ecosystem vegetation carbon and emission to the atmosphere; negative indicates CO₂ removal via vegetation growth. Error bars are 95% confidence intervals, reflecting various estimates of potential vegetation and distributions of cropland removal from low- and high-carbon biomes.

25

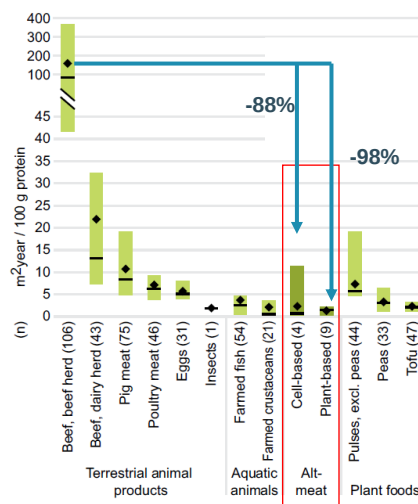
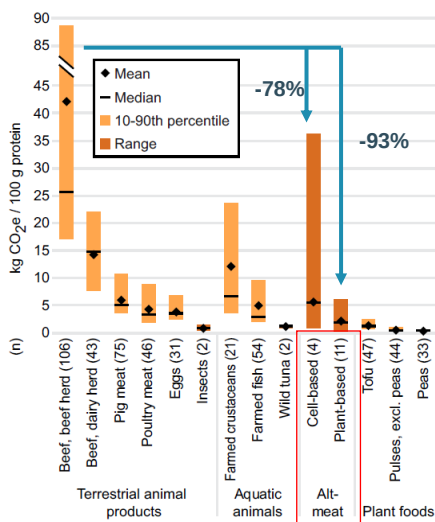
Hayek et al. (2021) Nature Sustainability

KU LEUVEN

25

Vleesvervangers?

Vergelijking van klimaatimpact Alt-meat (LCA): kg CO₂ & land use per 100g geproduceerde proteïnen



Plant-based



Cell-based

26

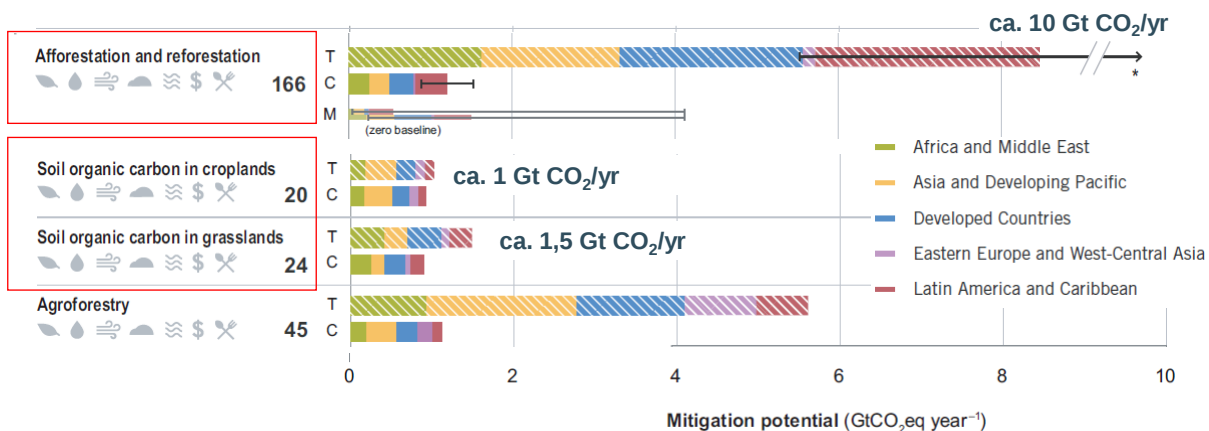
Santo et al. (2020) Frontiers Sust Food Syst.

KU LEUVEN

26

Vergelijk het technisch (T) mitigatiepotentieel van *herbebossing* met potentieel van *C-opslag in landbouwbodems*

MITIGATION
DENSITY (tCO₂/ha)



27

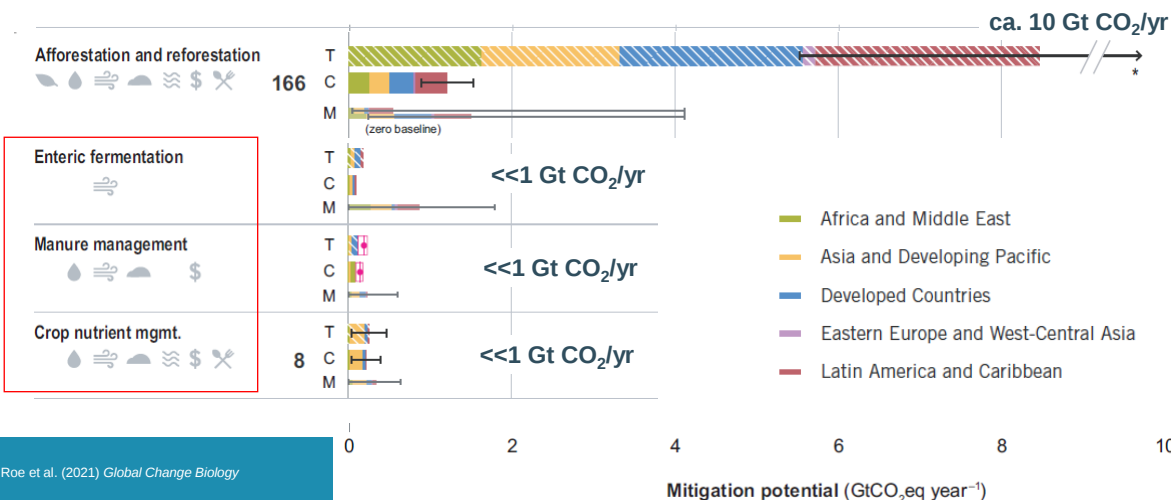
Roe et al. (2021) *Global Change Biology*

KU LEUVEN

(iv) Emissiereducties door ingrijpen in landbouwproductie zelf

Mitigatiepotentieel relatief beperkt

MITIGATION
DENSITY (tCO₂/ha)

28 Roe et al. (2021) *Global Change Biology*

VEN



Klimaatneutraal maken voedselsysteem (18 Gt CO₂ te mitigeren) is in theorie mogelijk

No silver bullets: combinatie maatregelen

Wereldwijd belangrijkste bijdrage van voedselsysteem aan klimaatimpact:

- i. **Landgebruiksveranderingen**
- ii. **Herkauwers**

(Abstractie "gemakkelijk" te mitigeren CO₂ emissies door energieverbruik)

Belangrijkste elementen van mitigatie:

- i. **Duurzame intensivering** (meer produceren op zelfde oppervlakte), vooral in *low-income countries*
- ii. **Reduceren** vleesconsumptie (en bebossen vrijgekomen areaal)

Mitigatiepotentieel van emissies die productie-gerelateerd zijn (vooral N₂O & CH₄) is veel kleiner