

Carbon footprint i landbruget: Klimaregnskab for bedrifter og produkter

Jesper Overgård Lehmann

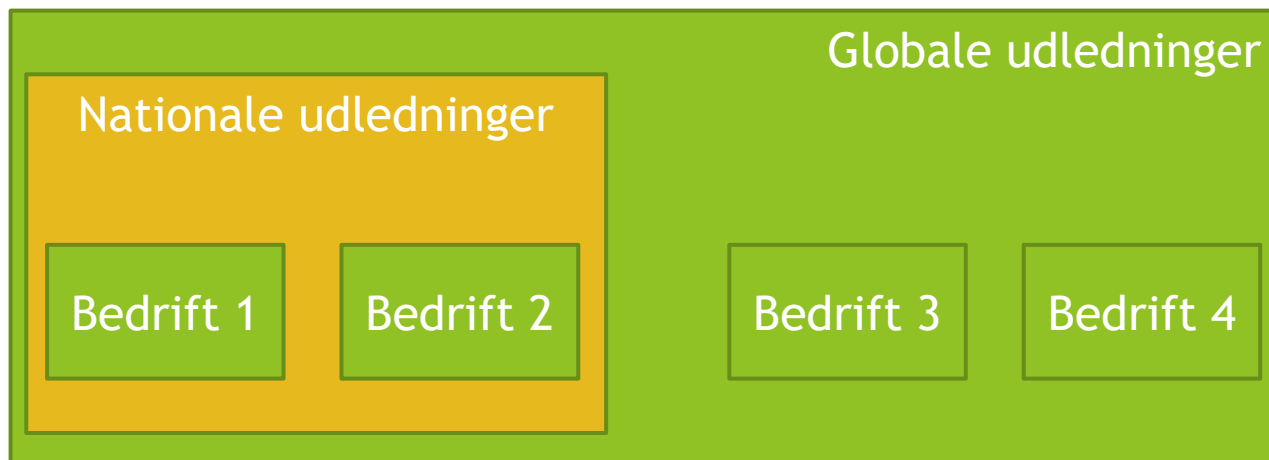
Ph.d. i Agroøkologi

Kort om min baggrund

- ▶ Opvokset på et kvægbrug med malkekøer i Sønderjylland
- ▶ Cand. Scient i Husdyrvidenskab (2012)
- ▶ Ph.d.-studerende og postdoc ved Aarhus Universitet 2013 → 2021
- ▶ Fuldmægtig ved Landbrugsstyrelsen 2021 → Nu
- ▶ Medejer (7. generation) af økologisk mælkeproduktion med 110 årskøer og 150 ha



Det store overblik: Hvor kommer emissionerne fra? Hvem er ansvarlig?



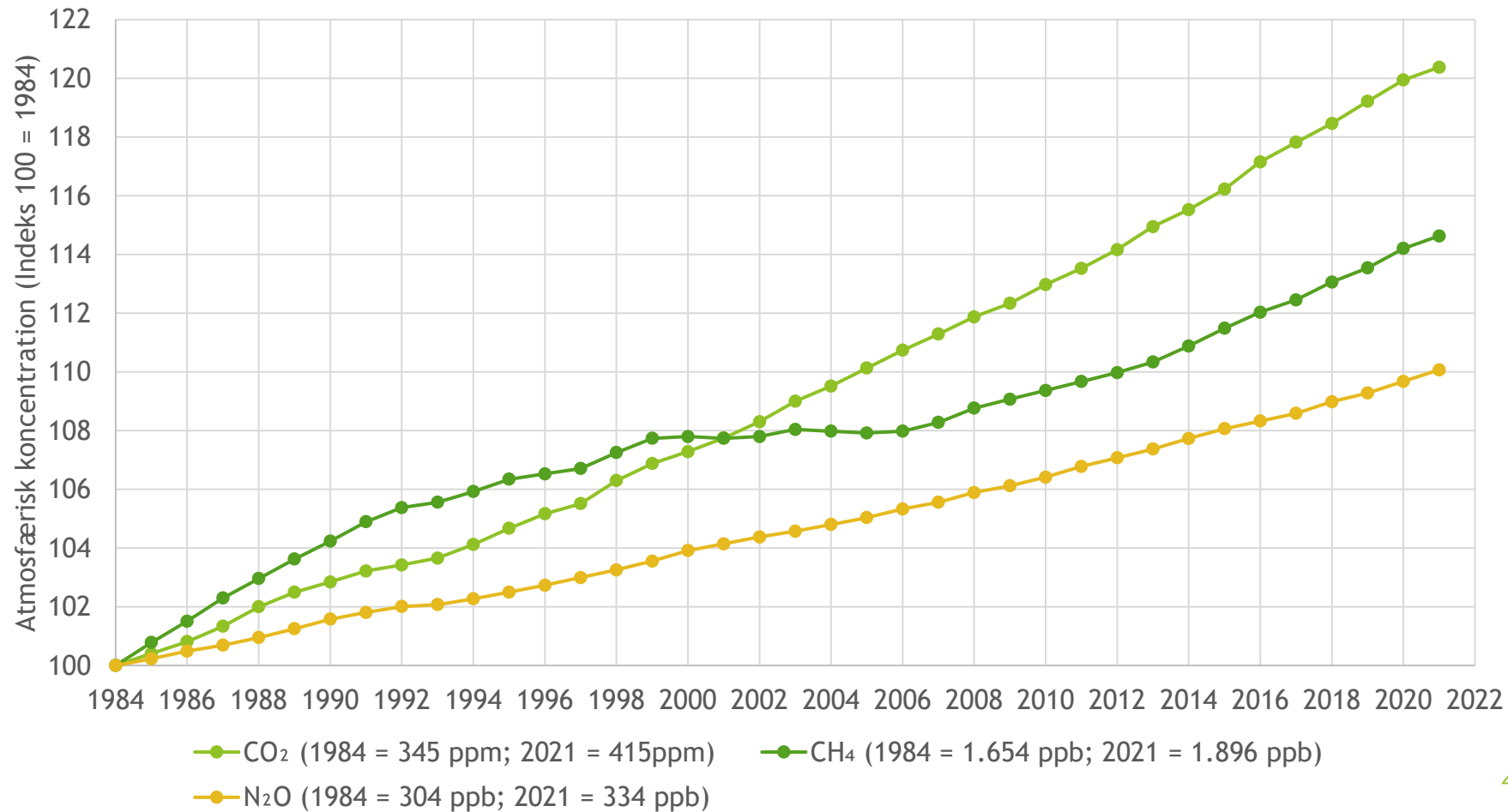
Dagens program

En overordnet indflyvning til drivhusgasregnskaber i landbruget.

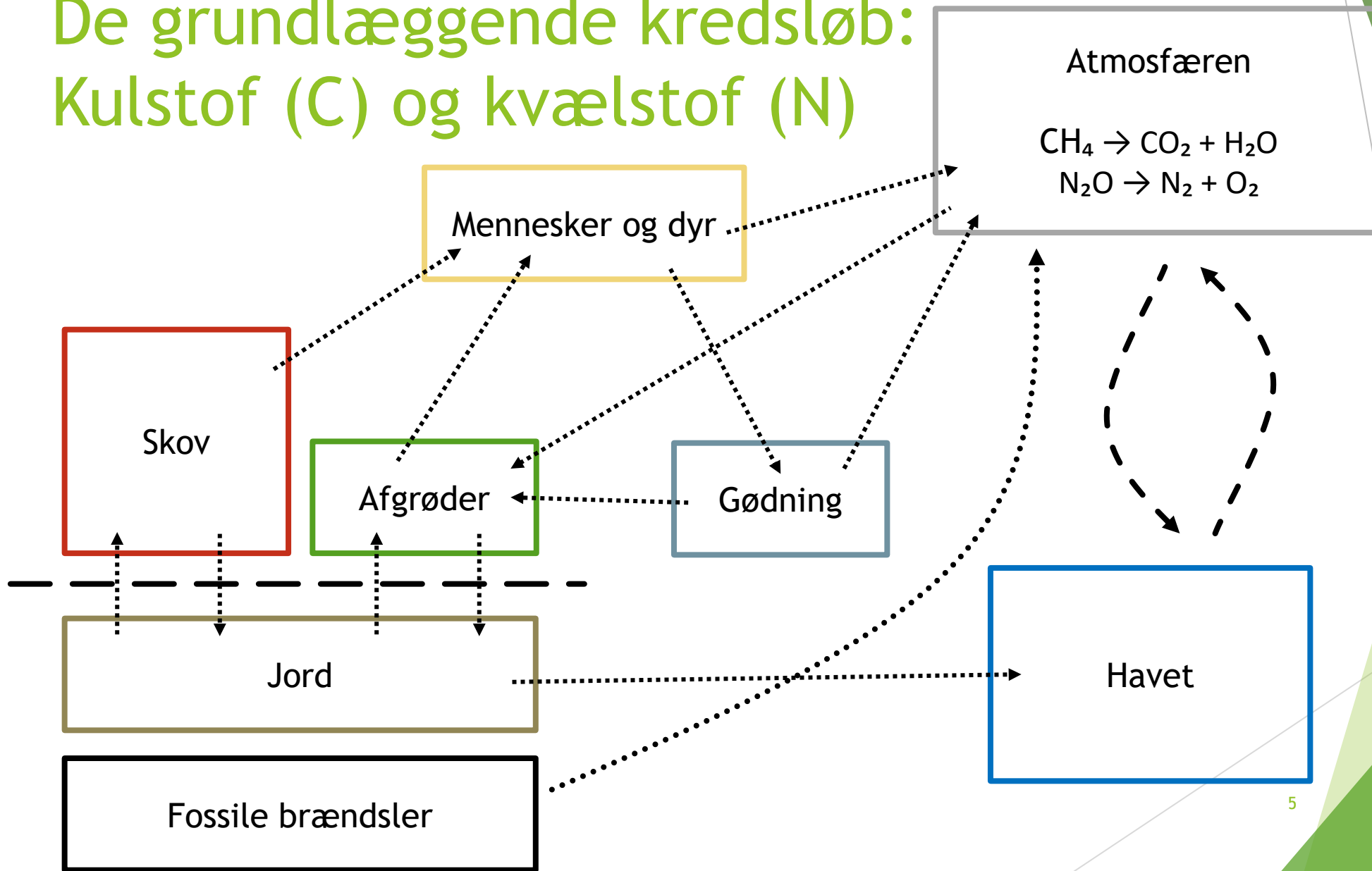
- Begreber
- Koncepter
- Problemstillinger

Hvor måler vi noget, og hos hvem konterer/bogfører vi det.

Primære drivhusgasser: Kuldioxid (CO₂), metan (CH₄) og lattergas (N₂O)



De grundlæggende kredsløb: Kulstof (C) og kvælstof (N)



Landbrugsbedriftens klimaregnskab overfor det nationale klimaregnskab*

Kilde	Drivhusgas	Det nationale klimaregnskab
Fossil energi	CO ₂	Energi (transport)
Omsætning af gødning (1)	CH ₄ + N ₂ O	Landbrug
Enterisk metan (2)	CH ₄	Landbrug
Skovrydning/skovrejsning	CO ₂	Arealanvendelse (LULUCF**)
Ændringer i jordens kulstofindhold (3 + 4)	CO ₂	Arealanvendelse (LULUCF**)

Import af dyr, foder, gødning, planteværn m.v.

Indenrigs: Andre bedrifter/virksomheder → Nationalregnskabet

Udenrigs: Andre bedrifter/virksomheder → Medregnes ikke

*Ifølge KYOTO-protokollen og IPCC.

**Land Use, Land Use Change and Forestr.

1) Gødning: Lattergas og metan som følge af dyrets omsætning af foder

Tab af:

- N_2O
- $NH_3 \rightarrow N_2O$
- NO

Tab af:

- N_2O
- $NH_3 \rightarrow N_2O$
- NO

Tab af:

- N_2O
- $NH_3 \rightarrow N_2O$
- NO

Udnyttelse:

- Gylle: 70 %
- Dybstrøelse: 45%
- Handelsgødning: ~100%

Faktorer:

- Retention
- N_2
- $NO_3^- \rightarrow N_2O$



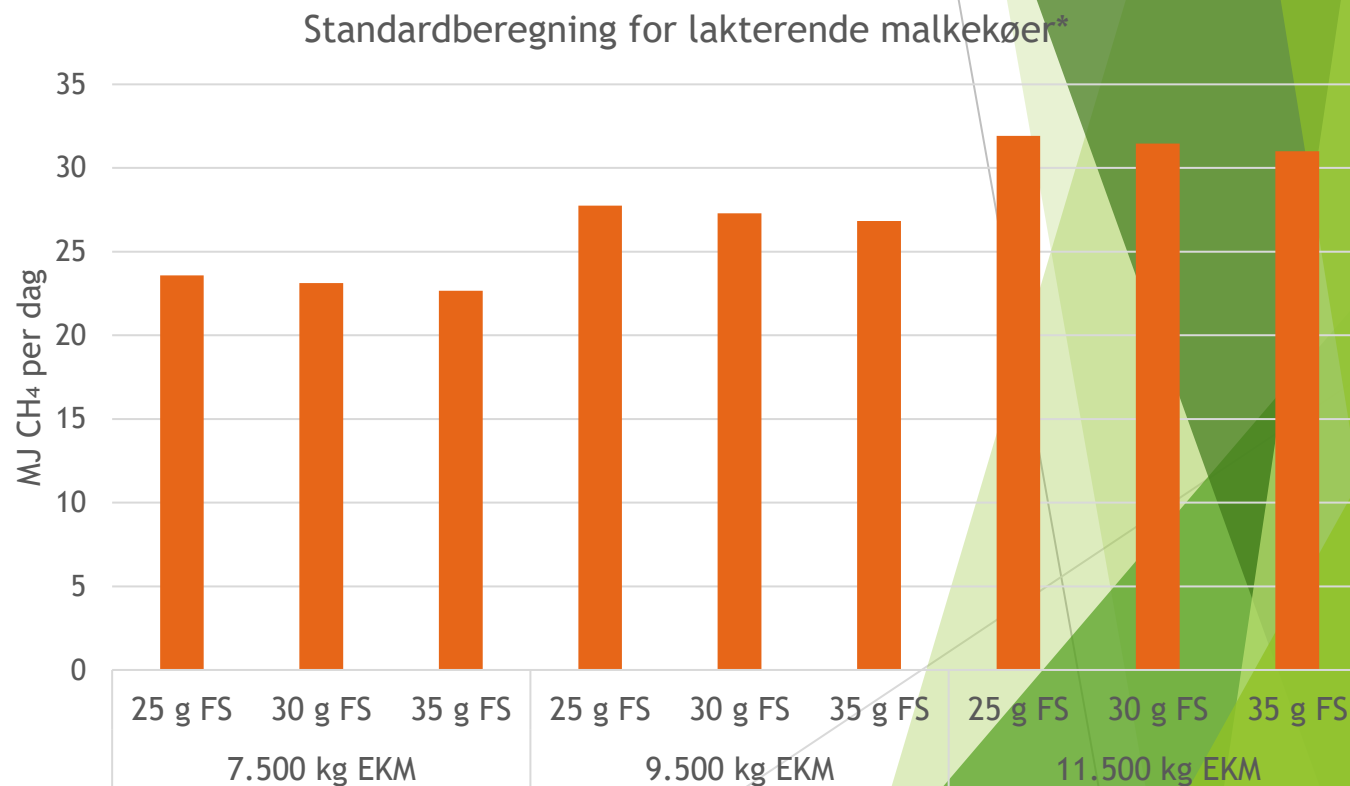
Metan fra gødning

[Organisk stof fra gødning og strøelse] x [potentiale for dannelse af metan] x [emissionsfaktor]

- Potentiale: Afhænger af sammensætning (Køer > Ungdyr)
- Emissionsfaktor: Gylle / dybstrøelse: 10 %, afgræsning: 1 %

2) Enterisk metan fra drøvtyggere: Metanogenerne rydder op

- ▶ Omsætning af foder i vommen:
 - ▶ Eddikesyre: PRODUCERER brint
 - ▶ Smørsyre: PRODUCERER brint
 - ▶ Propionsyre: FORBRUGER brint
 - ▶ CO₂
 - ▶ Fodersammensætning bestemmer forholdet
- ▶ Metanogener spiser resterne
 - ▶ $\text{CO}_2 + 4\text{H}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{CH}_4$



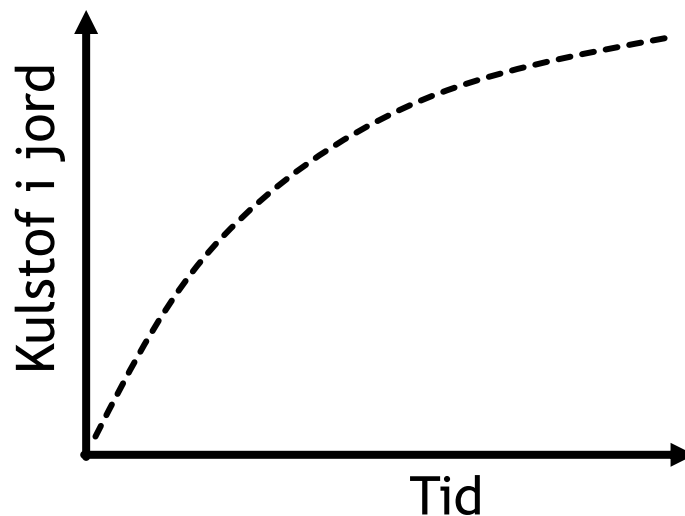
3) Ændringer i jordens kulstofpulje: Et særdeles omdiskuteret område*

Overjordiske afgrøderester

- Stubbe, spild,
husdyrgødning

Underjordiske afgrøderester

- Rødder



Hvor dybt udtages prøven?
Hvor repræsentativ er prøven?
Behov for gentagne prøver over flere år

Kulstof i jorden er ustabil*

- Tilbage efter 1 år: ~60 %
- Tilbage efter 20 år: ~21 %
- Tilbage efter 100 år: ~10 %

Afhænger blandt andet af:

- Nedbør og dræning
- Temperatur og jordtype
- Jordbehandling

4) Direkte og indirekte arealændringer*

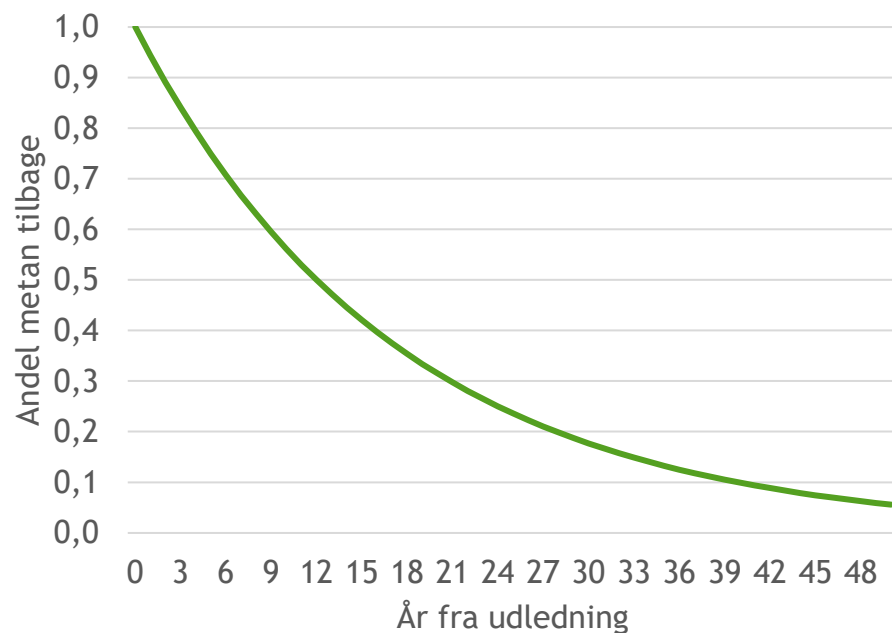
- ▶ Direkte arealændringer (direct land use change - dLUC)
 - ▶ Udledning fra skovrydning pålægges afgrøden, der dyrkes på det ryddede areal
- ▶ Indirekte arealændringer (indirect land use change - iLUC)
 - ▶ Udledning fra global skovrydning fordeles ligeligt på det globale omdriftsareal
- ▶ Kulstof alternativ-/offeromkostning (carbon opportunity cost - COC)

Når bedriften køber og sælger: Baseret på praksis fra livscyklusanalyser (LCA)

- ▶ Livscyklusanalyser
 - ▶ Effekten af et produkt fra vugge til grav
- ▶ Attributional LCA (A-LCA)
 - ▶ Det enkelte produkt
 - ▶ Faktisk forbrug/konsekvens
- ▶ Consequential LCA (C-LCA)
 - ▶ Markedskonsekvenser
 - ▶ Marginaleffekten
- ▶ Når produkter har fælles emissioner, skal de fordeles
- ▶ Eksempler (affald vs. produkt)
 - ▶ Kvæg: Mælk, kød (+ gødning)
 - ▶ Korn: Kerner, halm, avner
- ▶ Tre primære metoder
 - ▶ Relative vægt
 - ▶ Relative forbrug af input
 - ▶ Relative økonomiske værdi

Tidshorisonter for klimaeffekt: Omregning til CO₂-ækvivalenter

Drivhusgas	Halveringstid*	20 år*	100 år*	500 år**
Kuldioxid	~	1	1	1
Metan	12,4 år	84	28	7
Lattergas	121 år	264	265	156



$$\text{CO}_2\text{-ækv.} = 1 * \text{CO}_2 + 28 * \text{CH}_4 + 265 * \text{N}_2\text{O.}$$

Der er ikke noget videnskabeligt belæg for at bruge den ene tidshorizont fremfor den anden.

***Teori: Udledning < Nedbrydning kan medføre en afkølingseffekt.

*IPCC, 2013
**IPCC, 2001
***Lynch et al., 2020

Fortrængningseffekter (displacement effects)

- ▶ Når en produktion sparer en anden produktion
- ▶ Eksempel: Vedvarende energi sparer energi fra energinettet*
 - ▶ DK: 0,56 kg CO₂-ækv. / kWh; DE: 0,64 kg CO₂-ækv. / kWh; SE: 0,08 kg CO₂-ækv. / kWh
- ▶ Eksempel: Husdyrgødning sparer handelsgødning*
 - ▶ 6,6 kg CO₂-ækv. / kg N + 3,6 kg CO₂-ækv. / kg P

*Se Mogensen *et al.*, 2015 (DCA Rapport 61) og Mogensen *et al.*, 2018 (DCA Rapport 116).

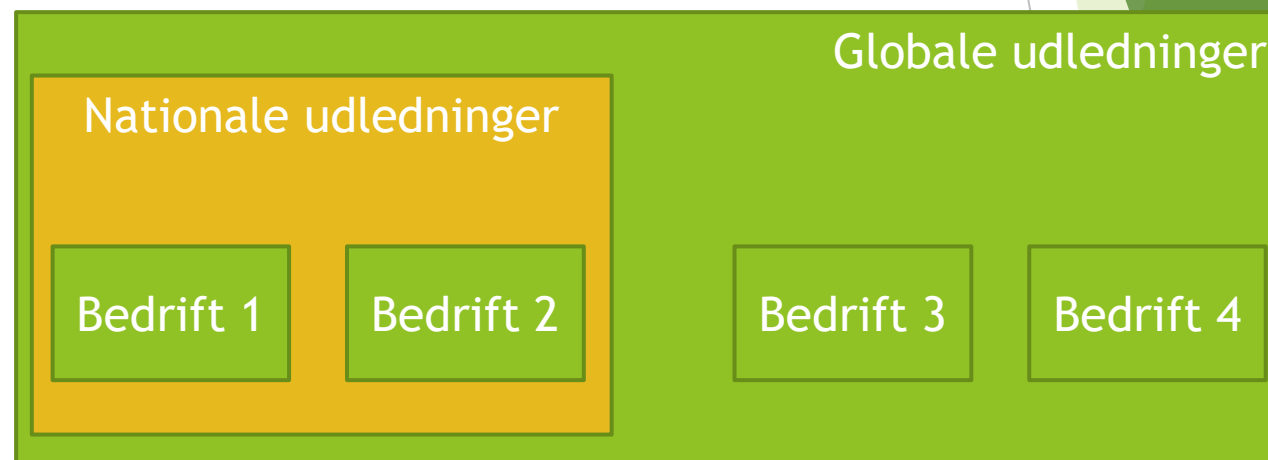
Hovedpointer om drivhusgasregnskaber i landbruget: Det er kompliceret

▶ Udledninger

- ▶ Måles lokalt men konteres lokalt, nationalt eller globalt.
- ▶ Er vanskeligt målbare.
- ▶ Af metan og lattergas kommer fra naturlige processer.

▶ Vær særligt opmærksom på

- ▶ Metodevalg.
- ▶ Arealændringer inkl. jordpulje.
- ▶ Tidshorisont.
- ▶ Fortrængningseffekt.



Her kan du få mere viden:

<https://dca.pub.au.dk/djfpublikation/index.asp?action=search&type=DCA%20rapport>

- ▶ Kristensen og Lund, 2011. *Kvæg og klima.* DCA Rapport 1.
- ▶ Mogensen et al., 2015. *Environmental impact of beef.* DCA Rapport 61.
- ▶ Mogensen et al., 2018. *Bæredygtighedsparametre for konventionelle fodermidler til kvæg.* DCA Rapport 116.
- ▶ Olesen et al., 2018. *Virkemidler til reduktion af klimagasser i landbruger.* DCA Rapport 130.
- ▶ Kristensen et al., 2019. *Fremtidens helhedsorienterede og balancerede kvægproduktion.* DCA Rapport 146.
- ▶ Olesen et al., 2021. *Sustainable biogas - Climate and environmental effects of biogas production.* DCA Rapport 181.
- ▶ Kristensen og Jørgensen, 2021. *Produktion af dansk lam.* DCA Rapport 192.
- ▶ Mogensen et al., 2022. *Vidensyntese om livscyklusvurderinger og klimaeffektivitet i landbrugssektoren.* DCA Rapport 200.