

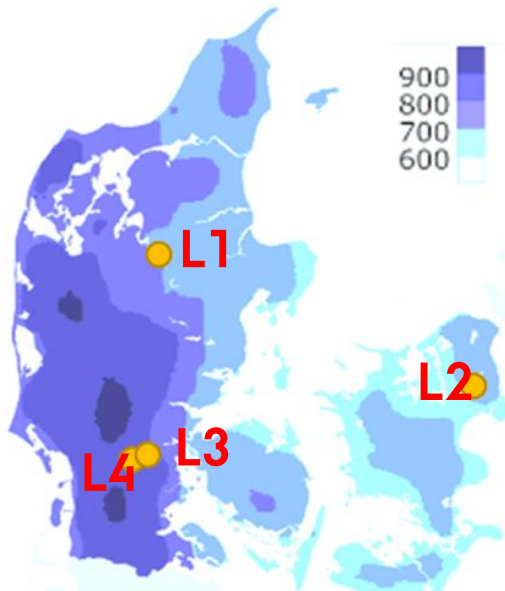
# GRUNDLAG FOR NYE EMISSIONSFAKTORER FOR HANDELS- OG HUSDYRGØDNING

SØREN O. PETERSEN, AARHUS UNIVERSITET

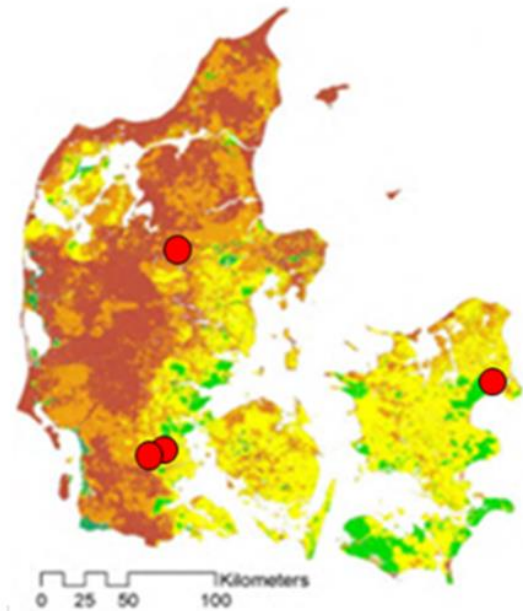


# Hvor? Fire kombinationer af jordtype og klima

Nedbør



Jordtype



Kvæg



Svin



Lokalitet:

L1 Foulum  
L2 Tåstrup  
L3 Askov  
L4 Vejen

Jordtype:

JB4 ("sand")  
JB6 ("ler")  
JB5 ("ler")  
JB1 ("sand")

Sædskifte:

Kvæg  
Planteavl  
Svin  
Kvæg

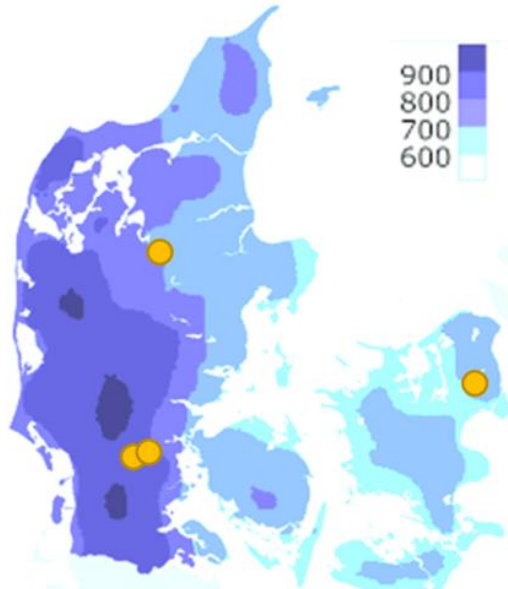
Afgrøder:

Kløvergræs, **vårbyg**, majs  
**Vårbyg**, vinterhvede, vinter raps  
**Vårbyg**, vinterhvede, vinter raps  
Kløvergræs, **vårbyg**, majs

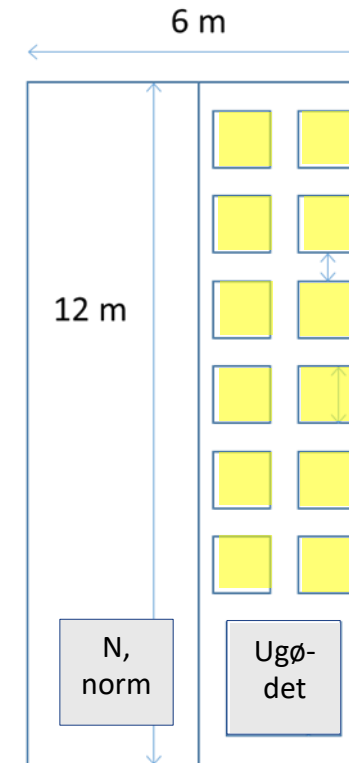
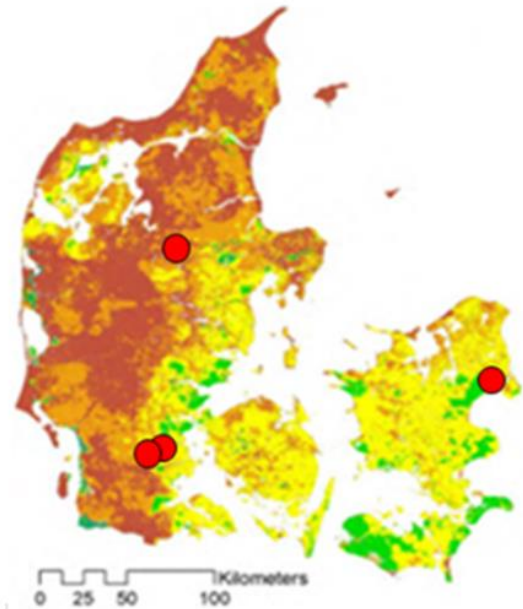
# Hvad? Forårskampagner og måling hele året



Nedbør



Jordtype



## Forår (vårbyg):

- Kvæggylle
- Svinegylle
- Biogasgylle
- Handelsgødning

## Hele året:

- Alle afgrøder
- Ugødet i vårbyg



# Hvordan? Praksisnære gødningsbehandlinger



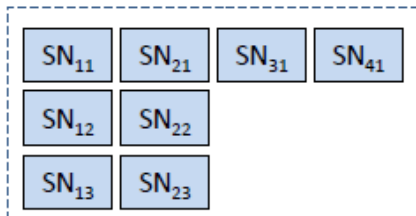
Kvægsædskiftet ved Foulum i april ...



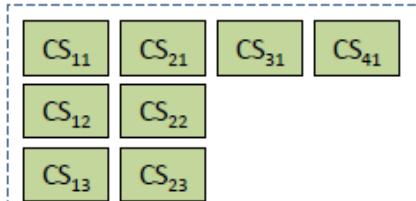
... og oktober

# N<sub>2</sub>O-emissionsfaktorer for handels- og husdyrgødning

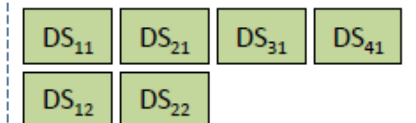
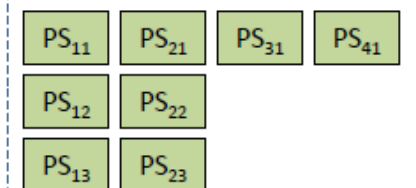
## Baseret på forårskampagner i 2020 og 2021



EF<sub>handelsgødning</sub>  
(16 delforsøg)

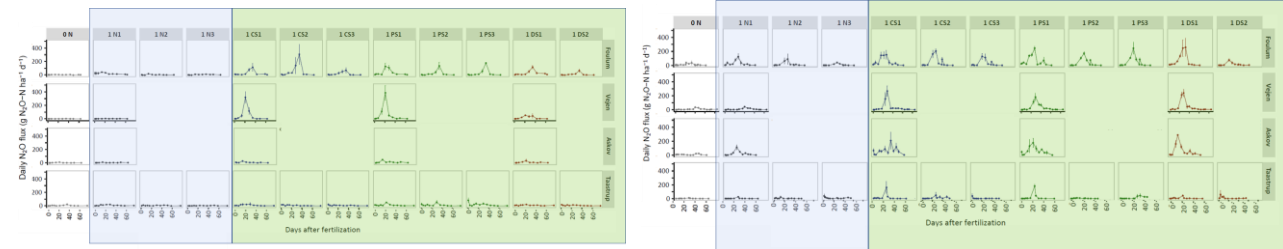


EF<sub>gylle/biogasgylle</sub>  
(44 delforsøg)



Lattergas (N<sub>2</sub>O) emissionsfaktor =

$$\frac{N_2O-N \left[ \frac{kg}{\text{år}} \right]}{Gødnings-N \left[ \frac{kg}{\text{år}} \right]} \times 100\%$$



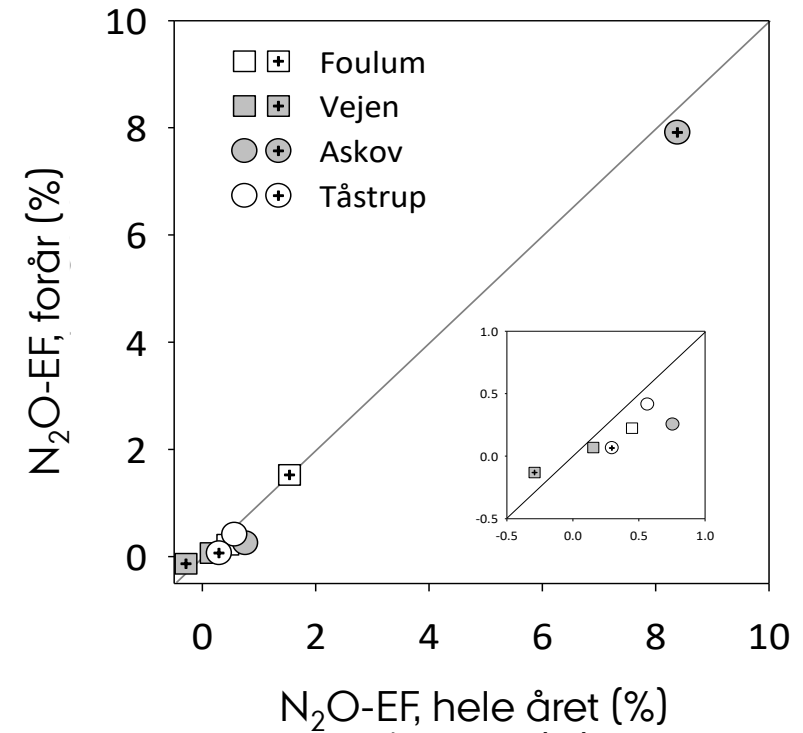
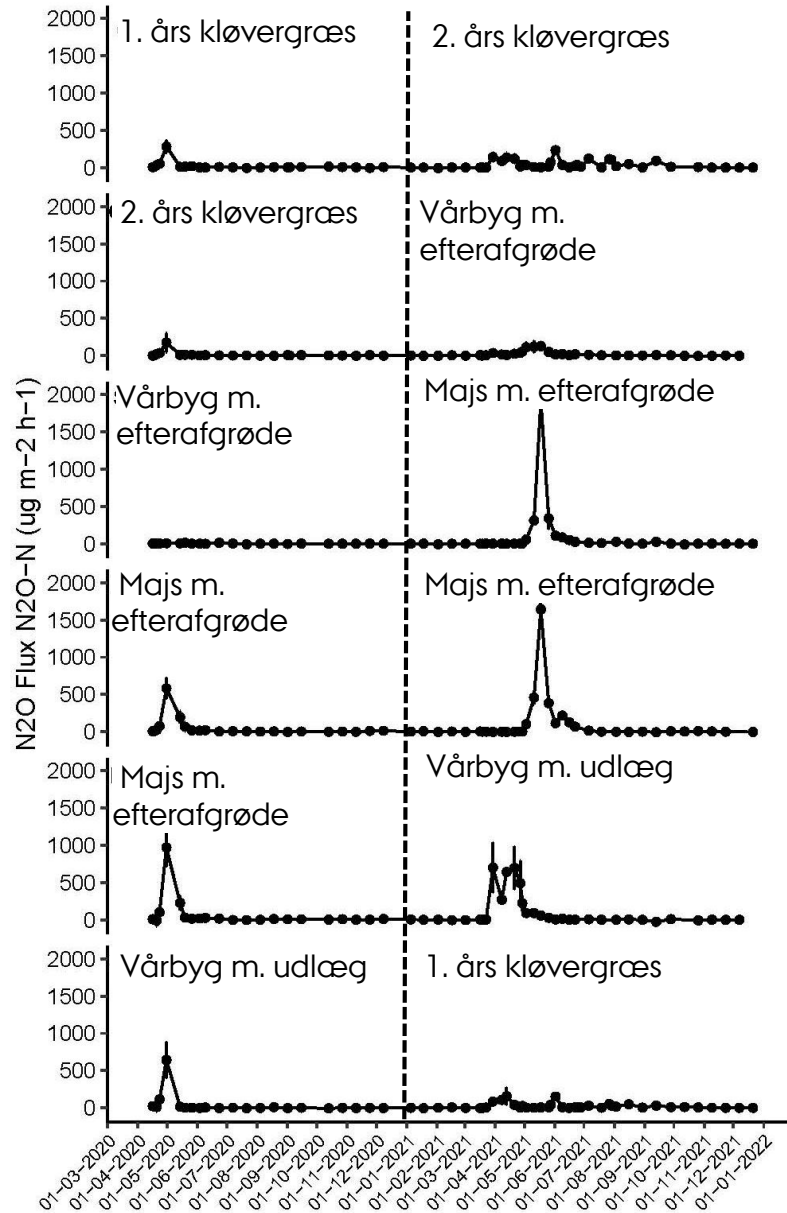
Forårsperioden: N<sub>2</sub>O-EF:  
 Handelsgødning 0,15%  
 Gylle/biogasgylle 1.02%

# Er de målte N<sub>2</sub>O-emissionsfaktorer repræsentative?

- Måleperiode: Forår vs. hele året?
- Dyrkningsbetingelser: Nationalt, internationalt?
- Afgrøde: Vårsæd vs. vintersæd
- Opgørelsesmetode: Målemetode, beregning af samlet N<sub>2</sub>O-emission



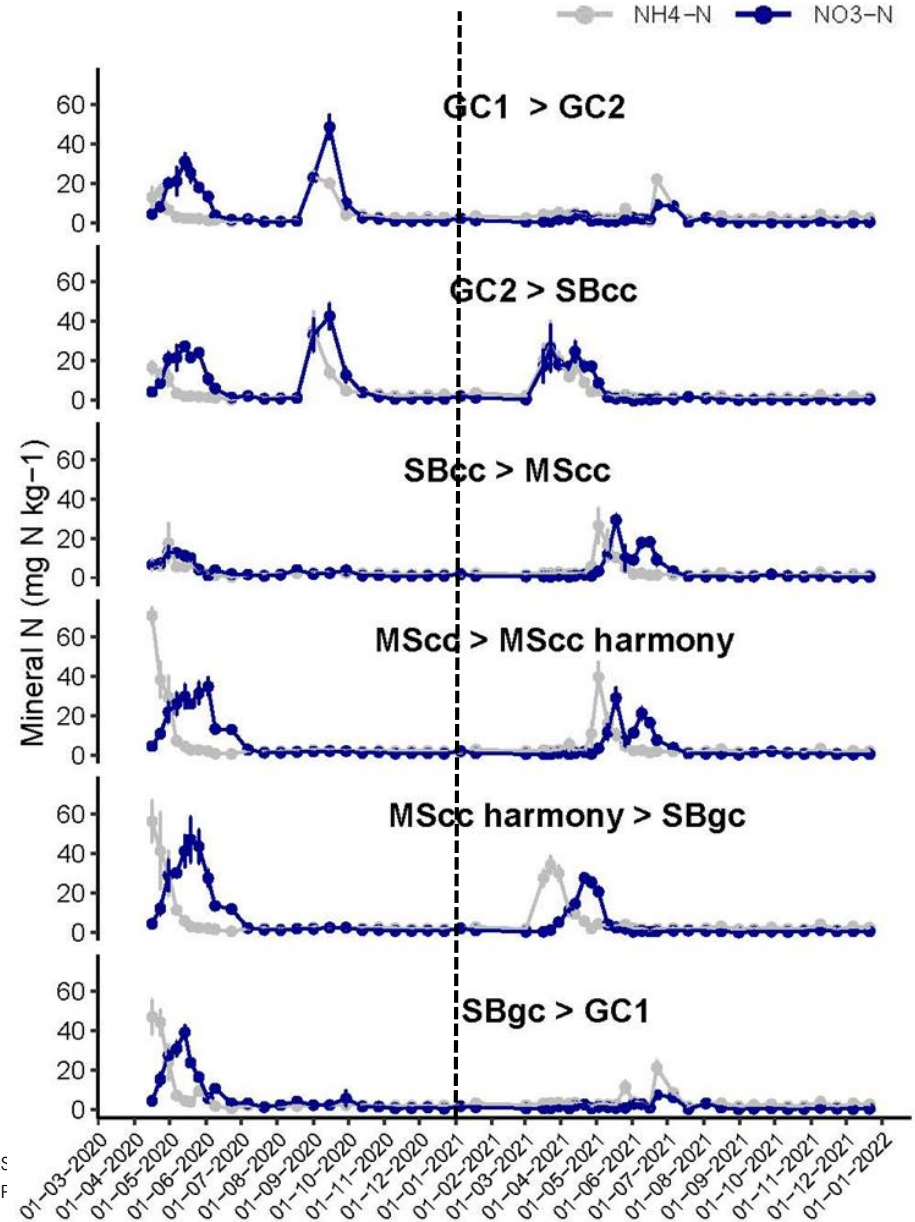
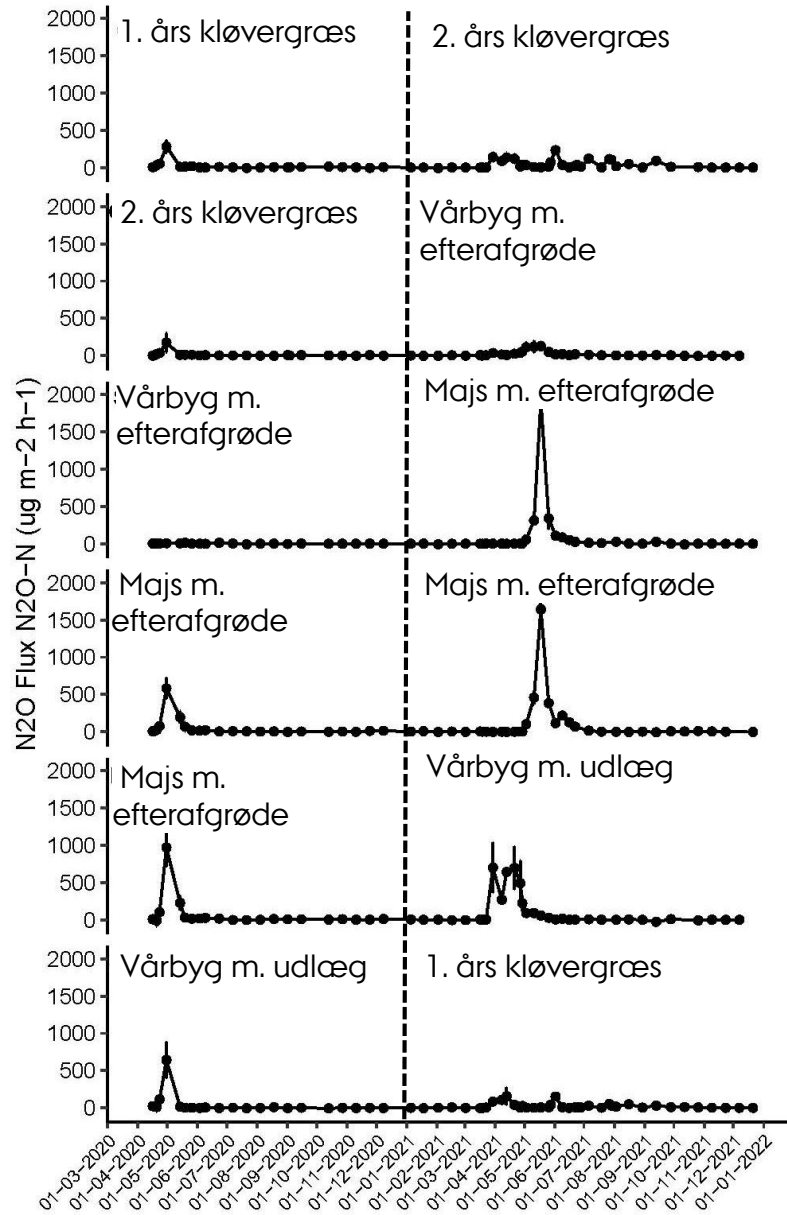
# Forår vs. hele året (kvægsædkipte, JB1)



Forskell: 0.1-0.2 %-point  
 Forslag til korrektion: +0.15 %



# Forår vs. hele året (kvægsædkipte, JB1)



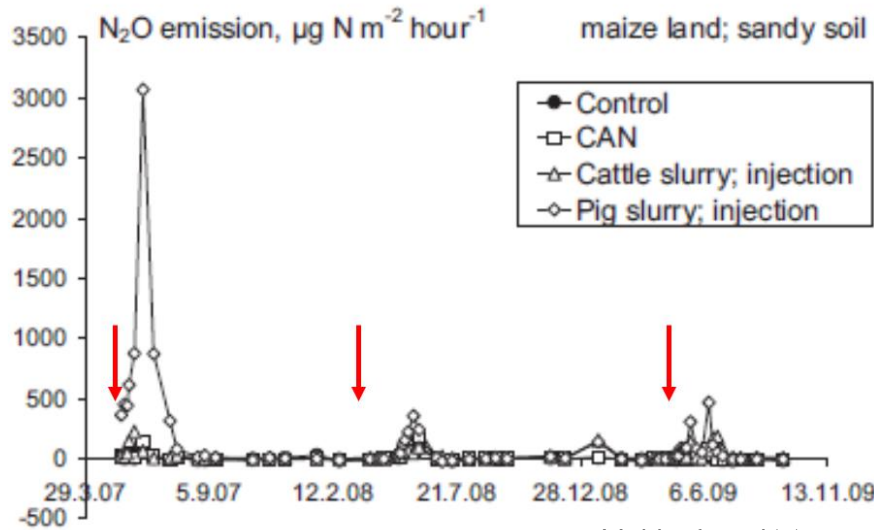
10 JANUAR 2024





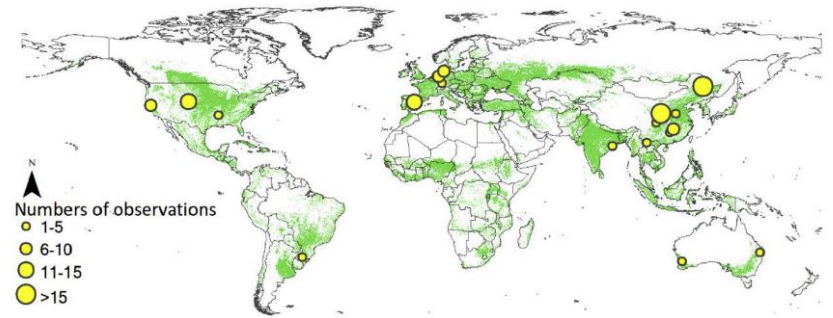
# Forår vs. hele året

# Vækstsæson vs. hele året:

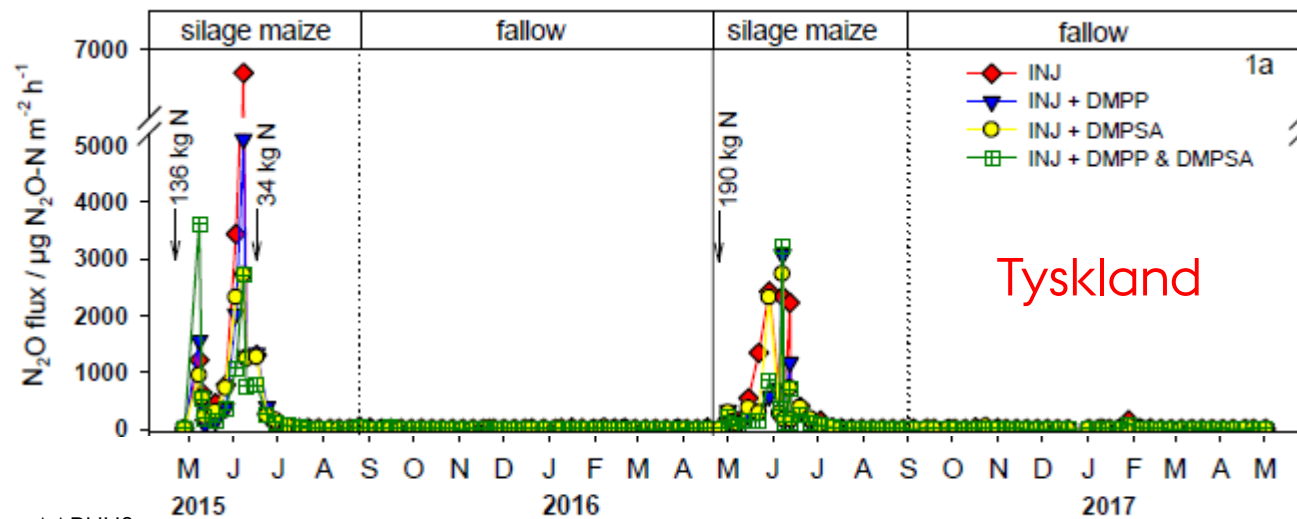


Holland

Velthof and Mosquera, 2011

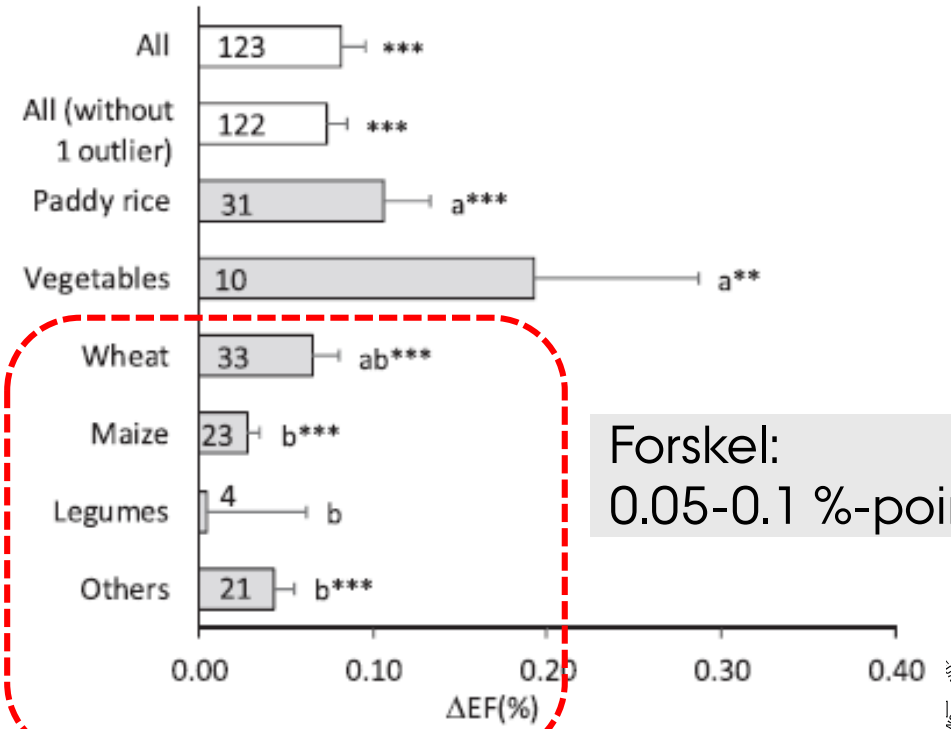


Numbers of observations  
 ● 1-5  
 ● 6-10  
 ● 11-15  
 ● >15



Tyskland

Herr et al., 2020

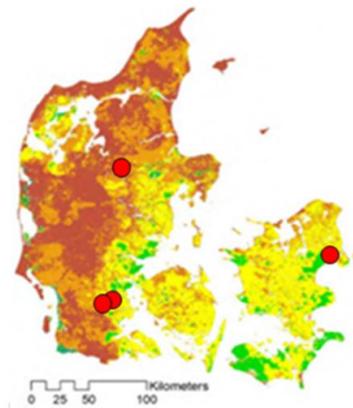
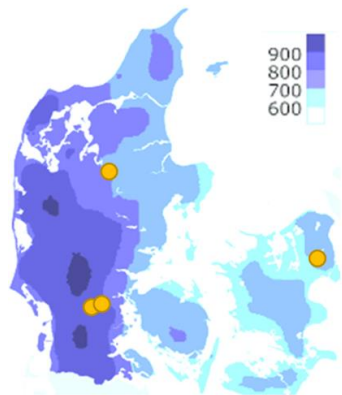


Forskell:  
0.05-0.1 %-point

Shang et al., 2020

# Dyrkningsbetingelser – national kontekst

- Jordtyper: JB1+JB4+JB5+JB6 ~ 69% af DK landareal
- Nedbør: Øst-vest gradient, to år med forskellig nedbør (2020 + 2021)
- Husdyrgødning (opskaleret) sv.t. 84 kg N/ha (i praksis: 90 kg N/ha)
- Sædskifter: Kvægsædskifter JB1 + JB4, Svinebrug JB5, Planteavlsbrug JB6



Sædskifte-niveau:  
God dækning af national variation!

# Dyrkningsbetingelser – international kontekst

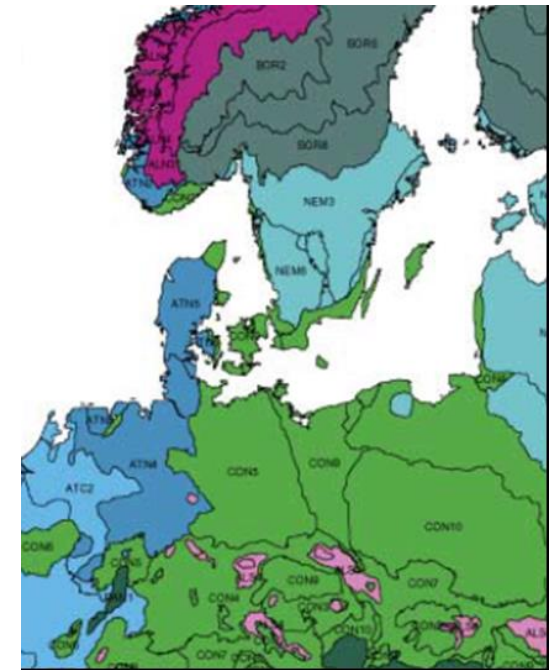
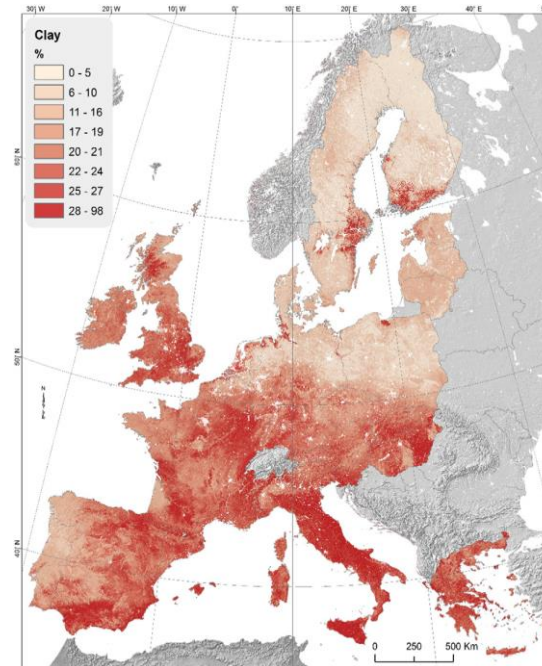
- Jordtyper: Svarer til Nordeuropa, globalt langt større variation
- Klima: Svarer til Nordeuropa, globalt langt større variation
- Husdyrgødning: flydende vs. fast

DK – 90% vs. 10%

Nordtyskland – 70% vs. 30%

IPCC – 60% vs. 40%

Vigtige regionale forskelle i jordtype/klima og/eller gødningsanvendelse

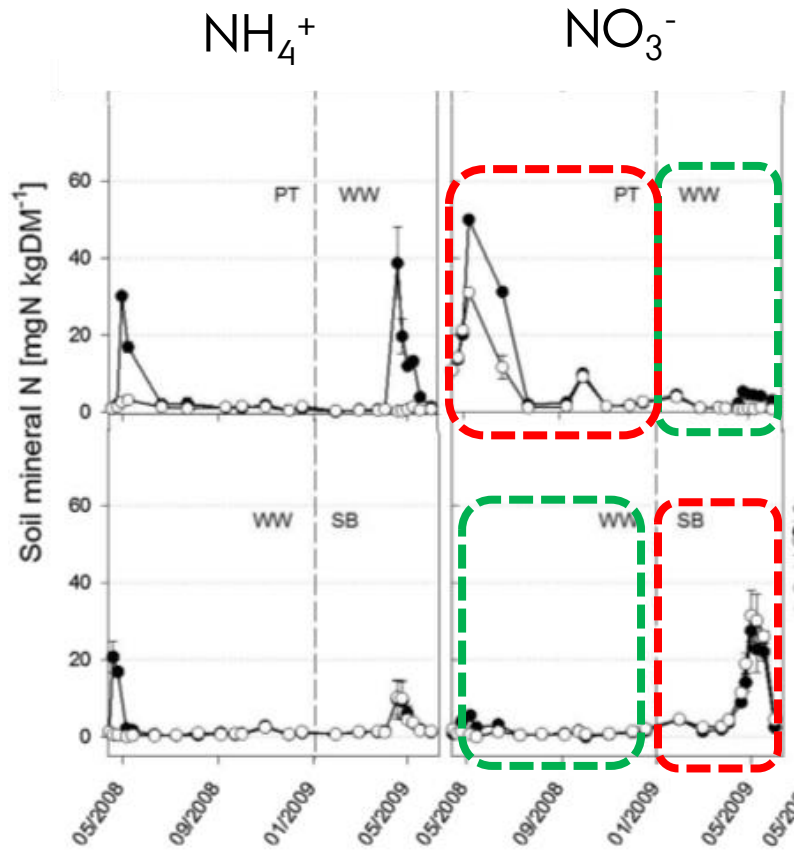


# Afgrøde – vårsæd vs. vintersæd



Længere opholdstid for N i jorden = mere tid til nitrifikation og denitrifikation

# Afgrøde – vårsæd vs. vintersæd



PT = kartofler  
 WW = vinterhvede  
 SB = vårbyg

● Gødet  
 ○ Ugødet

Ingen akkumulering af nitrat  
 Skyldes det hurtig N-optagelse?

		N <sub>2</sub> O EF, % af tilført N
Vårbyg	1993	0.7
	1994	0.6
	1995	0.7
Vinterhvede	1994	0.2
	1995	0.4
	1996	0.4
	1997	0.5
Kartofler	1995	2.9
	1996	1.8
	1997	2.6

Dobbie et al. 1999

Vidensbehov:  
 Er der lavere N<sub>2</sub>O-emission fra  
 vintersæd end fra vårsæd?

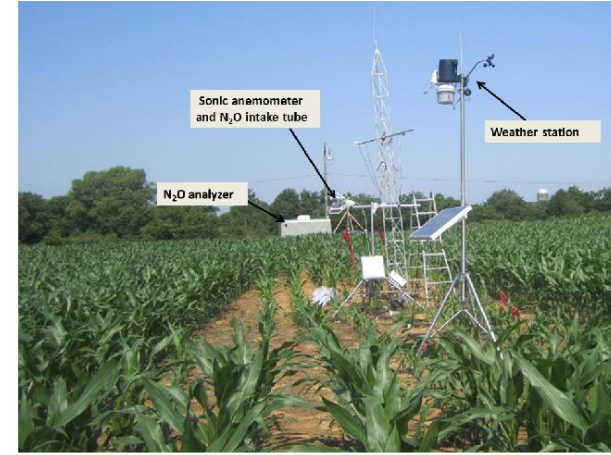
# Opgørelsesmetode – valg af målemetode



“Manuelle” kamre



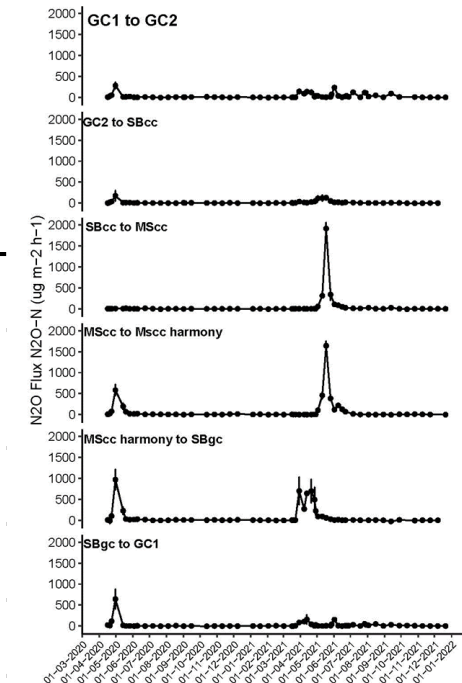
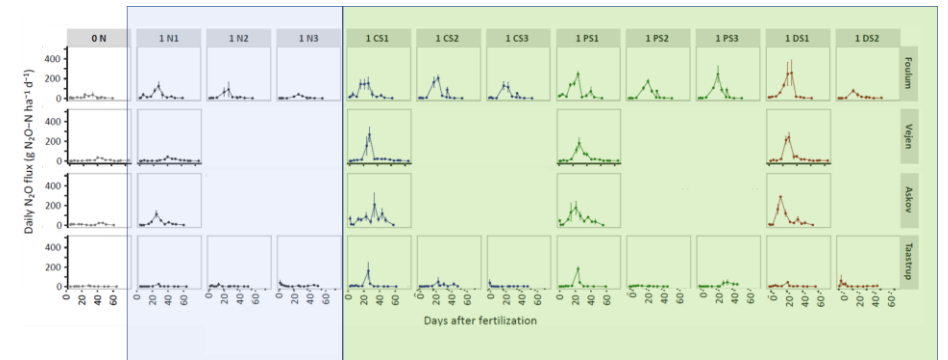
Automatiske kamre



Mikrometeorologi (EC)

	Manuelle kamre	Autom. kamre	Mikromet. (EC)
Kvalitet af flux	Moderat	Høj	Meget høj
Effekt på mikroklima	Lav	Moderat	Lav
Arealkrav	<1 m <sup>2</sup>	<1 m <sup>2</sup>	>100 m <sup>2</sup>
Omkostning	Lav	Høj	Meget høj
Mulighed for replikation	God	Begrænset	Ingen

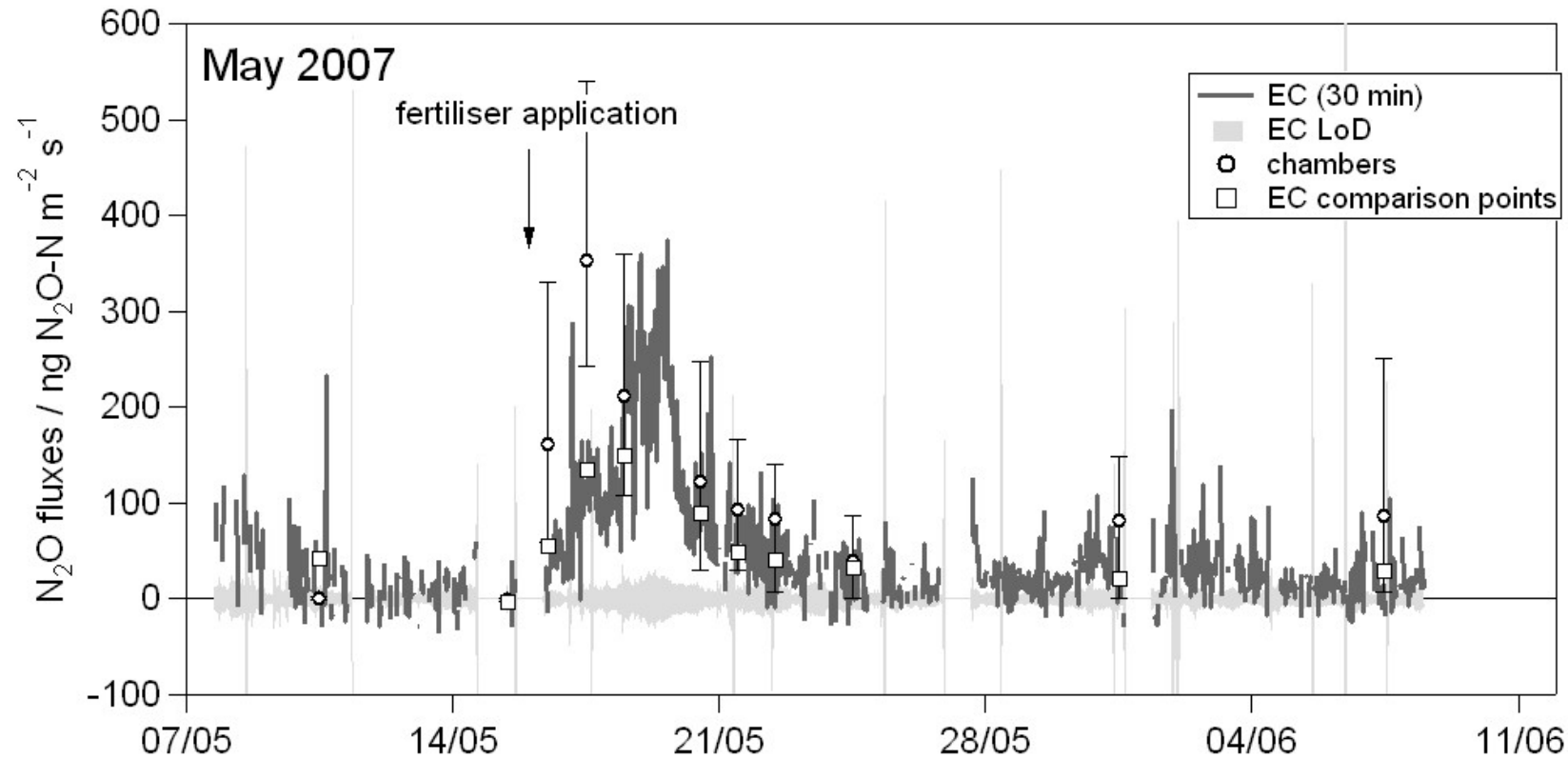
# Opgørelsesmetode - målemetode



	Manuelle kamre	Autom. kamre	Mikromet. (EC)
Kvalitet af flux	Moderat	Høj	Meget høj
Effekt på mikroklima	Lav	Moderat	Lav
Arealkrav	<1 m <sup>2</sup>	<1 m <sup>2</sup>	>100 m <sup>2</sup>
Omkostning	Lav	Høj	Meget høj
Mulighed for replikation	God	Begrænset	Ingen



# Opgørelsesmetode – beregning af samlet emission



Jones et al., 2011

- Ikke entydige forskelle på målemetoder
- Høje emissioner efter N-tilførsel dominerer de samlede emissioner



# Opsamling

- Emissionen af N<sub>2</sub>O fra gylle/biogasgylle og handelsgødning til vårbyg i forårsperioden blev målt i to år
- Stærk sammenhæng mellem forårets emission og hele årets emission
- Aktuelle estimater for den årlige emission af N<sub>2</sub>O er 0.3% for handelsgødning og 1.17% for gylle/biogasgylle
- De nye målinger er repræsentative for Danmark og muligvis Nordeuropa
- Trods lav målefrekvens er estimaterne formentlig retvisende



[Det eksperimentelle arbejde blev gennemført som et samarbejde mellem Aarhus Universitet, Københavns Universitet og SEGES Innovation]

Higher N<sub>2</sub>O emissions from organic compared to synthetic N fertilisers on sandy soils in a cool temperate climate

Søren O. Petersen<sup>a,\*</sup>, Leanne E.K. Peixoto<sup>a</sup>, Helle Sørensen<sup>b</sup>, Azeem Tariq<sup>c,1</sup>,  
Andreas Brændholt<sup>c</sup>, Line Vinther Hansen<sup>c</sup>, Diego Abalos<sup>a</sup>, Alice Thoft Christensen<sup>d</sup>,  
Cecilie Skov Nielsen<sup>d</sup>, Johannes W.M. Pullens<sup>a</sup>, Sander Bruun<sup>c</sup>, Lars Stoumann Jensen<sup>c</sup>,  
Jørgen E. Olesen<sup>a</sup>

<https://doi.org/10.1016/j.agee.2023.108718>

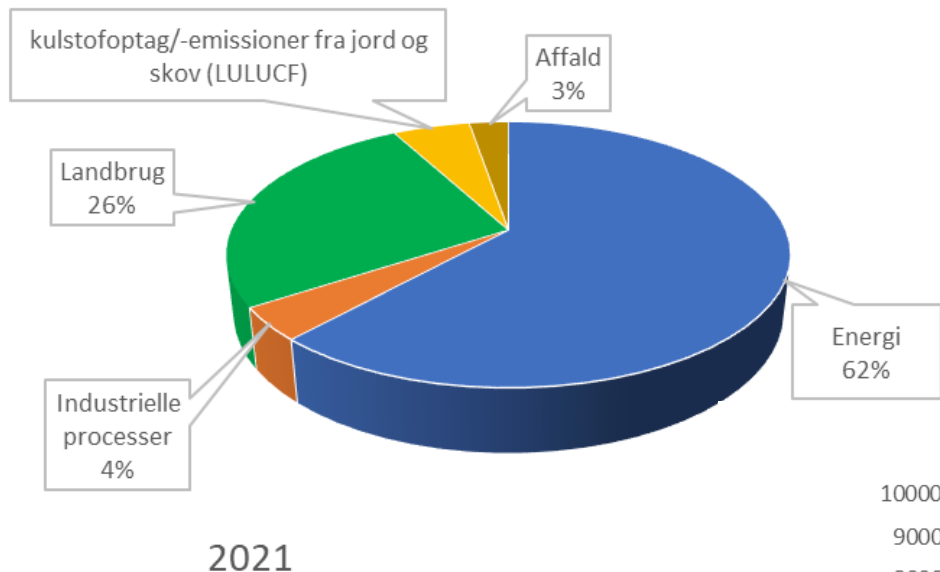
Tak for opmærksomheden!



# Nye emissionsfaktorer i den nationale opgørelse - overvejelser og betydning



# Den nationale drivhusgasopgørelse



Den nationale drivhusgasopgørelse udarbejdes og afrapporteres hvert år til EU og til FN (Klimakonventionen)

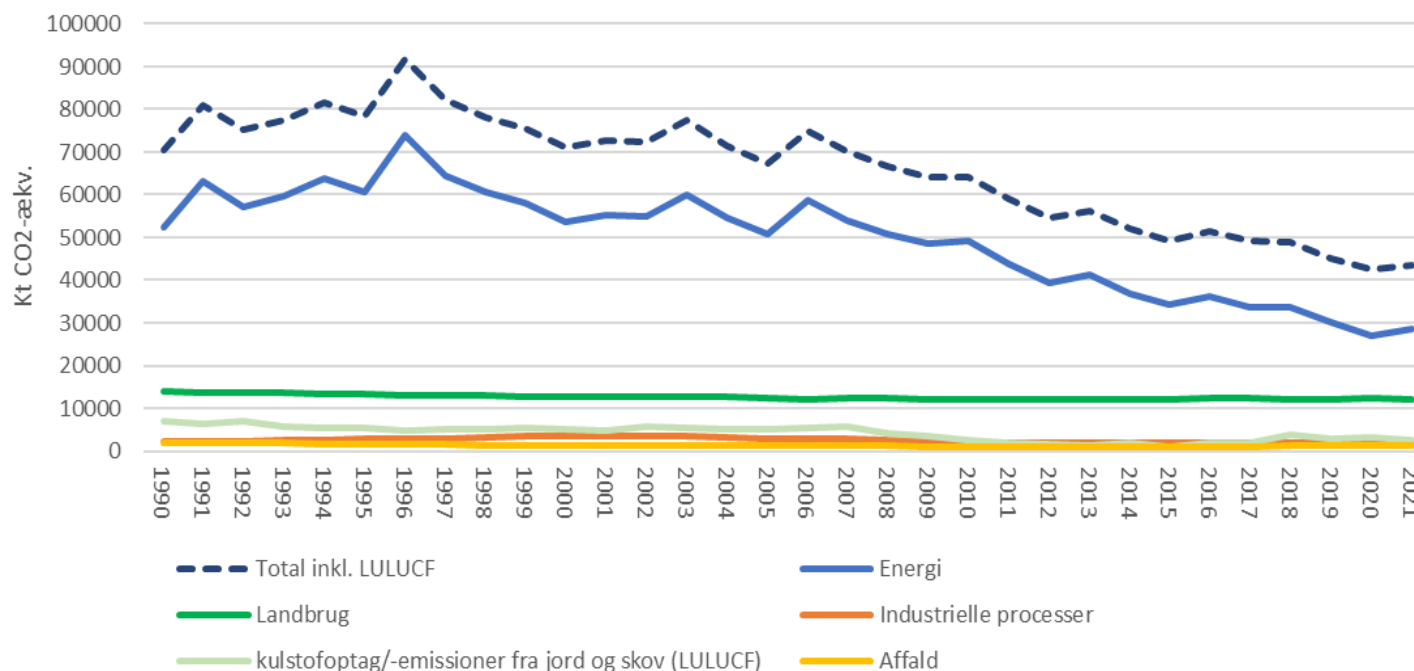
## 1990-2021:

Total: 38 % reduktion

Landbrug: 13 % reduktion

Landbrug+LULUCF: 30 % reduktion

Danmark - emission af drivhusgasser 1990-2021



# Drivhusgasopgørelse for landbrugssektoren

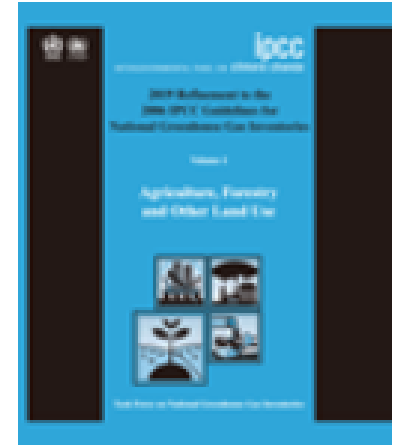
Følger de retningslinjer som er udarbejdet af FNs Klimapanel – IPCC Guidelines.

IPCC beskriver metoder til udarbejdelse af emissionsopgørelser på forskellige niveauer - metodetrin (tiers)

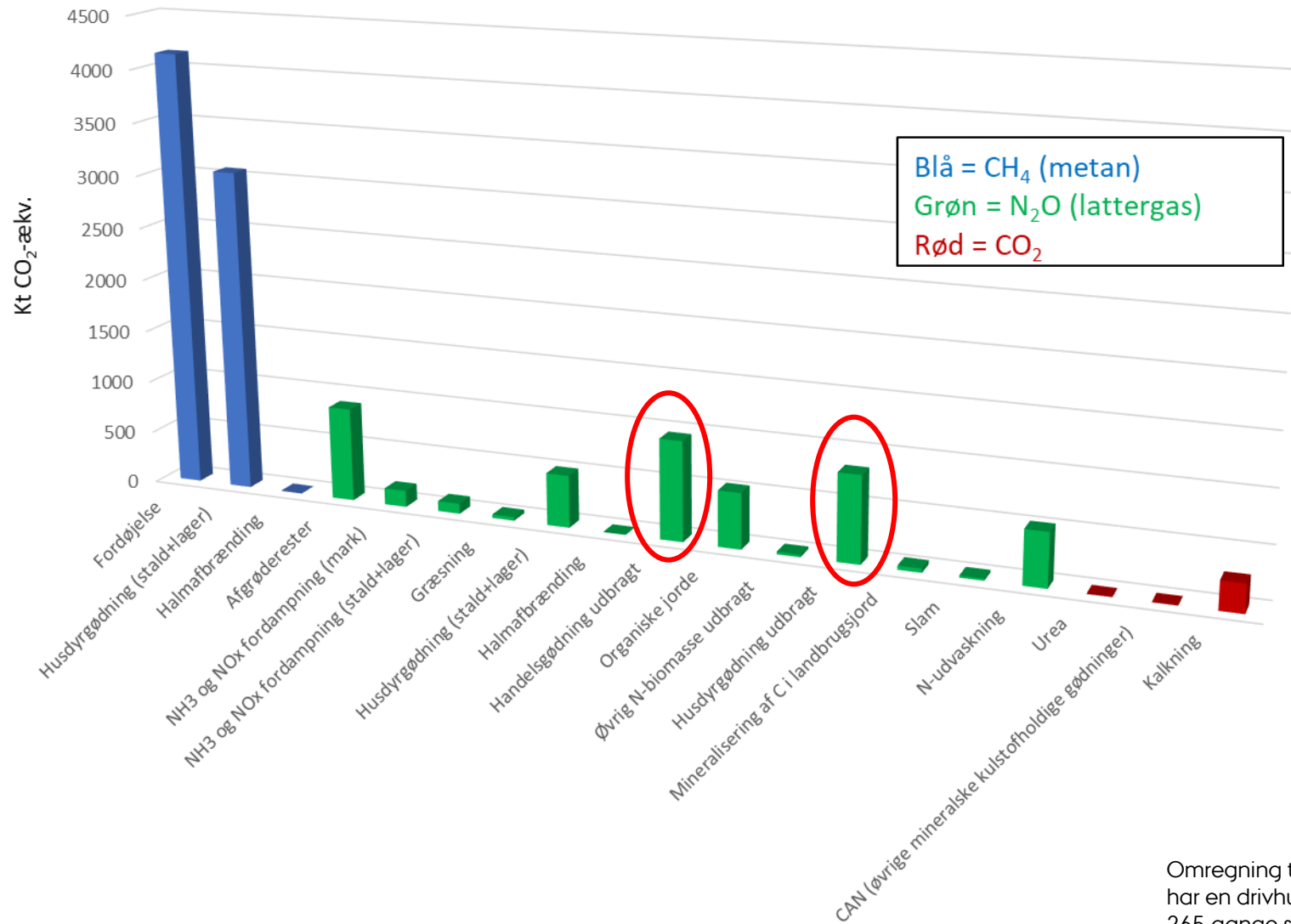
For de fleste kilder er der angivet 3 forskellige metodetrin

- Tier 1: Mest simpel metode, f.eks. antal dyr ganget med en fast emissionsfaktor (IPCC default)
- Tier 2: Mere avanceret metode med flere krav til nationale data
- Tier 3: Mest avancerede metodetrin generelt med målinger eller modellering

Dokumentationskravet stiger naturligt, jo højere metodetrin, der anvendes



# Drivusgasopgørelse - landbrugssektoren 2021



Omregning til CO<sub>2</sub>-ækvivalenter: metan og lattergas har en drivhusgaseffekt, som er henholdsvis 28 og 265 gange stærkere end for CO<sub>2</sub>.

(IPCC fifth assesment report AR5)

# IPCC default N<sub>2</sub>O emissionsfaktor

N<sub>2</sub>O emissionsfaktor (% af N udbragt)

	IPCC 2006 Guidelines	IPCC 2019 Refinement	
		Vådt klima	Tørt klima
Handelsgødning	1	1,6	0,5
Husdyrgødning	1	0,6	0,5

\*2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories

Anvendelse af nationale emissionsfaktorer - kræver et solidt datamateriale.  
Emissionsfaktorerne er **repræsentative** for danske klima- og dyrkningsforhold.

Dvs. skal omfatter målinger fra:

- Forskellige lokaliteter i Danmark (jordtype, nedbør/fordampning)
- Forskellige dyrkningsforhold (sædskifte, gødningstyper, gødskningsniveauer)
- Forskellige år (variation i temperatur og nedbør)

Hvis datagrundlaget viser store variationer i data, er det vigtigt med viden om årsagen til de store variationer.

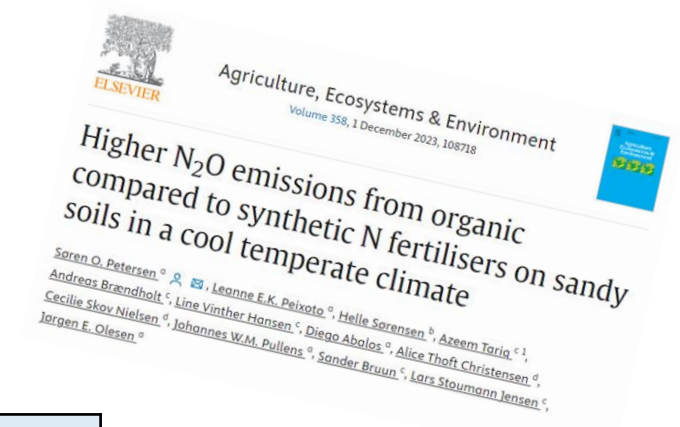
# Nationale N<sub>2</sub>O emissionsfaktorer for udbragt handelsgødning og husdyrgødning

Artikel Petersen et al., 2023 angiver første estimat for nationale emissionsfaktorer, baseret på to års målinger (2020-2021) på fire lokaliteter i Danmark.

N<sub>2</sub>O emissionsfaktor (% af N udbragt)

	IPCC 2006 Guidelines	IPCC 2019 Refinement		Petersen et al., 2023
		Vådt klima	Tørt klima	
Handelsgødning	1	1,6	0,5	0,30
Husdyrgødning	1	0,6	0,5	1,17

- De forslåede N<sub>2</sub>O emissionsfaktorer er ikke inkluderet i den nationale opgørelse i foråret 2024.
- Vi er i proces med analyse af datagrundlaget. Der er relativ store variationer i data.
- Vi forventer flere danske N<sub>2</sub>O målinger de kommende år i igangværende og planlagte projekter.





# Nye N<sub>2</sub>O emissionsfaktorer – kræver genberegning

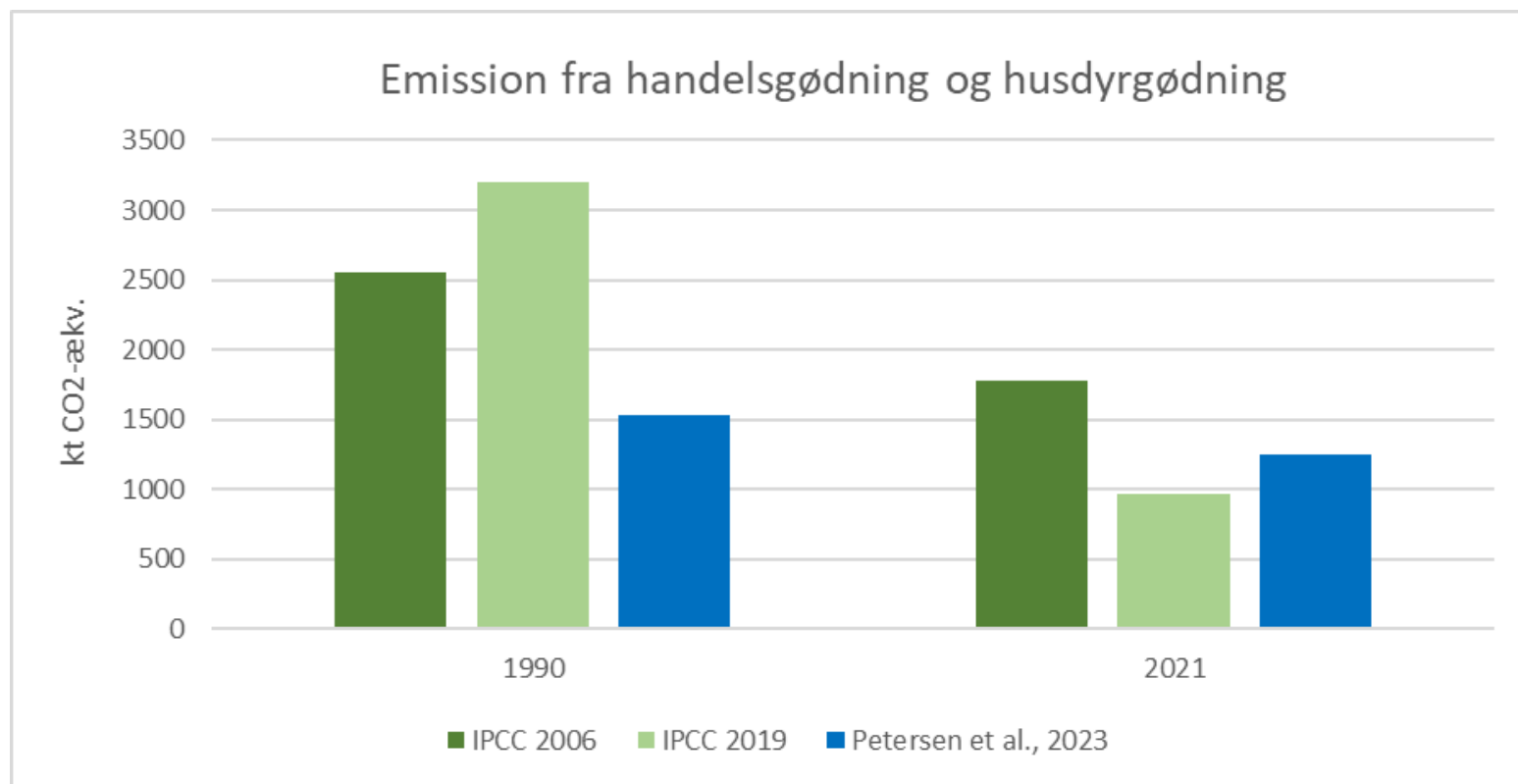
N udbragt, kt	1990	2021	Ændring
Handelsgødning	400	229	-43
Husdyrgødning	212	199	-6

## 1990-2021:

IPCC 2006: 13 % reduktion

IPCC 2019: 23 % reduktion

Petersen et al., 2023: 10 % reduktion



Tak for opmærksomheden



AARHUS  
UNIVERSITET

# Nye emissionsfaktorer for lattergas – hvad betyder det på bedrifterne?

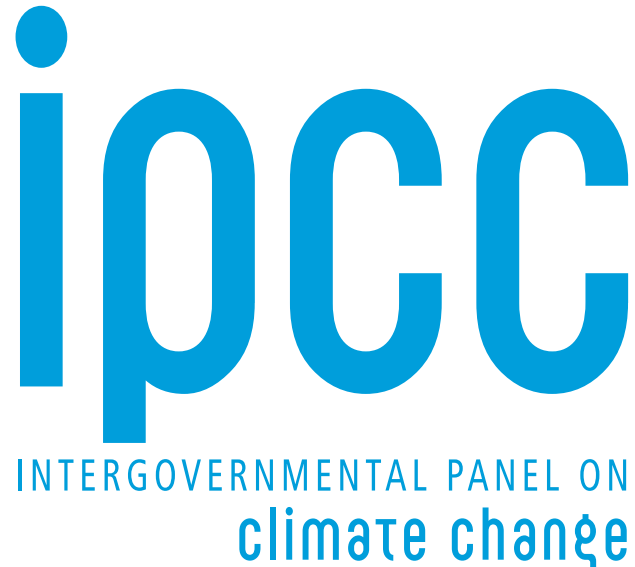
Alice Thoft Christensen,  
Afdelingsleder, specialkonsulent, SEGES Innovation

10. Januar 2024, Plantekongres, Herning

STØTET AF  
Promilleafgiftsfonden for landbrug

**SEGES**  
INNOVATION

# Emissionsfaktorer for lattergas bygger på IPCC's metoder



- IPCC 2006 Emissionsfaktor
  - $EF = 1\%$  af tilført N
- Der skelnes ikke mellem gødningstyper, jordtyper, management etc.
- Den betyder at den eneste mulighed for at reducere sin lattergasemission er ved at bruge mindre kvælstof.



# Formål med forsøgene

- At bidrage med data fra hele landet, til at understøtte udviklingen af differentierede nationale emissionsfaktorer
- Udvikle klimavenlige gødnings- og managementstrategier

# Men kan vi så bruge differentierede EF i et klimaregnskab?

- Kommer an på tilgængeligheden af aktivitetsdata
- Der skal være valide registreringer
- Status på aktivitetsdata

Handelsgødning / Husdyrgødning

OK

Nitrifikationshæmmere

Mangler registrerede data – på vej

Udbringningsmetoder

Mangler registrerede data

# Nationale emissionsfaktorer

Agriculture, Ecosystems and Environment 358 (2023) 108718



Contents lists available at ScienceDirect

Agriculture, Ecosystems and Environment



**Emissionsfaktor N<sub>2</sub>O Organisk gødning = 1,17 %**

**Emissionsfaktor N<sub>2</sub>O Handelsgødning = 0,3 %**

Søren O. Petersen<sup>a</sup>, Leanne E.R. Feixoto<sup>b</sup>, Helle Sørensen<sup>c</sup>, Azeem Tariq<sup>b</sup>,  
Andreas Brændholt<sup>c</sup>, Line Vinther Hansen<sup>c</sup>, Diego Abalos<sup>a</sup>, Alice Thoft Christensen<sup>d</sup>,  
Cecilie Skov Nielsen<sup>d</sup>, Johannes W.M. Pullens<sup>a</sup>, Sander Bruun<sup>c</sup>, Lars Stoumann Jensen<sup>c</sup>,  
Jørgen E. Olesen<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Department of Agroecology, Aarhus University, Tjele, Denmark

<sup>b</sup> Data Science Lab, Department of Mathematical Sciences, University of Copenhagen, København Ø, Denmark

<sup>c</sup> Department of Plant and Environmental Sciences, University of Copenhagen, Frederiksberg C, Denmark

<sup>d</sup> SEGES Innovation P/S, Aarhus N, Denmark

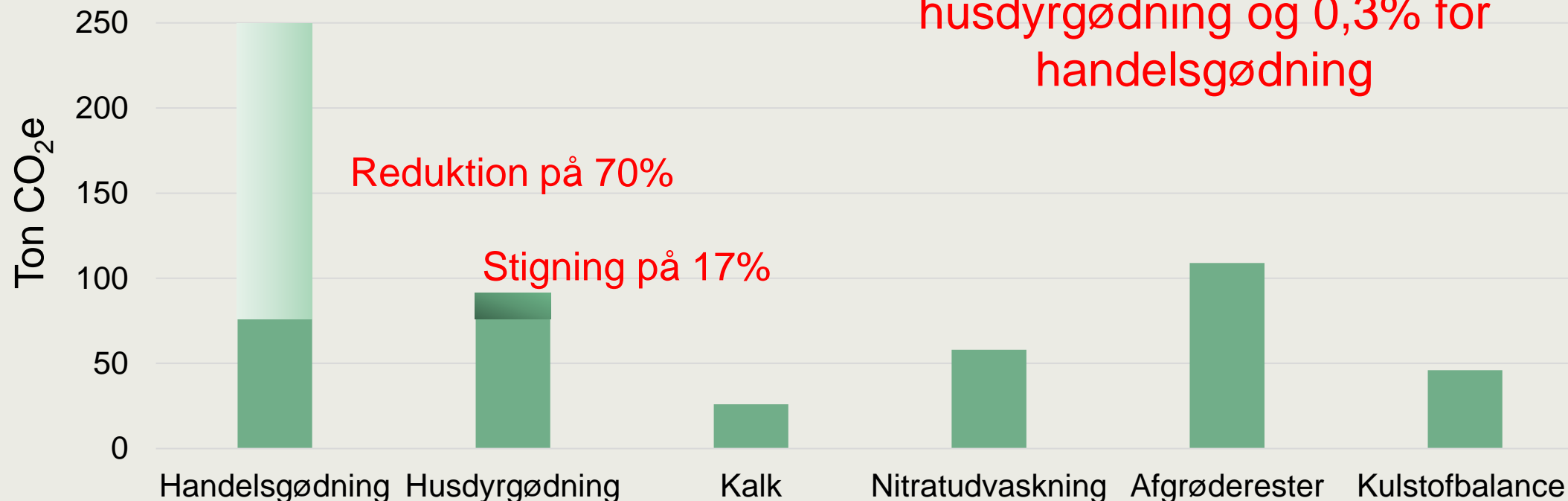


**Hvad betyder det for klimaregnskabet  
på min bedrift?**

## Planteavler med ca. 350 ha.

Samlet emission 538 ton CO<sub>2</sub>e  
ved emissionsfaktor på 1%

Samlet emission 397 ton CO<sub>2</sub>e  
ved emissionsfaktor 1,17% for  
husdyrgødning og 0,3% for  
handelsgødning



**Tak for opmærksomheden**