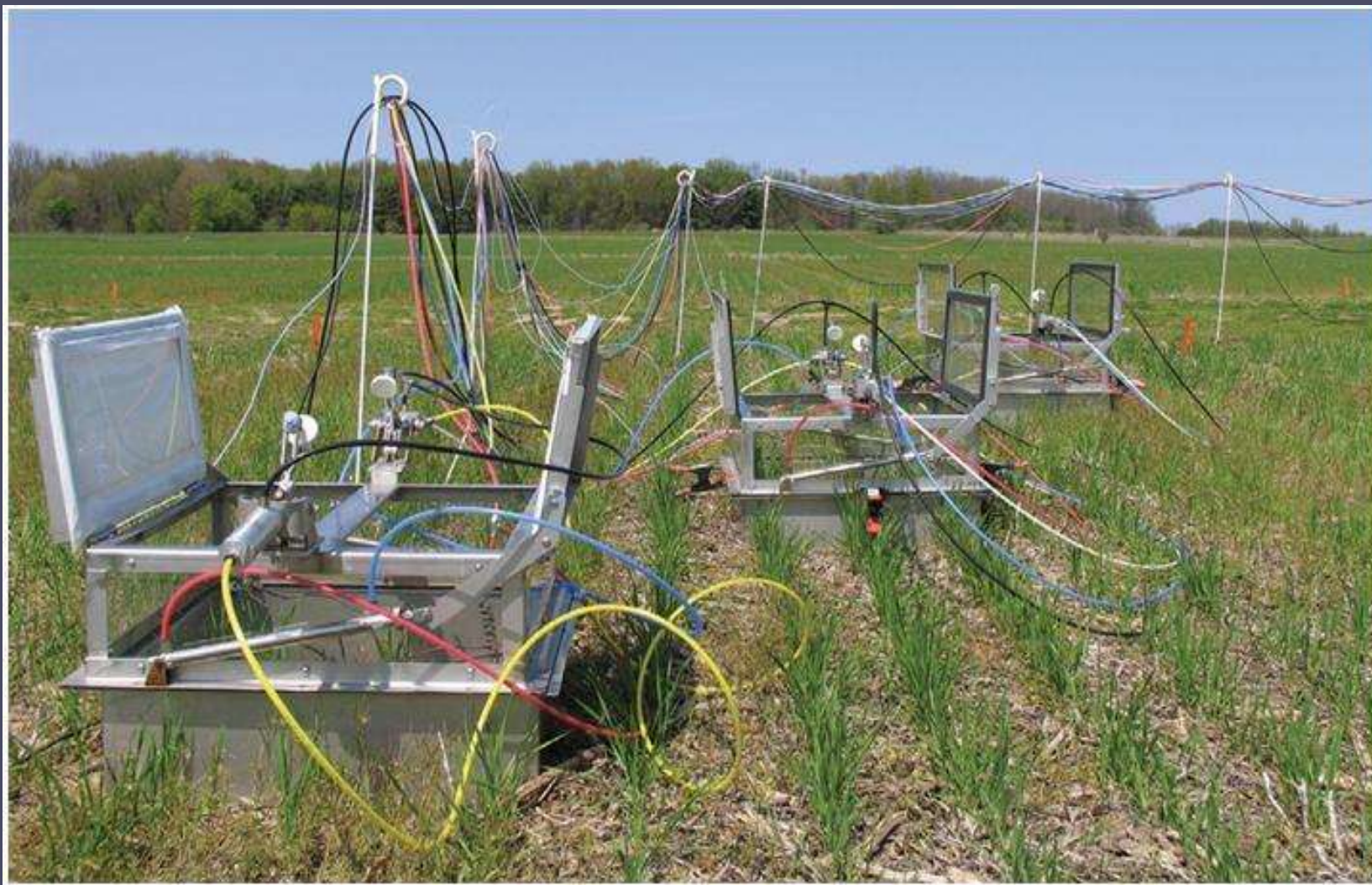




Inspirationsdag 2025

Lattergas og klimaaftryk fra sukkerroer

Otto Nielsen, Nordic Beet Research
on@nbrf.nu / 23 61 70 57

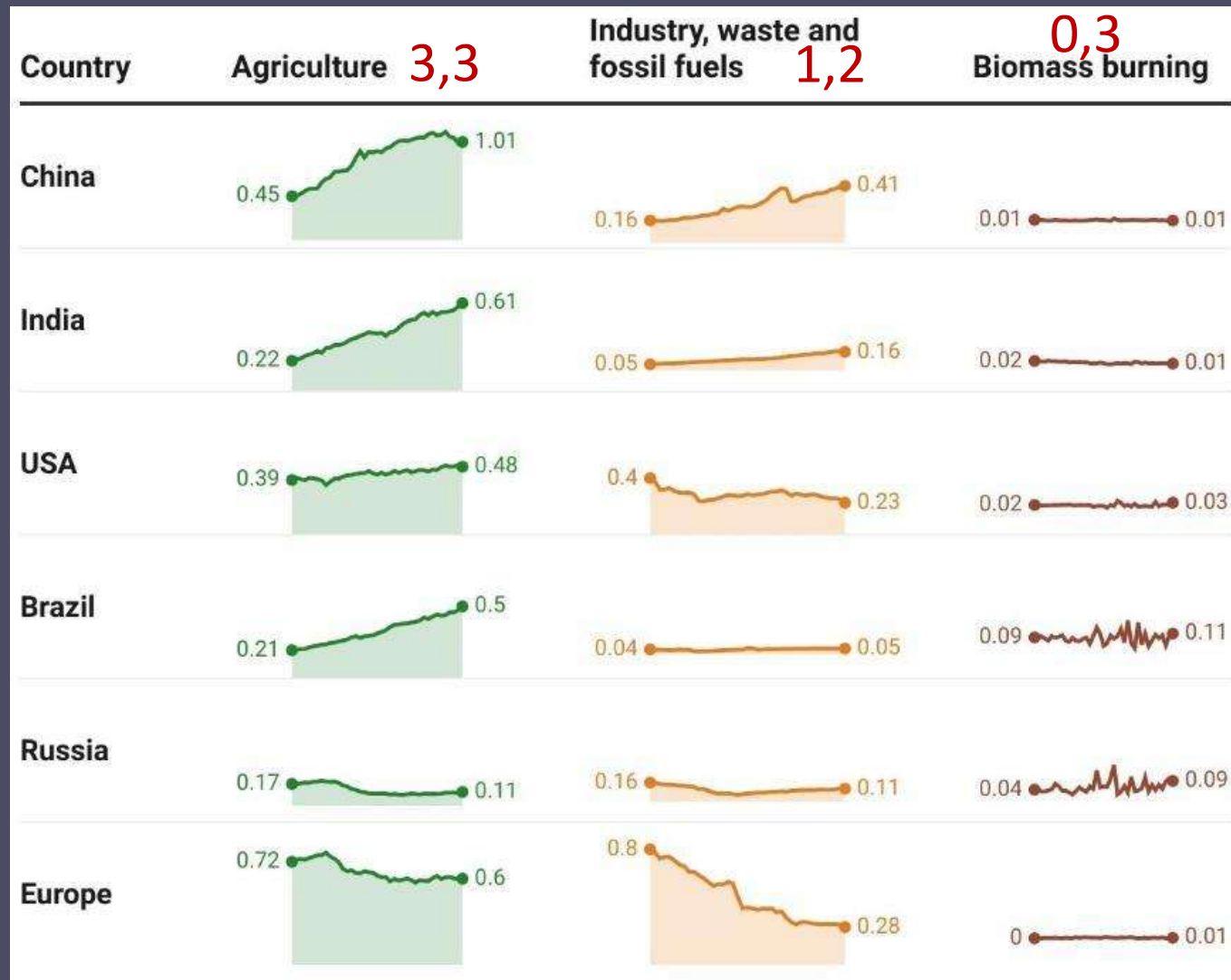




Tabel 3. Årlig global lattergas (N_2O) balance for perioden 2013-2022 ($Mt\ N_2O-N/\text{år}$) (Tian et al., 2024).

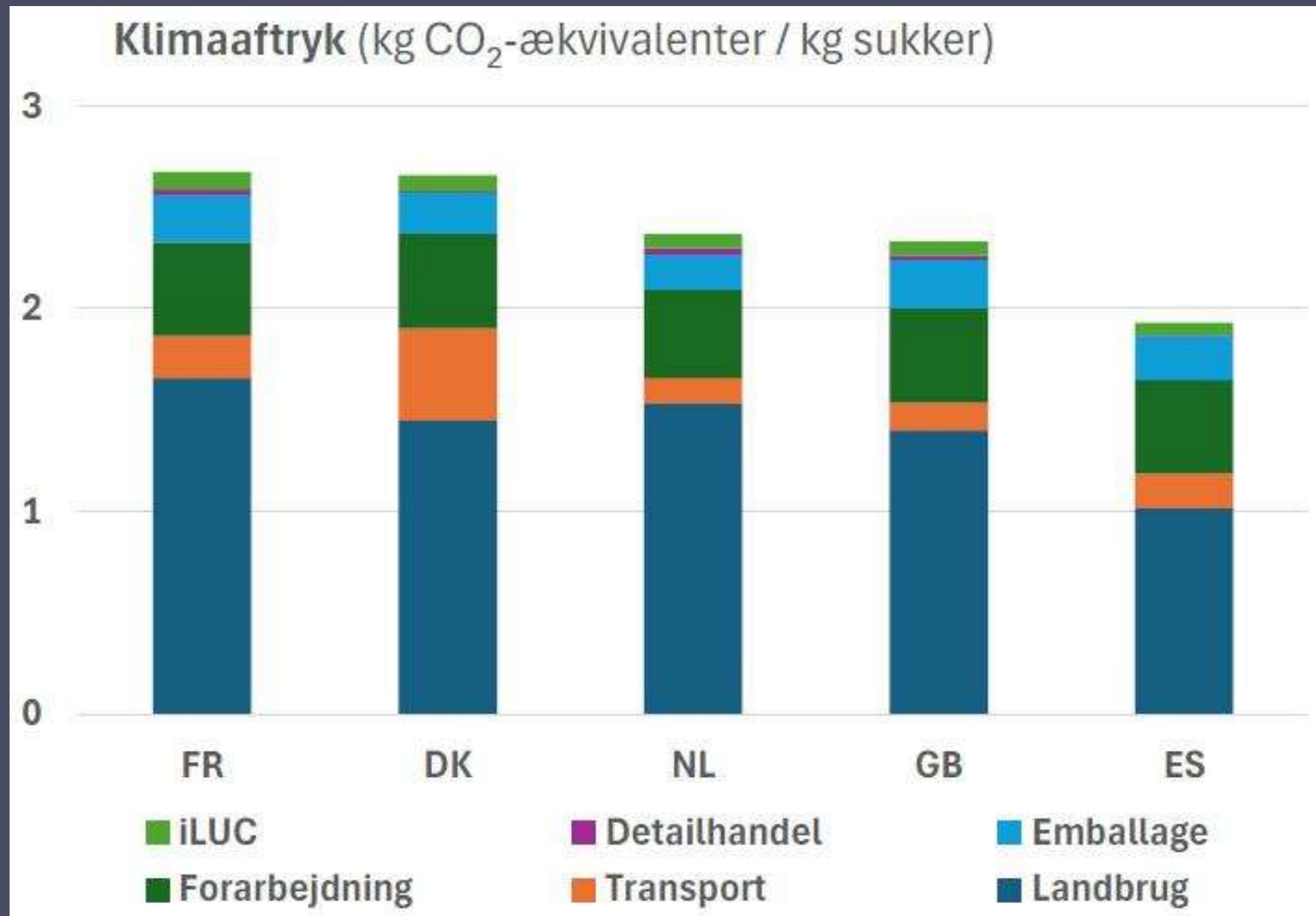
Bidrag til balance	Kilde	$Mt\ N_2O-N/\text{år}$
Udledninger	Fossil energi	1,1
	Landbrug og affaldshåndtering	3,9
	Afbrænding af biomasse	0,8
	Kvælstofdeposition	1,1
	Klima og arealanvendelse feedback	0,6
	Naturlige økosystemer	7,1
	Oceaner	4,7
Optag	Nedbrydning i atmosfæren	13,4
Ændring	Stigning i atmosfærens N_2O	4,6

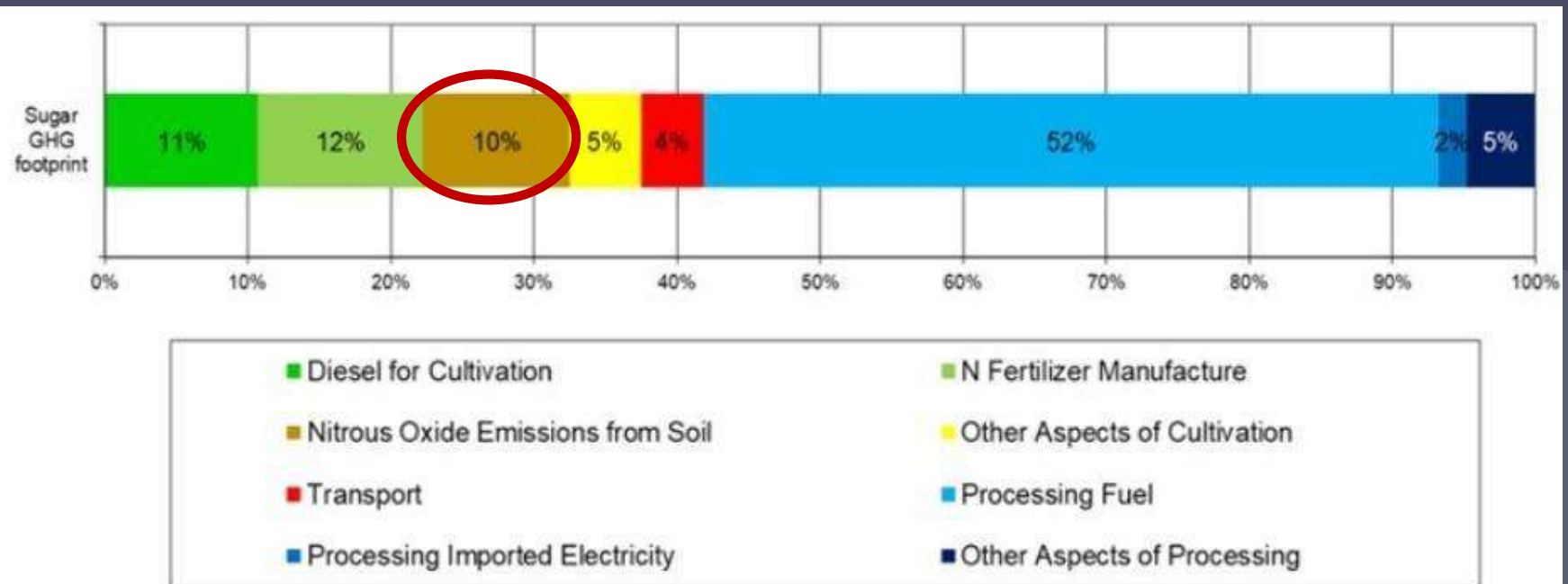
Lattergasemissioner 1980-2020 (mill. ton)



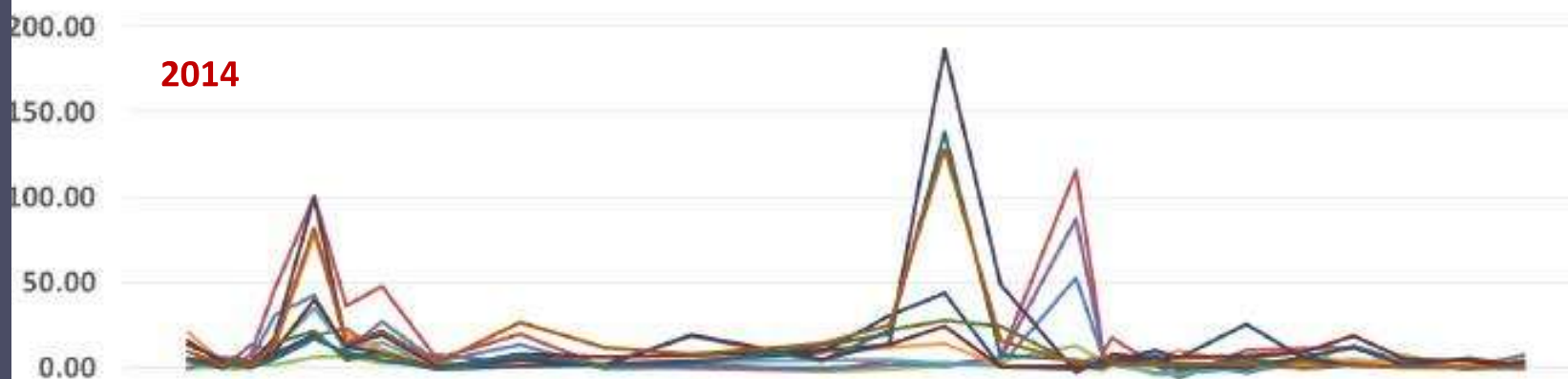
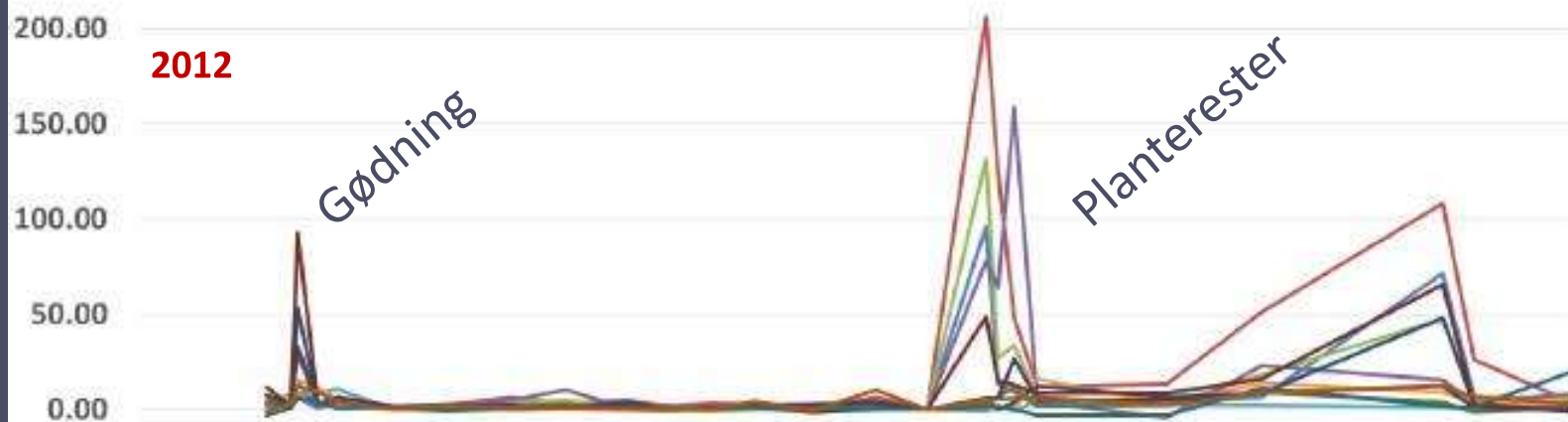
	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
CH ₄ , kt CO ₂ eqv.	6 936	7 375	7 340	7 398	7 339	7 273	7 278	7 312	7 059
N ₂ O, kt CO ₂ eqv.	6 281	5 569	5 074	4 749	4 529	4 516	4 556	4 206	4 196
CO ₂ , kt CO ₂ eqv.	613	534	268	222	156	176	254	267	268
Total, kt CO ₂ eqv.	13 831	13 478	12 682	12 369	12 024	11 965	12 089	11 785	11 523

Drivhusgas-emissioner fra landbrugssektoren i Danmark 1990-2022. Kilde: Denmark's National Inventory Document 2024 (DCE-rapport 622, tabel 5.1 side 424).



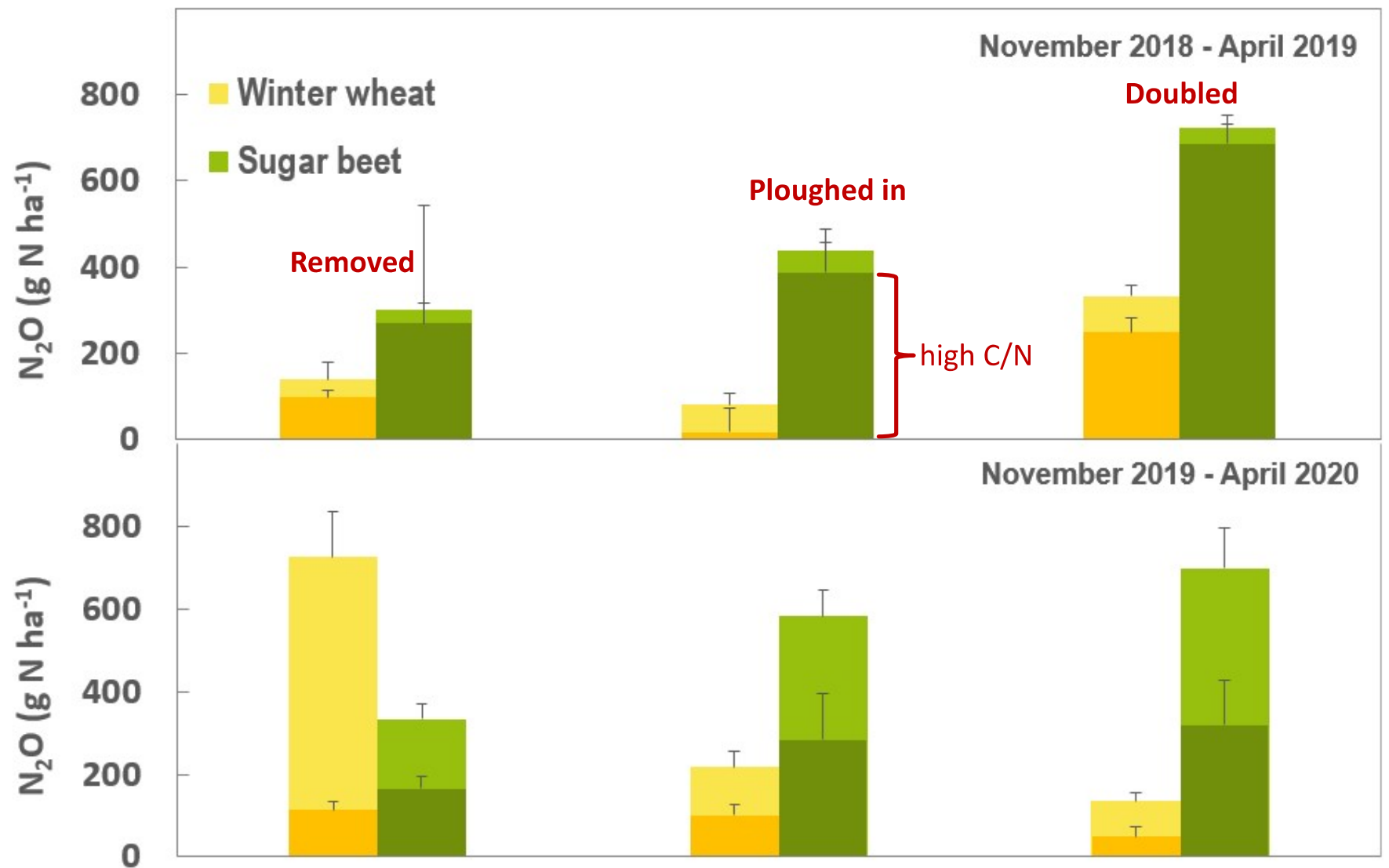


MAY JUNE JULY SEPT. OCT. NOV. DEC. JAN. FEB. MAR. APRIL

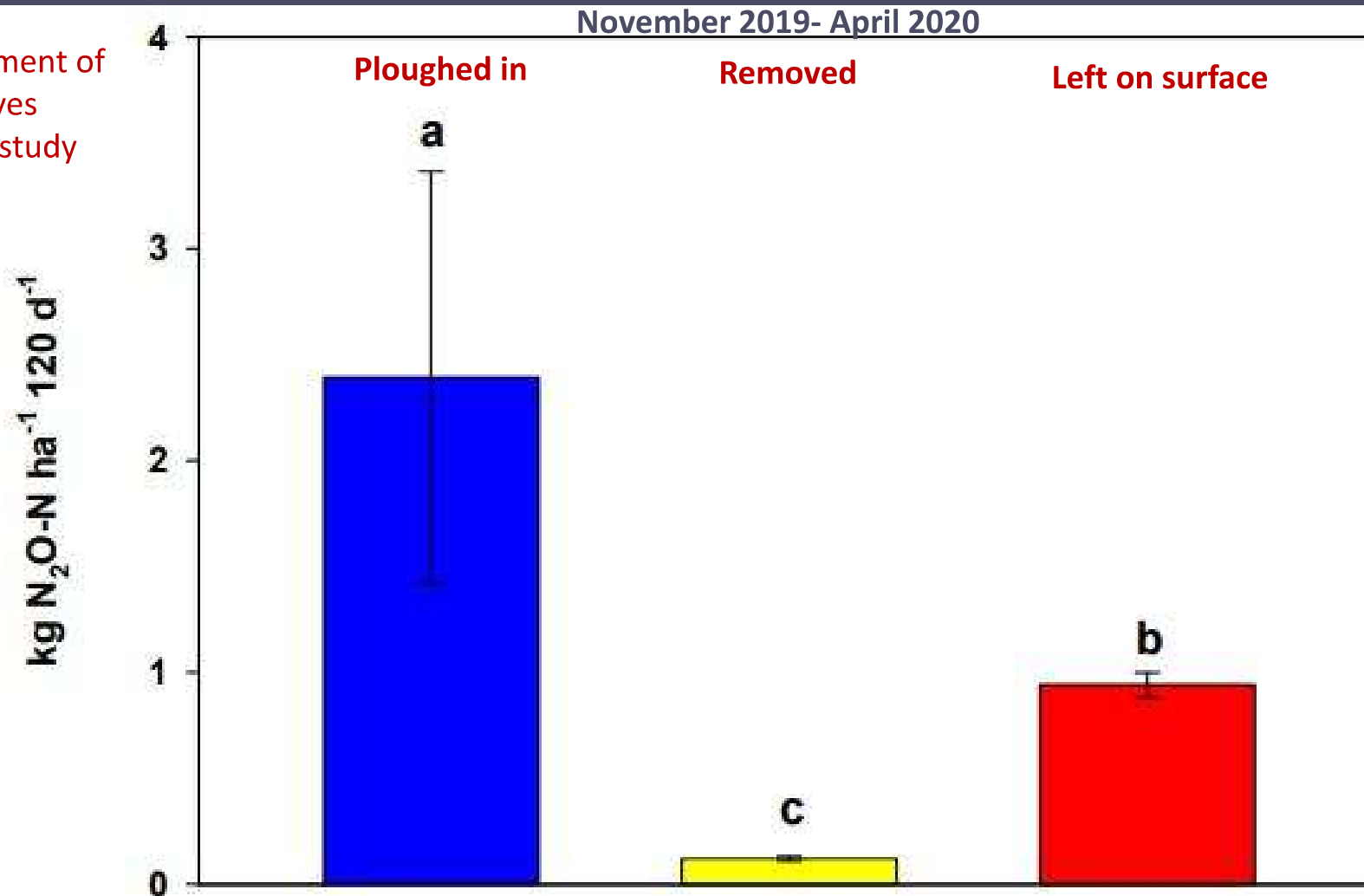


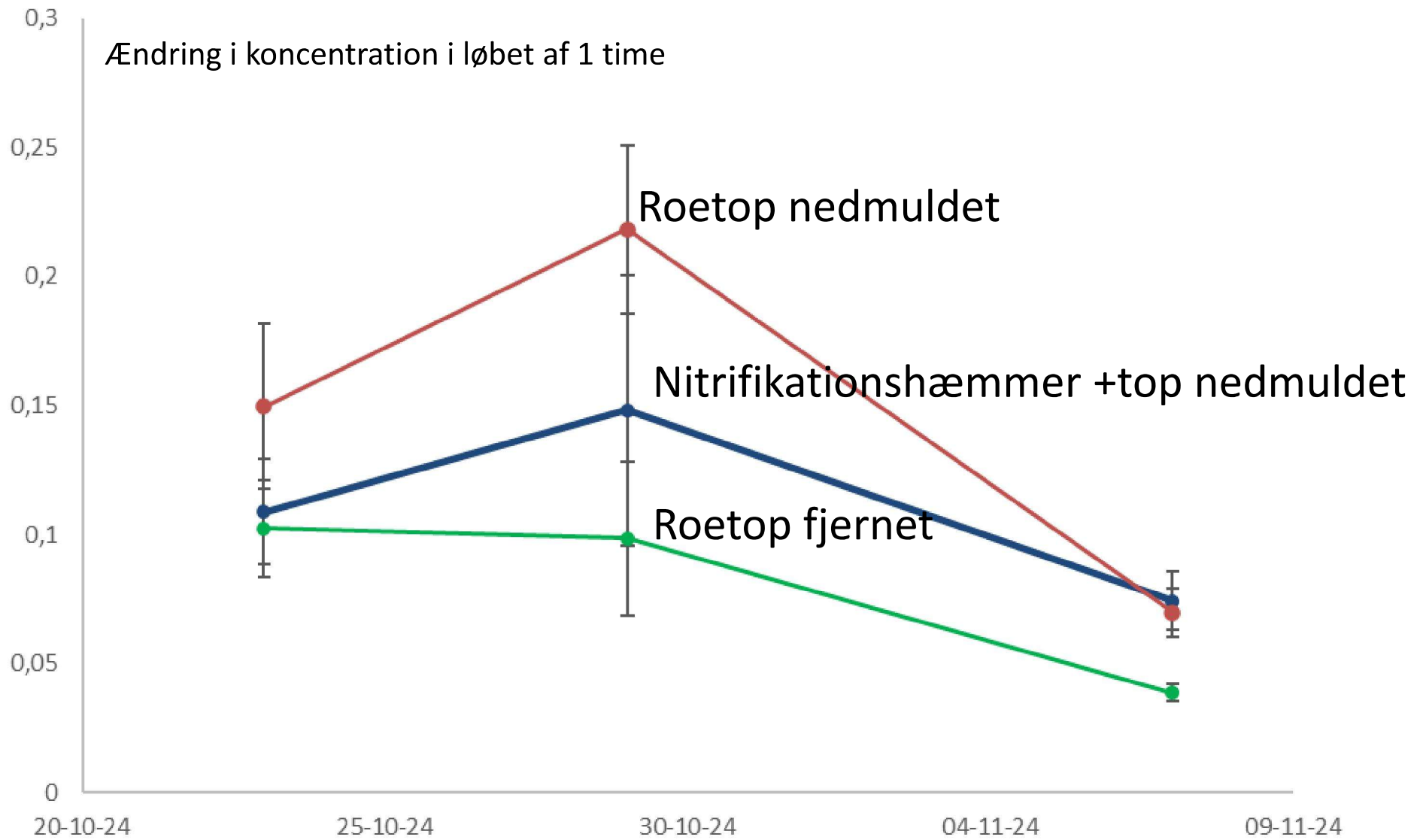
Kilde:
Ernfors & Jensen 2016
(Poster, SLU)

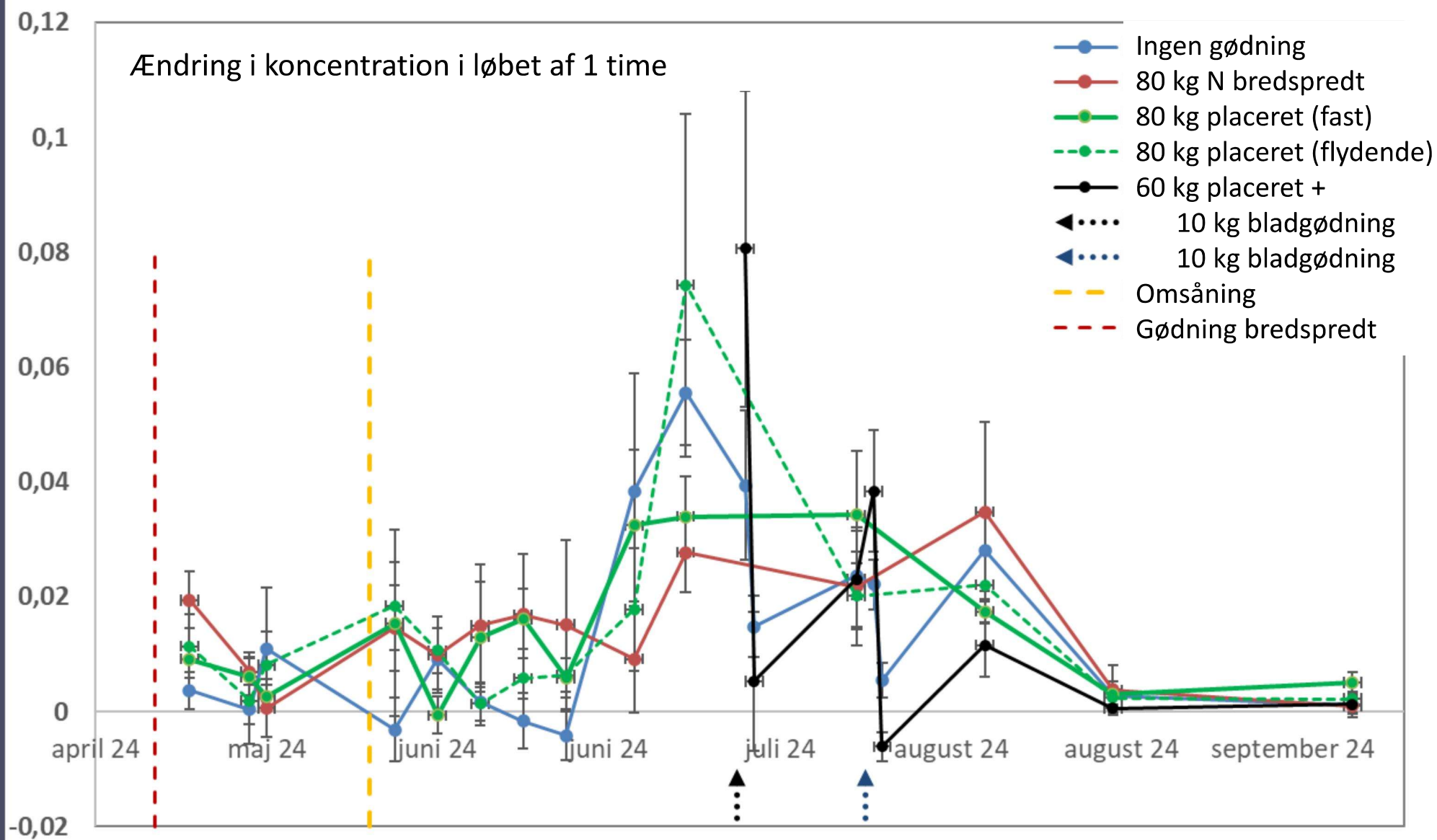
Management of
beet leaves
Nov.-April.
Swedish study

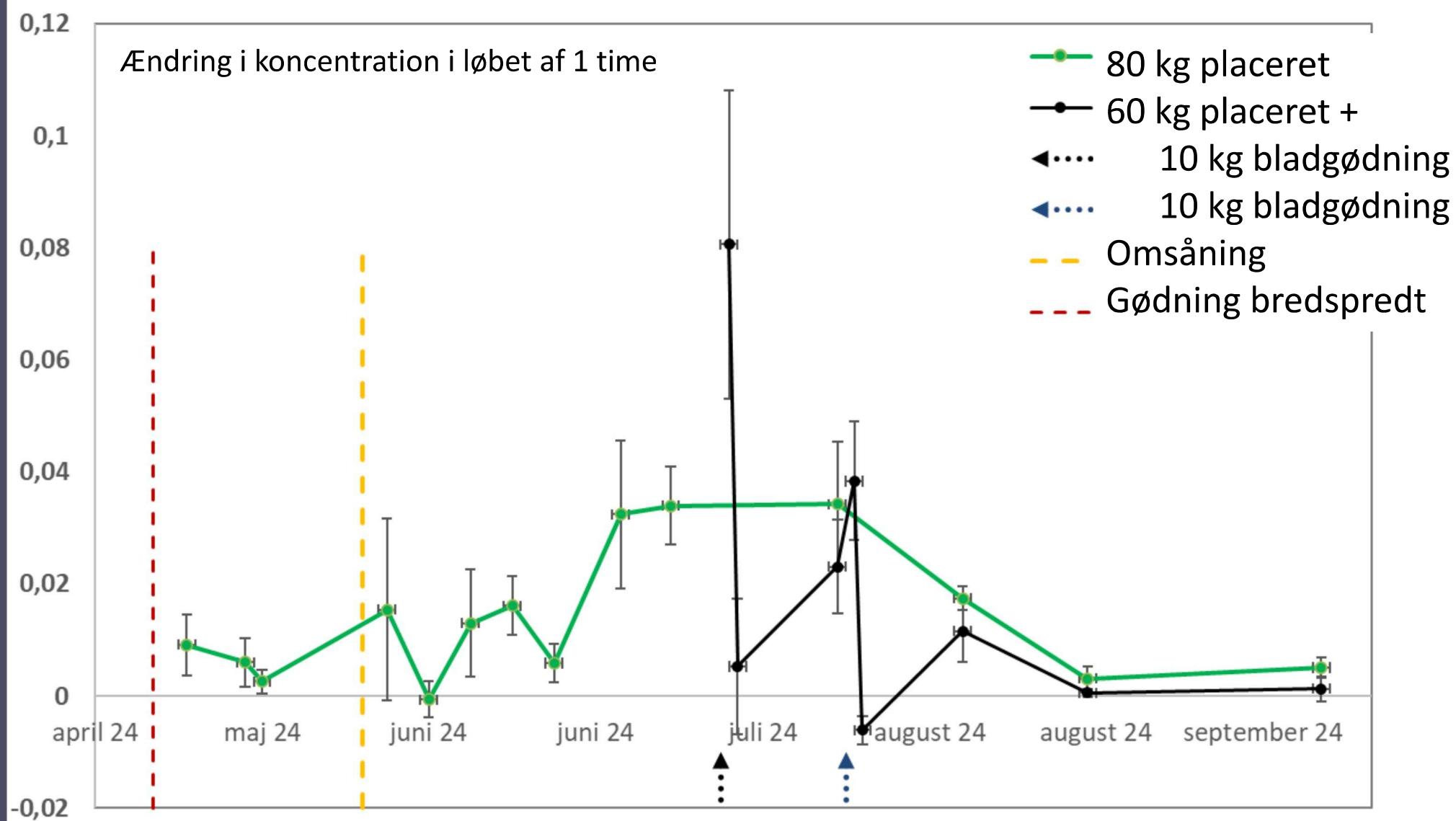


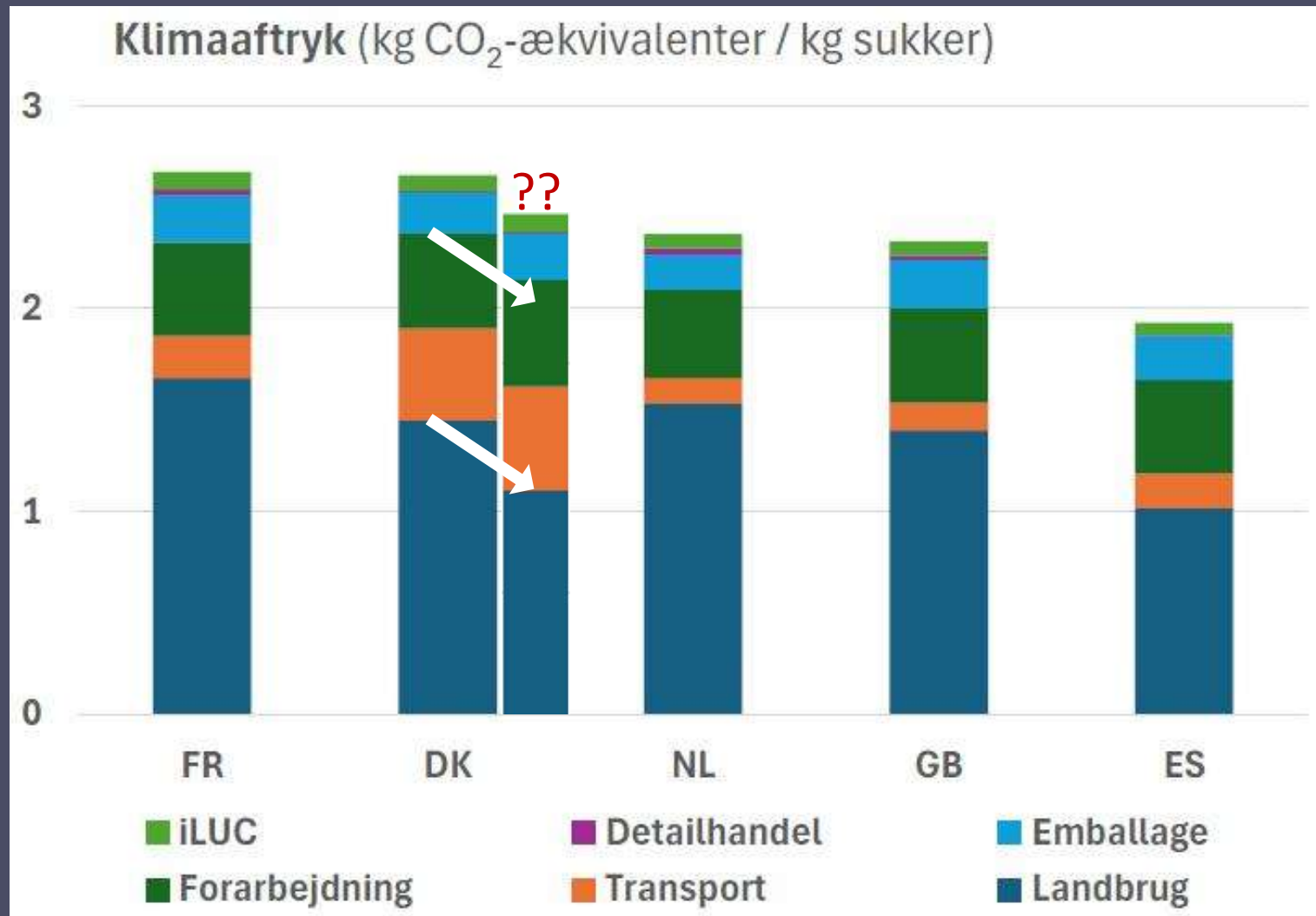
Management of
beet leaves
German study

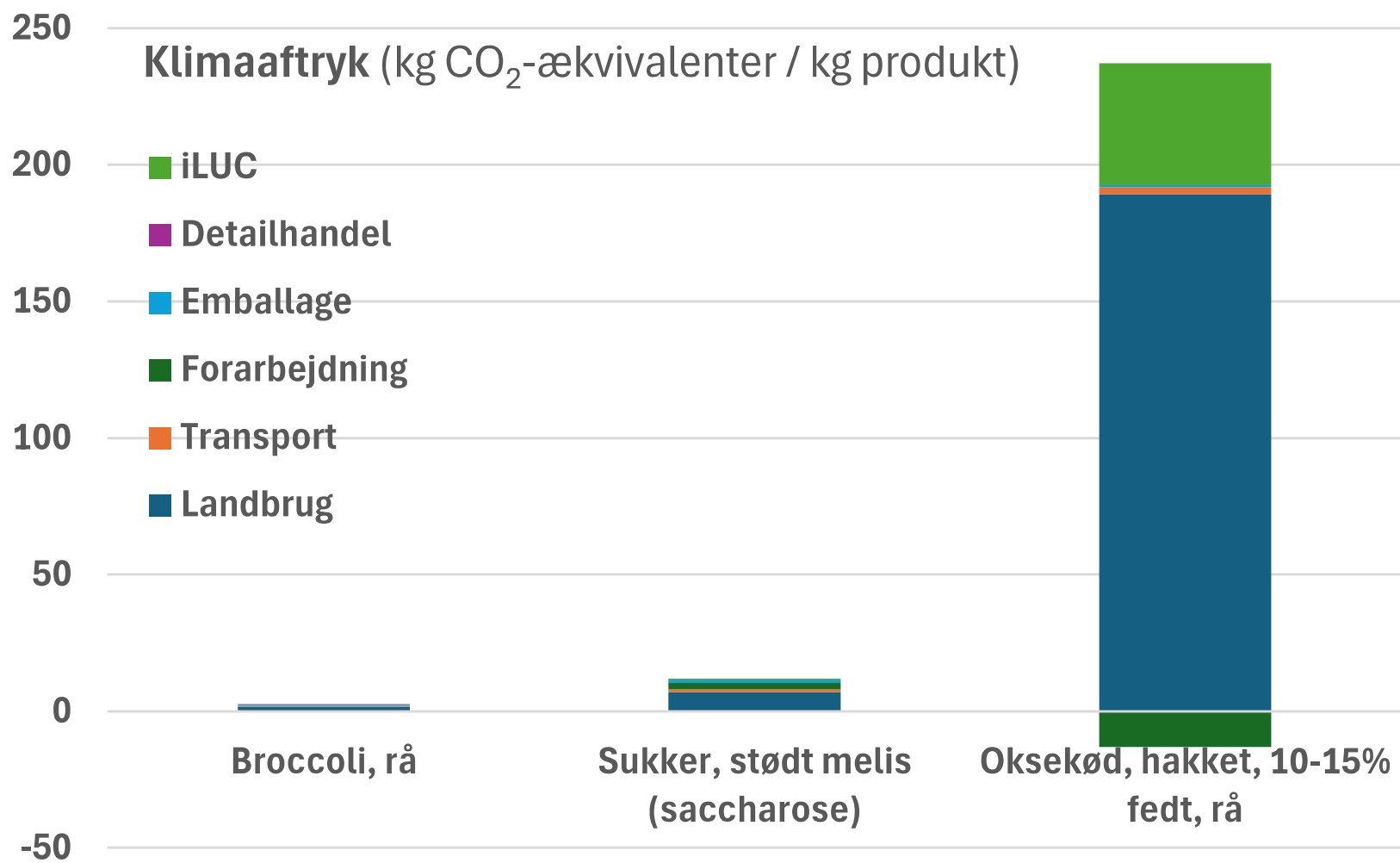












Klimanøgletal i roedyrkningen



Projektleder
Otto Nielsen
NBR Nordic
Beet Research

Udover energiforbrug bidrager især udledning af lattergas fra landbrugsjord til klimabelastningen fra plantedyrkning. I denne artikel præsenteres diverse nøgletal for landbrugets klimabelastning med fokus på plantedyrkning samt NBR's igangværende undersøgelser, der retter sig mod at kvantificere og om muligt reducere lattergasemissionen.

Det store overblik

I klimadebatten florerer et overvældende omfang af diverse nøgletal, som i relative og absolutte værdier forsøger at dokumentere klimagasudledninger samt muligheden for at reducere klimabelastningen ved hjælp af diverse virkemidler. Fra politisk side er der fastsat reduktionsmål for drivhusgas-

semissionerne og i officielle rapporter kan man se, hvordan det går f.eks. for landbruget (*tabel 1*). Opgørelser af drivhusgasemissioner i rapporterne er primært baseret på modelberegninger som f.eks. lattergas fra udbragt gødning, hvor det antages, at 1 % af al kvælstof omdannes til lattergas. Modelberegningerne vil løbende blive forbedret, efterhånden som vi får mere præcis og nuanceret viden om de faktiske udledninger ved forskellige produktionsformer.

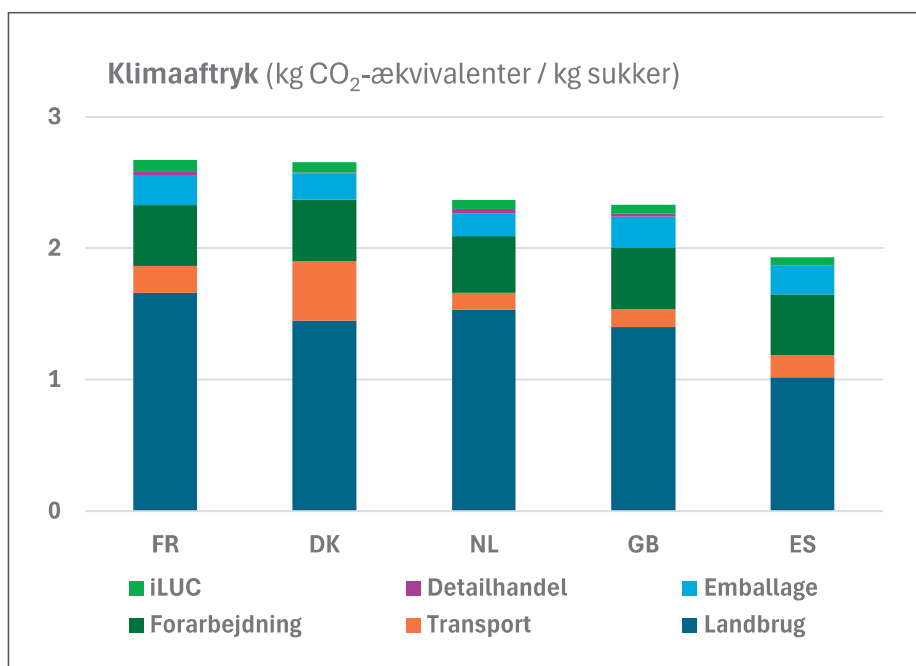
Af *tabel 1* fremgår det at metan (CH₄) og lattergas (N₂O) er de største bidragsydere til den totale drivhusgasemission fra landbruget, og tallene fremkommer ved at tage udgangspunkt i blandt andet antallet af husdyr og forbrug af organiske og mineralske gødninger. Kuldioxid (CO₂) udgør procentisk en lille del, hvilket primært skyldes, at metan og lattergas har meget lange levetider i atmosfæren, og deres opvarmningspotentiale er derfor henholdsvis 28 og 265 gange større end kuldioxid (såkaldte kuldi-oxid-ækvivalenter (CO₂-eqv.)).

Klimaeffektiv produktion

Det er veldokumenteret, at vegetabiliske produkter, som for eksempel sukker, generelt er meget mindre klimabelastende end animalske produkter. I disse beregninger angiver man oftest klimabelastningen i form af kg CO₂-ækvivalenter per kg produkt, hvilket giver mulighed for at vurdere, hvor klimaeffektiv det enkelte produkt er. Tænk tanken Concito har sammenstillet klimabelastningen på denne måde for over 500 forskellige fødevarer og herunder for sukker produceret i fem forskellige europæiske lande (*figur 1*). Beregningsmetoderne kan diskuteres, og det er muligt at finde andre værdier fra andre kilder, som for eksempel databasen CarbonCloud. Det må forventes, at nøgletallene i stigende grad vil få betydning for eventuel politisk regulering af produktionsmetode samt forbrugernes valg af produkt. Det bliver derfor nødvendigt med et regelsæt til at sikre, at opgørelserne er retvisende og harmoniserede, hvilket betyder et øget pres på producenterne til at kunne dokumentere klimaeffektivitet.

Tabel 1. Drivhusgasemissioner fra landbrugssektoren i Danmark 1990-2022. Kilde: Denmarks National Inventory Document 2024 (DCE-rapport 622, tabel 5.1 side 424).

	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
CH ₄ , kt CO ₂ eqv.	6.936	7.375	7.340	7.398	7.339	7.273	7.278	7.312	7.059
N ₂ O, kt CO ₂ eqv.	6.281	5.569	5.074	4.749	4.529	4.516	4.556	4.206	4.196
CO ₂ , kt CO ₂ eqv.	613	534	268	222	156	176	254	267	268
Total, kt CO ₂ eqv.	13.831	13.478	12.682	12.369	12.024	11.965	12.089	11.785	11.523



Figur 1. Klimaaftryk for produktion af et kg sukker i fem europæiske lande ifølge Concito (Kilde: The Big Climate Database v.1.2). For yderligere forklaring af beregningsmetoder og diskussion heraf henvises til Concito's "Methodology Report".

Korrekte nøgletal

I Danmark arbejder blandt andet SEGES og NBR med at finde agronomiske metoder til at reducere klimabelastningen fra plantedyrkning og dermed også dokumentere mere præcist, hvor store udledningerne af klimagasser er. Ved dyrkning af sukkerroer er det primært i relation til kvælstofgødskning og nedmuldning af roetop, at der er en risiko for emission af lattergas, og NBR har derfor indledt undersøgelser netop indenfor disse to områder, hvilket beskrives nærmere nedenfor. Uanset kilden til lattergas er det nødvendigt med gentagne målinger over lange tidsintervaller for præcist at kunne estimere den samlede lattergasemission fra en given dyrkningsmetode. Lattergasemissionen er typisk på et lavt niveau, men

BEDRE TRÆKKRAFT ALTID



VREDESTEIN
TYRES

For mere information kontakt
produktspecialist
Knud Blomgreen +45 2030 3408



Foto 1. Måling af lattergas i kvælstofgødskningsforsøg hos NBR i 2024.

under givne forhold kan der opstå høje emissioner indenfor korte tidsintervaller. Hos NBR anvender vi kamre til at estimere emission af lattergas (foto 1). Disse placeres kortvarigt (typisk 60 minutter) i en ramme, der er sat ned i jorden, hvorefter lattergasemissionen kan kvantificeres ved at måle ændringen af lattergaskoncentration i løbet af måleperioden. Koncentrationen af lattergas bestemmes ved at udtage små luftprøver, som analyseres ved hjælp af gaskromatografi. NBR har dog netop investeret i en laser-baseret gasmåler, hvor man direkte kan aflæse koncentrationen i kammeret.

Lattergas fra kvælstofgødskning

I de nationale emissionsopgørelser (tabel 1) antages det, at 1 % af tilført kvælstof omdannes til lattergas. Dette betegnes som emissionsfaktoren for kvælstofgødning. Der vil dog være stor variation i praksis, og i en ny dansk undersøgelse¹ fra Aarhus Universitet var emissionsfaktoren f.eks. langt større

for husdyrgødning end for mineralsk gødning. Formuleringen af gødningen har også en vis betydning, og der findes tabelværdier for disse. I forsøgene hos NBR sammenligner vi sukkerudbytter og lattergasemission ved forskellige udbringningsmetoder. Specielt er vi interesseret i at sammenligne bredspredt og placeret kvælstof, da kvælstofudnyttelsen generelt er højere for placeret kvælstof. I 2024 samt i kommende år vil vi sammenligne lattergasemissionen fra disse metoder for at finde ud af hvilke metoder, der er mest klimaeffektive. Desuden har vi behandlinger, hvor dele af kvælstofgødningen tildeles som bladgødning for at reducere risikoen for lattergasdannelse ved nedbringning i jorden. Resultaterne er indtil videre for sparsomme til at kunne drage nogen konklusioner, så det vender vi tilbage med senere.

Lattergas fra nedmuldning af roetop

Afgrøderester indeholder en vis mængde kvælstof og kan derfor også være en

kilde til lattergas på samme måde som gødning. Mængden af roetop varierer meget fra år til år, og forholdene omkring nedmuldning kan også være ret så forskellige, da roerne høstes over en periode på mange uger. Der foreligger nogle enkelte studier på området, blandt andet et tysk studie med relativ høj emission og et svensk studie, hvor emissionen var omkring en femtedel af emissionen i det tyske studie. For at få en bedre viden om risikoen for emissioner, har NBR indledt en forsøgsserie, hvor effekten af at fjerne roetoppen eller nedmulde den i kombinationen med en nitrifikationshæmmer undersøges. Både det tyske, det svenske og de foreløbige resultater fra NBR-forsøgene viser, at fjernelse af roetop reducerer lattergasdannelsen. Fjernelse af roetop medfører ekstra transport af biomasse ud af marken, og vi laver derfor supplerende undersøgelser for at kvantificere effekten af dette. Det drejer sig om ekstra energiforbrug til jordbearbejdning som følge af mere sammenpakket jord samt udbytte i den efterfølgende afgrøde. Desuden kvantificerer vi hvor store mængder næringsstoffer, der fjernes med roetoppen. Alt i alt indsamler vi dermed en række vigtige nøgletal for at kunne beslutte hvilke tiltag, der bedst tilgodeser både driftsøkonomi og klima. ■

¹ Higher N₂O emissions from organic compared to synthetic N fertilisers on sandy soils in a cool temperate climate. Petesen et al., 2023. Agriculture, Ecosystems & Environment nr. 358.