

Magdalena Wallman den 19 mars 2026

Lustgas från marken



Upplägg

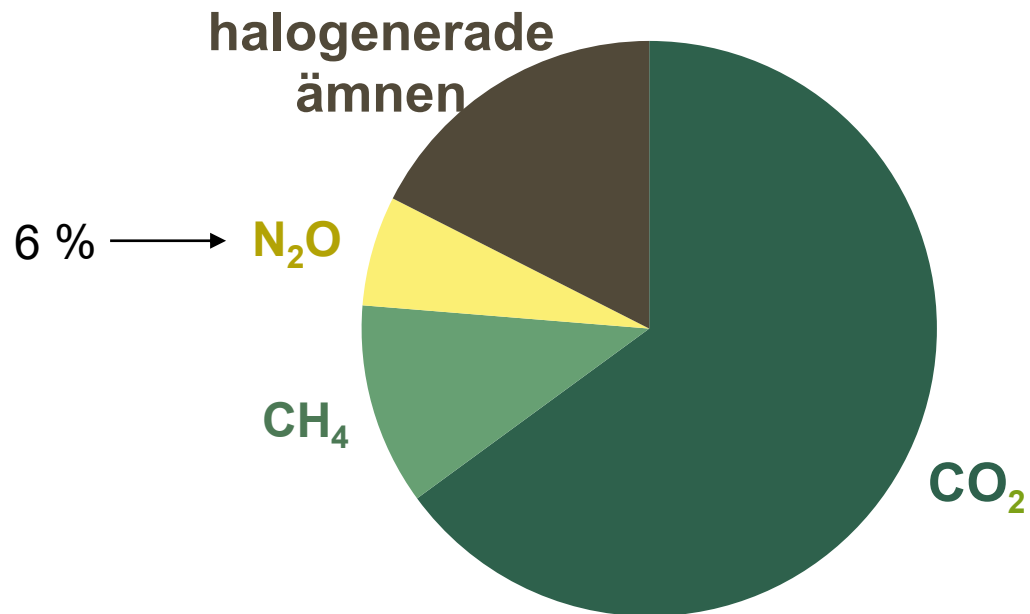
1. Problemet med lustgasutsläpp
2. Mekanismer för lustgasbildning
3. Resultat från gjorda studier
4. Åtgärder

Problemet med lustgasutsläpp (N_2O)

- N_2O bidrar till klimatförändringarna:
 - stark växthusgas, 273 gånger starkare än CO_2 (på 100 års sikt)
 - nedbrytningstid 109 år.
- N_2O bidrar till nedbrytningen av stratosfäriskt ozon.
- Koncentrationen i luften har ökat med 25 % sedan förindustriell tid (1750). Ökningen accelererar.

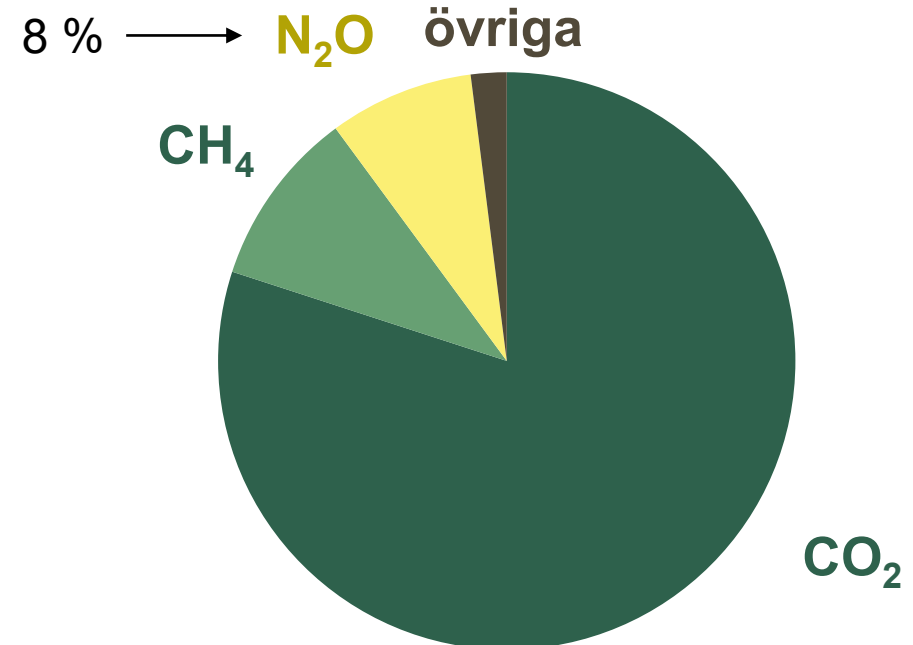
Hur mycket bidrar lustgas till växthusgasutsläppen?

BIDRAG TILL KLIMATFÖRÄNDRINGAR
GLOBALA UTSLÄPP 1960-2019



Källa: IPCC 2021, AR 6

SVERIGES UTSLÄPP 2022,
ANDEL AV CO₂-EKV



Källa: Naturvårdsverket 2024, NIR

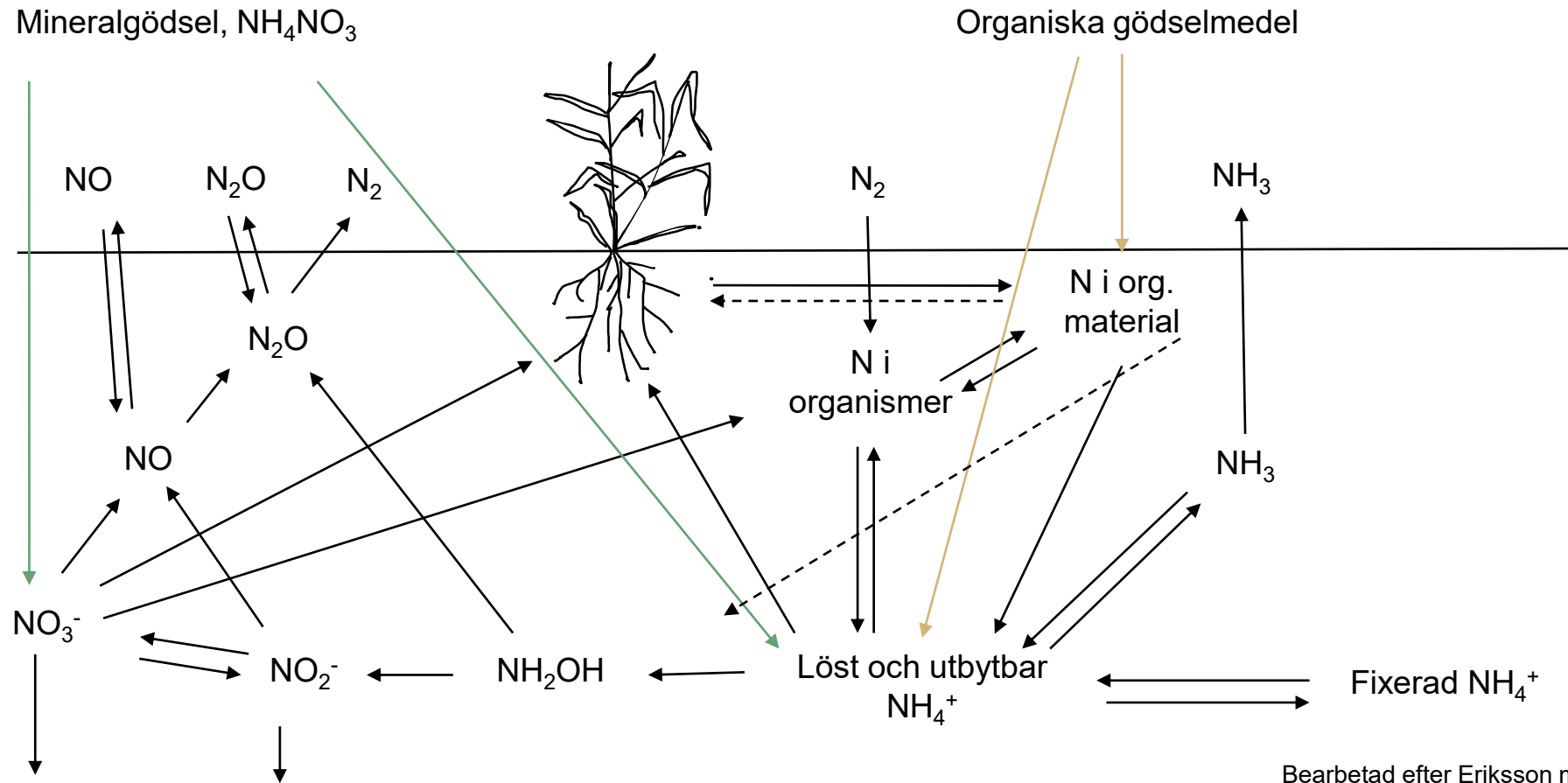
Hur stort är problemet med lustgas från mark på gårdsnivå?

- Växtodlingsgårdar: Lustgas från mark står för ca 40 % av gårdens klimatavtryck.
- Ca 15 % av gårdens klimatavtryck på mjölk- och nötköttsgårdar.
- Förändringar i markens kolförråd ej inkluderade i totalen.
- Lustgas från organogena jordar ingår.

Mekanismer

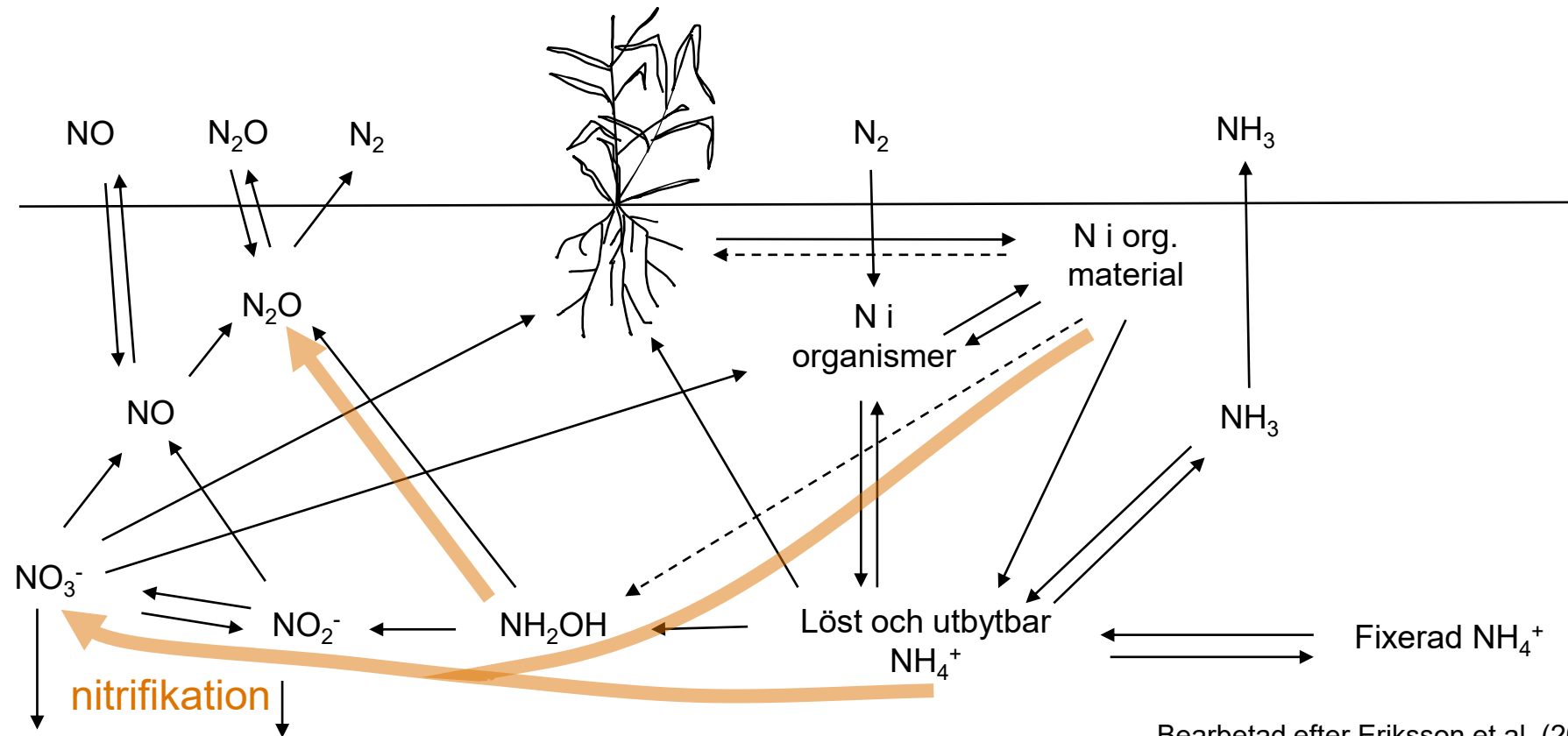
för lustgasbildning

Kväveflöden i marken



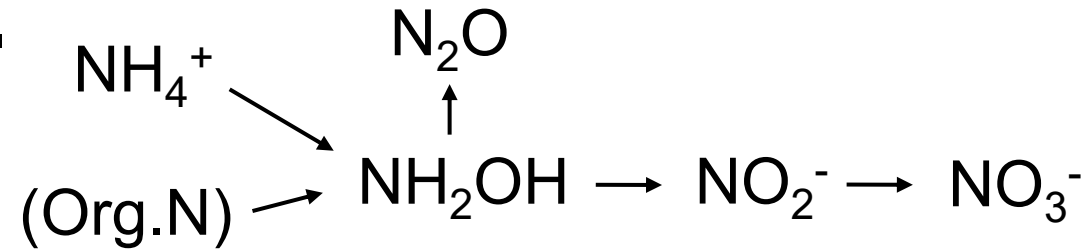
Bearbetad efter Eriksson m.fl. (2011)

De vanligaste luftgasprocesserna: nitrifikation



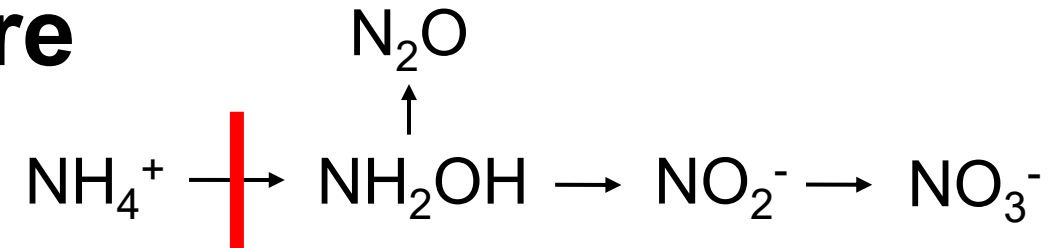
Bearbetad efter Eriksson et al. (2011)

Nitrifikation, forts.



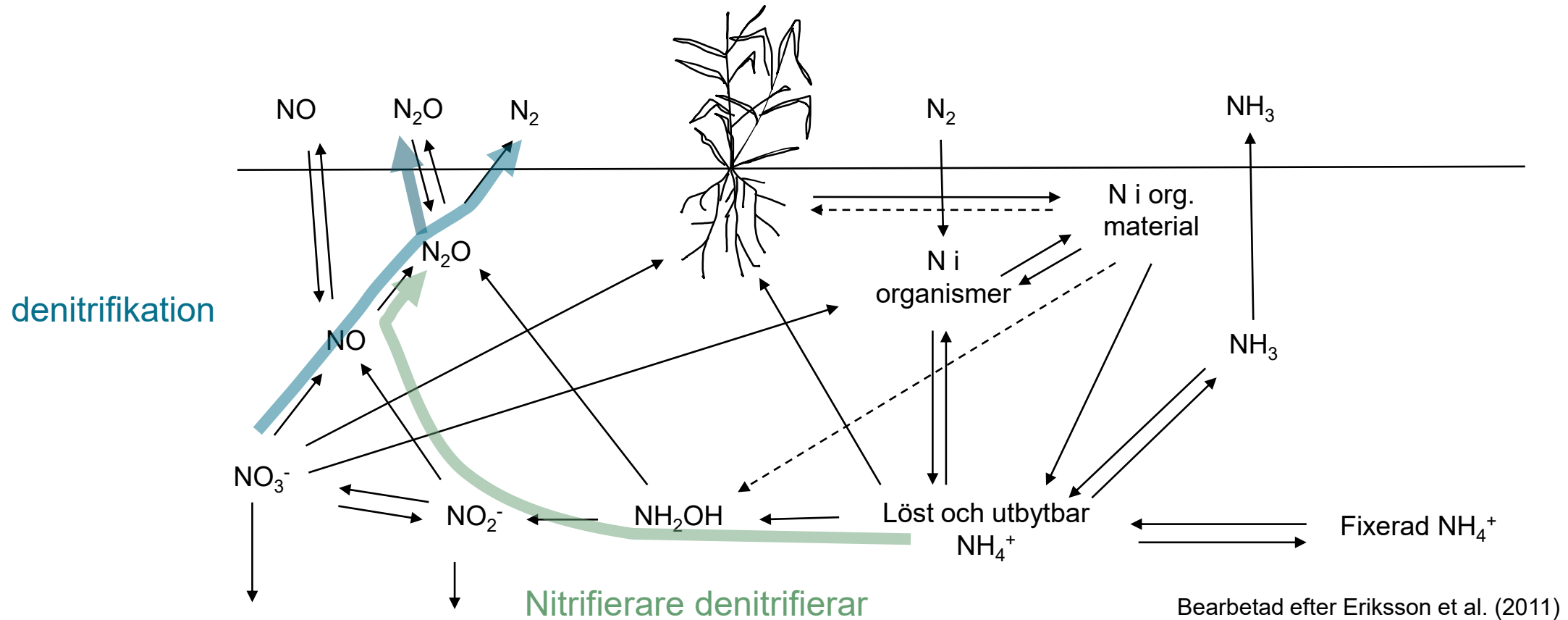
- Aerob process.
- Vanligen autotrofa organismer, ej beroende av organiskt material som kolkälla.
- Gynnas av god tillgång på NH_4^+ .
- N_2O kan bildas från mellanprodukten hydroxylamin i reaktionen.
- Kan vara den dominerande N_2O -källan under torra förhållanden.

Nitrifikationshämmare

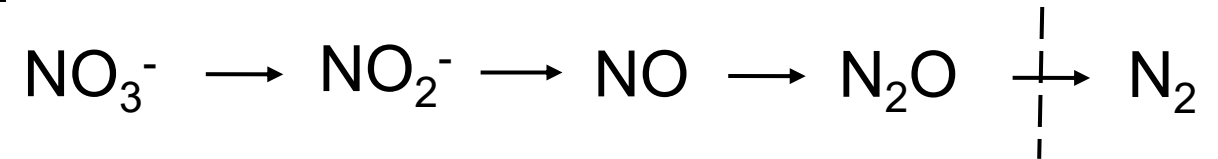


- Hämmar bakterier som omvandlar kväve från ammonium till nitrat.
- Kan minska lustgasutsläpp från nitrifikation (och denitrifikation) betydligt under rätt förutsättningar.
- Bryts ned ganska snabbt om det är varmt i marken.
- Passar bäst på lättare jordar (<10 % ler).
- Poänglöst om man tillför gödsel i nitratform och denitrifikation är den främsta lustgaskällan.

De vanligaste luftgasprocesserna: denitrifikation



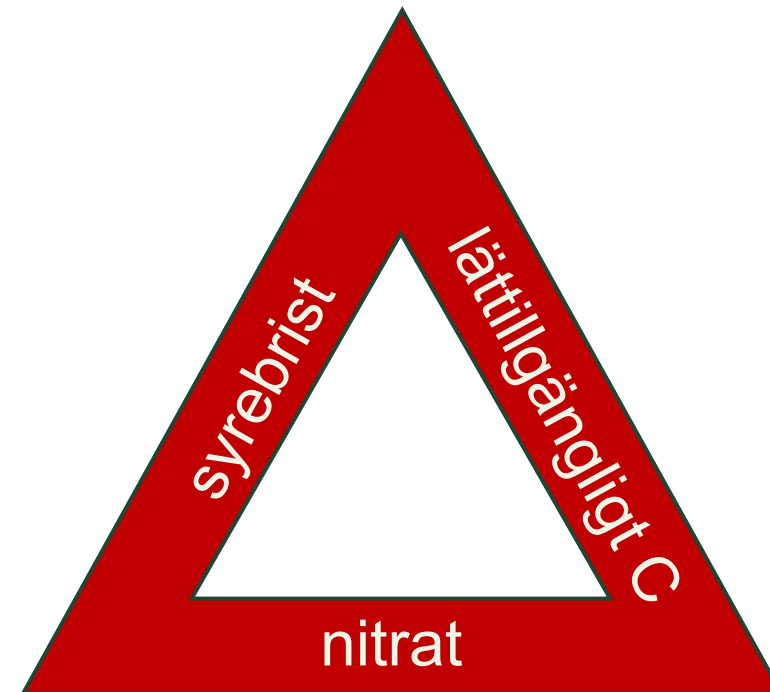
Denitrifikation, forts.



- Anaerob process.
- Heterotrofa organismer. Organiskt material är både kol- och energikälla.
- N_2O är slut- eller mellanprodukt i denitrifikationen.
- Den dominerande källan till N_2O under fuktiga förhållanden.
- Hur mycket lustgas som släpps ut beror på
 - denitrifikationstakten och
 - fördelningen mellan N_2O och N_2 som slutprodukt.

Risikförhållanden för denitrifikation

- Överoptimal gödsling
- Dålig skörd
- Kväverika skörderester
- Mycket nederbörd strax efter gödsling
- Mycket nederbörd efter torka
- Frysning och tining av jorden
- Dålig dränering
- Markpackning



Figur efter Maria Ernfors

Organiska gödselmedel

Innehåller organiskt material

Bränsle för
denitriferare

Nedbrytning
konsumerar syre

Innehåller NH_4^+

Råvara för
nitrifierare

Innehåller organiskt N

Svårare att få ett
högt N-utnyttjande

Lustgas från organogena jordar

- Organogena jordar utgör ca 7 % av svensk jordbruksmark.
- Dessa jordar står för 25% av de direkta N₂O-utsläppen från mark, enligt Naturvårdsverkets klimatrapporering till FN.
- Ettåriga grödor på organogena jordar: 13 kg N₂O-N per hektar enligt IPCC 2014 (vall: 1,6-9,5). Till detta kommer N₂O-N beräknat från gödsling och annan kvävetillförsel.

Indirekta lustgasemissioner

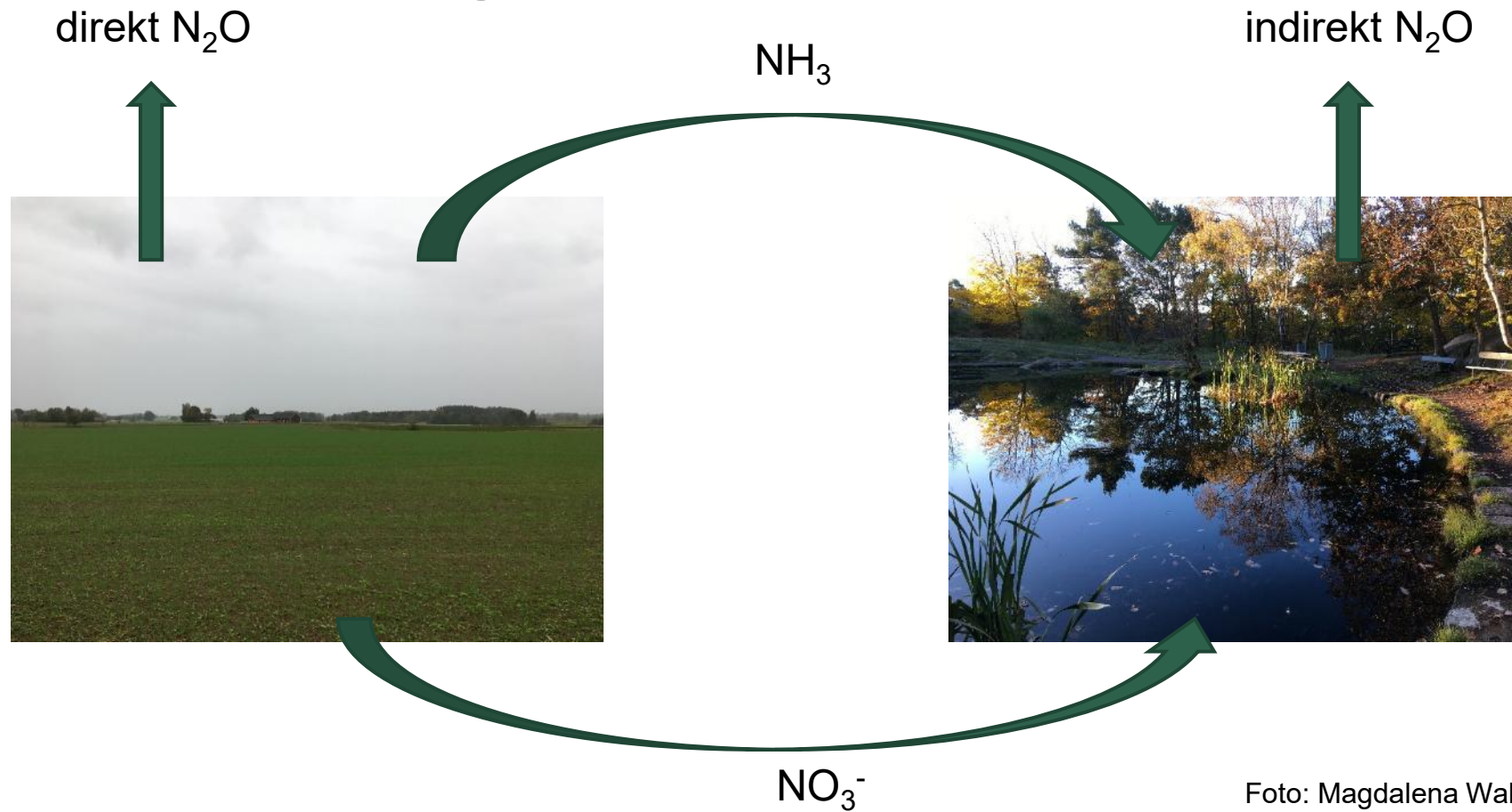


Foto: Magdalena Wallman

Resultat från gjorda studier

Hur mäts lustgasutsläpp från mark?

- Svårt att mäta N₂O-utsläpp
 - Stor variation i tid och rum.
 - Risk att mätningen påverkar emissionerna.
- Vanligaste metoderna:
 - kammare/kyvetter på friland,
 - mikrometeorologiska metoder,
 - lysimetrar och
 - jordproppar i labb.

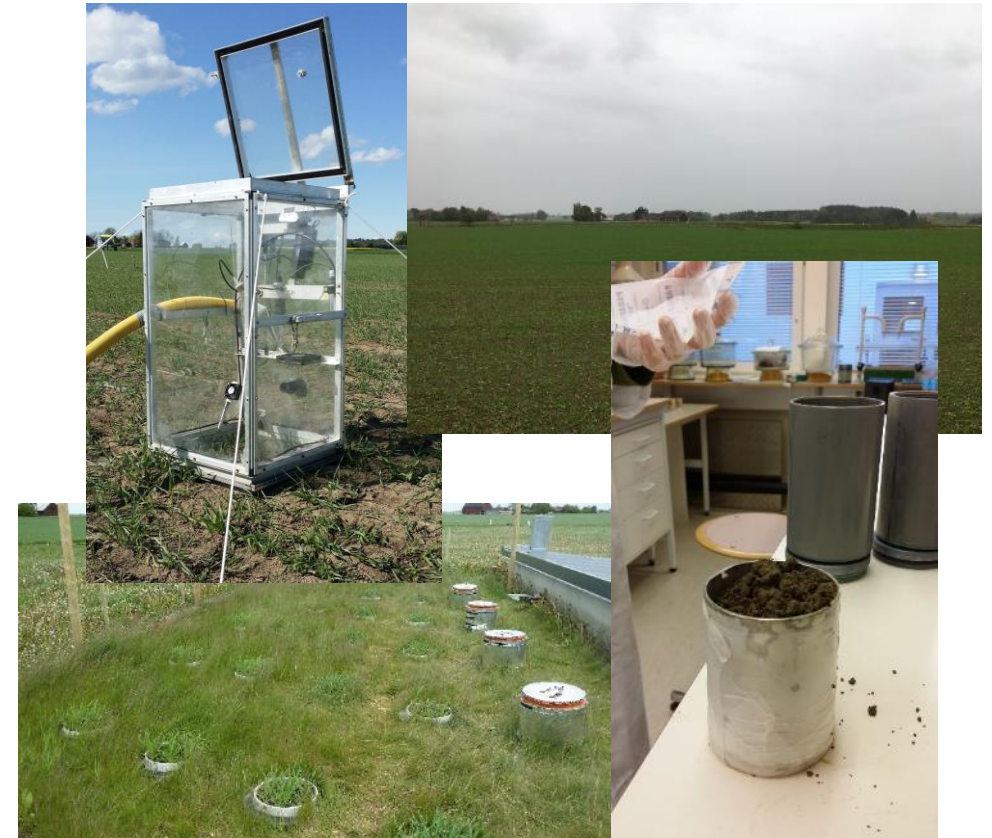
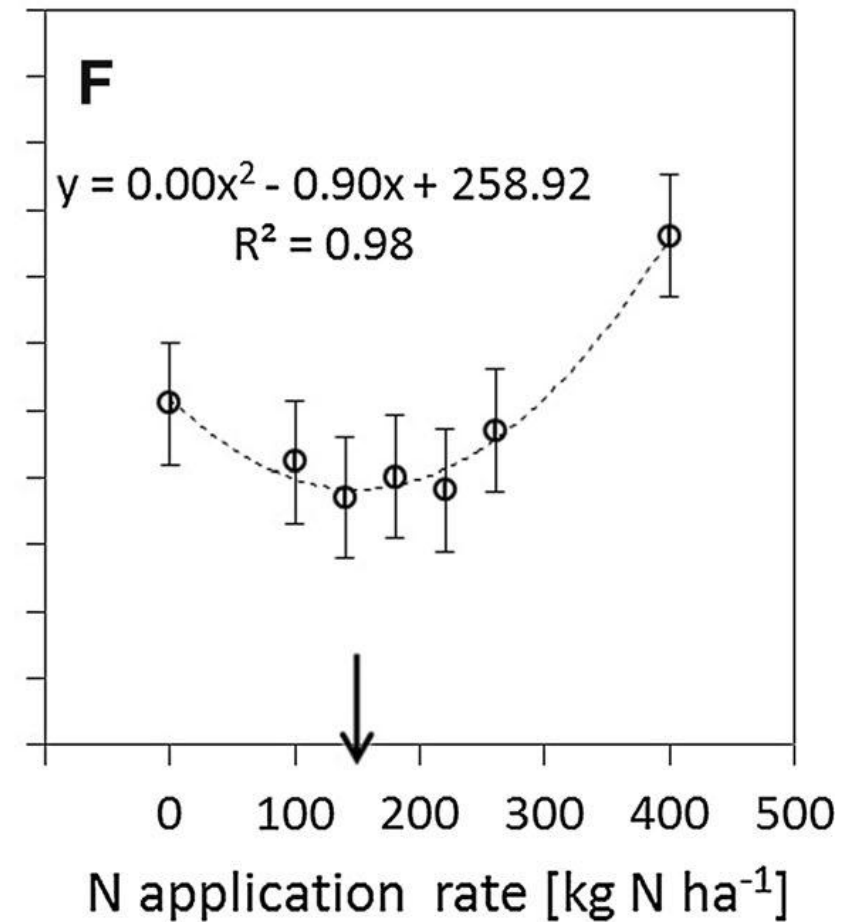
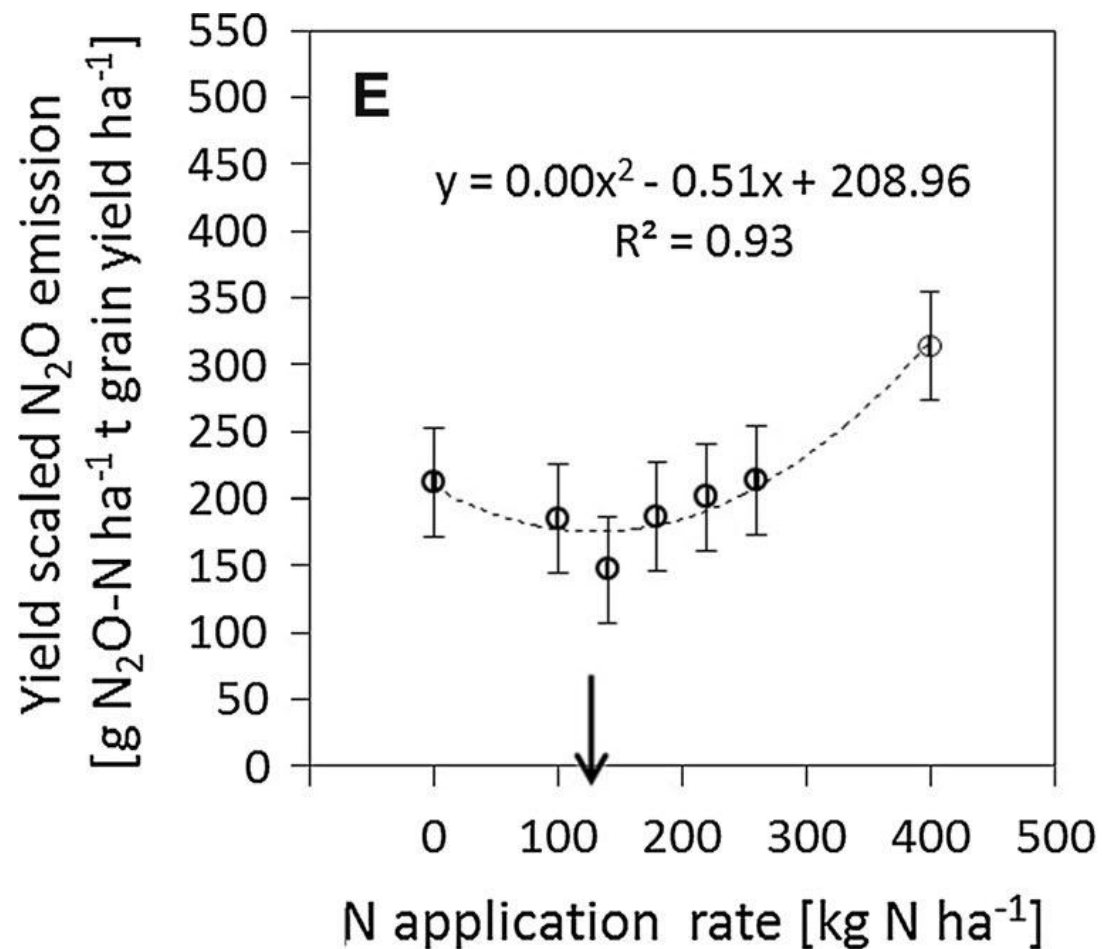


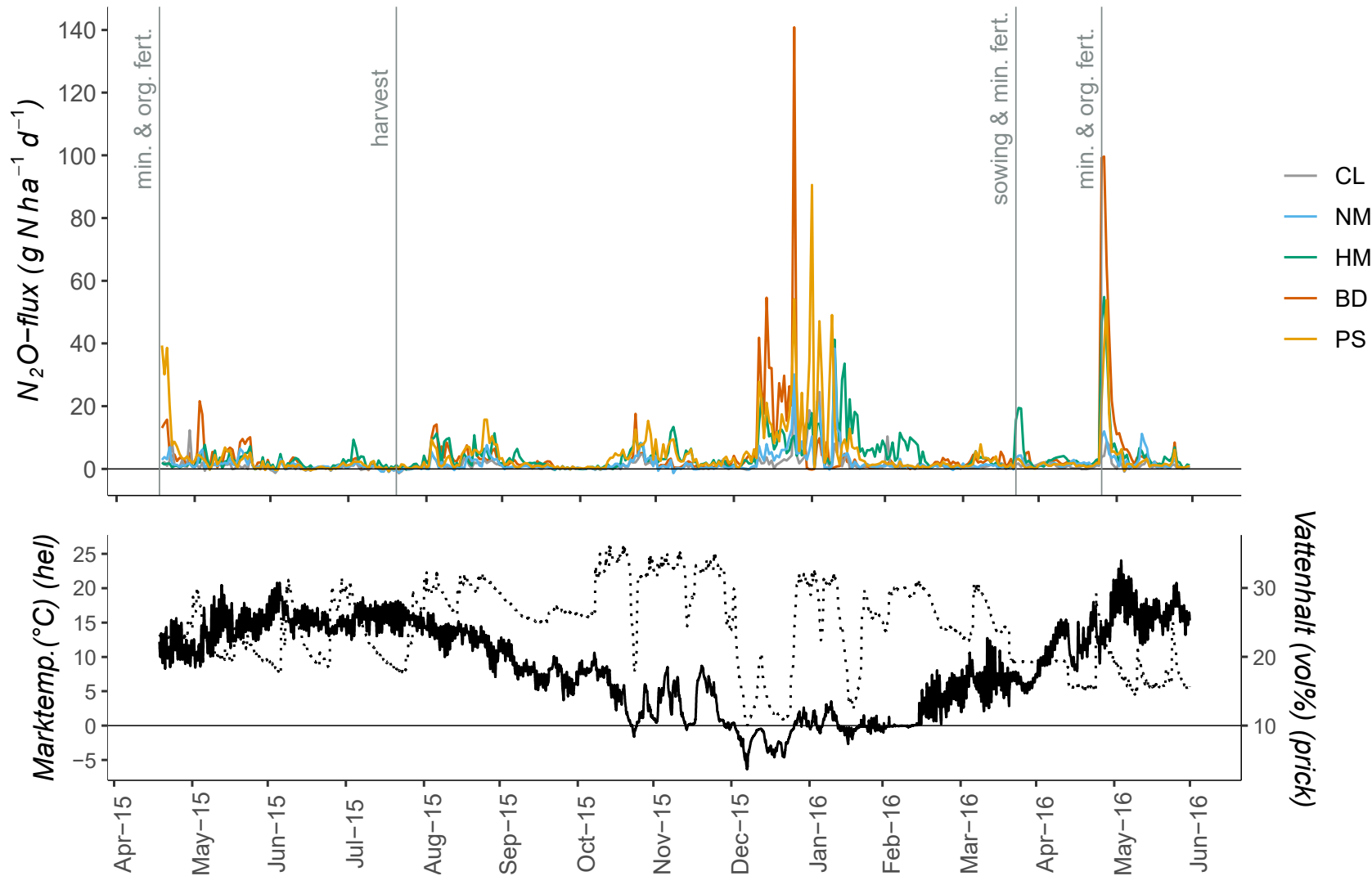
Foto: Magdalena Wallman



Utsläpp i relation till skörd vid olika N-givor (Tyskland)



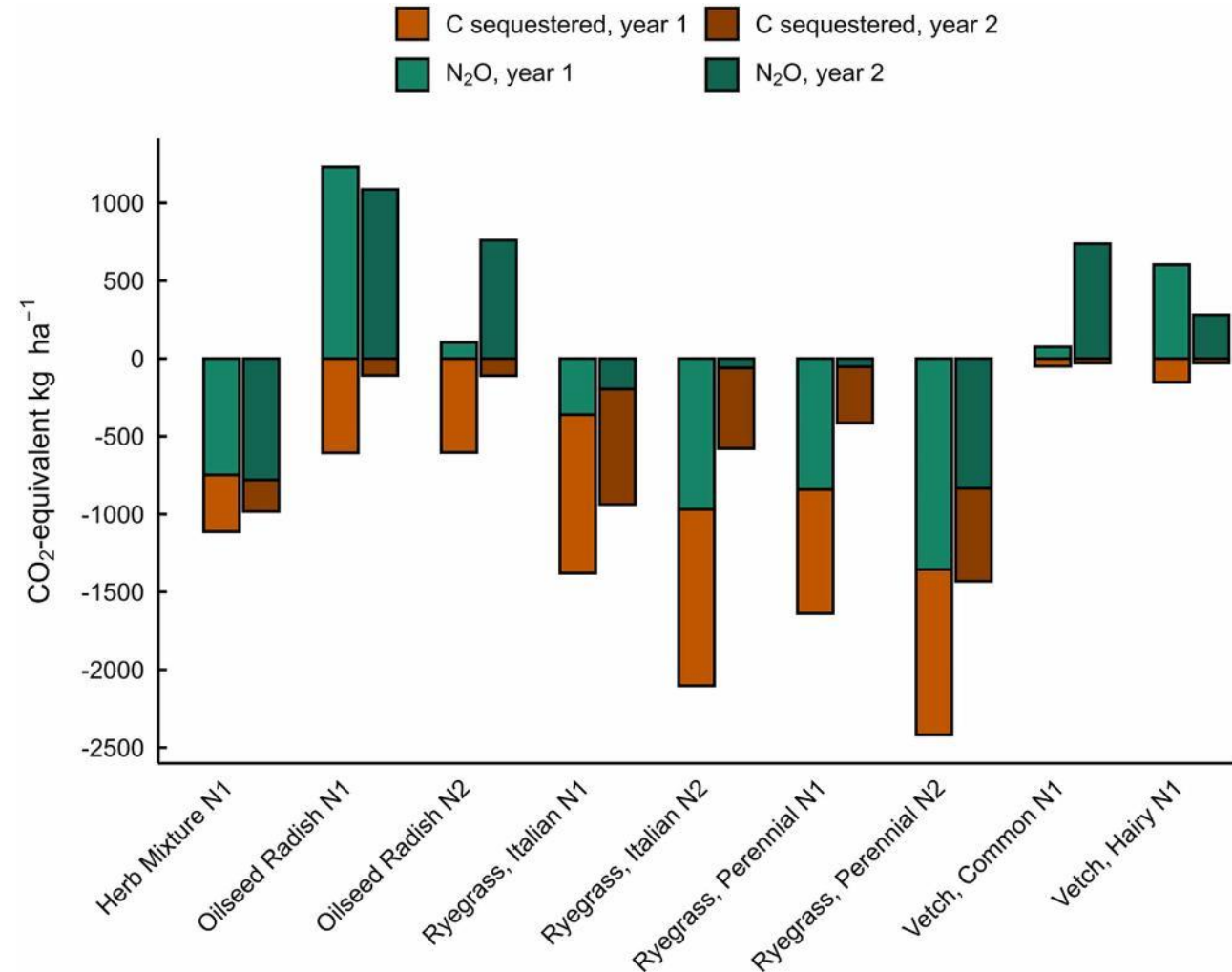
Exempel på utsläpp över året (Sverige)



Wallman m.fl. 2022

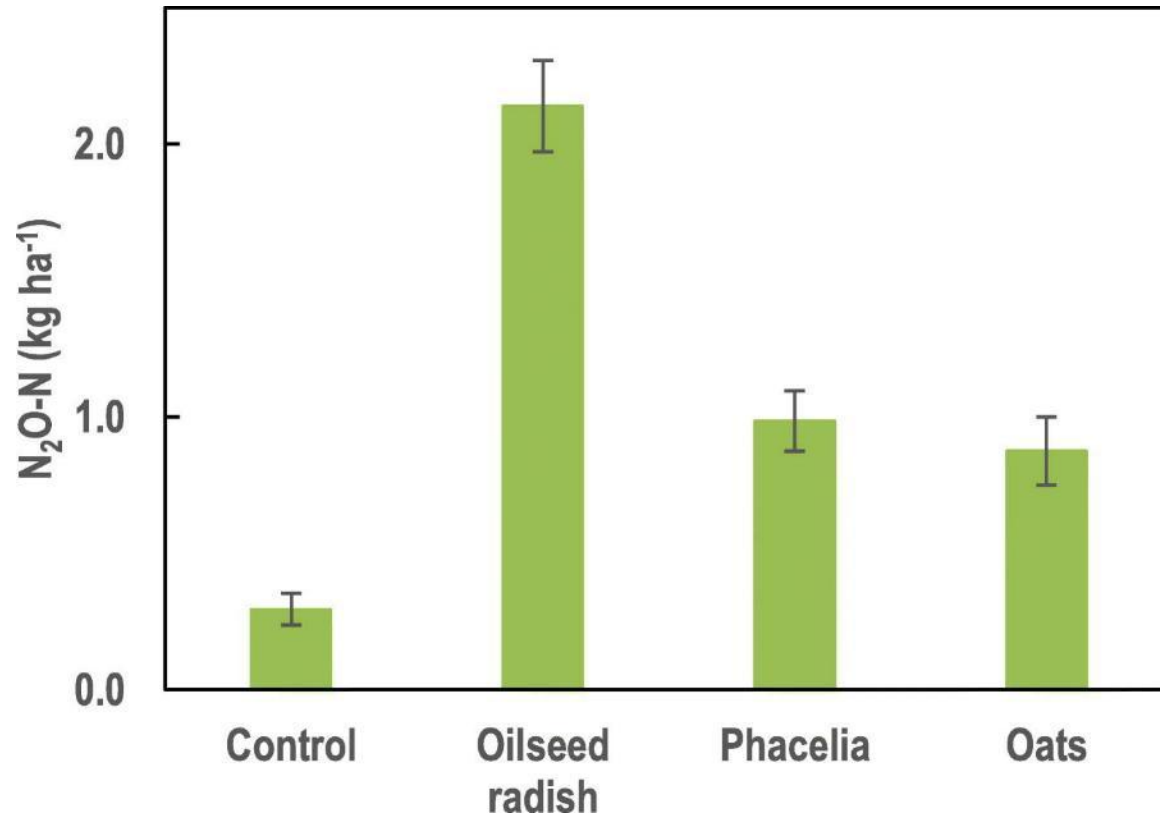
Fång-/mellangrödor (Norge)

- Uppmätt N_2O + modellerad kolinlagring
- Skalan är satt i relation till kontroll utan mellangröda
- $N_2O < 0$ betyder lägre N_2O -utsläpp än kontrollen.
- För oljerättika och vicker blir det en nettoförlust klimatmässigt med mellangrödan (utom oljerättika N2 år 1).



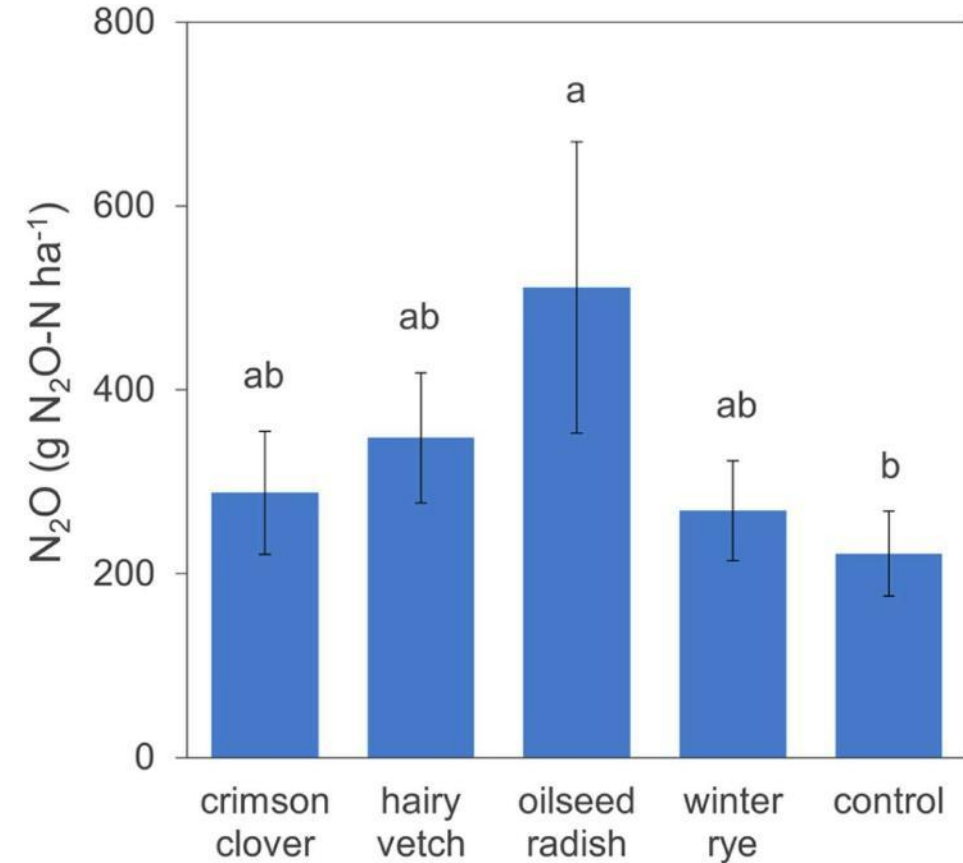
Fång- och mellangrödor

Svensk studie, Skåne, jan-feb



Olofsson & Ernfors, 2022

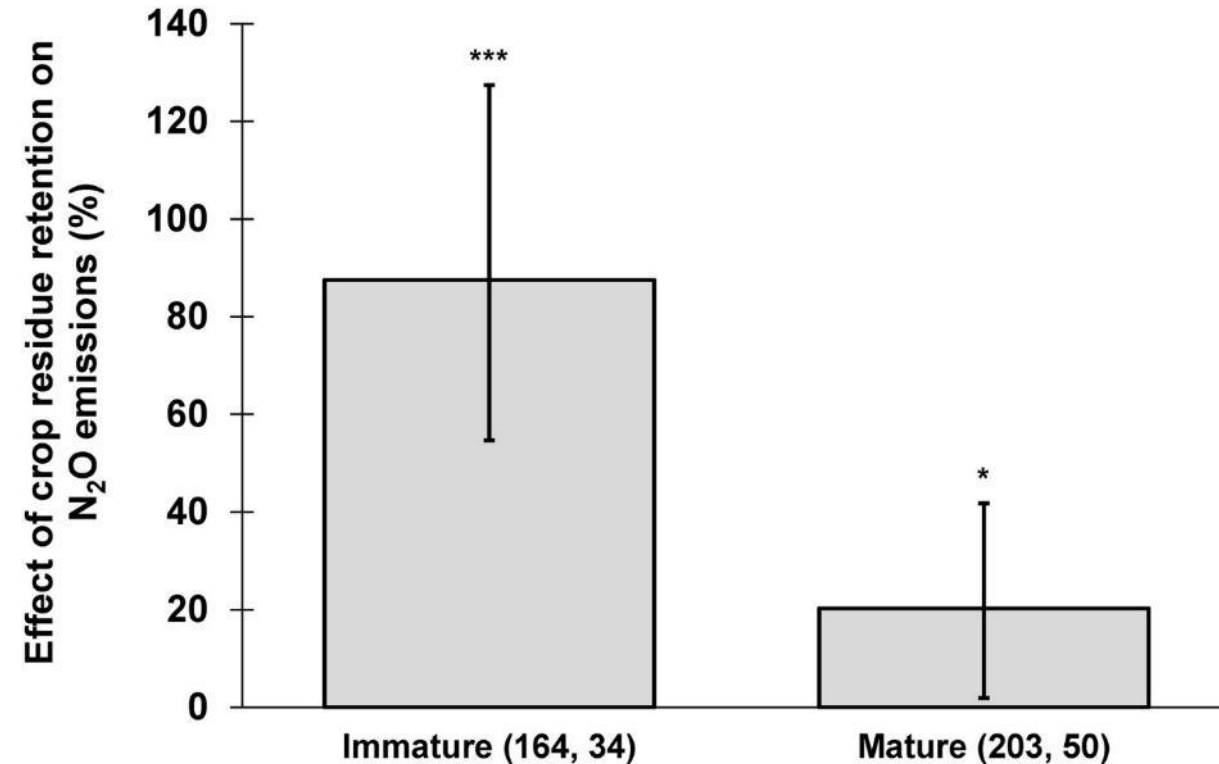
Dansk studie, mars-maj



Andersen, 2025

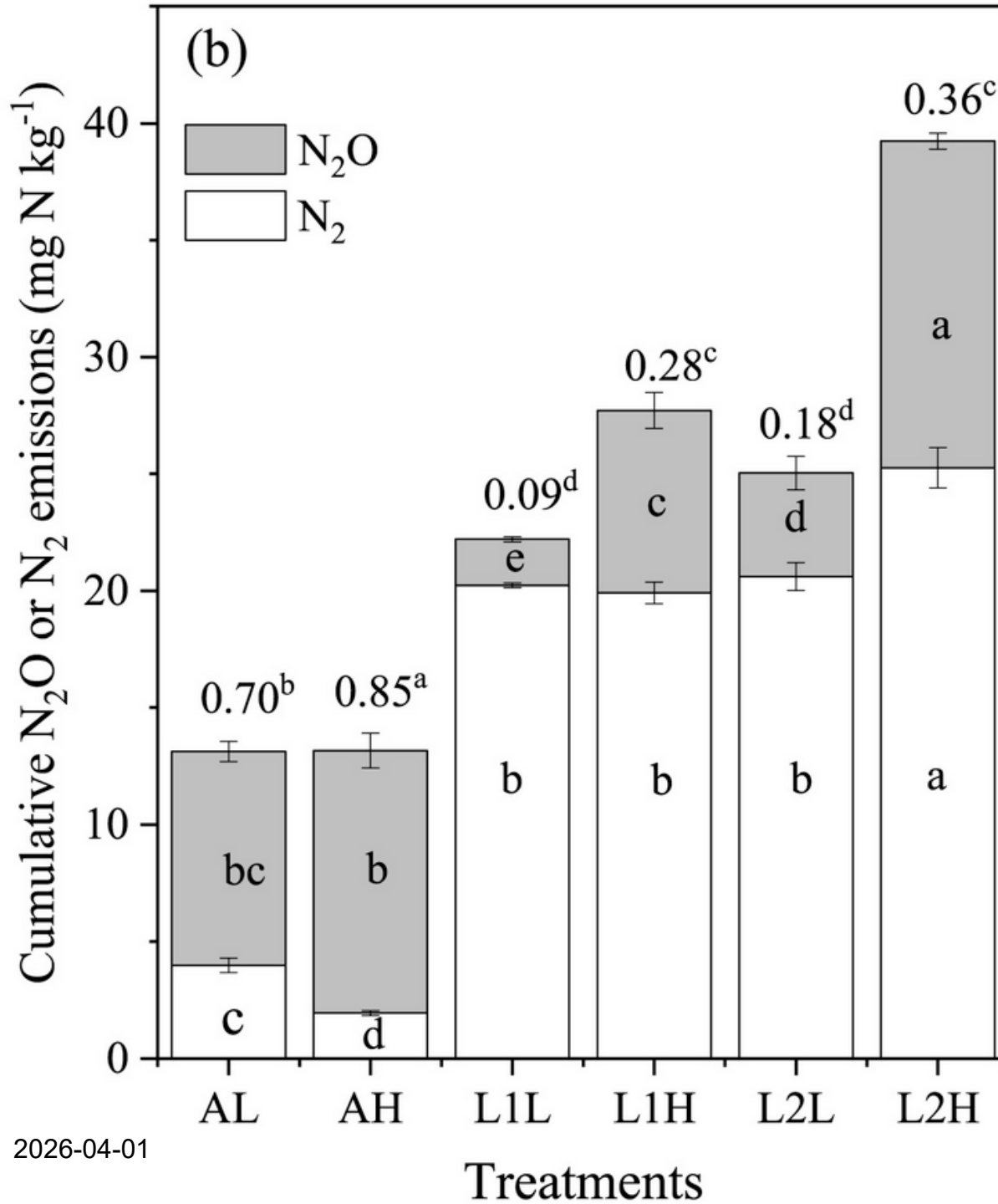
Skörderester och lustgas (globalt)

- Global metastudie (20 länder).
- Lägre utsläpp från ”mogna” skörderester.
- Ökning av N₂O -utsläpp jämfört med bortförel av skörderester
- 63% av studierna från torra områden.



Abalos m.fl., 2022

Effekt av pH och NO_3^- halt på N_2O och N_2 (lab, Kina)



- Större andel N_2O som slutprodukt av denitrifikationen vid lågt pH (A, ca 4,5).
- Större både andel och mängd N_2O vid högre NO_3^- -koncentration (..H, 80 mg NO_3^- -N/kg torr jord, jämfört med ..L, 30 mg NO_3^- -N/kg torr jord)
- Större total denitrifikation på den kalkade jorden (L)

Olika gödseltyper (Danmark)

- Olika typer av mineralgödsel jämfördes med svinflyt, nötflyt och rötrest på fyra olika ställen i Danmark.
- Genomfördes 2020–2021, men N_2O mättes för alla gödselbehandlingar bara 8–10 v efter gödsling på våarna.
- Oftast större utsläpp av N_2O i relation till tillfört N för flytgödsel och rötrest jämfört med mineralgödsel.

Petersen m.fl. 2023

Exempel på pågående lustgasstudier i Sverige

- Effekt av biokolstillförsel (SLU)
- Plöjningsfritt respektive höstplöjning (SLU)
- Mellangrödor och blasthantering (stärkelsepotatis) (Agriscience + SLU)
- Rötning och olika surgörning av flytgödsel (SLU)
- Sockerbetsodling: skörderester, gödselgivor och gödslingstekniker (Nordic beet research + SLU)
- Åtgärder på dränerade torvjordar i produktion – organiskt material, mineralmaterial och höjd grundvattennivå (SLU)

Åtgärder

Åtgärder för minskade lustgasutsläpp

- Se till att ha ett gott kväveutnyttjande:
 - precisionsgödsling,
 - flera gödselgivor,
 - koll på markleveransen och
 - frisk gröda (gröd-/sortval och växtskydd).
- Upprätthåll god dränering.
- Undvik markpackning.
- Kalka om pH är lågt.

Åtgärder där fortsatt forskning krävs

- Nitrifikationshämmare
- Skörderester
- Organiska gödselmedel
- Rötning av gödsel
- Skötsel av organogena jordar



Referenser

- Abalos m.fl. 2022. A review and meta-analysis of mitigation measures for nitrous oxide emissions from crop residues. *Science of the Total Environment*
- Andersen m.fl. 2025. Emissions of N₂O following field incorporation of leguminous and non-leguminous cover crops. *Agriculture, Ecosystems & Environment*
- Eriksson, Dahlin, Nilsson & Simonsson. 2011. Marklära
- IPCC. 2021. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change
- Kjær m.fl. 2026. Species specific effects of cover crops on nitrous oxide emissions in hemiboreal cereal production: The importance of freeze-thaw driven emissions. *Agriculture, Ecosystems & Environment*
- Naturvårdsverket. 2024. National Inventory Report. Sweden 2024. Greenhouse Gas Emission Inventories 1990-2022. Submitted under the United Nations Framework. Convention on Climate Change
- Olofsson & Ernfors. 2022. Frost killed cover crops induced high emissions of nitrous oxide. *Science of The Total Environment*
- Petersen m.fl. 2023. Higher N₂O emissions from organic compared to synthetic N fertilisers on sandy soils in a cool temperate climate. *Agriculture, Ecosystems & Environment*
- Wallman m.fl. 2022. Nitrous oxide emissions from five fertilizer treatments during one year – High-frequency measurements on a Swedish Cambisol. *Agriculture, Ecosystems & Environment*
- Zhang m.fl. 2023. Threshold-like effect of soil NO₃⁻ concentrations on denitrification product N₂O/(N₂O+N₂) ratio is mediated by soil pH. *Soil Biology & Biochemistry*

Tack!

Magdalena Wallman

statistikenheten, Jordbruksverket

magdalena.wallman@jordbruksverket.se