

Lustgas från mark – jordbrukets stora utmaning

Maria Ernfors, Institutionen för Biosystem och teknologi, SLU (Alnarp)



Jordbrukets lustgasemissioner

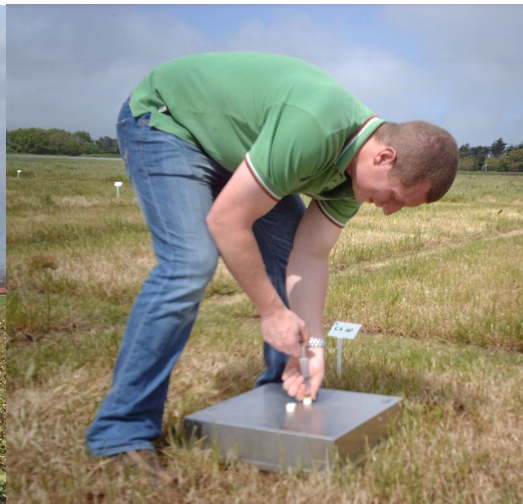
Svenska växthusgasemissioner (2020):

- Jordbruket 15% av totala växthusgasutsläppen
- 52% av dessa var lustgas

(Naturvårdsverket, 2022)

Stor variation i tid och rum – ”hotspots” och ”hot moments”

➔ Svårt att både mäta och styra



Kammarmätningar
vanligast

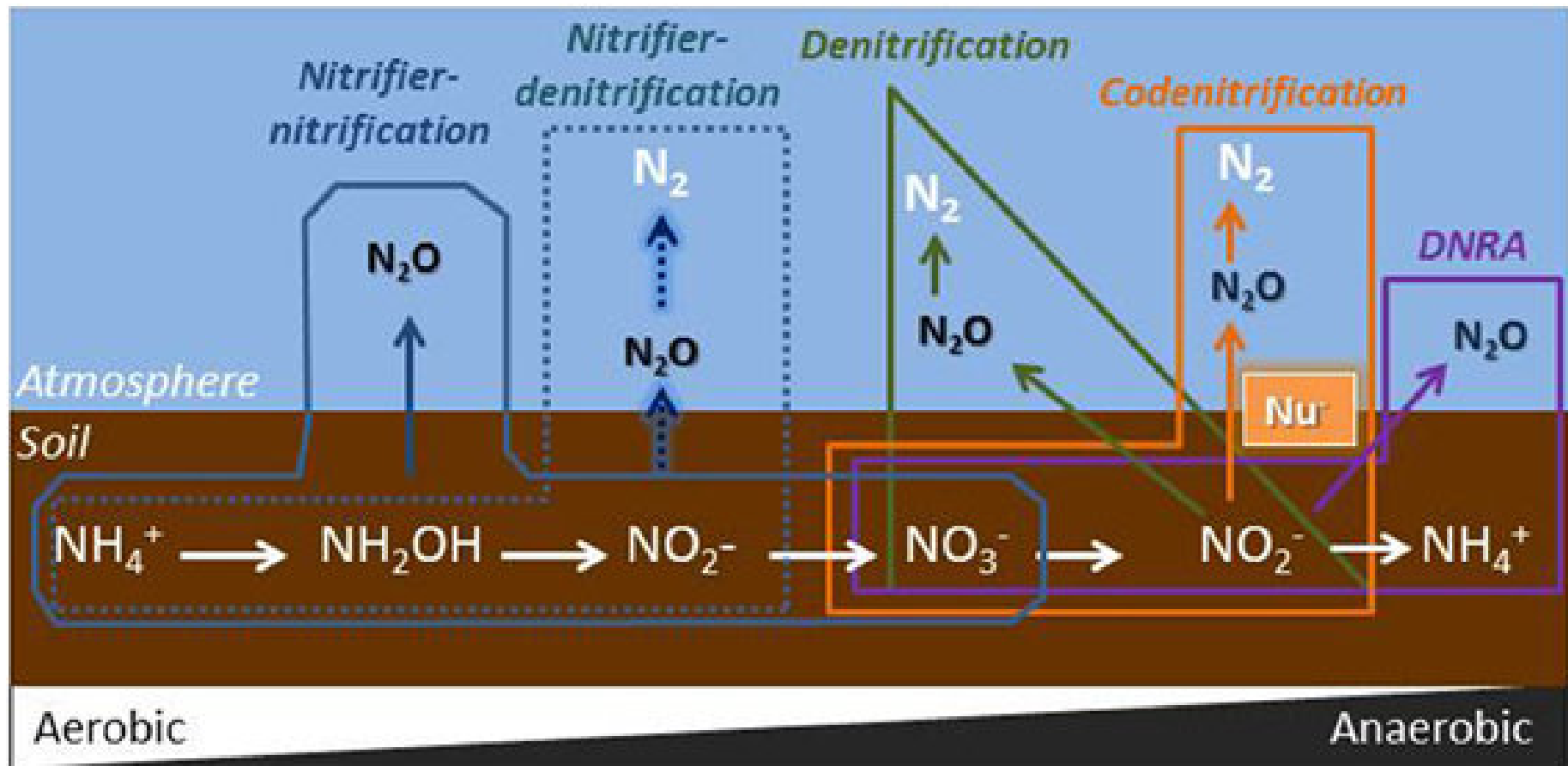


Faktorer bakom lustgasemissioner

- Kväve
 - Från oorganiska gödselmedel
 - Från organiska gödselmedel
 - Från skörderester
 - Från nedbrytning av markens eget organiska material – mulljordar ett extremfall
- Viktiga styrande faktorer:
 - Syretillgång (markvattenhalt, markstruktur)
 - Allt som påverkar kvävet's tillgänglighet och mikroorganismernas aktivitet (växtupptag, kvalitet på organiskt material, temperatur, frysning/tining)

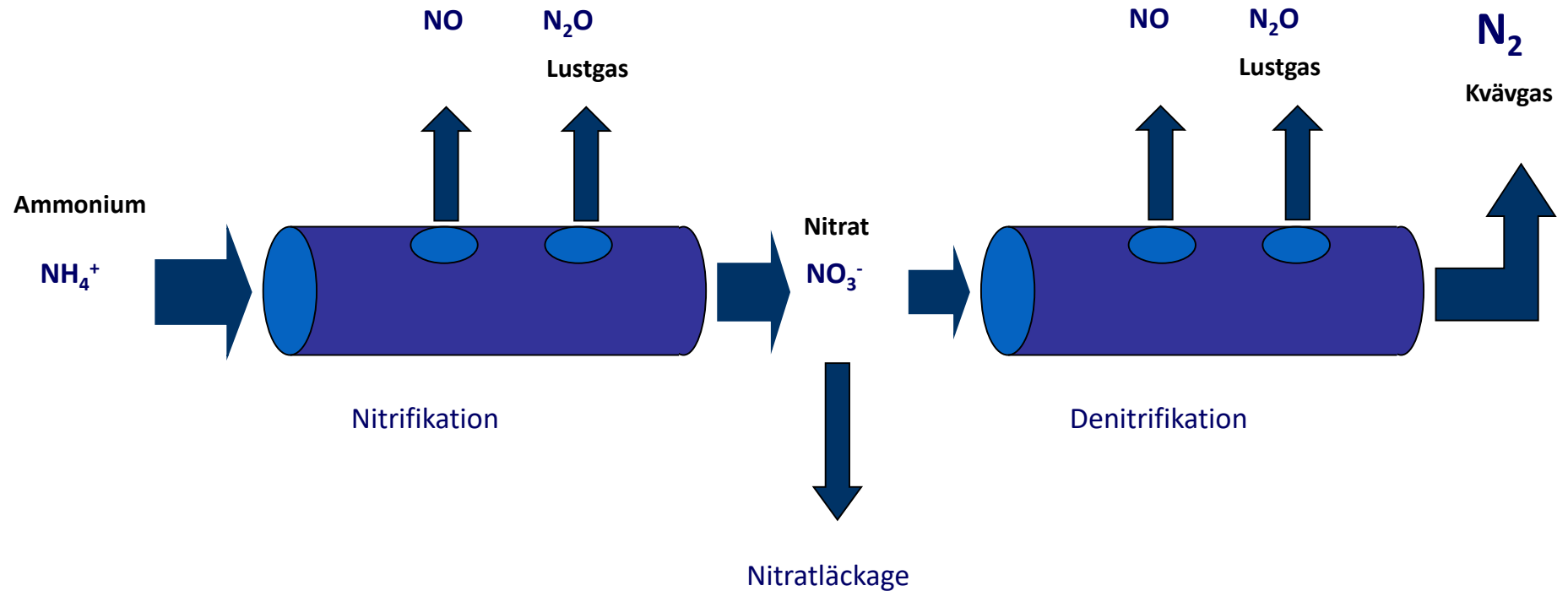
Lustgas från mark - processer

Komplext! Och mycket kvar att reda ut.



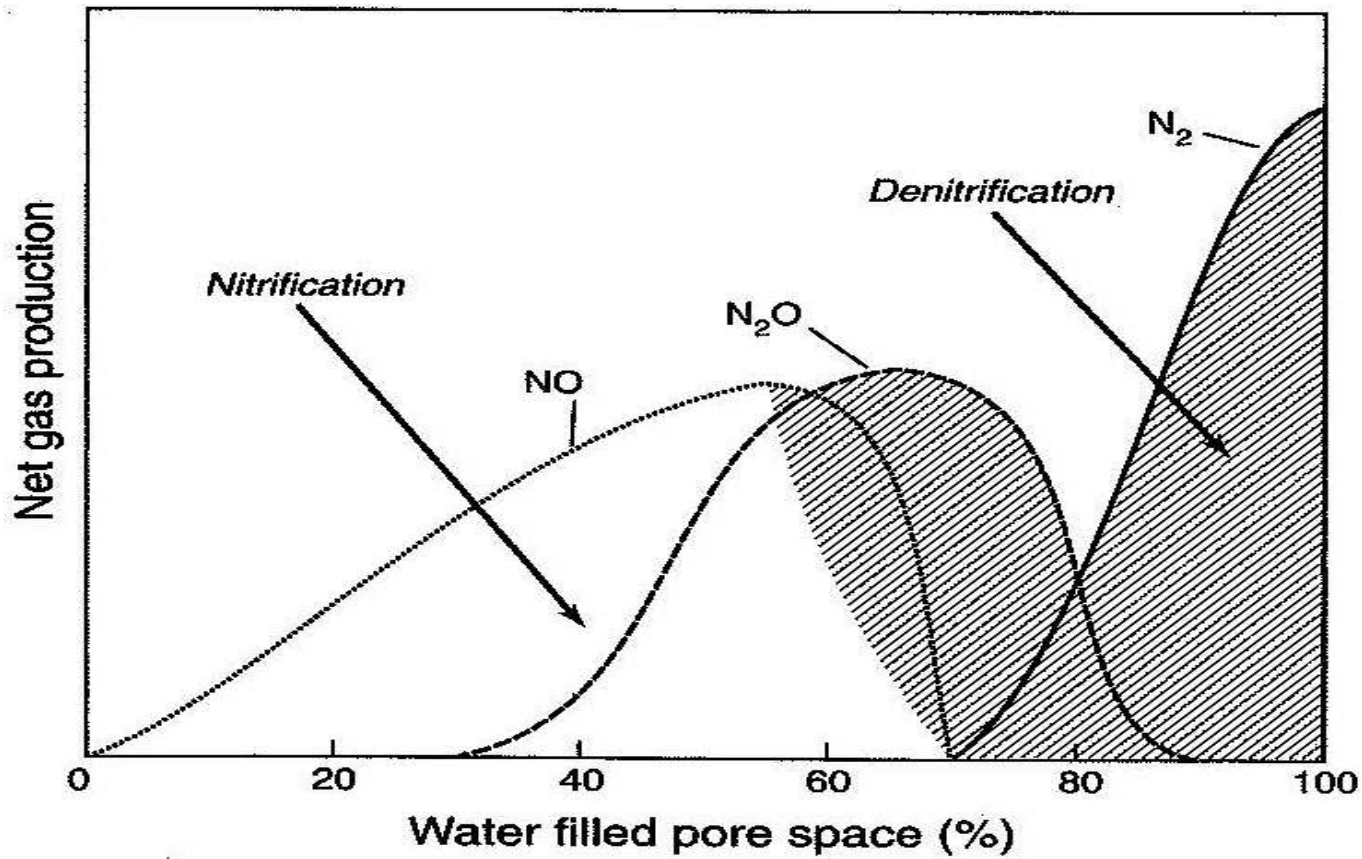
Lustgas från mark - processer

Förenklad modell -
klassisk



After Firestone & Davidsson, 1989

N_2O och “Vattenfyllt porutrymme”



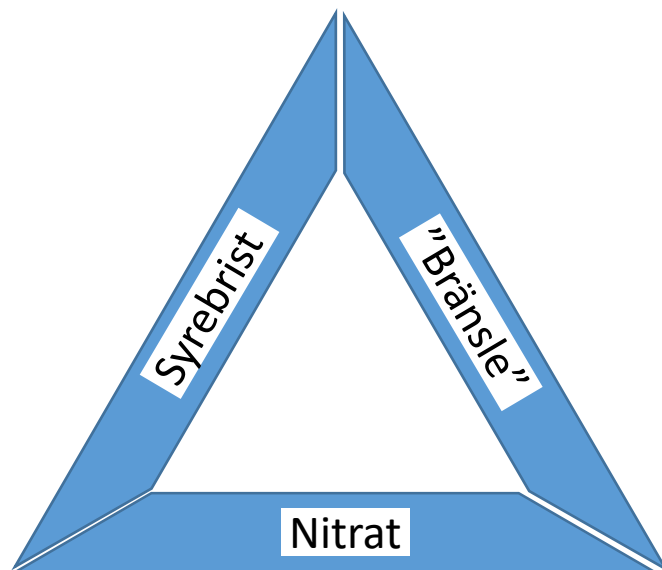
Sylvia et al. (1998), after Davidson (1991)

Denitrifikation dominerar ofta i vårt klimat

Fokus på
denitrifikation -
ännu mer förenklat,
men en bra början

Förutsättningar för denitrifikation

- Hög markvattenhalt (låg syrehalt)
- Tillgängligt nitrat
- Lättillgängligt kol



Alnarp 2017, efter sockerbetor. Foto: Mar

Stora utsläpp från odlade mulljordar (organogena jordar)

- 13 kg N₂O-N ha⁻¹ år⁻¹ från organogena jordar, enligt IPCCs standardmetod (ca 0.5-10 kg N₂O-N ha⁻¹ år⁻¹ för mineraljord, jordbruksmark)
- Plus koldioxiden!
 - Minskad jordbearbetning eller vallodling verkar tyvärr inte vara effektivt.
 - Höjd grundvattenyta eller allra helst återvätning förespråkas, kan kombineras med produktion av biobränsle (vass, kaveldun)

(Martens et al. 2021, Taft et al. 2018, Kløve et al. 2017)

Faktorer som styr $\text{N}_2\text{O}/(\text{N}_2+\text{N}_2\text{O})$ -kvoten

- Vattenhalt

Riktigt hög vattenhalt ger N_2 istället för N_2O , t.ex. i vattenreningsdammar

- pH

Högre pH ger mer N_2 istället för N_2O , t.ex. vid uppkalkning från lågt pH



Olika mekanismer vid olika tider på året

Typiskt
mönster

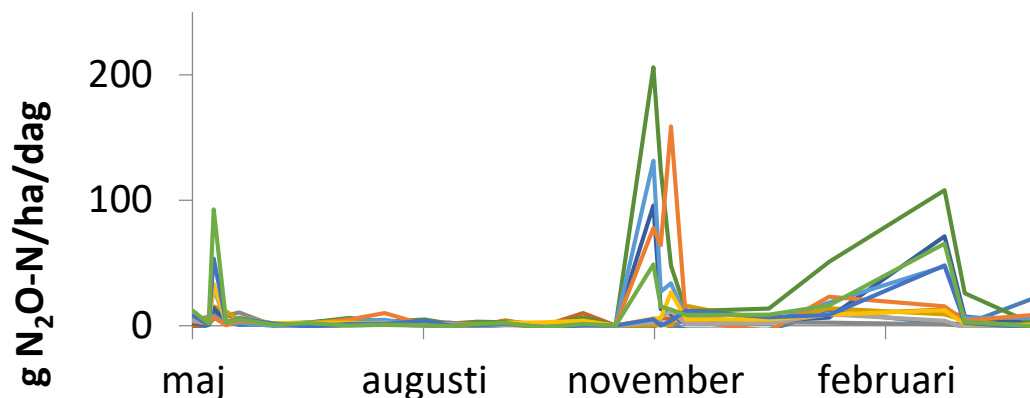
Vår: Efter N-gödsling

Höst: Skörderester, litet
upptag, blött

Sommar: Regn efter torr
period

Vinter: Frysa-tinacykler,
snösmältning

Exempel 1

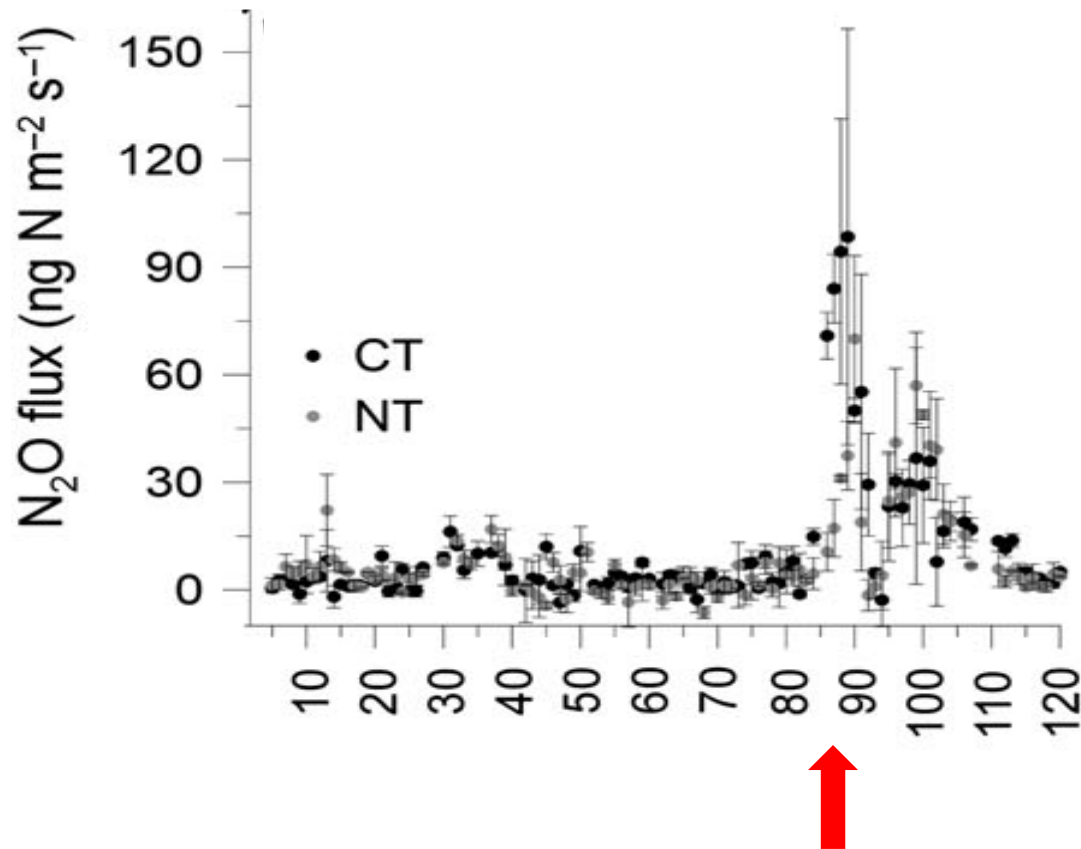


Moränlättilera i Skåne, 2012 (egna data)

Exempel 2

*Styv lera i Västergötland:
ca. 75% av
lustgasemissionerna på
vinterhalvåret, mellan skörd
på hösten och sådd på
våren (Wallman m.fl. 2022)*

Vinterremissioner 1



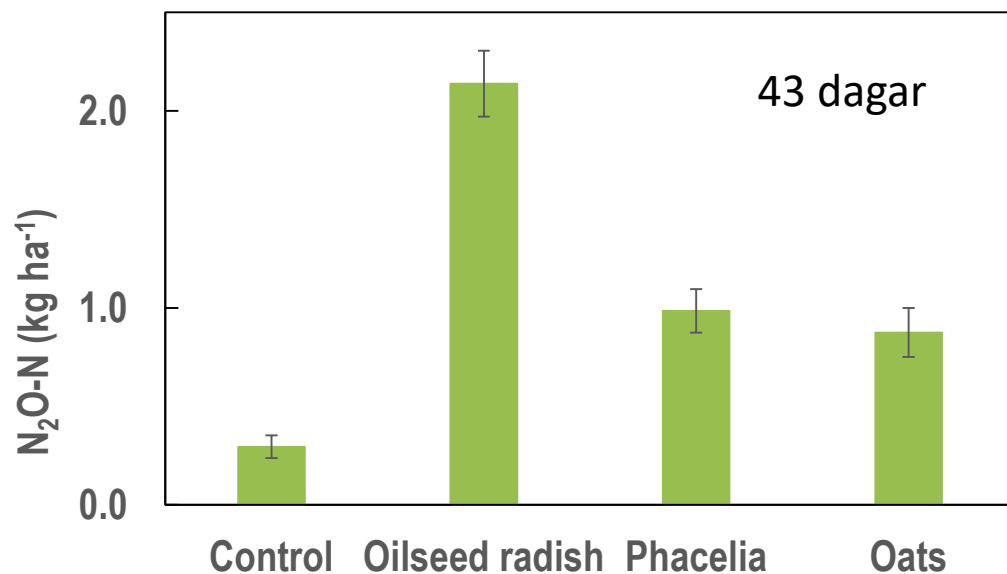
Snösmältning, tjällossning:

- Blött, plus fångad lustgas kan avgå

Vinteremissioner 2

Frysning av växter/jord, som sedan tinar

- Lättillgängligt kväve och kol kan frigöras
- Ofta blött
- Syrebegränsning pga frysning?

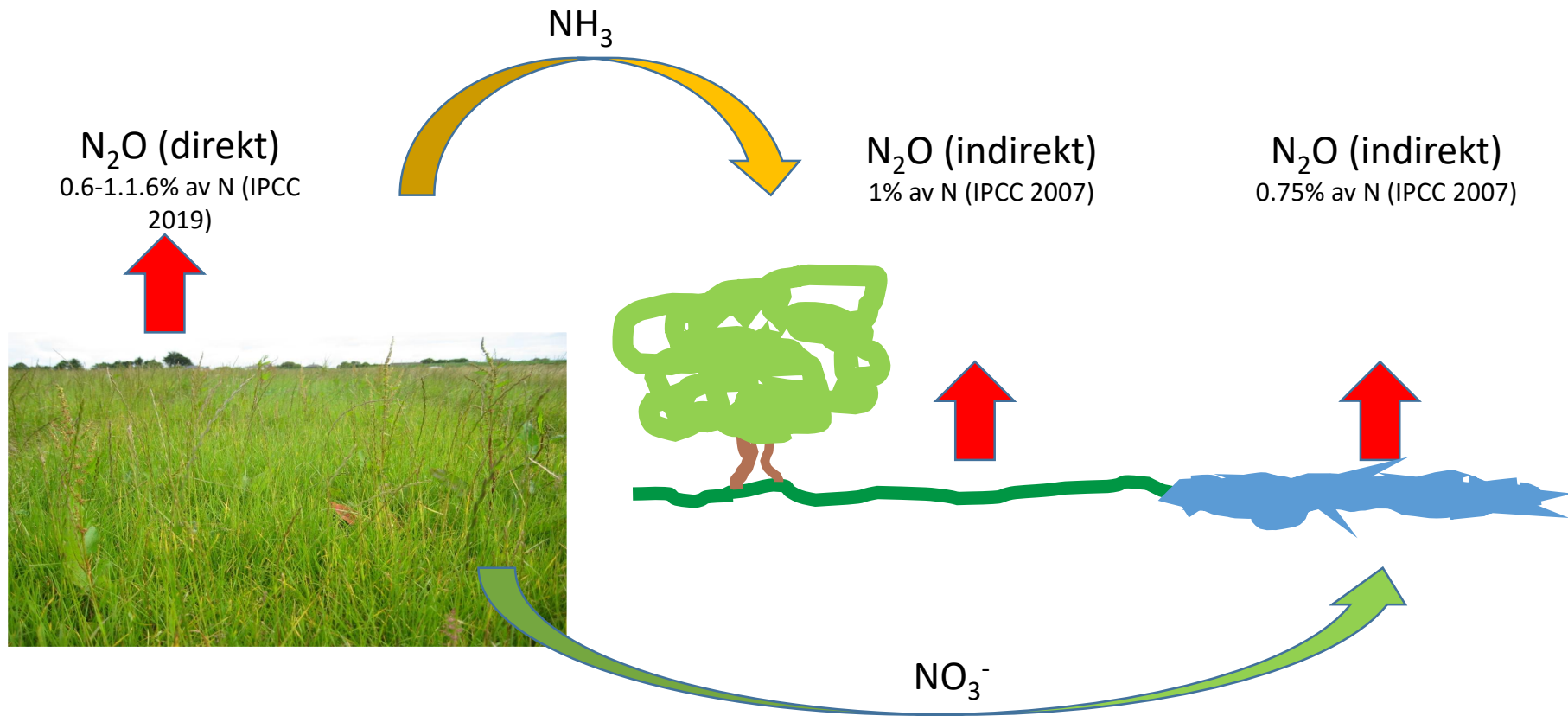


Vi såg en ökning med 1,8, 0,7 och 0,6 kg N₂O-N ha⁻¹ för oljerättika, honungsört och havre, jämfört med höstplöjt

Perspektiv:

- Ökade utsläppet med oljerättika motsvarar 210 kg C ha⁻¹, på 43 dagar och genomsnittlig kolinlagring pga. mellangröda uppskattad till 560 kg C ha⁻¹ år⁻¹ av Jian m.fl. (2020)
- Men: jämför med 13 kg N₂O-N ha⁻¹ år⁻¹ från organogena jordar
- 1 kg N₂O-N/ha motsvarar ungefär 180 liter diesel/ha

Direkta och indirekta emissioner



Sambandet mellan kväve och N₂O är tydligt men inte helt enkelt

IPCC:s emissionsfaktorer (direkta), för ett fuktigt klimat, t.ex. Sverige:

- 1,6 % av mineralgödsel
- 0,6 % av skörderest- och stallgödselkväve

Separat uträkning för mulljordar

The Tier 1 methodologies do not take into account different land cover, soil type, climatic conditions or management practices (other than specified below). Neither do they take account of any lag time for direct emissions from crop residue N, and allocate these emissions to the year in which the residues are returned to the soil. (IPCC, 2019)

Exempel på variation i mätningar inom ett forskningsprojekt, över 60 dagar, med olika skörderester och jordtyper:

- 0.5-5 kg N₂O-N/ha, eller
- 0.1-5.4 % av tillfört kväve



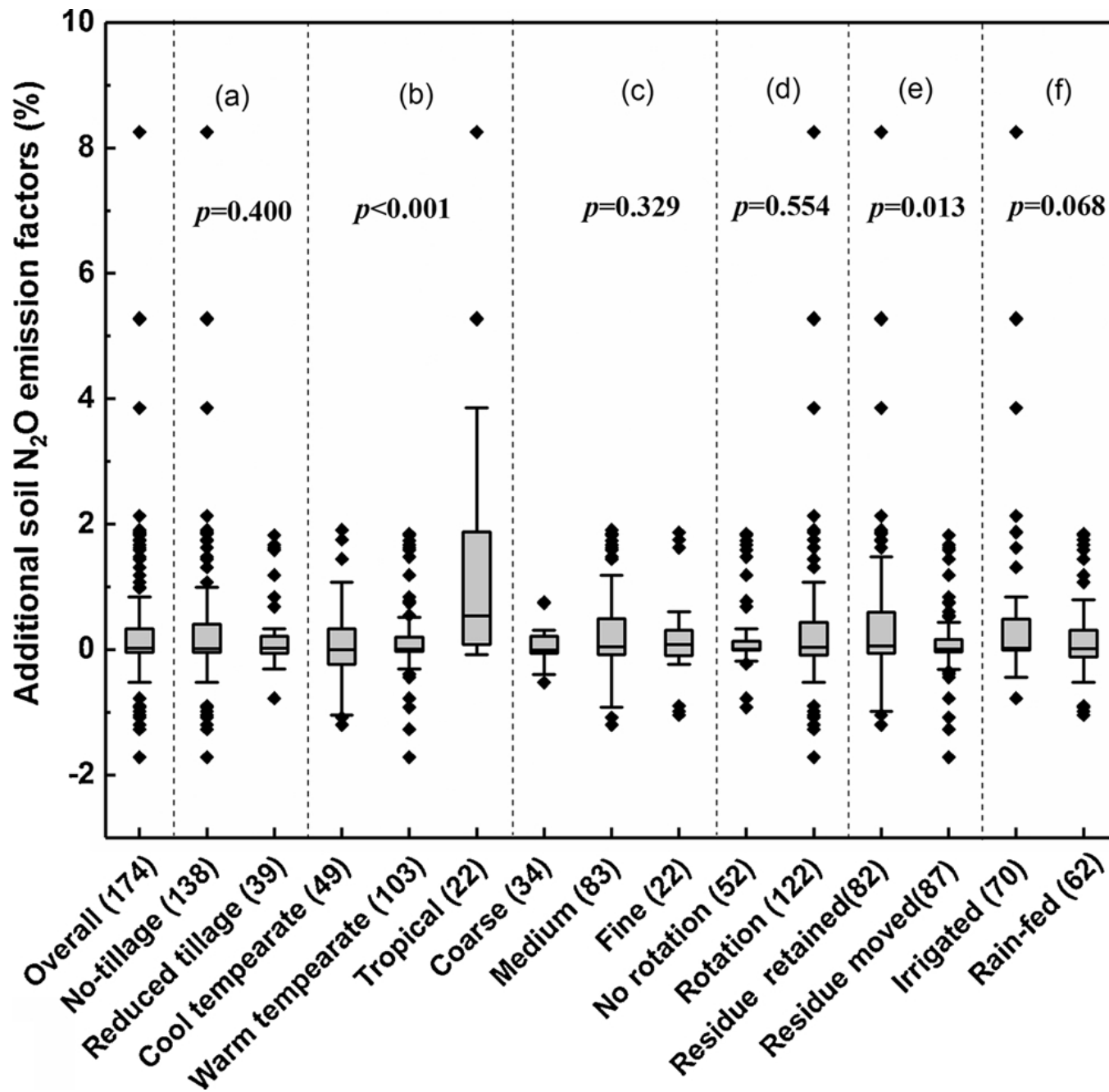
Vad gör vi åt saken?

- Allmänt god kväveekonomi – kvävet till växten (rätt mängd, rätt tidpunkt, rätt spridningsmetod/myllning...)
- God markstruktur och dränering – luftning
- pH – håll det uppe
- Hålla ögonen på mulljordarna
- Ta bort skörderester före vintern?
- Smarta val av fång/mellangrödor?

Skörderestkvalitet

- C/N
- "torrt och gult" eller "saftigt och grönt"

**Ett samspel mellan flera faktorer bestämmer lustgasemissionerna
– se till att åtminstone en viktig faktor saknas**



Exempel:

Mer lustgas med reducerad jordbearbetning i genomsnitt – men liten skillnad i kalla klimat och utan bevattning – och minskar över tid!

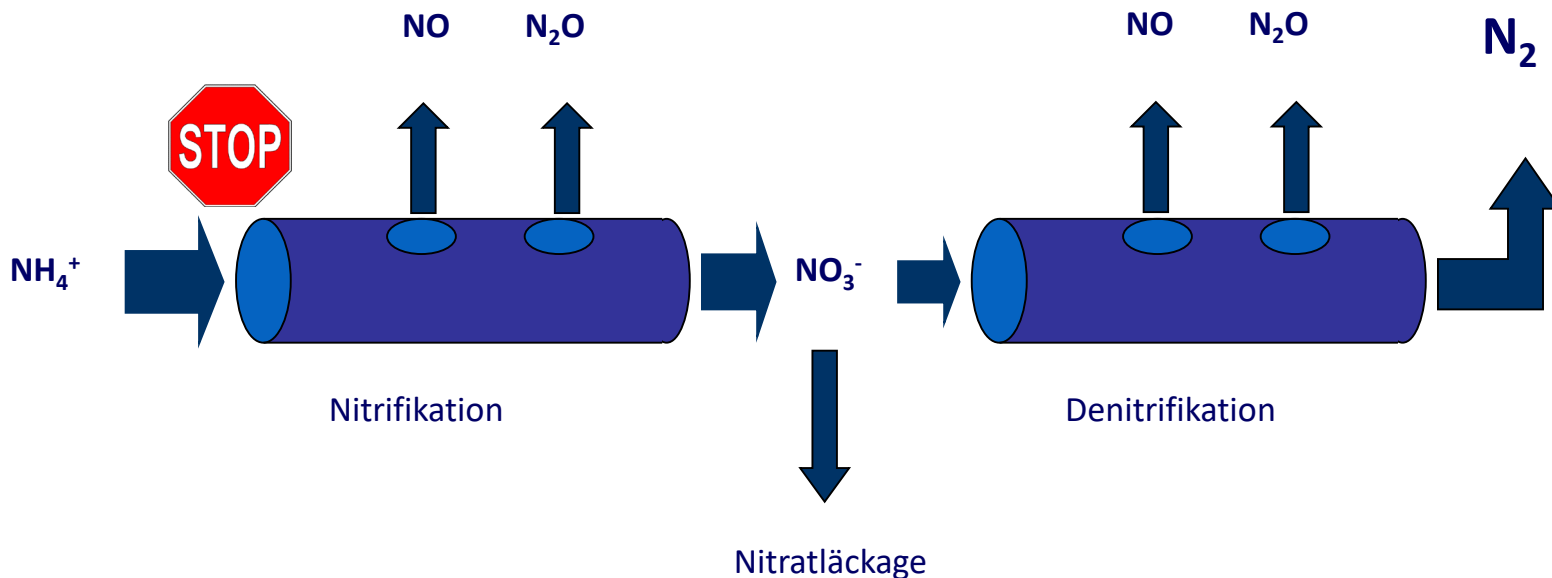
Mei m.fl. 2018,
Soil and tillage
research
(metaanalys)

Nitrifikationsinhibitorer

Exempel:

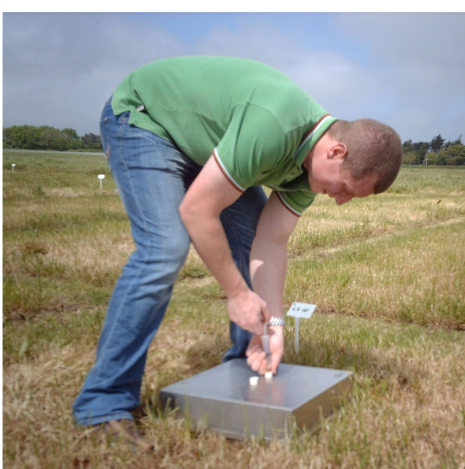
- DCD
- Nitrapyrin (N-Serve)
- DMPP

35% minskning av
lustgasemissioner i genomsnitt
(Ruser and Schultz, 2015)

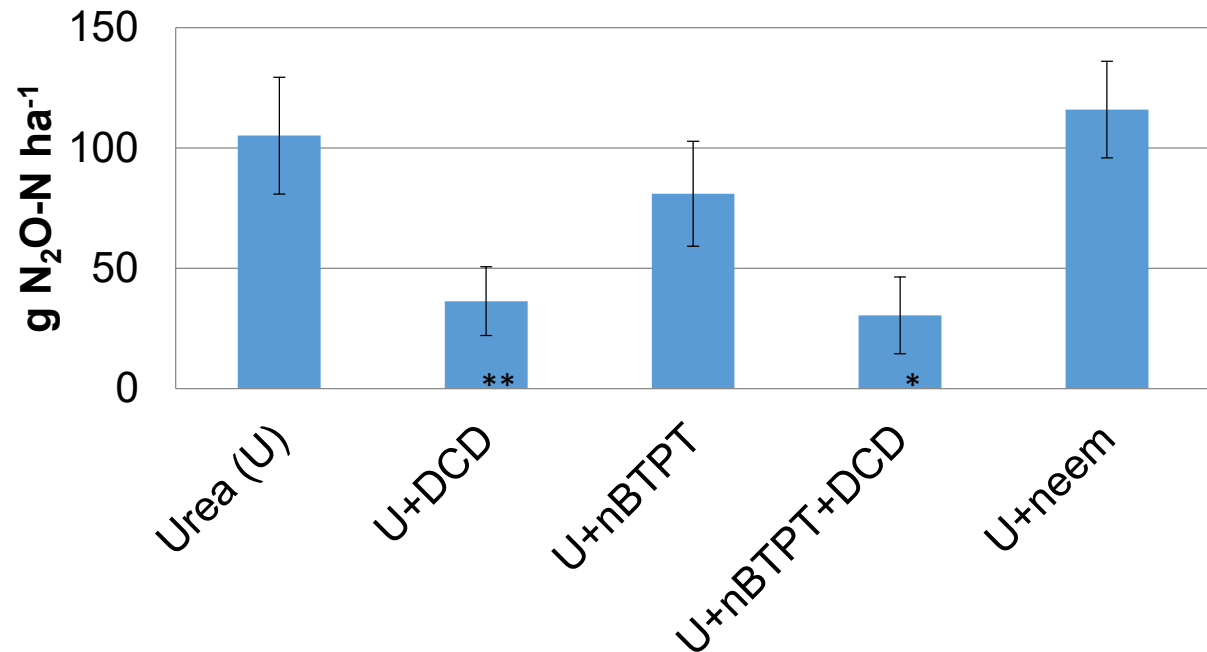


After Firestone & Davidsson, 1989

Effekter av nitrifikationsinhibitorer och ureasinhibitorer - ett exempel



(Effekt på våren,
men inte på
sommaren)



N_2O över 15 dagar efter vårgödsling av långliggande vall

* $\alpha = 0.05$; ** $\alpha = 0.01$ Dunnett-Hsu adjustment for multiple comparisons against a control (urea)

Vad händer med lustgasemissionerna i ett förändrat klimat?

- Stor del av emissionerna under vinterhalvåret
 - Mer nederbörd men mindre topp vid snösmältning?
 - Tjälmonstret – fler frysa/tina-tillfällen eller helt tinat och väldränerat?
- Mer koncentrerad nederbörd på sommarhalvåret – lustgastoppar?

Olika i olika delar av landet - anpassa åtgärder lokalt

Försök undvika de värsta risksituationerna