Nitrifikationshæmmere og klima - Hvad viser danske data?

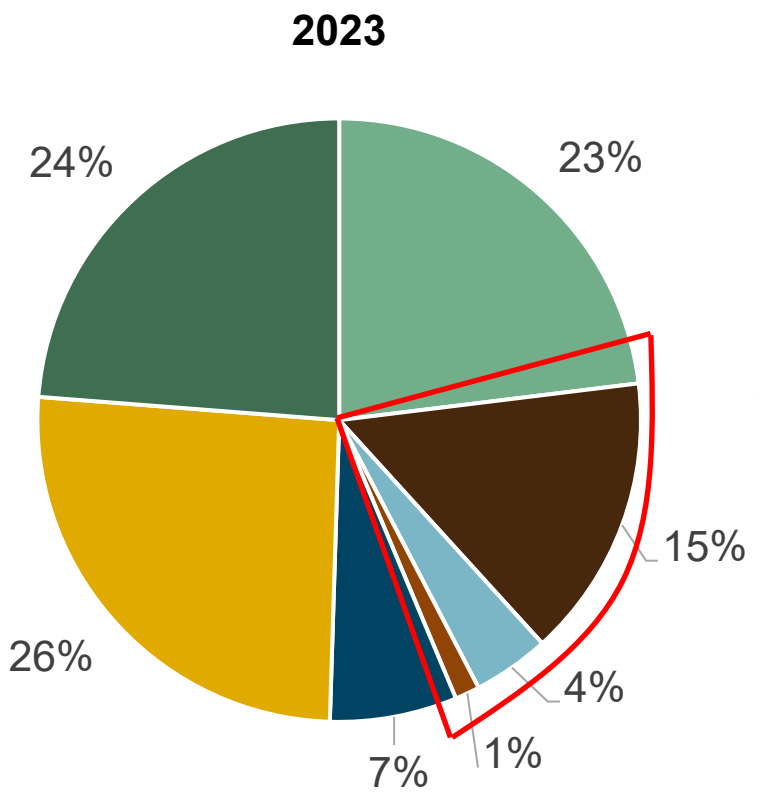
Franziska Eller

8. Januar 2026

Innovationsfonden
STØTTET AF Promilleafgiftsfonden for landbrug
SEGES INNOVATION

SEGES
INNOVATION

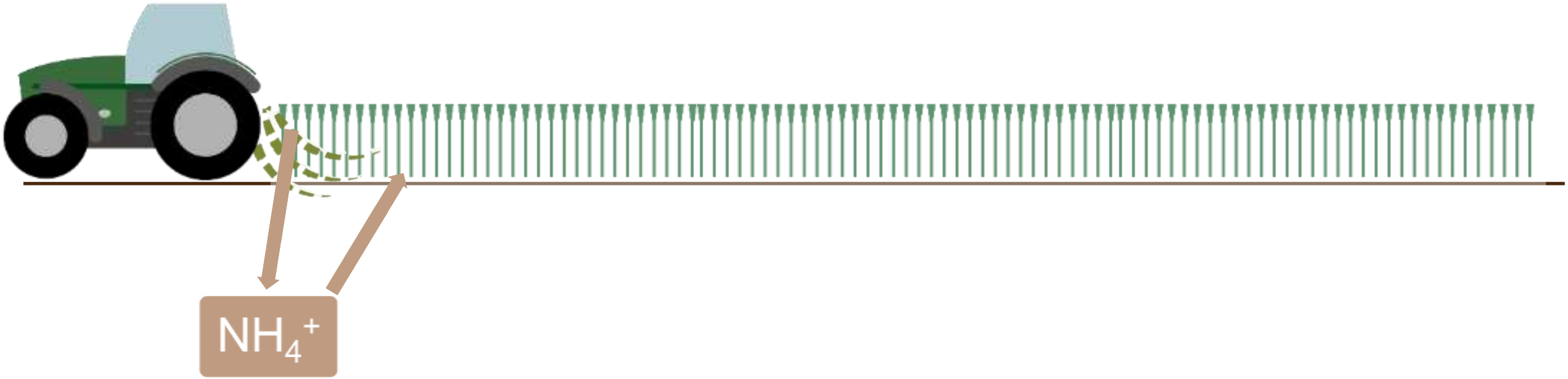
Lattergas og klimaforandringer



25 % af landbrugets udledninger er N_2O

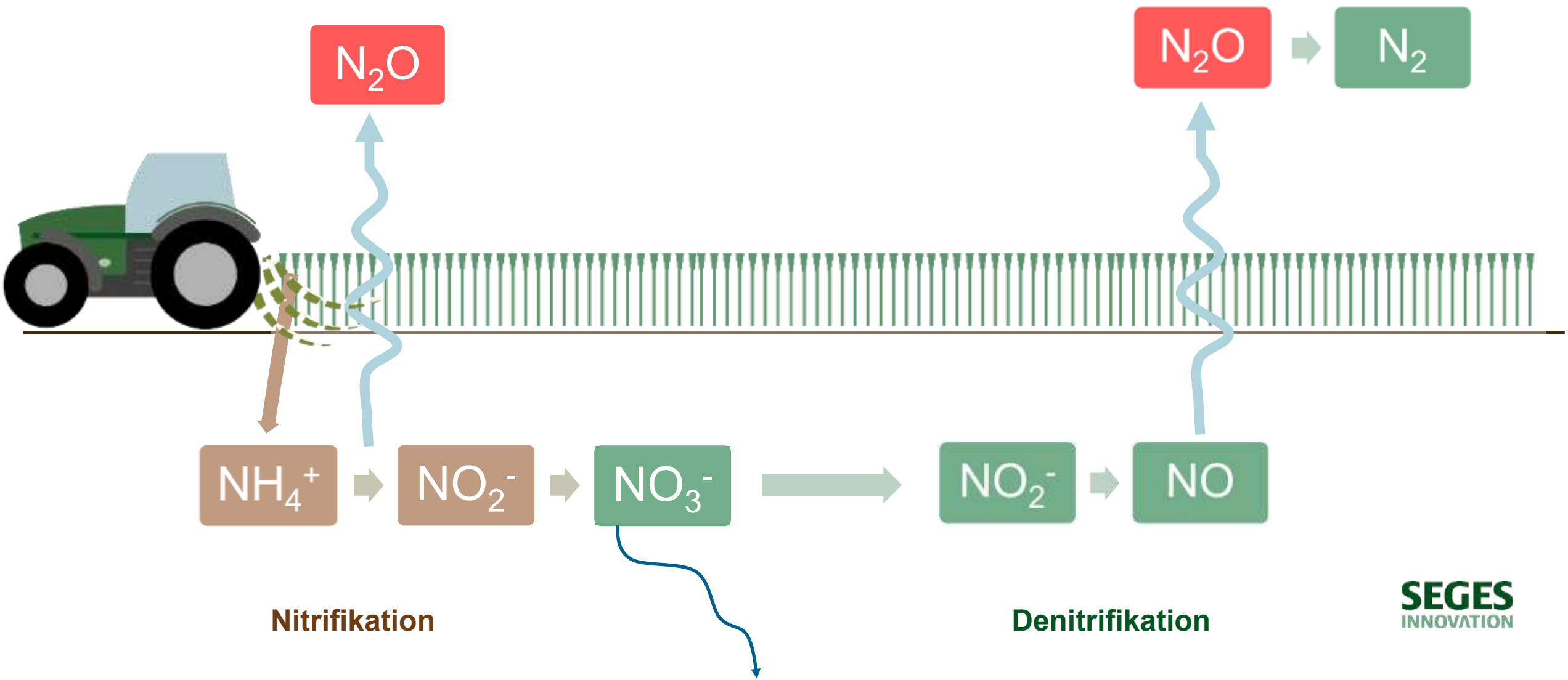
SEGES INNOVATION

Nitrifikationshæmmere kan mindske lattergasfrigivelse



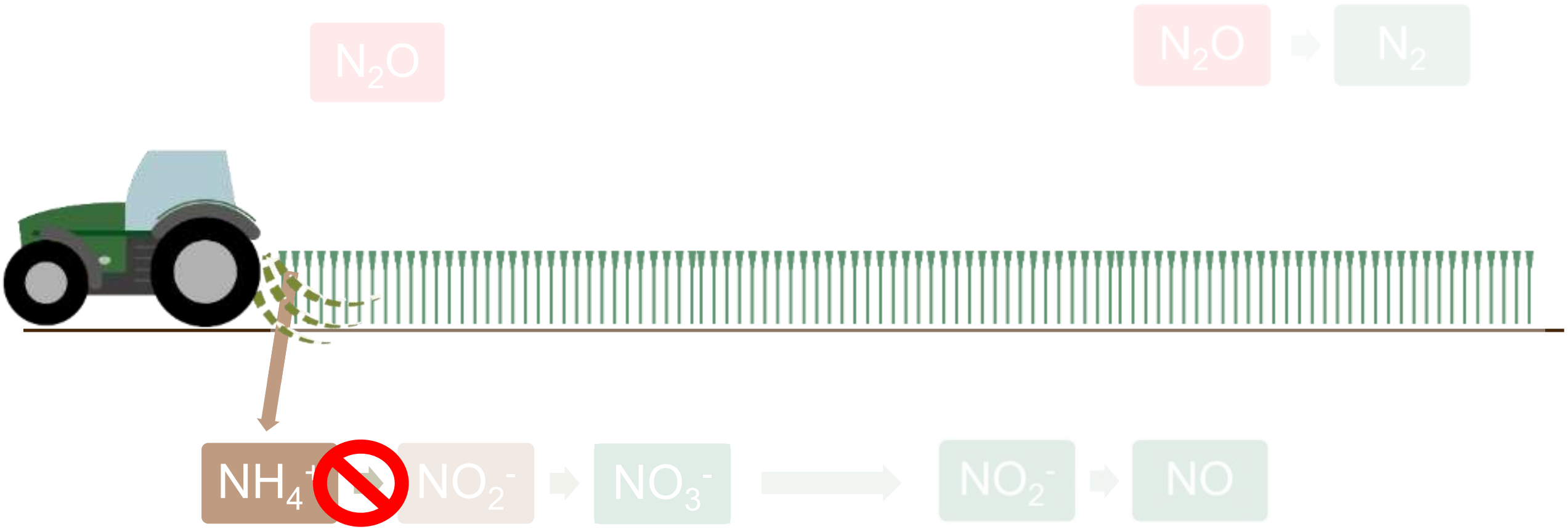
SEGES INNOVATION

Nitrifikationshæmmere kan mindske lattergasfrigivelse



SEGES INNOVATION

Nitrifikationshæmmere kan mindske lattergasfrigivelse



Nitrifikation

Denitrifikation

SEGES INNOVATION

Nitrifikationshæmmere kan mindske lattergasfrigivelse – men hvor effektivt?

Resultater fra andres forsøg:

- Metaanalyse
  - → omfattende litteratursøgning på Web of Science vedrørende brug af NH i marken
  - → fra 9387 hits i starten til 43 total med ”dansklignende” klima, heraf 10 danske artikler

Resultater fra egne forsøg:

- Projekt “Impact evaluation framework for nitrification inhibitors - amoA”
  - → 3 markforsøg 2024 og 2025 med eller uden Vizura (DMPP) og Instinct (nitrapyrin)
  - → måling af N_2O og udbytte med og uden NH
  - → (sideeffekter på jordens biodiversitet, økosystemfunktioner, udvaskning til grundvand)

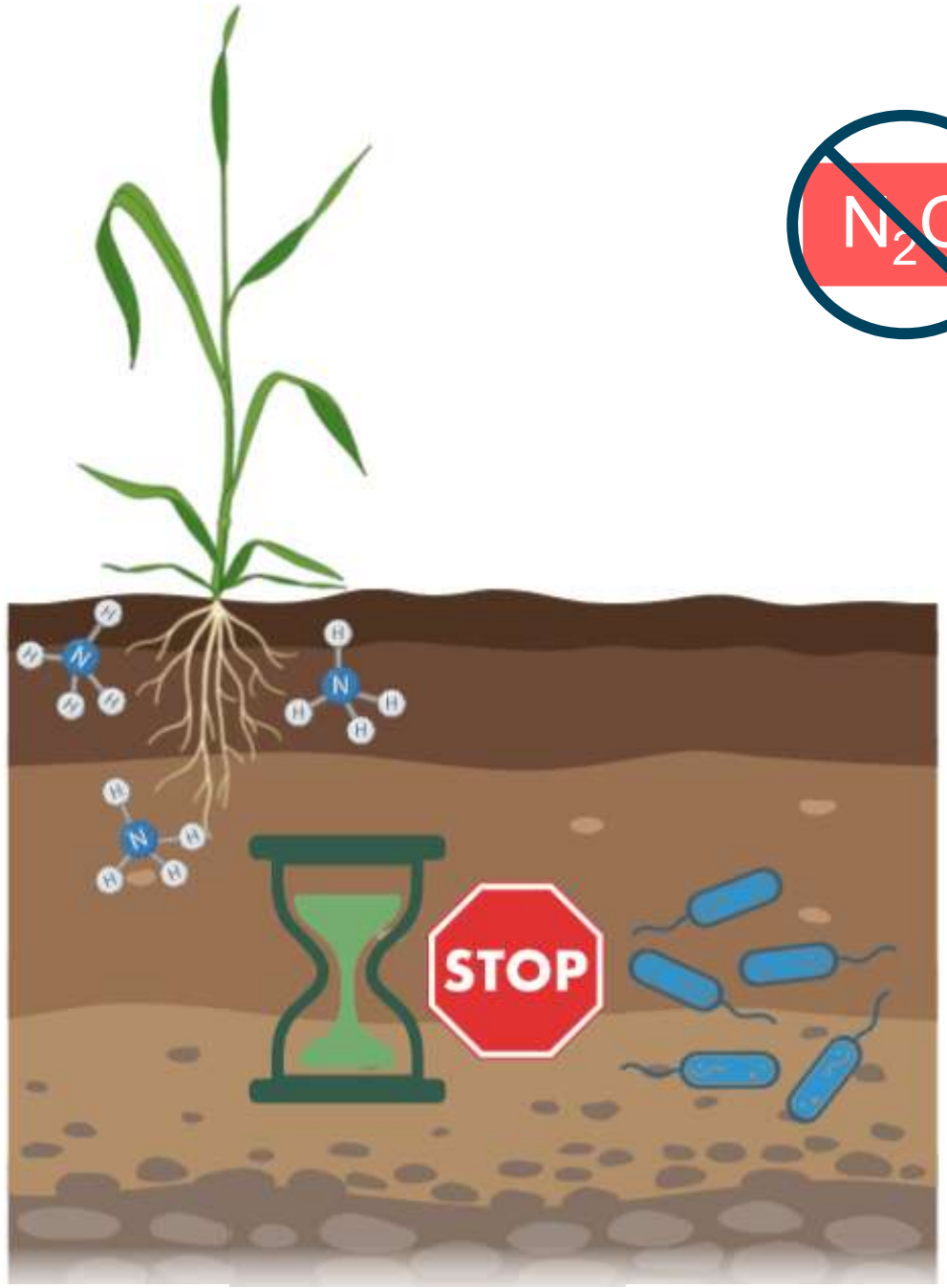
SEGES INNOVATION

Hvor effektive er NH i Danmark på **N_2O reduktion?**
~38 - 40%

Tilsyneladende ingen forskel mellem hæmmertype ift. effekt på N_2O

Størst effekt på sandet jord (men virker også på lerblandet sandjord og sandblandet lerjord) og ved høj N dosis

Ingen signifikant effekt på **udbytte** (men vi kigger stadig nærmere på afgrødetypen, også i kombination med hæmmertype)



Nitratudvaskning mindskes også af NH

SEGES INNOVATION

Tusind tak til vores samarbejdspartnere, bevillingsgivere og alle jer for at lytte

Foto: Louise H. Mortensen

UØNSKEDE SIDEEFFEKTER AF NITRAPYRIN OG DMPP EFTER BRUG SOM NITRIFIKATIONSHÆMMERE

TECHNICAL SCIENCES
AARHUS UNIVERSITY

PLANTEKONGRES AMOA
8. JANUAR 2026

CARSTEN SUHR JACOBSEN
PROFESSOR

HVAD ER SIDEEFFEKTER AF BIOCIDER?

Bivirkninger – er det gamle ord for sideeffekter :

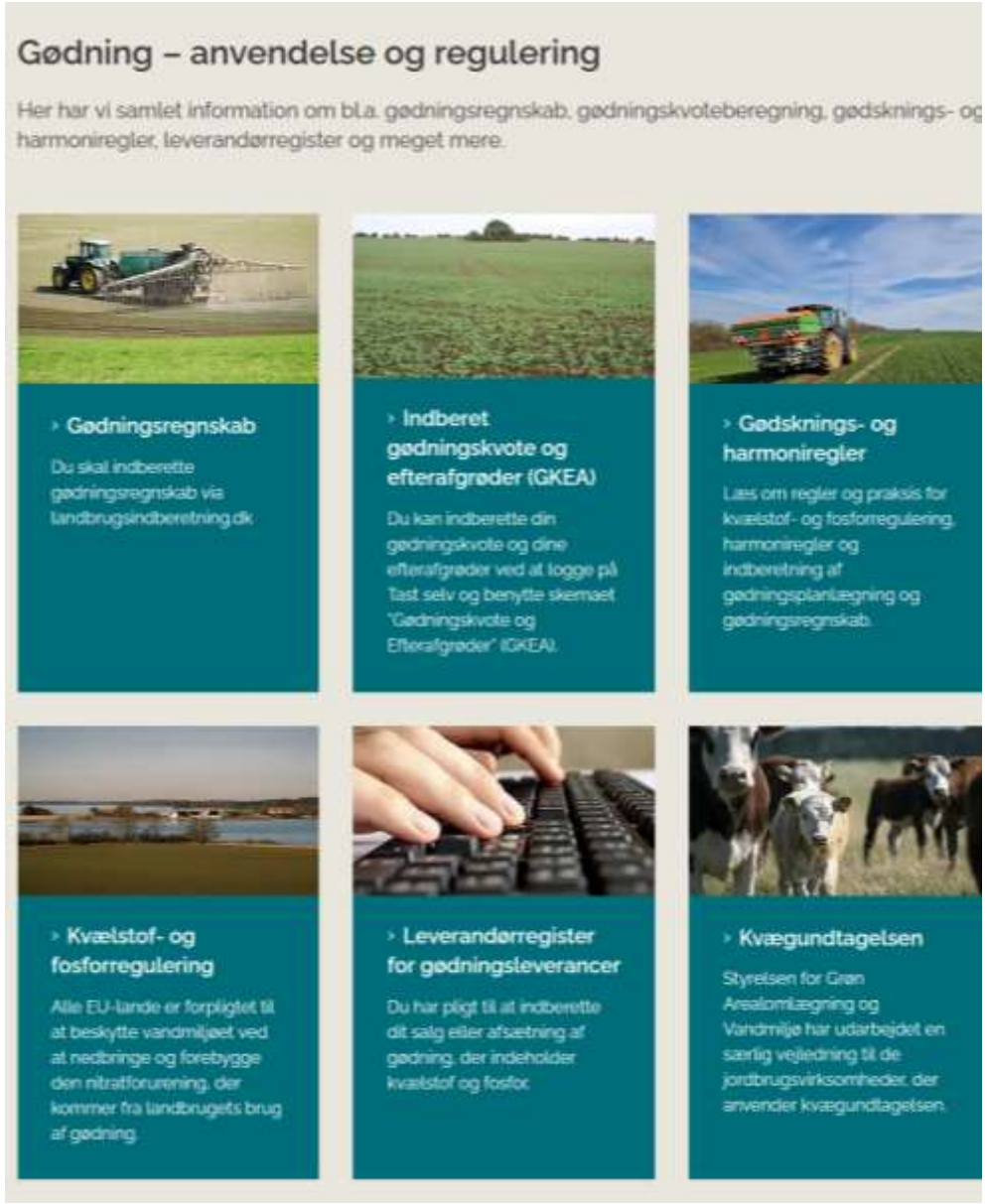
(billedet fra Lægemiddelstyrelsen, hvor deres overlæge på You-Tube forklarer hvad bivirkninger er)

Men hvad kan man måle af bivirkninger og hvordan skal de samlede bivirkninger vægtes i forhold til virkninger af nitrifikationshæmmere ??

Og for resten - er nitrifikationshæmmere overhovedet et biocid ??

ER NITRIFIKATIONSHÆMMERE OVERHOVEDET ET BIOCID?

Nej..... Nitrifikationshæmmere er et gødningsmiddel ... og de reguleres efter en anden EU lov end biocider og pesticider.



HVORDAN TESTES BIVIRKNINGER AF BIOCIDER OG PESTICIDER PÅ JORD

Test af bivirkninger af biocider og pesticider er meget omfattende og de bliver altovervejende udført på enkelt organismer som dafnier og springhaler.

Historisk set er den eneste "jord" test, der ofte har ført til forbud mod pesticider – og som går på bivirkninger på "jord" som økosystem – testen for effekt på nitrifikation.

1.3.1 Det terrestriske miljø

Pesticidernes effekt kan bl.a. opdeles i den direkte effekt og den indirekte effekt. Den direkte effekt er stoffets effekt overfor fx andre dyr og planter end det, man ønsker at ramme. Den direkte effekt kan ofte være en akut giftvirkning, men kan også fx være hormonlignende effekter eller andre mere langvarige effekter. Den indirekte effekt kan fx være, at fødegrundlaget ændres, fx at biernes foretrukne planter forsvinder, eller at fuglene påvirkes, fordi antallet af bladlus bliver minimeret.

Funktionen af ukrudtsmidlerne er at slå ukrudtet ihjel. Anvendelsen medfører derfor, at markerne kan blive rene monokulturer, så fødemuligheder for den vilde fauna bliver beskeden. Da knap 2/3 af det danske areal er landbrug, vil formindskelse af de vilde planter også medføre, at faunaen bliver reduceret, og generelt vil det betyde reduceret biodiversitet. Sprøjtning med insektbekæmpelsesmidler vil reducere insektmængden og antal arter og vil derfor blandt andet have effekt på fuglenes fødegrundlag. Hvis pesticiderne også havner i grøftekanter og tilstødende naturområder, vil den negative effekt på biodiversiteten blive endnu større.

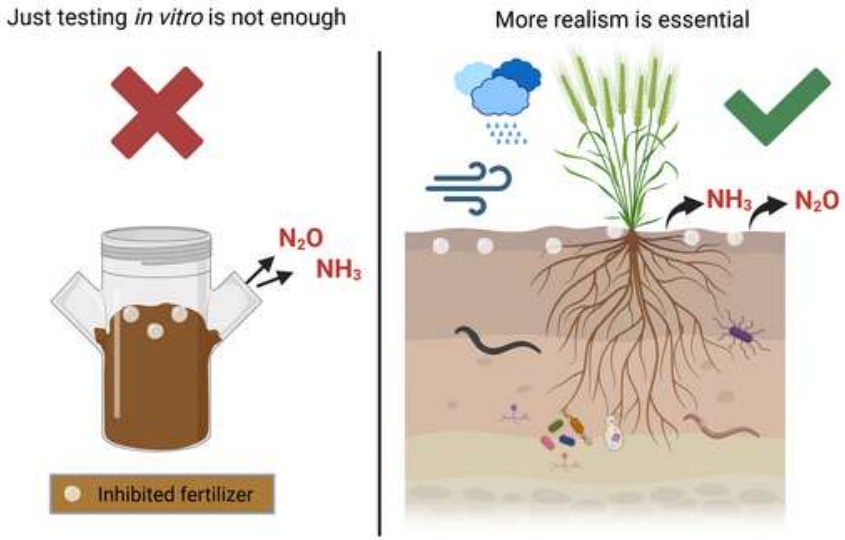
Den negative effekts størrelse vil afhænge af, hvilke pesticider der anvendes, i hvor stor mængde de anvendes, hvor hyppigt og hvordan de udsprøjtes, årstid, præcision mm. Det er bl.a. derfor vanskeligt at give et nøjagtigt billede af pesticidernes effekt på miljøet samt udviklingen i effekten. Der er dog ingen tvivl om, at den danske natur i meget høj grad er påvirket af landbruget, og at anvendelsen af pesticider er en essentiel faktor.

TEST FOR VIRKNING

Hvordan testes nitrifikationshæmmere for virkning?

Forskelligt...

Men AU kollegaer anbefaler – så naturtro som muligt



TEST FOR BIVIRKNING

Hvordan skal vi teste nitrifikationshæmmere for bivirkning?

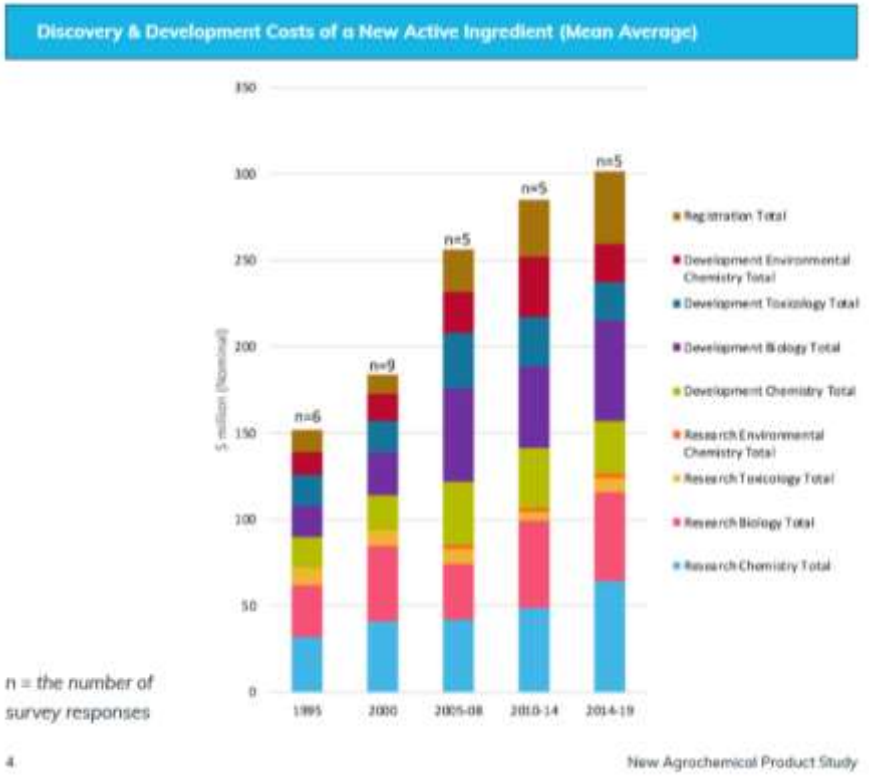
Som pesticider eller biocider ?

Tre elementer der udvikles i amoA for at skabe et grundlag for vurdere eventuelle bivirkninger:

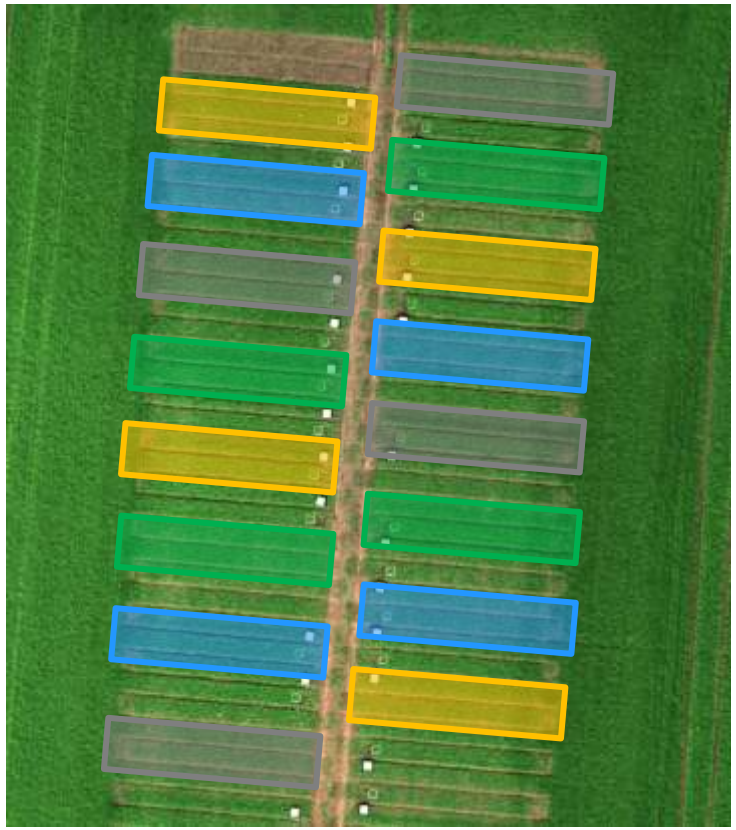
1) uønskede effekter på jordens mikrobielle funktioner

2) uønskede effekter på jordens biodiversitet

3) spredning af moderstof eller metabolitter til vandmiljøet



FELTFORSØG



Ingen gødning

NH4-N (=Gylle)

NH4-N + Instinct (Nitrapyrin)

NH4-N + Vizura (DMPP)

Før (T0)

48t (T1)

9 dage (T2)

17 dage (T3)

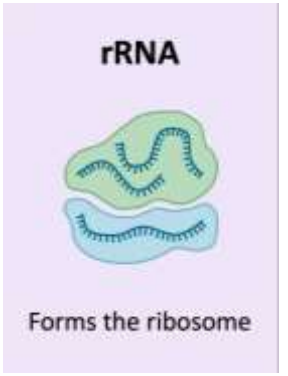
32 dage (T4)

44 dage (T5)

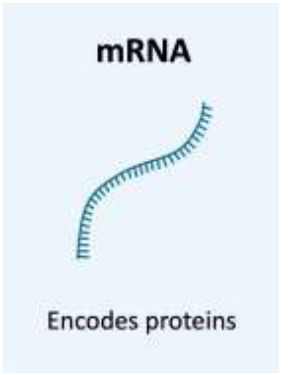
TOTAL RNA

Total RNA ekstraktion og cDNA shotgun sequencering

In silico separering af mRNA og rRNA

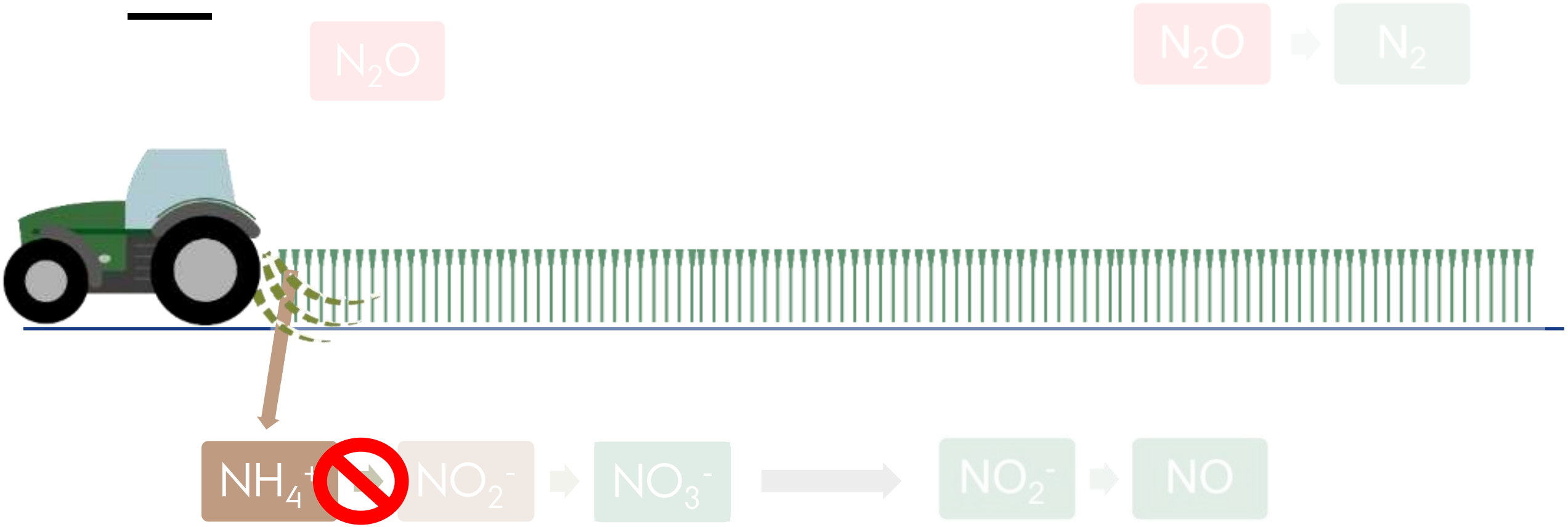


rRNA: information om det **aktive** mikrobielle samfunds sammensætning på tværs af taksonomi (svampe, bakterier, arkaer etc.)



mRNA: information om funktionelle genexpression viser **økosystem funktioner**

NITRIFIKATIONSHÆMMERE KAN MINDSKE LATTERGASFRIGIVELSE

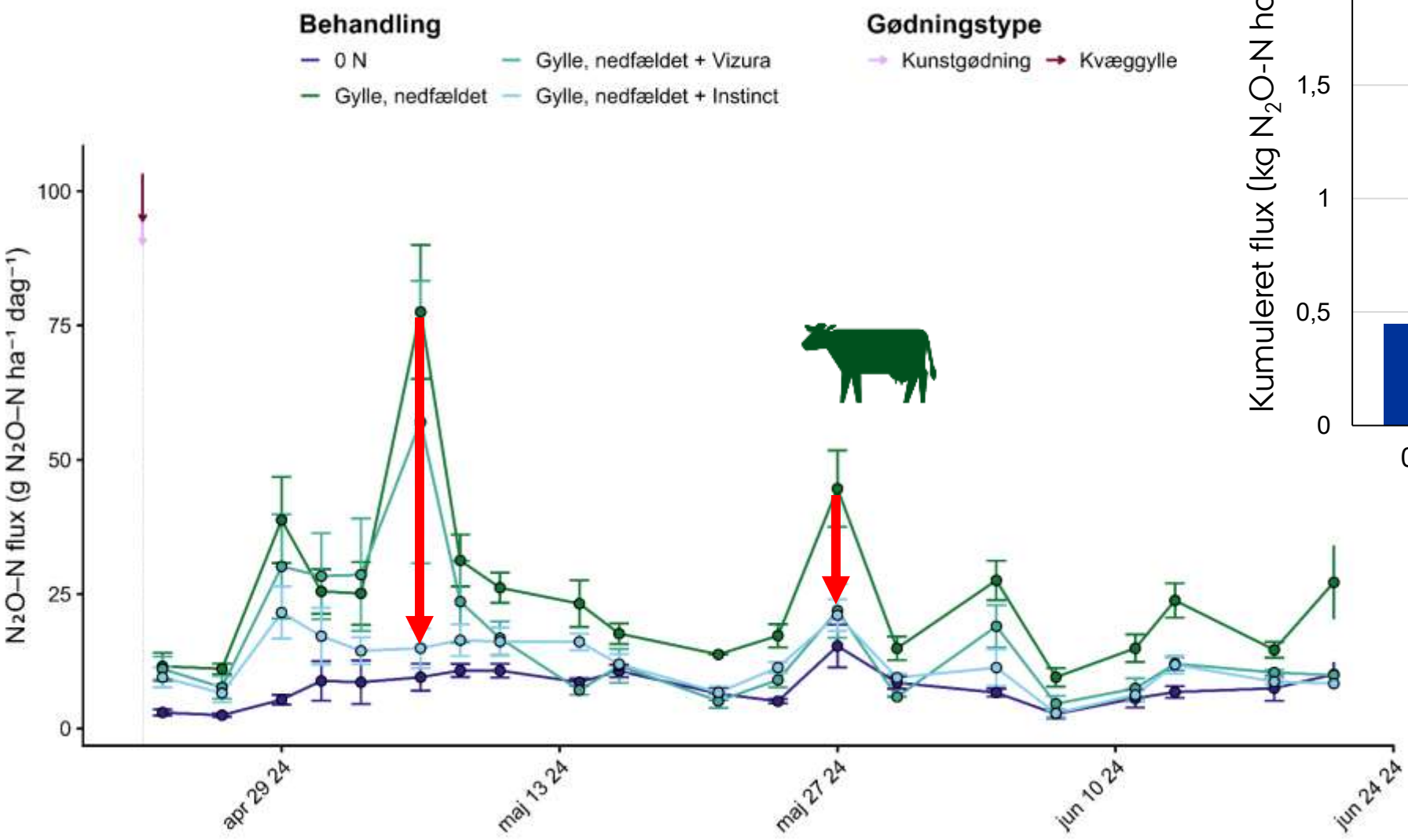


EGNE FORSØG AMOA: VÅRBYG 2024 KVÆGGYLLE

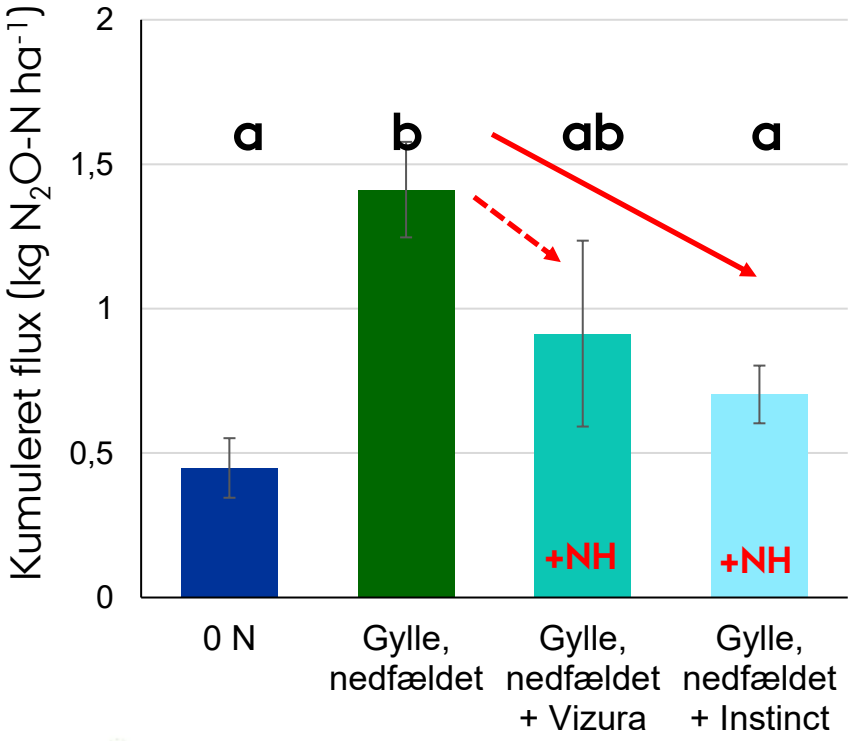
Afgrøde: Vårbyg | Lokation: Vestjylland

Forsøg: 070812424002 (N2O)

(Agerbæk)



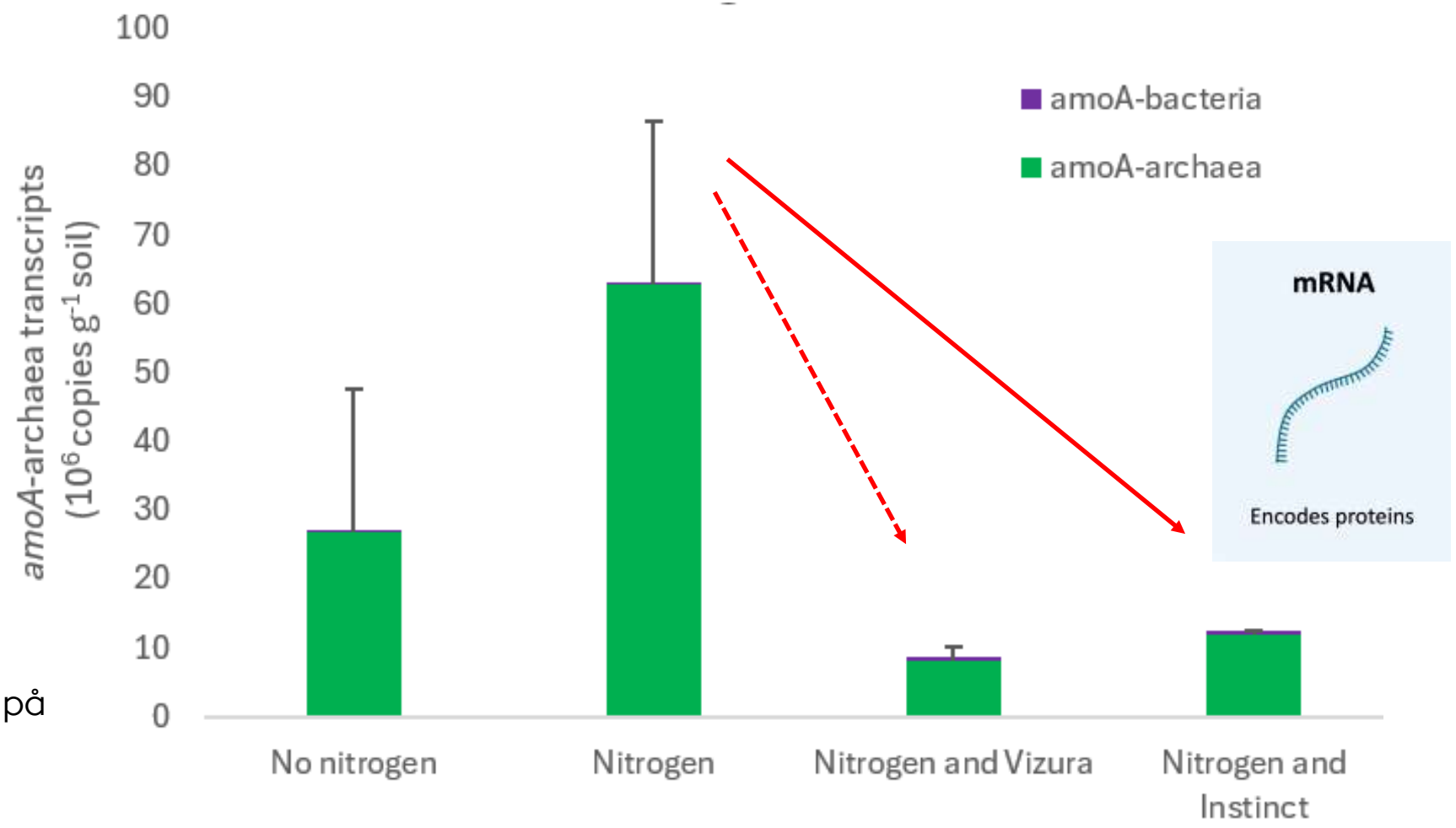
070812424-002



JB 3

Målt genekspression i jorden af *amoA*-arkæer og *amoA*-bakterier

Agerbæk, Dag 2 2024 (*forskellene er dog ikke signifikante*)

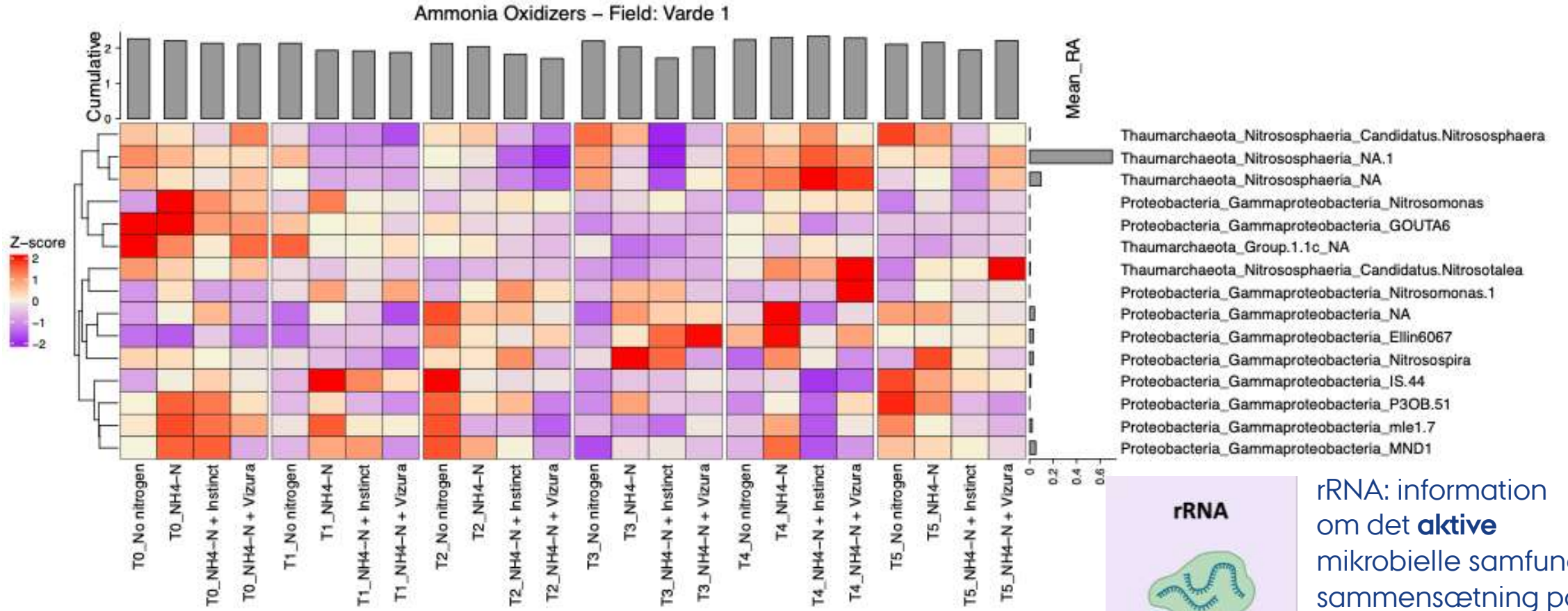


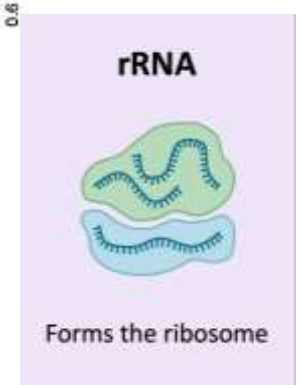
mRNA: information om funktionelle genexpression viser **økosystem funktioner**

1) uønskede effekter på jordens mikrobielle funktioner

NITRIFIKANTER AGERBÆK

- Arkæer domineer i starten men falder relativt når gylle tilsættes



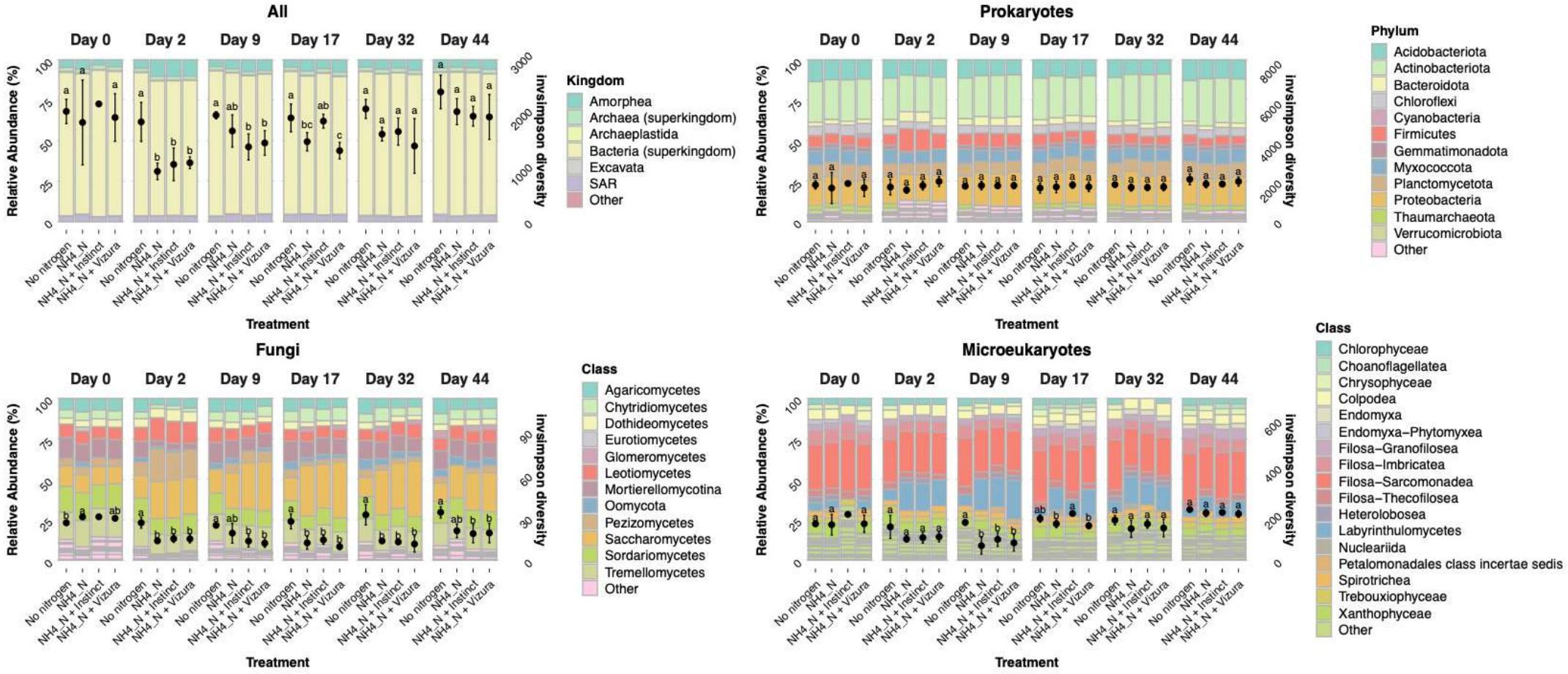


rRNA: information om det **aktive** mikrobielle samfunds sammensætning på tværs af taksonomi (svampe, bakterier, arkaer etc.)

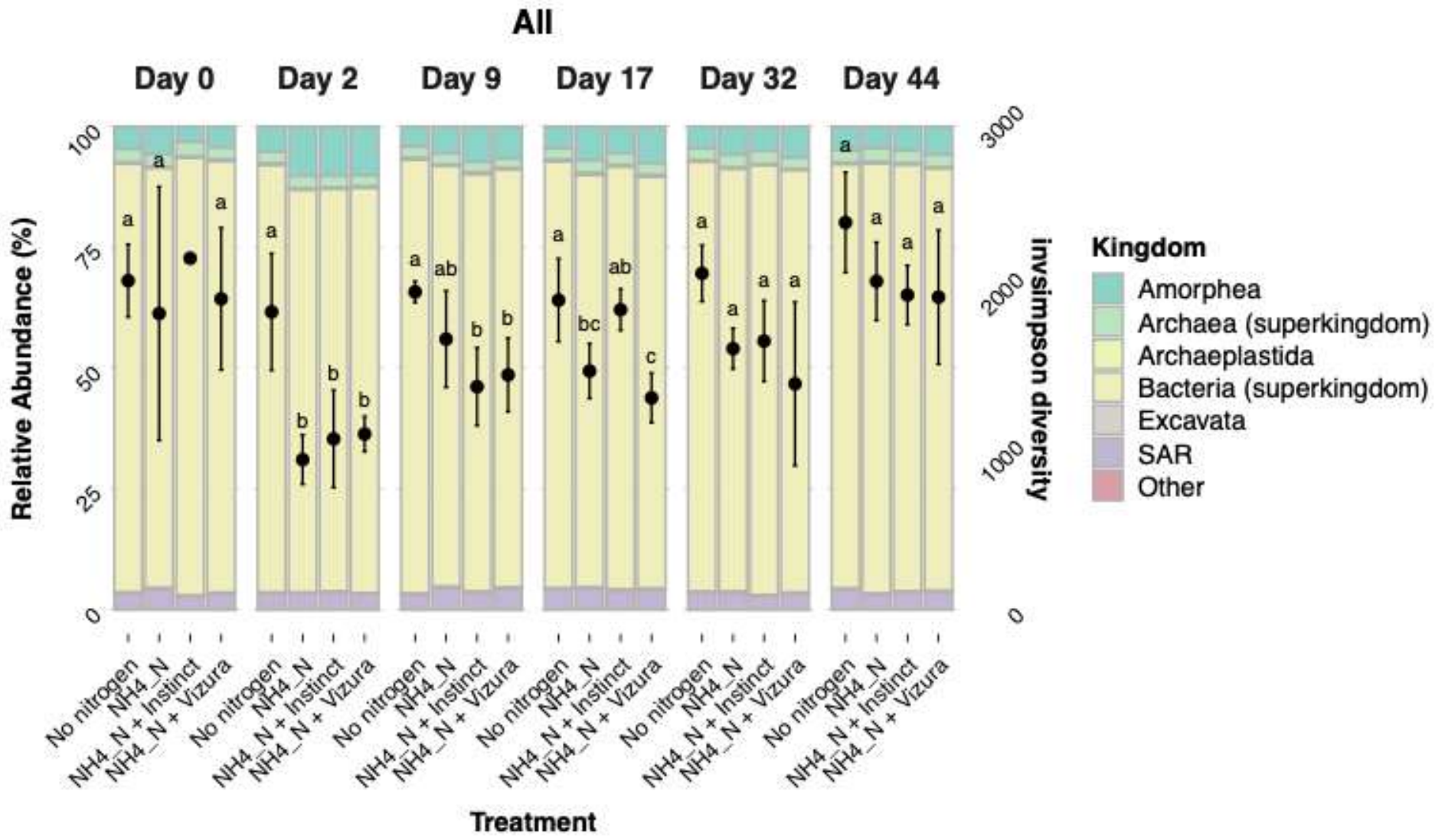
AGERBÆK – DET STORE BILLEDE

- Prokaryoter dominerer.
- På det overordnede niveau kan vi kun se en ændring i "inv simpson" diversiteten af svampe når der tilsættes gylle.

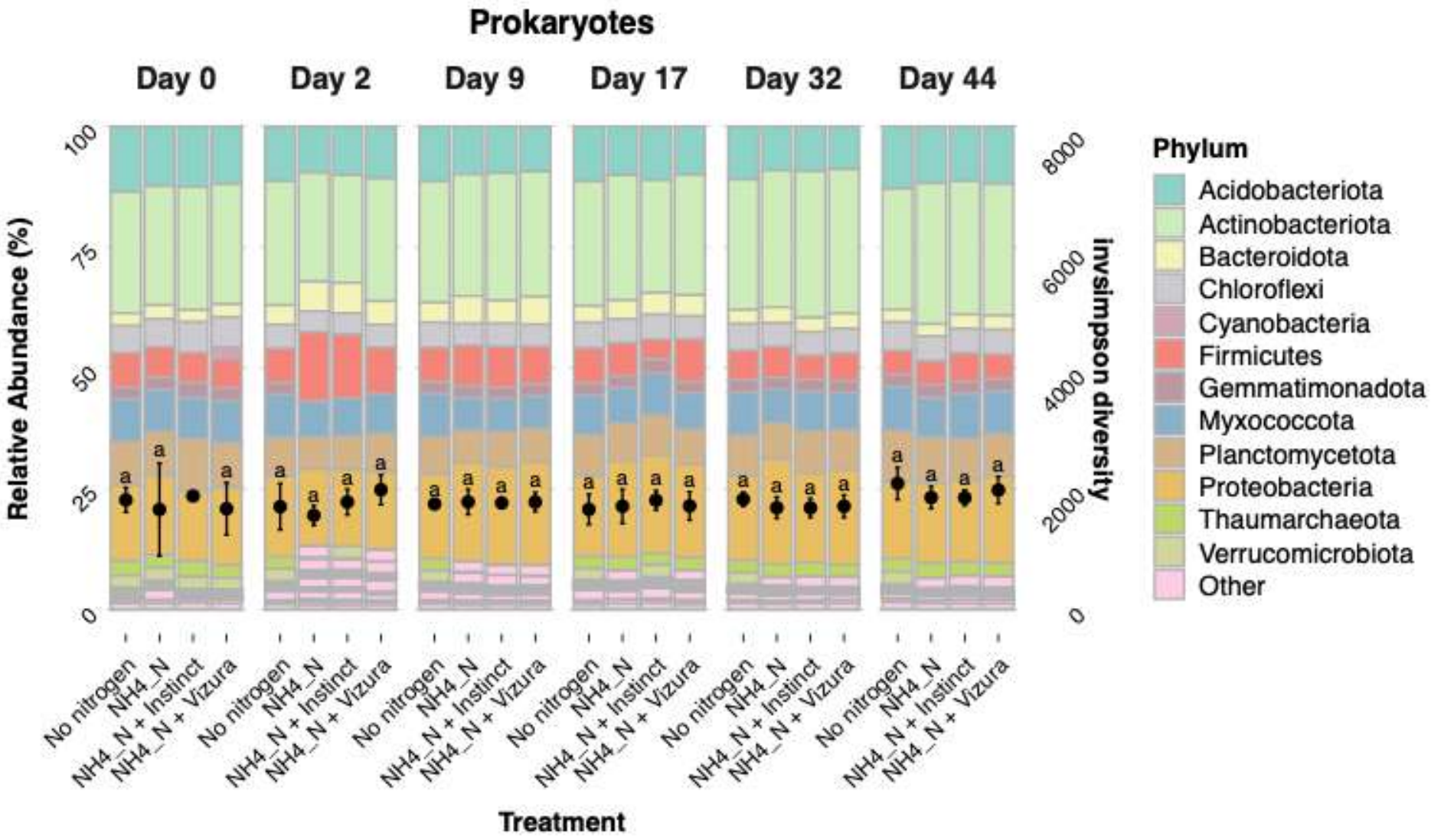
2) uønskede effekter på jordens biodiversitet



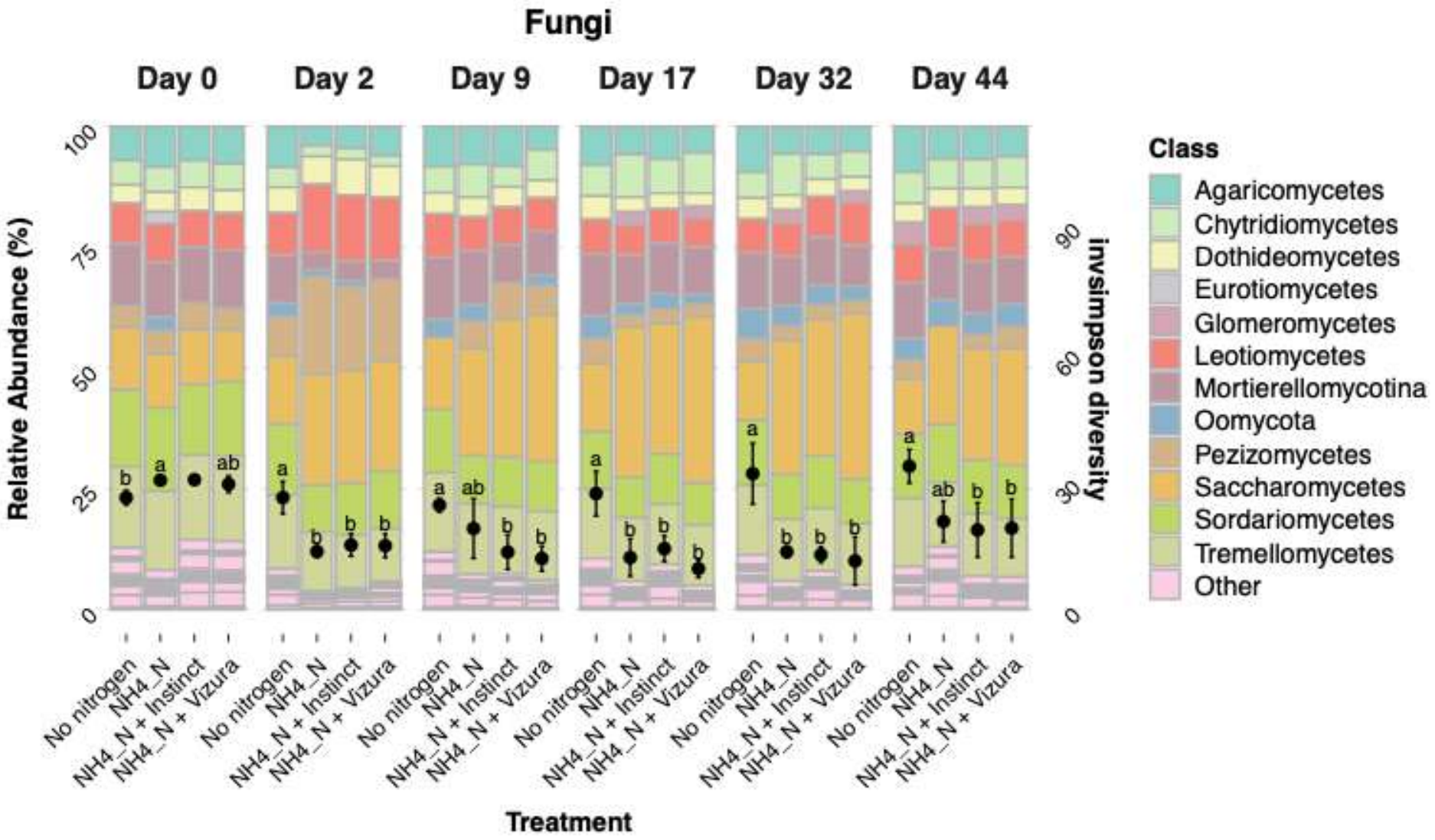
PROKARYOTER AGERBÆK 2024



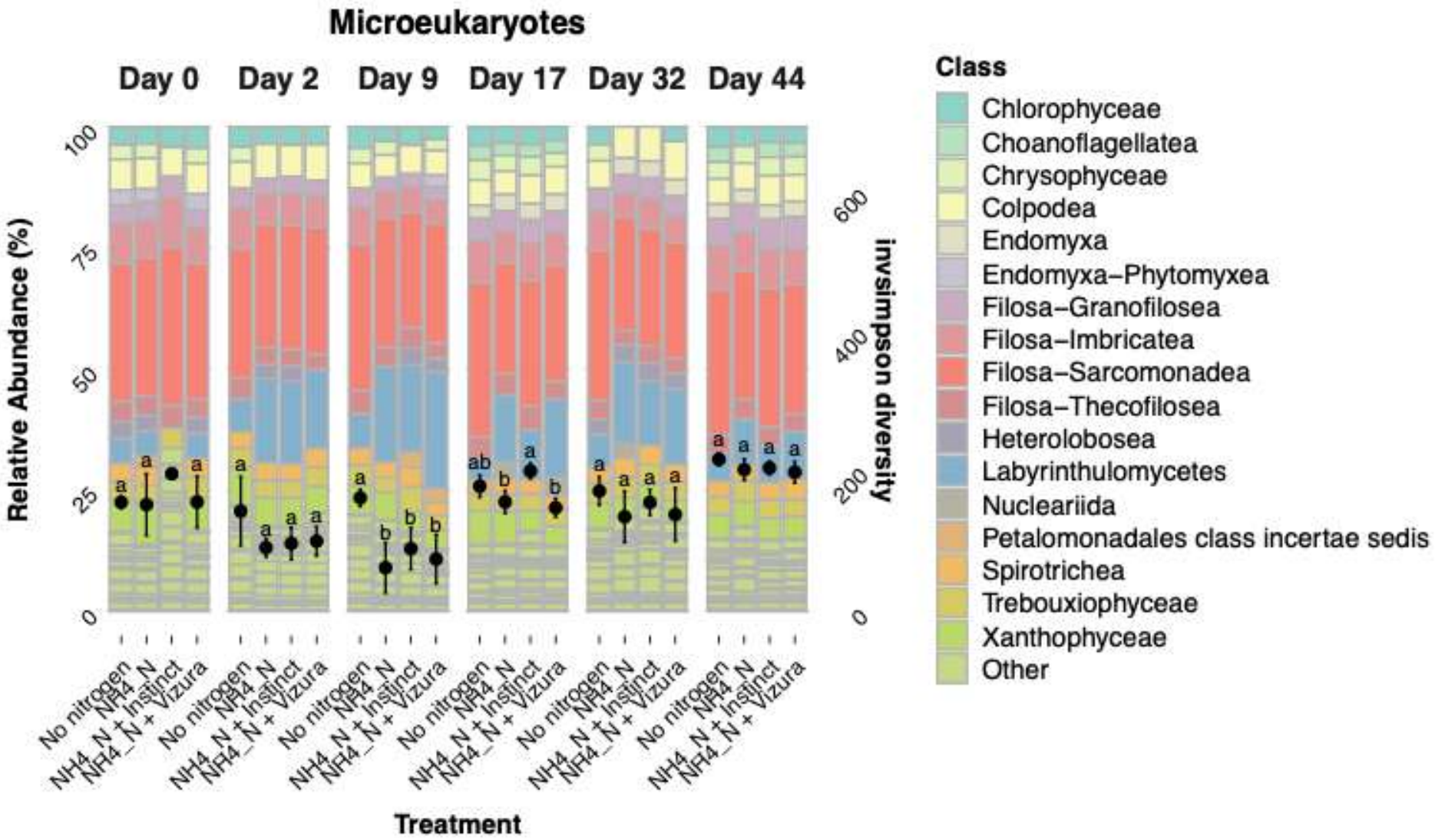
BAKTERIER AGERBÆK 2024



SVAMPE AGERBÆK 2024



ANDRE EUKARYOTER (PROTOZOER MM) AGERBÆK 2024

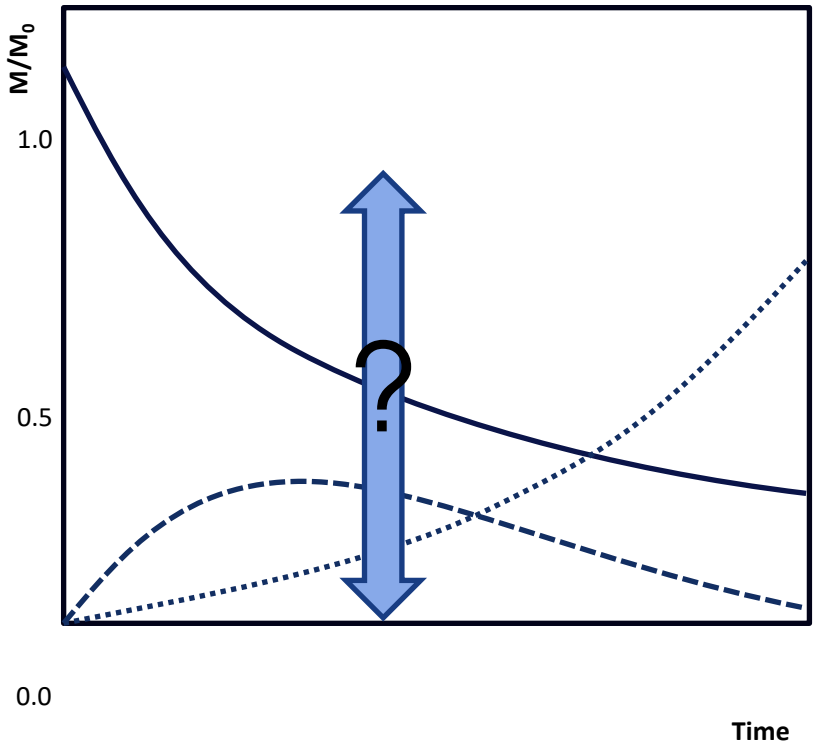


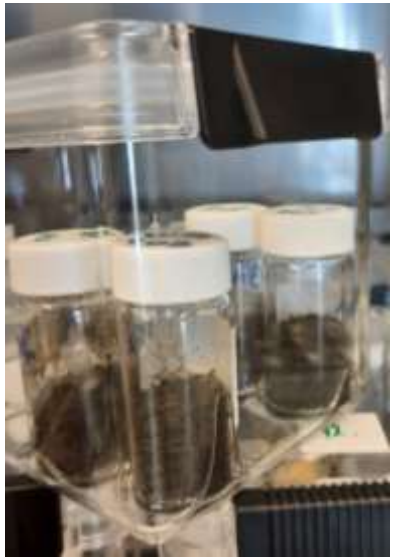
NEDBRYDNINGSSTUDIER – FORELØBIG KUN DATA FOR DMPP/VIZURA

Aim

- Nedbrydnings kinetik, Nedbrydnings hastighed og DT_{50}
- Rest koncentrationer?
- Dannelse og nedbrydning af nedbrydningsprodukter

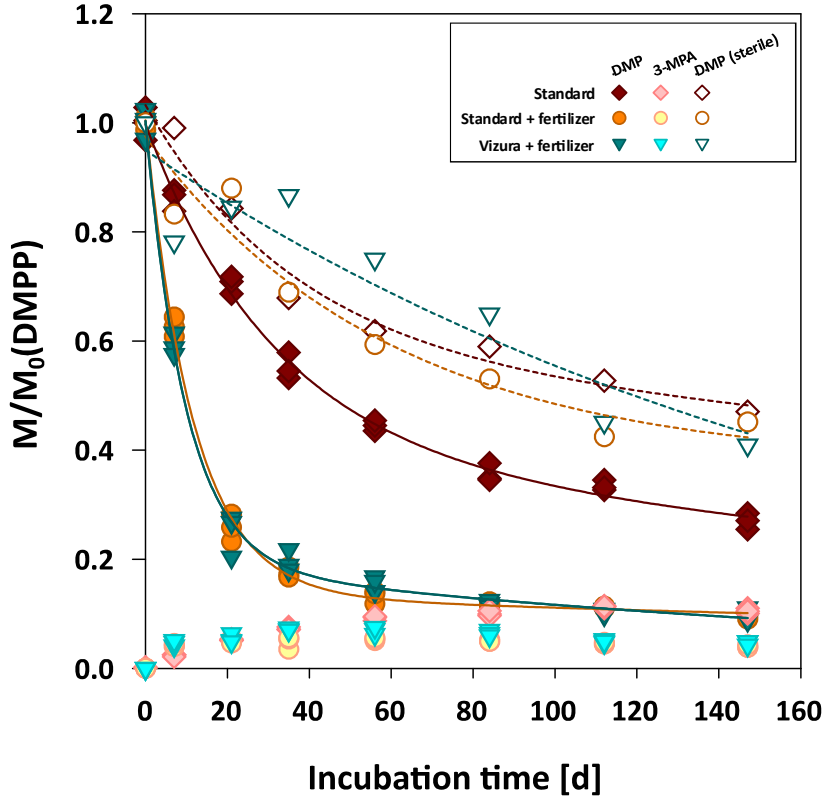
- Sammenligning rent stof vs. formulering
- Nedbrydning med og uden gylle
- Sammenligning A-Horisont til dybere jorde



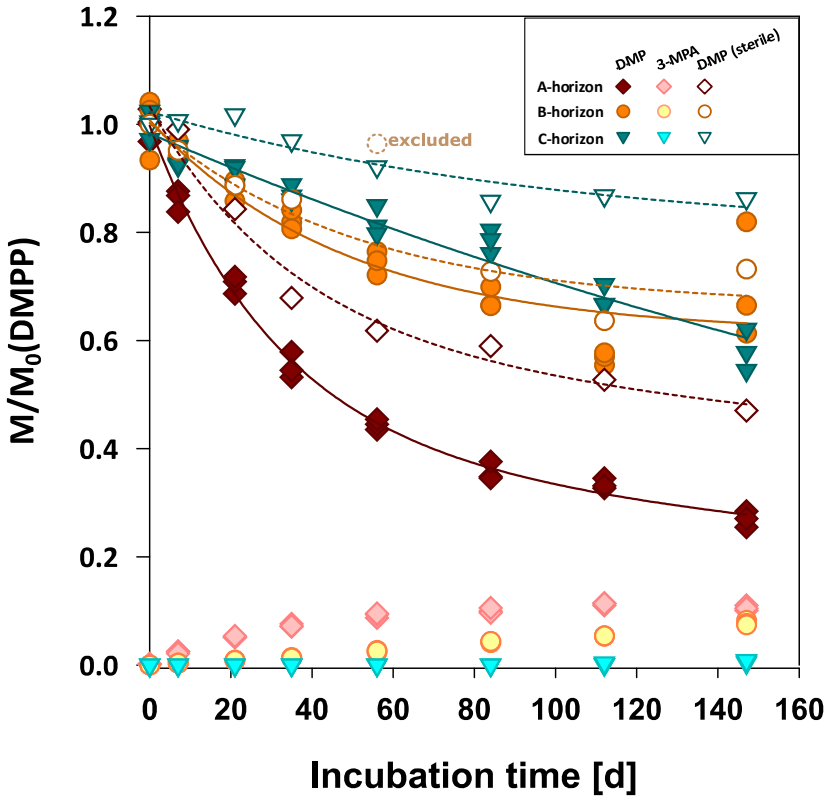


Nedbrydning/forsvinding af DMPP i jord

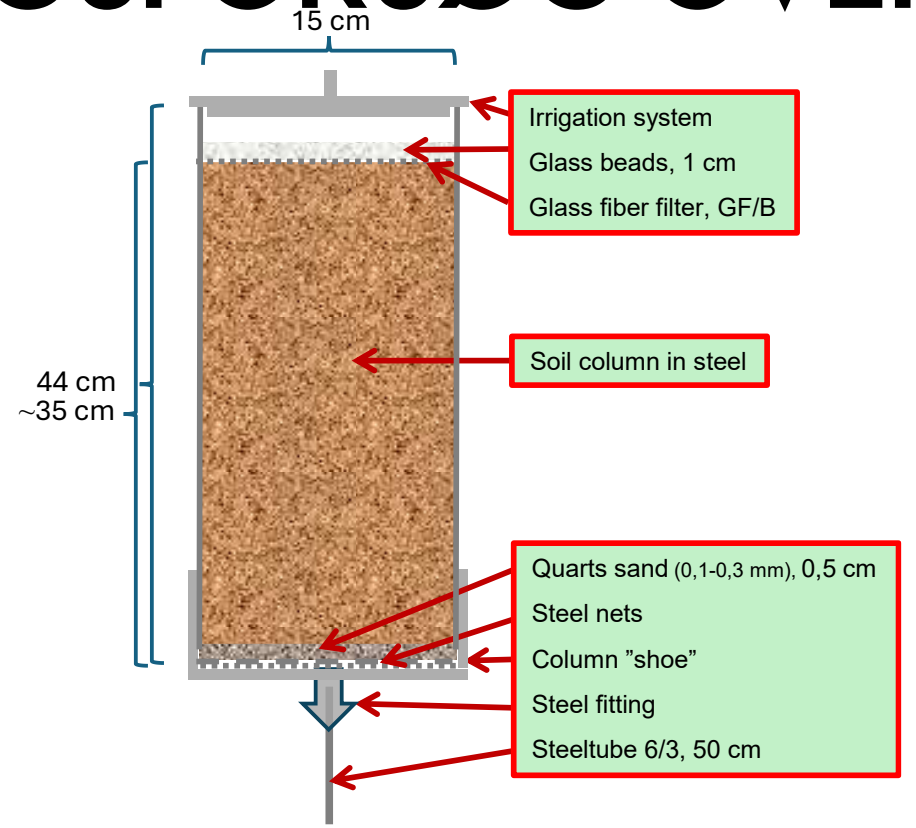
DMP TILSAT MED/UDEN GYLLE OG HENHOLDSVIS SOM REN STANDARD ELLER FORMULERING (VIZURA)



NEDBRYDNING I FORSKELLIGE JORDLAG (REN STANDARD INGEN GYLLE)



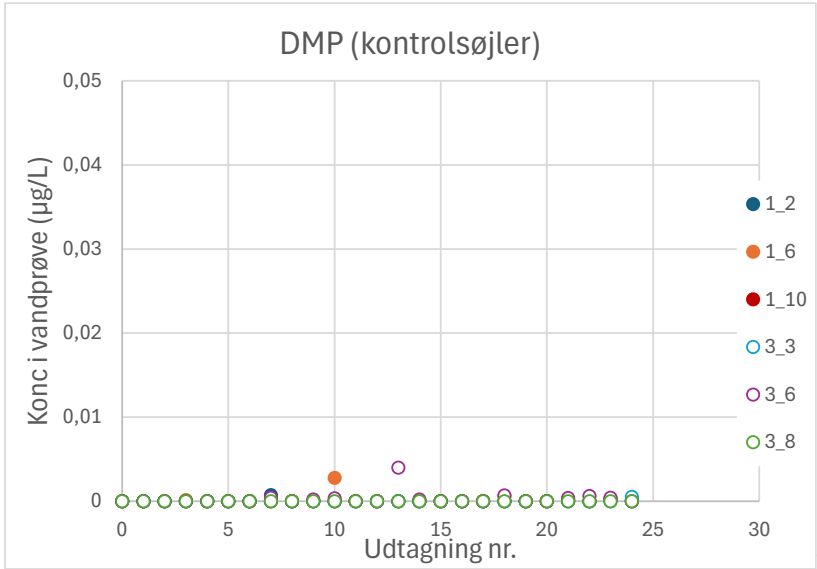
UDVASKNINGSFORSØG OVERJORD

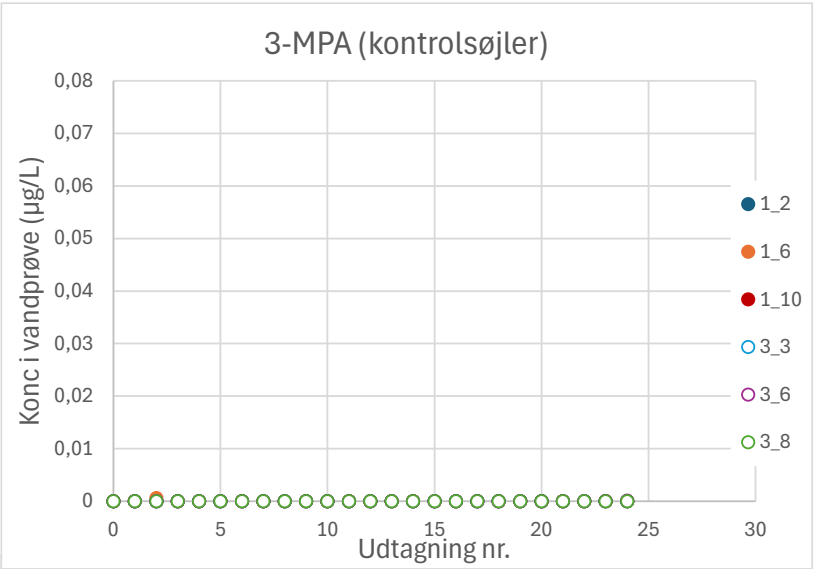


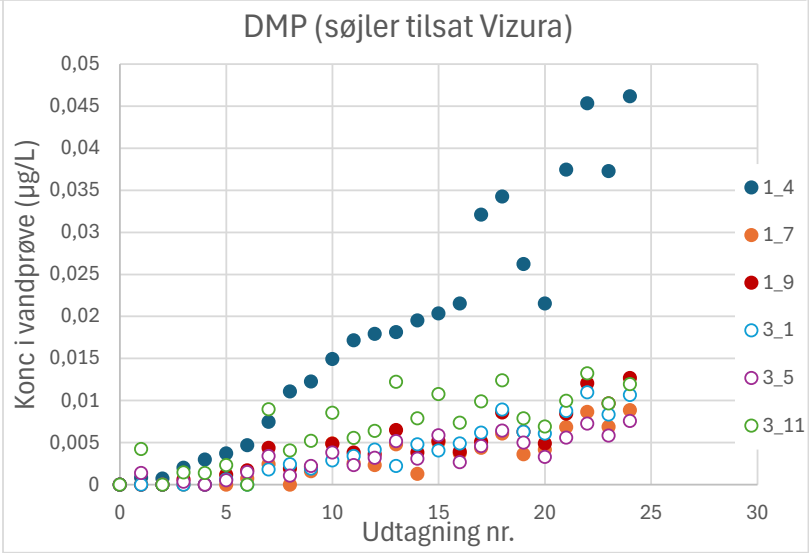
VIZURA/DMPP

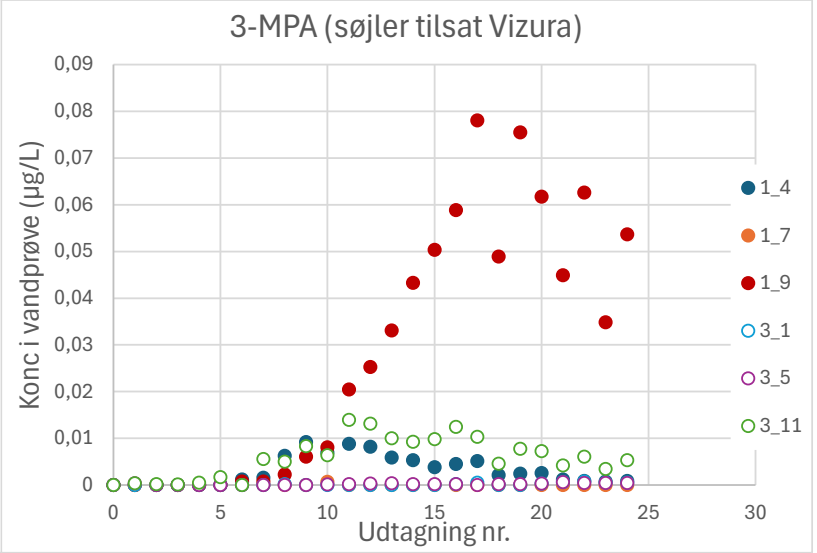
DMP stiger i alle prøver men mest i søjler hvor der er set preferential strømning

3-MPA dannes hovedsagelig i én af søjlerne hvor der har været anaerobe forhold





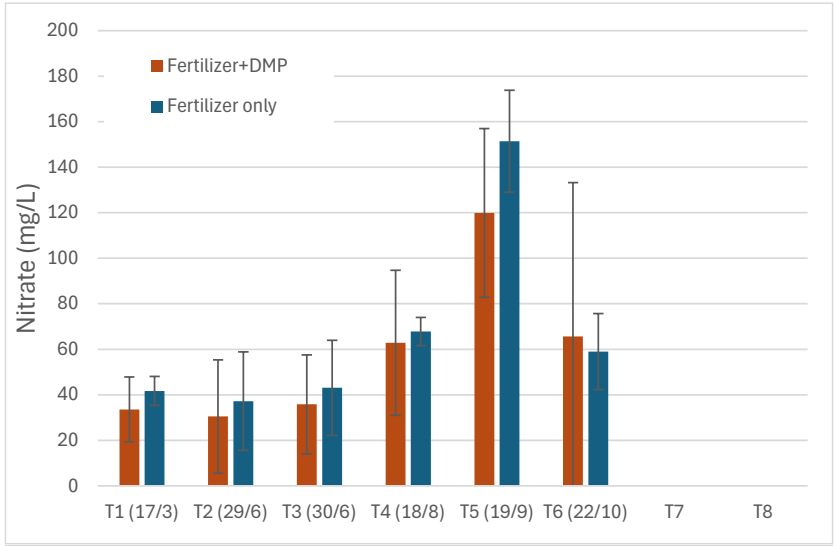


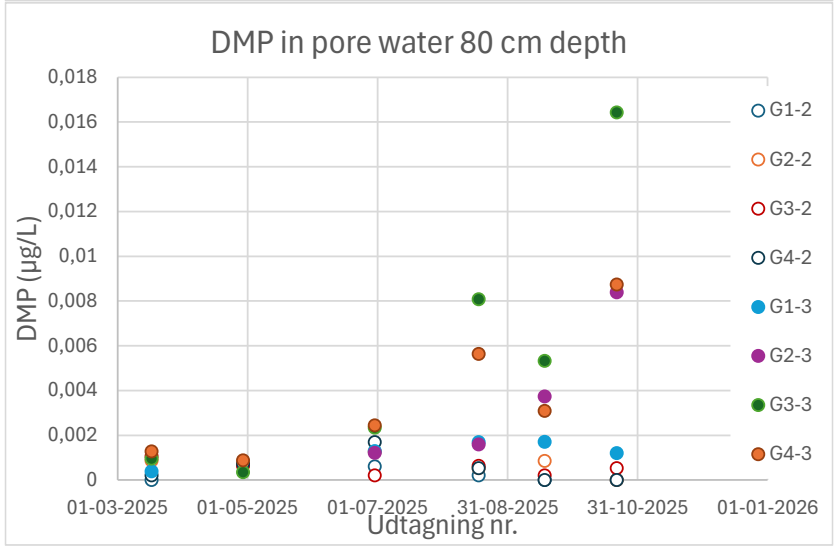


FORSØG I FELTEN MED SUGECELLER

Søjleforsøg kan standardiseres nemmere men mangler selvfølgelig vejr variation etc.

- 12 sugeceller placeres i 0,8 m dybde (4x kontrol med gylle samt 4 for hver nitrificationshæmmer
- Analyse of organisk kemi, nitrate og $d^{18}O/dD$
- 8 prøvetagningstidspunkter (fra før udbringning til 10 måneder efter)



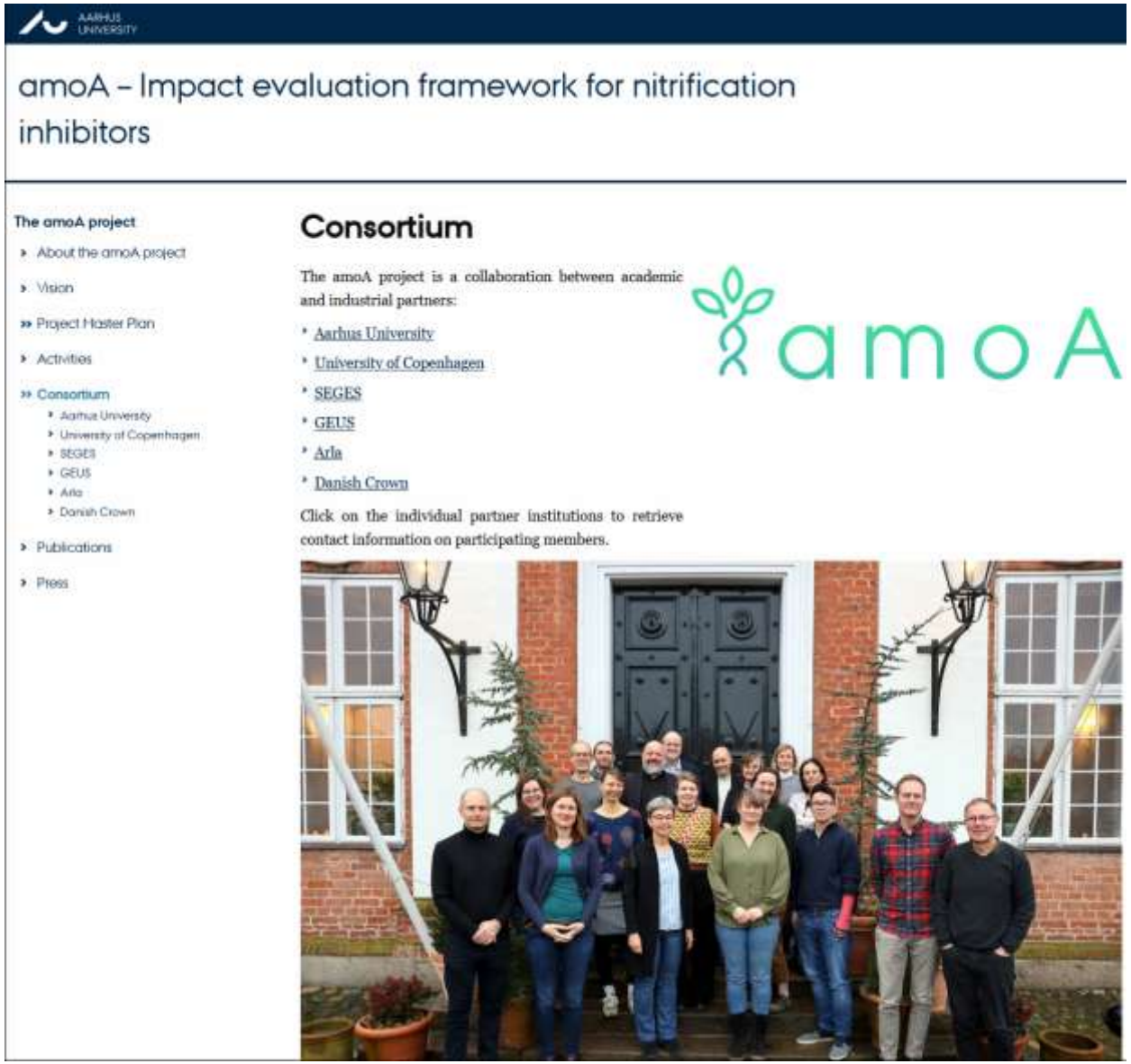


FORELØBIG KONKLUSION

Baseret på de foreløbige data er vi samlet set ikke bekymrede i forhold til de tre valgte fokusområder:

1) uønskede effekter på jordens mikrobielle funktioner

2) uønskede effekter på jordens biodiversitet

3) spredning af moderstof eller metabolitter til vandmiljøet

.....men kun ½ delen af data er behandlet