

Lustgasemissioner i höstvete under Svenska förhållanden.

- försöksresultat från Bjertorp med olika kväveformer,
delade givor och nitrifikationsinhibitor

Sofia Delin, Per Weslien, Ingemar Gruvaeus, Carlo Lammirato,
Laurenz Hettlage



Syfte och bakgrund

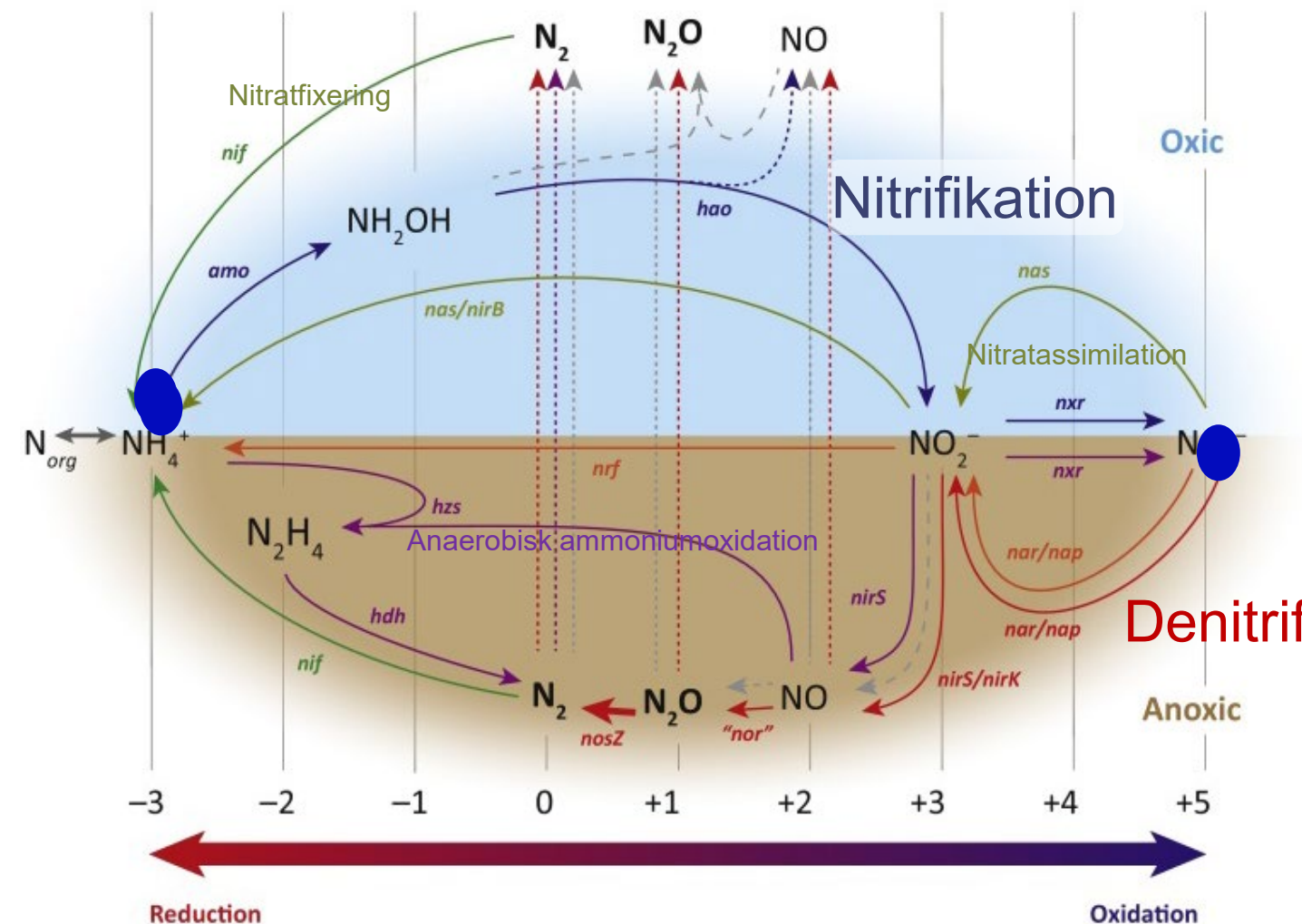
- **Utvärdera generell shablon** När man uppskattar lustgasemissionerna från jordbruksmark används det för mineraljordar ofta en schablon att 1% av kvävegödseln blir lustgas. Flera länder övergår till mer landspecifika och differentierade shabloner. Mätningarna i denna studie kan bidra till hur Sverige ska räkna fortsättningsvis.
- **Utvärdera nitrifikationshämmare** Nitrifikationsinhibitorer används utomlands för att minska lustgasemissionerna och i exempelvis Danmark finns tankar att det ska vara lösningen på hur deras emissioner ska minskas. Denna studie är tänkt att förekomma eventuella liknande diskussioner i Sverige.
- **Jämföra jordarter** Eftersom lustgasbildningen påverkas av syreförhållanden och lerjordar har lättare för att bli vattenmättade är det rimligt att anta att olika faktorer är olika viktiga för hur stora emissionerna blir på en lerjord jämfört med en lättjord.



Hur bildas lustgas?

Vid **nitrifikation** då det finns mycket ammonium men begränsat med syre.

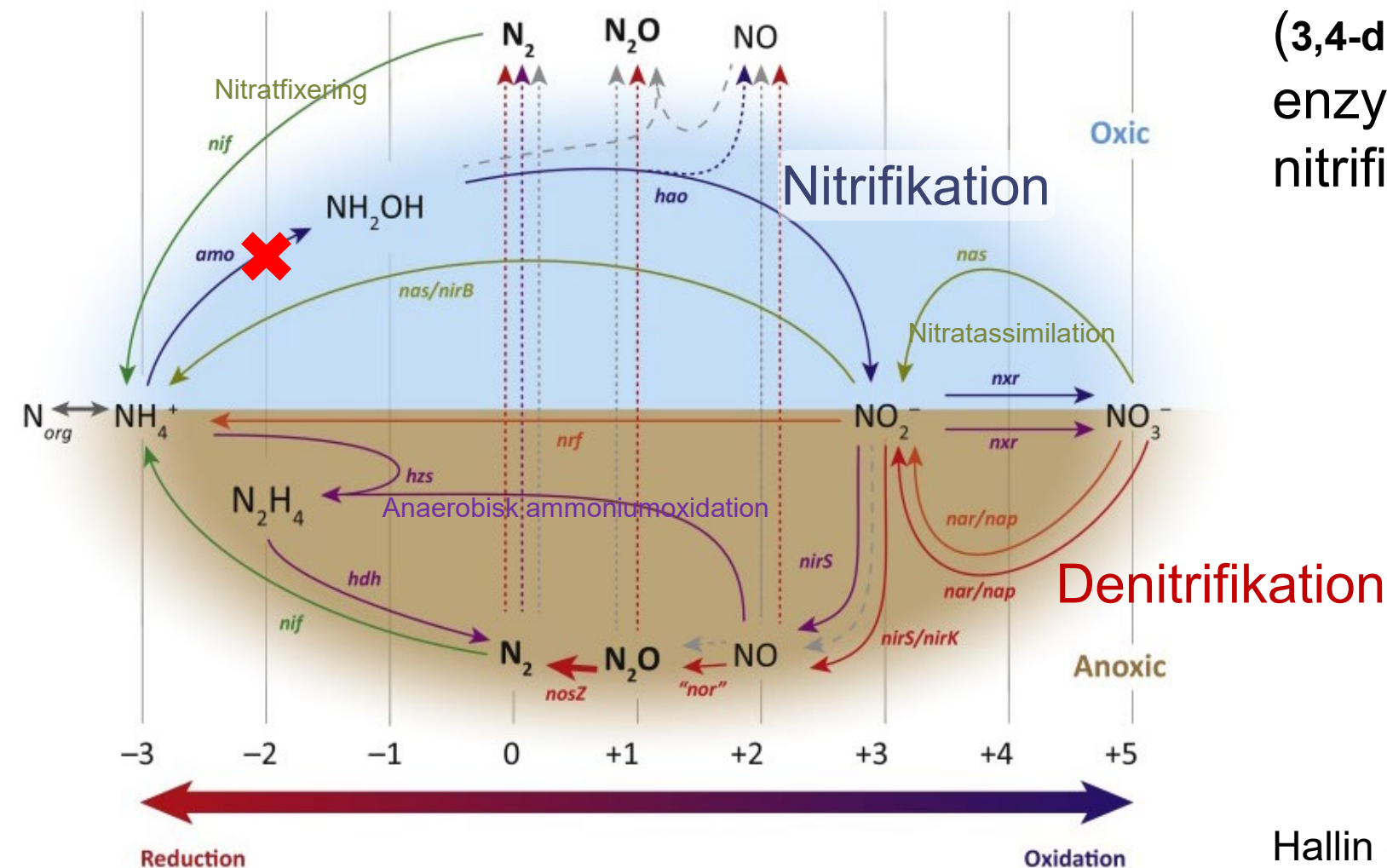
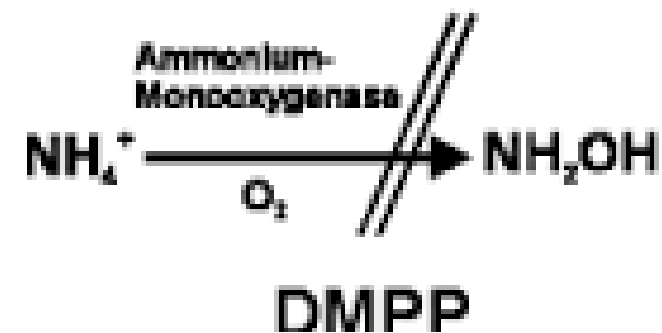
Vid ofullständig **denitrifikation**, t.ex. om syrehalten varierar och mikroorganismernas aktivitet förändras.



Hallin et al. 2018. Trends in Microbiology

Hur påverkar nitrifikationshämmare?

Nitrifikationshämmare som DMPP (3,4-dimetylpirazolfosfat) blockerar enzymet i det första steget i nitrifikationen.



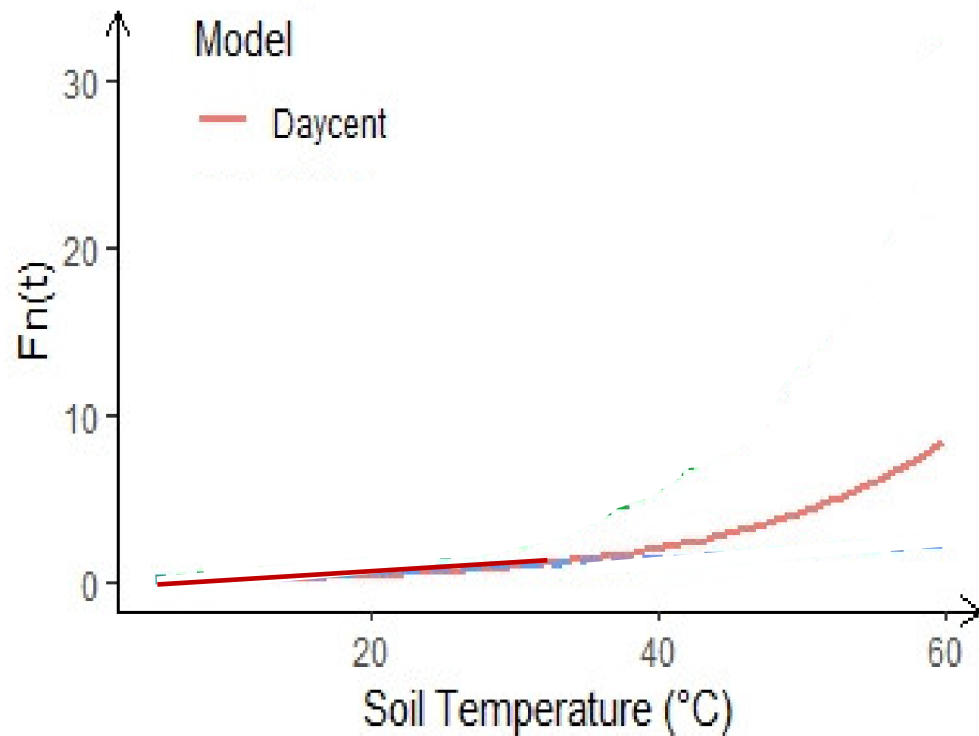
Hallin et al. 2018. Trends in Microbiology

Temperatur och syreförhållanden påverkar

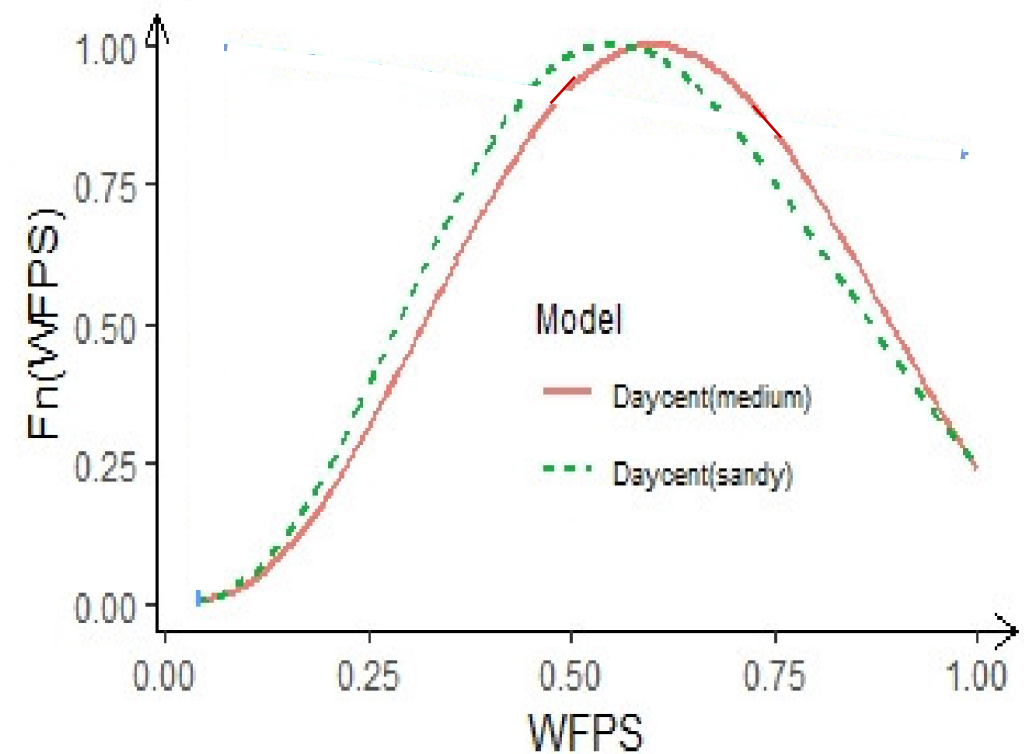


Enligt den empiriska modellen Daycent

Marktemperatur



Andel vattenfyllda markporer



Försöksplan

	Tillväxtstart	kg N/ha	Inför stråskjutning	kg N/ha	Flaggblad	kg N/ha	Total N kg/ha	
N ₂ O	Utan N	-		-		-	0	← Sta
	Axan	60	Axan	80	Kalksalpeter	50	190	
	Axan + inhibitor	60	Axan + inhibitor	80	Kalksalpeter	50	190	
	ASN + inhibitor	190					190	
Dos respons	Axan	30	Axan	40	Kalksalpeter	25	95	
	Axan	45	Axan	60	Kalksalpeter	38	143	
	Axan	75	Axan	100	Kalksalpeter	63	238	
	Axan	90	Axan	120	Kalksalpeter	75	285	
Kväve- form	Sulphane NS 24_6	60	Kalksalpeter	80	Kalksalpeter	50	190	
	NH ₄ SO ₄	60	NH ₄ SO ₄	80	Kalksalpeter	50	190	
	NH ₄ SO ₄	60	NH ₄ SO ₄	80	NH ₄ SO ₄	50	190	
Timing	Axan	60	Axan	80	Axan	50	190	
	Axan	190					190	
	Axan	60	Axan	130			190	

Standard svensk



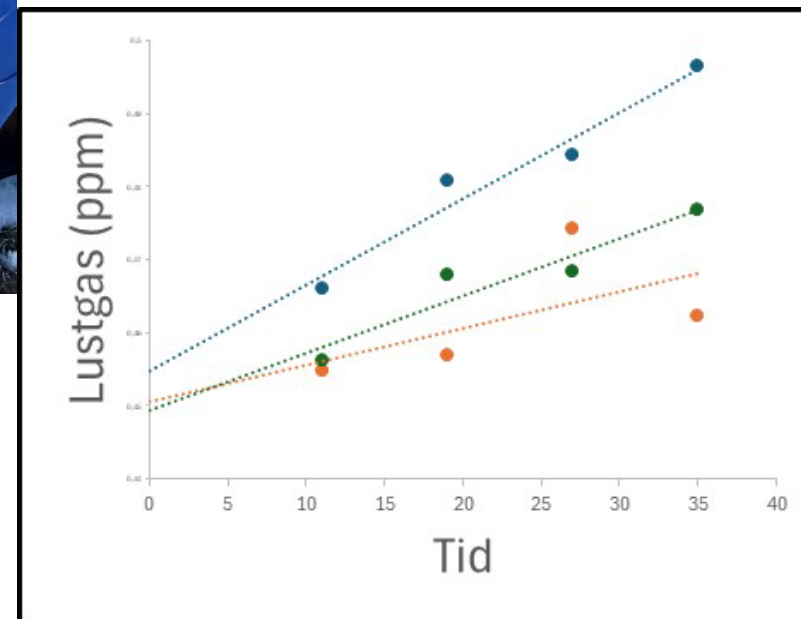
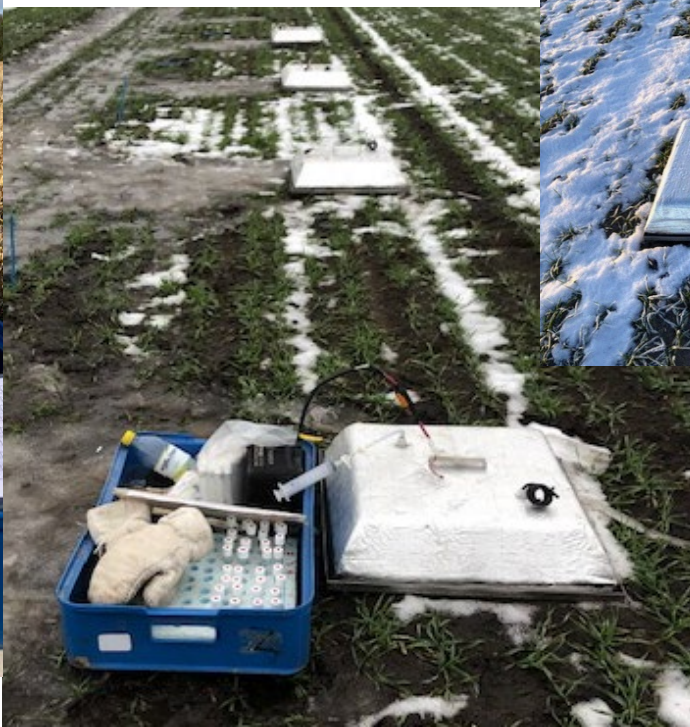
Lustgasprovtagning

En 45 cm x 45 cm ram i varje ruta – 16 per försök.

Provtagning en gång i veckan under ett helt år.

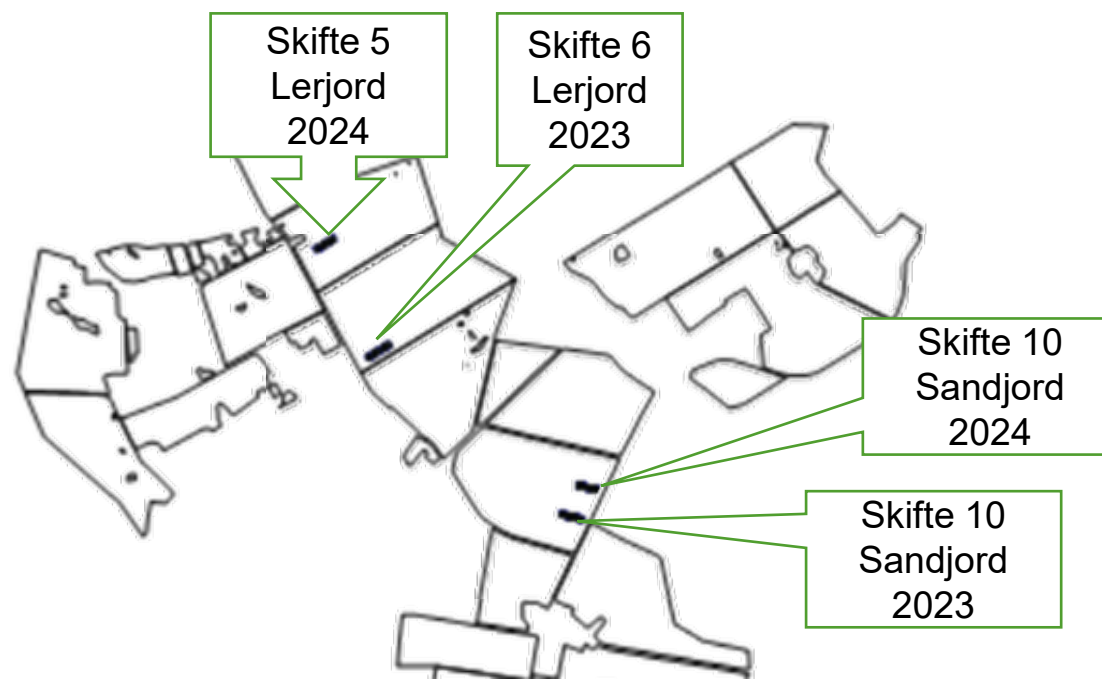
Fyra prov under 35 minuter per ruta eller under 64 minuter då förlängningar användes.

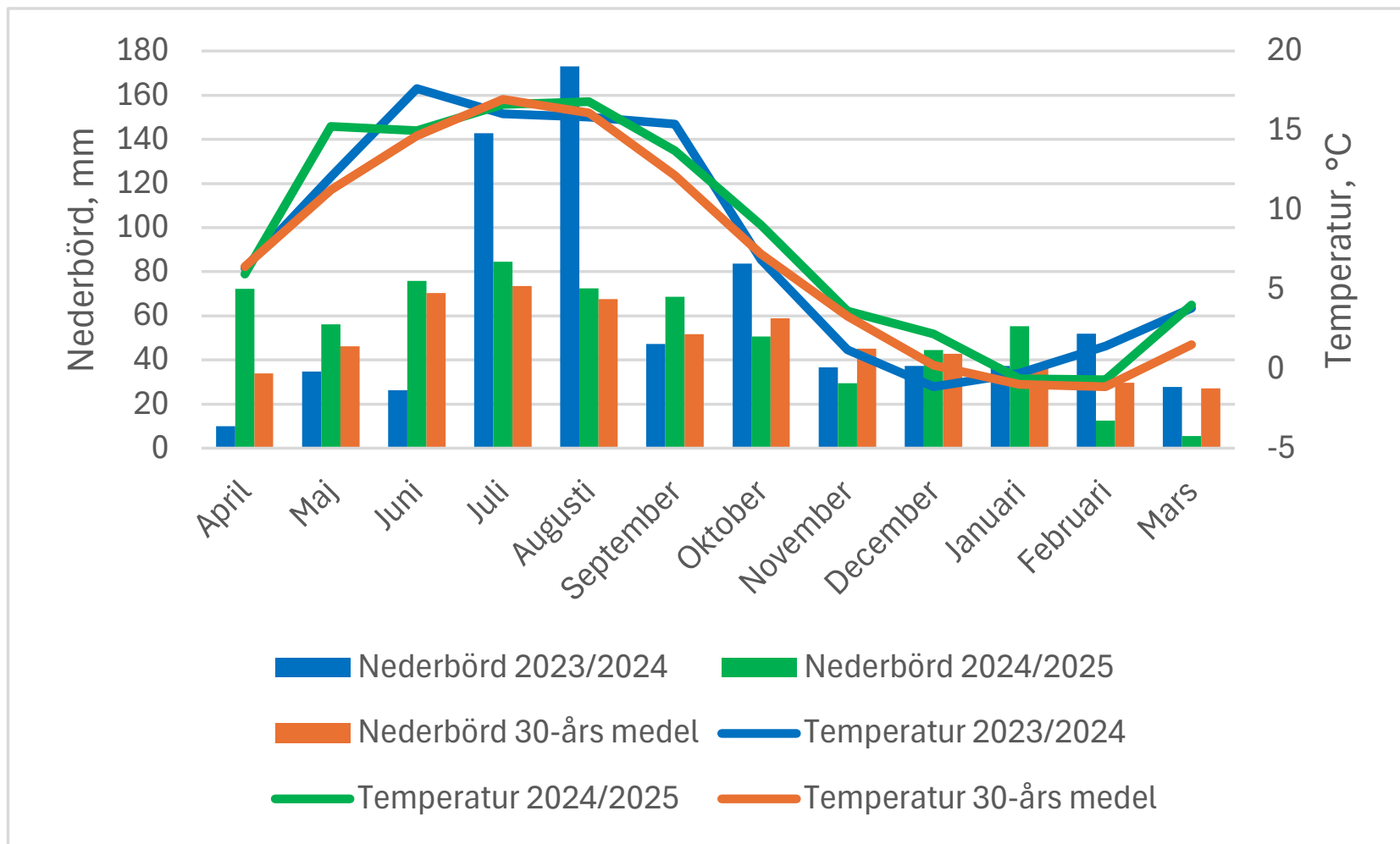
Totalt ca 13 000 prover analyserade på Yaras lab i Tyskland.



Försöksplatser

Försök	Jordart	Sort	Gröda året efter	pH	P-AL klass	K-AL klass	Mull	Lerhalt	Sand & Grovmo	Jordart	Gröda året efter
Lerjord 2023	mmh ML	Norin	Vårsäd	6,0	II	III	4,7	31	21	mmh ML	Vårsäd
Sandjord 2023	mmh sv I Sa	Brons	Höstvete	6,0	III	III	4,5	4	78	mmh sv I Sa	Höstvete
Lerjord 2024	mmh SL	Kask	Höstvete	7,5	II	III	3,4	46	15	mmh SL	Höstvete
Sandjord 2024	mmh I Sa	Brons	Vårsäd	5,9	IVA	II	4,4	6	80	mmh I Sa	Vårsäd

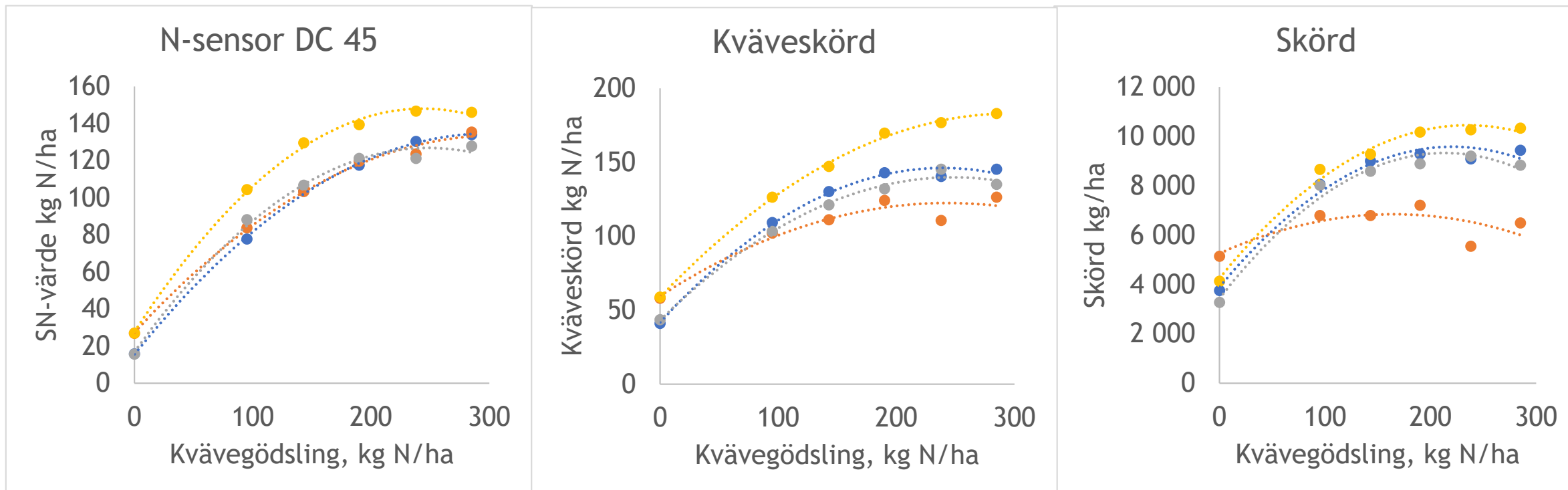




2023:
Torrt i april-juni
Ovanligt blött juli-augusti

2024:
Snö en bit in i april
Varmt i maj

Dosrespons



● Lerjord 2023 ● Sand 2023 ● Lerjord 2024 ● Sand 2024

Kväveskörd

Lite otydliga kring effekter av kväveform, men:

I försöket på lerjord 2023 (men inte 2024) tenderar kväveskörden bli högre med större andel nitrat.

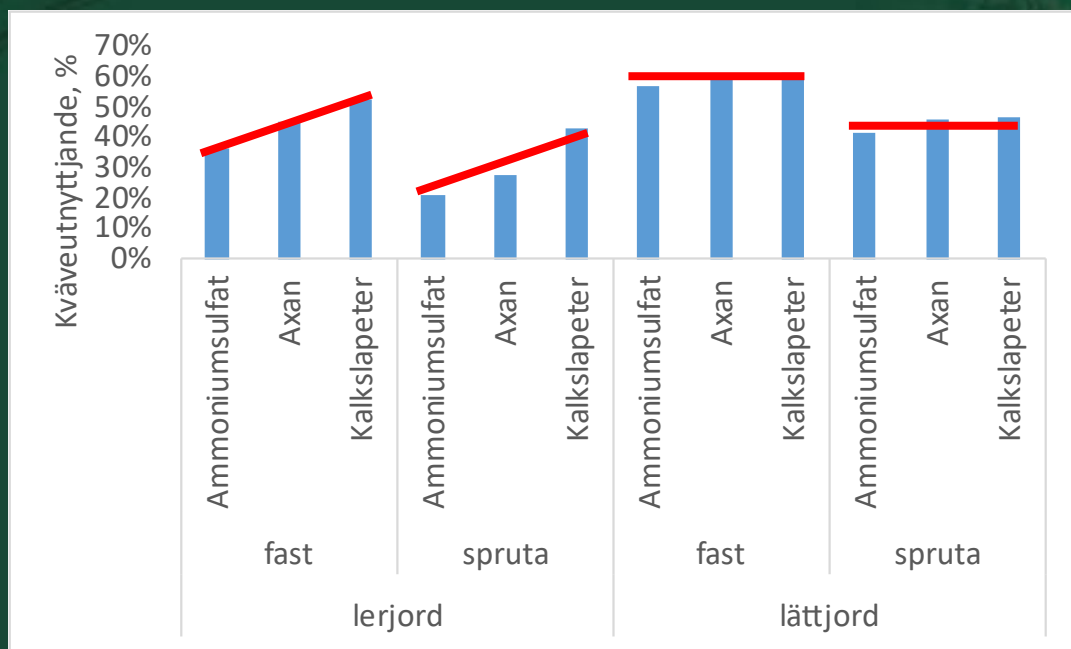
På sandjorden verkar inte kväveformen ha någon betydelse.

	N	Lerjord 2023	Sandjord 2023	Lerjord 2024	Sandjord 2024
Utan N	0	41 ^h	58 ^c	59 ^h	44 ^c
Axan+Axan+KS	190	143 ^{ab}	124 ^{ab}	170 ^{abcde}	132 ^a
Axan+inhib+Axan+inhib+KS	190	138 ^{abc}	111 ^{ab}	169 ^{abcde}	137 ^a
ASN + inhib.	190	118 ^{efg}	101 ^b	155 ^{ef}	121 ^{ab}
Axan+Axan+KS	95	109 ^g	102 ^b	126 ^g	103 ^b
Axan+Axan+KS	143	130 ^{bcde}	111 ^{ab}	147 ^f	121 ^{ab}
Axan+Axan+KS		140 ^{abc}	111 ^{ab}	177 ^{ab}	145 ^a
Axan+Axan+KS	238	145 ^a	126 ^{ab}	183 ^a	135 ^a
NS 24-6+KS+KS	190	146 ^a	111 ^{ab}	159 ^{def}	143 ^a
NH ₄ SO ₄ +NH ₄ SO ₄ +KS	190	135 ^{abcd}	117 ^{ab}	176 ^{abc}	142 ^a
NH ₄ SO ₄ +NH ₄ SO ₄ +NH ₄ SO ₄	190	114 ^{fg}	123 ^{ab}	171 ^{abcd}	149 ^a
Axan+Axan+Axan	190	141 ^{abc}	120 ^{ab}	181 ^a	147 ^a
Axan	190	127 ^{cdef}	113 ^{ab}	162 ^{bcdef}	126 ^{ab}
Axan+Axan	190	123 ^{defg}	104 ^{ab}	160 ^{cdef}	134 ^a

Skördeeffekt av olika kväveformer på lerjord vs lättjord

- försöksresultat i 7 höstveteförsök i Västergötland och Östergötland 2024 och 2025

Karin Hamnér, Sofia Delin, Ingemar Gruvaeus, Malin Lovang, Karin Andersson



- På lerjorden bättre effekt av nitrat än ammoniumbaserad gödsel, medan kväveform spelar mindre roll på lättjorden.
- Liknande skillnad mellan fasta granuler och flytande med spruta oberoende av kväveform och jordart.

Kväveskörd

Att dela givan i tre givor gav
högst kväveskörd i alla försök,
men vara bara signifikant på
lerjord.

	N	Lerjord 2023	Sandjord 2023	Lerjord 2024	Sandjord 2024
Utan N	0	41 ^h	58 ^c	59 ^h	44 ^c
Axan+Axan+KS	190	143 ^{ab}	124 ^{ab}	170 ^{abcde}	132 ^a
Axan+Axan+KS	190	138 ^{abc}	111 ^{ab}	169 ^{abcde}	137 ^a
Axan+Axan+KS	190	118 ^{efg}	101 ^b	155 ^{ef}	121 ^{ab}
Axan+Axan+KS	95	109 ^g	102 ^b	126 ^g	103 ^b
Axan+Axan+KS	143	130 ^{bcde}	111 ^{ab}	147 ^f	121 ^{ab}
Axan+Axan+KS	238	140 ^{abc}	111 ^{ab}	177 ^{ab}	145 ^a
Axan+Axan+KS	285	145 ^a	126 ^{ab}	183 ^a	135 ^a
NS 24-6+KS+KS	190	146 ^a	111 ^{ab}	159 ^{def}	143 ^a
NH ₄ SO ₄ +NH ₄ SO ₄ +KS	190	135 ^{abcd}	117 ^{ab}	176 ^{abc}	142 ^a
NH ₄ SO ₄ +NH ₄ SO ₄ +NH ₄ SO ₄	190	114 ^{fg}	123 ^{ab}	171 ^{abcd}	149 ^a
Axan+Axan+Axan	190	141 ^{abc}	120 ^{ab}	181 ^a	147 ^a
Axan	190	127 ^{cdef}	113 ^{ab}	162 ^{bcdef}	126 ^{ab}
Axan+Axan	190	123 ^{defg}	104 ^{ab}	160 ^{cdef}	134 ^a

Skörd och kväveutbyte i led med lustgasmätning

	Lerjord			Sandjord		
	Skörd	Kväveskörd	ANR	Skörd	Kväveskörd	ANR
	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	%	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	%
2023						
Utan N	3 183 b	40 c		5 718 a	91 a	
Axan	7 861 a	140 a	52	5 409 a	112 a	11
Axan+inhibitor	7 885 a	138 a	52	5 792 a	116 a	13
ASN+inhibitor	7 556 a	119 b	41	4 804 a	99 a	4
2024						
Utan N	3 843 b	54 b		3 208 b	44 b	
Axan	9 813 a	160 a	56	8 863 a	134 a	48
Axan+inhibitor	9 722 a	162 a	57	8 914 a	140 a	51
ASN+inhibitor	9 724 a	154 a	53	8 870 a	130 a	45

Mineralkväve i marken

Försök	Led	Maj	September	
			Mineral N kg N/ha	
			0-30 cm	30-60 cm
Lerjord 2023	Utan N	61%	17 ^a	4,8 ^b
	Axan	70%	25 ^a	12 ^a
	Axan+inhibitor	75%	20 ^a	9,3 ^a
	ASN+inhibitor	39%	33 ^a	11 ^a
Sandjord 2023	Utan N	31%	35 ^a	15 ^a
	Axan	45%	31 ^a	19 ^a
	Axan+inhibitor	47%	33 ^a	15 ^a
	ASN+inhibitor	27%	41 ^a	18 ^a
Lerjord 2024	Utan N	48%	13 ^a	3,9 ^a
	Axan	67%	14 ^a	3,4 ^a
	Axan+inhibitor	52%	13 ^a	3,2 ^a
	ASN+inhibitor	33%	15 ^a	2,8 ^a
Sandjord 2024	Utan N	26%	17 ^b	4,5 ^b
	Axan	60%	26 ^{ab}	9,6 ^{ab}
	Axan+inhibitor	45%	31 ^a	11 ^a
	ASN+inhibitor	28%	34 ^a	12 ^a

- Nitrifikationen opåverkad av inhibitorn 2023
- Något mindre nitrat med inhibitor 2024
- En del gödselkväve kvar på lerjorden men inte på sandjorden efter skörd 2023
- En del gödselkväve kvar på sandjorden men inte på lerjorden efter skörd 2024.

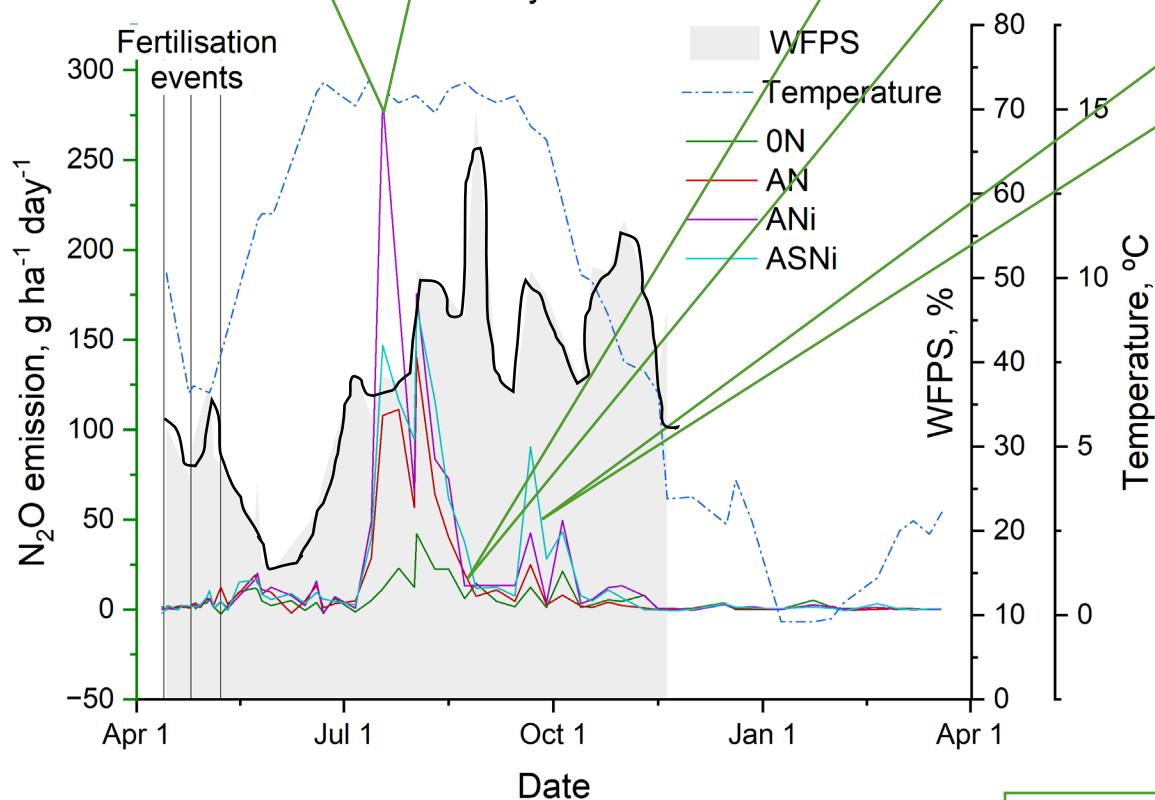
Lustgasemissioner 2023/2024

Höga emissioner när det var ganska vattenmättat och varmt

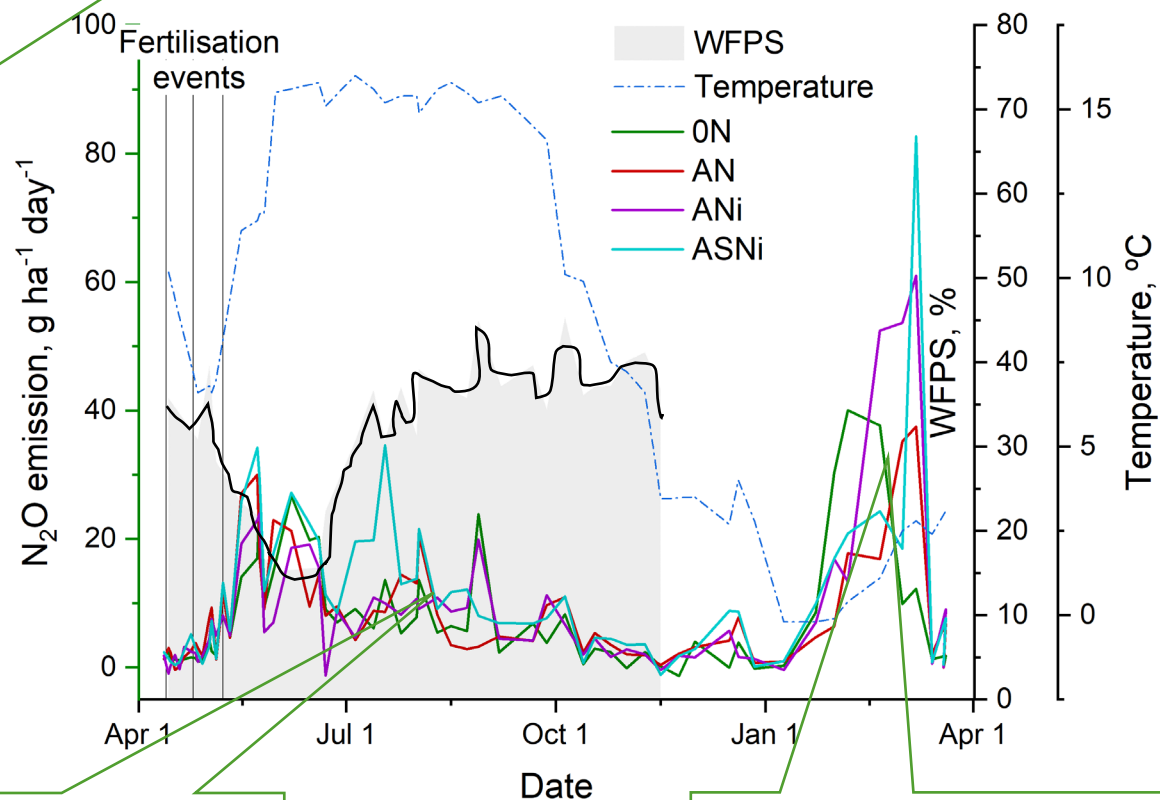
Ännu mer vattenmättat – fullständig denitrifikation till N_2 (ej N_2O)? Eller slut på kväve?

Ny topp när vattenmättnaden återgick till att vara runt 50%

Clay 2023



Sand 2023



Låga emissioner, trots varmt och fuktigt efter ett dåligt kväveutnyttjande.

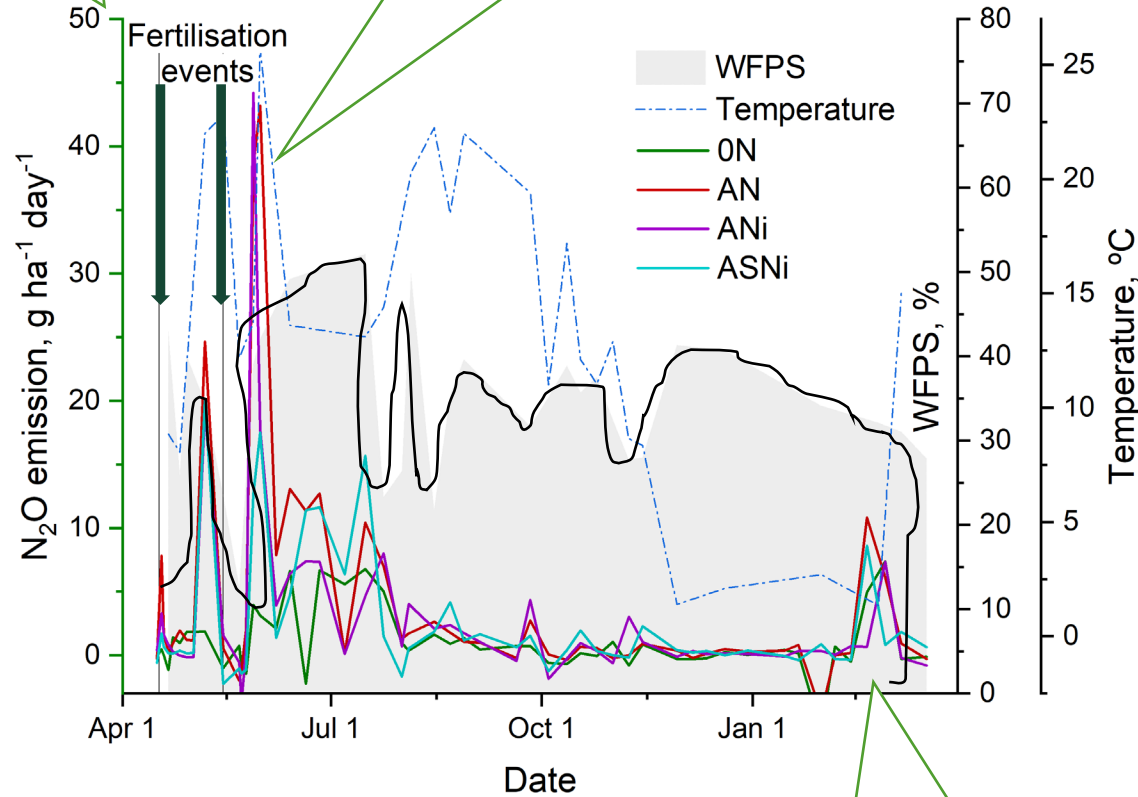
Topp på vintern. Pga höstvetete under frysa/tina events? Även i ogödslat!

Lustgasemissioner 2024/2025

Mycket lägre
emissioner än
året innan.
Annan skala!

Topp sammanfaller med hög
temperatur och relativt hög vattenhalt.
Högre med Axan än ASN.
Mer nitrat ger mer N_2O

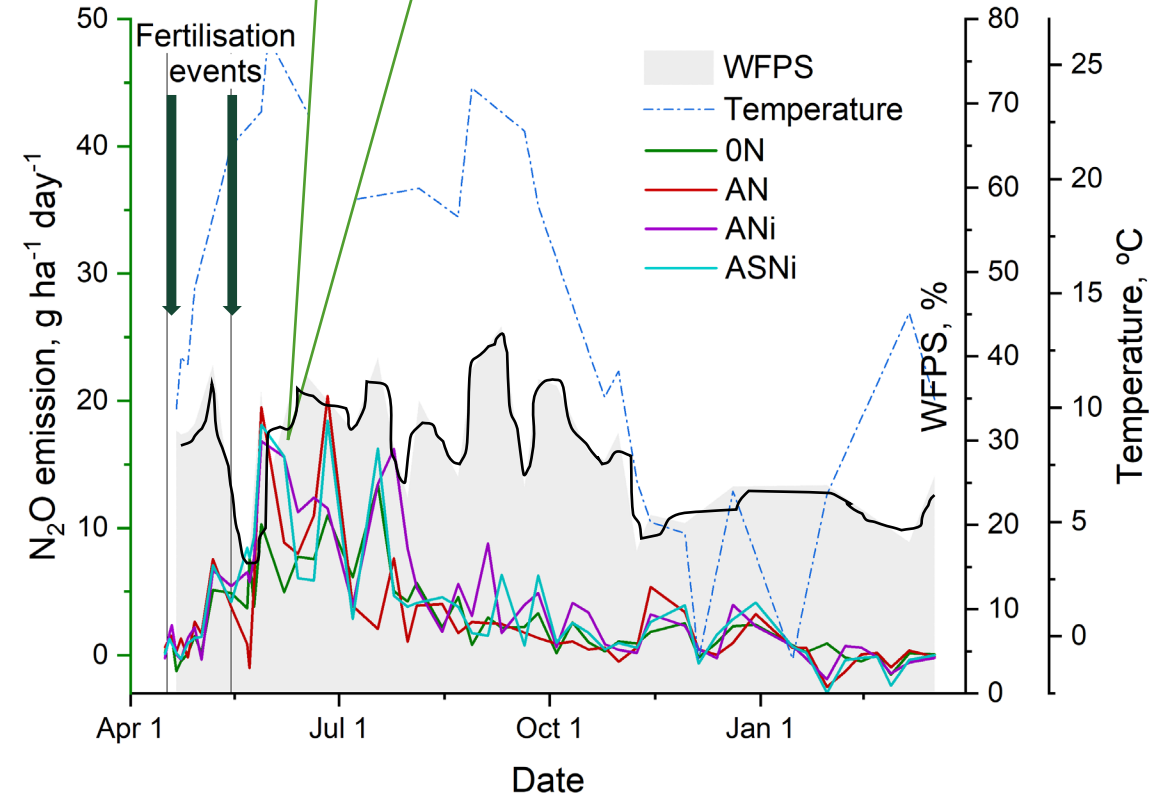
Clay 2024



Även här en topp

Lägre toppar än på
lerjorden och ingen
skillnad mellan
gödselmedel.

Sand 2024



Sammanlagd lustgasavgång (kg N₂O-N/ha)



Emissionsfaktor

Andel av tillförd gödselkväve som ökade lustgasavgången:

		Växstsäsong		Utanför växstsäsong		Total	SE	EF
Led		april-maj	juni-juli	augusti-november	december-mars			
2023	Lerjord Utan N	0,12 ^a	0,24 ^a	0,71 ^c	0,08 ^a	1,15 ^b	0,08	
	Axan	0,19 ^a	1,27 ^a	1,23 ^{bc}	0,06 ^a	2,75 ^{ab}	0,14	0,84%
	Axan + inh	0,16 ^a	2,44 ^a	2,11 ^{ab}	0,06 ^a	4,77 ^a	0,97	1,90%
	ASN + inh	0,17 ^a	1,64 ^a	2,44 ^a	0,07 ^a	4,32 ^a	0,70	1,67%
2023	Sandjord Utan N	0,22 ^a	0,50 ^{ab}	0,37 ^a	0,87 ^a	1,95 ^a	0,36	
	Axan	0,32 ^a	0,49 ^{ab}	0,38 ^a	0,74 ^a	1,93 ^a	0,12	0%
	Axan + inh	0,25 ^a	0,38 ^b	0,44 ^a	1,17 ^a	2,24 ^a	0,62	0,15%
	ASN + inh	0,36 ^a	0,79 ^a	0,51 ^a	1,02 ^a	2,67 ^a	0,38	0,38%
2024	Lerjord Utan N	0,02 ^a	0,14 ^b	0,03 ^a	0,05 ^a	0,24 ^b	0,07	
	Axan	0,25 ^a	0,37 ^a	0,06 ^a	0,10 ^a	0,78 ^a	0,16	0,28%
	Axan + inh	0,18 ^a	0,29 ^{ab}	0,06 ^a	0,04 ^a	0,57 ^{ab}	0,06	0,18%
	ASN + inh	0,12 ^a	0,32 ^{ab}	0,08 ^a	0,06 ^a	0,58 ^{ab}	0,02	0,18%
2024	Sandjord Utan N	0,11 ^a	0,36 ^a	0,16 ^a	0,05 ^a	0,67 ^a	0,10	
	Axan	0,14 ^a	0,38 ^a	0,16 ^a	0,02 ^a	0,70 ^a	0,05	0,01%
	Axan + inh	0,16 ^a	0,48 ^a	0,24 ^a	0,02 ^a	0,90 ^a	0,09	0,12%
	ASN + inh	0,15 ^a	0,43 ^a	0,20 ^a	0,03 ^a	0,81 ^a	0,09	0,07%

1,5%

0,2%

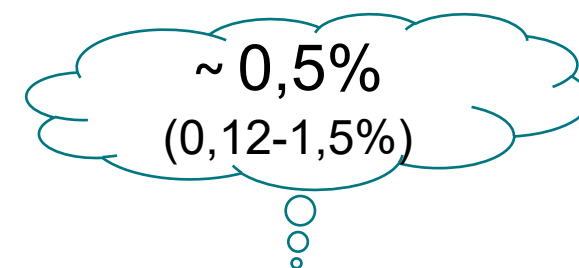
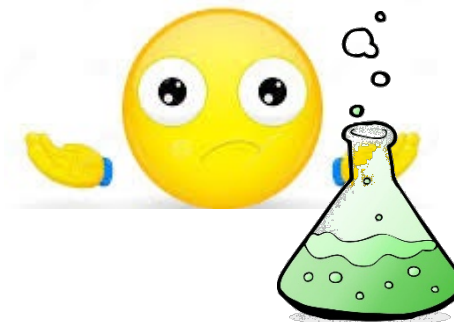
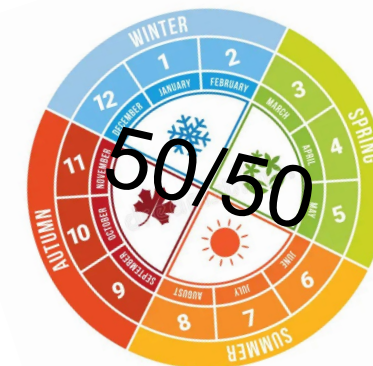
0,5%

0,2%

0,07%

Slutsatser

- Hälften av lustgasen avgick under odlingssäsongen (april-juli), varav det mesta avgick under sommaren och alltså inte i anslutning till gödsling.
- Varken skörd eller emissioner påverkades nämnvärt av nitrifikationshämmare.
- På lerjord var avgången för hela året högre med än utan gödselmedel, med en genomsnittlig emissionsfaktor på 1,5 % år 2023 med ovanligt blöta förhållanden på sensommaren, men endast 0,2 % år 2024 med mer normala markförhållanden.
- På sandjord fanns det inga signifikanta skillnader i avgång mellan behandlingarna och emissionsfaktorn var i genomsnitt endast 0,12 %.
- Bristande effekt av hämmare kan förklaras av att huvuddelen av lustgasutsläppen ägde rum under perioder av året då en nitrifikationshämmare inte förväntas göra någon skillnad. Kanske hade varit större om det varit varmare och blötare förhållanden på våren.





Tack för uppmärksamheten!



Knowledge grows

