

Studiedag zeolieten

19 mei 2025



aruba
NETWORKS

ILVO Wi-Fi

Gelieve het formulier te vervullen om toegang te krijgen tot het ILVO netwerk.

Voer uw volledige naam in.

Voer de naam van uw bedrijf in.

Voer uw e-mailadres in.
Dit wordt uw gebruikersnaam voor aanmelding bij het netwerk.

☐ Ik ga akkoord met de [gebruiksvoorwaarden](#)

[Registreren](#)

Reeds een account? [Aanmelden](#)

© Copyright 2020

WIFI

Netwerknnaam: IlvoGuests

Interreg
Vlaanderen-Nederland



Gefinancierd door
de Europese Unie

RAMBO

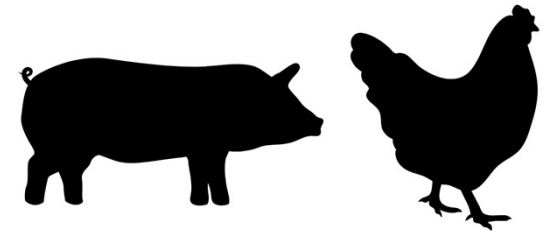


Programma

- 10u00: Wat is de **werking** van zeolieten – Poortershaven
- 10u30: Zeolieten onderzoek bij **pluimvee** – Proefbedrijf Pluimveehouderij
- 11u00: Zeolieten onderzoek bij **varkens** – ILVO
- 11u20: Zeolieten onderzoek bij **andere diersoorten** - ILVO
- 11u50: Zeolieten in de **industrie** – KU Leuven
- 12u30: Broodjeslunch

Arie Van der Stok - Poortershaven

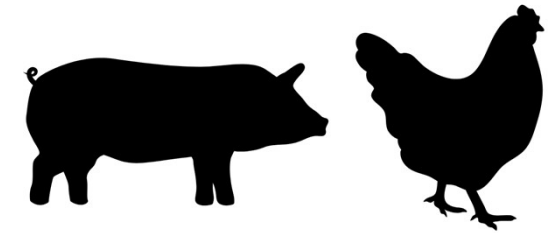
Wat is de werking van zeolieten?



Opening

- Wie is er bekend met Zeolieten?
- Kunt u aangeven wat Zeolieten zijn?





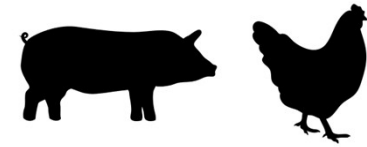
Wat zijn zeolieten

Ontstaan na vulkanische uitbarstingen waardoor het magma afkoelt in water

Dit resulteert in:

- Warm product dat snel afkoelt waardoor het gesteente poreus wordt (Tufsteen)





Schematische voorstelling structuur

- Groene selectie = Clinoptilolieten
- Blauwe selectie = Zeolieten in Actionine/Phil 75

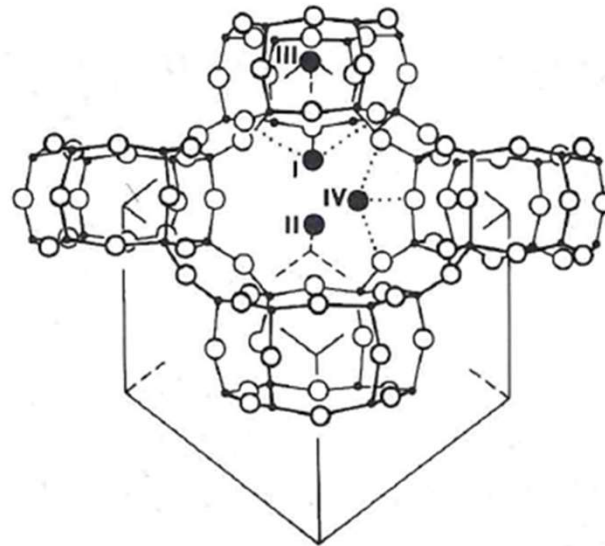
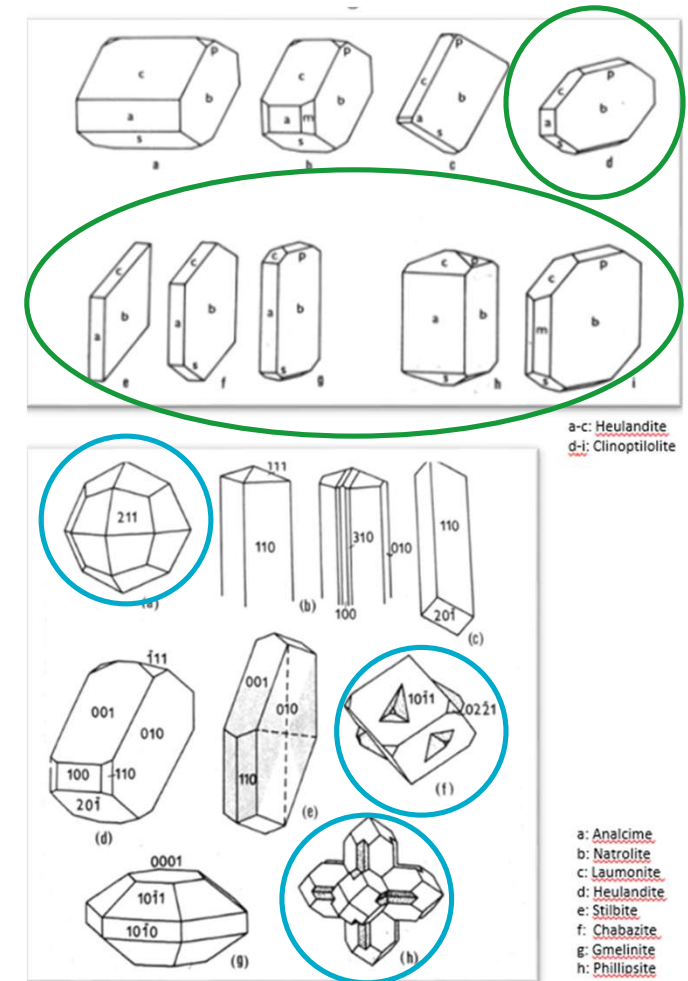


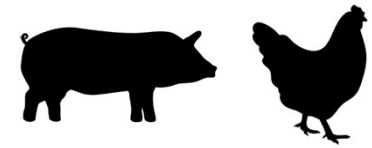
Fig. 1.39. Cation positions in the chabazite cavity (filled circles) using the Calligaris and Nardin [122] notation. Open circles represent oxygen atoms, small dots are tetrahedral cations.



a-c: Heulandite
d-i: Clinoptilolite

a: Analcime
b: Natrolite
c: Laumontite
d: Heulandite
e: Stilbite
f: Chabazite
g: Gmelinite
h: Phillipsite
i: Clinoptilolite





Schematische voorstelling structuur

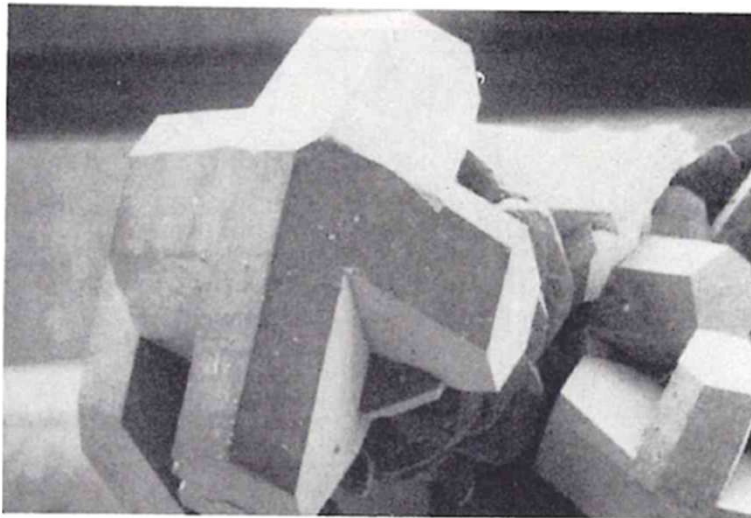


Fig. 1.37. Phillipsite (SEM, $\times 1000$).

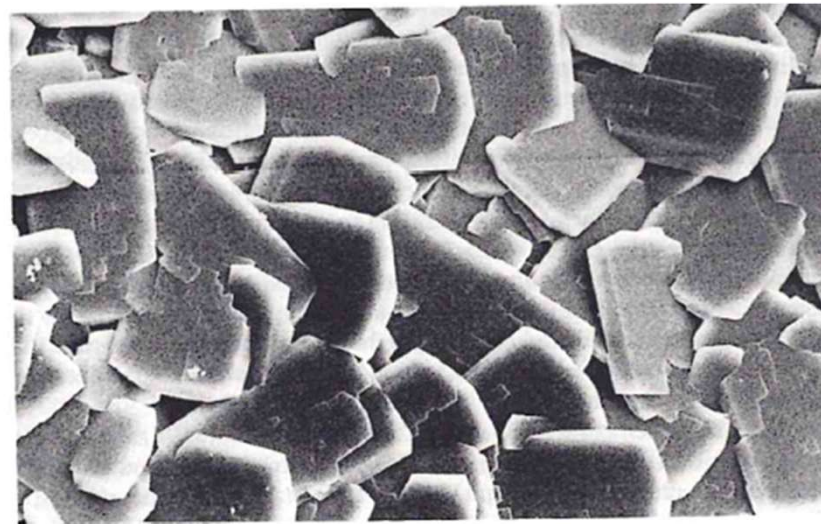
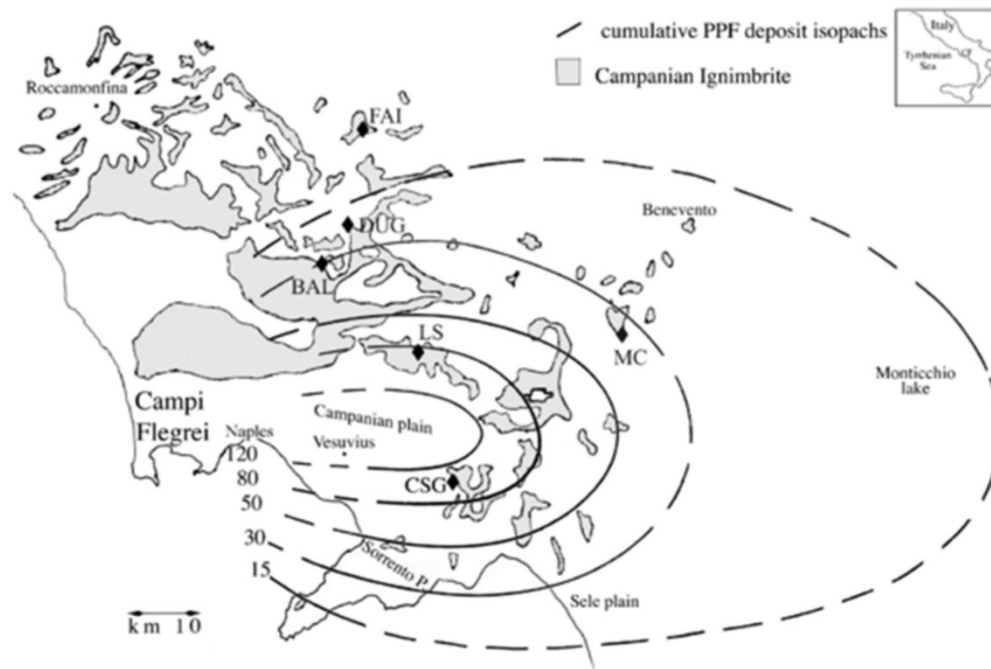


Fig. 1.30. Clinoptilolite from Hungry Valley, USA (SEM, $\times 2800$).





De steengroeven van Actionine/Phil 75 die momenteel in gebruik zijn in Napels en Caserta





Wat zijn Zeolieten

- A.d.h.v. de samenstelling van magma zijn er verschillende vormen Zeoliet (zie volgende dia's)
- Meest voorkomende vorm is Clinoptiloliet





Table 1.7—Some characteristic physical properties of the zeolites

Mineral	Density, g cm ⁻³	Mohs hardness	Cleavage	Habit	Optical properties
analcite	2.25	5–5.5	{100} poor	trapezohedral crystals	isotropic, $n = 1.479$ – 1.493 or bi- refractive ~ 0.001 (–), $2V$ small
wairakite	2.27	5.5–6	uncertain	trapezohedral crystals	biaxial (–), $\alpha = 1.398$, $\gamma = 1.502$, $2V = 70$ – 105°
viscite	2.2	2–4	uncertain	wart-like masses	isotropic, $n = 1.530$
laumontite	2.3	3.5–4	{010}, {110} perfect {100} imperfect {011} imperfect	prismatic	biaxial (–), $\alpha = 1.505$, $\beta = 1.513$, $\gamma = 1.517$, $2V = 26$ – 46° , $\gamma_c \sim 30^\circ$
yugawaralite	2.2	5	{011} imperfect	tabular {010}	biaxial (–), $\alpha = 1.492$, $\beta = 1.498$, $\gamma = 1.502$, $2V = 70^\circ$
brewsterite	2.4	4–4.5	{010} perfect	prismatic to tabular	biaxial (+), $\alpha = 1.510$, $\beta = 1.512$, $\gamma = 1.523$, $2V \sim 50^\circ$
goosecreekite	2.2	4.5	{010} perfect	imperfect crystals and aggregates	biaxial (–), $\alpha = 1.495$, $\beta = 1.498$, $\gamma = 1.502$, $2V = 82^\circ$, $\gamma_c = 46^\circ$
natrolite	2.25	5	{110} perfect	prismatic to acicular, radiating aggregates	biaxial (+), $\alpha = 1.479$, $\beta = 1.481$, $\gamma = 1.491$, $2V = 61^\circ$
tetranatrolite	2.28	5	{110} perfect	prismatic	unaxial, $v = 1.480$, $\epsilon = 1.495$
mesolite	2.26	5	{110} perfect	prismatic to acicular, radiating aggregates	biaxial (+), $\alpha = 1.505$, $\beta = 1.506$, $\gamma = 1.507$, $2V = 84^\circ$
scolecite	2.26	5	{110} perfect	prismatic, radiating aggregates	biaxial (–), $\alpha = 1.512$, $\beta = 1.519$, $\gamma = 1.520$, $2V = 35^\circ$, $\alpha_c = 16^\circ$
gonardite	2.27	5		prismatic to acicular, fibrous aggregates	biaxial (–), $\alpha = 1.497$ – 1.506 , $\gamma = 1.499$ – 1.508 , $2V < 50^\circ$
thomsonite	2.35	5	{100} perfect	prismatic to lamellar rosettes	biaxial (+), $\alpha = 1.510$ – 1.530 , $\beta = 1.512$ – 1.532 , $\gamma = 1.518$ – 1.544 , $2V = 50$ – 75°
edingtonite	2.75	4	{010} good {110} perfect	prismatic	biaxial (–), $\alpha = 1.540$, $\beta = 1.550$, $\gamma = 1.557$, $2V \sim 55^\circ$
mordenite	2.15			radiating fibrous or felted aggregates	biaxial (–) or (+), $\alpha = 1.472$, $\beta = 1.474$, $\gamma = 1.477$, $2V$ large, elongation (–)
dachiardite	2.16	4–4.5	{100} and {001} perfect	fibrous; cyclic twins on {110}	biaxial (+) or (–), $\alpha = 1.471$ – 1.494 , $\beta = 1.481$ – 1.496 , $\gamma = 1.485$ – 1.499
epistilbite	2.2	4	{010} perfect	prismatic, {100} twins	biaxial (–), $\alpha = 1.500$ – 1.505 , $\beta = 1.510$ – 1.515 , $\gamma = 1.512$ – 1.519 , $2V$ large
ferrierite	2.14	3.5	{100} perfect	radiating aggregates of [001]-elongated lamellae	biaxial (+), $\alpha = 1.473$ – 1.488 , $\beta = 1.474$ – 1.498 , $\gamma = 1.477$ – 1.491 , $2V \sim 50^\circ$
bikitaite	2.3	6	{001} good	prismatic b- elongation	biaxial (–), $\alpha = 1.510$, $\beta = 1.521$, $\gamma = 1.523$, $2V = 45^\circ$, $\alpha_c \sim 28^\circ$
heulandite	2.20	3.5–4	{010} perfect	tabular to equant	biaxial (+), $\alpha = 1.496$ – 1.507 , $\beta = 1.498$ – 1.509 , $\gamma = 1.504$ – 1.516 , $\gamma \rightarrow b$, $2V = 35$ – 70° , $\alpha_c = 15$ – 20°



clinoptilolite	2.16	3.5-4	(010) perfect	tabular, radiating aggregates	biaxial (+), $\alpha = 1.476$, $\beta = 1.479$, $\gamma = 1.481$, $\beta \rightarrow b$, Δc small
stilbite	2.16	3.5-4	(010) perfect	tabular, bundle-like aggregates	biaxial (-), $\alpha = 1.498$, $\beta = 1.498$, $\gamma = 1.501$, $2V \sim 40^\circ$
stellerite	2.16	3.5-4	(010) perfect	tabular rosettes	biaxial (-), $\alpha = 1.494$, $\beta = 1.494$, $\gamma = 1.496$, $2V \sim 45^\circ$
barrerite	2.13	3.5-4	(010) perfect	tabular	biaxial (-), $\alpha = 1.479$, $\beta = 1.485$, $\gamma = 1.489$, $2V \sim 78^\circ$
phillipsite	2.21-2.24	4-4.5	(010), (100) perfect	prismatic, pseudo-orthorhombic; mimetic pseudotetragonal or cubic twins	biaxial (+), $\alpha = 1.476-1.490$, $\beta = 1.484-1.195$, $\gamma = 1.486-1.500$, $2V = 60-80^\circ$, $\alpha \rightarrow b$, $c \hat{=} 0-30^\circ$
harmotome	2.35	4.5	(010), (100) perfect	radiating aggregates	biaxial (+), $\alpha = 1.506$, $\gamma = 1.509$, $\gamma = 1.514$, $2V = 80^\circ$, $\gamma \rightarrow b$, $a \hat{=} 24^\circ$
merlinoite	2.14			pseudotetragonal, prismatic	biaxial (+), $n \approx 1.494$
gismondine	2.25	4.5	{232} easy	pseudooctahedral	biaxial (-)
garronite	2.16		Two cleavages at 90°	compact radiating aggregates	unaxial (+), $\omega = 1.504$, $\varepsilon = 1.506$, or (-) $\omega = 1.512$, $\varepsilon = 1.510$
gobbsinite	2.15			fibrous	unaxial (-), $\omega = 1.494$, $\varepsilon = 1.489$
amicite	2.06	4.5		pseudotetragonal, bipyramidal	biaxial (-), $\alpha = 1.485$, $\beta = 1.490$, $\gamma = 1.494$, $2V = 82^\circ$
mazzite	2.11	4(?)		prismatic to needle-like	unaxial (-), $\omega = 1.506$, $\varepsilon = 1.499$
paulingite	2.21	5		rhombic dodecahedral	isotropic $n \approx 1.48$
erionite	1.9-2.1	4		prismatic or fibrous	unaxial (+), $\omega = 1.458-1.478$, $\varepsilon = 1.462-1.480$
offretite	2.13	4(?)		prismatic or barrel-shaped	unaxial (-), $\omega = 1.489$, $\varepsilon = 1.486$
levyne	2.14	4-4.5	{10T1}	tabular; sheaf-like aggregates	unaxial (-) or (+), $\omega = 1.489-1.510$, $\varepsilon = 1.487-1.502$
chabazite	2.05-2.10	4.5	{10T1} good	pseudocubic, tabular or bipyramidal	unaxial (-), ω , $\varepsilon = 1.46-1.52$ (1.46 for sedimentary), often biaxial
willhendersonite	2.18		(100), (010), (001) perfect	lamellar {001}	biaxial (+), $\alpha = 1.505$, $\beta = 1.511$, $\gamma = 1.517$, $2V = 87^\circ$
gmelinite	2.0-2.1	4.5	{10T1}, (0001)	tabular or bipyramidal	unaxial (+), $\omega = 1.476-1.494$, $\varepsilon = 1.474-1.480$, sometimes biaxial
faujasite	1.93	5	{111} perfect	octahedral	isotropic, $n \approx 1.47$
partheite	2.24	4	(100), {110}, (010)	radiating, fibrous aggregates	biaxial (+), $\alpha = 1.547$, $\beta = 1.549$, $\gamma = 1.559$, $2V = 48^\circ$
cowlesite	2.14	<4(?)	(010) perfect	lamellar, radiating aggregates	biaxial (-), $\alpha = 1.512$, $\beta = 1.515$, $\gamma = 1.517$, $2V = 44-53^\circ$
perlialite	2.14	4-5		fibrous or opal-like	unaxial (+), $\omega = 1.483$, $\varepsilon = 1.488$



Schematische uitwisseling met ammonium

- Het uitwisselingsproces dat optreedt wanneer een zeoliet die het kation B^{Y+} bevat in contact komt met de oplossing die het kation A^{X+} bevat, kan als volgt worden geschematiseerd:

Die in het geval van eenwaardige ionen zal zijn:



Als substitutie plaatsvindt tussen ionen met verschillende ladingen:





Uitwisseling van ionen

Method	Zeolite Actionine	Zeolite Clinoptilolite
Binding Capacity of NH_4^+ (average of 2 measurements)*	213.1 meq/100g	132.9 meq/100g
"revised Kitsopoulos method"*	229 meq/100g of which Ca: 123meq/100g K: 85meq/100g Na: 17meq/100g Mg: 4meq/100g	121 meq/100g of which Ca: 70meq/100g K: 32meq/100g Na: 3meq/100g Mg: 15meq/100g

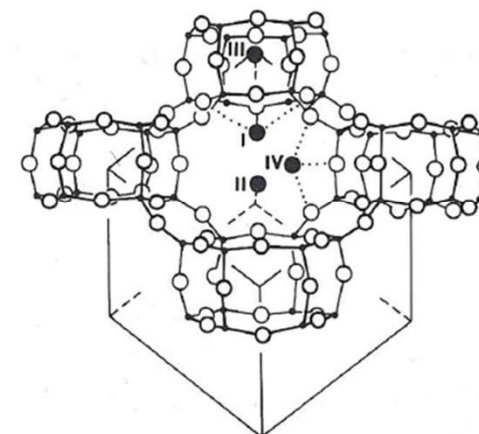
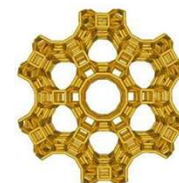


Fig. 1.39. Cation positions in the chabazite cavity (filled circles) using the Calligaris and Nardin [122] notation. Open circles represent oxygen atoms, small dots are tetrahedral cations.



Samenstelling

Actionine/Phil75

	UNIT	TYPISCHE WAARDEN
SiO ₂	%	53
Al ₂ O ₃	%	15,79
⇒ K ₂ O	%	6,88
Fe ₂ O ₃	%	4
⇒ CaO	%	3,74
⇒ Na ₂ O	%	1,50
⇒ MgO	%	1,37
MnO	%	0,15
P ₂ O ₅	%	0,10
LOI	%	13,1

Clinoptiloliet

	UNIT	TYPISCHE WAARDEN
SiO ₂	%	71,56
Al ₂ O ₃	%	12,99
⇒ CaO	%	3,42
⇒ K ₂ O	%	2,83
Fe ₂ O ₃	%	1,48
⇒ MgO	%	0,96
TiO ₂	%	0,20
⇒ Na ₂ O	%	0,68
SO ₃	%	0,04
P ₂ O ₅	%	0,10
MnO	%	0,02
H ₂ O	%	5,51

De **chemische samenstelling** is die van een silicaatgesteente waarin de oxiden van uitwisselbare kationen (Na, K, Ca, Mg) ongeveer 12% van het totaal uitmaken (**Zeoliet**)

Actionine/Phil 75: 13,49 %

Clinoptiloliet: 7,89%



Preferentie voor verschillende elementen

- **Actionine/Phil 75**



Gemiddelde ammonium binding Phillipsite: 2,64 meq/g

- **Clinoptiloliet**

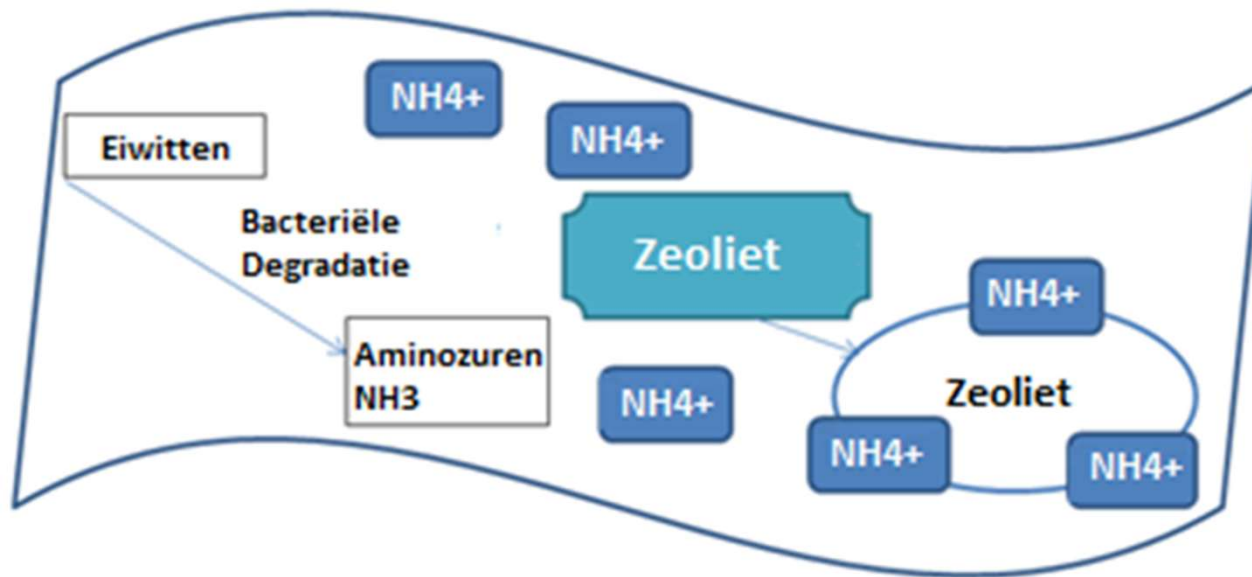


Gemiddelde ammonium binding Clinoptilolite: 1,14 meq/g





Hoe werkt Zeoliet in de maag van het dier?





Vraag

Welke invloed denken jullie dat Zeolieten hebben op de mestconsistentie?

- A. Geen invloed
- B. Dunnere mest
- C. Vastere mest





Belangrijkste verschillen tussen Zeoliet, Sepioliet en Bentoniet

PROPERTIES	ZEOLITES	SEPIOLITE	BENTONITE
Cation Exchange Capacity	200-1000	15-20	90
Specific surface	40-150	350	2200
Rheological Properties (flow of fluids)	+	+++	+++
Adsorption (binding / surface tension)	+	+++	++++ (mycotoxines)
Absorption (taking up)	+++	+	++
Ammonia Retention	++++	++	++





Hoe werkt Zeoliet in het dier?

- ✓ Betere diergezondheid en vruchtbaarheid
- ✓ Verminderde mycotoxinedruk
- ✓ Stabilisatie pH en kation-anion balans in de maag
- ✓ Werkt positief op het karkas van het dier
- ✓ Hogere verteringsefficiëntie waardoor minder last van diarree/natte mest
- ✓ Verbeterd klimaat van de stal (geur)





Diervoederwetgeving

- 1g568 = Technologisch toevoegingsmiddel

Categorie: technologische toevoegingsmiddelen. Functionele groep: bindmiddelen									
1g568	—	Clinoptiloliet van sedimentaire oorsprong	<i>Samenstelling van het toevoegingsmiddel</i> Clinoptiloliet van sedimentaire oorsprong ≥ 80 % (poedervorm) <i>Karakterisering van de werkzame stof</i> Clinoptiloliet (gehydrateerd sodium-calciumaluminosilicaat) van sedimentaire oorsprong ≥ 80 % en kleimineralen ≤ 20 % (zonder vezels of kwarts). CAS-nummer: 12173-10-3 <i>Analysemethode ⁽¹⁾</i> Voor de determinering van clinoptiloliet van sedimentaire oorsprong in toevoegingsmiddelen voor diervoeding: röntgendiffractie (XRD).	Alle diersoorten	—	—	10 000	1. Voor de veiligheid: er wordt aanbevolen om tijdens de hantering gebruik te maken van ademhalings- en oogbescherming en handschoenen. 2. De totale hoeveelheid clinoptiloliet van sedimentaire oorsprong van alle bronnen mag niet meer bedragen dan 10 000 mg.	30 juli 2023





Diervoederwetgeving

- E566 = Technologisch toevoegingsmiddel

E 566	Natrolite-phonolite	Natural mixture of aluminium silicates, alkalines and alkaline-earth and aluminium hydrosilicates, natrolite (43 to 46,5 %) and feldspar	All species or categories of animals	—	—	25 000	All feedingstuffs	Without a time limit
-------	---------------------	--	--------------------------------------	---	---	--------	-------------------	----------------------

Toevoegingsmiddelen zijn in diervoeder toegestaan:

- gemengd in volledig diervoeder
- verwerkt in een aanvullend diervoeder
- bij eindgebruikers die een mengvergunning hebben





Bedankt voor uw aandacht!



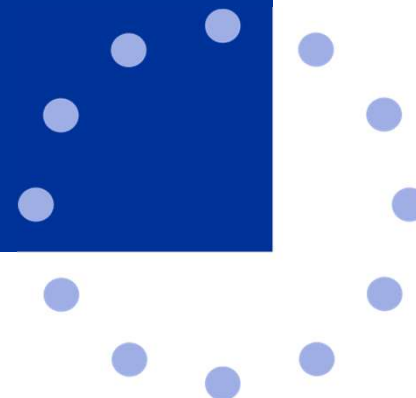
Interreg
Vlaanderen-Nederland



Gefinancierd door
de Europese Unie

RAMBO

Vragen?



Interreg
Vlaanderen-Nederland



Gefinancierd door
de Europese Unie

RAMBO



Tom Van Hertem –
Proefbedrijf Pluimveehouderij

Zeolieten onderzoek pluimvee

Interreg
Vlaanderen-Nederland



Gefinancierd door
de Europese Unie

RAMBO

Proefbedrijf Pluimveehouderij

Provincie Antwerpen, Geel, België



Leghennenstal

Vleeskipstal
ABCD

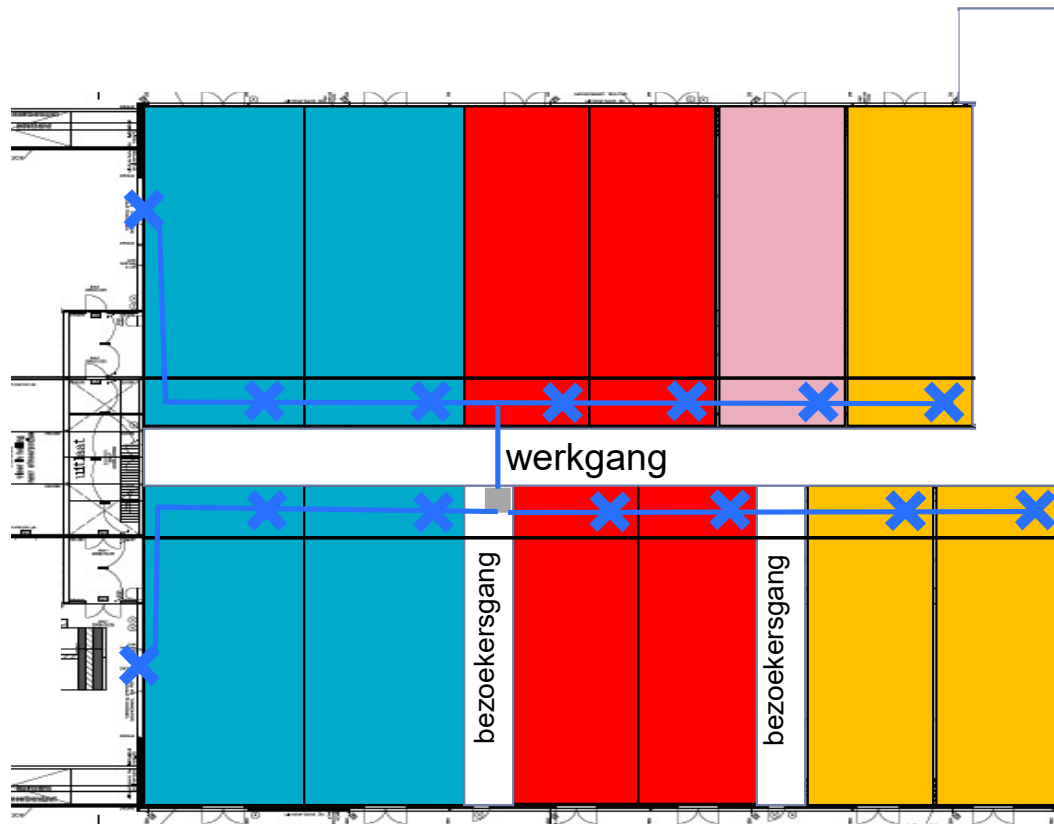
Vleeskip
stal E

Praktijkonderzoek

- in semi-praktijkomstandigheden
 - 30.000 leghennen in 12 afdelingen
 - 42.000 vleeskuikens in 12 afdelingen (4 in stal ABCD / 8 in stal E)
- 3 verschillende meetopstellingen voor emissiemetingen

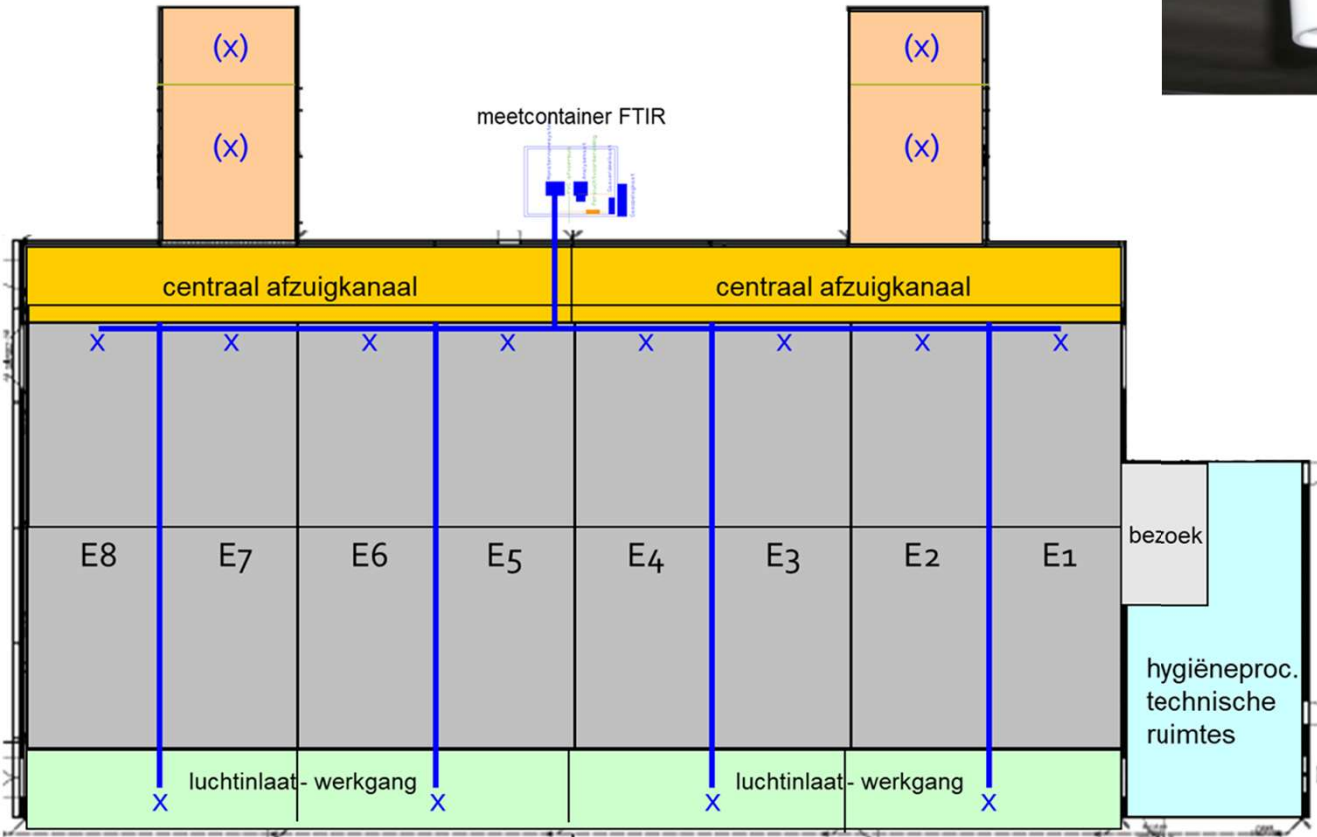
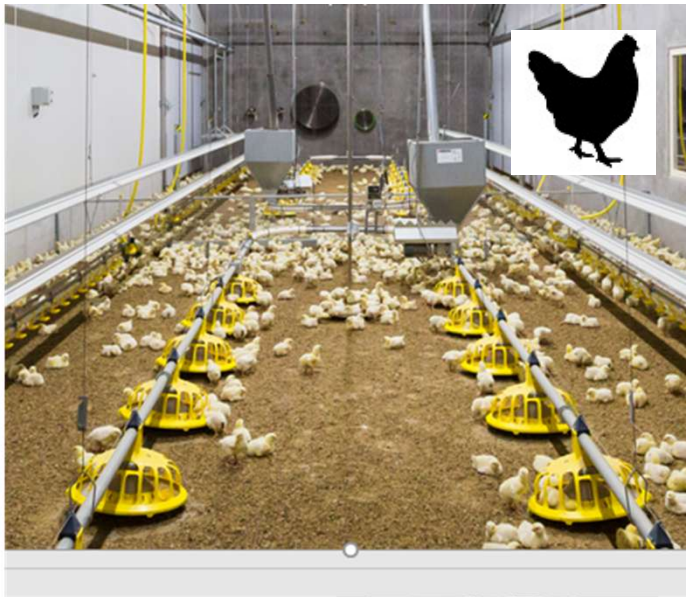


Meetopstelling Legkipstal – Axetris LGD Compact-A NH₃/H₂O gas analyser



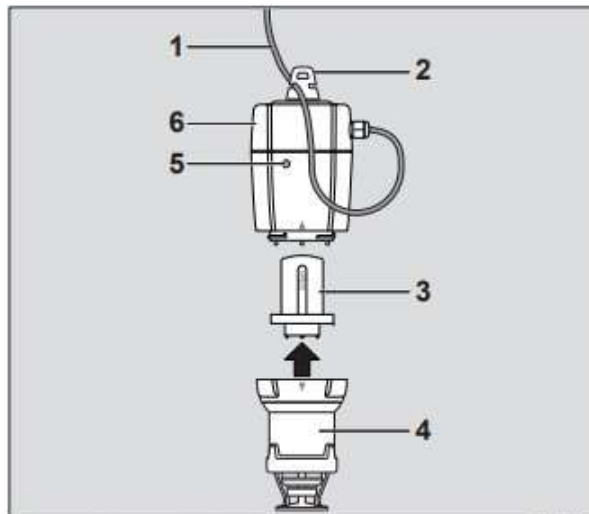


Meetopstelling vleeskip stal E - Gasmeter CX4000 FTIR analyser

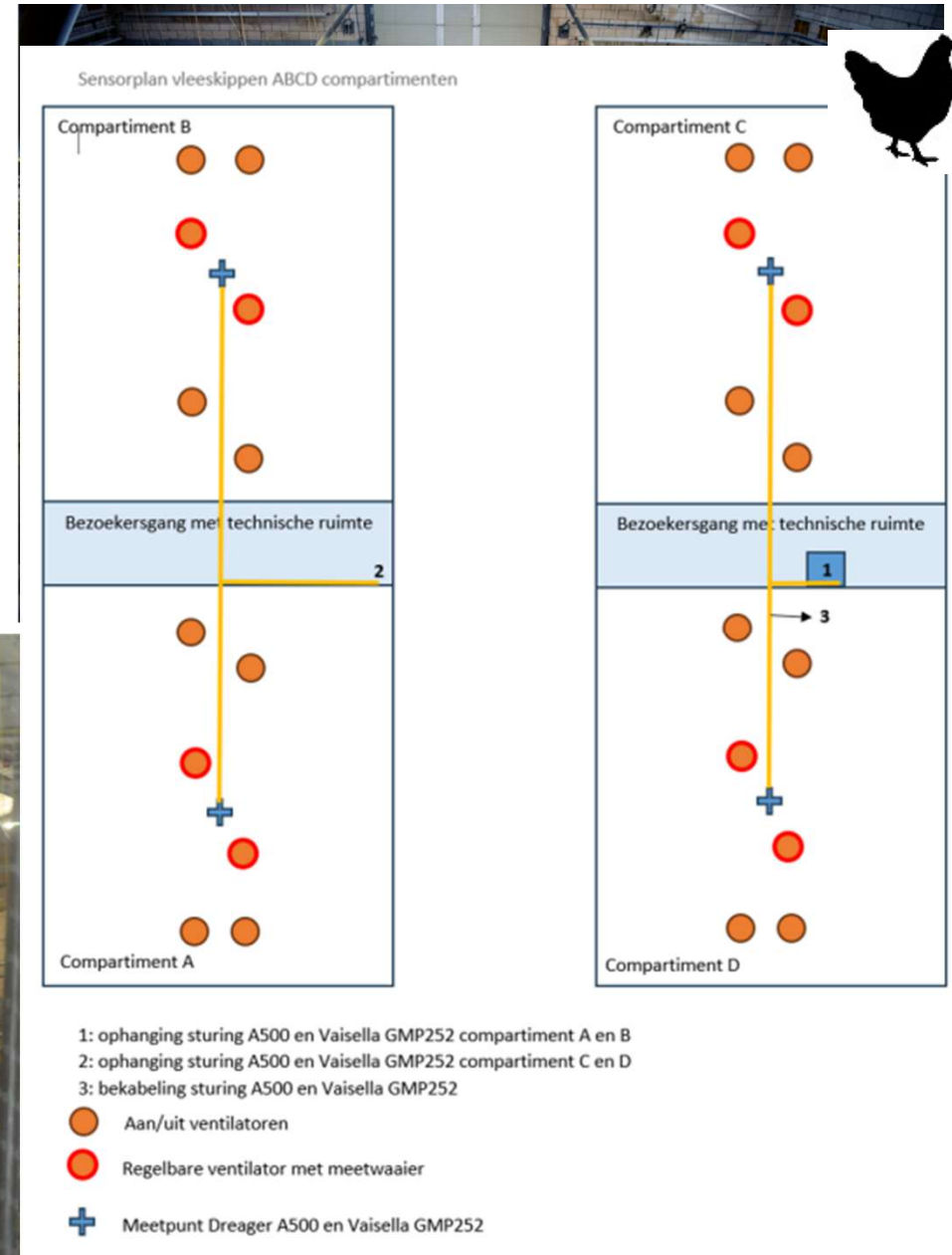


Meetopstelling – vleeskuikenstal ABCD

- Emissiemeting met aparte sensoren (low-cost) per afdeling



- 5-draads-aansluitkabel
- Bevestigingssoogje
- Sensor
- Convectiekap
- LED groen/geel
- Meetkop Polytron A500 behuizing



Bepaling ventilatiedebiet



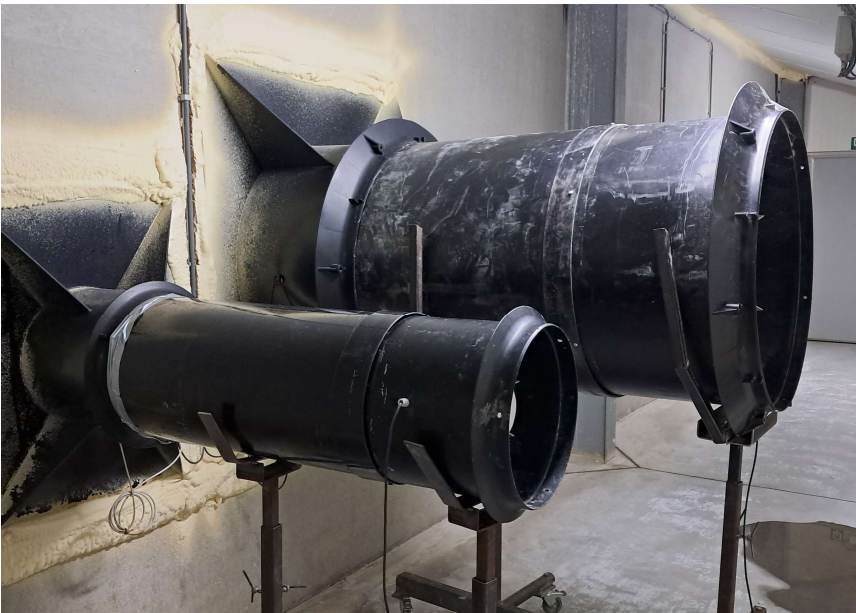
1. Meetwaaier

Meetwaaier in ventilatiekoker

Debiet [m³] = a + b * toerental [rpm]

Uitgebreide kalibratie (ILVO)

- Laminaire luchtstroming door opzet-ventilatiekoker met vrije meetwaaier



2. CO₂ massabalans

$$V = \frac{PCO_2}{[CO_2]_{stal} - [CO_2]_{buiten}}$$

- Gemeten CO₂ concentratie binnen en buiten de stal
- Schatting van de CO₂ productie door de dieren dmv rekenmodel (°CIGR)
 - warmteproductie ~ gewicht, voereigenschappen, productie eieren/vlees

Tabel 1 Rekenregels die volgens de CIGR-methodiek de CO₂ productie op stalniveau berekent (Van Ouwerkerk, 1999; CIGR, 2002; Pedersen e.a., 2008)

Diercategorie		
Vleeskuikens	$PCO_2 = 0,18 * 10,62 * m^{0,75}$	$m < 0,5 \text{ kg}$
	$PCO_2 = 0,185 * 10,62 * m^{0,75}$	$m > 0,5 \text{ kg}$
Leghennen	$PCO_2 = 0,18 * (6,8 * m^{0,75} + 25 * Y_2)$	

Opmerkingen:

- Verouderd rekenmodel
- CO₂ productie van strooisel/stalomgeving?
- Nauwkeurige registratie meerdere inputs vereist

WP4 Demonstraties - maatregelen Pluimvee



Verrijkte kooien



Volière (type 1)

HUISVESTING



Veranda Code2+



Volière (type 2)



MESTBAND AFDRAAIEN



STROOISEL VERWIJDEREN



RAS



ZEOLIETEN



Actionine



Clinoptiloliet

STROOISELMATERIALEN



AANZUREN STROOISEL



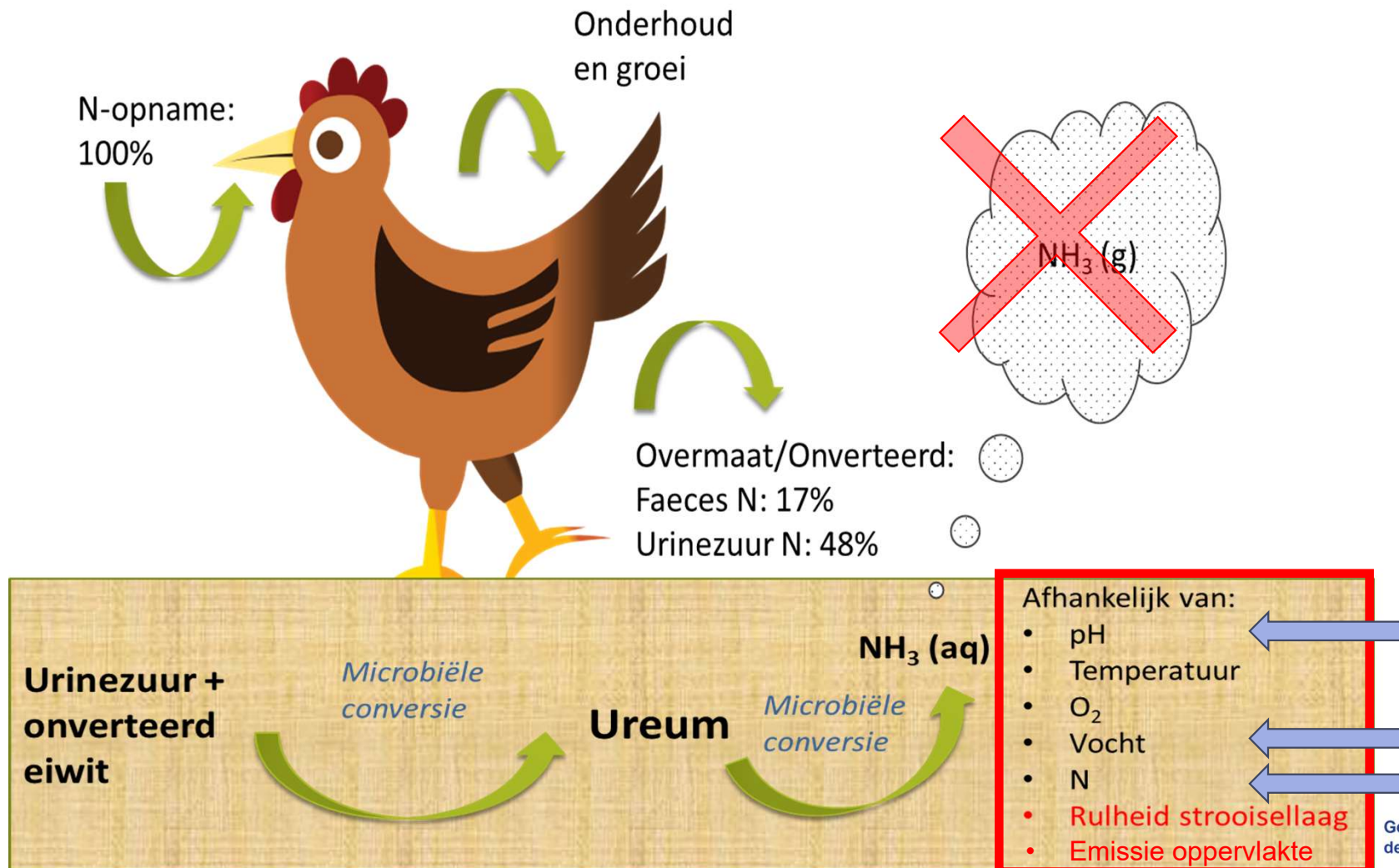
VOERSAMENSTELLING



Gefinancierd door
de Europese Unie

RAMBO

Maatregelen en technieken voor pluimvee





Proefopzet leghennen

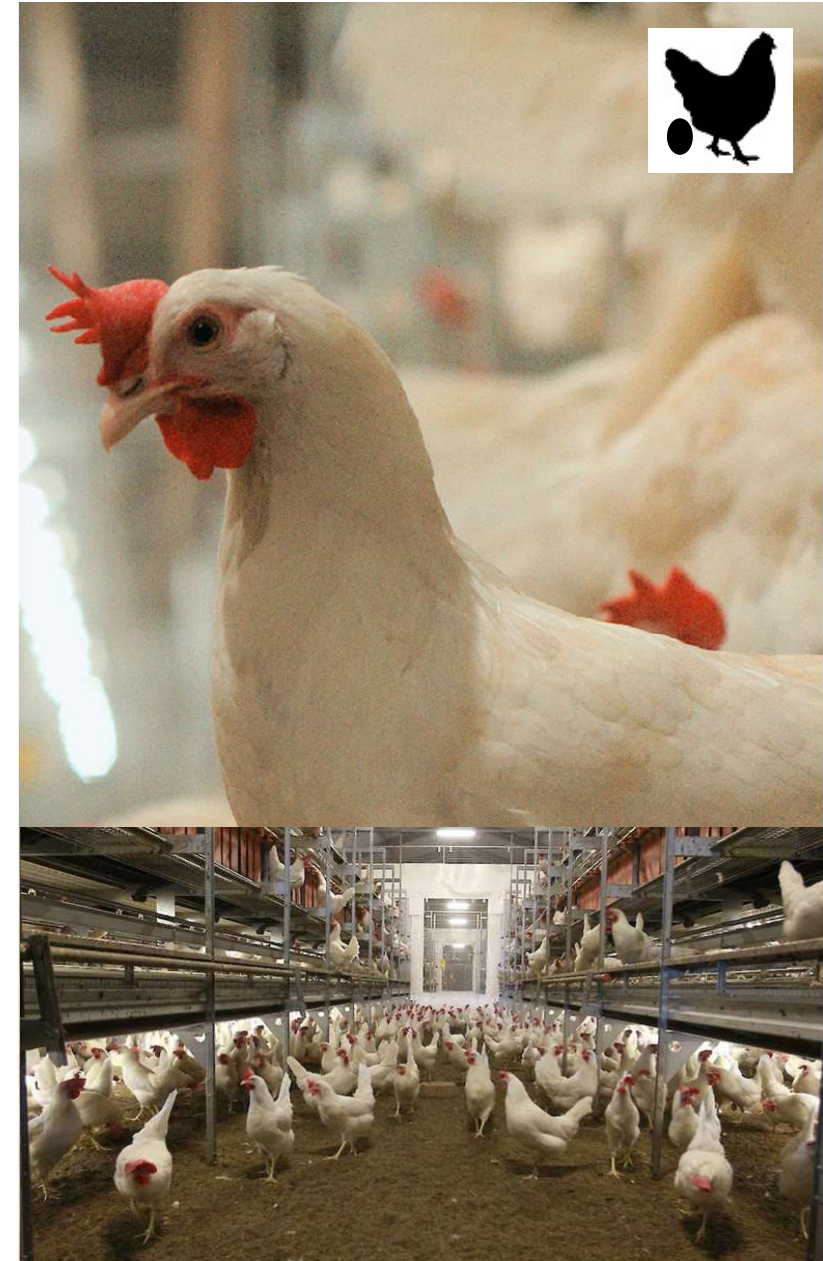
Volière huisvesting

5/6-weken cyclus mest uitrijden

Mestband afdraaien: dinsdag en vrijdag

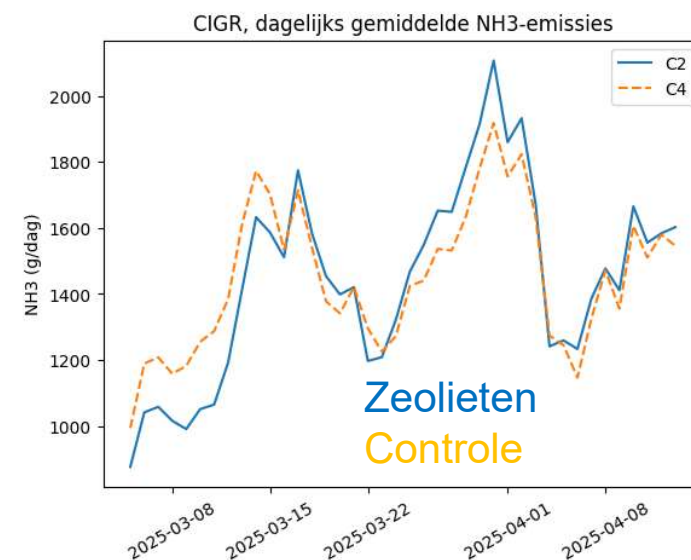
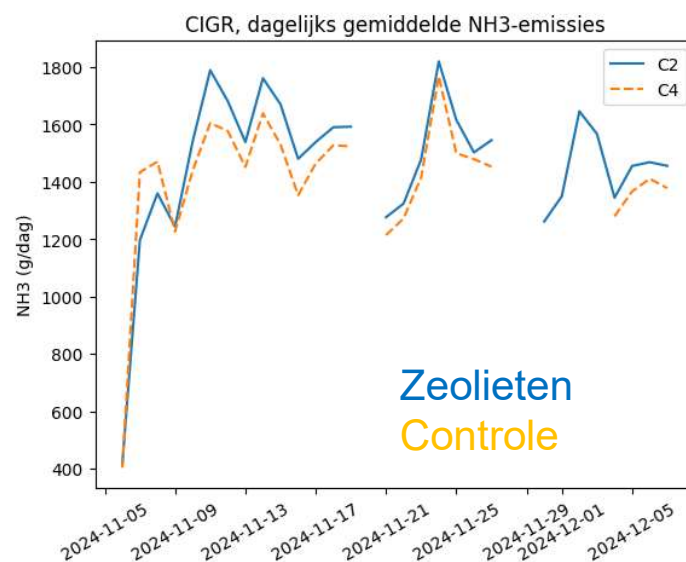
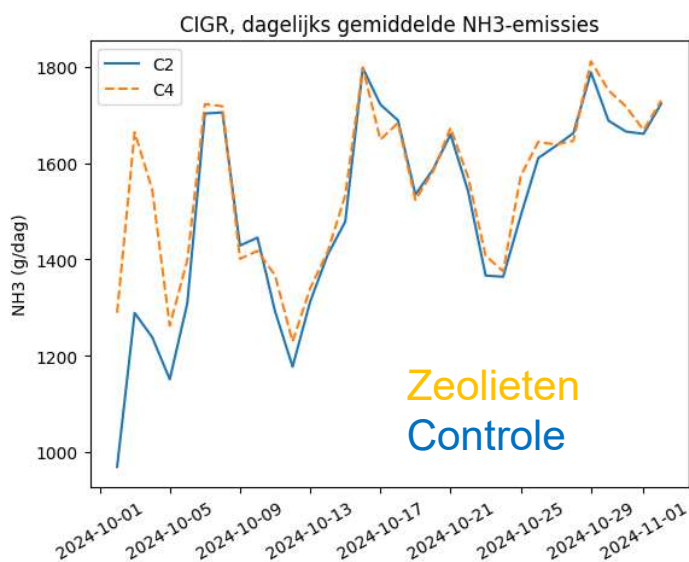
PROEFOPZET

- Na mest uitrijden → 100 g/m² zeolieten
- Voor mestband afdraaien → 40 g/m² zeolieten
- 3 herhalingen
 - 30 sep
 - 4 nov
 - 3 maart



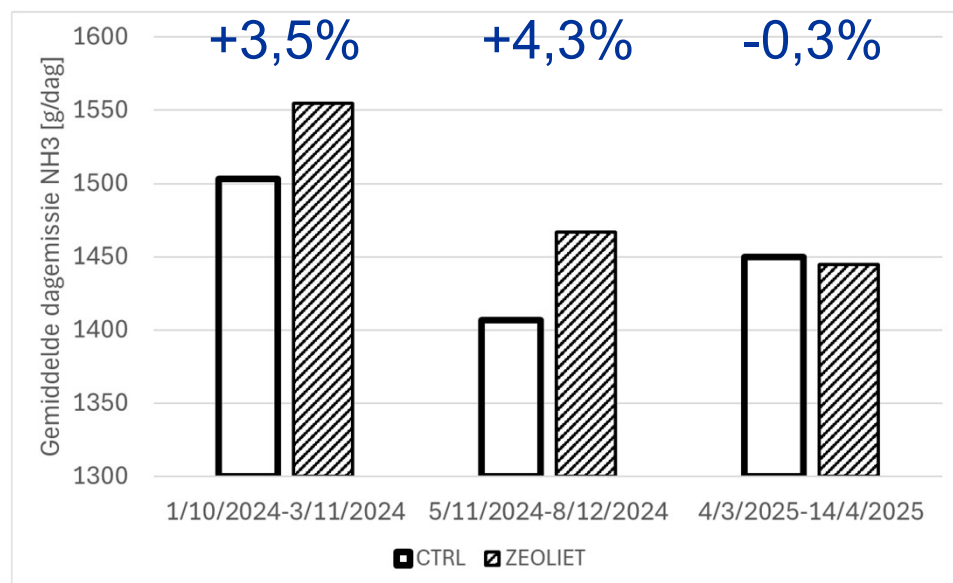


Dagelijks gemiddelde ammoniak emissie bij instrooien volière stallen

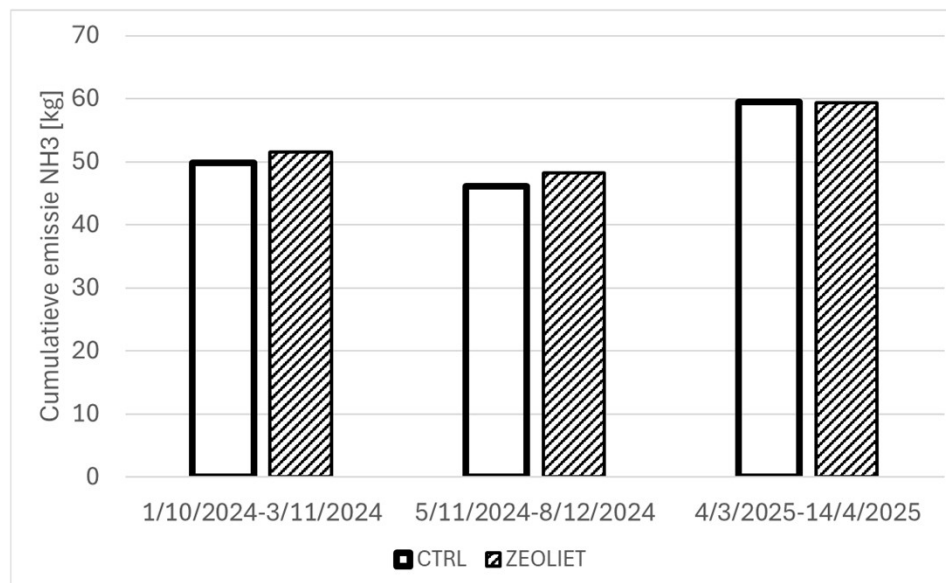




Daggemiddelde NH₃-emissie [g/dag]



Cumulatieve NH₃-emissie [kg]





Proefopzet vleeskuikens

VOEDER-ADDITIEF

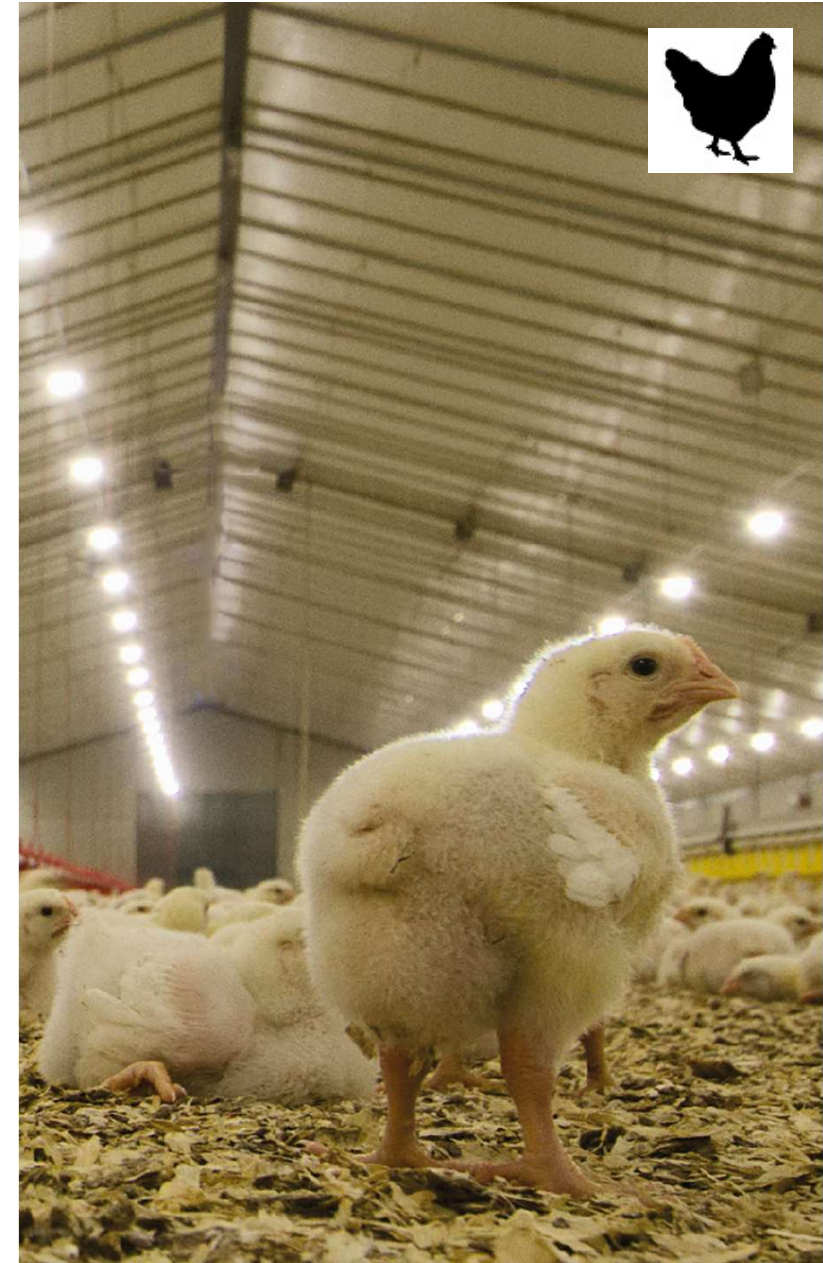
- toevoeging van zeoliet in het voeder (2 rondes)
doserings 2% vanaf groeivoeder (d10)
- toevoeging van leonardiet in het voeder (1 ronde)
doserings 0,5% vanaf groeivoeder (d10)

STROOISEL ADDITIEF

zeoliet over het strooisel uitstrooien

- verspreid over de ronde op 5-6 momenten kleine hoeveelheid: 100 – 180 g/m² (2 rondes)
- 1x per ronde (ca. d8) een grotere hoeveelheid: 800 g/m² (2 rondes)

strooisel: stropulver 1,5 kg/m²

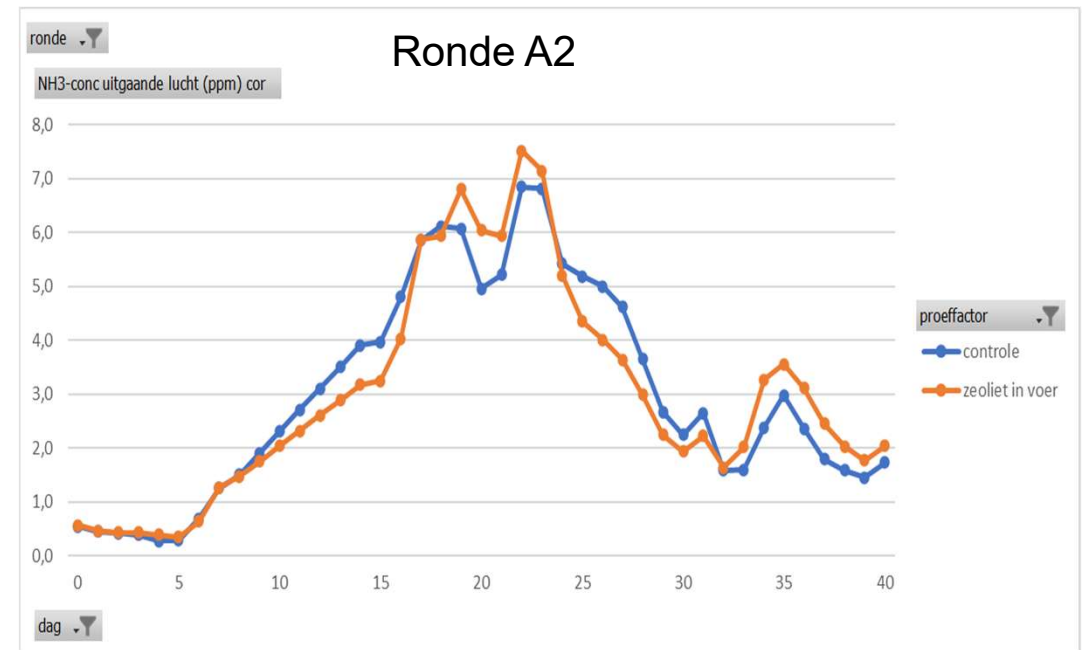
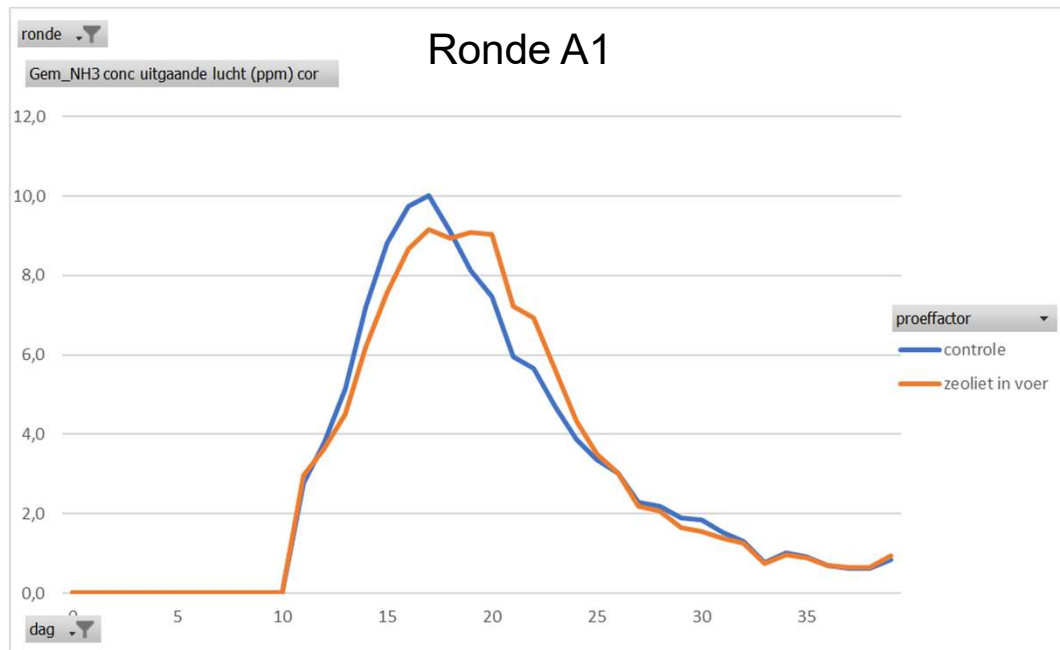




A. Effect van toevoeging zeoliet in het voeder

(2% actionine ter vervanging van tarwe) (ca. 75 g/dier – 1,5 kg/m²)

NH₃ concentratie (ppm)

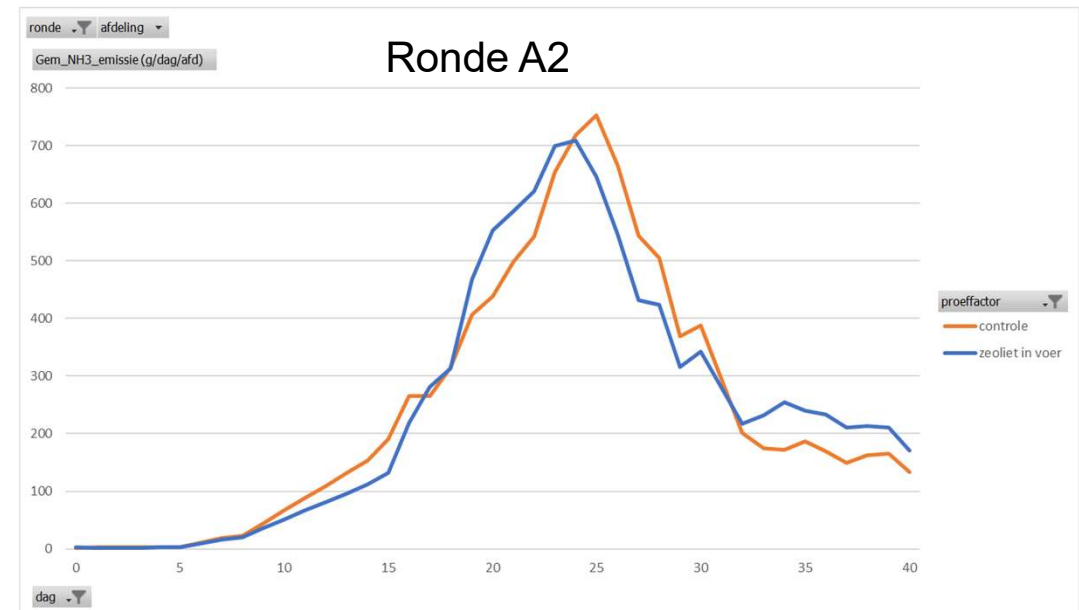
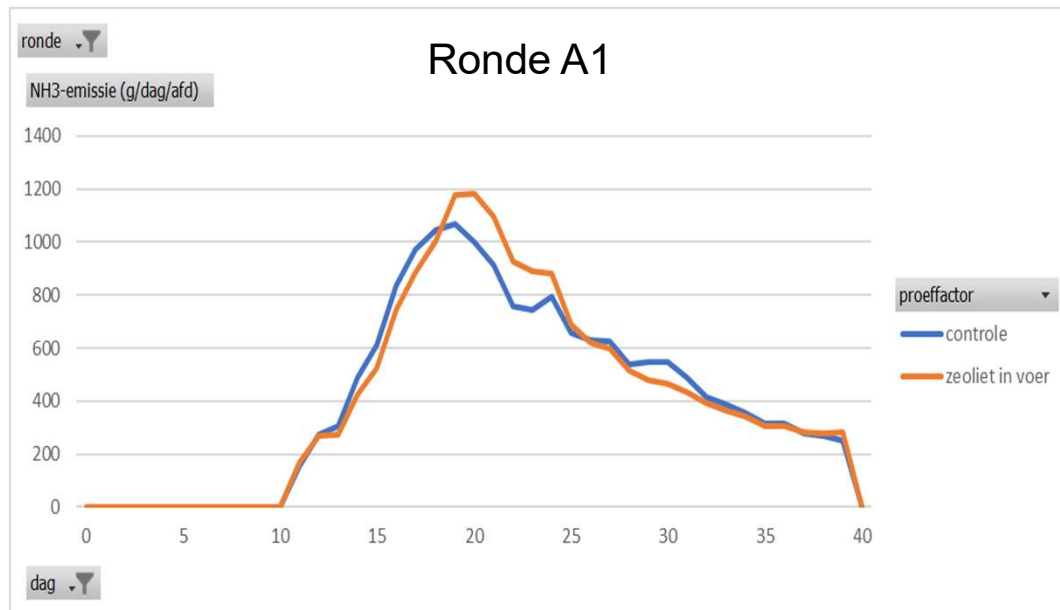




A. Effect van toevoeging zeoliet in het voeder

(2% actionine ter vervanging van tarwe)

Dagelijkse NH₃ emissie (g/dag/afdeling)

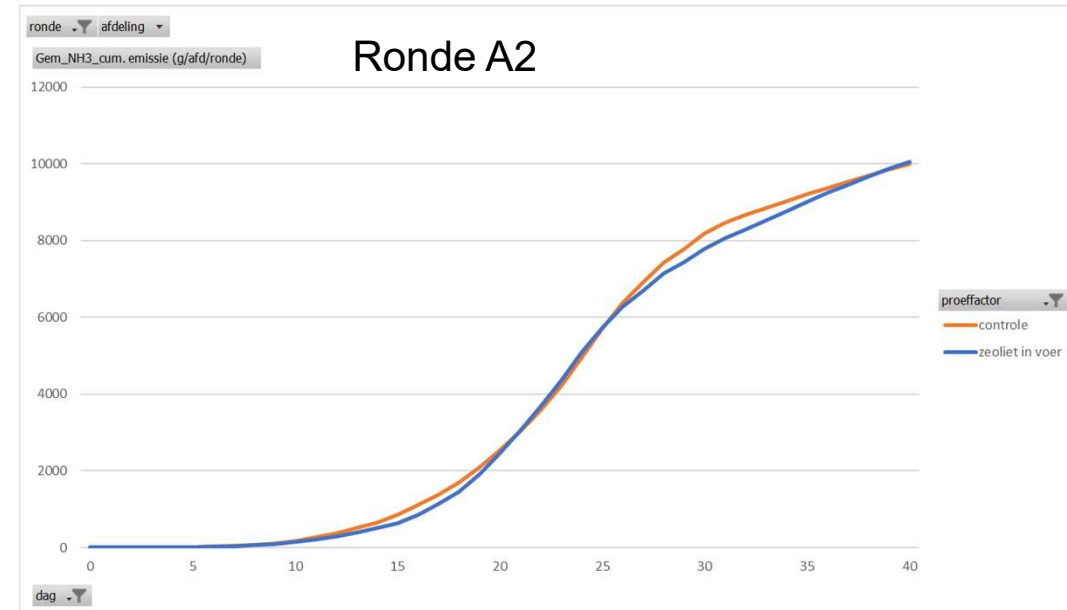
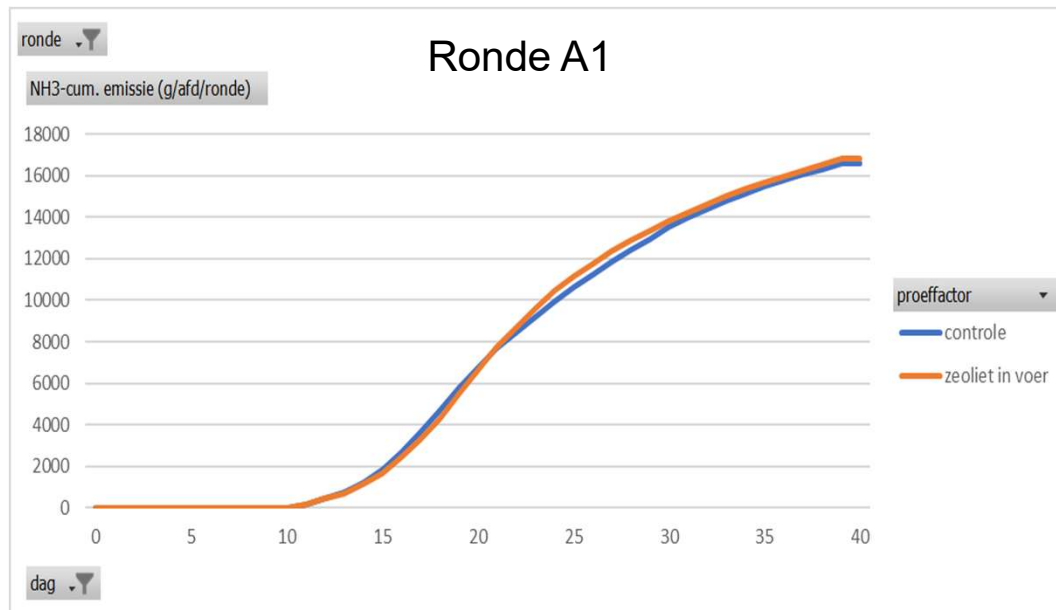




A. Effect van toevoeging zeoliet in het voeder

(2% actionine ter vervanging van tarwe)

NH₃ emissie cumulatief ronde (g/afdeling)



→ geen verschil in NH₃-emissie



B. Effect van zeoliet uitstrooien over de strooisellaag

(strooisel: stropulver 1,5 kg/m²)

Proefopzet ronde B1

- controle
- zeoliet uitstrooien over de strooisellaag
(6x / om de 5 dagen 'actionine' uitgestrooid)

d8	100 g/m ²
d13	125 g/m ²
d18	150 g/m ² *
d23	150 g/m ²
d28	150 g/m ²
d33	150 g/m ² *
totaal ronde:	825 g/m²

Proefopzet ronde B2

(1 dag minder + andere verdeling)

- controle
- zeoliet uitstrooien over de strooisellaag
(5x / om de 5 dagen 'actionine' uitgestrooid)

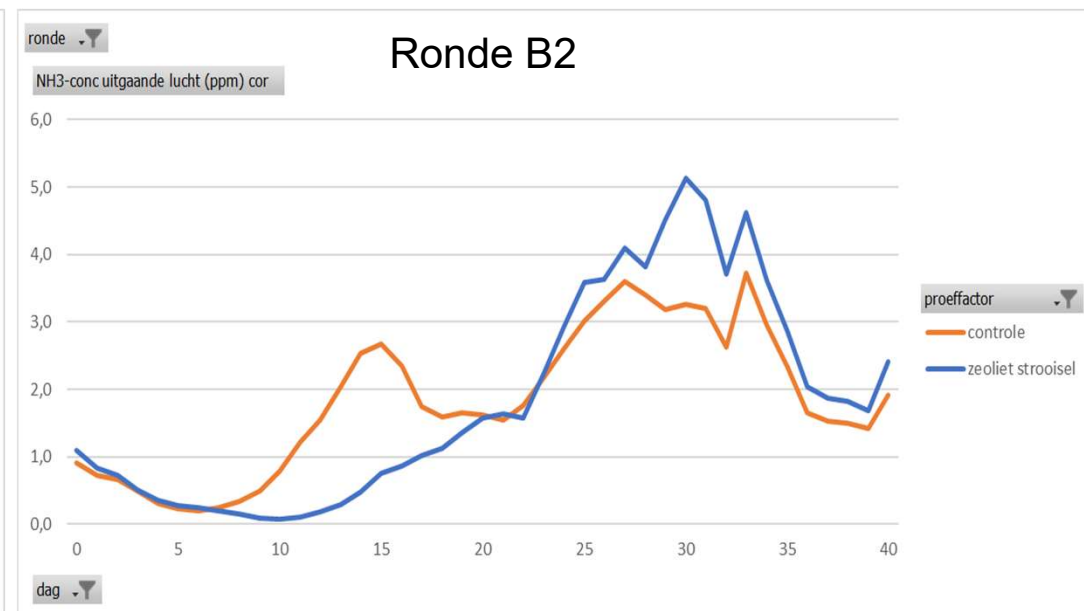
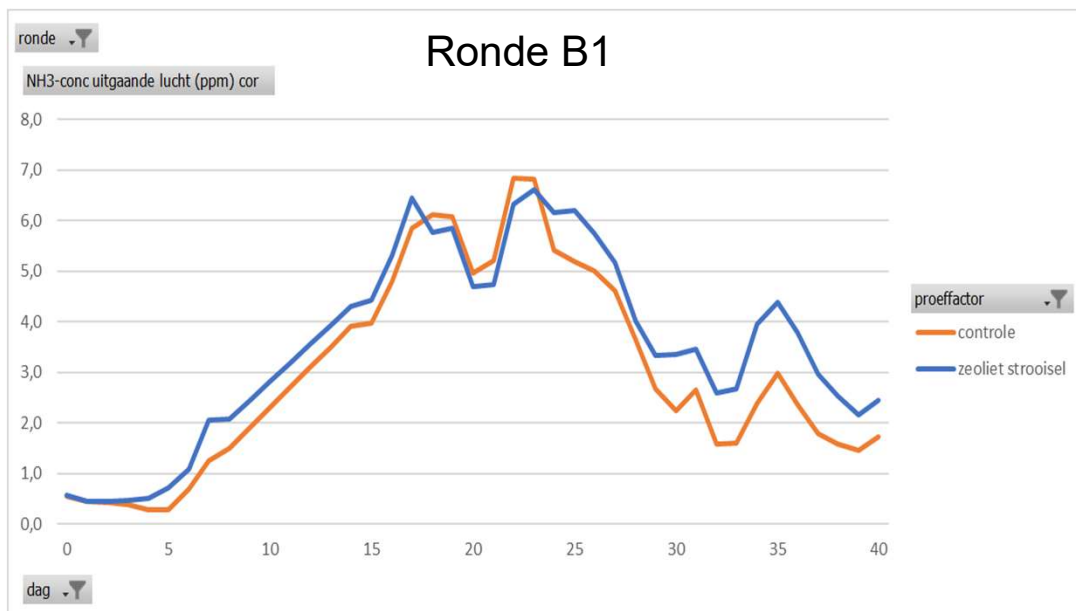
d8	180 g/m ²
d13	180 g/m ²
d18	180 g/m ²
d23	180 g/m ²
d28	180 g/m ²
d33	---
totaal ronde:	900 g/m²



B. Effect van zeoliet uitstrooien over de strooisellaag

5 à 6x verspreid over ronde

NH₃ concentratie (ppm)

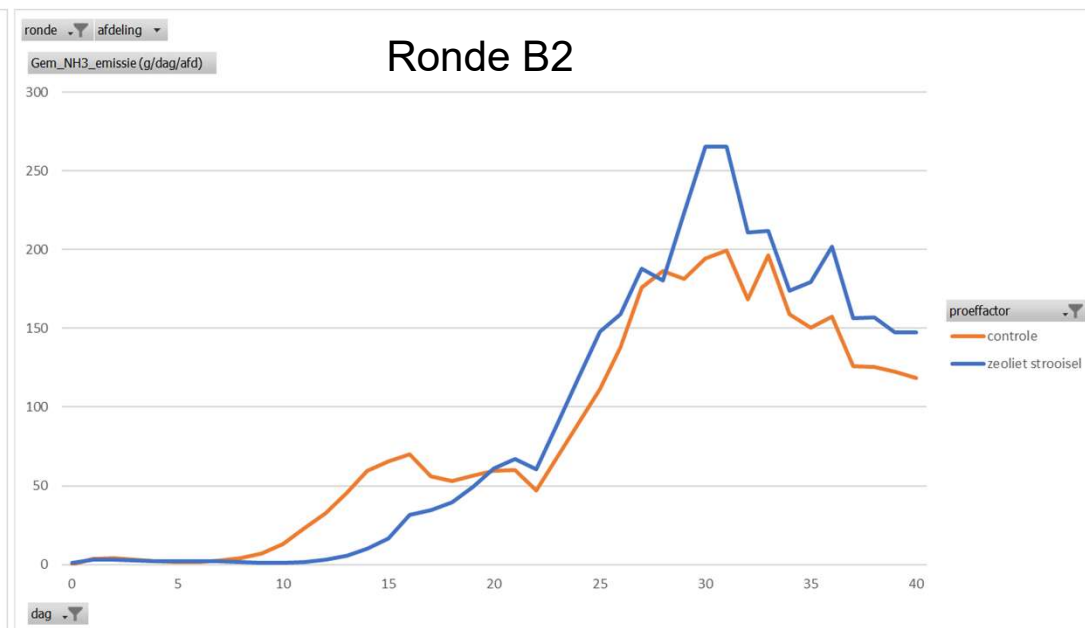
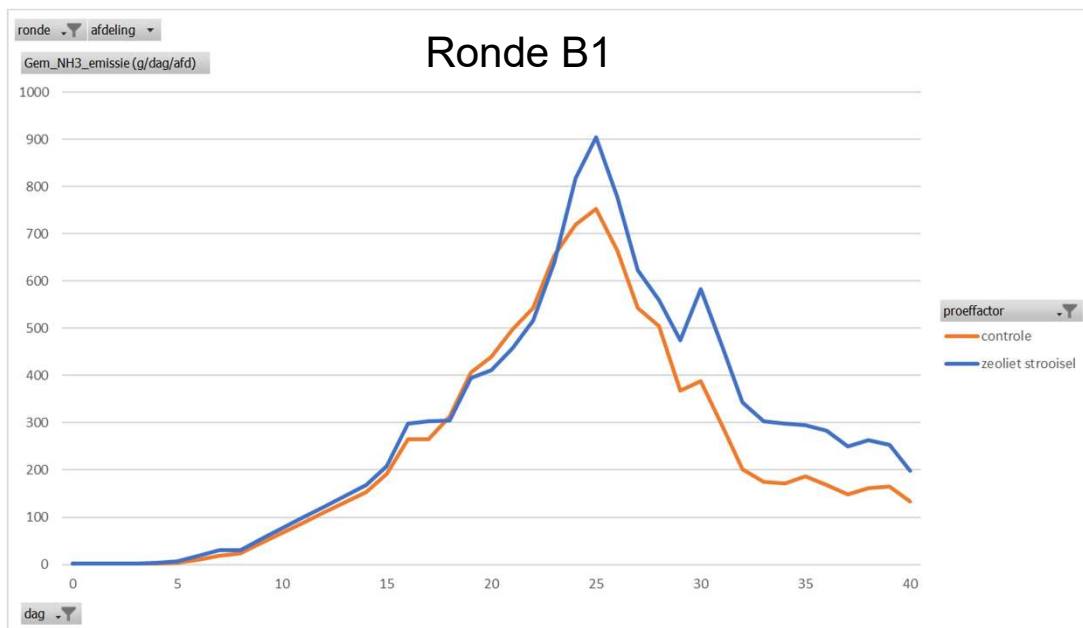




B. Effect van zeoliet uitstrooien over de strooisellaag

5 à 6x verspreid over ronde

Dagelijkse NH₃ emissie (g/dag/afdeling)

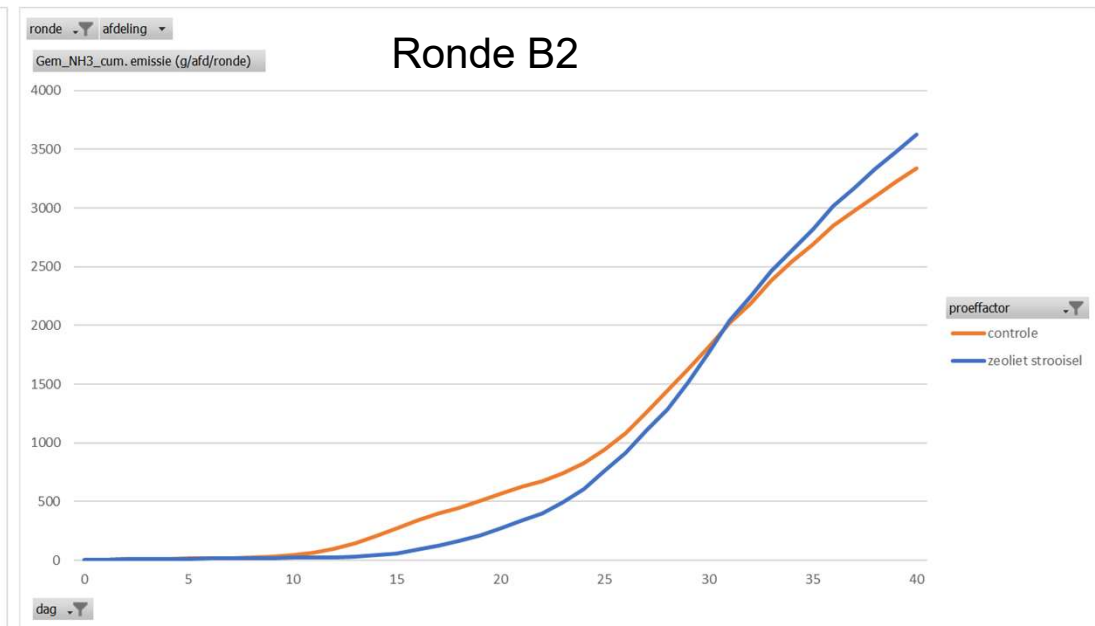
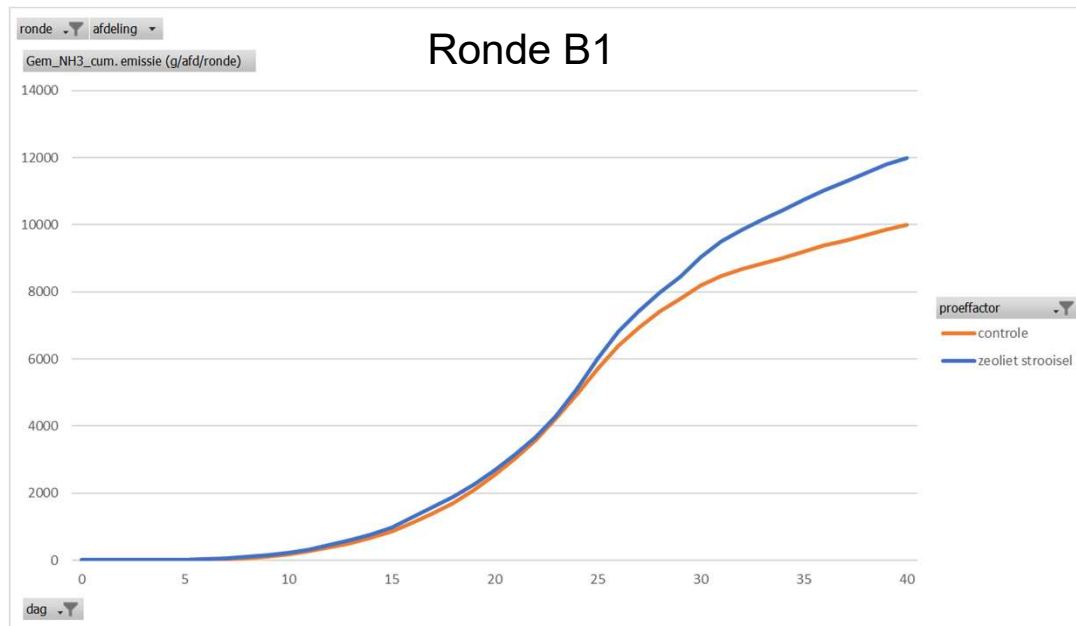




B. Effect van zeoliet uitstrooien over de strooisellaag

5 à 6x verspreid over ronde

NH₃ emissie cumulatief ronde (g/afdeling)



Uitstrooien zeoliet over strooisel (5-6x verspreid over ronde)

→ NH₃-emissie: ronde B1: 19% hoger
ronde B2: 8% hoger



C. Effect van zeoliet uitstrooien over de strooisellaag

(strooisel: stropulver 1,5 kg/m²)

Proefopzet C

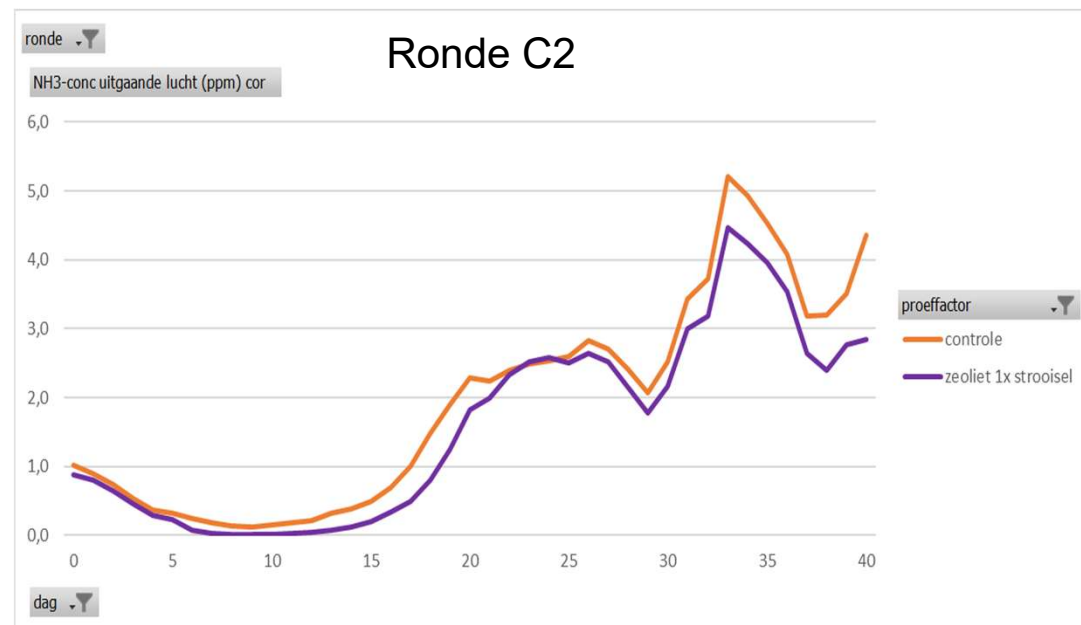
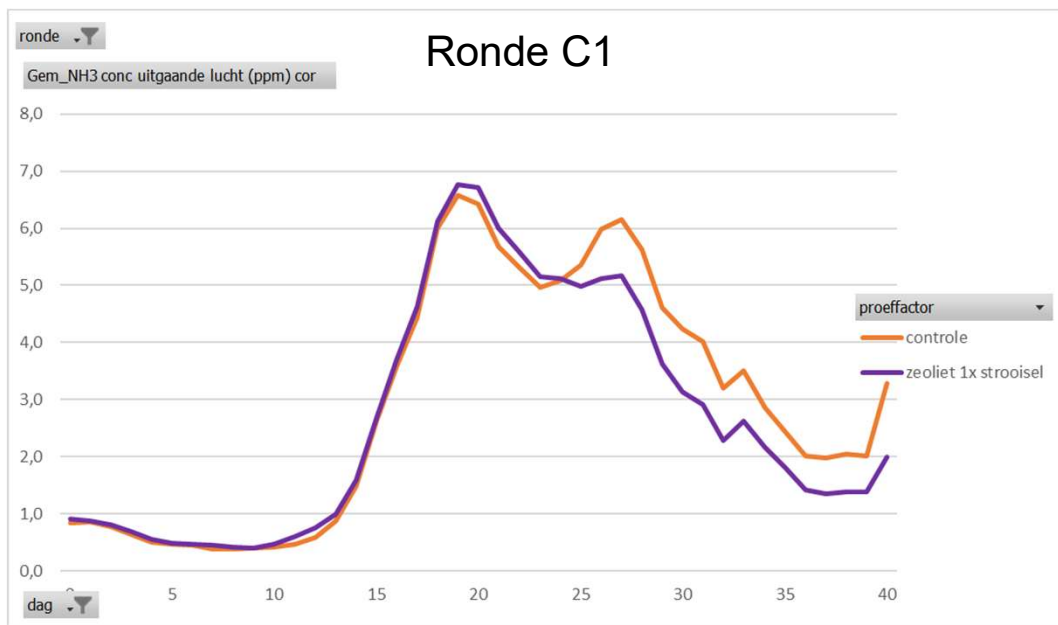
- controle
 - zeoliet uitstrooien over de strooisellaag
 - 800 g/m²
 - in 1 keer op dag 8
- (→ stropulver pellets zijn ontbonden en verspreid over vloer voor betere inmenging zeolieten)



C. Effect van zeoliet uitstrooien over de strooisellaag

(1x / 800 g/m²)

NH₃ concentratie (ppm)

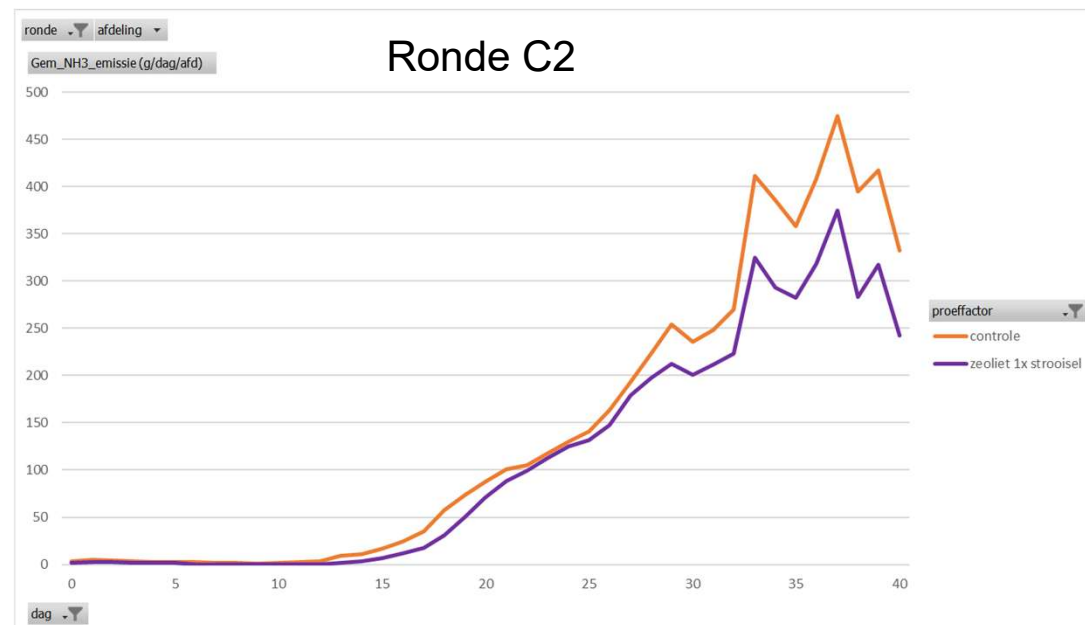
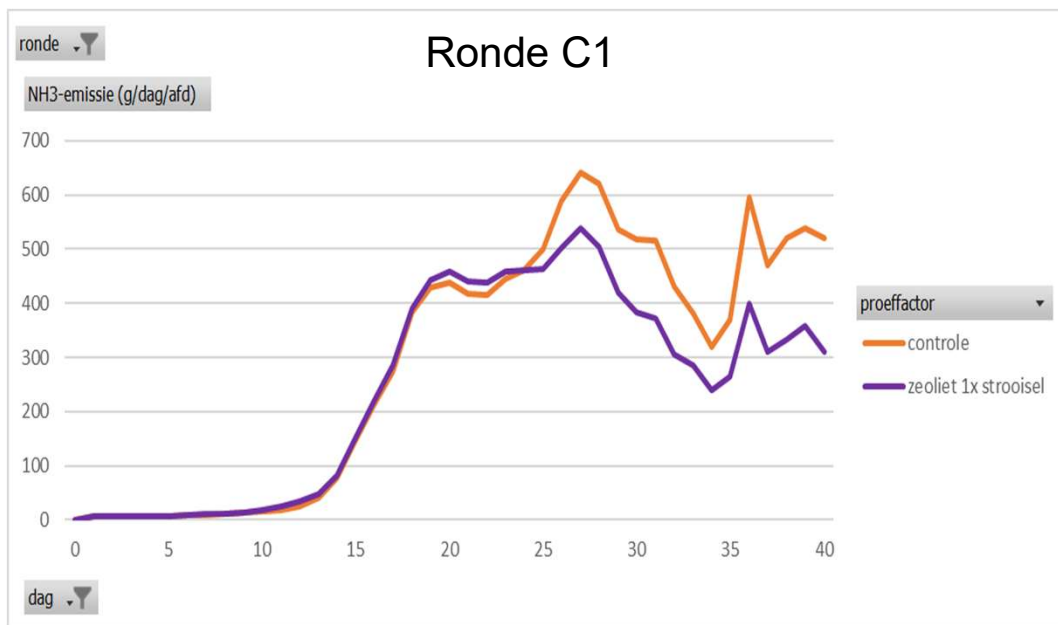




C. Effect van zeoliet uitstrooien over de strooisellaag

(1x / 800 g/m²)

Dagelijkse NH₃ emissie (g/dag/afdeling)

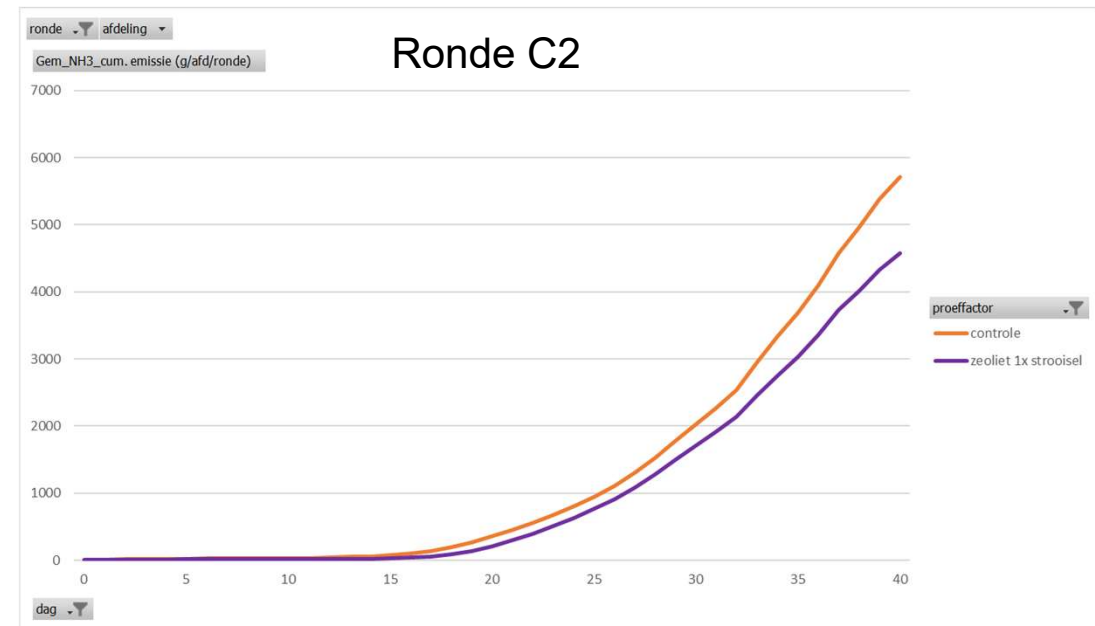
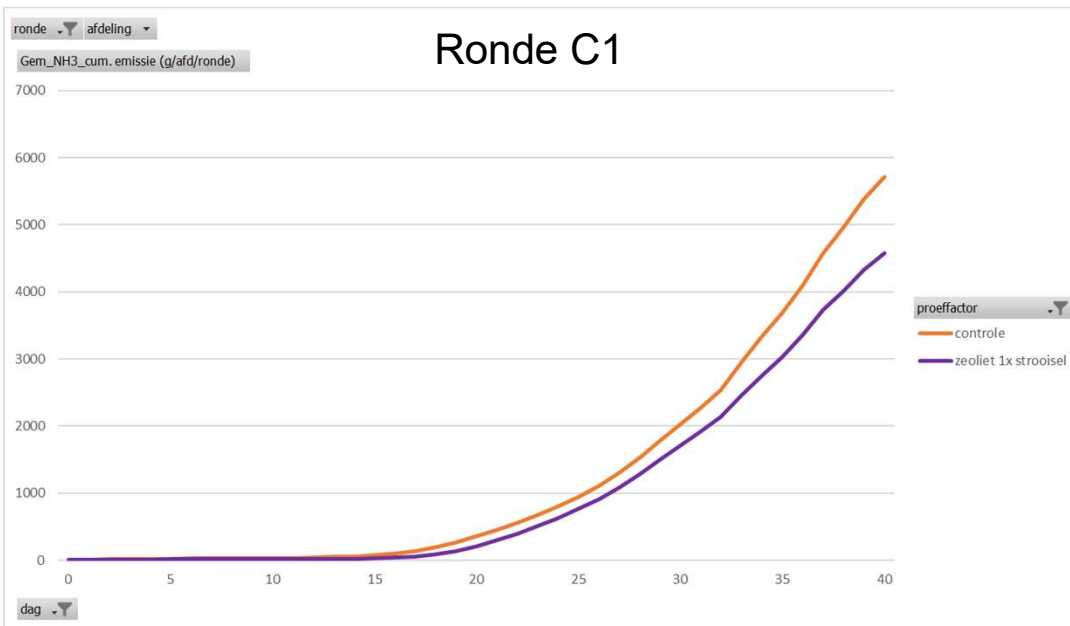




C. Effect van zeoliet uitstrooien over de strooisellaag

(1x / 800 g/m²)

NH₃ emissie cumulatief ronde (g/afdeling)



Uitstrooien zeoliet over strooisel (1x/ronde op d8)

→ NH₃-emissie: ronde B1: 15% lager
ronde B2: 20% lager



Toevoeging van leonardiet in het voeder (strooisel: stropulver 1,5 kg/m²)

Proefopzet D

- controle
- leonardiet in het voeder
 - 0,5%
 - vanaf groei 1 voeder (d10)

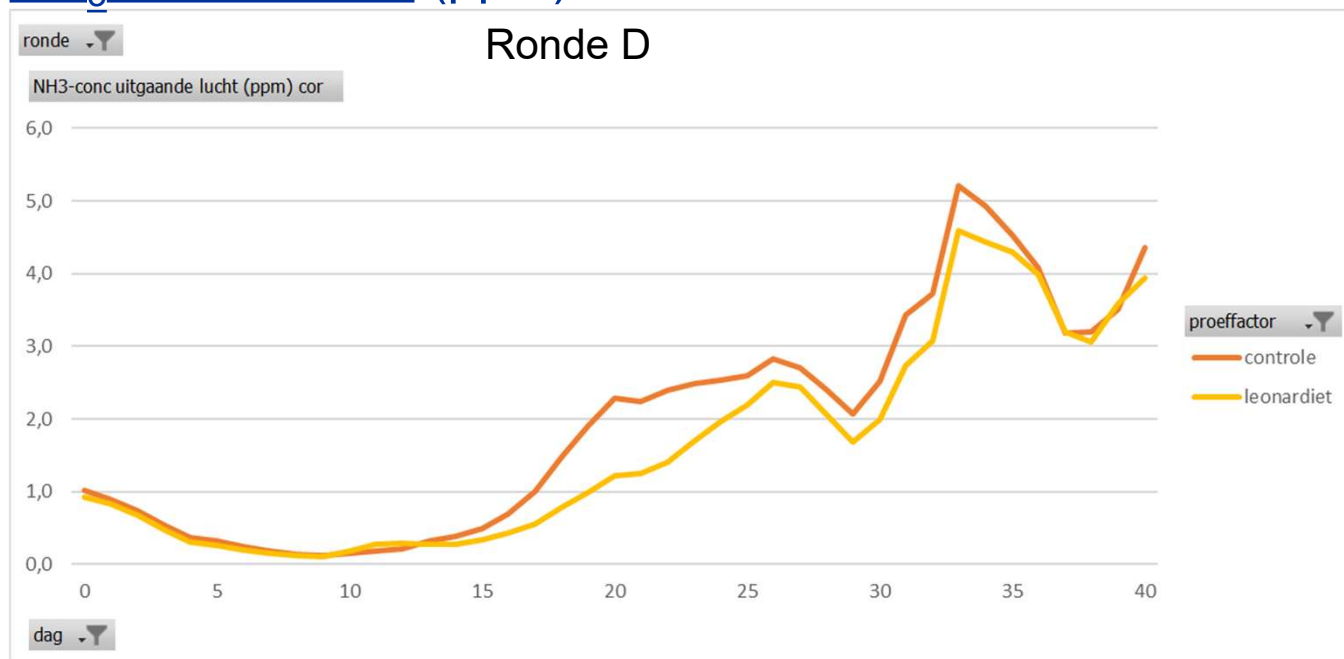




D. Effect van toevoeging leonardiet in het voeder

0,5% leonardiet ter vervanging van tarwe
(strooisel: stropulver 1,5 kg/m²)

NH₃ concentratie (ppm)

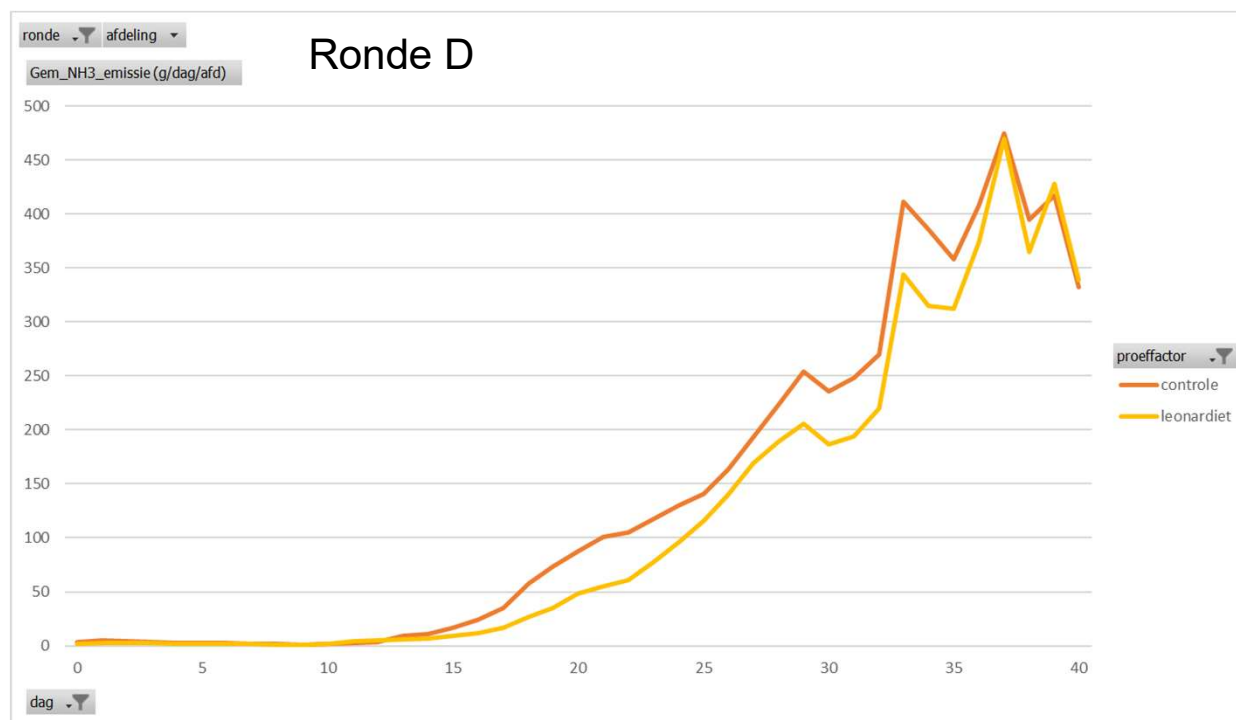




D. Effect van toevoeging leonardiet in het voeder

(0,5% leonardiet ter vervanging van tarwe)

Dagelijkse NH₃ emissie (g/dag/afdeling)

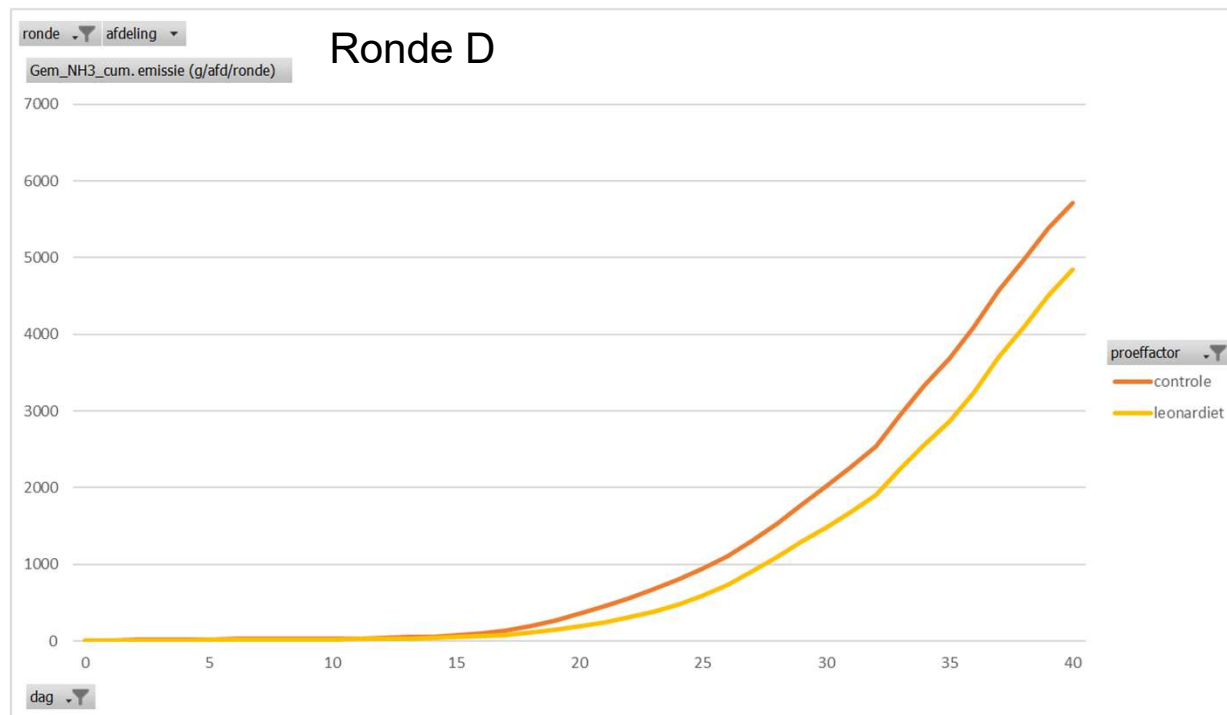




D. Effect van toevoeging leonardiet in het voeder

(0,5% leonardiet ter vervanging van tarwe)

NH₃ emissie cumulatief ronde (g/afdeling)

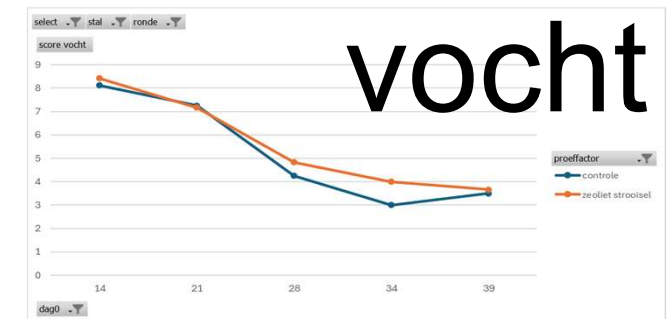
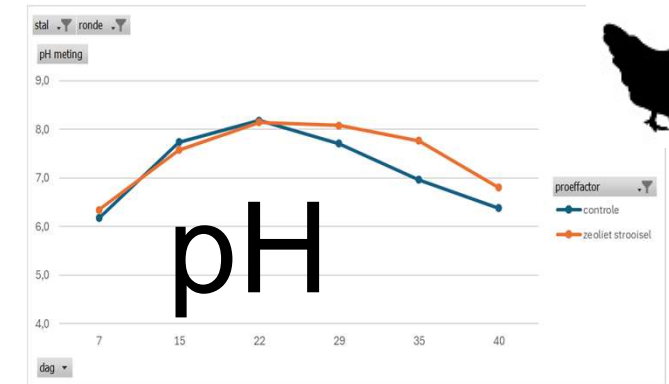


Toevoeging leonardiet in voeder

➔ NH₃-emissie: ca. 10-15% lager (extra rondes nodig in andere seizoenen)

Discussie

- Strooiselkwaliteit
 - pH
 - Drogestofgehalte
 - Rulheid
 - Vochtgehalte
 - ➔ Trend neigt naar droger, losser strooisel
- Toedienen tijdens de ronde ➔ praktische implementatie





Conclusies

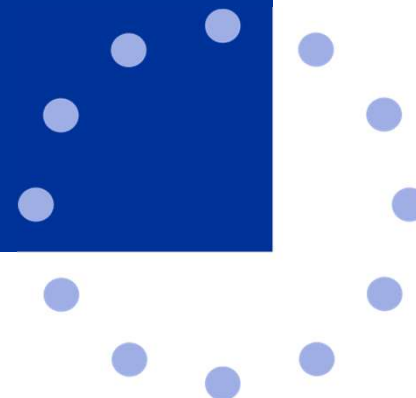
zeolieten als brongerichte maatregel voor ammoniakreductie bij pluimvee

Geen aantoonbaar verschil bij leghennen

Bij vleeskuikens

- A. Zeolieten (2%) in voeder gaf geen verschil emissies
- B. Zeolieten verspreid over ronde aan strooisel toedienen gaf 8%-19% hogere emissies
- C. Zeolieten eenmalig toedienen gaf 15%-20% reductie
- D. Leonardiet toedienen aan voeder gaf 10%-15% reductie

Vragen?



Interreg
Vlaanderen-Nederland



Gefinancierd door
de Europese Unie

RAMBO

Chari Vandenbussche - ILVO

Zeolieten onderzoek varkens

Interreg
Vlaanderen-Nederland

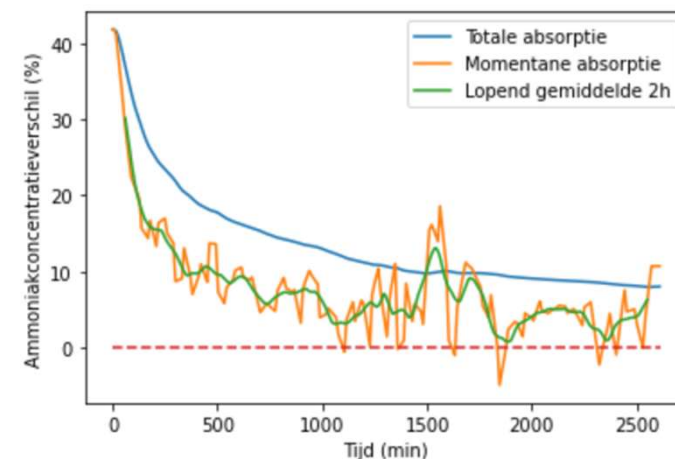


Gefinancierd door
de Europese Unie

RAMBO

Geschiedenis zeolietenonderzoek bij varkens op ILVO

1. Laboproef met zeolietproducten en NH₃
 - Zeolieten kunnen ammoniak uit de lucht opnemen
 - Luchtvochtigheid verlaagt de opnamecapaciteit
 - Verschillende producten hebben een andere opnamecapaciteit
2. Kleine zeolietenfilter haalde ± 10 mg NH₃/g uit varkensstallucht





Geschiedenis zeolietenonderzoek bij varkens op ILVO

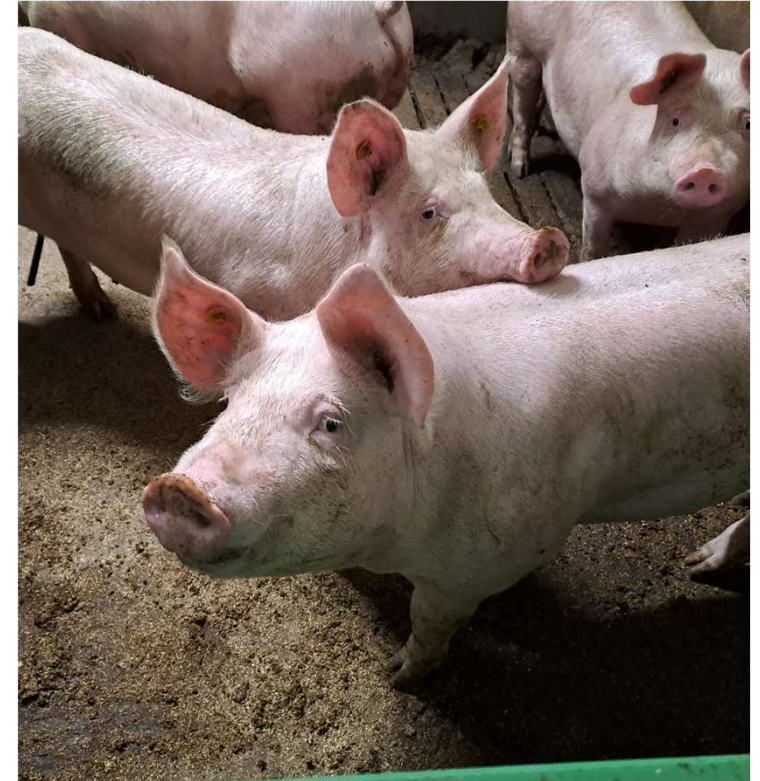
1. Voorproeven in vleesvarkensstal voor beste toepassingswijze
 - Droog strooien op roostervloer
 - Oplossen in water en vernevelen op roostervloer en wanden
 - Rechtstreeks in mestput toepassen
2. Dagelijkse toepassing gedurende 7 dagen





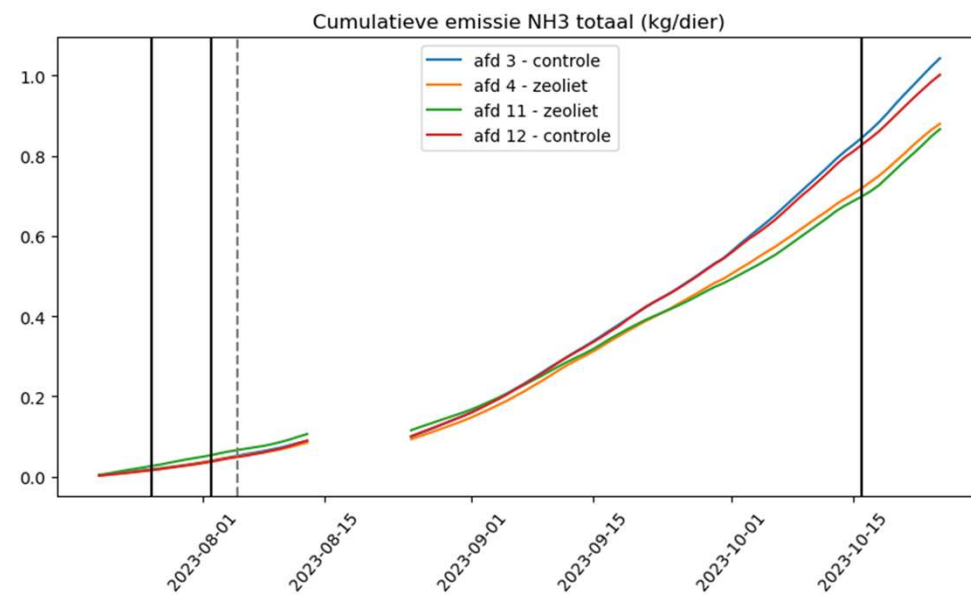
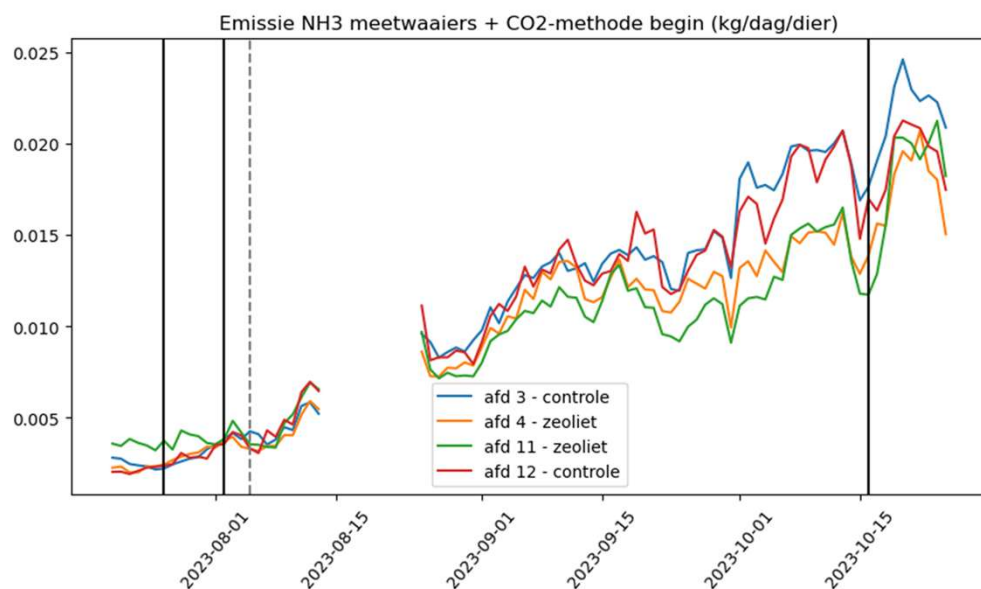
Stalproef met dagelijks zeolieten strooien

- 4 vleesvarkensafdelingen met 40 dieren per afdeling
- 50% beton roostervloer, 50% volle betonvloer
- Case – controle proefopzet (2 afdelingen behandeld, 2 controle)
- Volledige vleesvarkensronde
- Dagelijkse toepassing
- Toenemende dosering zeolieten
 - 75g/m² -> 500g/m²
- Zomer - begin herfst 2023



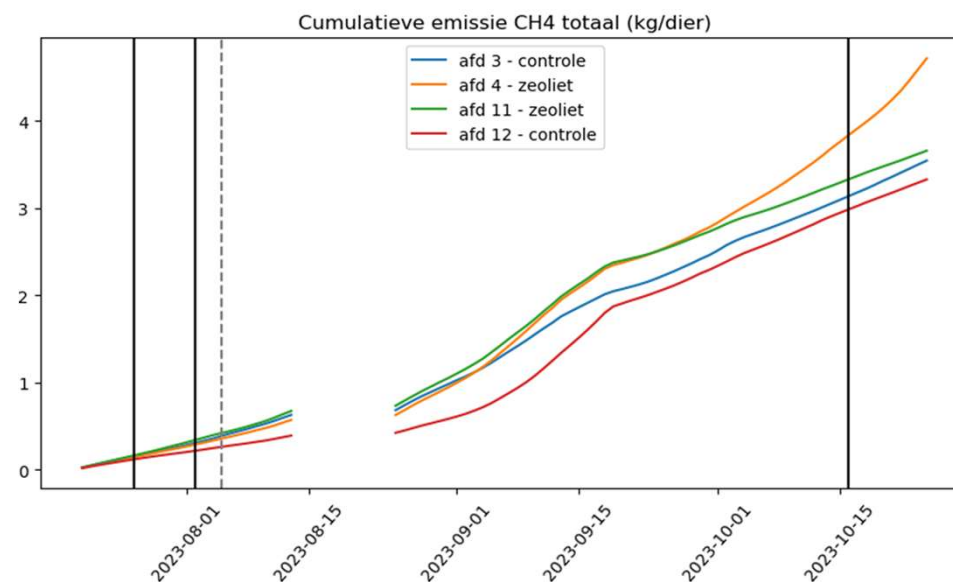
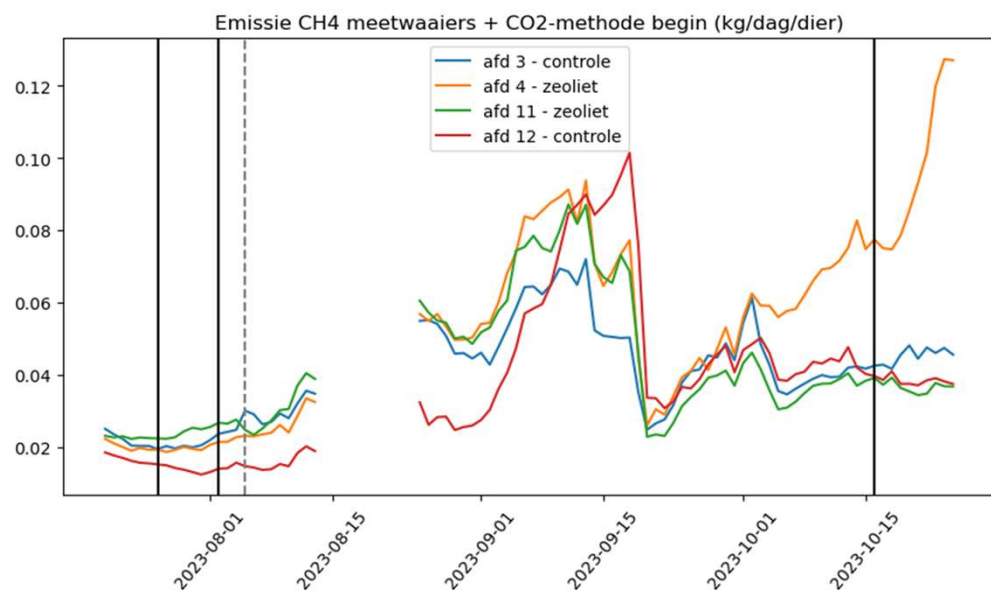


Stalproef met dagelijks zeolieten strooien





Stalproef met dagelijks zeolieten strooien





Stalproef met dagelijks zeolieten strooien

AFDELING	GEM. AANTAL DIEREN (EINDAANTAL)	GEM. VENTILATIE [M ³ /H]	GEM. TEMP. [°C]	NH ₃ - EMISSIE [G/DIER]	CO ₂ - EMISSIE [KG/DIER]	CH ₄ - EMISSIE [KG/DIER]	GEM. GROEI [G/DAG]
3 (controle)	37,9 (36)	2044	24,6	825	176	3,08	917
4 (Zeo A)	39,2 (38)	2078	24,6	703 (-14,8%)	184 (+4,3%)	3,75 (+21,6%)	934 (+1,8%)
12 (controle)	39,8 (39)	2260	24,6	809	181	2,94	933
11 (Zeo A)	40 (40)	2067	25,0	685 (-15,4%)	186 (+2,8%)	3,28 (+11,6%)	933 (+0,0%)



Haalbaarheid dagelijks zeolieten strooien

1. Arbeid

- Manuele toepassing (poederstrooier)
- Dagelijks toepassen

2. Kosten

- Hoge dosering in proef
- Vleesvarkens: €25/dierplaats/jaar

→ **verdere optimalisaties nodig**



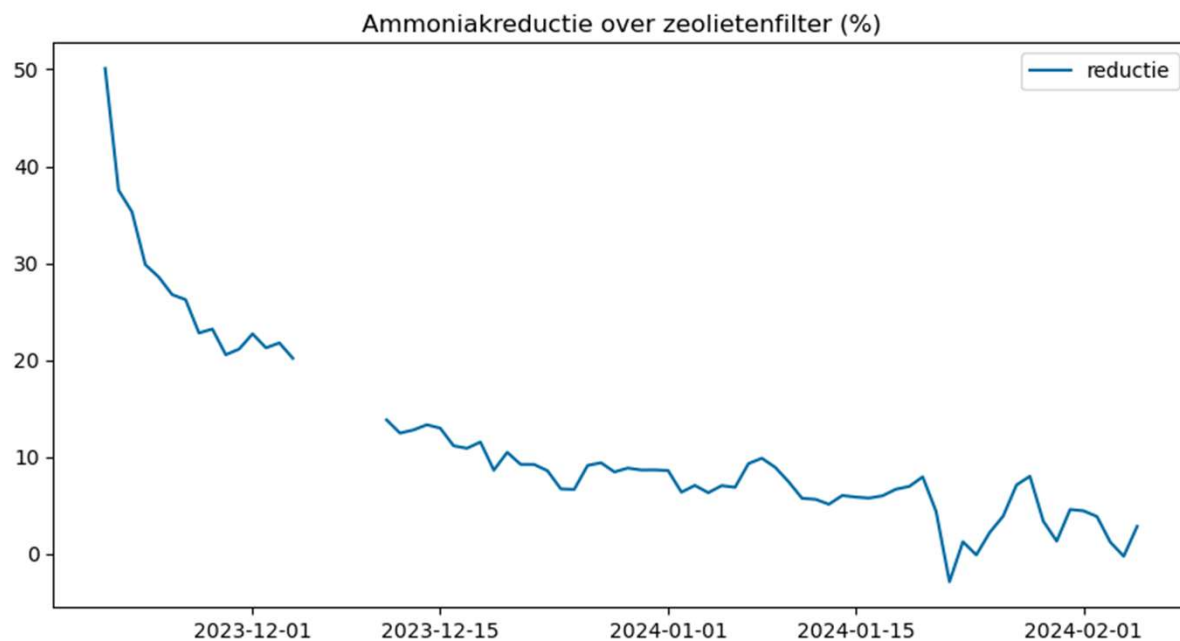
Mogelijke pistes voor zeolieten

1. Zeolieten kunnen NH_3 uit de lucht opnemen
→ Kunnen zeolieten gebruikt worden als luchtfilter in een varkensstal?
2. Zeolieten verminderen emissies in de varkensstal, maar strooien levert een hoog verbruik op
→ Kan het toevoegen van zeolieten aan het voeder zorgen voor een lager verbruik en arbeid en nog steeds ammoniakemissies reduceren?



Zeolieten luchtfilter

- Prototype van luchtfilter met gecoate zeolieten werd getest





Zeolieten luchtfilter

1. Emissies op afdelingsniveau waren niet beter dan controle
2. Te lage capaciteit
 - Beperkte ammoniakreducties over filter
 - Debiet luchtfilter mogelijks niet hoog genoeg
3. Groot formaat
 - Kon niet in gang staan
 - Hok leeglaten voor luchtfilter

De luchtfilter met zeolieten zal niet meer verder getest worden in de stal





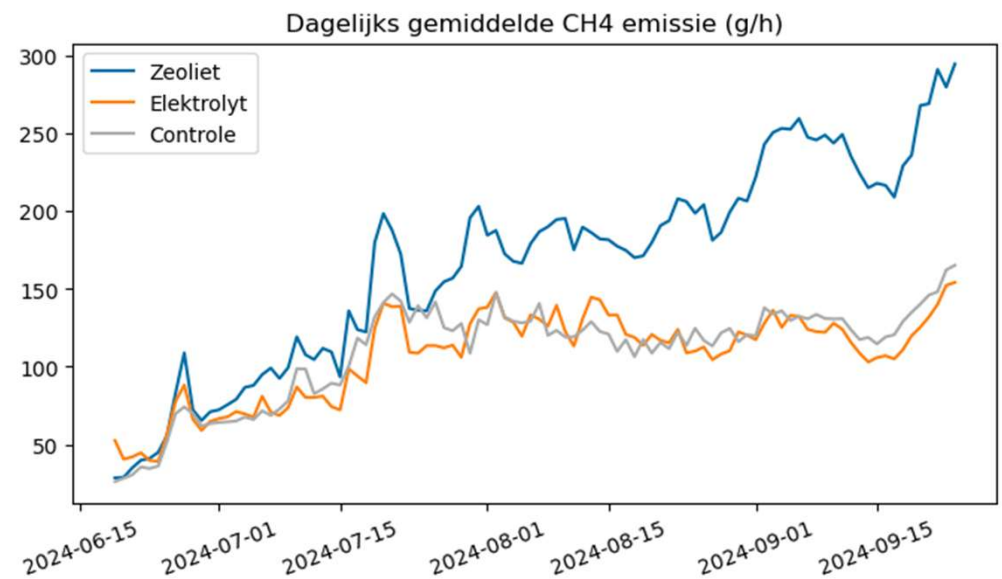
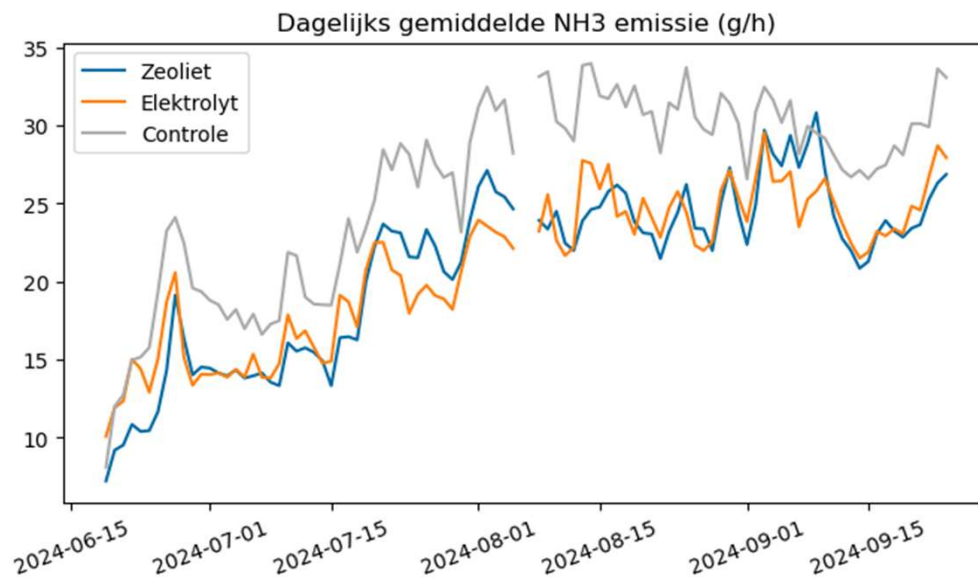
Zeoliet als voederadditief

- Vleesvarkensafdelingen met volledige roostervloer
 - Controle
 - Zeolietvoederadditief
 - 2% actionine
 - Voeder met verlaagde elektrolytenbalans
- Voedersamenstellingen besproken met nutritionisten
 - 3 fase voeding





Eerste bevindingen





Eerste bevindingen

	Zeoliet	Elektrolyt	Controle
NH3 concentratie (ppm)	13.39	13.28	17.09
CO2 concentratie (ppm)	1345	1305	1360
CH4 concentratie (ppm)	107.9	70.9	74.8
Temperatuur (°C)	25.1	25.4	25.6
Ventilatie (m³/u)	2399	2504	2386
NH3 emissie (g/h)	20.96	21.05	26.15
CH4 emissie (g/h)	166.8	106.7	109.6
Groei (g/dag)	876 ± 61	899 ± 74	884 ± 75
Voederverbruik (g/dag)	2197 ± 179	2082 ± 187	2088 ± 197
Waterverbruik (L/dag)	6.64	4.79	4.92
Voederconversie	2.51 ± 0.20	2.32 ± 0.08	2.36 ± 0.06



Andere maatregelen voor varkens binnen RAMBO

1. Op ILVO: mestputadditieven
 - Mestputadditief op basis van micro-organismen
 - Mestputadditief op basis van biostimulatie
2. Op De Hoeve Innovatie
 - Optimalisatie van dagontmesting bij vleesvarkens
 - Ontwerp van een dagontmestingssysteem bij vrijloopkraamhokken





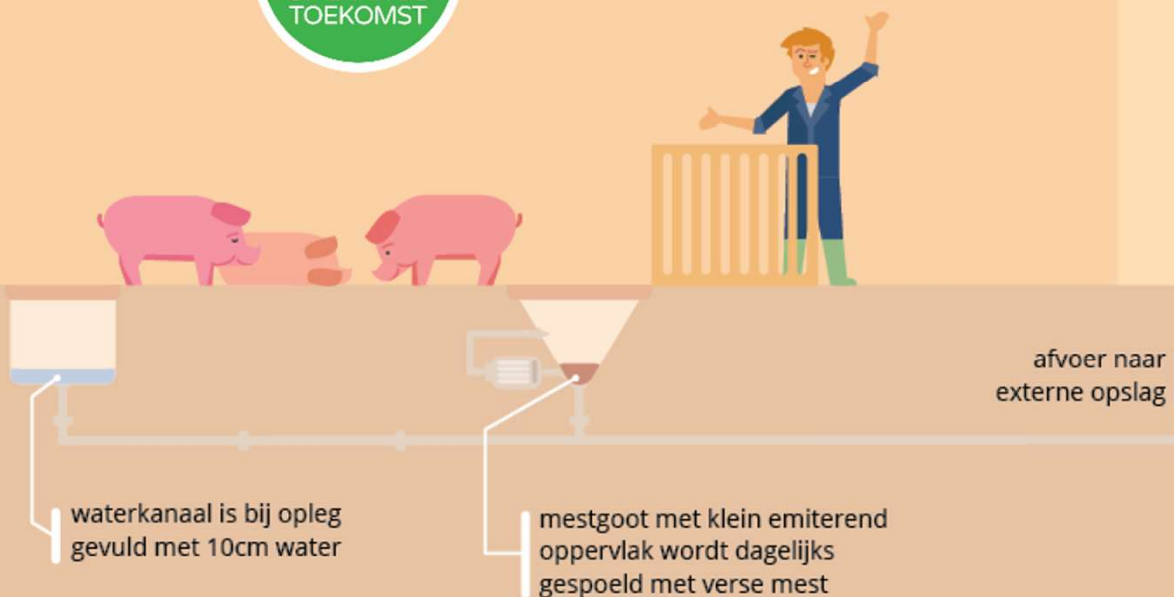
Dagontmesting bij varkens, activiteiten De Hoeve Innovatie



Dagontmesting

- *Stal van de Toekomst*
- *lineair: goten worden uitsluitend gespoeld met verse mest*

De goten worden gespoeld met verse mest. Door de versheid kunnen geen ammoniak- en zwavelverbindingen ontstaan. Er ontstaat daardoor geen geuroverlast.



Monovergisting dagverse mest



Dagontmesting bij varkens, activiteiten

De Hoeve Innovatie

Diercategorie	Variant	% Dichte vloer	Spoeling mestkanaal	Legen waterkanaal	Gem. NH3 reductie	Gem. CH4 reductie
Vleesvarkens	Nieuw	40%	Dagelijks	Frequent	44,7% ($\pm$ 23,0%)	91,1% ($\pm$ 4,0%)
	Oud	60%	Dagelijks	Na elke ronde	54,9% ($\pm$ 18,0%)	82,2% ($\pm$ 15,0%)
	Controle	40%	Diepe mestkelder, 6-12 maand	/		
Gespeende biggen	Nieuw	60%	Dagelijks	Frequent	86,2% ($\pm$ 4,0%)	95,5% ($\pm$ 2,0%)
	Controle	60%	Diepe mestkelder, 6-12 maand	/		

Bron: WUR Rapport 1533 (Sefeedpari et al, 2024, Verminderen van methaanemissie uit varkensstallen door dagontmesting)



Dagontmesting bij varkens, activiteiten De Hoeve Innovatie

1) Optimalisatie bij vleesvarkens:

- Altijd droge en schone hokken - oplegmanagement
 - Droogvoer op dichte vloeren bij opleg
 - Natte plekken direct verwijderen en opnieuw instrooien met voer
 - Optimaal voer – drinkwater
- Sturen met temperatuur en licht
 - Optimaliseren van functiegebieden (rusten, eten, mesten)
 - Temperatuur dichte vloeren afstemmen op warmte/koude behoefte dier
 - Lagere afdelingstemperaturen (kan alleen bij gezonde dieren)



Dagontmesting bij varkens, activiteiten De Hoeve Innovatie

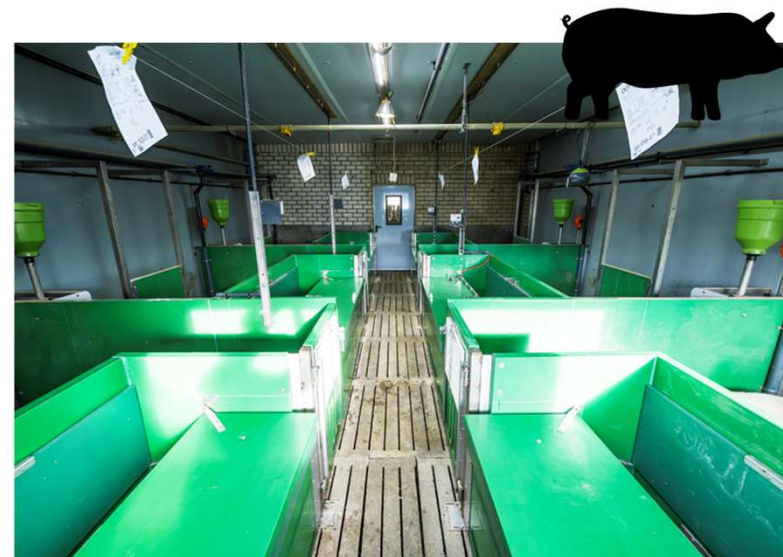
1) Optimalisatie bij vleesvarkens:

- Verrijkingsmateriaal
 - Voorkomen van hokbevuilding door inzetten van verrijkingsmateriaal
- Samenstelling voer
 - Juiste mestconsistentie (niet plakkerig)
- Periodiek reinigen van hoofdriool
 - Voorkomen aanzetting in rioolpijpen waardoor spoelproces effectief blijft
- Dagelijks mest uit de stal spoelen
 - Ook bij leegstand
 - Voorkomen van obstructies of storingen



Dagontmesting bij varkens, activiteiten De Hoeve Innovatie

2) Ontwikkeling vrijloopkraamhok met dagontmesting





Dagontmesting bij varkens, activiteiten De Hoeve Innovatie

2) Ontwikkeling vrijloopkraamhok met dagontmesting

- Oplegmanagement zeug – mestgedrag en schone vloer
- Spoelfrequentie
- Klimaatmanagement – temperatuur biggennest vs zeug
- Voermanagement zeug en big - kwantiteit / type voerbak
- Water aanbieden voor zeug en big
- Verrijkingsmateriaal zeug en big

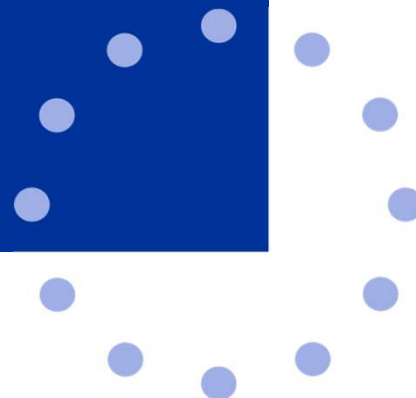


Hoe gaan we verder?

- ILVO
 - ~~a. Nov '23 – Feb '24: Voorproef zeolietenluchtfILTER~~
 - ~~1. Jun '24 – Sep '24: Voedermaatregelen~~
 - ~~2. Jan '25 – Mei '25: Mestputadditieven~~
 3. Jun '25 – Sep '25: Herhaling voedermaatregelen
 4. Nov '25 – Feb '26: Herhaling mestputadditieven
- De Hoeve Innovatie
 1. Doorlopende optimalisatie van dagontmesting bij vleesvarkens
 2. Vrijloopkraamhokken zijn in gebruik genomen. Aanpassingen gebeuren op basis van voorgaande ervaringen



Vragen?



Interreg
Vlaanderen-Nederland



Gefinancierd door
de Europese Unie

RAMBO



Karen Goossens - ILVO

Zeolieten onderzoek andere diersoorten

Interreg
Vlaanderen-Nederland



Gefinancierd door
de Europese Unie

RAMBO



Interesse voor zeolieten bij rundvee en geitenhouders

Zeoliet legt vast en geeft langzaam af

ACHTERGROND ALGEMEEN ERIK COLENBRANDER 02 JUL 2019 OM 09:11UUR



Met een investering van 100 euro per hectare per jaar de nitraatuitspoeling minimaliseren. Het lijkt te kunnen met het vulkanisch gesteente zeoliet dat in de grond dankzij de bijzondere moleculaire structuur voorkomt dat nitraat ontstaat en uitspoelt. De signalen voor een doorbraak staan op groen.



▲ © Marten Sandburg

Aanpak van stikstofproblematiek met zeoliet

De potentiële toepasbaarheid van zeoliet voor verschillende bodemtypes

De kwaliteit van ecosystemen op de Nederlandse zandgronden staat onder druk door de nog steeds te hoge atmosferische stikstofdepositie. Huidige herstelmaatregelen lijken niet altijd voldoende om hiervoor te compenseren. Een nieuwe, mogelijke effectieve maatregel is het aan de bodem toedienen van zeolietmineralen die zowel stikstof kunnen binden als belangrijke elementen kunnen naleveren. Hoe werken verschillende typen zeolieten en hoe effectief zijn deze om de beschikbaarheid van stikstof in de bodem te verlagen?

Wetenschappelijk artikel

ammonium
ionenuitwisseling
mineralen
mitigatie
natuurbodems

MAAR:
tegenstrijdige resultaten

Zeoliet als mogelijke oplossing voor de nitraatuitspoeling uit landbouwgronden

Volgens Devreese bleek uit proeven aan de Nederlandse Universiteit van Wageningen dat met zeoliet een reductie tot 80 procent te bereiken is. Ook het ILVO kwam tot een reductiepercentage van 64 procent, waarmee zeoliet de beste biologische techniek zou zijn. Met een kost van 390 euro per ton en positieve effecten op de mestkwaliteit is het een heel democratische manier om uitstoot omlaag te halen. "Wij hebben lang moeten aandringen bij het ILVO om de proef te doen, ze gaan hem nu herhalen. Maar voorlopig wordt zeoliet dus nog altijd niet door de Vlaamse overheid erkend als reducerend middel. Men focust op de hoogtechnologische oplossingen op maat van industriële bedrijven. Voor mij is dat onbegrijpelijk. Of is het een kwestie van onwil?"



Onderzoeksvragen

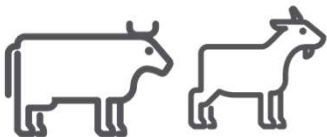


1. Zorgen zeolieten voor daling van de NH_3 -uitstoot uit dierlijke mest?

1. Is er een verschil in werking tussen:



- Verschillende zeolietproducten?
- Verschillende mesttypes?
- Verschillende diersoorten?





Tijdslijn onderzoek 2022-2024



Literatuurstudie

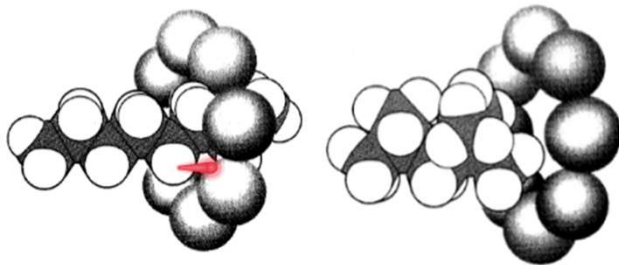


Brown, 2000). Zeolite is a silicate clay mineral widely available in the western United States and Mexico.

Zeolite is a silicate clay mineral and a cation-exchange medium that has been used to reduce ammonia

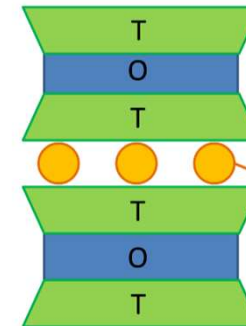
Clinoptilolite is a clay mineral known for

Zeolieten ≠ kleimineralen



Zeolieten

= poriestructuur met gaten in waar bepaalde moleculen in kunnen 'vast zitten'
→ Fysische binding



Kleimineralen

= 'blaadjes' met elektrische lading
→ Chemisch-elektrische binding

Benamingen en resultaten niet consistent

Marktstudie



Selectie voor verdere proeven

28



11

Zeo A - K

Criteria voor selectie:

- Beschikbaarheid in Vlaanderen
- Prijs
- Toepassingswijze
- Toepassingsfrequentie

Bron zeolieten

- Slowakije (21%)
- Turkije (11%)
- ...
- Onbekend (50%)

28 zeolietproducten

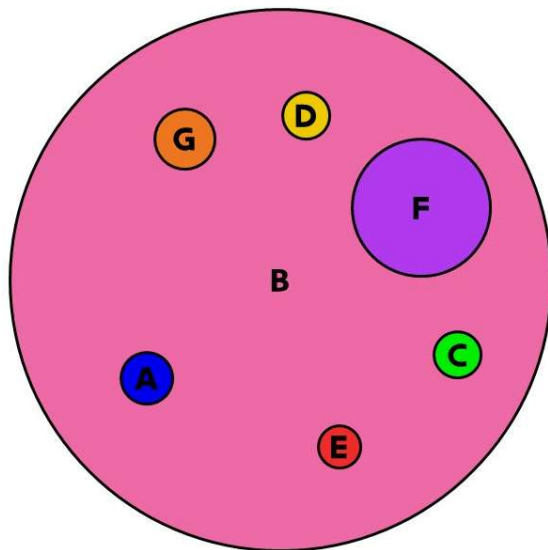


Samenstelling producten



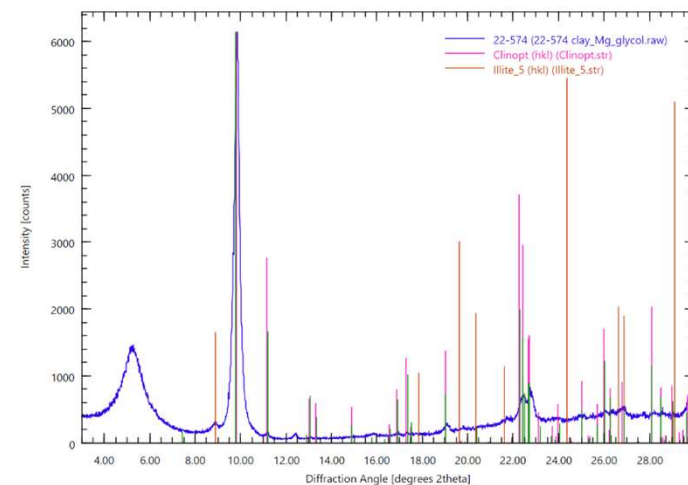
1. Korrelgrootte

- Zeo A, C-G: 25-80 μm (mediaan)
- Zeo B 305 μm



2. Mineralogische samenstelling

- Gelijkaardige samenstelling voor meeste producten, maar aandeel zeoliet/klei-mineraal varieert
- 1 product bevatte geen clinoptiloliet!



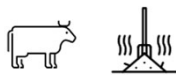
In vitro onderzoek



Mestcontainerproeven

20L containers gevuld met mest van:

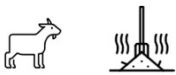
Stalmest rund



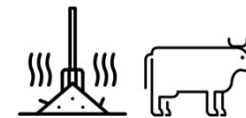
Mengmest rund



Stalmest geit



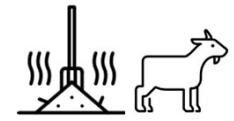
% NH₃-reductie



-51%



0%



-16%

mg NH₃/g zeoliet

9,4

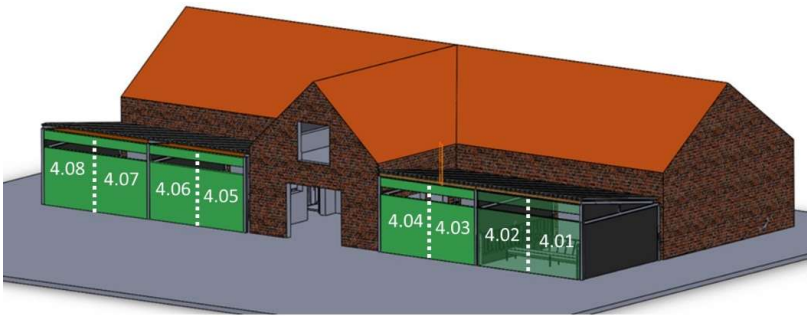
/

8,8

- Wekelijkse dosis zeolieten
- 7 verschillende producten
- 2 weken metingen van NH₃, CH₄, CO₂, N₂O

- On-top behandeling effectiever dan inmengen
- Verschillende effectiviteit producten te wijten aan samenstelling

Stalproeven jongvee



Mechanisch geventileerde
ingestrooide stal



- 8 x 4 vaarzen
- 12-17 maanden



Total Mixed Ration (TMR)

(52% voordroogkuil, 23% maïskuil, 15% stro,
5% F-1960 krachtvoeder, 5% sojaschroot op DS)



3 x 450g ZEO A / m² / week



- 2 meetperiodes van telkens 3 weken controle
en 3 weken behandeling
- Wissel van behandeling tussen meetperiodes

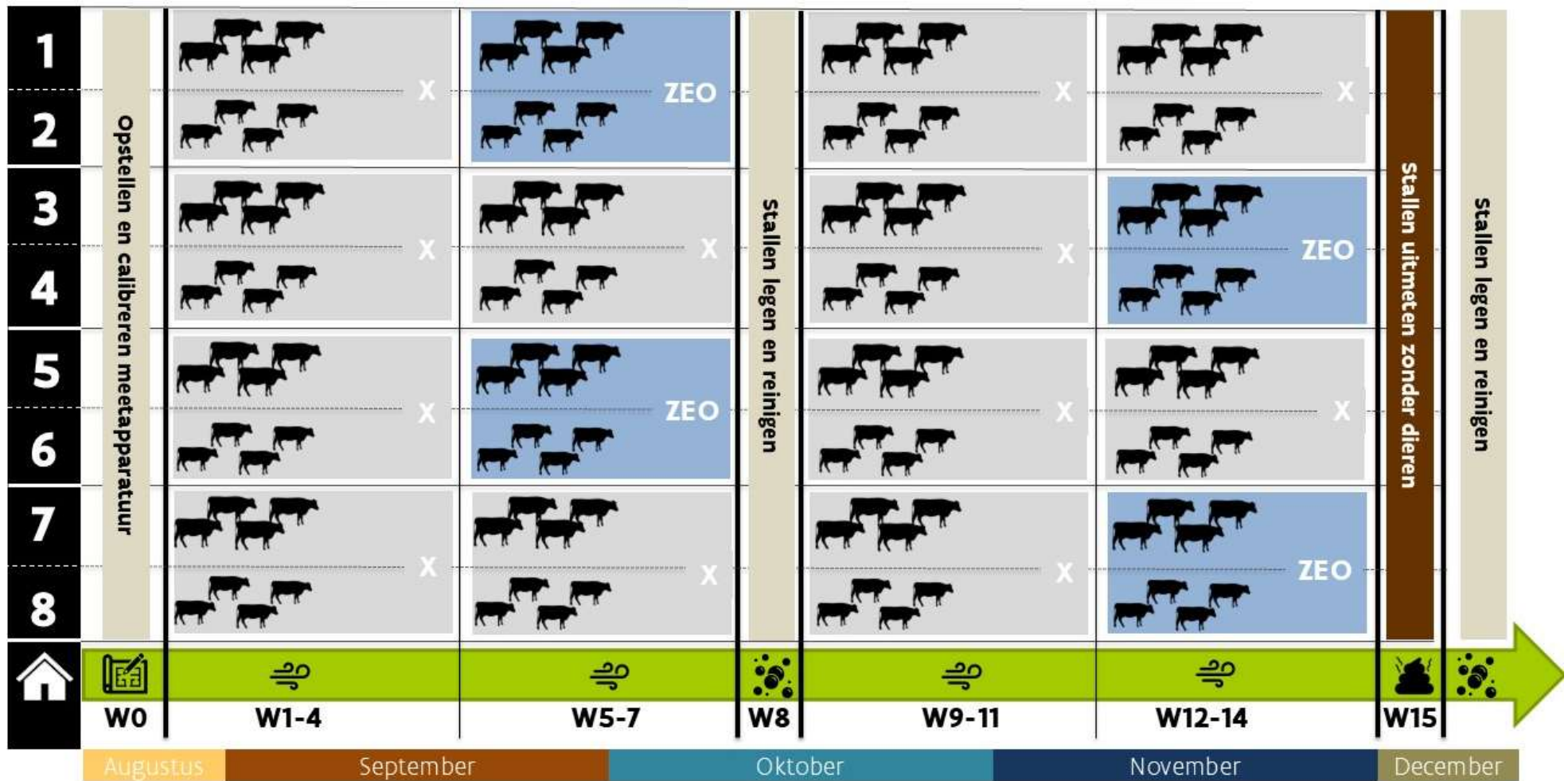
Interreg
Vlaanderen-Nederland



Gefinancierd door
de Europese Unie

RAMBO

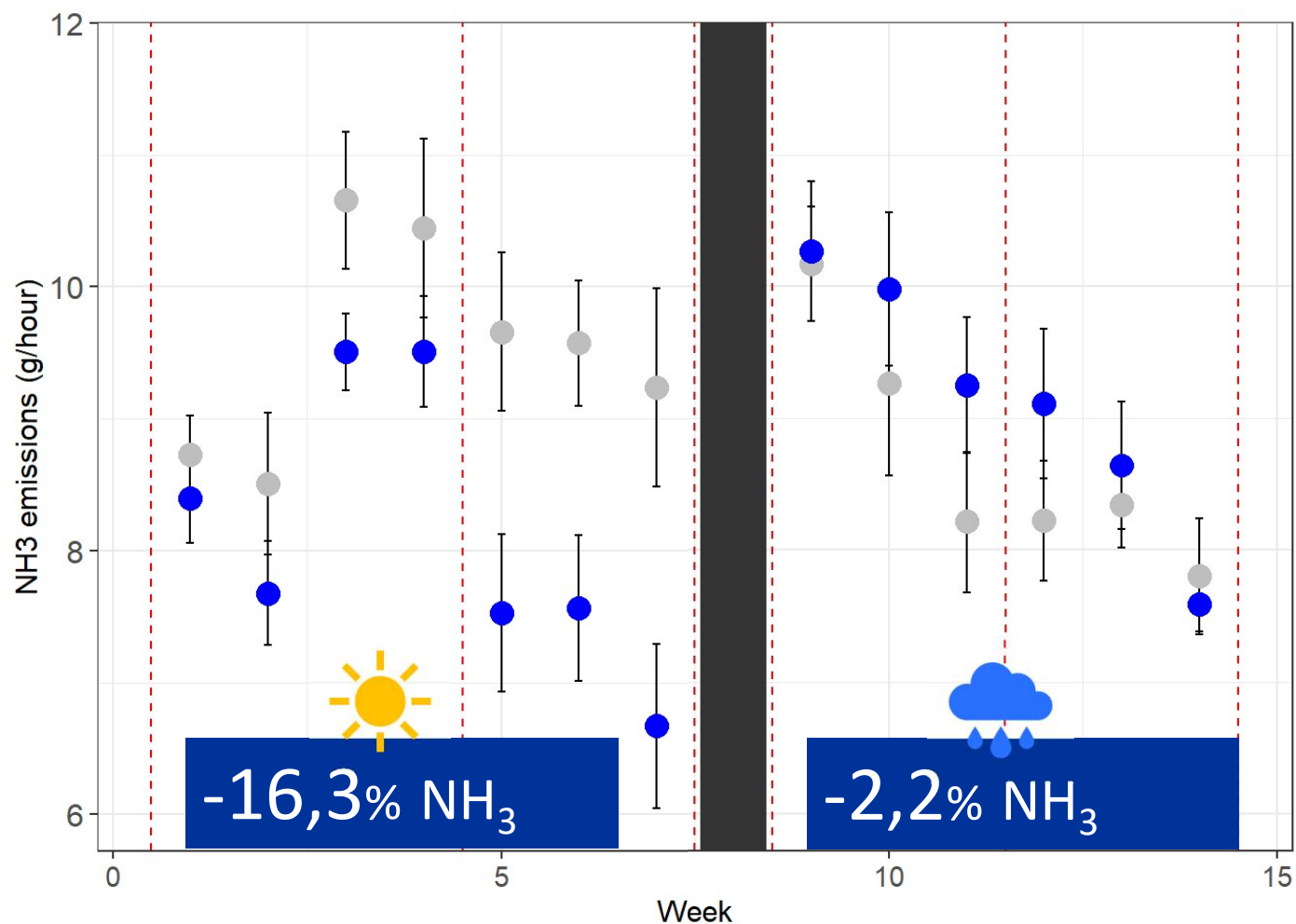
Stalproeven jongvee



Stalproeven jongvee



Stalproeven jongvee



Grijs = controle
Blauw = Zeoliet

- pH mest ▼
- Voederopname en groei ▲ (niet significant)
- NH₄-N gehalte mest ▲, maar enkel in periode 1
- Geen invloed op CH₄ of CO₂ emissies

Stalproeven jongvee



Conclusies onderzoek rundvee: Effectiviteit zeolietproduct hangt af van:



1. Samenstelling

- Aanwezigheid clinoptiloliet
- Verhouding zeoliet/kleimineralen

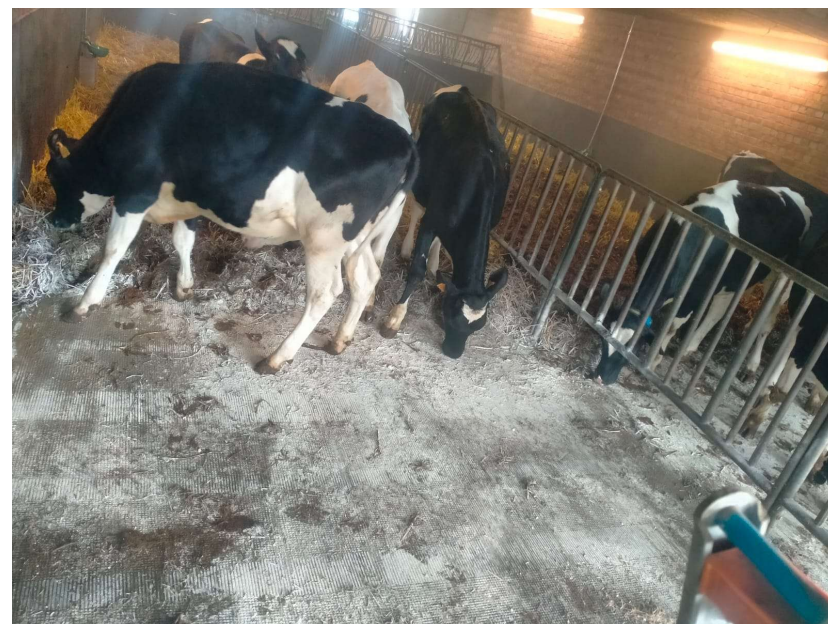


2. Toepassingswijze

- Geen werking in mengmest
- Geen werking in vochtige omstandigheden
- Hogere adsorptiecapaciteit bij droge lucht



3. Dosis en frequentie toepassing



Stalproeven melkgeiten



EIP ZEOGOAT



Europees Landbouwfonds
voor Plattelandsontwikkeling
Europa investeert
in zijn platteland



BOERENBOND
trouw aan land- en tuinbouw

ILVO

Flanders Research Institute for
Agriculture, Fisheries and Food

**Wim Govaerts
& Co cvba**



SECTORORGANISATIE
BIOLANDBOUW
EN -VOEDING

Geitenboerderij't Reigershof
Van Waes geitenhouderij
Geitenhouderij Van Lierop – Laureys
Studieclub professionele geitenhouders

Interreg
Vlaanderen-Nederland



Gefinancierd door
de Europese Unie

RAMBO

Stalproeven melkgeiten



Het potentieel van zeolieten als strooiseladditief bij melkgeiten



Melkgeitenbedrijf Rode Moerhoeve (Sint-Gillis-Waas)

Dosis zeolieten: 200 g/m²/week

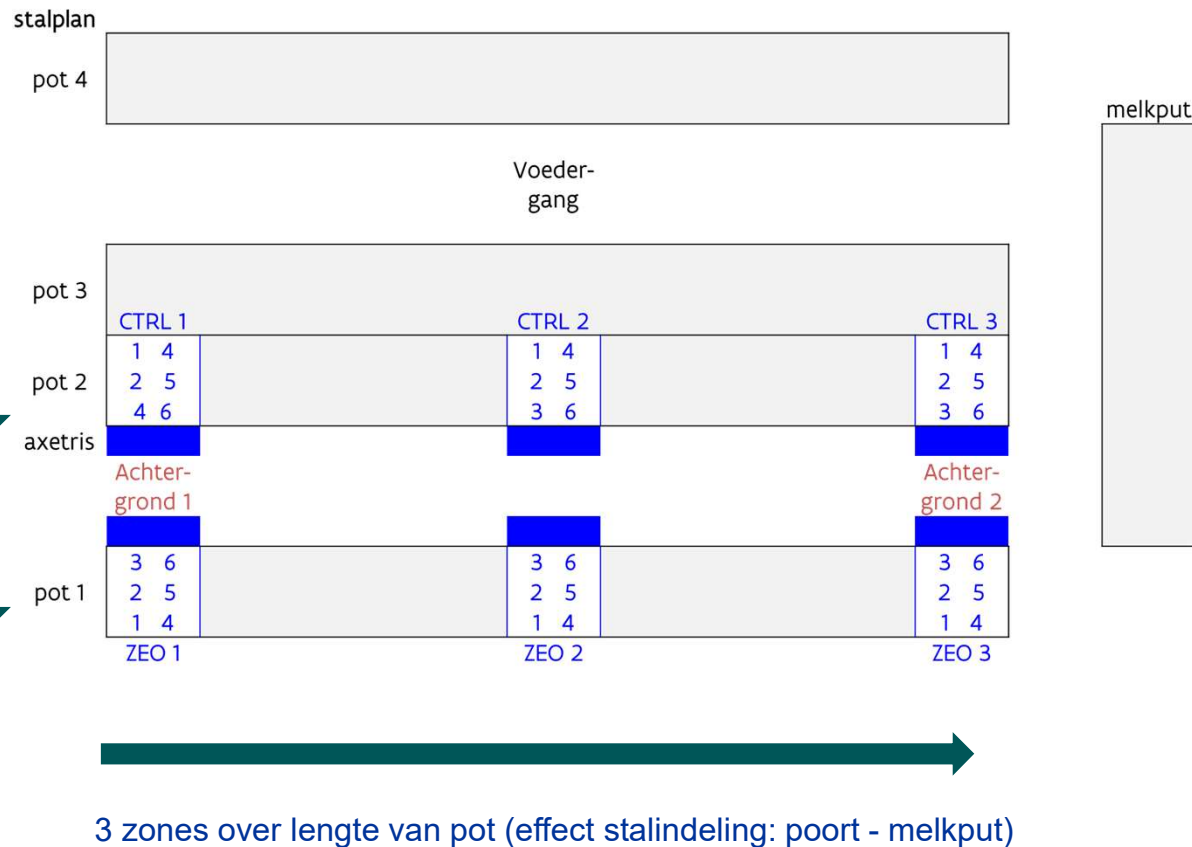
Instrooifrequentie: 1x week

Meetopstelling: metingen op het strooisel

Gasanalyser: Axetris (NH₃, CH₄, CO₂)

Meetperiode: 20 oktober 2024 – 15 januari 2025

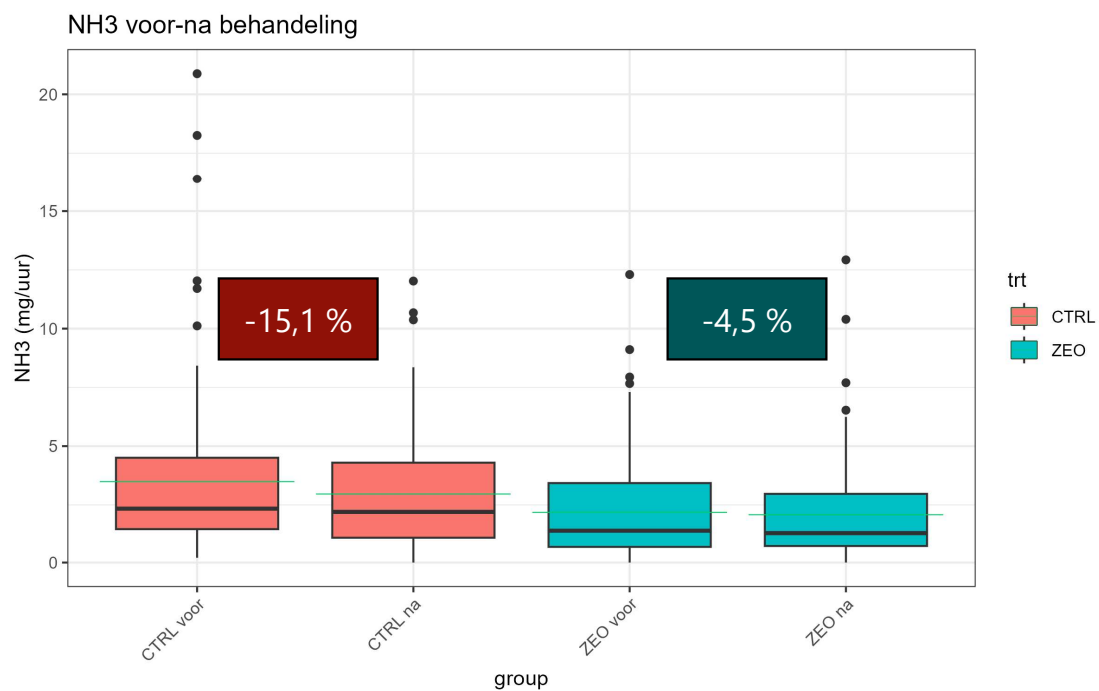
Stalproeven melkgeiten



Meetplan:

- D0: 0-meting: startmeting voor instrooien zeoliet
- D1: Instrooien zeolieten in ZEO hok
- D3: Meting 1 dag na instrooien
- D7: Meting 6 dagen na instrooien
- D8: Instrooien zeolieten in ZEO hok
- ...

Stalproeven melkgeiten

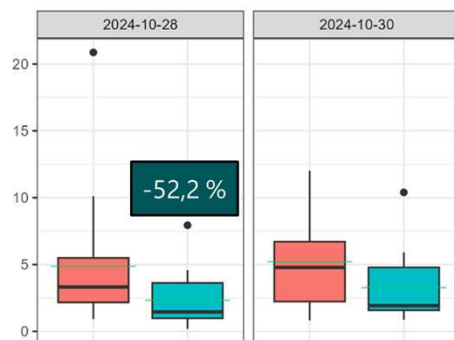
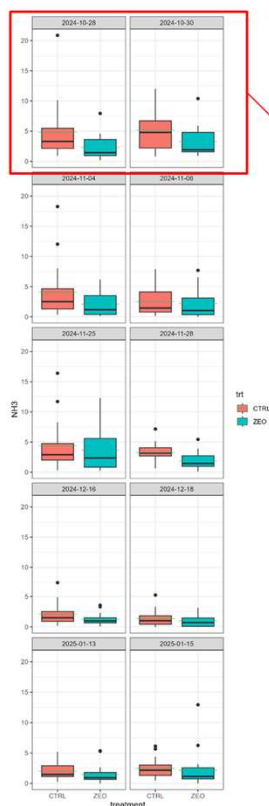


Over hele meetperiode
GEEN NH₃-reducerend
effect van zeolieten -
integendeel

Stalproeven melkgeiten



RESULTATEN - Per meetdag



ZEO-hok zat al lager in NH3 voor begin van toepassing

TEMPERATUUR:

Numeriek **Lager** in ZEO-hokken
dan in CTRL-hokken

14,1 vs 16,1 °C

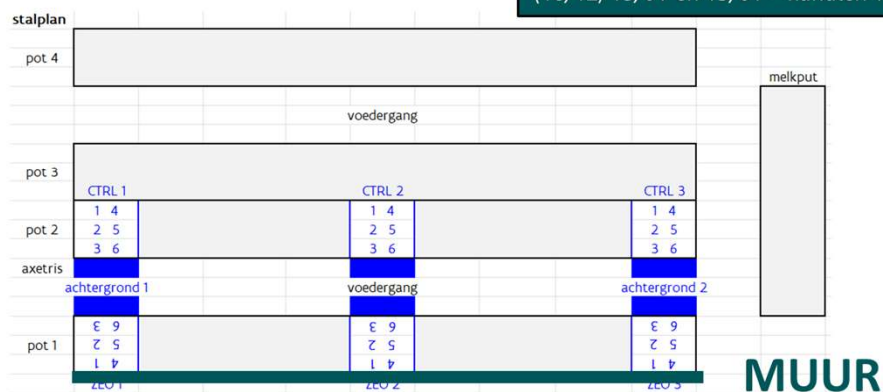
(18/12, 13/01 en 15/01 – kanalen 1-6)

RELATIEVE VOCHTIGHEID:

Numeriek **Hoger** in ZEO-hokken
dan in CTRL-hokken

92,0 vs 90,7 %

(13/01 en 15/01 – kanalen 1-3)



ILVO

Interreg
Vlaanderen-Nederland



Gefinancierd door
de Europese Unie

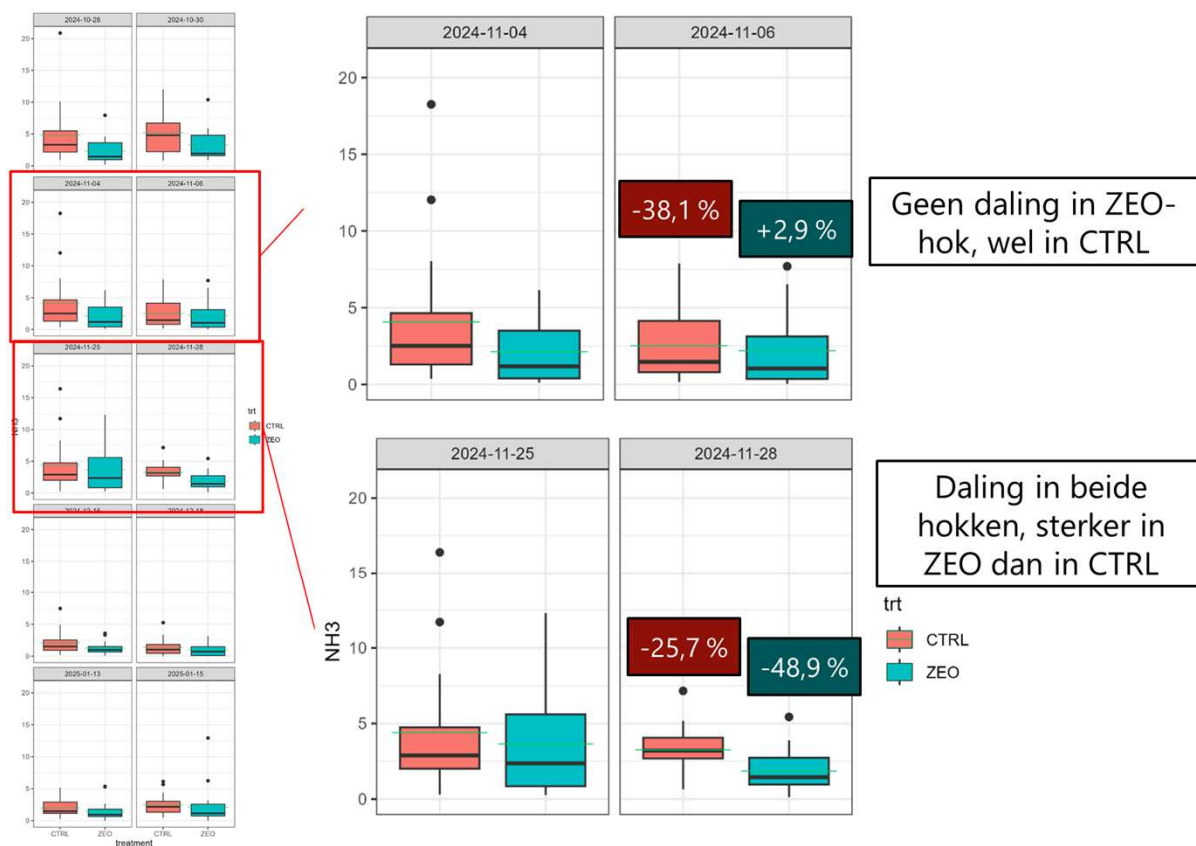
RAMBO

Stalproeven melkgeiten



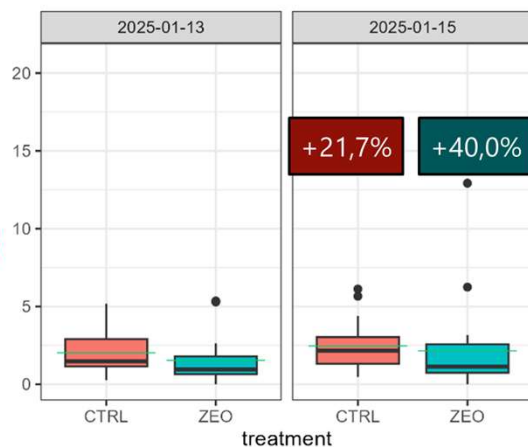
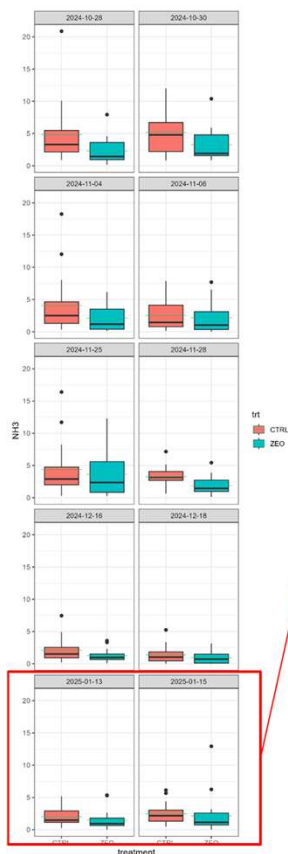
RESULTATEN - Per meetdag

Effect hangt af van de
meetdag en van
bepaalde outliers





Stalproeven melkgeiten

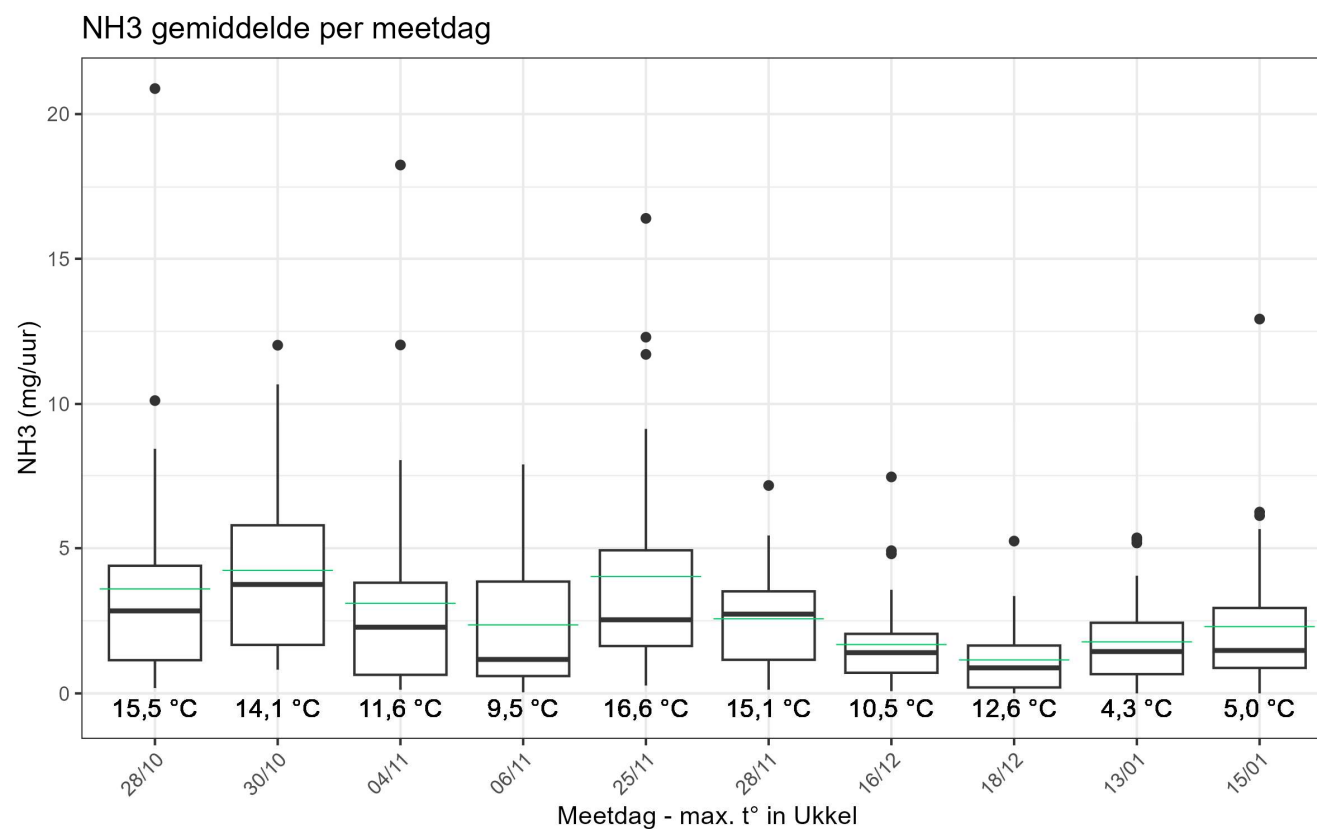


Stijging in beide hokken, sterker in ZEO dan in CTRL

RESULTATEN - Per meetdag

Ook 3x-dosis had niet het gewenste effect

Stalproeven melkgeiten

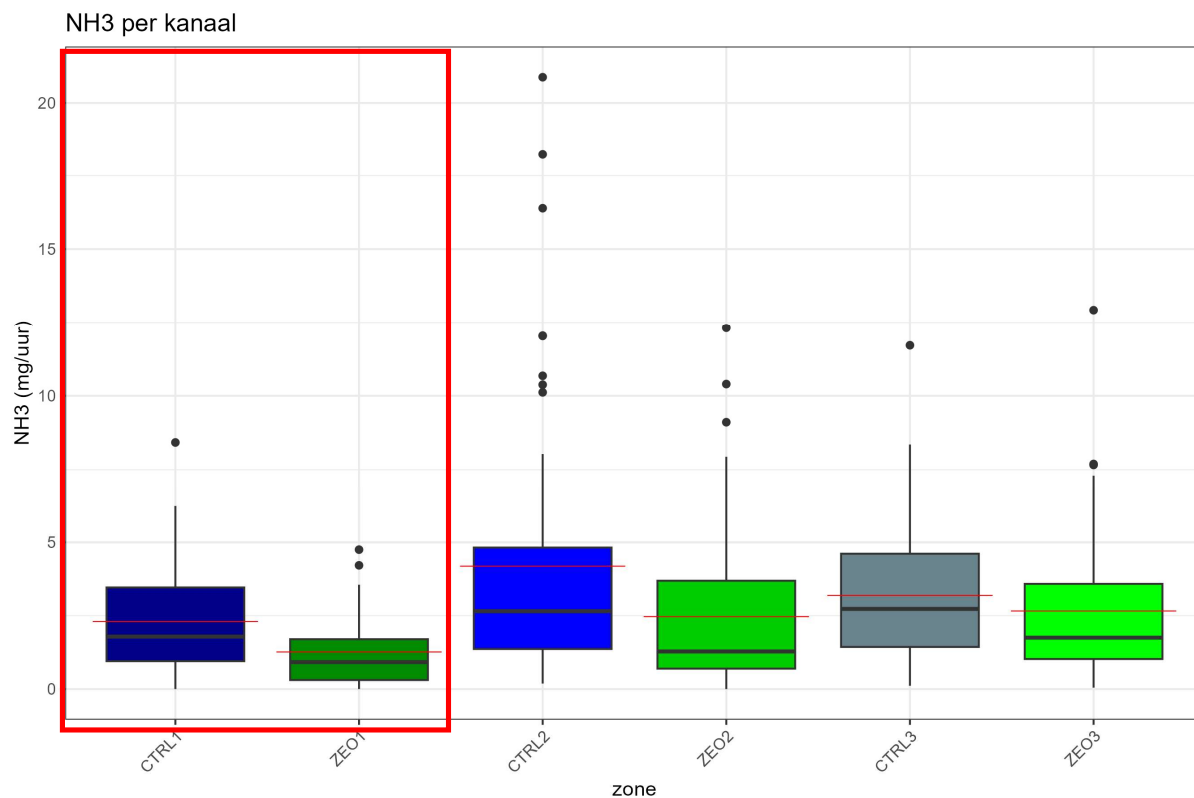


RESULTATEN:

Invloed van
temperatuur op
NH₃-emissies

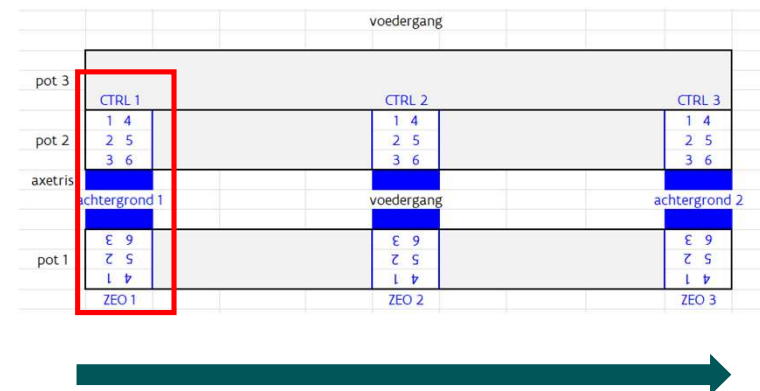


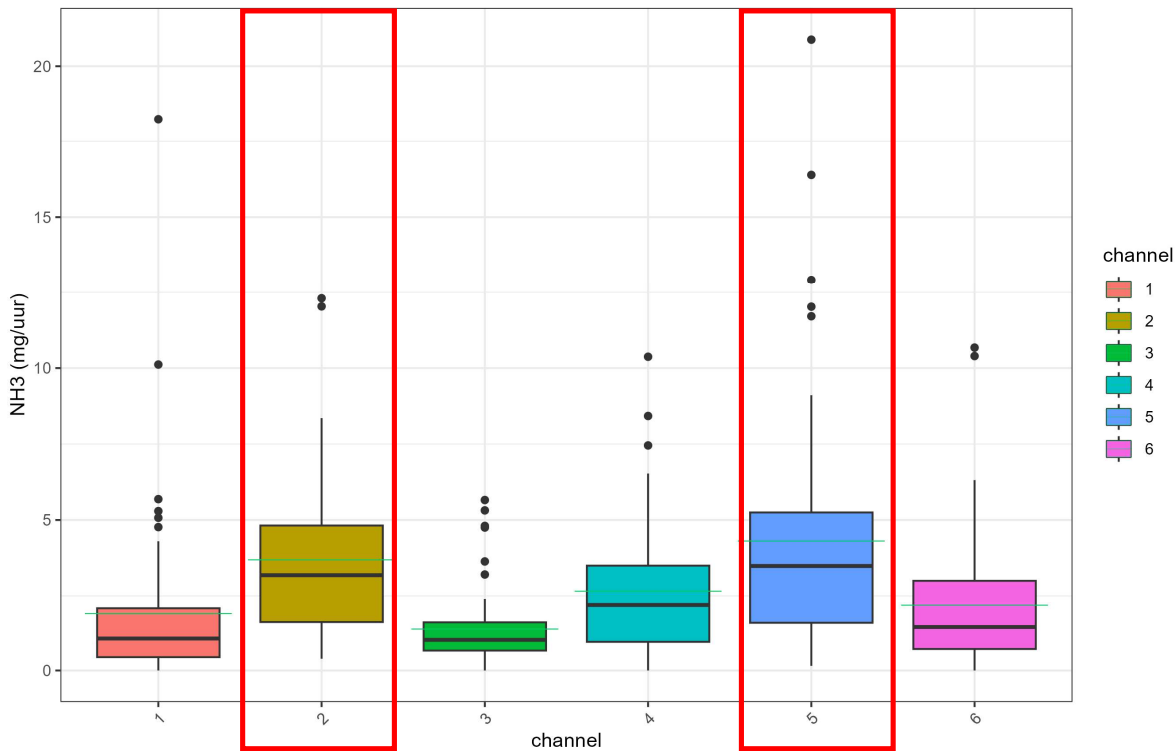
Stalproeven melkgeiten



RESULTATEN - Per zone (lengte – stalindeling)

Lagere NH₃-
emissies in zone 1





- Per zone (breedte - diergedrag)

[illegible]

Stalproeven melkgeiten



RESULTATEN - Mestanalyses

	CTRL		ZEO	
NH₄-N inhoud (<i>mg N / g VS</i>)	3,72	± 0,37	3,72	± 0,81
N -inhoud (<i>% luchtdrogestof</i>)	2,35	± 0,04	2,07	± 0,03
P -inhoud (<i>% luchtdrogestof</i>)	0,478	± 0,012	0,411	± 0,011
N/P verhouding (%)	4,92	± 0,19	5,04	± 0,13

- NH₄-N inhoud exact gelijk
- N-inhoud hoger in CTRL
- P-inhoud hoger in CTRL
- N/P verhouding iets hoger in ZEO
→ *Meer N vastgehouden door zeolieten?*

Stalproeven melkgeiten



Conclusies onderzoek melkgeiten:

- Zeoliet toepassing vertoonde **niet het gewenste NH_3 -reducerend effect**, ook niet bij 3x-dosis
- Heterogeniteit van NH_3 -emissies in de hokken:
Invloeden van diergedrag en stalindeling
- ZEO en CTRL-hok **verschilden sterk** bij begin van proef
- Koude en natte periode
→ **Proef herhalen in warmere periode!** (cfr. Zeolieten bij melkvee proef)

Rapport Zeoliet onderzoek



Meer weten?

Karen.Goossens@ilvo.vlaanderen.be

Jonas.Vandicke@ilvo.vlaanderen.be

<https://ilvo.vlaanderen.be/uploads/documents/Mededelingen/ILVO-mededeling-Zeolieten-Finaal.pdf>



 ilvo@ilvo.vlaanderen.be

 Instituut voor Landbouw-,
Visserij- en Voedingsonderzoek

 @ILVOvlaanderen

 @InstituutvoorLandbouw
EnVisserijonderzoek

 You
Tube ILVOCOMM

 @ilvovlaanderen

Dank u!



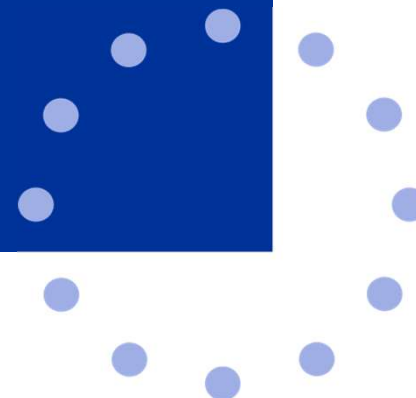
Vlaanderen
is landbouw & visserij

ILVO

Instituut voor Landbouw-,
Visserij- en Voedingsonderzoek
Burg. Van Gansberghelaan 119
9090 Merelbeke-Melle
T + 32 (0)9 272 26 00

jonas.vandicke@ilvo.vlaanderen.be
www.ilvo.vlaanderen.be

Vragen?



Interreg
Vlaanderen-Nederland



Gefinancierd door
de Europese Unie

RAMBO

Aline Vits – KU Leuven

Centrum voor oppervlaktekatalyse:
karakterisatie en applicatie team

Zeolieten in de industrie



Interreg
Vlaanderen-Nederland



Gefinancierd door
de Europese Unie

RAMBO

Wat is een zeoliet

Zeo “koken” en Lythos “steen”

Natuurlijke zeolieten

- Vulkanisch gesteente of glas
- Alkalisch grondwater, meren of lagunes
- Mineralisatie in de aardkorst 1000 tot 1 000 000 jaar

Milieutoepassingen

Vulling voor de kattenbak





Wat is een zeoliet

Synthetische zeolieten

- Si bron
- Al bron
- Hydroxide
- Temperatuur en druk

Chemische industrie



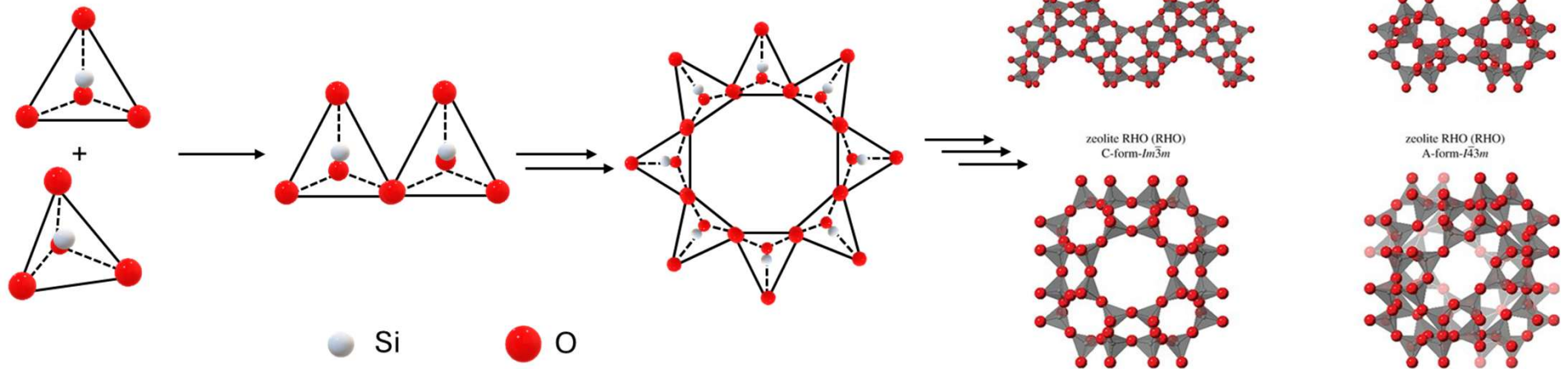
<https://dutch.chinazeolite.net/sale-41099765-beta-zeolite-catalyst-zeolite-specific-surface-catalyst-catalyst.html>

[https://dutch.molecularsieveadsorbent.com/sale-27508975-large-density-zeolite-3a-molecular-sieve-desiccant-for-ethylene-propylene-](https://dutch.molecularsieveadsorbent.com/sale-27508975-large-density-zeolite-3a-molecular-sieve-desiccant-for-ethylene-propylene-https://dutch.alcochemicals.com/zeolite/detergent-zeolite/zeolite-4a.html)

<https://dutch.alcochemicals.com/zeolite/detergent-zeolite/zeolite-4a.html>

Wat is een zeoliet

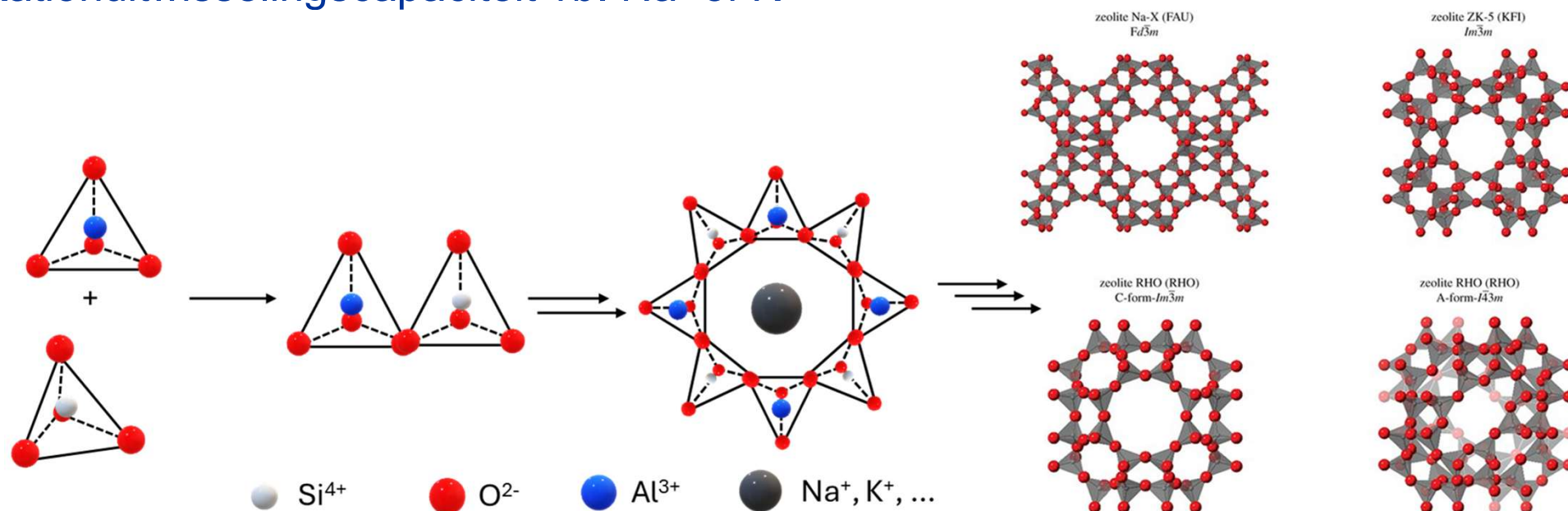
- Tectosilicaat $[\text{SiO}_4]^{4-}$ tetraëders
- 3D netwerk dat zichzelf identiek herhaalt



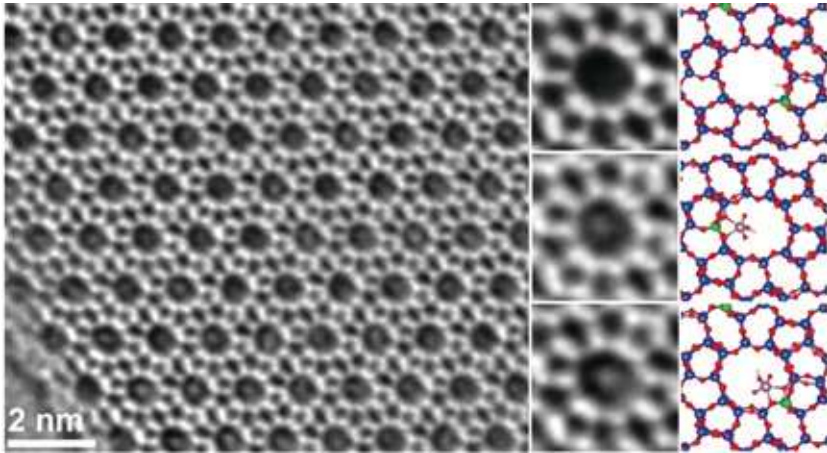
<https://doi.org/10.3390/molecules29112614>

Wat is een zeoliet

- Substitutie van Si^{4+} met Al^{3+} → positieve lading te weinig
- Kationuitwisselingscapaciteit vb. Na^+ of K^+



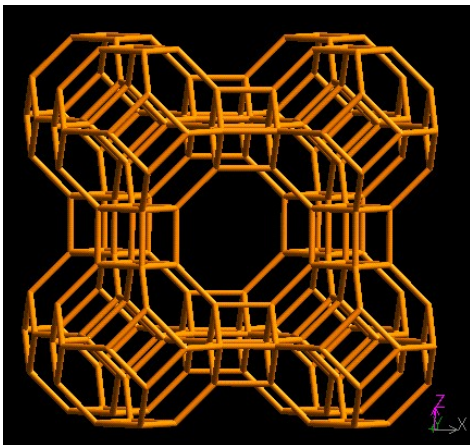
MFI



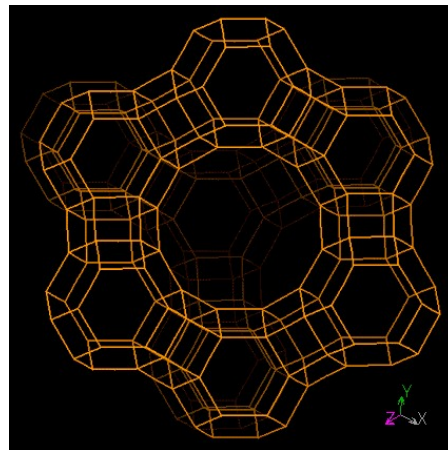
<https://doi.org/10.1002/anie.201909834>

- 250 verschillende frameworks
- Waarvan 40 natuurlijke
- International Zeolite Association (IZA)
- Drielettercode

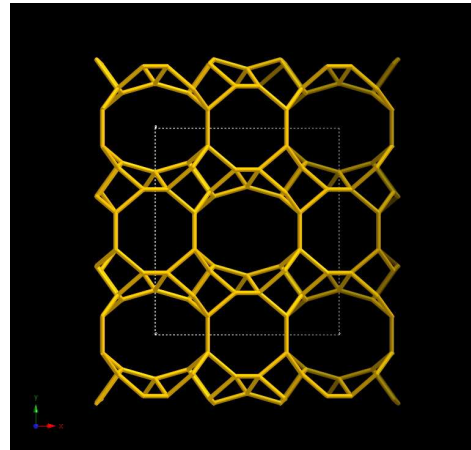
LTA



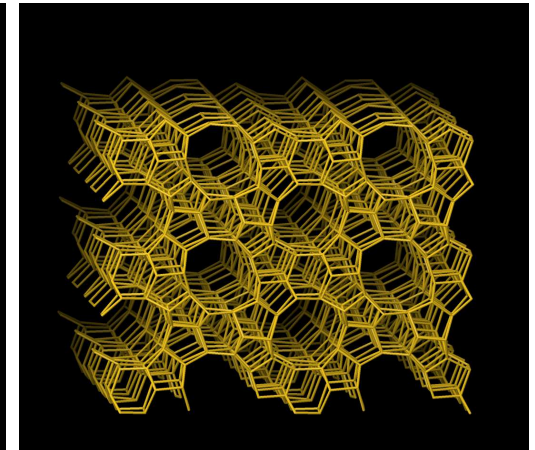
FAU



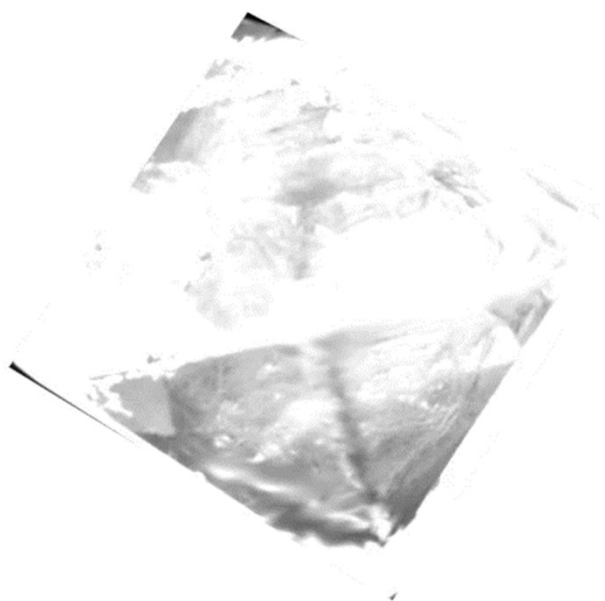
HEU 'Clinoptilolite'



MFI 'ZSM-5'



https://europe.iza-structure.org/IZA-SC/framework_3d.php?ID=149



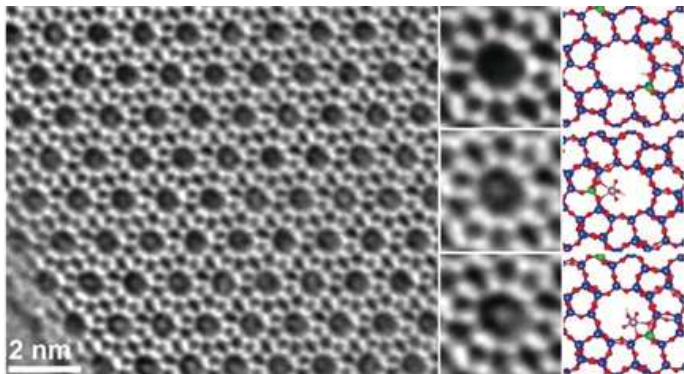


Eigenschappen van zeolieten en hun toepassingen

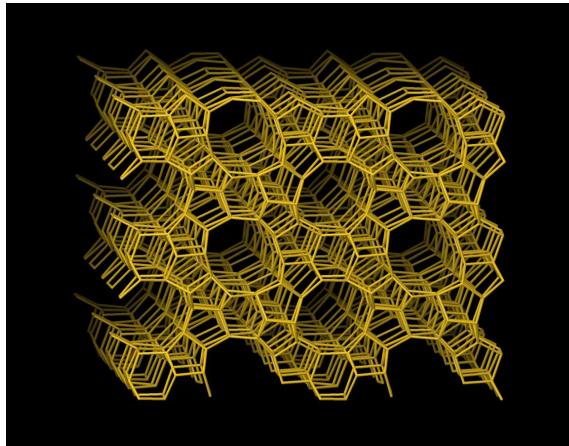
1. Moleculaire zeef

Microporeus materiaal

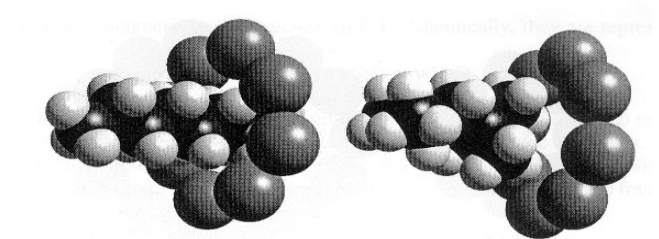
Moleculaire zeef: rooster vaste en uniforme kanalen



<https://doi.org/10.1002/anie.201909834>



https://europe.iza-structure.org/IZA-SC/framework_3d.php?ID=149



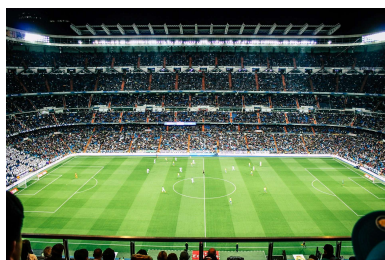
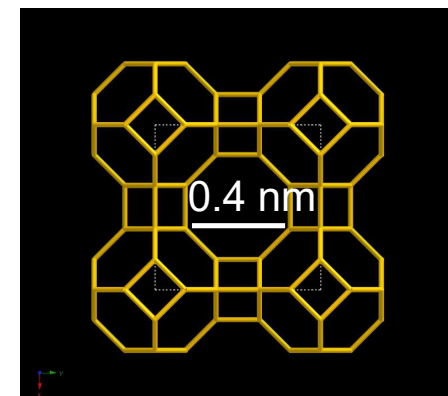


2. Zeer groot intern oppervlak

Identieke units 

Kanalen, kooien en holtes

- Adsorbent



Type of zeolite

Specific surface area (m²/gr)

FAU	793
LTA	849
RHO	715
TSC	795
RWY	1495
KFI	600

<https://www.soccerconcepts.nl/nl/blogs/alles-over-voetbal/hoe-groot-is-een-voetbalveld/>

<https://www.kijkmagazine.nl/nieuws/hoe-lang-is-een-touw-op-1-meter-hoogte-rond-de-aarde/>

https://www.researchgate.net/publication/254249404_The_effects_of_structural_parameters_of_zeolite_on_the_adsorption_of_hydrogen_A_molecular_simulation_study/figures?i=1

Interreg
Vlaanderen-Nederland

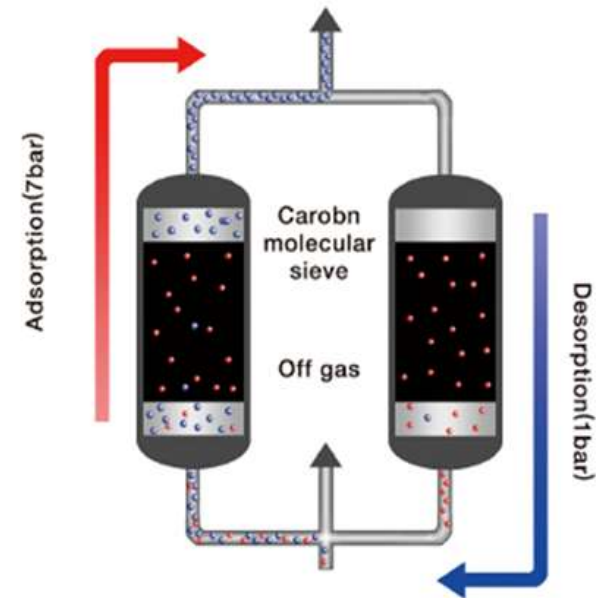
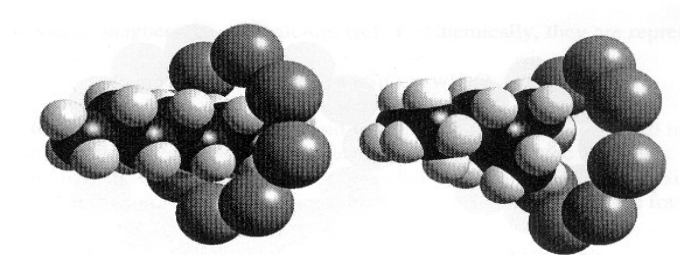


Gefinancierd door
de Europese Unie

RAMBO

→ Adsorbent

Poriestructuur werkt als **moleculaire zeef**



Adsorbent

Si/Al ratio bepaalt de **polariteit**

Selectieve adsorptie van polaire componenten

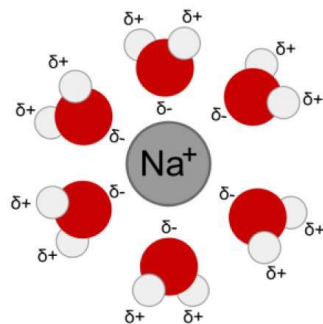
- Droogmiddel vb. tussen dubbel glas

- Gasscheiding

Ethanol/water

Paraffines/water

VOC's



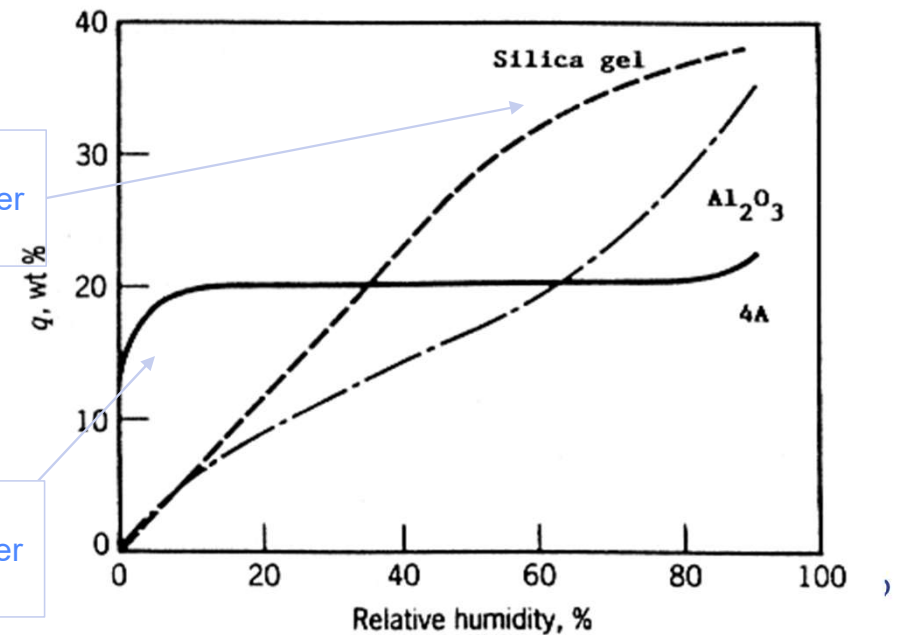
DOI:10.4043/26384-MS

Silicaliet

- Zwakke affiniteit voor water
- Hoge capaciteit

Zeoliet 4A

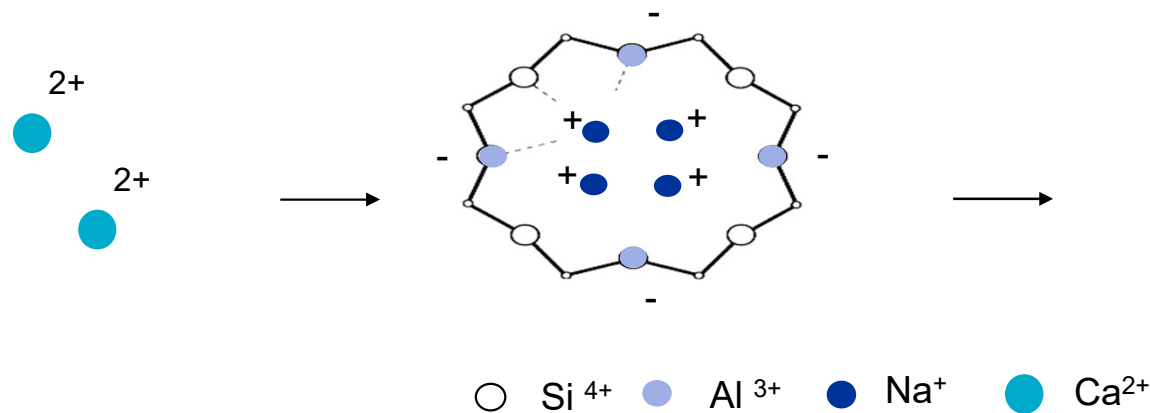
- Sterke affiniteit voor water
- Lage capaciteit



3. Ionenuitwisseling

Si/Al bepaalt **kationuitwisselingscapaciteit**

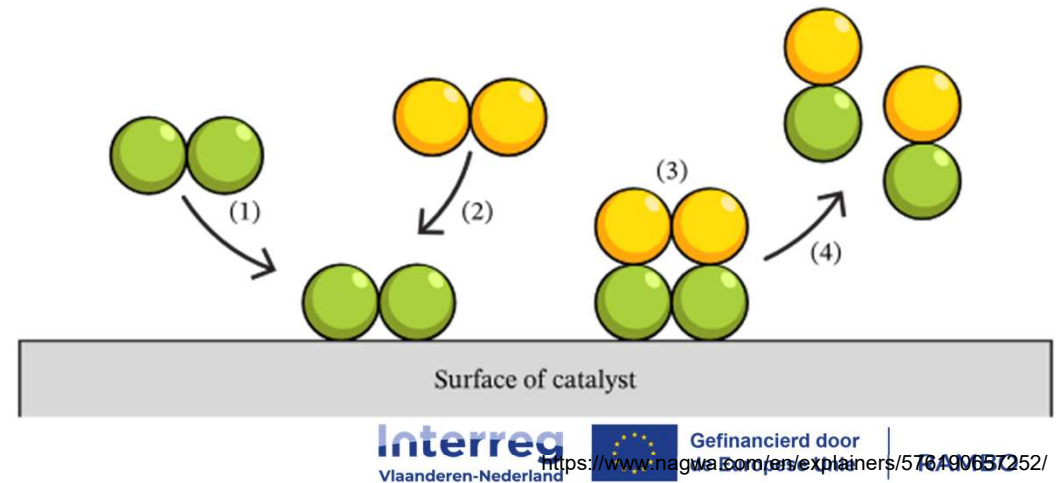
- Waterverzachters vb. waspoeder
- Zware metalen uit afvalwater vb. Hg^{2+} , Pb^{+2} , Cd^{2+} , Zn^{2+}
- Radioactieve ionen vb. Sr^{2+} , Cs^{+} in Tsjernobyl en Fukushima



Zeolieten als katalysator

Inbouwen van **actieve ionen** of clusters van atomen

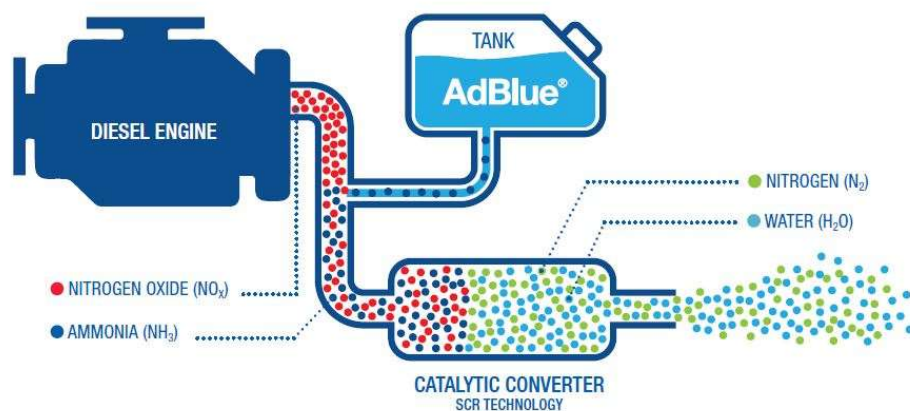
- katalysator: versnellen van chemische reacties zonder zelf verbruikt te worden



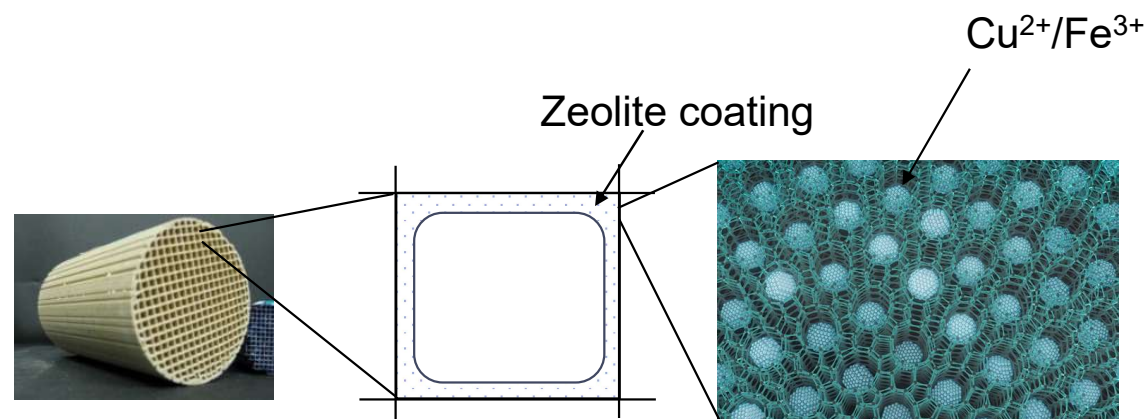
Zeolieten als katalysator

Inbouwen van **actieve** ionen of clusters van atomen

- SCR katalysator aan uitlaat diesel motoren
- $\text{NO}_x + \text{NH}_3 \rightarrow \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$



<https://www.ilpeagalvarplast.com/products/scr-fillers/>



Interreg
Vlaanderen-Nederland



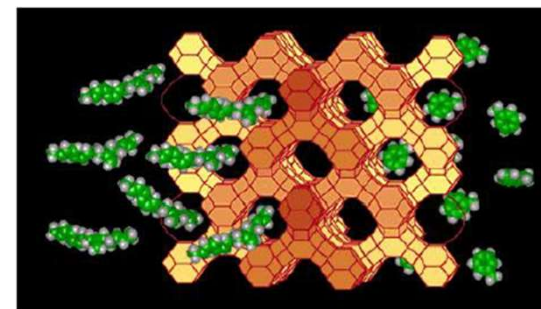
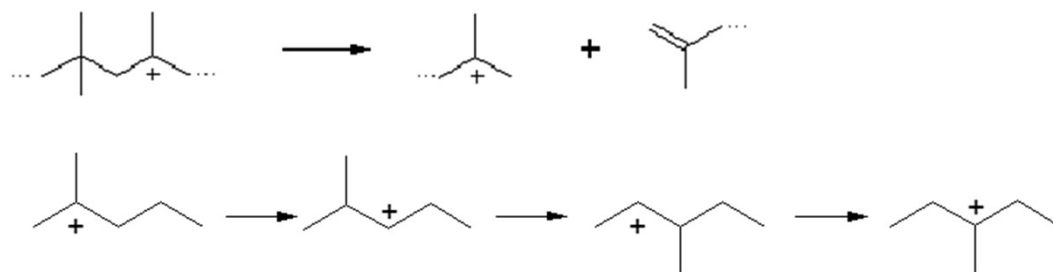
<https://www.clariant.com/en/Innovation/Innovation-Spotlight-Videos/Zeolite-Catalyst-Technology>
Gefinancierd door
de Europese Unie

RAMBO

Zeolieten als katalysator

Inbouwen van **actieve ionen** of clusters van atomen

- Zure katalyse in krakingsprocessen



https://europe.iza-structure.org/IZA-SC/framework_image.php?FWimage_id=185

Interreg
Vlaanderen-Nederland

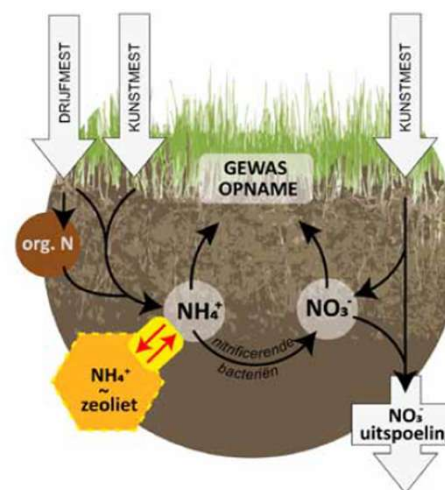


Gefinancierd door
de Europese Unie

RAMBO

Zeolieten in milieu en landbouw

- Bemesting met trage NH_4^+ vrijzetting
- Afvalwater zuivering
 - NH_4^+ verwijdering
 - Verwijderen van zware metalen
- Voeder additief

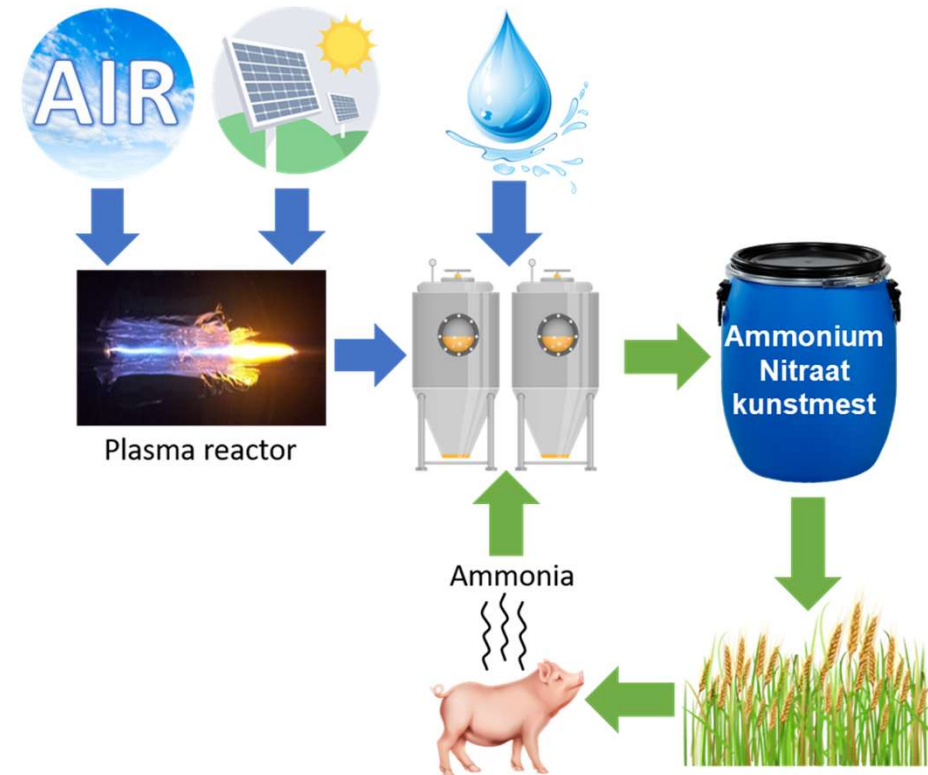




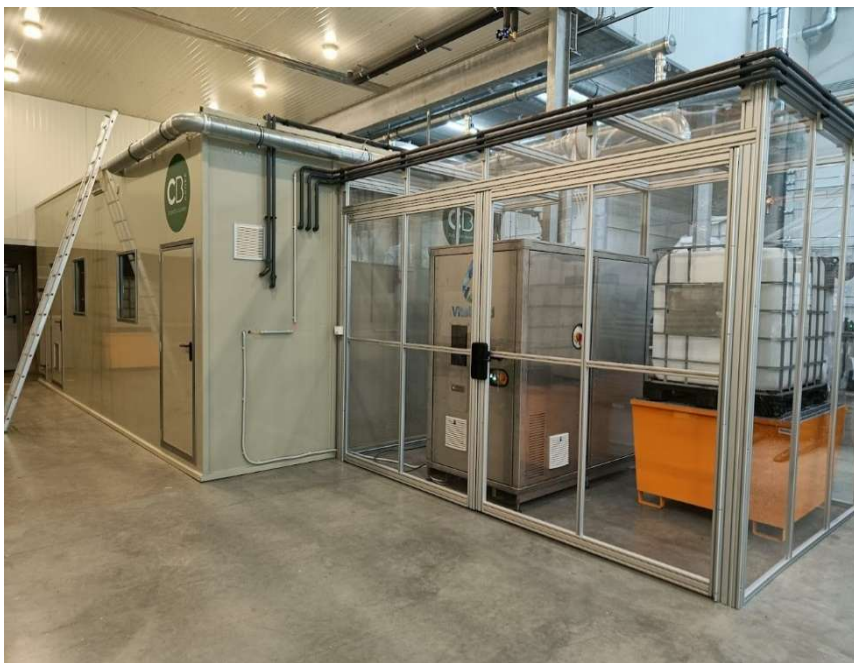
Kunnen we stikstof **uitstoot** omzetten in een **waardevol product**?

Nieuw concept luchtwasser

- + Lokale kunstmestproductie
- + In-situ salpeterzuur productie
 - Geen zuur aankoop & opslag
 - Verdubbeling bemestingswaarde
- + Hoge N-concentratie in afvalwater (220-260 g N/L)
 - Waardevol eindproduct
- + Sterk verminderd water verbruik (+/- 10x)
- + Ammoniak verwijderingsrendement (>95%)



Demonstratie-schaal TRANSfarm



Aline.vits@kuleuven.be

Volume: 5000 L
Gasdebiet: 500 m³/min
Capaciteit: 700 biggen
Reële condities



CIRCLAIR



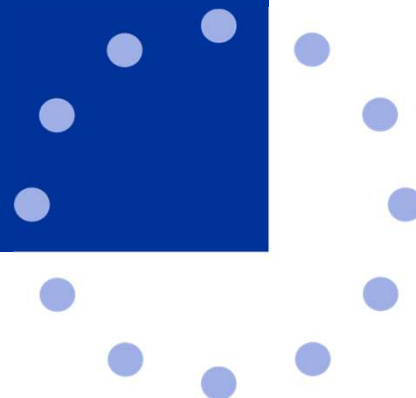
Lander.Hollevoet@circlair.be



Gefinancierd door
de Europese Unie

RAMBO

Vragen?



Interreg
Vlaanderen-Nederland



Gefinancierd door
de Europese Unie

RAMBO

In samenwerking/ met steun van

Interreg
Vlaanderen-Nederland



Gefinancierd door
de Europese Unie

RAMBO



Provincie Noord-Brabant

<https://interregvlandeu/rambo>

