

# **ILVO PAS-studiedag**

***Ammoniak-reducerende maatregelen:  
Wat zit in de pijplijn? Is er nieuws uit het  
wetenschappelijk onderzoek?***

***19 januari 2023***

# Agenda

## 13.30 u

- PAS onderzoek op ILVO, een blik op het verleden, heden en de toekomst
- Laag eiwit voeding voor rundvee: kansen en knelpunten
- Ureaseremmers: een haalbare kaart?
- Aanzuren van mest: potentieel en barrières
- Zeolieten: vulkanische mineralen als ammoniak-reducerend strooiseladditief?

## 15.10 u – Pauze

## 15.30 u

- Emissiemetingen op melkveestallen: een meetcampagne op hoger niveau
- Monitoring: lokale impact van ammoniak emissies in kaart
- WeComV: werking van het Wetenschappelijk Comité Luchtemissies Veeteelt

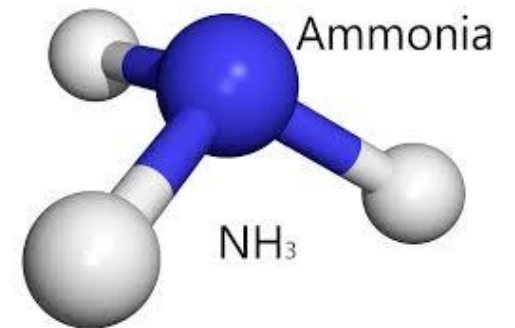
## 16.30 u – Receptie



# PAS onderzoek op ILVO, een blik op het verleden, heden en de toekomst

PAS studiedag 2023  
19 januari 2023

Eva Brusselman  
onderzoeker luchtmissies, meet- en milieutechnieken



# PAS gerelateerd onderzoek op ILVO



## 1. Reducerende maatregelen en technieken



## 2. Meten en monitoren van emissies

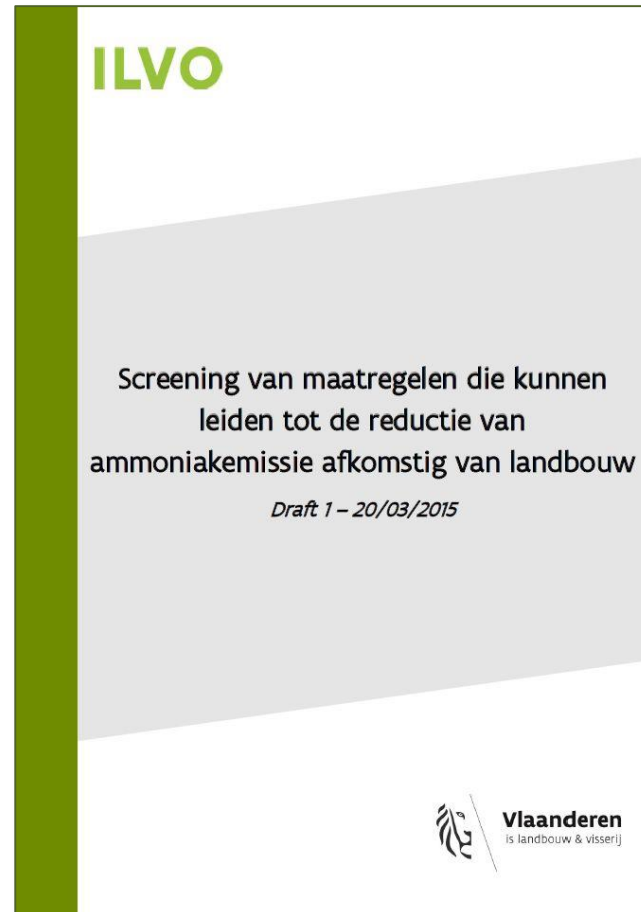


## 3. Ruimtelijk onderzoek



# Back into time...

Auteurs: Brusselman E., Beck B., De Campeneere S., Demeyer P., Goossens K., Kerselaers E., Maertens L., Millet S., Reubens B., Riebbels G., Vandaele L., Vangeyte J., Zwervaegher I.



Home | Onderzoek | Diensten en producten | Over ILVO | Pers en media | Agenda | Werken bij ILVO | Contact

Onderzoek > Ammoniak-emissiereducerende maatregelen en technieken > PAS-lijst

## PAS-lijst en combinaties van maatregelen en technieken

Hieronder kan je de PAS-lijst terug vinden. Vergeet niet om ook de gebruiksvoorwaarden te lezen. Deze voorwaarden zijn, samen met heel wat andere in (een verklarende lijst van termen en duiding rond de verschillen tussen PAS-lijst en AEA-lijst) terug te vinden in het deel [Achtergrondinformatie](#).

### RUNDVEE

- [R-1 Melk- en kalfkoeien ouder dan 2 jaar \(update: oktober 2018\)](#)
- R-1 Melk- en kalfkoeien ouder dan 2 jaar: [combinaties van PAS maatregelen \(update: oktober 2018\)\\*](#)
- [R-2 Zoogkoeien ouder dan 2 jaar \(update: maart 2018\)](#)
- [R-3 Vrouwelijk jongvee tot 2 jaar \(update: maart 2018\)](#)
- [R-4 Vleeskalveren tot 8 maanden \(update: november 2017\)](#)
- [R-6 Vleesstieren en overig vleesvee van 6 tot 24 maanden \(roodvleesproductie\) \(update: maart 2018\)](#)
- [R-7 Fokstieren en overig rundvee ouder dan 2 jaar \(update: maart 2018\)](#)

### VARKENS

- [V-1 Biggen](#)
- [V-2 Kraamzeugen](#)
- [V-3 Geste en dragende zeugen](#)
- [V-4 Vleesvarkens](#)
- V-4 Vleesvarkens: [combinaties van PAS maatregelen\\*](#)
- Varkens: [combinaties van PAS en AEA V-maatregelen\\*\\*](#)
- Varkens: [combinaties van PAS en AEA S-maatregelen\\*\\*](#)

### PLUIMVEE

- [P-2 Opfokpoeljen van legkippen \(niet-koolsystemen\)](#)
- [P-4 Legkippen incl. \(grootlouderdieren van legrassen \(niet-koolsystemen\)](#)
- P-4 Legkippen: [combinatie van PAS en AEA P-maatregelen \(juli 2018\) \\*\\*](#)
- [P-6 Slachtkuikens](#)
- P-6 Slachtkuikens: [combinaties van PAS maatregelen\\*](#)
- P-6 Slachtkuikens: [combinaties van PAS en AEA P-maatregelen \(update: 13 september 2016\)\\*\\*](#)

### GEITEN

- [G-1 Geiten ouder dan 1 jaar \(vleesproductie\)](#)

### ARCHIEF

# PAS maatregelen melkvee?

R-1 Melk- en kalfkoeien ouder dan 2 jaar

Fiche	Naam maatregel	Reductie (%)	Versie	Indiener				
<a href="#">PAS R-11</a>	Beweiden in groep	5-27						
<a href="#">PAS R-12</a>	Loopvloer reinigen met mestschuif of mestrobot	10-15	<a href="#">PAS R-110</a>	Roostervloer voorzien van een bolle thermoplastische rubber toplaag en met mestschuif of mestrobot	25	november 2017	Beerepoot Stalinrichtingen BV; Altez NV	
<a href="#">PAS R-13</a>	Loopvloer reinigen met mestschuif of mestrobot en water	15-20	<a href="#">PAS R-112</a>	Vloer voorzien van perforaties en hellende profilering en mestschuif	25	november 2017	HCI Beton, Cobefa	
<a href="#">PAS R-14</a>	Scheiden van vaste mest en urine onder de rooster gecombineerd met het reinigen van de roostervloer door middel van een mestrobot of mestschuif en sproeisysteem	20	<a href="#">PAS R-113</a>	Geprofileerde vlakke vloer met hellende sleuven, regelmatige mestafstorten voorzien van hangende afdichtflappen met mestschuif of mestrobot	25	november 2017	HCI Beton, Berkel Beton, Cobefa	
<a href="#">PAS R-15</a>	Combi profiel- en roostervloer voorzien van mestschuif en sproeisysteem	25	<a href="#">PAS R-114</a>	V-vormige vloer van geprofileerde vloerelementen in combinatie met een gierafvoerbuus en met mestschuif	25	november 2017	HCI Beton, Cobefa	
<a href="#">PAS R-16</a>	Roostervloer voorzien van cassettes in de roosterspleten en reinigen met mestschuif of mestrobot	25	<a href="#">PAS R-115</a>	Roostervloer met hellende groeven of hellend gelegd voorzien van afdichtkleppen in de roosterspleten met mestschuif of mestrobot en water	30	november 2017	Swaans Beton	
<a href="#">PAS R-17</a>	Chemische luchtwasser in een natuurlijke geventileerde stal <i>OPGELET! Deze techniek is nog in ontwikkeling en mag slechts worden toegepast, onder de strikte voorwaarden die in de fiche staan</i>	45	<a href="#">PAS R-116</a>	Geprofileerde vloerplaten met sterk hellende langsgleuven met urineafvoergat en hellende dwarsgroeven aaneengesloten gelegd of gescheiden door mestafstorten voorzien van emissiereductiekleppen met mestschuif	25	juli 2019	Swaans Beton	
<a href="#">PAS R-18</a>	Biologische luchtwasser in een mechanisch geventileerde stal <i>OPGELET! Deze techniek is nog in ontwikkeling en mag slechts worden toegepast, onder de strikte voorwaarden die in de fiche staan</i>	45	<a href="#">PAS R-117</a>	Roostervloer voorzien van rubber matten en composiet nokken met een hellend profiel, kunststofcassettes in de roosterspleten met mestschuif of mestrobot	25	november 2017	Proflex betonproducten	
<a href="#">PAS R-19</a>	Hellende V-vormige vloer met centrale giergoot en voorzien van geprofileerde rubber matten en mestschuif	25	<a href="#">PAS R-118</a>	Geprofileerde vlakke vloer met hellende sleuven, regelmatige mestafstorten voorzien van emissiereductiekleppen en een mestschuif of mestrobot	25	november 2017	Swaans Beton	
			<a href="#">PAS R-119</a>	Geprofileerde hellende vloer met mestschuif	<a href="#">PAS R-122</a>	Roostervloer met inleg-roosterbalken met een hellend profiel, voorzien van afsluitflappen in de roosterspleten en met mestschuif of mestrobot	25	novem
			<a href="#">PAS R-120</a>	Chemisch luchtwassysteem <i>OPGELET! Deze techniek is nog in ontwikkeling en mag slechts worden toegepast, onder de strikte voorwaarden die in de fiche staan</i>	<a href="#">PAS R-123</a>	Roostervloer voorzien van rubber matten en composiet nokken met een hellend profiel en met mestschuif of mestrobot	20	novem
			<a href="#">PAS R-121</a>	V-vormige vloer van gepr met mestschuif	<a href="#">PAS R-124</a>	Dichte vloer voorzien van rubber matten en composiet of beton nokken met een hellend profiel en met mestschuif	25	novem
					<a href="#">PAS R-125</a>	Roostervloer voorzien van rubber elementen en kleppen in de roosterspleten en reinigen met mestschuif of mestrobot	25	novem
					<a href="#">PAS R-126</a>	Dichte vloer voorzien van rubbermatten en groeven met een hellend profiel en met mestschuif	25	oktob
					<a href="#">PAS R-127</a>	Dichte geprofileerde systeemvloer voorzien van sleuven en rubberpaden met een beperkt roosteroppervlak voorzien van bolle kunststofprofielen en met mestschuif	25	oktob

# Welke voorwaarden moeten vervuld zijn opdat een maatregel in aanmerking zou komen als PAS-maatregel?

- ✓ Het werkingsprincipe is duidelijk!

Hoe werkt het? En werkt het altijd?

- ✓ Er is een inschatting mogelijk van het reductiepotentieel

Met behulp van emissiemetingen, wetenschappelijke publicaties

- ✓ De maatregel is te borgen!



## Experimenteel PAS onderzoek bij vleesvee (2015-2019)

1. Laag eiwit voeding
2. Potentieel van strooisels en strooiseladditieven
3. Reinigingsfrequentie uitloop
4. Effect van uitmesten tijdens leegstand bij beweiden



# Windsingels en houtkanten als emissie-capterende maatregel voor ammoniak



<sup>a</sup> Bronnen: <http://www.emmeloord.info> & <http://www.omroepgelderland.nl>

## Inhoud

1	Inleiding	6
2	Mechanismen die de verspreiding van ammoniak in het landschap beïnvloeden	7
3	Studies met focus op het captatievermogen en depositie-reducerend vermogen voor ammoniakemissies door houtige landschapselementen	9
3.1	Veldmetingen en veldexperimenten	9
3.2	Modellsimulaties en berekeningen	11
4	Theoretisch optimaal landschapselement	15
5	Conclusies	17
6	Referenties	18

Auteurs: Cecelja A., Nelissen V., Reubens B Brusselman E. (2019)

# Windsingels en houtkanten als emissie-capterende maatregel voor ammoniak

## Conclusie?

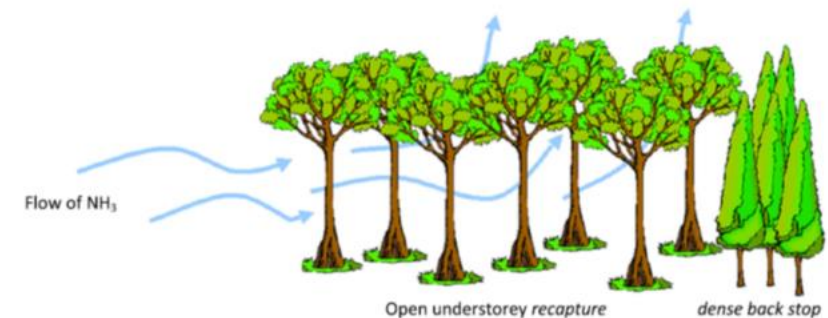
Resultaten met betrekking tot het afvangspotentieel zijn zeer uiteenlopend.

Simulatiemodellen zijn onvoldoende gevalideerd en dus enkel indicatief

Veldstudies zijn schaars en slechts toepasbaar binnen zeer specifieke situaties:

- Afmetingen vegetatiegordels
- Vegetatietype
- Lengte blootstelling (meting)

Laag potentieel als PAS maatregel



Figuur 24: Hoge bomen met een niet geheel dichte laag van struiken/bomen eronder hebben de grootste invangcapaciteit. (Bron: Theobald *et al.* (2004a))



## Meetprotocollen voor de bepaling van emissies van praktijkstallen

Financiering: Beleidsdomein Omgeving (referentietaken)

Studie rond meetrichtlijnen voor erkenning van **luchtwassers** en emissiereducerende stalsystemen voor **mechanisch geventileerde stallen** (ammoniak, geur en fijn stof)

Vorbereidende studie => Basis voor ontwerp van Vlaamse meetrichtlijnen

Zal voorgelegd worden aan Administratief Team & Wetenschappelijk Comité Luchtemissies Veehouderij waarna de Vlaamse meetrichtlijnen vastgesteld zullen worden.

# DANK AAN ONZE FINANCIERDERS!

*Dit onderzoek werd gefinancierd door:*



DEPARTEMENT  
**LANDBOUW & VISSERIJ**

DEPARTEMENT  
**OMGEVING**

AGENTSCHAP  
**INNOVEREN &  
ONDERNEMEN**



Reduction of ammonia emissions from dairy cattle cubicle houses by improved management- or design-based strategies: A modeling approach

Luciano B. Mendes<sup>a,b,\*</sup>, Jan G. Pieters<sup>c</sup>, Dennis Snoek<sup>d</sup>, Nico W.M. Ogink<sup>e</sup>, Eva Brusse

<sup>a</sup> Technology and Food Science Unit, Institute of Agricultural and Fisheries Research (ILVO), Melle, Belgium

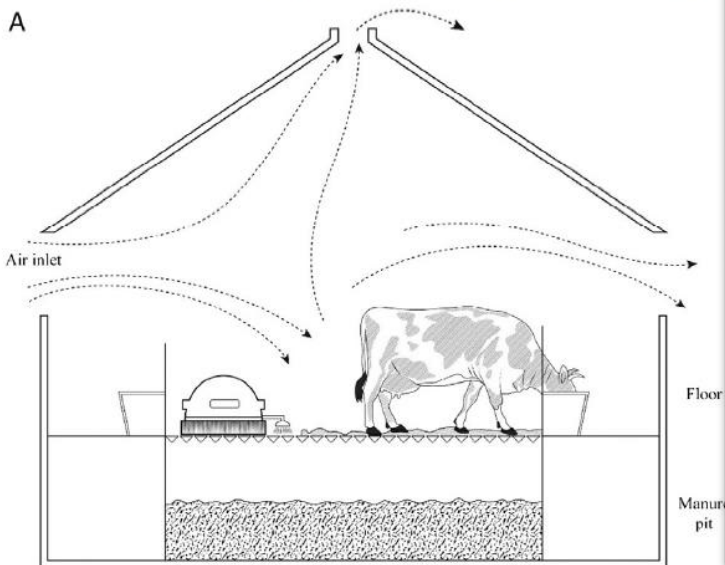
<sup>b</sup> Air Pollution and Greenhouse Gases/Ecosystems Services and Management, International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), Laxenburg, Austria

<sup>c</sup> Department of Biosystems Engineering, Ghent University, Ghent, Belgium

<sup>d</sup> Farm Technology Group, Wageningen University, Wageningen, The Netherlands

<sup>e</sup> Wageningen UR Livestock Research, Wageningen, The Netherlands

LB. Mendes et al. / Science of the Total Environment 574 (2017) 520–531



## Research Paper

# Effect of ventilation settings on ammonia emission in an experimental pig house equipped with artificial pigs



Raphael K. Tabase<sup>a,b</sup>, Sam Millet<sup>a</sup>, Eva Brusselman<sup>a</sup>, Bart Ampe<sup>a</sup>,  
Bart Sonck<sup>a,b</sup>, Peter Demeyer<sup>a,\*</sup>

<sup>a</sup> Flanders Research Institute for Agriculture, Fisheries and Food (ILVO), Burgemeester van Gansberghelaan 115 Bus

BRITISH POULTRY SCIENCE  
2022, VOL. 63, NO. 6, 768–778  
<https://doi.org/10.1080/00071668.2022.2106775>



OPEN ACCESS Check for updates

## Ammonia concentrations, litter quality, performance and some welfare parameters of broilers kept on different bedding materials

M. Brink<sup>a,b</sup>, G. P. J. Janssens<sup>b</sup>, P. Demeyer<sup>c</sup>, Ö. Bağcı<sup>c,\*</sup> and E. Delezie<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Animal Sciences Unit, Flanders Research Institute for Agriculture, Fisheries and Food (ILVO), Melle, Belgium; <sup>b</sup>Department of Veterinary and Biosciences, Ghent University, Merelbeke, Belgium; <sup>c</sup>Agricultural Engineering Unit, Flanders Research Institute for Agriculture, Fisheries and Food (ILVO), Merelbeke, Belgium

Homepagina → Onderzoeksprojecten

# Onderzoeksprojecten

ILVO heeft een breed nationaal en internationaal netwerk en is actief in tal van projecten. Hieronder vindt u een beperkt overzicht van die projecten, waarin u kan filteren op basis van sector en/of thema. Een overzicht van alle projecten waarbij ILVO betrokken is, vindt u op het ILVO onderzoeksportaal.

Onderzoeksportaal →



**Klimaatmaatregelen mét economische kansen op het landbouwbedrijf**  
In uitvoering 01/09/2019 → 31/08/2023

[www.vemis.be](http://www.vemis.be)



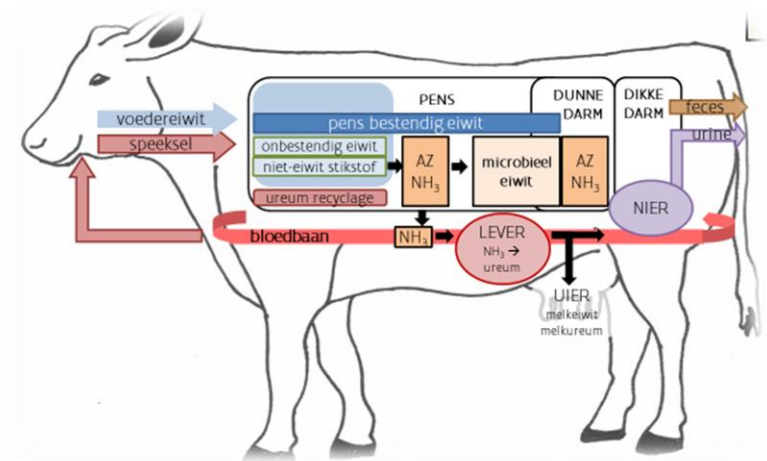
## Opdracht?

VEMIS stimuleert kennisopbouw en kennisuitwisseling en wil de kansen op innovatie versterken rond luchtemissies in de veehouderij



The screenshot shows the Vemis website interface. At the top, there is a navigation menu with 'Over ons', 'Kennis', 'Activiteiten', and 'Contact'. The main header features the Vemis logo and a search bar. The featured article is titled 'Emissie in de veehouderij van kennis tot oplossing'. Below the article title, there are four categories: Ammoniak, Geur, Fijn stof, and Broeikasgassen. The 'Nieuws' section includes a news item about 'Website WeComV online' and another about 'Convenant Enterische Emissies Rundvee (CEER)'. A 'Kalender' section is visible at the bottom.

# Laag eiwit voeding als PAS maatregel voor rundvee: kansen en knelpunten

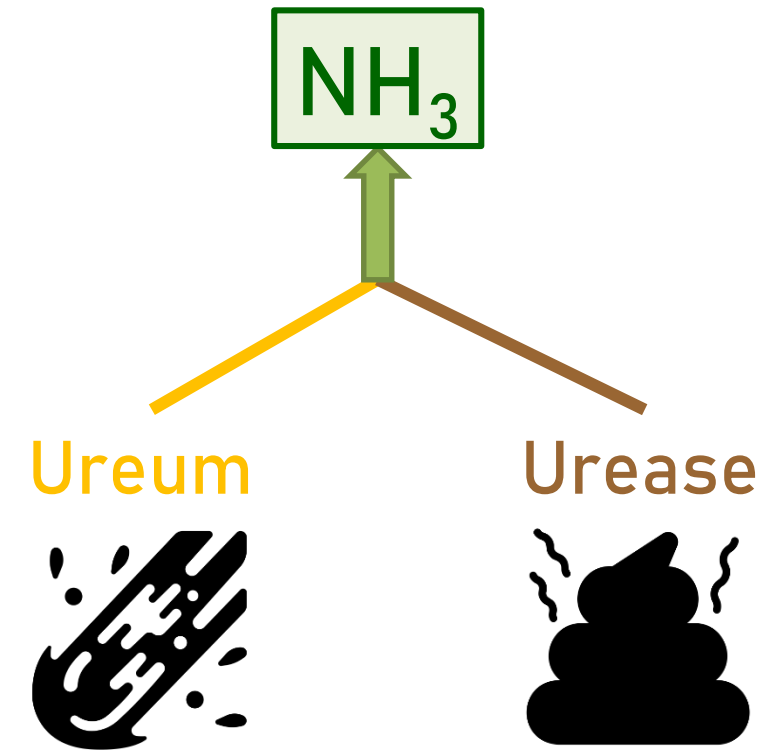
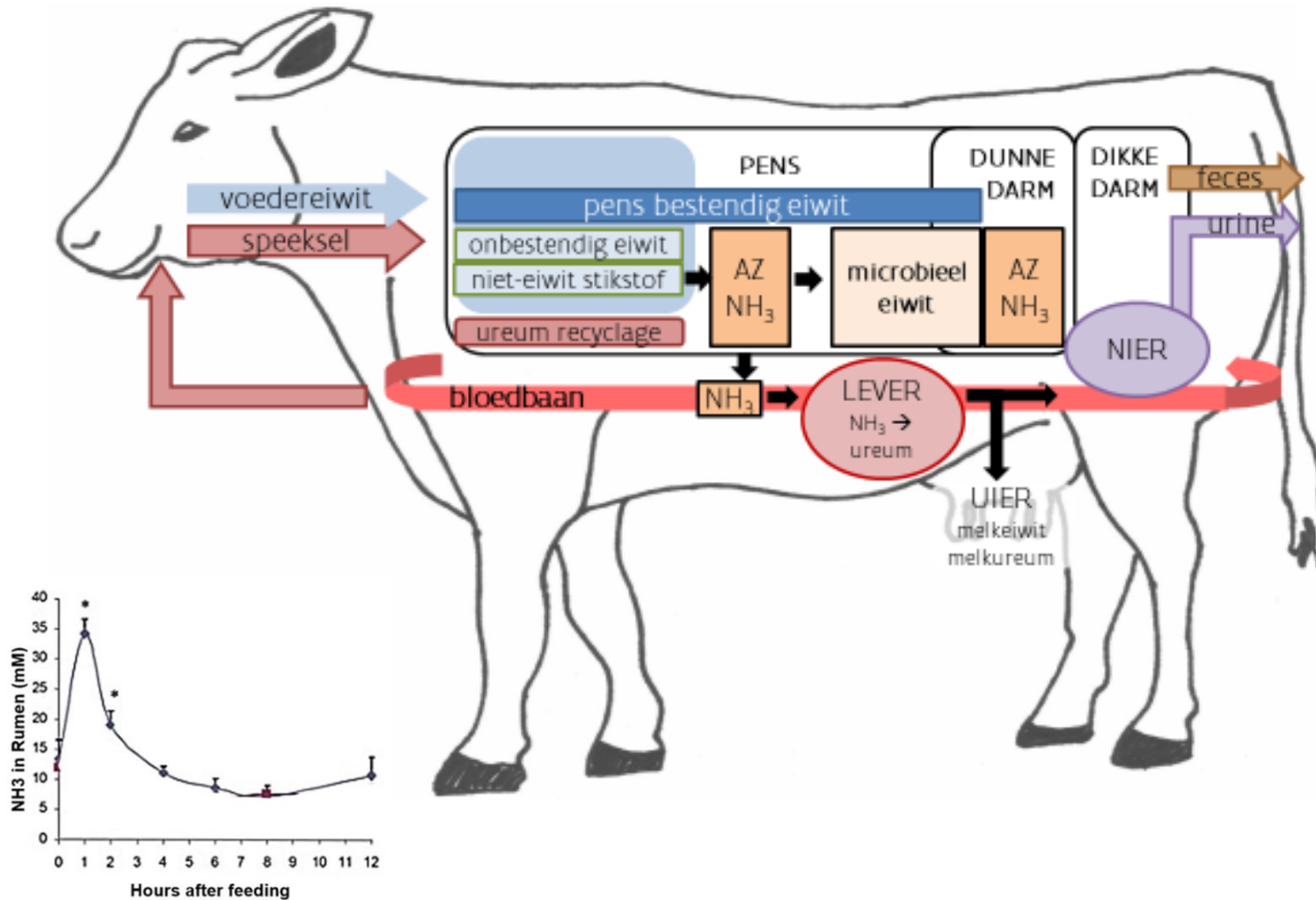


**Karen Goossens** – onderzoeker rundvee  
19 januari 2023  
PAS Studiedag 2023

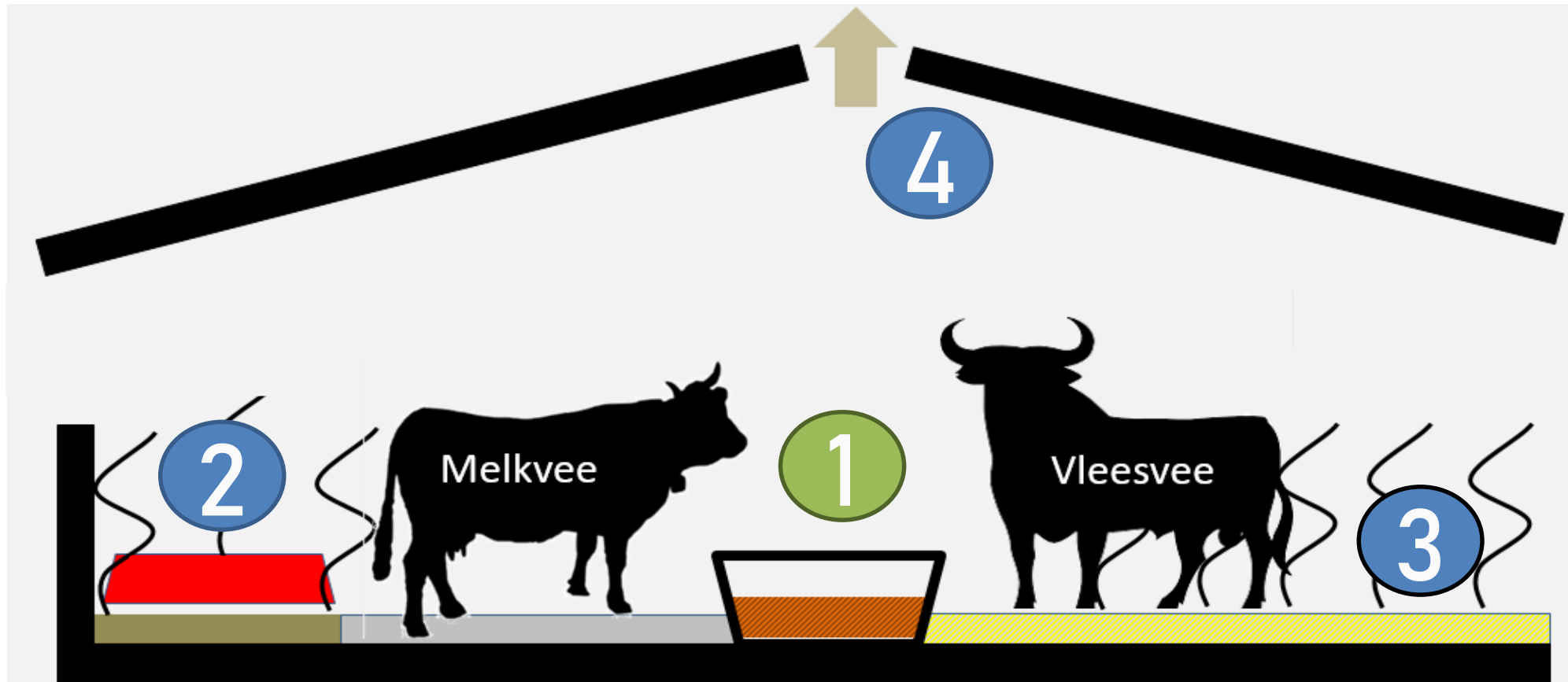
**ILVO**



# Hoe ontstaat ammoniak (NH<sub>3</sub>)?



# Waar kan ingegrepen worden in de vorming en emissie van $\text{NH}_3$ ?



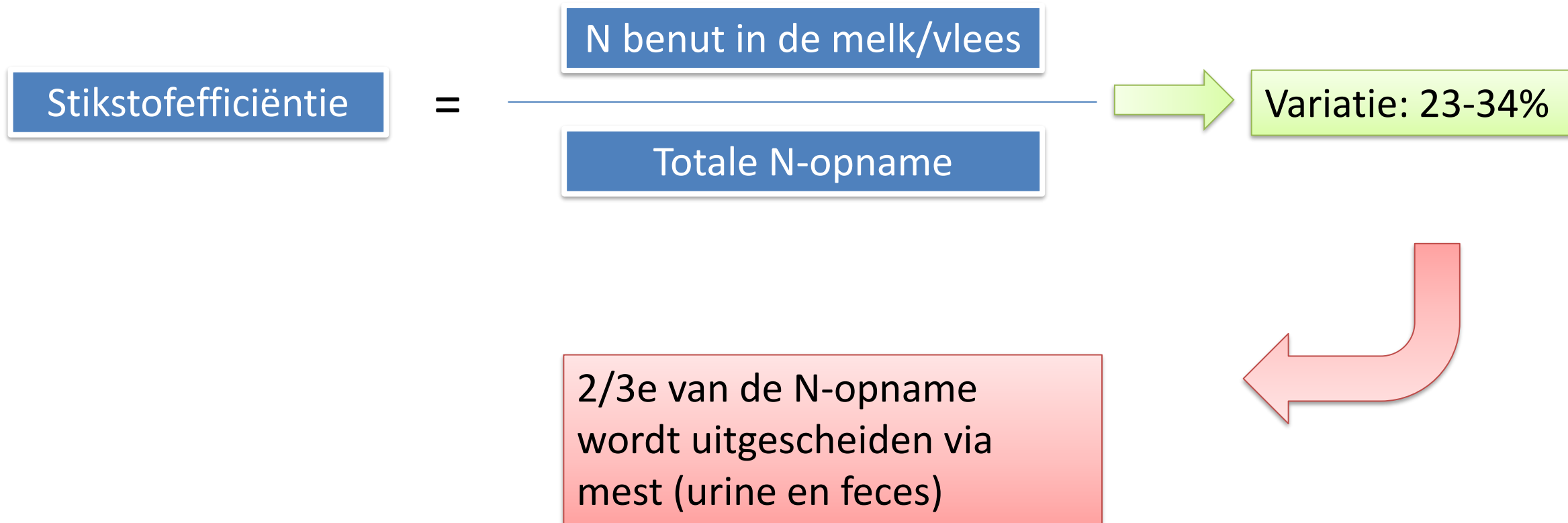
1. Minder eiwit voederen

2. Urine en faeces scheiden

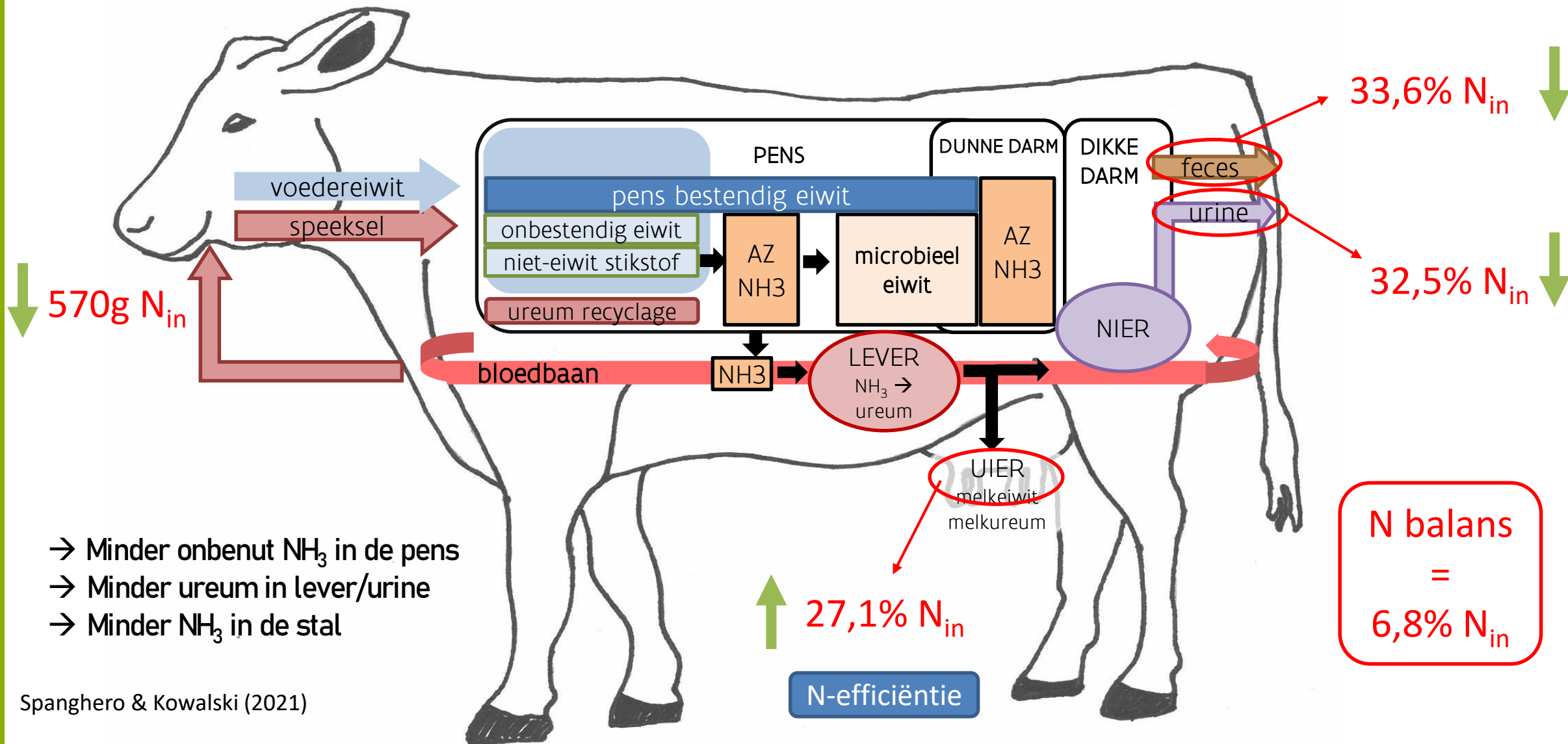
3. Mest behandelen

4. Stalemissies verhinderen

# Voeding als brongerichte maatregel



# Voeding als brongerichte maatregel



# Voeding als brongerichte maatregel

1 g/kg DS minder eiwit  
=  
1% minder ammoniak

Eiwit kan niet onbeperkt verlaagd worden → risico productiedaling!

Melkveerantsoen: RE 16,5% → 14,5%

Betere balans  
eiwit - energie



- Rantsoen samenstelling
- Additieven ter stimulatie microbieel eiwit

Eiwitkwaliteit  
verbeteren  
DVE ↑ OEB ↓



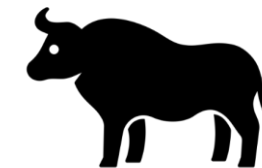
- Ruwvoeder kwaliteit
- Eiwit bestendiger maken
- Alternatieve eiwitbronnen

Sturen op  
aminozuur  
voorziening



- Alternatieve eiwitbronnen
- Bestendige AZ

# 1 Sturen op meer DVE – minder OEB



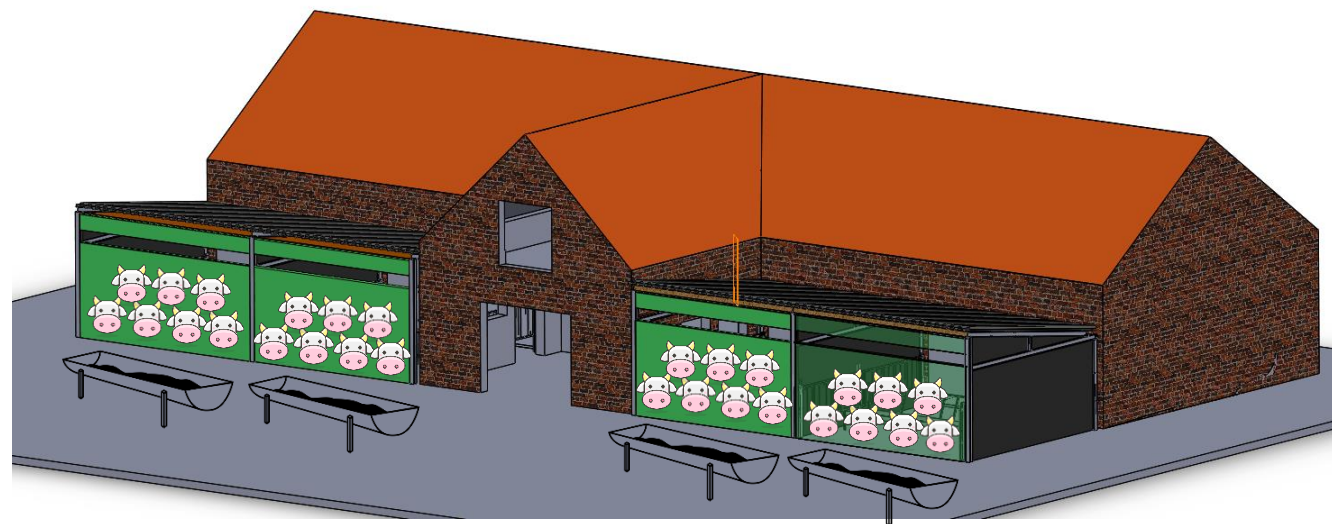
Proef met 28 BWB vaarzen (15 à 24 maand)  
Indeling in 4 groepen: 2x2 opzet

1 Voederopname

2 Emissies



3 Stikstof balans & excretie

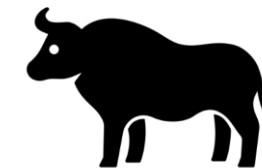


Laag eiwit voeder

Hoog eiwit voeder

	Laag RE		Hoog RE
VEM (/ kg DS)	881	=	880
RE %	11,6	≠	14,2
DVE (g/ kg DS)	59	=	58
OEB (g/kg DS)	-15	≠	+15

# 1 Sturen op meer DVE – minder OEB

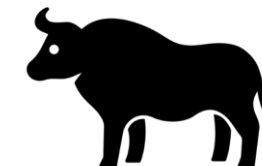


## 1 Voederopname



	Laag RE	Hoog RE	SEM	P-waarde
DS-opname (kg/dag)	7,99	7,96	0,204	0,298
<b>RE-opname (g/dag)</b>	<b>942</b>	<b>1103</b>	<b>28,9</b>	<b>0,0002</b>
DVE-opname (g/dag)	480	459	12,9	0,954
<b>OEB-opname (g/dag)</b>	<b>-103</b>	<b>88</b>	<b>17,4</b>	<b>&lt; 0,0001</b>
VEM-opname (g/dag)	7015	6950	188	0,392

# 1 Sturen op meer DVE – minder OEB



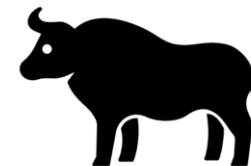
## 2 Emissies



	Laag RE	Hoog RE	SEM	P-waarde	Δ
RE-opname (g/dag)	942	1103	28,9	0,0002	-15%
N-opname (g/dag)	<b>150,7</b>	<b>176,5</b>	<b>4,62</b>	<b>&lt; 0,0001</b>	<b>-15%</b>
NH <sub>3</sub> concentratie (ppb)	<b>1800</b>	<b>2808</b>	<b>139</b>	<b>&lt; 0,0001</b>	<b>-35%</b>



# 1 Sturen op meer DVE – minder OEB



## 3 Stikstof balans & Stikstof excretie



	Laag RE	Hoog RE	SEM	P-waarde
Urineproductie l/dag	9,36	9,31	0,766	> 0,05
<b>Urinaire N g/dag</b>	<b>43,8</b>	<b>70,4</b>	<b>2,51</b>	<b>&lt; 0,001</b>
<b>Urinaire UN g/dag</b>	<b>23,6</b>	<b>60,5</b>	<b>2,15</b>	<b>&lt; 0,001</b>
Feces kg DS/dag	2,51	2,46	0,16	= 0,102
Fecale N g/dag	66,7	62,0	3,14	= 0,02
Nex g/dag	110,5	132,4	4,6	= 0,013

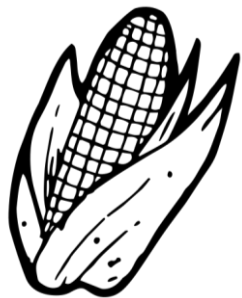
## 2 Beter eiwit - energiebalans

### Manier van voeder verstrekken



- Gemengd voeren (TMR)
- Meer voederbeurten
- Energie bijvoederen op de weide

### Meer energie: ↑ maisaandeel



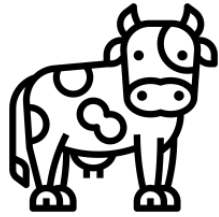
↑ pens beschikbare koolhydraten

↓ eiwit gehalte rantsoen

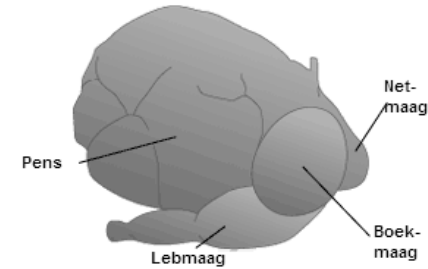
↑ stikstof efficiëntie

# 3 Additieven ter stimulatie microbiel eiwit

Efficiëntere koeien

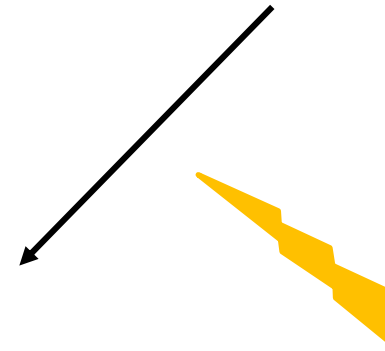
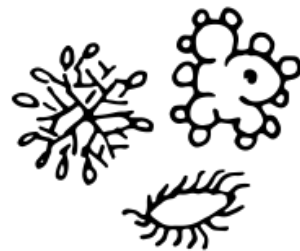


Efficiëntere pens



Microbieel eiwit ↑

Microbioom



**ADDITIEVEN**

- Essentiële oliën
- Tannines

# 4 Eiwit bestendiger maken



Najaarsgras

- Laag droge stof gehalte
- Laag suiker gehalte
- Hoog eiwit gehalte
- Veel onbestendig eiwit (OEB)



Inkuiladditief

HYDROLYSEERBARE TANNINES

Verbeterde  
graskwaliteit



Najaarsgras

Voordrogen

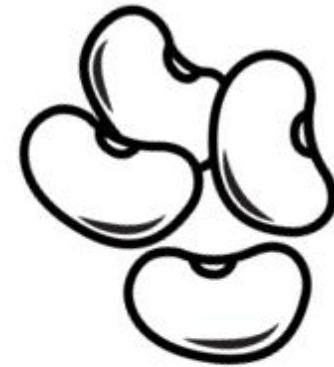
Minder proteolyse  
Meer DVE

# 4 Eiwit bestendiger maken



## POSITIEVE KENMERKEN VELDBONEN TEELT

- ✓ Gedijt goed in een Vlaams klimaat
- ✓ Vrij eenvoudig management
- ✓ Vlinderbloemige die N fixeert uit lucht
- ✓ Eiwitteelt van eigen bodem



## OPBRENGST

Reinteelt  
veldbonen  
4,4 - 4,5 ton DS/ha

Mengteelt  
met granen  
6 - 10 ton DS/ha

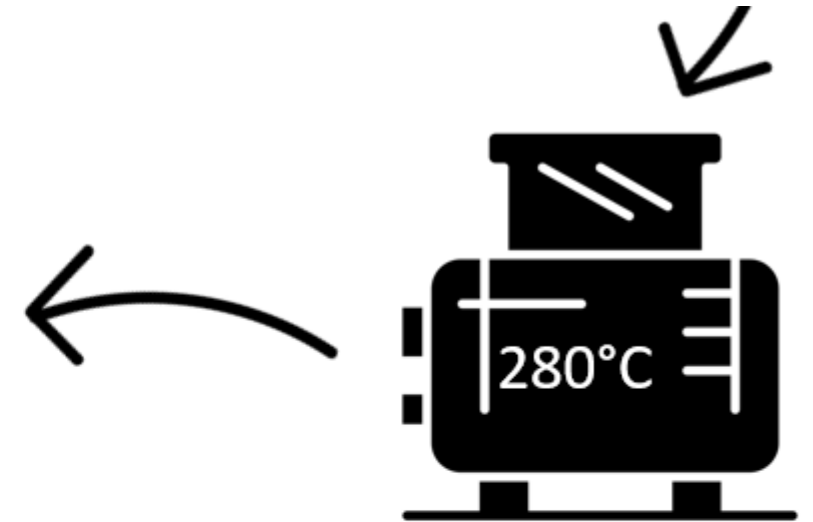
## NEGATIEVE KENMERKEN RAUWE VELDBONEN

- ✗ Hoge afbreekbaarheid eiwit & zetmeel
- ✗ Vrij laag aandeel methionine
- ✗ Aanwezigheid anti-nutritionele factoren

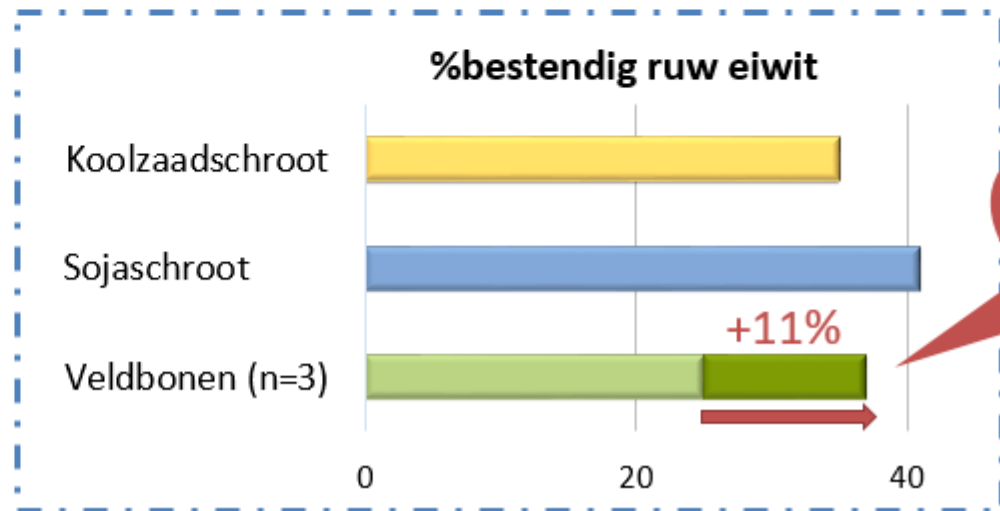
# 4

## Eiwit bestendiger maken

VOEDERWAARDE (g/kg)	DS	ZET	%BZET	RE	DVE	OEB	VEM
Veldbonen (n=3)	<b>888</b>	<b>329</b>	<b>33</b>	279	<b>117</b>	117	1033
Veldbonen getoast (n=3)	<b>929</b>	<b>354</b>	<b>41</b>	288	<b>154</b>	91	1079
Sojaschroot	880	-	-	436	238	156	1008
Koolzaadschroot	882	-	-	339	134	136	857



*Het toasten van veldbonen verhoogt het aandeel bestendig eiwit én zetmeel.*



**= EFFECT TOASTEN**

# 5 Pensbestendige aminozuren

Laag eiwit rantsoen = ↓ NH<sub>3</sub> & N



**LIMITERENDE AMINOZUREN**

methionine + lysine

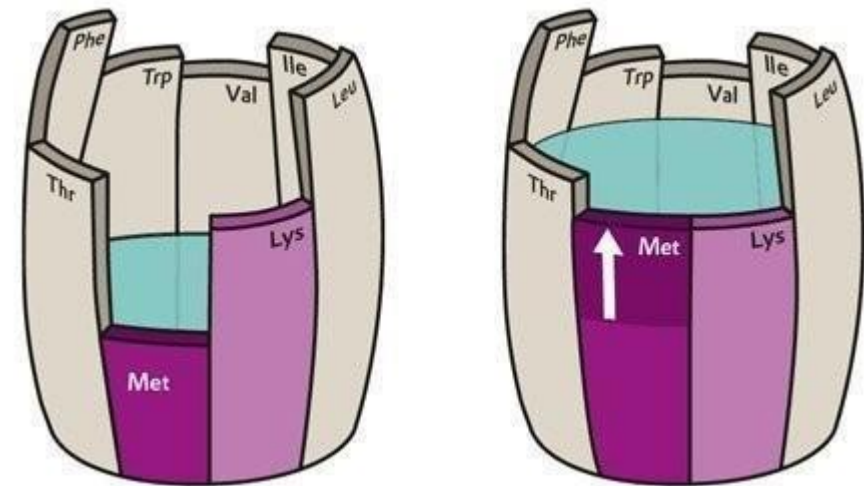


2.4% dMet\*



7.0% dLys\*

...MAAR ↓ melk productie



*The Liebig Barrel*

\*Noziere, Sauvany, & Delaby, 2018

# 5 Pensbestendige aminozuren

Standaard rantsoen ↔ Laag eiwit ↔ Laag eiwit + Met + Lys

Low Protein trial	CRTL	LOW	LOW + AA	P-value
CP (g/kg)	170	152	154	-
DMI (DM kg/d)	22.2 <sup>a</sup> ± 0.35	21.4 <sup>b</sup> ± 0.35	21.8 <sup>ab</sup> ± 0.35	< 0.01
Roughage intake (DM kg/d)	15.6 ± 0.33	15.5 ± 0.33	15.7 ± 0.33	0.581
Concentrate intake (DM kg/d)	6.62 <sup>a</sup> ± 0.18	5.93 <sup>b</sup> ± 0.18	6.13 <sup>b</sup> ± 0.18	< 0.001
CP intake (kg/d)	3.79 <sup>a</sup> ± 0.64	3.26 <sup>b</sup> ± 0.64	3.33 <sup>c</sup> ± 0.64	< 0.001
MP (kg/day)	29.3 <sup>a</sup> ± 0.7	28.3 <sup>b</sup> ± 0.7	28.8 <sup>ab</sup> ± 0.7	< 0.05
MUC (mg/l)	223 <sup>a</sup> ± 6	178 <sup>b</sup> ± 6	175 <sup>b</sup> ± 6	< 0.001
N-efficiency (%)	27.3 <sup>a</sup> ± 0.3	30.6 <sup>b</sup> ± 0.3	30.7 <sup>b</sup> ± 0.3	< 0.001



# 5 Pensbestendige aminozuren

Laag eiwit rantsoen =  $\downarrow$   $\text{NH}_3$  & N

....MAAR  $\downarrow$  melk productie



## LIMITERENDE AMINOZUREN

methionine + lysine + histidine



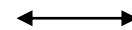
2.4% dMet\*



7.0% dLys\*



2.4% dHis\*



1.8% dHis

\*Noziere, Sauvart, & Delaby, 2018

## 5 Pensbestendige aminozuren

	CTRL	MetLys	MetLysHis
DS voederopname (kg/d)	23.0	22.8	22.5
Meetmelk (kg/d)	32.3	32.5	32.6
Melk ureum N (mg/dL)	10.1 <sup>B</sup>	10.7	11.1 <sup>A</sup>
Stikstof efficiëntie (%)	33.9	33.2	33.6
Voederefficiëntie	1.41	1.42	1.44

## 5 Pensbestendige aminozuren

---

- Het voederen van een laag eiwit rantsoen had een positief effect op de **stikstofefficiëntie** van lacterende melkkoeien, maar gaf aanleiding tot een **tekort** voor bijna alle **essentiële aminozuren**
- Het effect van supplementatie met pensbestendige **EAA** (methionine, lysine en/of histidine) op **dierprestaties** was wisselend.
- Meer kennis rond de **dAZ behoeftenormen** voor rundvee en de aanbreng van **dAZ** door **voedermiddelen** en **microbieel eiwit** is noodzakelijk.

# De PAS-lijst met erkende NH<sub>3</sub> emissie reducerende maatregelen



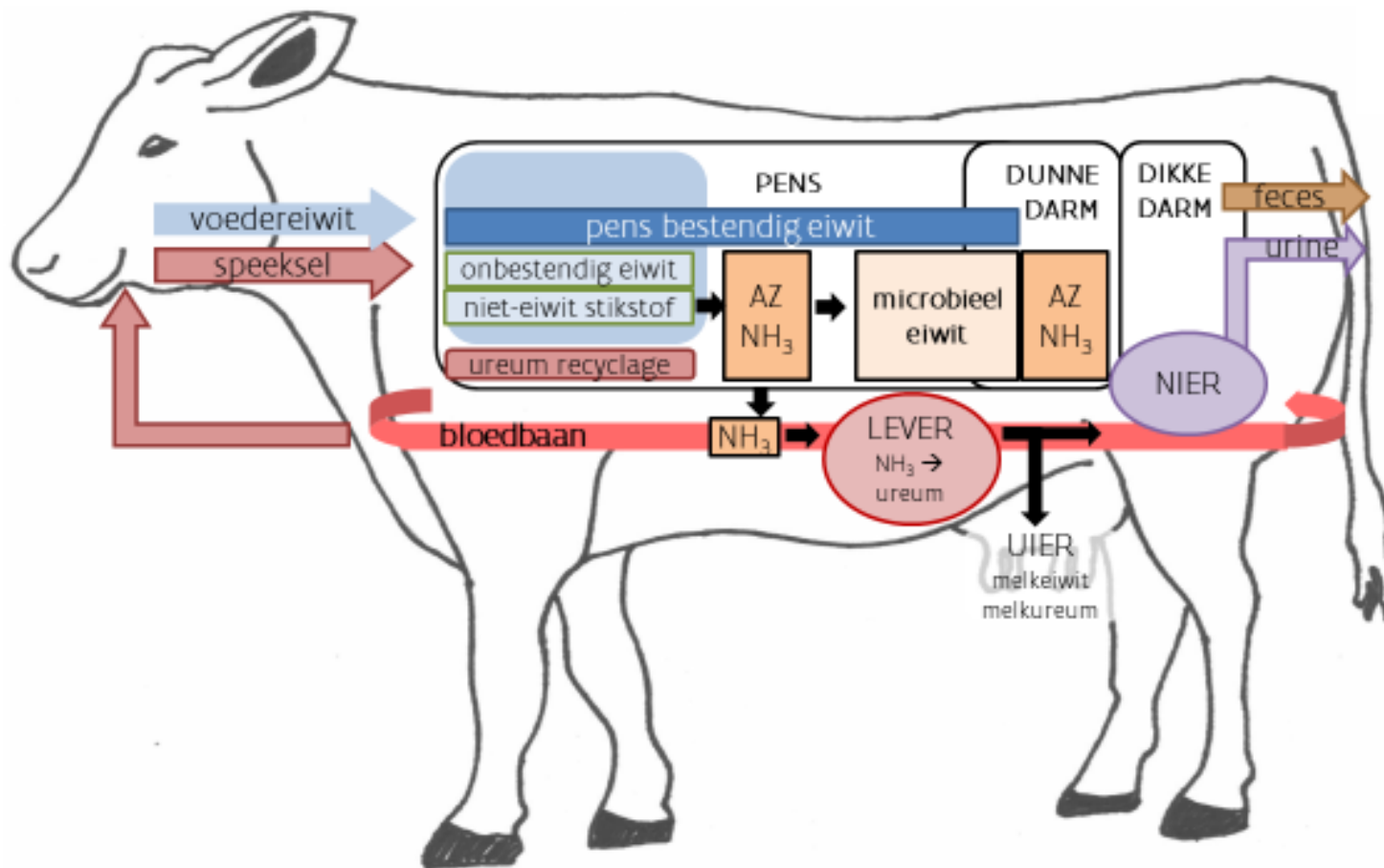
## PAS-lijst en combinaties van maatregelen en technieken

### RUNDVEE

- R-1 Melk- en kalfkoeien ouder dan 2 jaar (update: juli 2020)
- R-1 Melk- en kalfkoeien ouder dan 2 jaar: combinaties van PAS maatregelen (update: januari 2020)\*
- R-2 Zoogkoeien ouder dan 2 jaar (update: maart 2018)
- R-3 Vrouwelijk jongvee tot 2 jaar (update: mei 2020)
- R-4 Vleeskalveren tot 8 maanden (update: november 2017)
- R-6 Vleesstieren en overig vleesvee van 6 tot 24 maanden (roodvleesproductie) (update: maart 2018)
- R-7 Fokstieren en overig rundvee ouder dan 2 jaar (update: maart 2018)

# De PAS-lijst met erkende $\text{NH}_3$ emissie reducerende maatregelen

- **DIER: aan de bron**  Voorlopig geen voedingsmaatregelen op de PAS-lijst



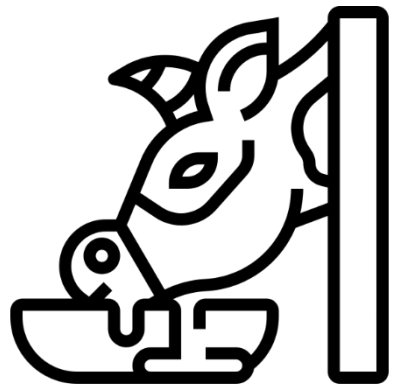
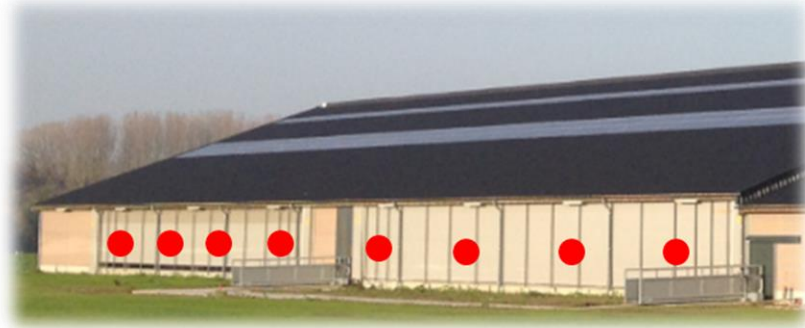
# De PAS-lijst met erkende NH<sub>3</sub> emissie reducerende maatregelen

- Bewezen positief effect van minder eiwit in het rantsoen op
  - op de ammoniak emissies uit de stal
  - het urinair ureum gehalte
  - de totale N excretie
- Laag eiwit voeding kan economisch interessant zijn
- Laag eiwitvoeding als PAS-maatregel: knelpunt = controleerbaarheid



# Controleerbaarheid van laag-eiwit voeding?

1. Directe metingen van de  $\text{NH}_3$  emissies uit melkveestallen



2. Indirecte monitoring via een borgingstool



3. Indirecte monitoring via proxies voor  $\text{NH}_3$  emissie

# Controleerbaarheid van laag-eiwit voeding?

## 2. Indirecte monitoring via een borgingstool

Ontwikkelingsruimte creëren voor uw bedrijf

Actuele status van uw KringloopWijzer: Concept

Bedrijf	Dier	Voer	Bodem	Mest	Status
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<ul style="list-style-type: none"><li>Algemeen</li><li>Energie</li><li>Koppelingen</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Melk / Jongvee</li><li>Melklevering</li><li>Overige dieren</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Grasland oogstproducten</li><li>Snijmais oogstproducten</li><li>Overig ruwvoer en natte bijproducten</li><li>Krachtvoerders en mineralen</li><li>Melkproducten</li><li>Strooisel</li><li>Overig aan/afvoer</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Percelen</li><li>Bodem en gewas</li><li>Akkerbouw</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Org. meststromen</li><li>Organische meststromen</li><li>Org. mest bewerken</li><li>Kunstmest</li></ul>	<p>Deze KringloopWijzer kan worden ingediend als de menuonderdelen van diet, bodem, voer en mest zijn ingevuld en aan de minimale vereisten voldoen. Te herkennen aan het groene vinkje.</p>
Aanvullen	Aanvullen	Aanvullen	Gereed	Aanvullen	Indienen

Data op niveau van:

- Bedrijf
- Dier
- Voer
- Bodem
- Mest



Automatische datakoppelingen verminderen de administratieve last voor de melkveehouder.

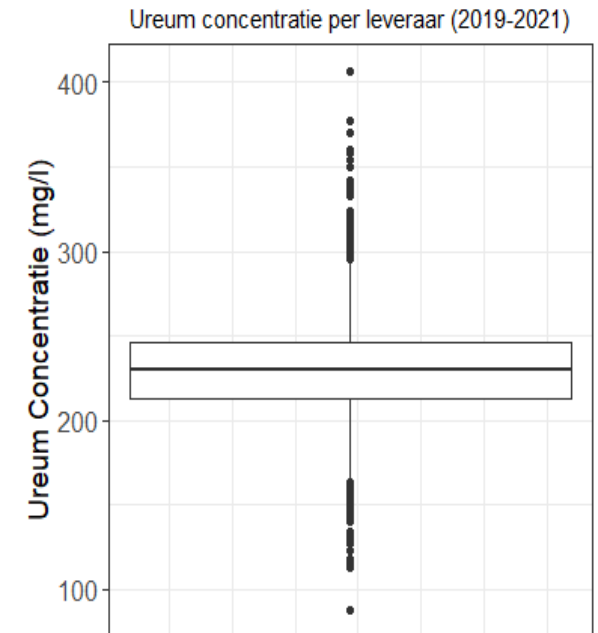


# Controleerbaarheid van laag-eiwit voeding?

## 3. Indirecte monitoring via proxies voor NH<sub>3</sub> emissie: melkureum?

→ Grote variatie in melkureumgehalte tussen bedrijven

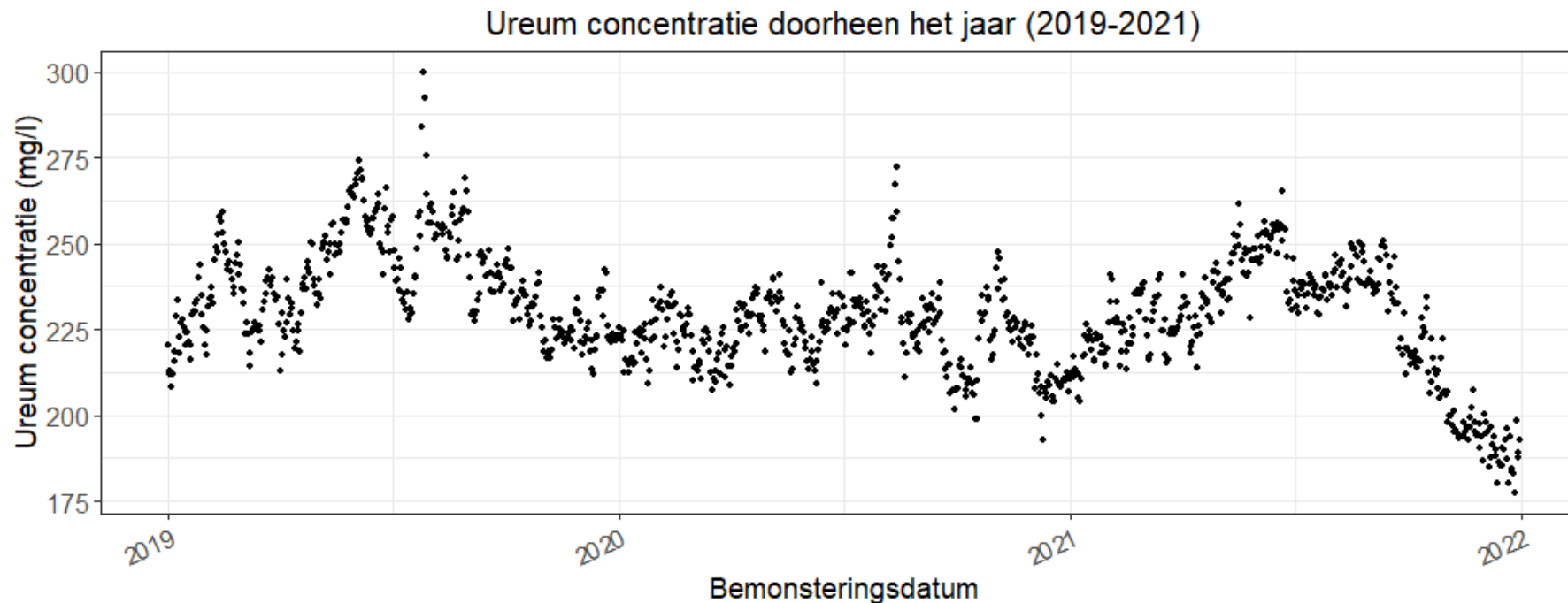
Gemiddeld	SD	Min.	Max.
229,2	29,5	113,1*	406,7



# Controleerbaarheid van laag-eiwit voeding?

## 3. Indirecte monitoring via proxies voor $\text{NH}_3$ emissie: melkureum?

→ Grote variatie in melkureumgehalte binnen een bedrijf



# Controleerbaarheid van laag-eiwit voeding?

## 3. Indirecte monitoring via proxies voor $\text{NH}_3$ emissie: melkureum?



→ variatie in melkureum verklaard door verschillende factoren

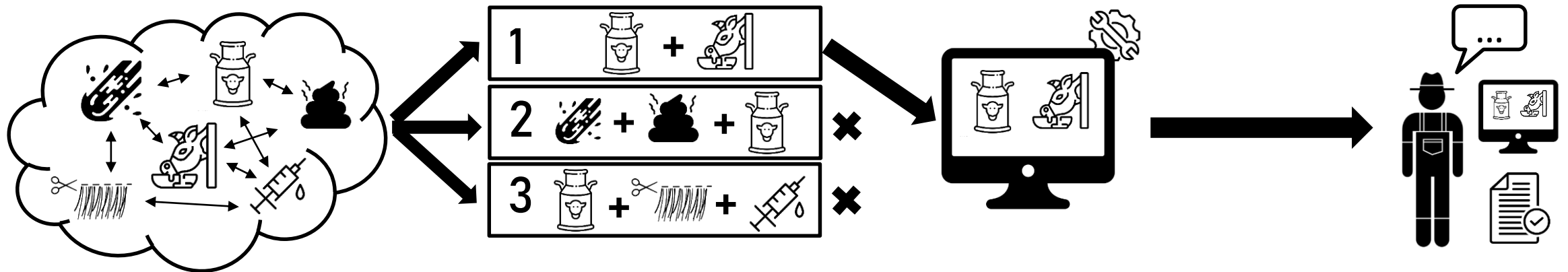
**Temperatuur < Seizoen < Bedrijf << Ongekende factoren**

→ Melkureum gehalte alleen volstaat niet!

# Controleerbaarheid van laag-eiwit voeding?

## 3. Indirecte monitoring via proxies voor NH<sub>3</sub> emissie: andere matrices en/of analyses?

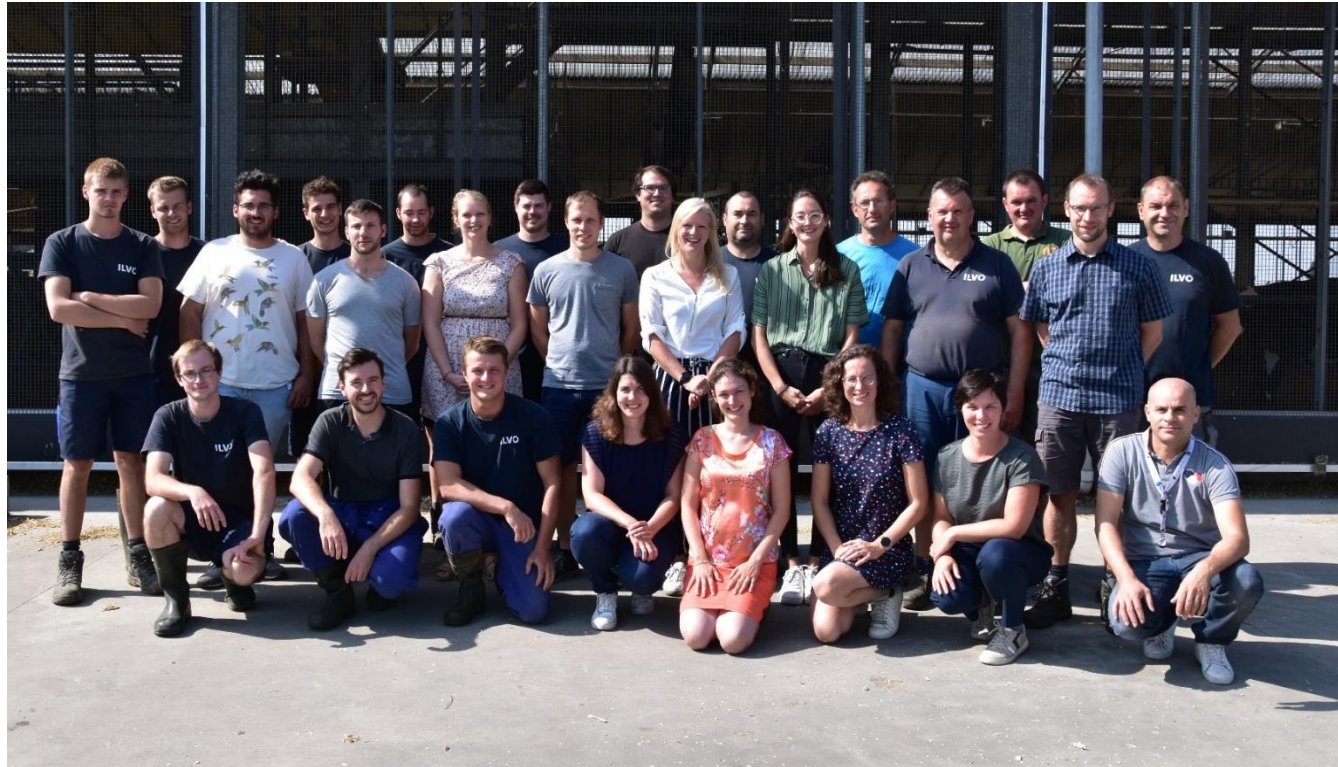
- Andere melkparameters?
- Urine
- Mest
- Bloed
- Haar



# Take home messages

- Door de N-opname via voeder te verlagen, stijgt de N-efficiëntie van het dier en daalt de urinaire N-excretie en bijgevolg de  $\text{NH}_3$ -emissie.
- Verlaging van het voedereiwit kan niet onbeperkt maar er bestaan verschillende strategieën om het eiwitgehalte in het rantsoen te laten dalen zonder (of met beperkte) productieverliezen.
- Er is nood aan een directe of indirecte monitoringstechniek om laag eiwit voeding als PAS-maatregel controleerbaar te maken.

# Bedankt!



Instituut voor Landbouw-, Visserij  
en Voedingsonderzoek  
Scheldeweg 68  
9090 Melle – België  
T + 32 (0)9 272 26 00  
F +32 (0)9 272 26 01

[Jonas.vandicke@ilvo.vlaanderen.be](mailto:Jonas.vandicke@ilvo.vlaanderen.be)  
[www.ilvo.vlaanderen.be](http://www.ilvo.vlaanderen.be)

*Dit onderzoek wordt gefinancierd door:*



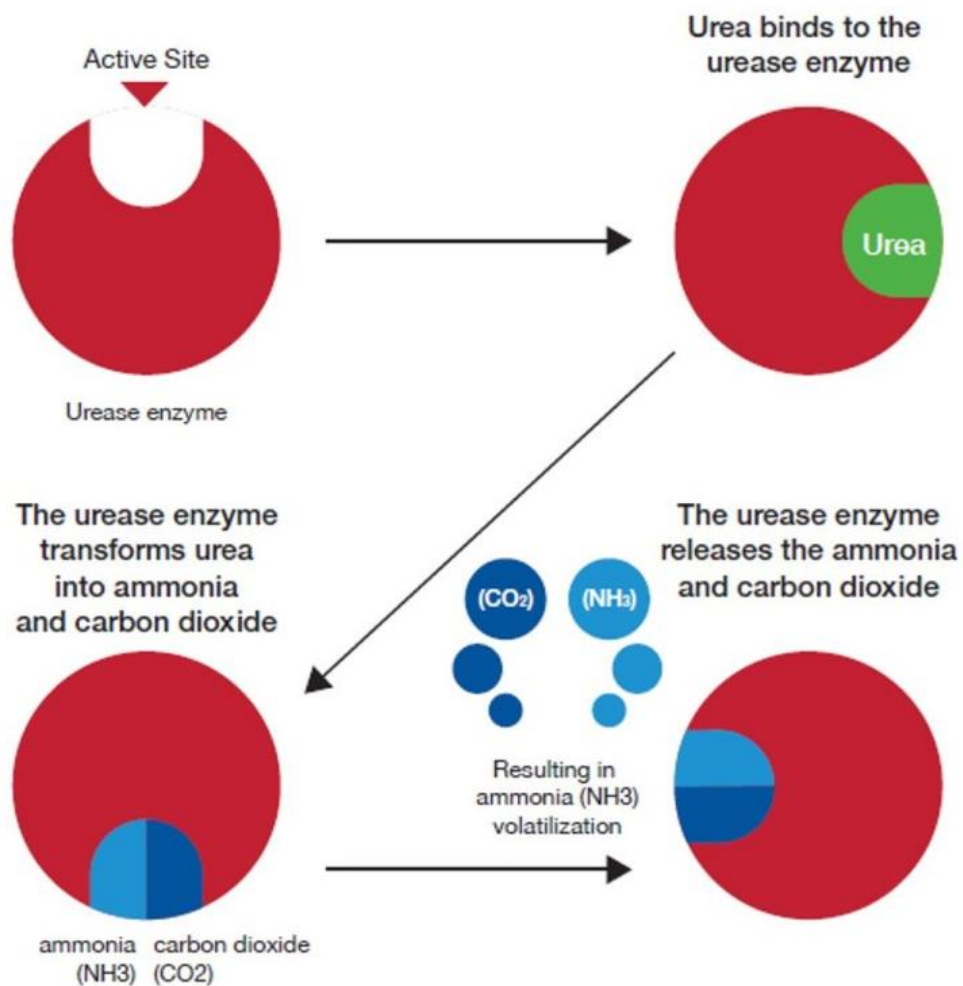
# Ureaseremmers: een haalbare kaart?



Chari Vandenbussche  
19 januari 2023  
PAS-studiedag 2023

**ILVO**

# Wat zijn ureaseremmers?



- Het urease enzym helpt de omzetting van ureum naar ammoniak.
- Het enzym komt wijd verspreid voor in de natuur en is in ruime mate aanwezig in de stal, het speelt geen beperkende rol bij de vorming van ammoniak
- Ureaseremmers zijn chemische verbindingen die het urease-enzym tijdelijk onbruikbaar maken



# Geschiedenis van ureaseremmers als bemestingsadditief

- Ureaseremmers werden uitvoerig onderzocht om de ammoniakemissie van velden na bemesting met ureummeststoffen tegen te gaan
- Voor toepassing als bemestingsadditief zijn 3 stoffen goedgekeurd door Europa (verordening 2003/2003, in 2022 vervangen door 2019/1009):

Type urease-remmer	Actief ingrediënt	Jaar van registratie	Minimum- en maximumgehalte aan remmers in gewichtspercentage van de totale stikstof in de vorm van ureumstikstof
NBPT	N-(n-butyl) thioposphoric triamide (NBPT)	2008	Min 0.09 Max. 0.20
2-NPT	N-(2-nitrophenyl) phosphoric triamide (2-NPT)	2012/2003	Min 0.04 Max. 0.15
NBPT + NPPT	N-(n-Butyl) thiophosphoric acid triamide (NBPT) en N-(n-Propyl) thiophosphoric acid triamide (NPPT) in een 3:1 ratio	2014	Min 0.02 Max 0.3

# Gebruik van ureaseremmers in stallen

- In de bodem duurt het enkele dagen tot weken voor het toegediende ureum gehydrolyseerd is
- Op een stalvloer wordt ureum binnen de enkele uren tot een dag volledig gehydrolyseerd
  - nood aan ureaseremmers met:
    - snelle werking
    - hoge effectiviteit
    - langdurige effect

# Resultaten in literatuur: NBPT

## Onderzoek bij “feedlots”

- Ammoniakemissiereductie van 49-66% in labo-proef bij 8-dagelijkse behandeling met 1-2 kg NBPT/ha (Parker et al., 2005)
- 20% meer stikstof in mest samples van feedlot met opbouwende hoeveelheid NBPT/ha tot 40 kg/ha, maar moeilijke validatie (Parker et al., 2016)



Figure 3. A portable dynamic flow-through chamber was used for measuring ammonia flux from the beef feedyard pen surface.

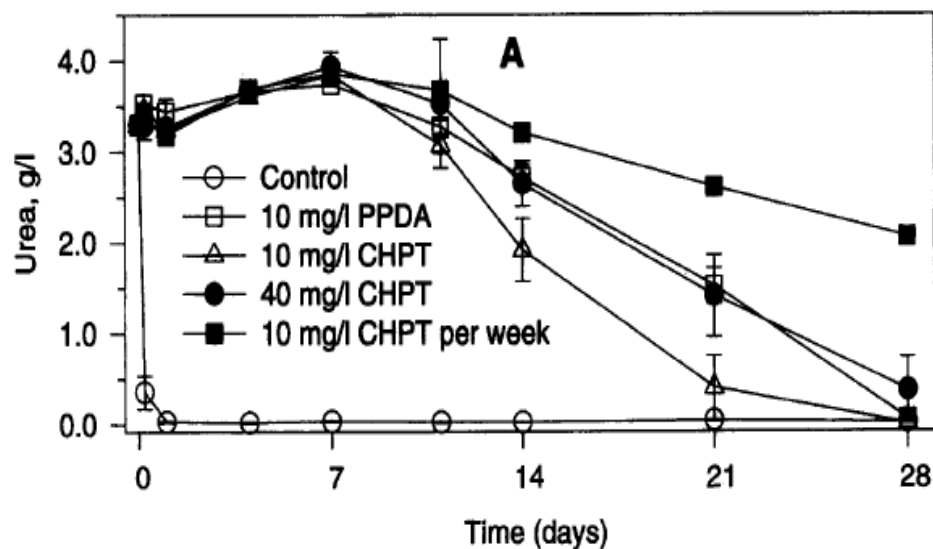
Parker, D. B., Pandrangi, S., Greene, L. W., Almas, L. K., Cole, N. A., Rhoades, M. B., & Koziel, J. A. (2005). Rate and frequency of urease inhibitor application for minimizing ammonia emissions from beef cattle feedyards. *Transactions of the ASAE*, 48(2), 787-793. <https://doi.org/10.13031/2013.18321>

Parker, D. B., Rhoades, M. B., Baek, B. H., Koziel, J. A., Waldrip, H. M., & Todd, R. W. (2016). Urease inhibitor for reducing ammonia emissions from an open-lot beef cattle feedyard in the Texas High Plains. *Applied Engineering in Agriculture*, 32(6), 823-832. <https://doi.org/10.13031/aea.32.11897>

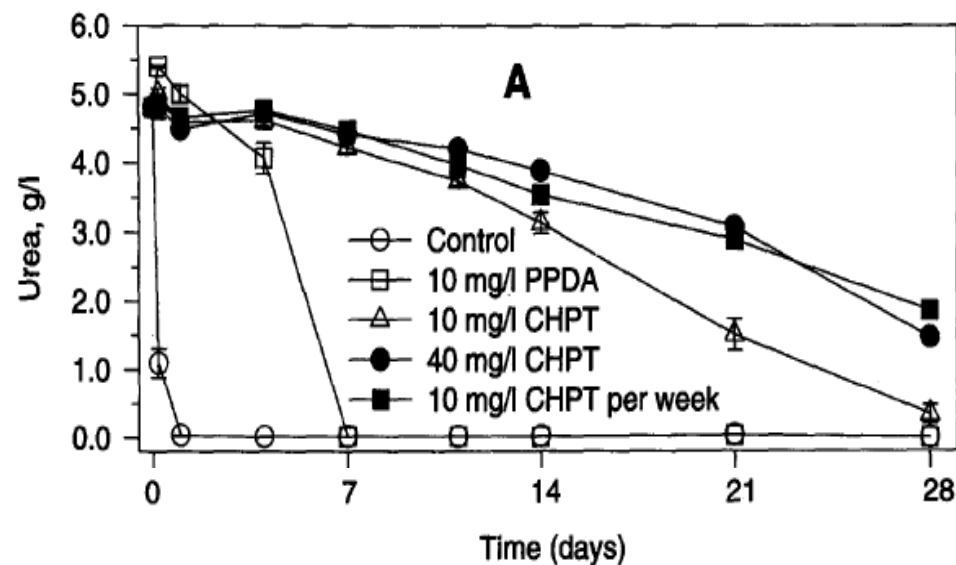
# Resultaten in literatuur: PPDA & CHPT

- Laboproef op mest-urine mengeling (Varel, 1997)

## Rundermest



## Varkensmest



- Na 28 dagen met wekelijkse toediening van tot 100mg PPDA/l bleef tot 70% (rundermest) en 92% (varkensmest) van het aanwezige ureum behouden

# Resultaten in literatuur: (P)PDA

## Melkvee

- 10-31% reductie van ammoniakuitstoot bij roostervloer (Bobrowski, van Dooren, et al., 2021)
  - Mechanische geventileerde melkvee-afdeling in Nederland
  - Dagelijkse toepassing van 2,5 mg/m<sup>2</sup>
- 40-68% reductie van ammoniakuitstoot op volle vloer (Bobrowski, Willink, et al., 2021)
  - 2 natuurlijk geventileerde melkveestallen in Duitsland
  - Dagelijkse toepassing van 2,5 mg/m<sup>2</sup>
  - Hoogste emissiereductie in winter en laagste in zomer

Bobrowski, A. B., van Dooren, H. J., Ogink, N., Hagenkamp-Korth, F., Hasler, M., & Hartung, E. (2021). Reduction of ammonia emissions by using a urease inhibitor in a mechanically ventilated dairy housing system [Article]. *Biosystems Engineering*, 204, 115-129. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2021.01.006>

Bobrowski, A. B., Willink, D., Janke, D., Amon, T., Hagenkamp-Korth, F., Hasler, M., & Hartung, E. (2021). Reduction of ammonia emissions by applying a urease inhibitor in naturally ventilated dairy barns [Article]. *Biosystems Engineering*, 204, 104-114. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2021.01.011>

# Resultaten in literatuur: (P)PDA

## Varkens:

- 29% ammoniakemissiereductie bij toediening onder roosters (*Calvet et al., 2022*)
  - natuurlijk geventileerde varkensstallen in zomer in Spanje
  - Dagelijkse toediening van 42,5 mg/m<sup>2</sup> PDA tussen spleten in roostervloer gedurende 12 dagen
- 11% tot 20% ammoniakemissiereductie bij toediening op roostervloer (*Schulte et al., 2022*)
  - mechanisch geventileerde varkensstallen in zomer, winter en tussenseizoen
  - Dagelijkse toediening van 10, 25 of 50 mg/m<sup>2</sup> PPDA op roostervloer gedurende 4 dagen

Calvet, S., Arrufat, B., Salaet, I., Atares, S., Sobreviela, A., Herrero, C., Romero, J., & Estellés, F. (2022). A urease inhibitor reduces ammonia emission in fattening pigs reared on slatted floor in summer conditions. *Biosystems Engineering*, 211, 43-53. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2022.06.009>

Schulte, H., Ammon, C., Hagenkamp-Korth, F., & Hartung, E. (2022). Investigating the time-dependent dose-response relationship of ammonia emissions reduction through the application of a urease inhibitor in pig fattening houses. *Biosystem Engineering*, 222, 45-61. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2022.07.008>

# Ureaseremmers in de praktijk: knelpunten

- Marktbeschikbaarheid
  - Goedkeuringsprocedure als ureaseremmer
  - Veiligheid
    1. Veiligheid voor mens en dier
    2. Veiligheid in de voedselketen
    3. Veiligheid van (stal)infrastructuur
    4. Veiligheid bij gebruik als bemesting of bij compostering

# Ureaseremmers in de praktijk: veiligheid

1. Veiligheid voor mens en dier  
→ MSDS fiche
2. Veiligheid in de voedselketen  
→ dossier indienen bij FAVV (a.d.h.v. veiligheidsstudies & risico-analyse)
  - Dagelijkse orale inname van 1, 3 en 10 mg NBPT/kg lichaamsgewicht bij melkkoeien leverden geen detecteerbare residuen in melk, vlees of organen, behalve bij 1 koe die de hoogste dosis kreeg (Van de ligt, et al., 2019)
3. Veiligheid van (stal)infrastructuur  
→ MSDS fiche
  - Geen negatief effect op biogasproductie na toevoeging van verschillende concentraties ureaseremmer (Hagenkamp-Korth et al., 2015)
4. Veiligheid bij gebruik als bemesting of bij compostering  
→ Goedkeuringsprocedure als ureaseremmer

Van de Ligt, J., Borghoff, S. J., Yoon, M., Ferguson, L. J., DeMaio, W., & McClanahan, R. H. (2019). Nondetectable or minimal detectable residue levels of N-(n-butyl) thiophosphoric triamide in bovine tissues and milk from a 28-d NBPT dosing study. *Translational Animal Science*, 3(4), 1606-1616. <https://doi.org/10.1093/tas/txz153>

Hagenkamp-Korth, F., Ohl, S., & Hartung, E. (2015). Effects on the biogas and methane production of cattle manure treated with urease inhibitor. *Biomass & Bioenergy*, 75, 75-82. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2015.02.014>



# Ureaseremmers in de praktijk: knelpunten

- Automatisatie, installatie & borging van toepassing
  - Opslag & dosering
  - Toepassing op vloer
    - Mestrobots
    - sproeisystemen
  - Toepassing onder roosters
    - sproeisystemen



# Conclusie

- Ureaseremmers kunnen een hulpmiddel zijn om de emissies van veestallen te reduceren
  - Gebruik bovenop de vloer
  - Gebruik in de mestput
- Momenteel zijn er nog geen commerciële producten op de markt voor gebruik in stallen
- Werk aan automatisatie en borging van toepassing

# Dank u wel! Vragen?



*Dit onderzoek werd  
gefinancierd door:*



**BOEREN  
BOND**



Instituut voor Landbouw-,  
Visserij- en Voedingsonderzoek  
Burg. Van Gansberghelaan 115 bus 1  
9820 Merelbeke – België  
T + 32 (0)9 272 28 00

[Chari.vandenbussche@ilvo.vlaanderen.be](mailto:Chari.vandenbussche@ilvo.vlaanderen.be)  
[www.ilvo.vlaanderen.be](http://www.ilvo.vlaanderen.be)

**ILVO**

# **Aanzuren van mest:** *Potentieel en barrières*

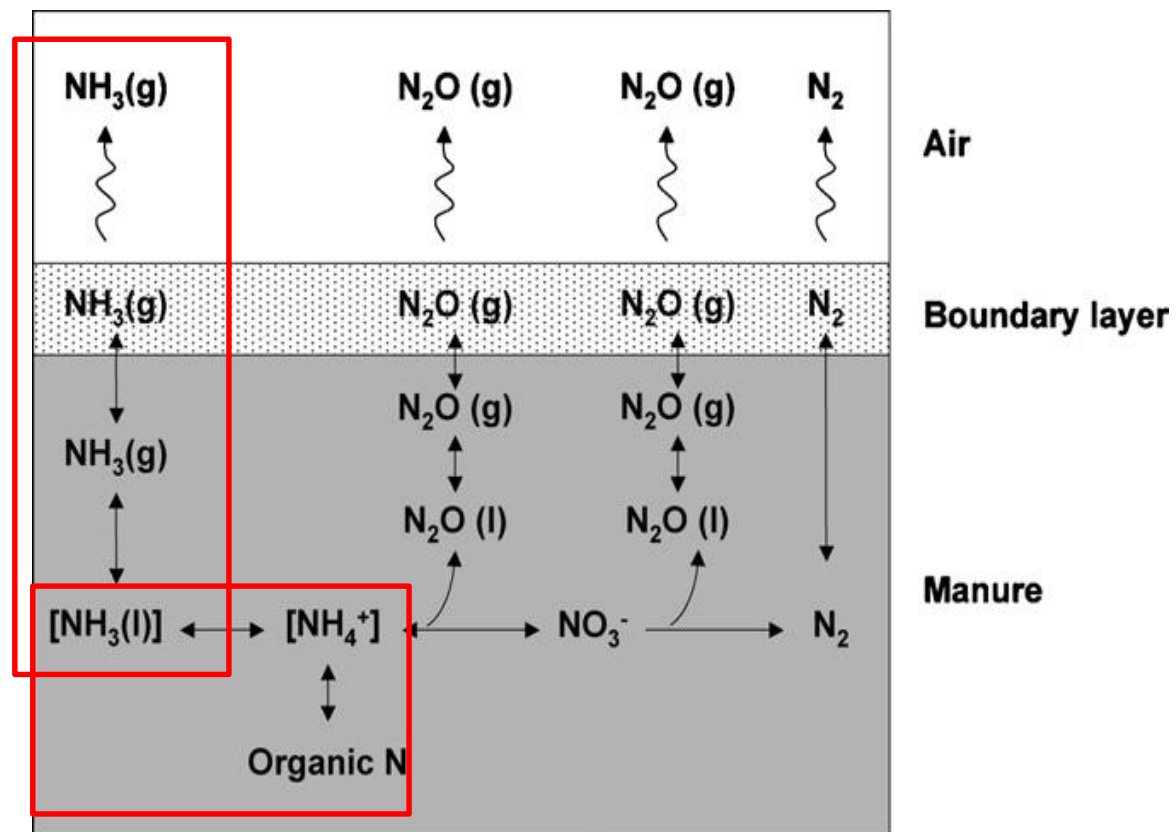
*Peter Maenhout*

19 januari 2023  
PAS studiedag 2023

**ILVO**

# Principe – NH<sub>3</sub>

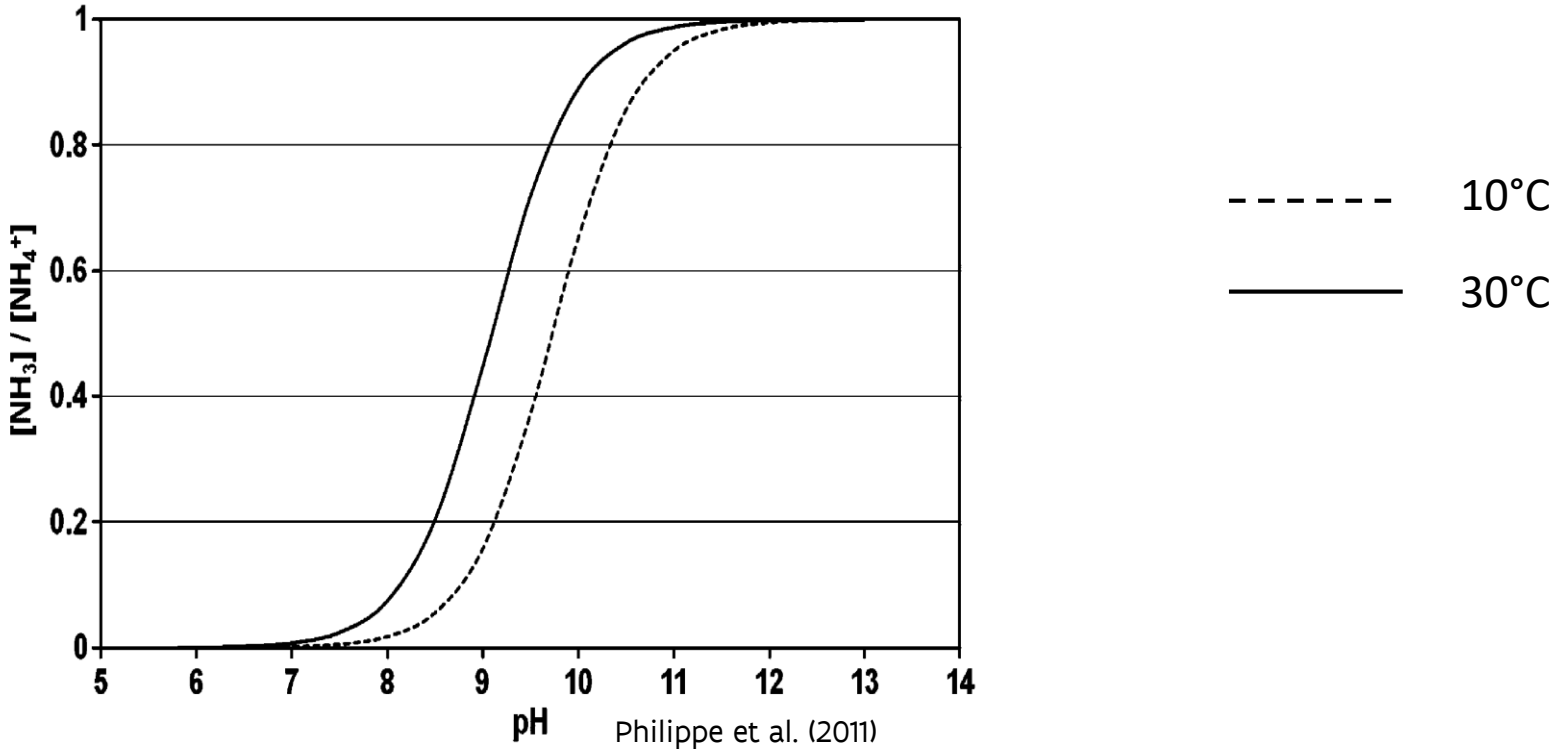
## 1. Principe



Philippe et al. (2011)

# Principe – NH<sub>3</sub>

## 1. Principe



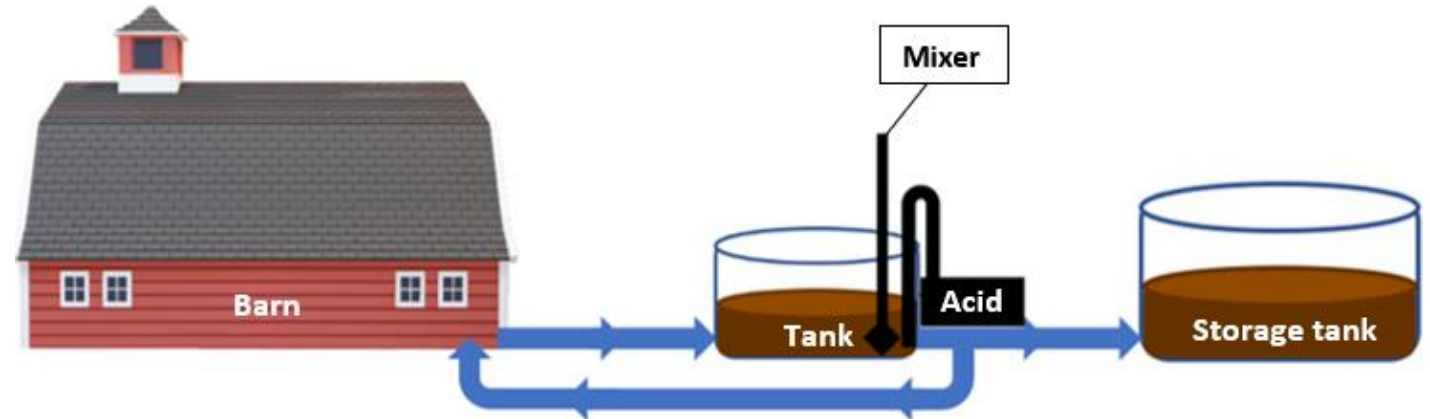
# Aanzuren in opslag - NH<sub>3</sub>

Aanzuren:

- pH: 5,5-6
- Sterke zuren

H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>:

- SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>
- H<sub>2</sub>S vorming: aanzuren buiten stal
- Opslag buiten stal



# Aanzuren in opslag - NH<sub>3</sub>

Commercieel systeem Denemarken: JH Agro

-H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> -> pH 5,5

-Reductie:

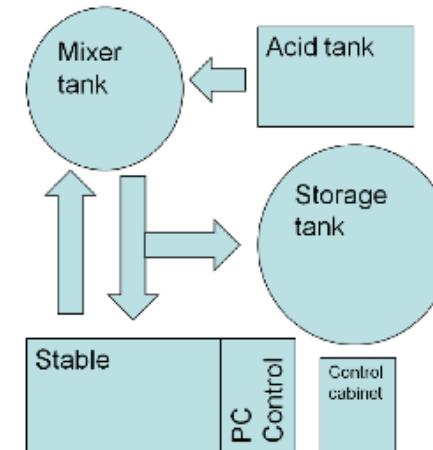
- melkvee: 33%<sup>1</sup>

- varkens: 64%<sup>1</sup>

-Beluchten (schuim)

- elders te implementeren

-> emissiefactor zelfde?



Andersen, 2013

<sup>1</sup>Danish Environmental Protection Council



# Aanzuren in opslag - NH<sub>3</sub>

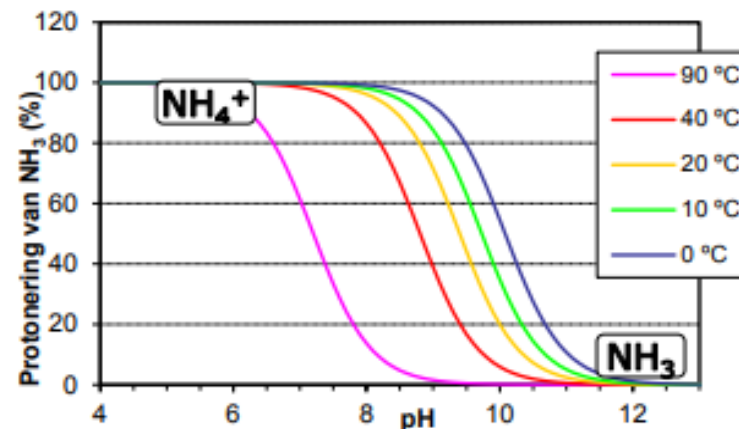
Invloedsfactoren:

- meststoffenstelling – diersoort: buffercapaciteit

vb. pH 5,5: 1 m<sup>3</sup> rundveedrijfmest -> 5,7 kg H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (=1,7 kg S)<sup>2</sup>  
1 m<sup>3</sup> varkensdrijfmest -> 12 kg H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub><sup>3</sup>

- type zuur

- Temperatuur



Puente-Rodriguez & Bos, 2019

<sup>2</sup> Melse et al., 2015

<sup>3</sup> Rodrigues-Puente, 2022

# Aanzuren in opslag – CH<sub>4</sub>

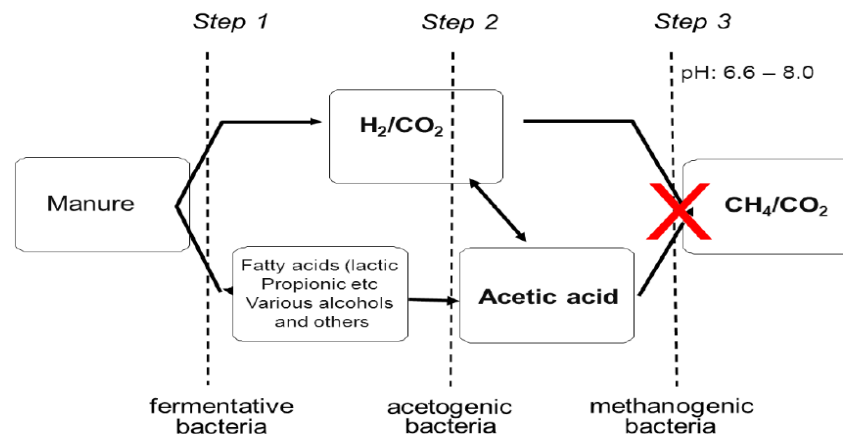
Effect op Broeikasgas (BKG) emissies!

CH<sub>4</sub>: pH < 6

Reductie: 65-90%<sup>3</sup>

Deens JH Agro systeem: potentieel > 90% reductie

Impact type mest en zuur



<sup>3</sup> Rodrigues-Puente, 2022

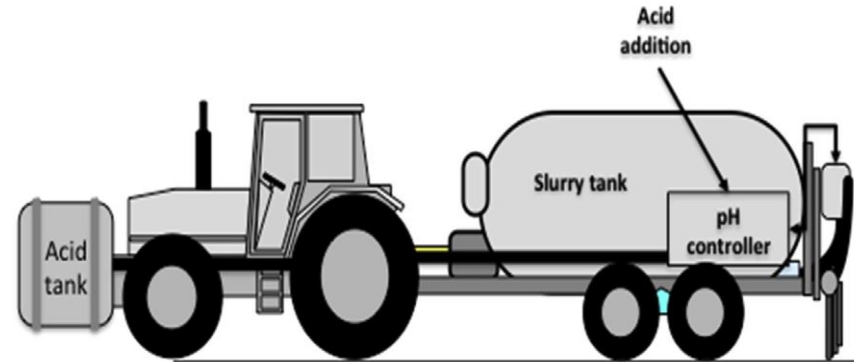
Bussink et al. (2012)

# Aanzuren bij uitrijden - NH<sub>3</sub>

Commercieel systeem SyreN (Denemarken)

-H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

-pH < 6,5



Fangueiro, 2015

-49% reductie<sup>4</sup> rundveedrijfmest

-> oppervlakkige toediening met sleepvoet

-> minder zuur nodig:

1 m<sup>3</sup> (rundvee)drijfmest -> 2,5 kg H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub><sup>5</sup>



<sup>4</sup>VERA verification

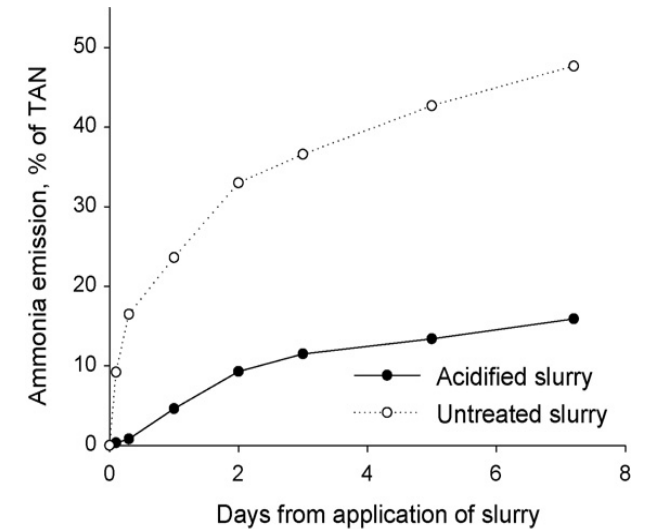
<sup>5</sup>Brochure SyreN, Stabilisation of slurry (2019)

# Aanzuren bij uitrijden - NH<sub>3</sub>

Elders te implementeren: emissiefactor?

-literatuur: -> Rundveedrijfmest: 15-80%  
-> Varkensdrijfmest: 40-80%

-Nederland<sup>6</sup>: Sleepvoet  
-> 24% reductie



Kai et al., 2008

<sup>6</sup>Huijsmans et al., 2015

# Aanzuren bij uitrijden – BKG

CH<sub>4</sub>: ≈ -> te verwaarlozen bij uitrijden

N<sub>2</sub>O:

-indicaties N<sub>2</sub>O ↗ in literatuur

-> Aanzuren

- N-gehalte mest ↗

- langere periode hogere minerale N-gehaltes

=> Onderzoek naar lange termijn effect

- Indirecte N<sub>2</sub>O ↘

-> NH<sub>3</sub> emissies ↘ -> reductie indirecte N<sub>2</sub>O emissies

-> Minder kunstmest: N<sub>2</sub>O

# Effecten op Bodem - Zwavel

Aanzuren met  $H_2SO_4$  :

- Bodem, grond- en oppervlaktewater
  - risico op S-aanrijking
- Plant
  - overmaat remt opname Cu, Se af
  - groei grasland
- Dieren<sup>9</sup>:
  - water: smaak en geur
  - interactie met Se, Cu, Mo
  - groei  $\searrow$ , weerstand  $\searrow$ , diarree  $\nearrow$

=> AFSTEMMEN OP PLANT-BEHOEFTTE

# Effecten op Bodem - zuren

Alternatieve zuren:

Anorganisch

- Salpeterzuur ( $HNO_3$ ): eenwaardig, N-gehalte ↗
- Fosforzuur ( $H_3PO_4$ ):  $PO_4^{3-}$ -gehalte mest ↗
- Zoutzuur ( $HCl$ ): eenwaardig,  $Cl^-$

Organisch

- Azijnzuur ( $CH_3-COOH$ ): reductie  $\approx H_2SO_4$ ,  $CH_4 \approx 0$ , €€
- Melkzuur ( $C_3H_6O_3$ ): 65-90% reductie, proeffase, €€
- Citroenzuur ( $C_6H_8O_7$ ):  $CH_4$  reductie, vergister, €€

Biologisch aanzuren:

- Micro-organismen + Koolhydraten (melasse, zetmeel)
- pH-effect + N-immobilisatie
- Procescondities optimaliseren
- Effect op Bodem
- €€

# Effecten op Bodemkwaliteit - pH

- Bodemleven - Diversiteit en activiteit:

Korte termijn: weinig effect

Lange termijn: potentieel sterke effecten

37-jarige veldproef<sup>11</sup>: Microbiële activiteit ↘,

nitrificatie ↘, opbrengst ↘

-> onderzoek vereist!

- Gewasgroei – zuurtolerantie<sup>12</sup>:

- neutraal tot licht basisch milieu: *gerst, bieten, veldboon, luzerne, koolgewassen, selder, groenten*;

- neutraal tot licht zuur milieu: *maïs, haver, erwten, vlas*;

- licht zuur milieu: *aardappelen, rogge, tabak chicorei, aardbeien, asperges*;

- Onverschillig (6.5 < pH-water < 7.5): *tarwe, klaver en raaigrassen*

<sup>11</sup>Kemmit et al., 2007

<sup>12</sup>Inagro, 2012



# Effecten op nutriëntendynamiek

-Lage pH:

-> Verminderde beschikbaarheid nutriënten

-> Te hoge beschikbaarheid (Fe, Mn, Al) -> toxisch

⇒ Bekalken

-> meer N in mest behouden

-> vooral  $\text{NH}_4^+$

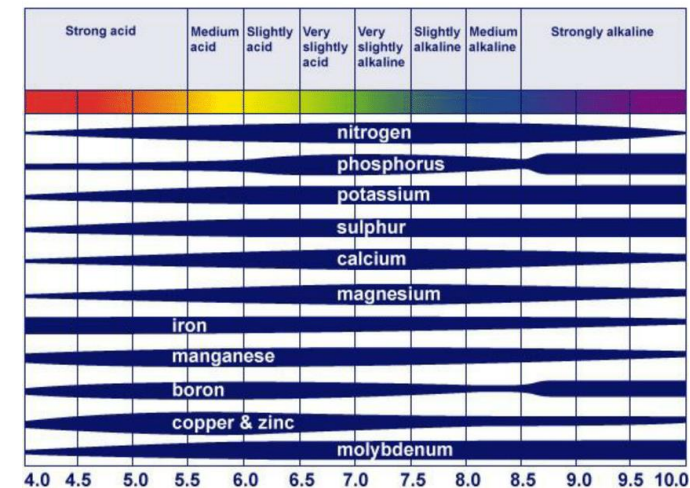
-> beter N:P verhouding in mest

-P cyclus

-> mobilisatie P in mest: risico uitspoeling

->  $\text{S}^{2-}$  bindt aan ijzerhydroxiden in bodem

->  $\text{PO}_4^{3-}$  vrijstelling



Roques, 2015

# Conclusie

Voordelen:

- **reductie NH<sub>3</sub>**: opslag, toediening
- Hoger **N-gehalte**: lagere kunstmestgift
- Reductie **CH<sub>4</sub>**

Nadelen:

- Effecten op **milieu**
- Extra **bekalken** om de pH van de bodem op een goed peil te houden.
- Kans vorming **H<sub>2</sub>S**
- **Gevaren** zuren

Ook:

- **Regelgeving** nodig: maximale gift per gewas, bodem, type mest
- **Onderzoek**: lange termijn effect in veldproeven, bodemleven, biologisch aanzuren, N<sub>2</sub>O
- **Dosis, tijdstip en plantbehoefte zijn belangrijk**

# Dank u

# Vragen?

*Dit onderzoek werd  
gefinancierd door:*



Instituut voor Landbouw-,  
Visserij- en Voedingsonderzoek  
Burg. Van Gansberghelaan 115 bus 1  
9820 Merelbeke – België  
T + 32 (0)9 272 28 00

t&v@ilvo.vlaanderen.be  
www.ilvo.vlaanderen.be

# ILVO

# Zeolieten

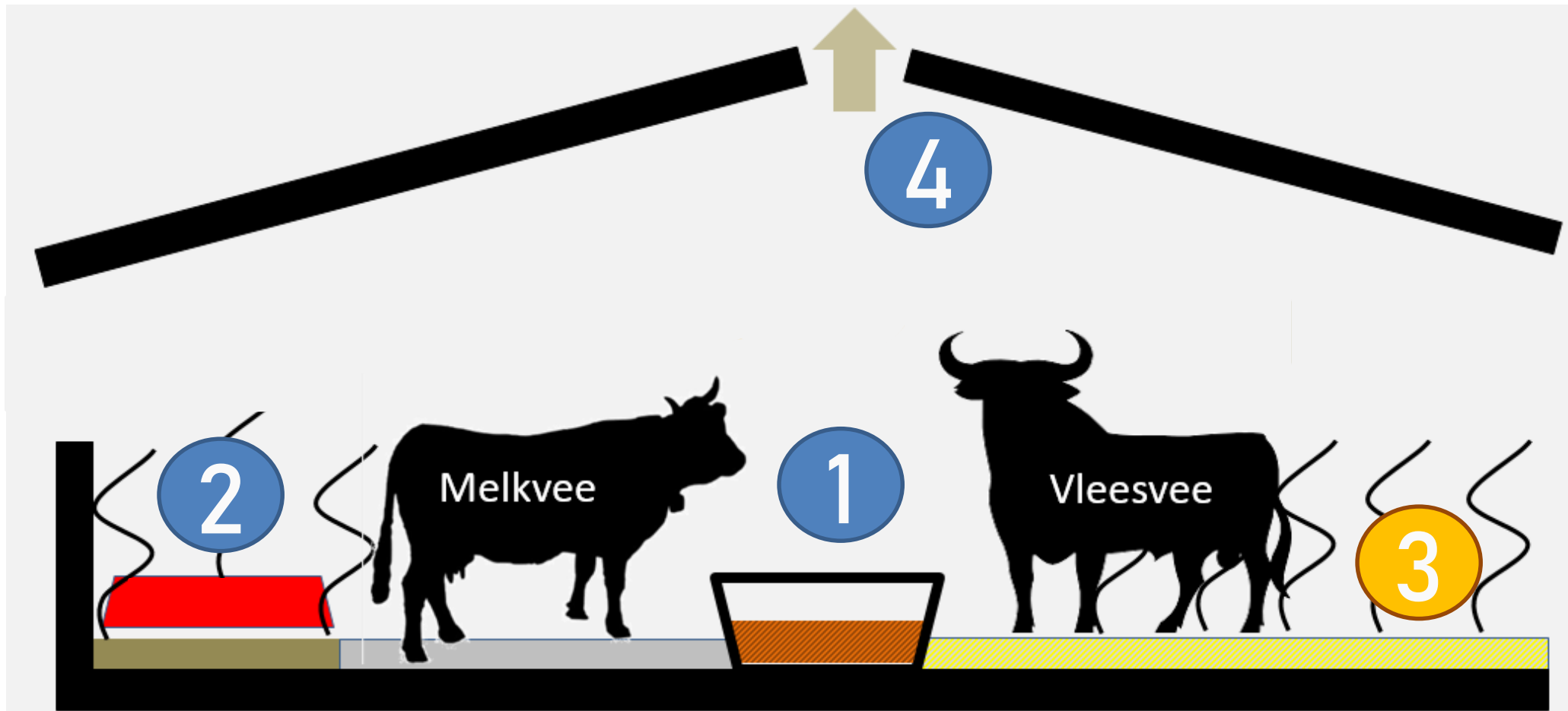
## Vulkanische mineralen als ammoniak-reducerend strooiseladditief?



Jonas Vandicke – onderzoeker rundvee  
19 januari 2023  
PAS Studiedag 2023

**ILVO**

# Waar kan ingegrepen worden in de vorming en emissie van $\text{NH}_3$ ?



1. Minder eiwit voederen

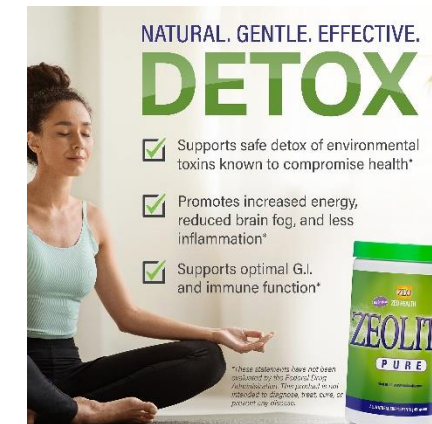
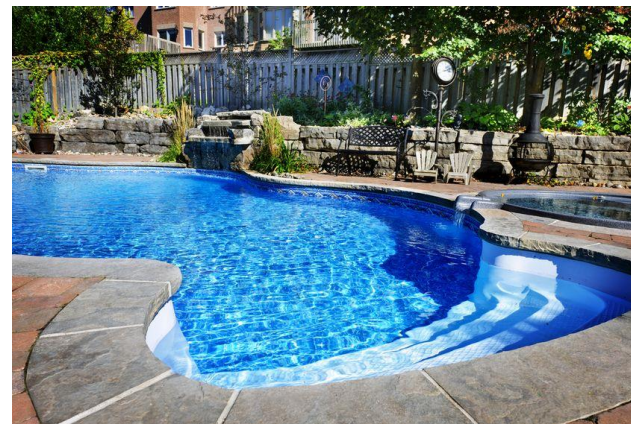
2. Urine en faeces scheiden

3. Mest behandelen

4. Stalemissies verhinderen

# Wat zijn zeolieten?

- Zeolieten = poreuze mineraalpoeders die verschillende stoffen kunnen 'binden'
- Wijde range van toepassingen:
  - Waterzuivering
  - bouwsector (zuiverheid asfalt)
  - industrie (uitlaatgassen zuiveren),...
  - Humane voeding (detox)
  - Veehouderij (Additief in voeder, mest, strooisel, ...  
+ op land tegen nitraatuitspoeling)



# Aandacht voor zeolieten

## 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

**MAAR:  
tegenstrijdige resultaten**

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?"

## 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

**Zeoliet als mogelijke oplossing voor de nitraatuitspoeling uit landbouwgronden**

# ILVO-proef zeolieten

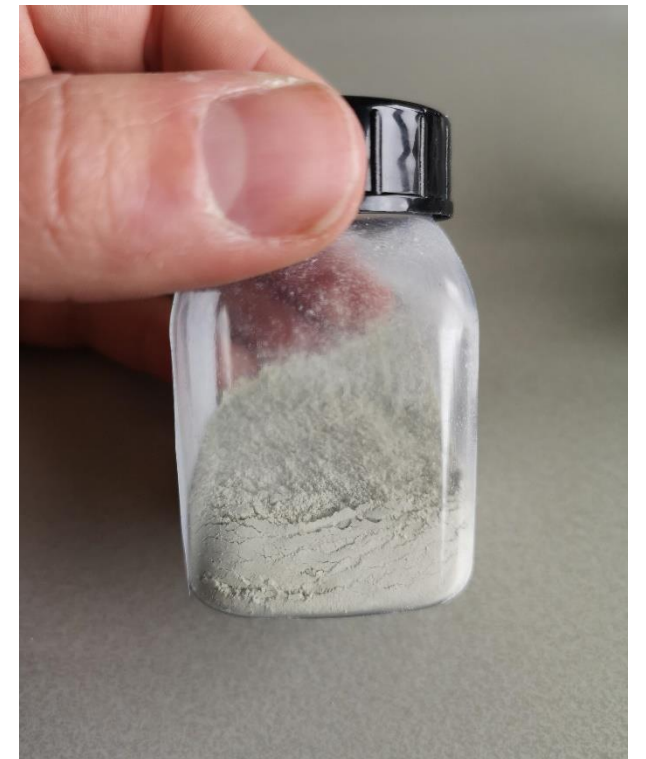
## Onderzoeksvragen

- Zorgen zeolieten voor een verlaagde  $\text{NH}_3$ -uitstoot uit stalmest?
- Is er een verschil in  $\text{NH}_3$ -reductie tussen verschillende producten?
- Heeft de toedieningswijze een invloed op de  $\text{NH}_3$ -reducerende werking? (mengen in mest / on-top behandeling)

## Producten

Op basis van een eerdere marktstudie is een selectie van 3 producten gemaakt, op basis van:

- Prijs (270-330 €/ton)
- Beschikbaarheid (marktklaar)
- Praktische toepasbaarheid (geen dagelijkse toediening)





# ILVO-proef zedieten

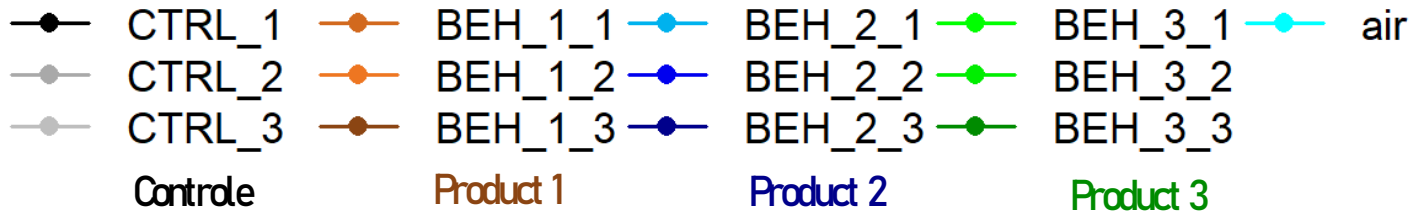
## Proefopzet

- Mestcontainers (20L)
- Gevuld met mengsel van (ontdooide) mest, stro en (ev.) kleimineralen
- + ureumoplossing
- 4 behandelingen:
  1. Controle (geen product) = CTRL
  2. 6,7g Product 1 / container = BEH 1
  3. 10,0g Product 2 / container = BEH 2
  4. 16,7g Product 3 / container = BEH 3
- Emerson gasanalyzer in klimaatkamer bij 17°C → NH<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub>O,...
- Na 7 dagen: 2<sup>de</sup> dosis kleimineralen on-top

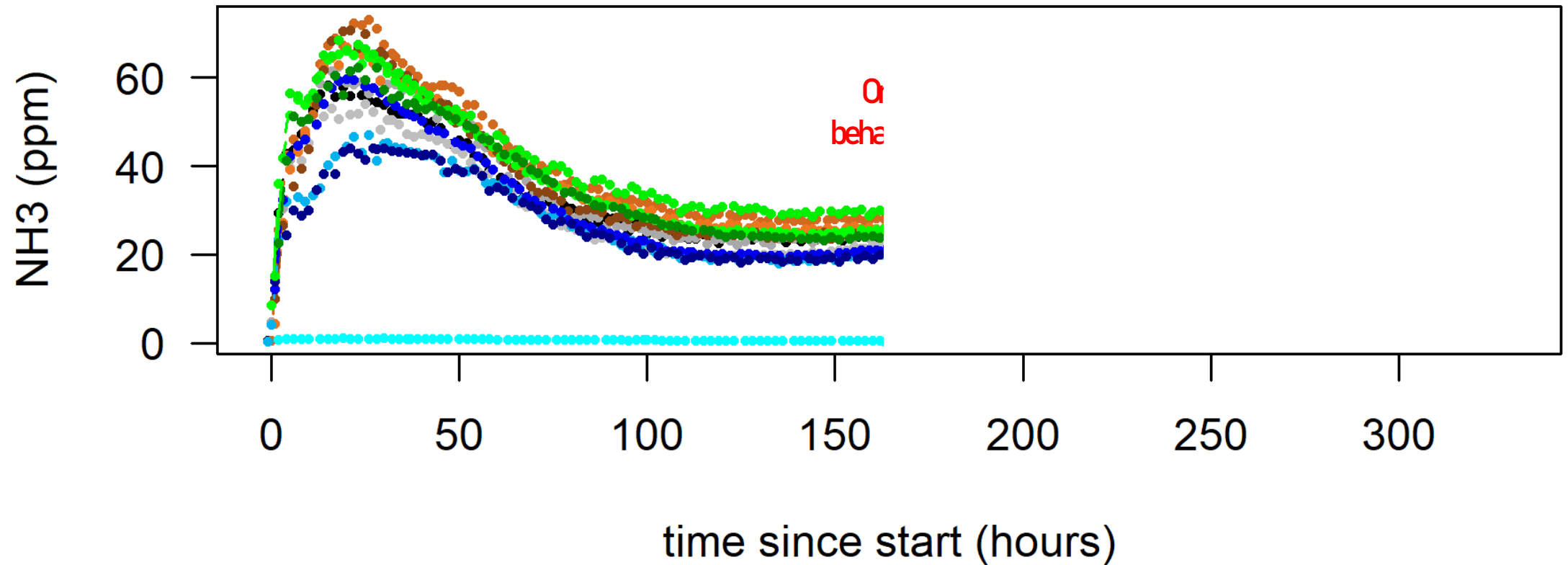


# ILVO-proef zedieten

$\text{NH}_3$



● = 3-minuten meting van 1 container



# ILVO-proef zedieten

## Conclusies

- Product 2 is het meest veelbelovende product: tot -47% NH<sub>3</sub>-reductie
- MAAR:
  - Wat bij verse mest? (<-> ingevroren)
  - Wat in een echte stal? (dynamisch, continue aanvoer, ondertrappelen,...)
  - Wat zorgt ervoor dat product 2 het beter doet dan 1 en 3?

	Product 1	Product 3	Product 2
Dosis	100 g/week	250 g/week	150 g/week
Prijs	€331/ton	€285/ton	€270/ton
Korrelgrootte	<300 µm	200 µm	<425 µm
Oorsprong (mijn)	Slowakije	Slowakije	Turkije
NH <sub>3</sub> -reductie week 2 (%)	-21%	-41%	-47%

X

X

?

*Chemische/fysische samenstelling?*

# Wat zijn zeolieten?

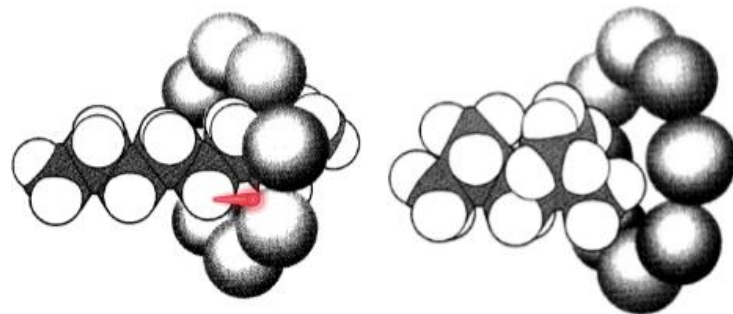
Brown, 2000). Zeolite is a silicate clay mineral widely available in the western United States and Mexico.

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

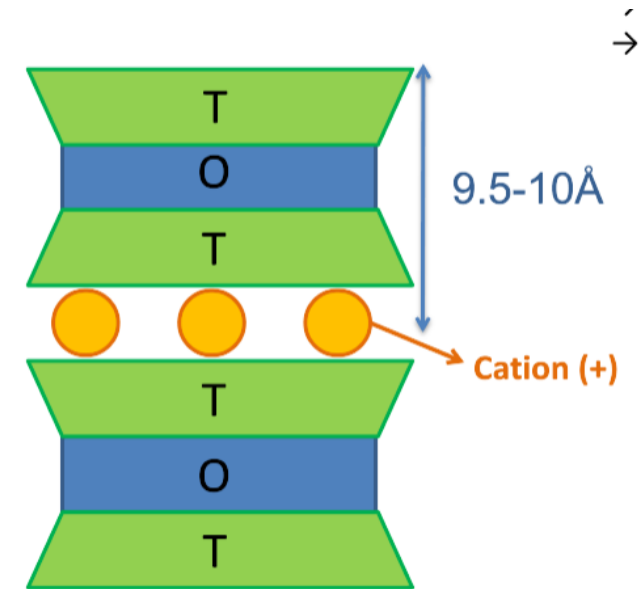
Clinoptilolite is a clay mineral known for

## Zeolieten en/of kleimineralen?

- Zeolieten = poriestructuur met gaten in waar bepaalde moleculen in kunnen 'vast zitten'
  - Fysische binding
  - Bvb. clinoptiloliet
- Kleimineralen = 'blaadjes' met elektrische lading
  - Chemisch-elektrische binding
  - bvb. smectiet, chloriet, vermiculiet,...



*Zeolieten*

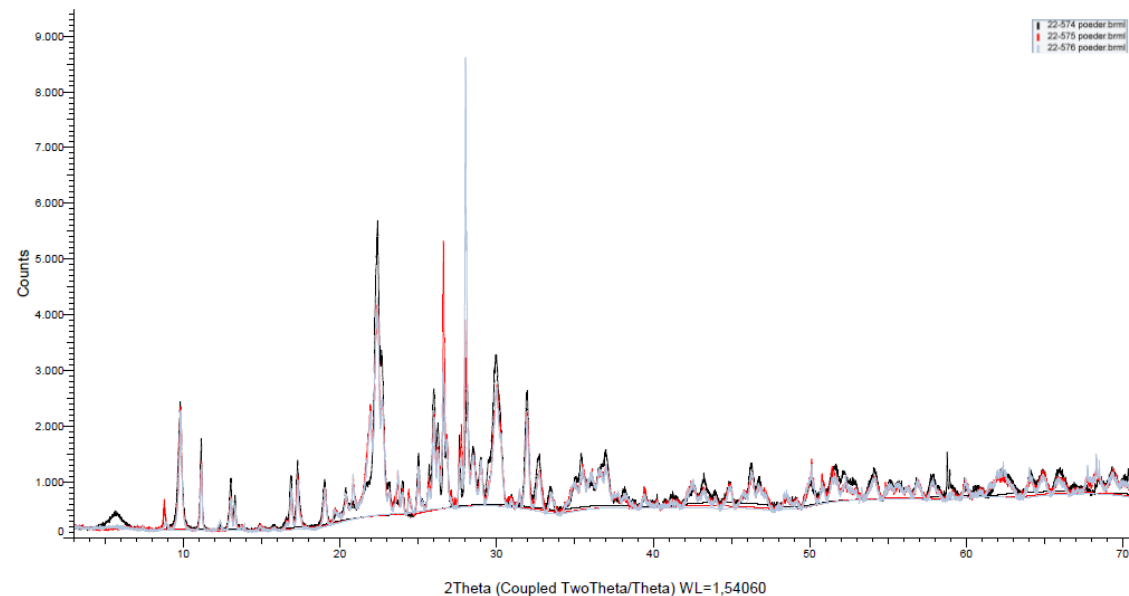


*Kleimineraal*

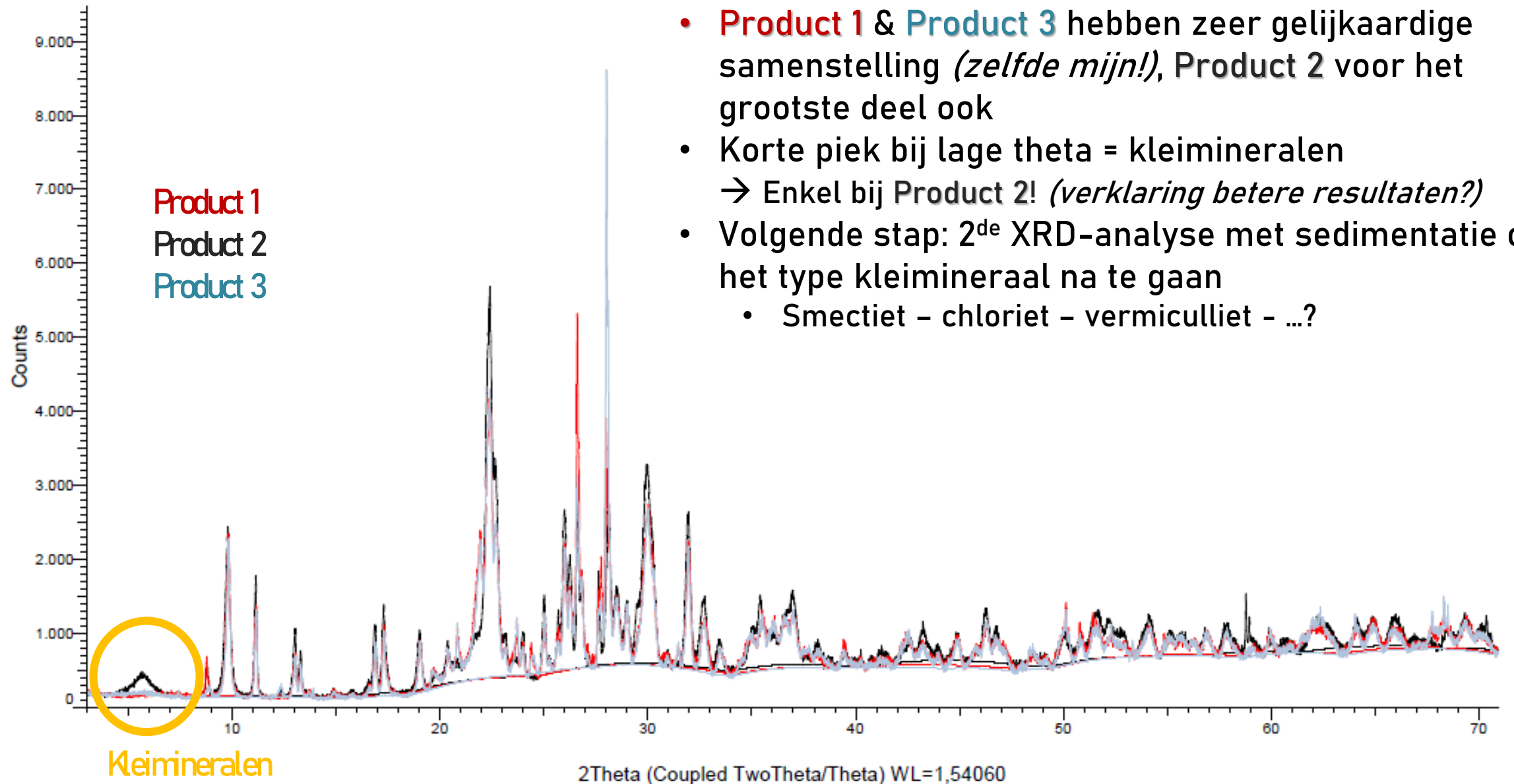
# Heb je de zeolietproducten samengesteld?

## XRD-analyse (prof. Stijn Dewaele, UGent)

- = X-ray Diffraction Analysis
- = Techniek om de structuur, compositie, en fysische eigenschappen van een product na te gaan
- Verschillende pieken geven aan welke componenten aanwezig zijn en in welke mate



# Heb je de zeolietproducten samengesteld?



- **Product 1** & **Product 3** hebben zeer gelijkaardige samenstelling (*zelfde mijn!*), Product 2 voor het grootste deel ook
- Korte piek bij lage theta = kleimineralen  
→ Enkel bij Product 2! (*verklaring betere resultaten?*)
- Volgende stap: 2<sup>de</sup> XRD-analyse met sedimentatie om het type kleimineraal na te gaan
  - Smectiet - chloriet - vermiculiet - ...?

# Volgende stappen

- Screening van meerdere zeolietproducten met XRD-analyse + *in vitro* opstelling
- Mestcontainerproef met selectie van zeolietproducten
- Dierproef in PAS-stallen + Varkenscampus met meest beloftevolle product(en)



## Maatregel op de PAS-lijst...?

- “Gebruik van product X leidt tot ...%  $\text{NH}_3$ -reductie”

Of...

- *“Als een zediet-product ... % smectiet en ... % clinoptilodiet bevat, wordt de  $\text{NH}_3$ -uitstoot met ... % gereduceerd”*

# Bijkomende voordelen zeoliet-behandelde mest

## Op het veld:

- Kwalitatievere bemesting: hogere N-inhoud + tragere vrijstelling van nutriënten  
→ hogere gewasopbrengsten
- Absorberen schadelijke stoffen (bvb. zware metalen (cadmium, lood))
- Minder uitspoeling (bvb. nitraat)
- Zorgt voor betere waterretentie in zandbodems <-> hogere porositeit in kleibodems  
→ Betere waterhuishouding
- Versterkt bodembiodiversiteit



## Voor de dieren in de stal:

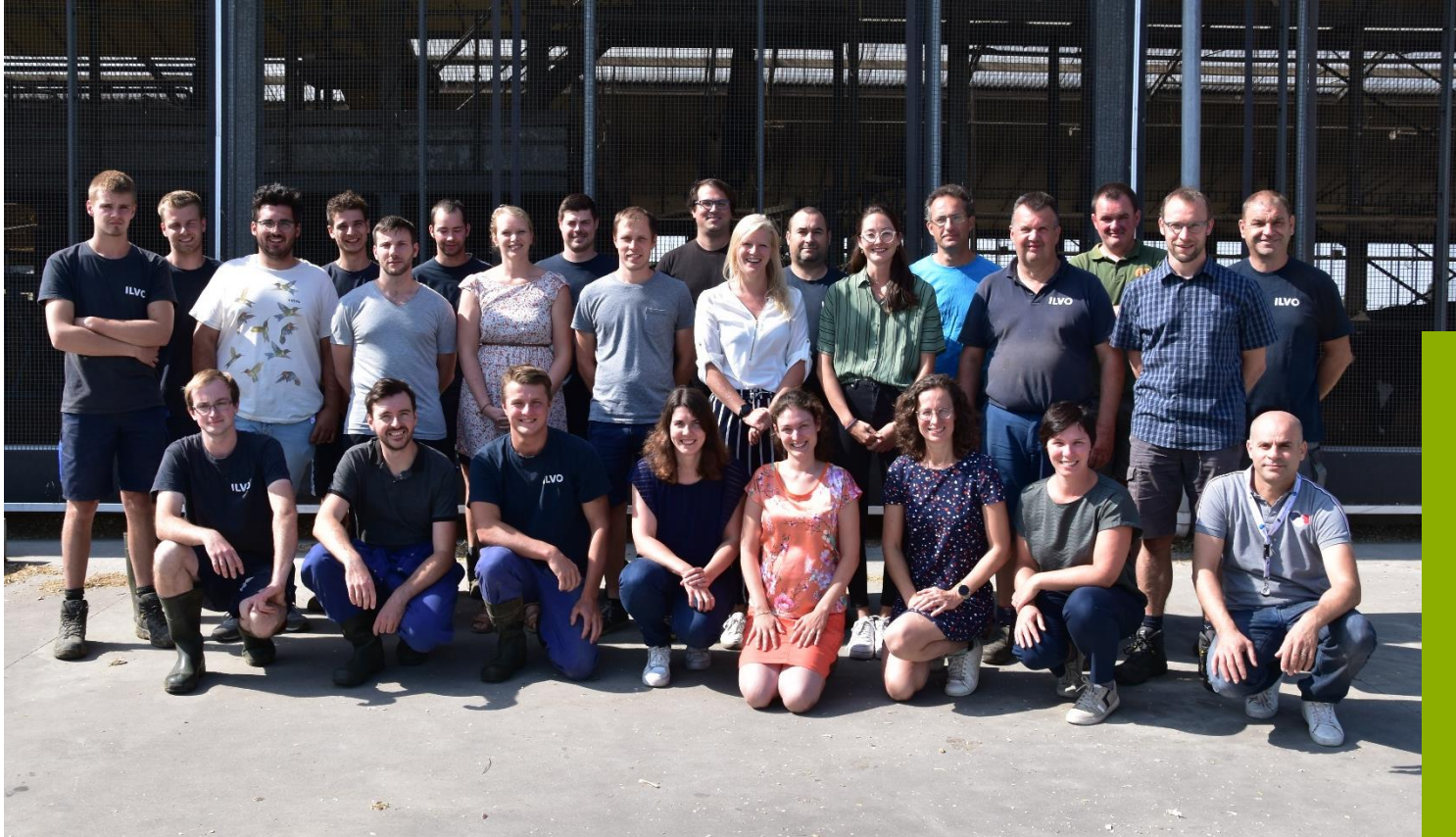
- Betere hygiëne: minder uierontstekingen, betere klauwgezondheid
- Hogere productie (?)



# Conclusies

- Zeolieten  $\neq$  kleimineralen
- Zeolietproducten konden in een *in vitro* proef met mestcontainers de  $\text{NH}_3$ -uitstoot reduceren tot -47%
- Verschillende zeolietproducten verschillen in hun effectiviteit:  
Dat komt vermoedelijk door de samenstelling en origine van het product
- Meer onderzoek is nog nodig om:
  - De resultaten van de mestcontainerproef te bevestigen bij verse mest, in een echte stal met dieren,...
  - Na te gaan waarom bepaalde producten het beter doen dan andere
  - Een uniforme regel op te stellen die zeolietproducten kan categoriseren als 'x%  $\text{NH}_3$ -reducerend'

# Bedankt voor uw aandacht!



Instituut voor Landbouw-, Visserij  
en Voedingsonderzoek  
Scheldeweg 68  
9090 Melle – België  
T + 32 (0)9 272 26 00  
F +32 (0)9 272 26 01

[Jonas.vandicke@ilvo.vlaanderen.be](mailto:Jonas.vandicke@ilvo.vlaanderen.be)  
[www.ilvo.vlaanderen.be](http://www.ilvo.vlaanderen.be)



**ILVO**  
Instituut voor Landbouw-,  
Visserij- en Voedingsonderzoek

# Emissiemetingen op melkveestallen

## Een meetcampagne op hoger niveau



Loes Laanen, Arnout Declerck, Chari Vandenbussche, Femke Van Zwynsvoorde, Eva Brusselman  
Lorenzo Plant, Thijs Roggeman, Stan Roelens, Willem Grauls, Bart Coppens

ILVO PAS-studiedag  
19 januari 2023

**ILVO**

# ILVO-meetploeg

Opgericht in 2016 binnen de referentiewerking ILVO ten behoeve van Beleidsdomein Omgeving

Taak: uitvoeren van emissiemetingen op (praktijk)stallen

- Grote meetcampagnes
  - Gericht op 1 bepaalde reducerende techniek of metingen op traditionele stallen
  - Bepaling reductie of emissiefactor
  - Metingen gedurende minimaal 1 jaar
- Eventuele korte meetcampagnes
  - Beperkte(re) metingen
  - N.a.v. vragen/ondervindingen tijdens meetcampagnes
  - Equivalentietesten

Meetrappen: [www.ilvo.vlaanderen.be/nl/refmil](http://www.ilvo.vlaanderen.be/nl/refmil)

# ILVO-meetploeg

## Coördinatie



## Data-analyse



## Technici



# Meetcampagne: Natuurlijk geventileerde melkveestallen



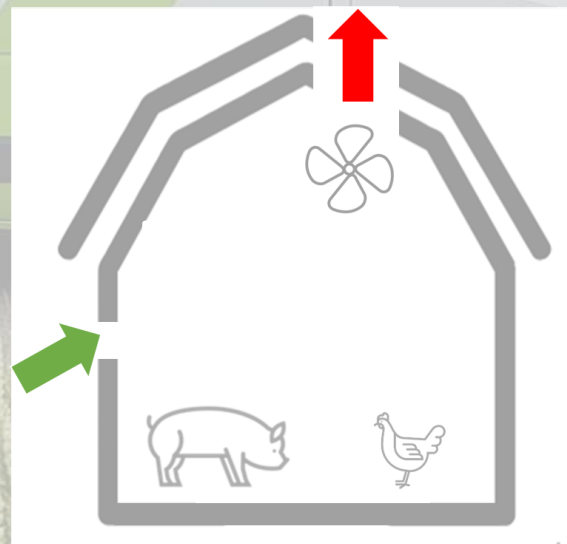
## DOEL:

bepaling ammoniak emissiefactor voor traditionele melkveestal & vaststellen van meetrichtlijnen

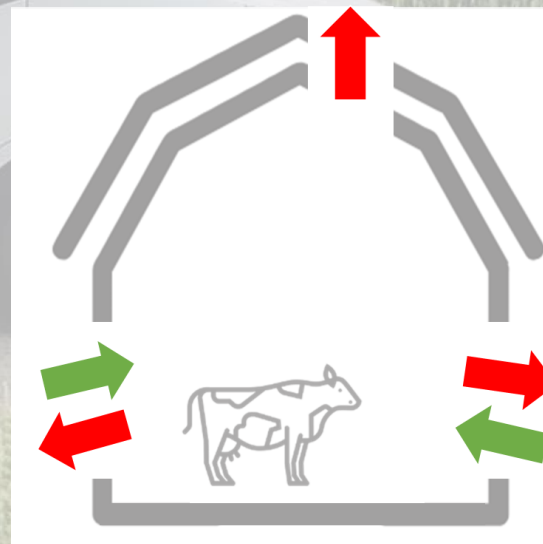
# Emissiemetingen

Emissies berekenen:

$$\text{Emissiewaarde} \left( \frac{\text{kg NH}_3}{\text{dier uur}} \right) = \frac{\text{Concentratie} \left( \frac{\text{kg NH}_3}{\text{m}^3 \text{ lucht}} \right) * \text{Ventilatie debiet} \left( \frac{\text{m}^3 \text{ lucht}}{\text{uur}} \right)}{\text{Aantal dieren}}$$



Mechanisch geventileerde stal



Natuurlijk geventileerde stal

- Welke kant is inlaat en welke uitlaat?
- Waar concentratie meten?
- Hoe ventilatie debiet meten?

# Emissiemetingen

Emissies uit natuurlijk geventileerde stallen bepalen:

- Volgens bestaande protocollen (VERA/NL) – Tracergas ratio methode (TRG)
  - Ventilatie-debiet: indirecte methode
  - Concentratie: in de stal (homogene menging verondersteld)



# Ventilatie debiet – TGR Methode

- Tracer gas ratio methode

$$Emissie = \frac{\text{Geproduceerde } CO_2}{\text{Concentratie } CO_2} * \text{Concentratie } NH_3 * \frac{1}{\text{aantal dieren}}$$

- TGR methode meet indirect
- Enkele tekortkomingen:

- Mestput?
- CO<sub>2</sub>-productiemodellen?
- Homogene zone?

$$PCO_2 \text{ (milking cows)} = 0.2 * (5.6 \text{ m}^{0.75} + 22 * Y_1 + 1.6 * 10^{-5} * p^3) / 1000$$

$$PCO_2 \text{ (dry cows)} = 0.2 * (5.6 \text{ m}^{0.75} + 1.6 * 10^{-5} * p^3) / 1000$$

$$PCO_2 \text{ (heifers, pregnant)} = 0.2 * \left( 7.64 \text{ m}^{0.69} + Y_2 * \left( \frac{23}{M} - 1 \right) * \left( \frac{57.27 + 0.302 * m}{1 - 0.171 * Y_2} \right) + 1.6 * 10^{-5} * p^3 \right) / 1000$$

$$PCO_2 \text{ (heifers, not pregnant)} = 0.2 * \left( 7.64 \text{ m}^{0.69} + Y_2 * \left( \frac{23}{M} - 1 \right) * \left( \frac{57.27 + 0.302 * m}{1 - 0.171 * Y_2} \right) \right) / 1000$$

# Ventilatie-debiet – TGR Methode

Volgens bestaande protocollen (VERA/NL) – Tracergas ratio methode (TRG)

- 4 meetlocaties
- aantal meetdagen is minimaal 6 per meetlocatie

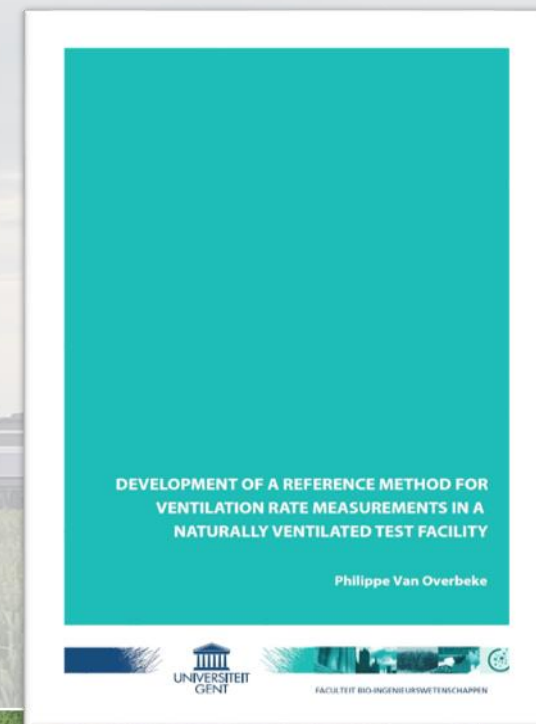
**Veel veronderstellingen/aannames**  
**Ontbreken van ‘gouden standaard’**  
**Weinig meetdagen**

# Emissiemetingen

Onderzoek bij ILVO:

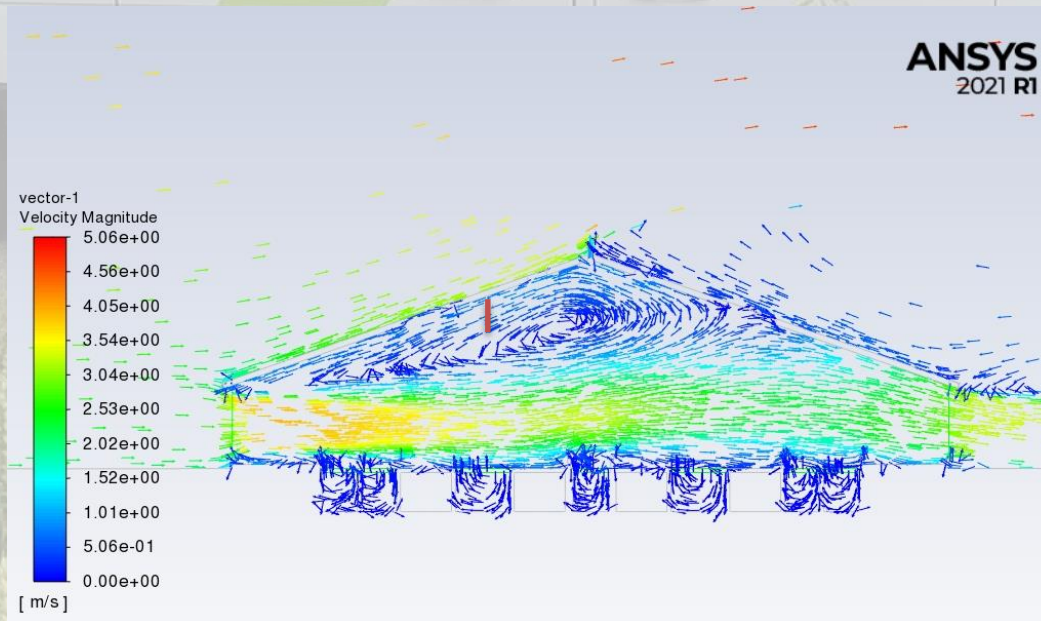
- Ontwikkeling van 'gouden standaard' via directe meetmethode:
  - Ventilatie-debiet: bepalen rechtsreeks door windsnelheden te meten
  - Concentratie: aan de effectieve uitlaat

**Geen/weinig aannames, wel nog zeer complex**



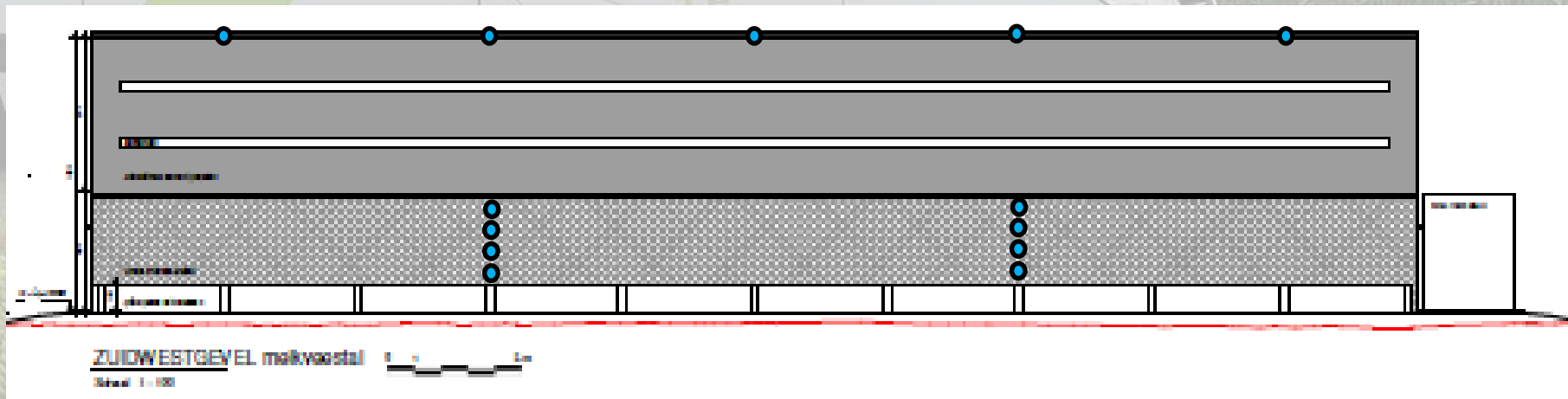
# Ventilatie-debiet – Directe methode

- Ventilatie-debiet direct bepalen:
  - Gebruik anemometers:
    - Windrichting
    - Windsnelheid



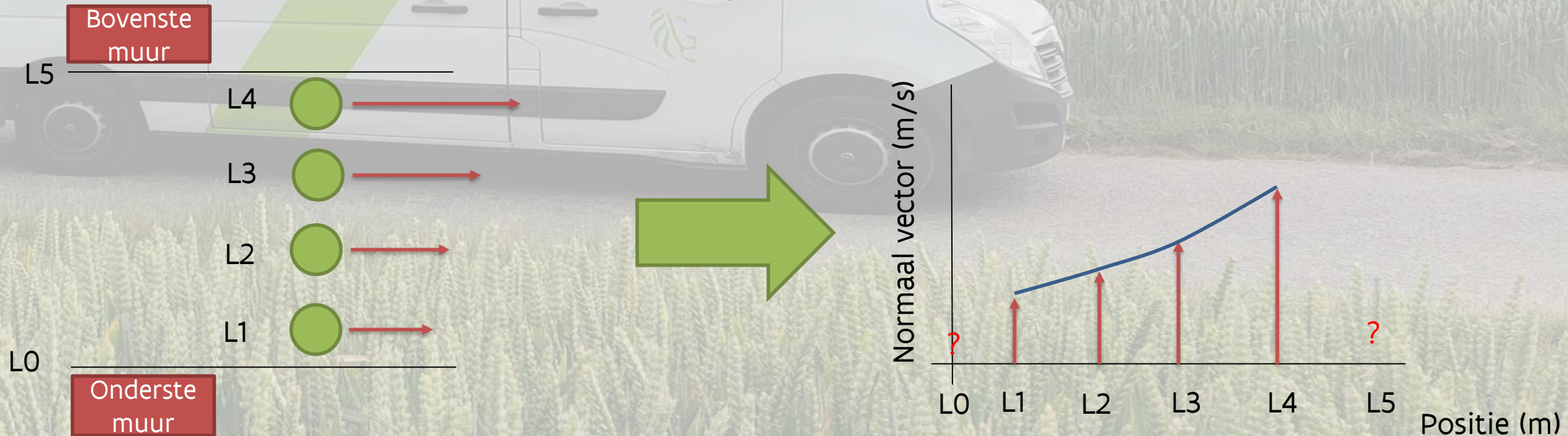
# Ventilatie-debiet – Directe methode

- Anemometers:
  - Per opening aan zijkant: 2 verticale profielen van steeds 4 anemometers
  - Nok: 3 tot 5 anemometers (afhankelijk van debiet doorheen de nok)
  - Totaal: 21 anemometers per stal



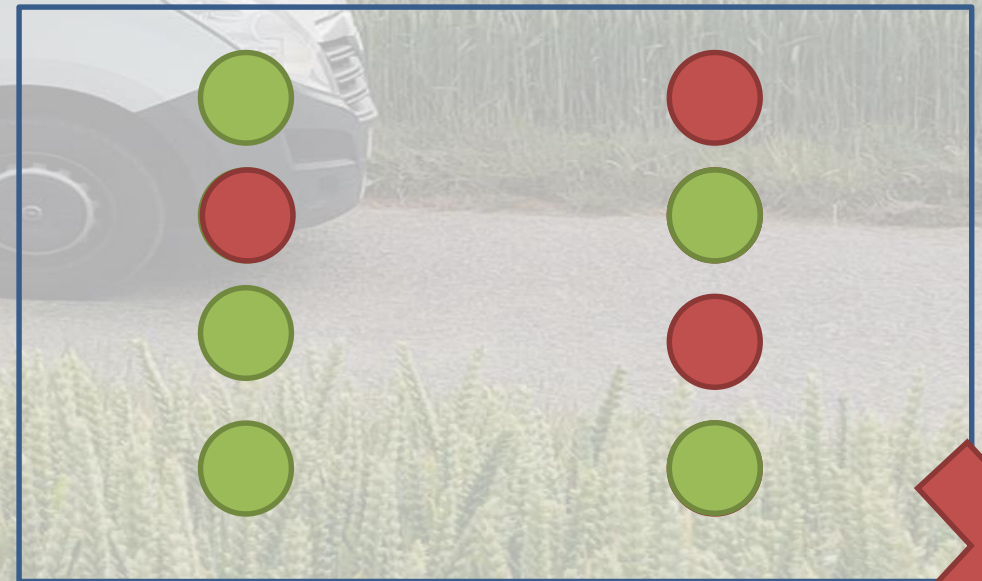
# Ventilatie-debiet – Directe methode

- Verticaal profiel anemometers gebruiken om het debiet te berekenen door de opening
- Berekening ventilatie door middel van integratiemethode
- Belangrijke kwaliteitscontrole: opmaak luchtbalans in = uit



# Ventilatie-debiet – Directe methode

- Restricties (er worden geen debieten berekend als):
  - Windrichting niet unidirectioneel is
  - Windsnelheden  $> 35 \text{ m/s}$  ( $= \pm 120 \text{ km/u}$ )
  - Open poorten in de kopgevel => sensoren
  - Schermen in beweging zijn => sensoren







# Meetopstelling in de stal



# Metadata

- Naast concentratie en ventilatiedebiet zijn ook andere gegevens nodig = metadata
  - O.a. dieraantallen per categorie, voedersamenstelling, hoogte mest in mestput, datum uitrijden mest, melkparameters (totaal, hoeveelheid per koe (melkrobot), ureumgehalte melk)
- Via tablet
  - Digitaal, data komt direct in databank
  - Landbouwer krijgt melding wanneer bepaalde gegevens ingevoerd moet worden
  - Eenvoudig in stal te gebruiken

# Emissiebepaling

- Emissies per uur te bepalen
- Vergelijking directe methode met TGR methode
- Heel veel sensoren => heel veel data:
  - 21 anemometers
  - sensoren op schermen
  - sensoren op poorten
- Alle sensoren geven (semi)continu data
- Alle data wordt realtime doorgestuurd naar database  
=> online visualisatie

# Emissiebepaling



# Meetcampagne - Stand van zaken

- 4 melkveestallen
- Pilootstal in Diksmuide:
  - Eerste praktijkstal uitgerust met directe meetmethode
  - Volledig geïnstalleerd
  - Luchtbalans is zeer goed
  - Vanaf januari 2023 is de bezetting voldoende hoog
- Overige 3 stallen:
  - Opmaken luchtbalans = cruciaal voor de directe methode
- Opmaak meetrichtlijnen melkveestallen
  - Directe methode
  - Haalbaarheid/toepasbaarheid?
  - Kostprijs?
  - Vergelijking met TGR methode

# Dank u wel

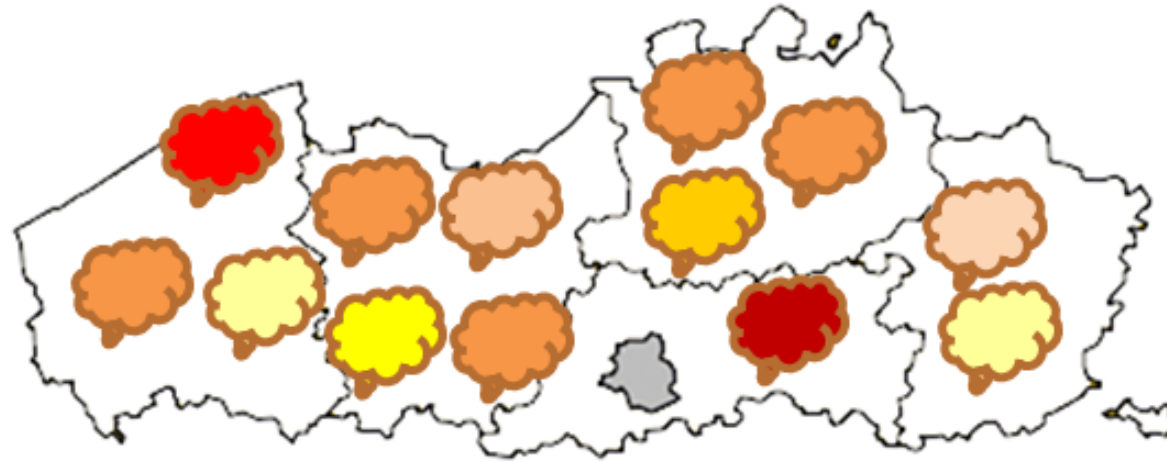
## Vragen?

**Instituut voor Landbouw-,  
Visserij- en Voedingsonderzoek**  
Burg. Van Gansberghelaan 115 bus 1  
9820 Merelbeke – België  
T + 32 (0)9 272 28 00

[t&v@ilvo.vlaanderen.be](mailto:t&v@ilvo.vlaanderen.be)  
[www.ilvo.vlaanderen.be](http://www.ilvo.vlaanderen.be)

# ILVO

# Monitoring: lokale impact van NH<sub>3</sub>-emissies in kaart



An Verfaillie  
19 jan 2023

Practical evaluation of techniques to  
monitor emissions from stables

**ILVO**



UK Centre for  
Ecology & Hydrology

Whim Bog – Schotland  
Veen & heide-gebied

$\text{NH}_3$



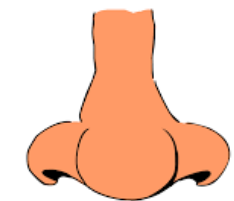
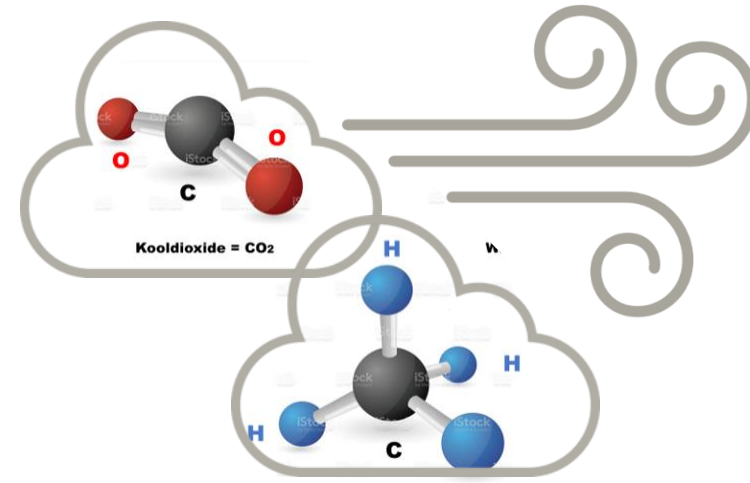
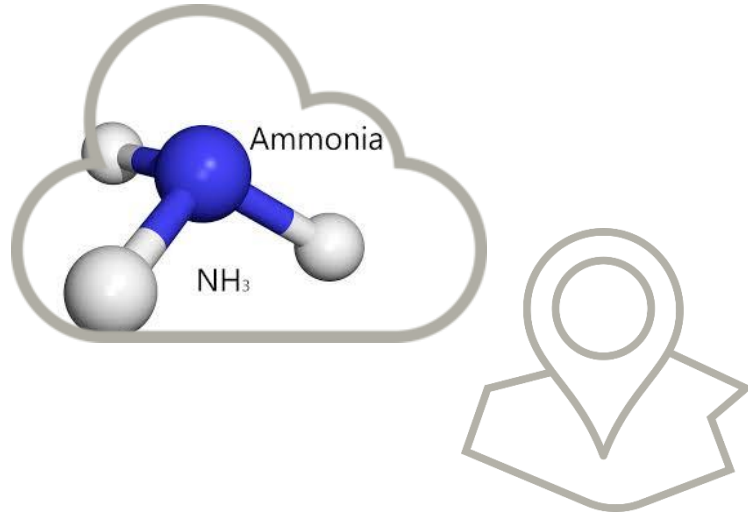


# Effect na 15 jaar

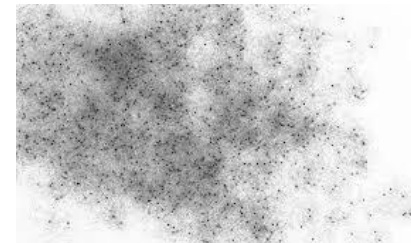
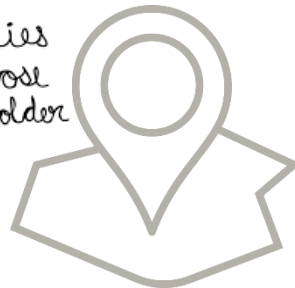


Response of a peat bog vegetation community to long-term experimental addition of nitrogen – Levy et al. (2018) – Journal of Ecology

# Emissies

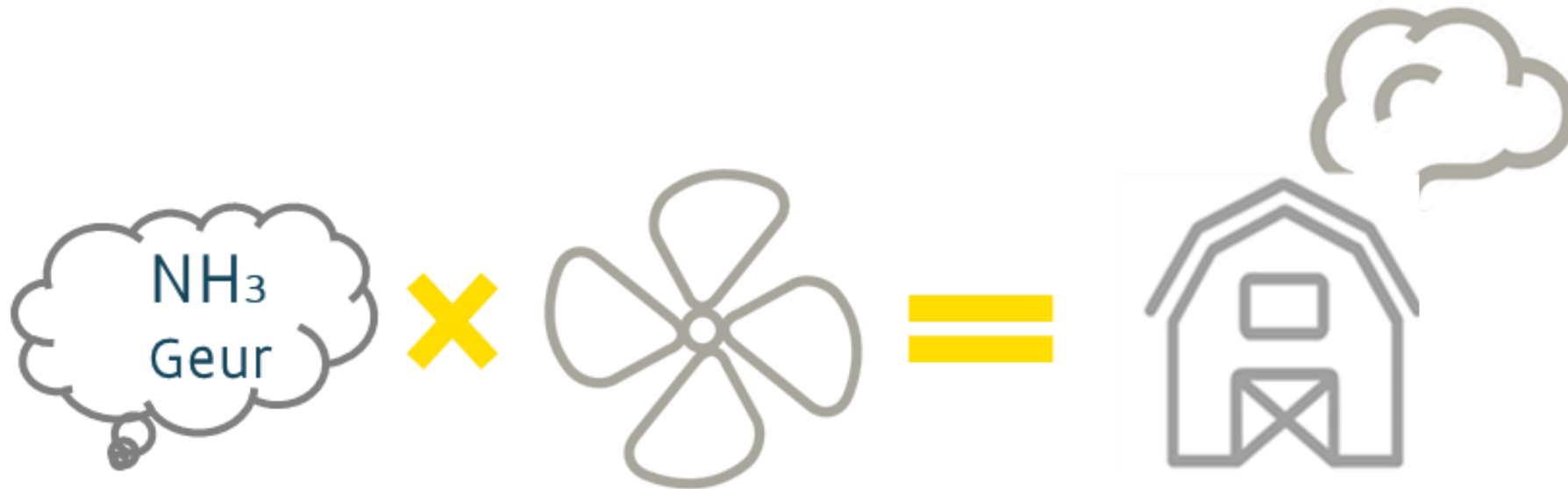


*odour lies  
in the nose  
of the beholder*



# Monitoringsproject: Dep. Omgeving

- Emissies: lokale impact

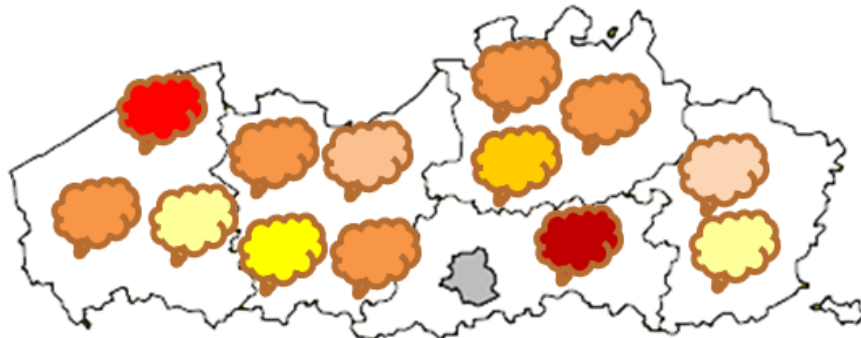


Globaal beeld:  
Emissiefactor



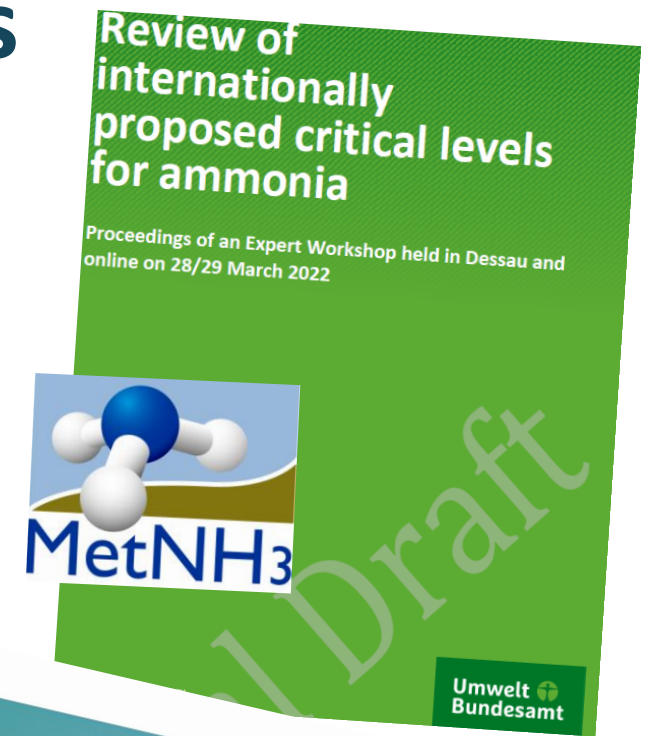
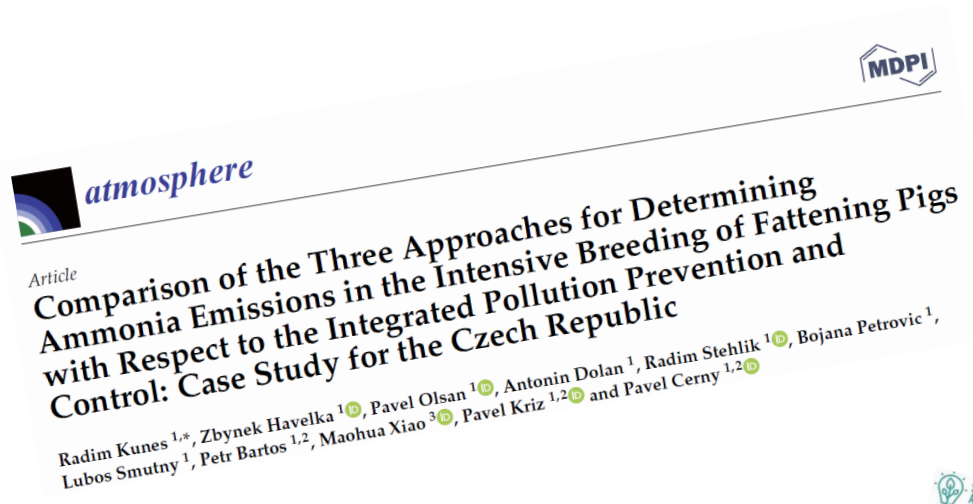
- Intens
- excl. Management/ technieken

Lokale impact:  
Emissie monitoring

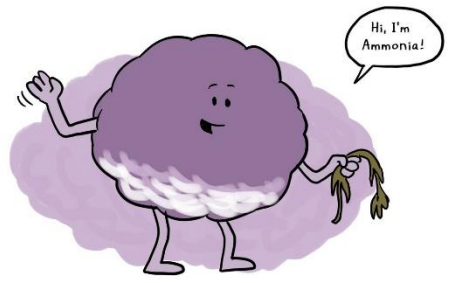


- Fluctuaties (tijd & plaats)
- incl. Management/ technieken
- Inzicht in uitstoot

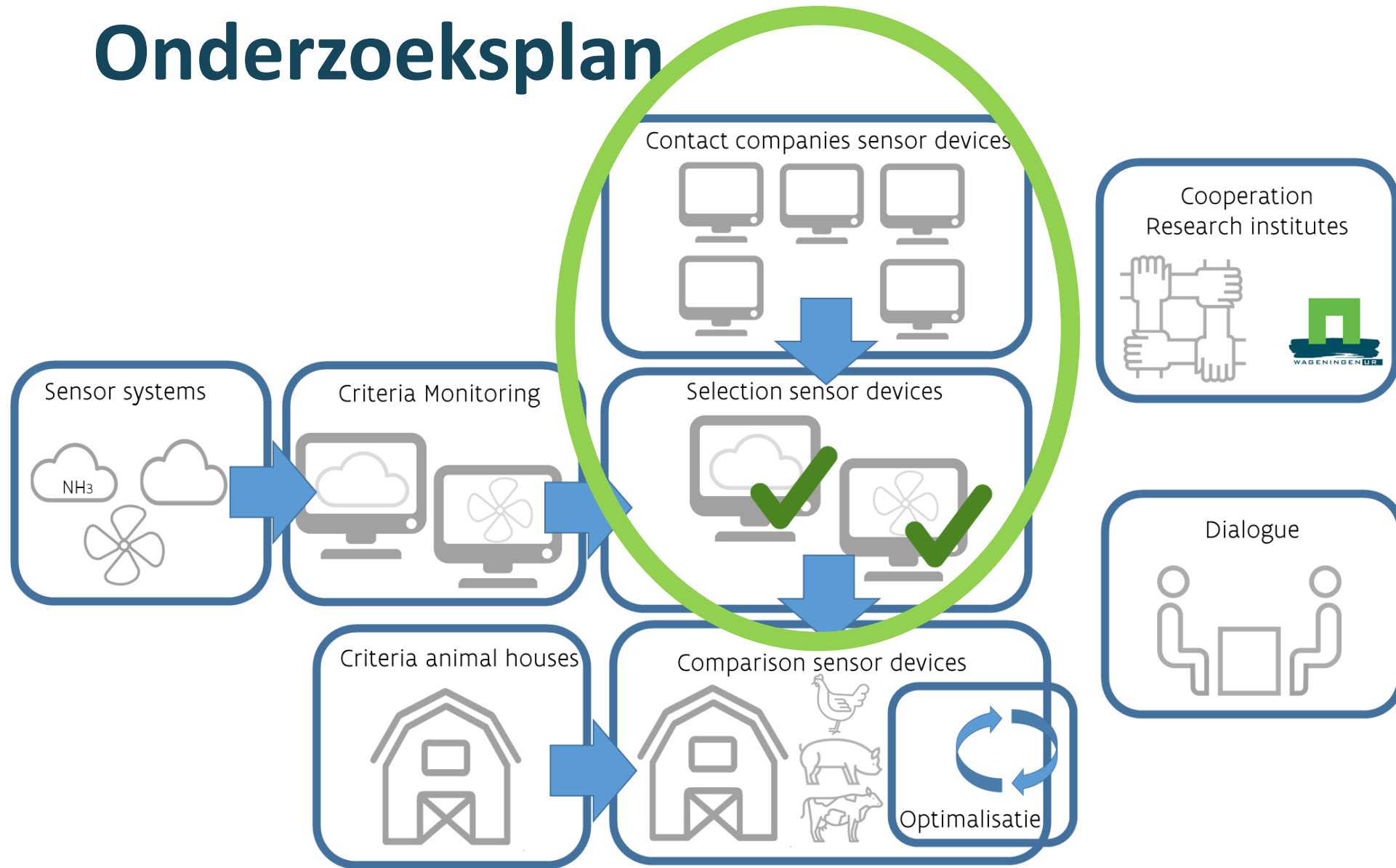
# NH<sub>3</sub> monitoring: awareness

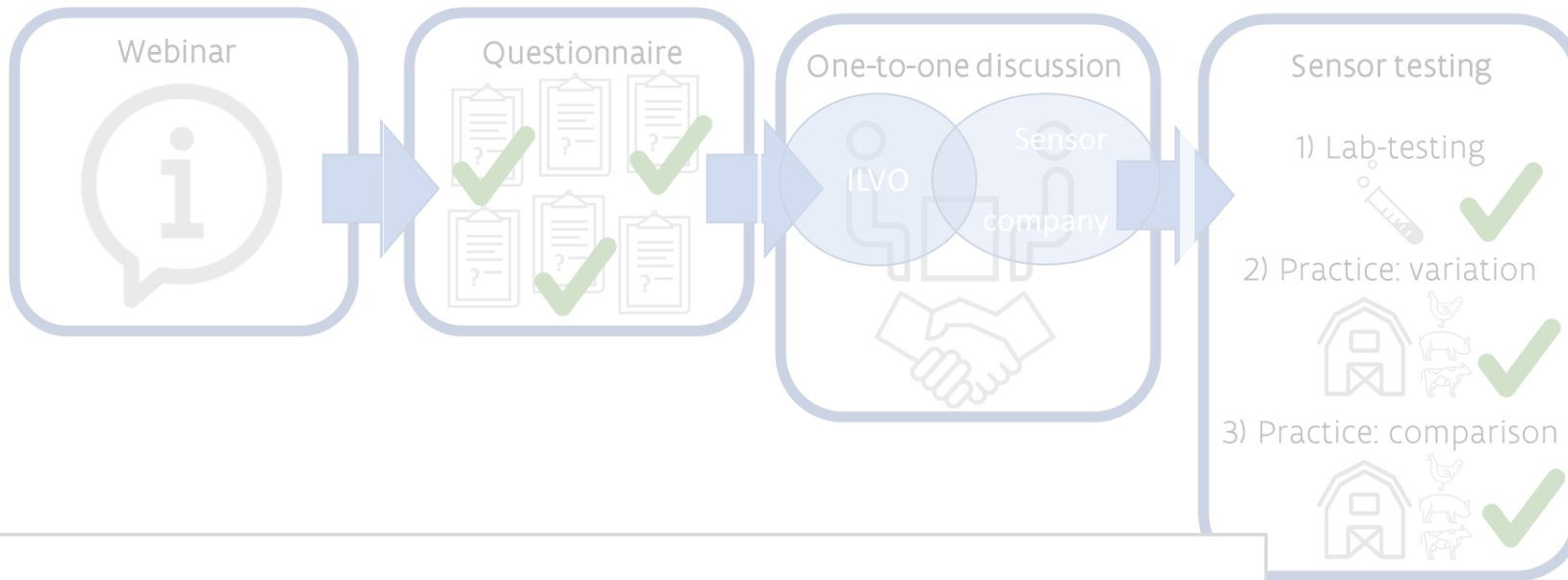


THERE'S SOMETHING ABOUT AMMONIA  
Illustrations by Nathan T. Wright  
Story by David B. Kelleghan and Thomas P. Curran



# Onderzoeksplan



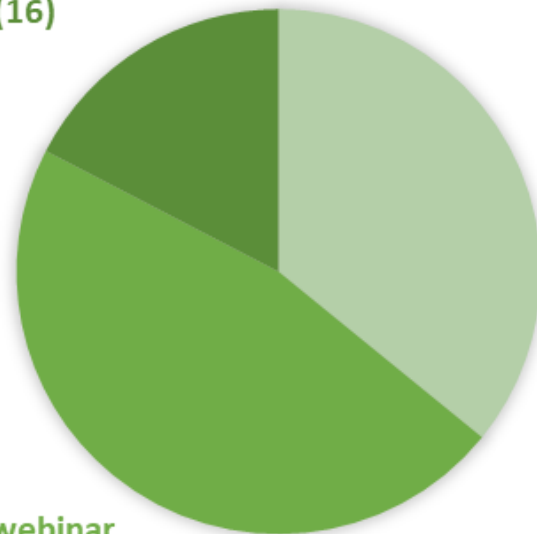


### INTERESSE WEBINAR

Link webinar  
(16)

Geen deelname  
(33)

Live webinar  
(43)

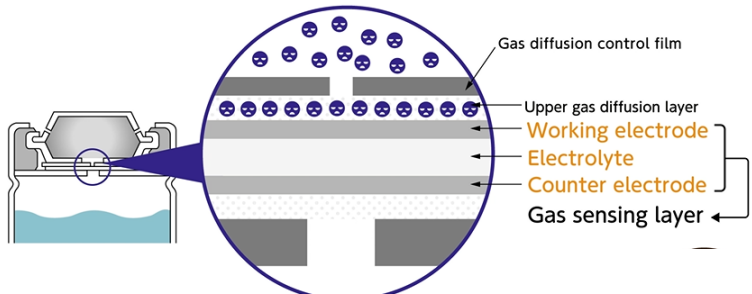


**23 inschrijvingen**

# Selectie sensoren

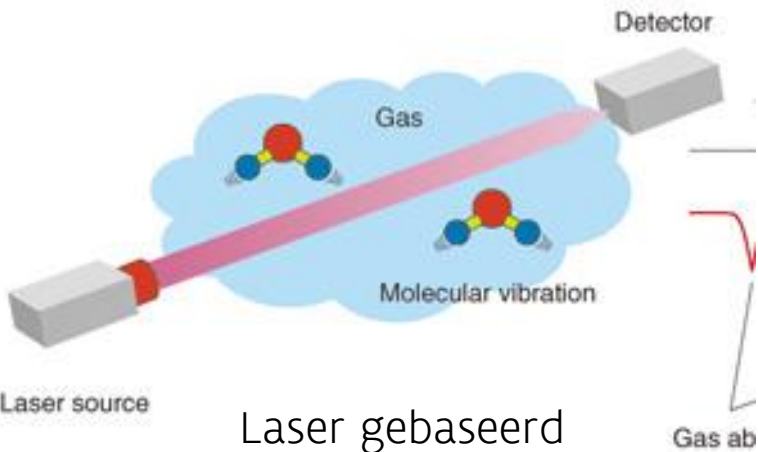
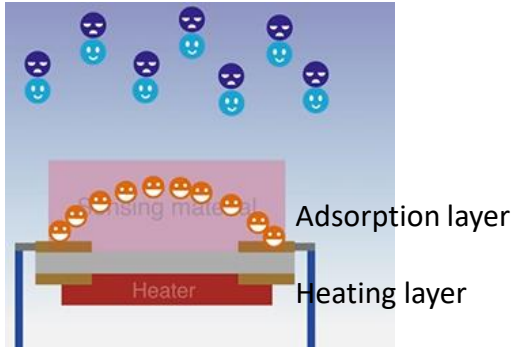


10 sensoren



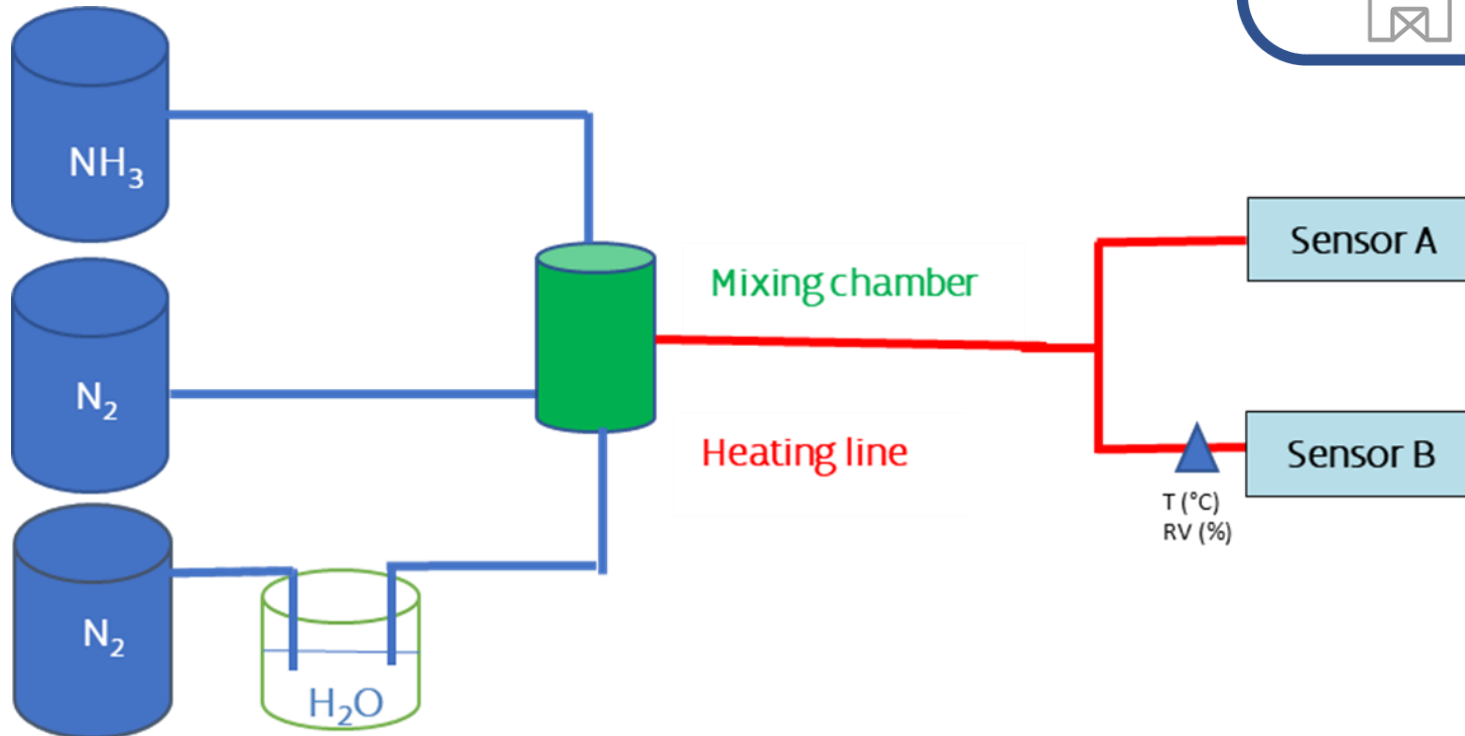
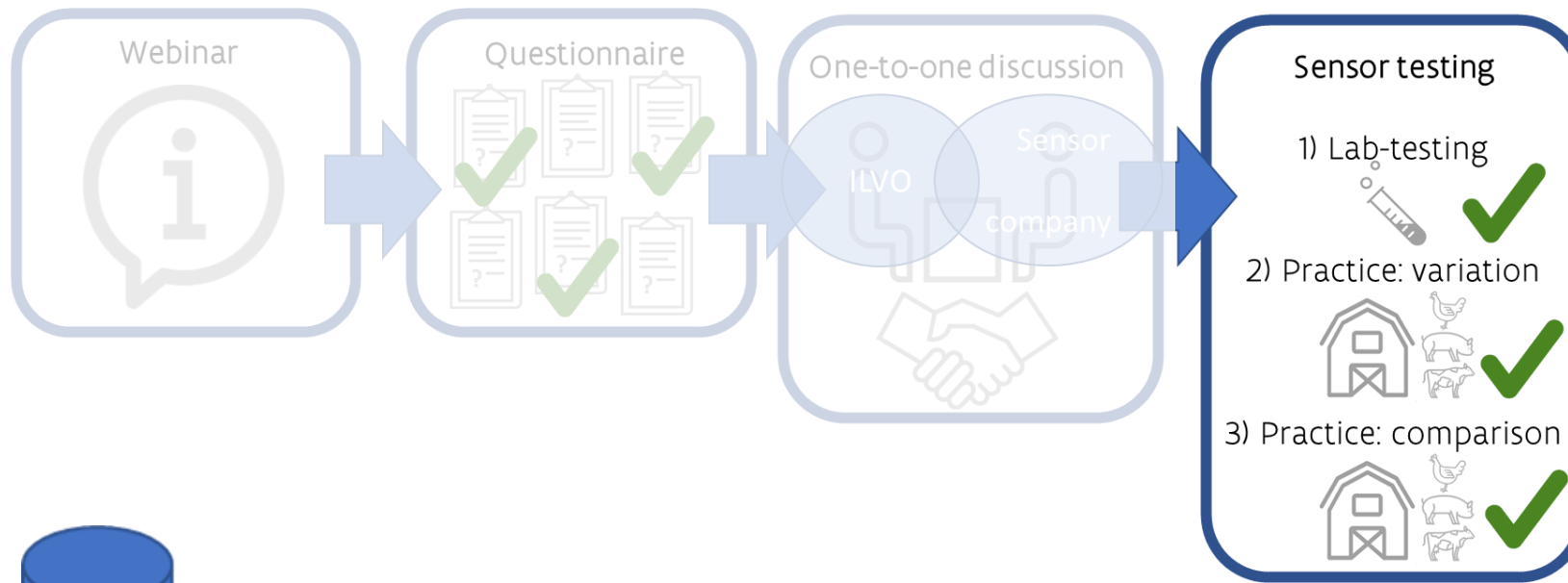
Elektrochemisch

Metaaloxide semiconductors



Laser gebaseerd





## Sensor testing

1) Lab-testing



2) Practice: variation



3) Practice: comparison



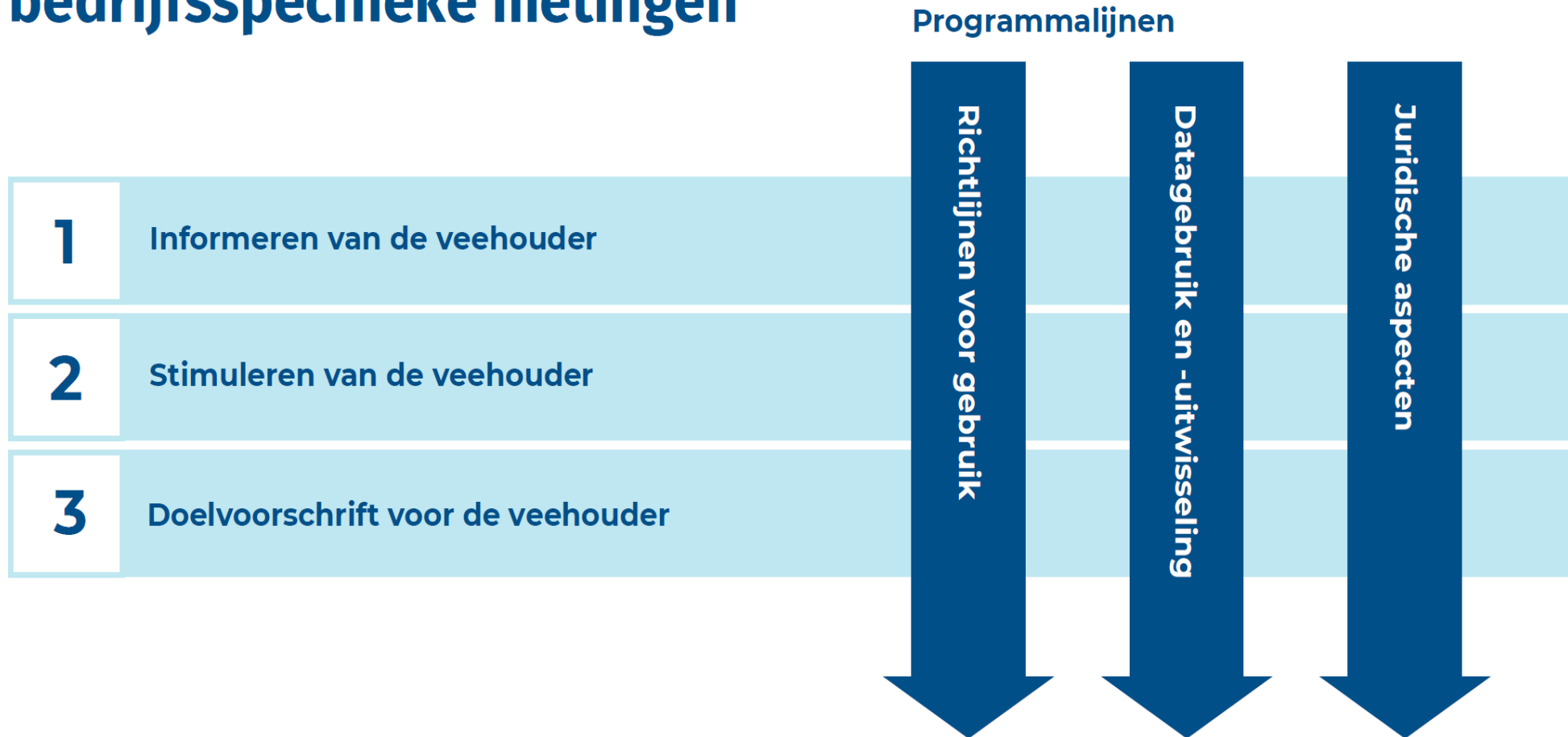
Februari 2023

April 2023

Start: midden 2023

# Wat na haalbaarheid?

## Niveau van gebruik bedrijfsspecifieke metingen



# Dank u wel



**Instituut voor Landbouw-,  
Visserij- en Voedingsonderzoek**  
Burg. Van Gansberghelaan 115 bus 1  
9820 Merelbeke – België  
T +32 (0) 9 272 28 03

[An.verfaillie@ilvo.vlaanderen.be](mailto:An.verfaillie@ilvo.vlaanderen.be)  
[www.ilvo.vlaanderen.be](http://www.ilvo.vlaanderen.be)



**ILVO**

WETENSCHAPPELIJK COMITÉ  
LUCHTEMISSIES VEETEELT

WECOMV

# Werking van het Wetenschappelijk Comité Luchtemissies Veeteelt

# Oprichting WeComV

- Vlarem: oprichting WeComV
  - 10.07.21 gepubliceerd in BS
- Ministerieel Besluit 29.08.2022
  - 01.09.22 gepubliceerd in BS
  - Nadere regels rond samenstelling en werking WeComV
- ILVO is verantwoordelijk voor het wetenschappelijk secretariaat
- Samenstelling: beslissing minister op 10.11.22
  - 5 leden: Veerle Fievez (voorzitter), Sam De Campeneere (ondervoorzitter), Gert Otten, Eveline Volcke, Christophe Walgraeve
- Startvergadering WeComV: 29.11.2022

# Werking WeComV

- VLAREM 2021: ‘Het Wetenschappelijk Comité Luchtemissies Veeteelt adviseert over alle onderzoektaangelegenheden inzake luchtemissies door veehouderijen en mestverwerking, inclusief de volgende luchtemissies: ammoniak, fijn stof, geur, biologische agentia en broeikasgassen. Dat gebeurt zowel op verzoek van de minister, als op eigen initiatief’
- Het WeComV kan beroep doen op externe experts die deelnemen in werkgroepen om adviezen voor te bereiden.

# WeComV en Administratief Team (AT)

- Administratief team (AT) (besluit in eindfase)
  - ▶ VLM (2 leden waarvan 1 fungeert als voorzitter); Departement Omgeving (3 leden: MER, Handhaving (HH), GOP); VMM; ANB; Departement Landbouw en Visserij
- AT is verantwoordelijk voor de vertaling naar het beleid van de wetenschappelijke adviezen van het WeComV

## **! AT is het contactpunt voor bedrijven**

Het is daar dat een aanvraagdossier moet ingediend worden





# Fundamenten

---

# Fundamenten



INTEGRITY

- ✓ De leden van het WeComV leveren wetenschappelijk advies vanuit hun eigen persoon en vertegenwoordigen niet de mening van een organisatie.
- ✓ Het WeComV opereert **onafhankelijk** van het beleid.
- ✓ De leden respecteren de **wetenschappelijke integriteit**.
- ✓ Het WeComV hanteert een strikte procedure voor het beheer van mogelijke belangen van de leden.



# Beheer van belangen



# Beheer van belangen

De onafhankelijke en transparante werking van het WeComV wordt gegarandeerd op verschillende niveaus:

## 1. Bij de selectie en de benoeming van de leden van het Wetenschappelijk Comité Luchtemissies Veeteelt voor een mandaat van 4 jaar

- De leden van het WeComV worden benoemd op advies van een onafhankelijke selectiecommissie
- Na hun benoeming ondertekenen de leden een algemene belangenverklaring op erewoord. Deze wordt gepubliceerd op de website van het WeComV

## 2. Bij de algemene functionering van het Wetenschappelijk Comité Luchtemissies Veeteelt

- Het WeComV heeft een huishoudelijk reglement en een deontologische code (ook geldig voor externe experts in werkgroepen)

## 3. Bij de behandeling van individuele adviesaanvragen

- Belangenverklaring voor ieder nieuw dossier van de leden en ook van de externe experts in de werkgroepen
- Beoordeling belangen voor belangenconflict door Bureau: voorzitter (Veerle Fievez), ondervoorzitter (Sam De Campeneere), hoofd wetenschappelijk secretariaat (Lieve Herman)

## 4. Bij de gezamenlijke validatie van het advies

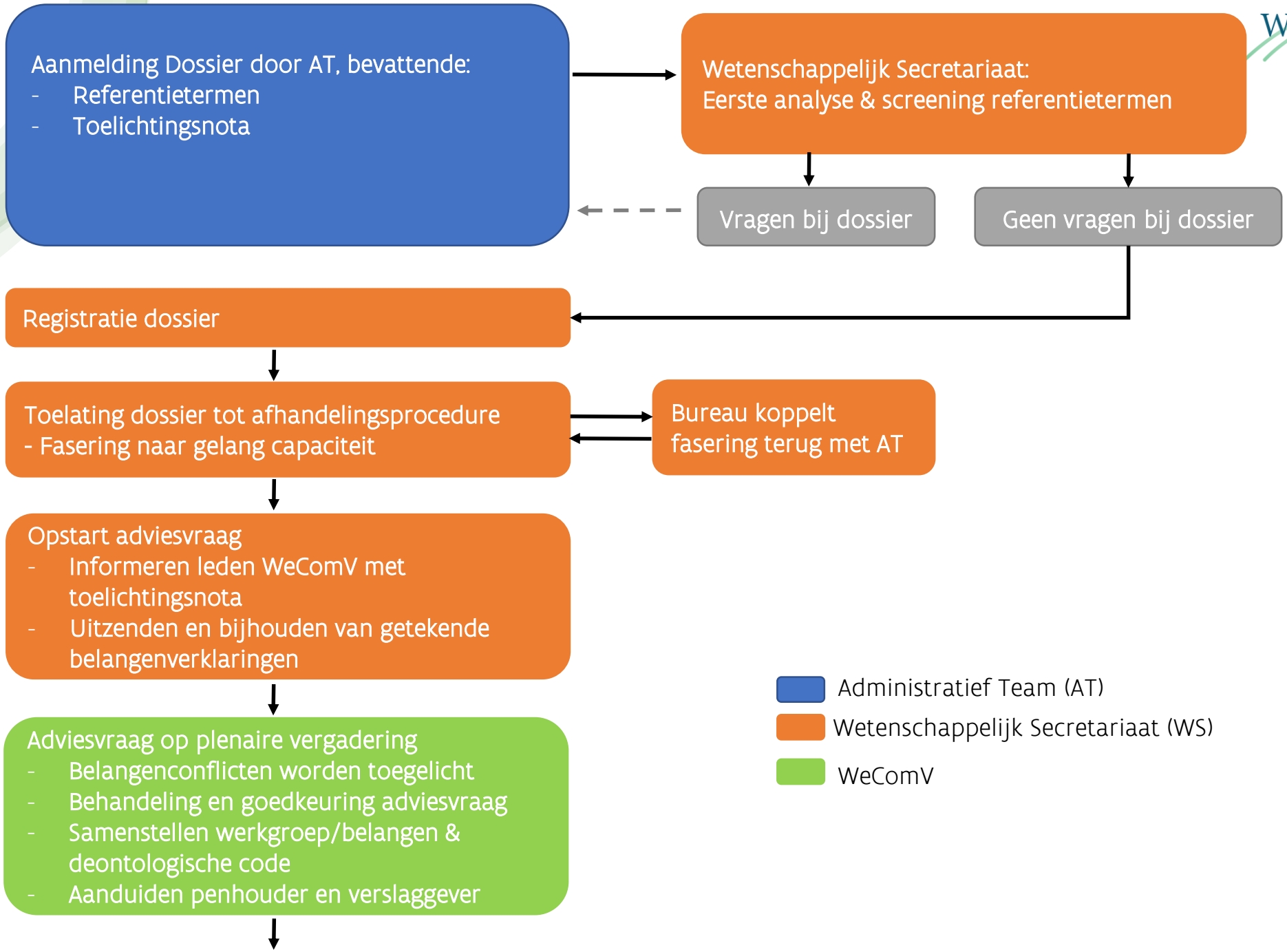
- Adviezen worden in consensus uitgebracht



# Workflow

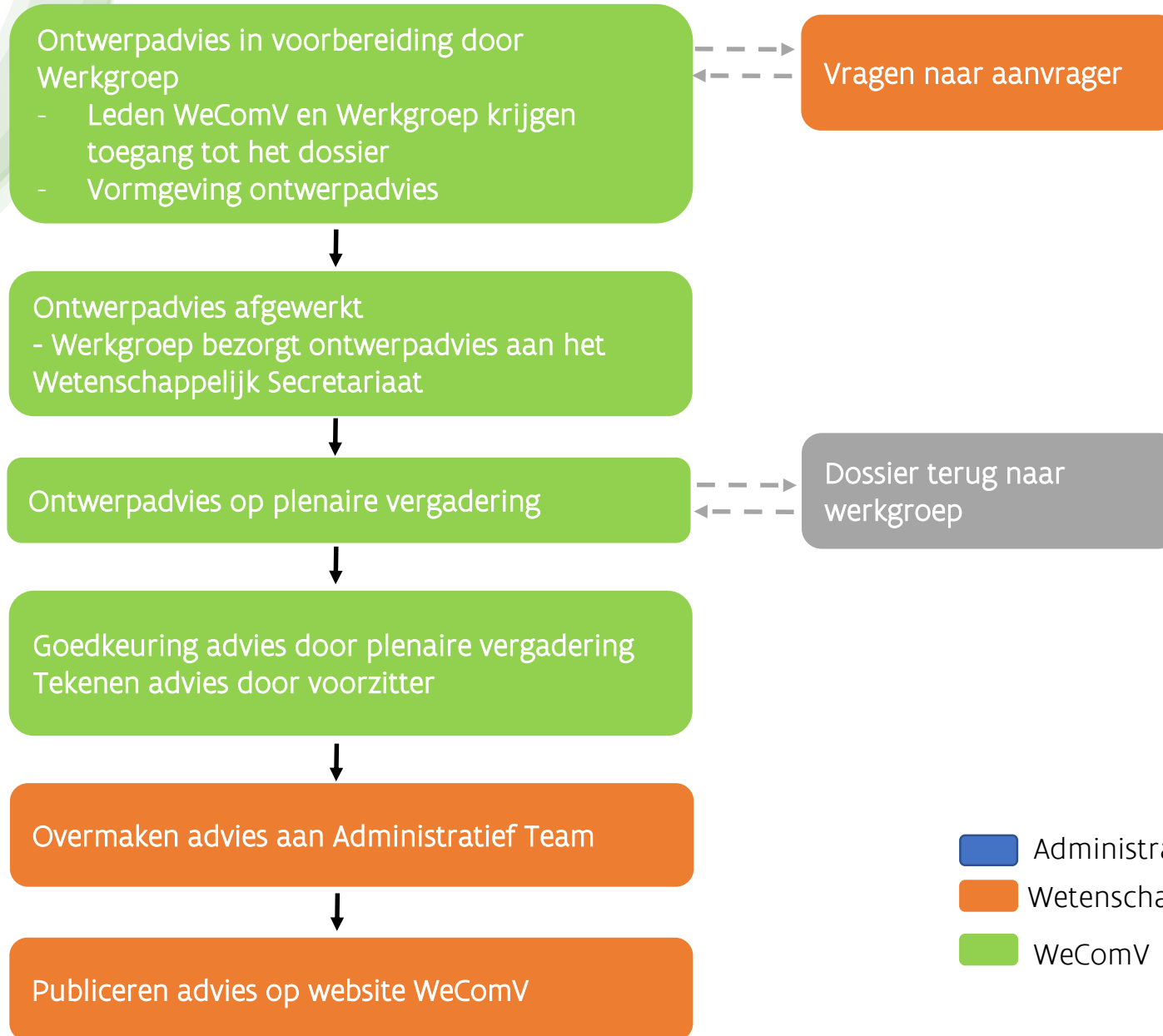


# Workflow



- Administratief Team (AT)
- Wetenschappelijk Secretariaat (WS)
- WeComV

# Workflow



- Administratief Team (AT)
- Wetenschappelijk Secretariaat (WS)
- WeComV

# Website en contactgegevens

- [Home | Wetenschappelijk Comité Luchtemissies Veehouderij \(wecomv.be\)](https://wecomv.be)
- Contact WeComV:  
Lieve Herman  
ILVO  
[lieve.herman@ilvo.vlaanderen.be](mailto:lieve.herman@ilvo.vlaanderen.be)
- Referentiewerking:  
Nikita Standaert [nikita.standaert@ilvo.vlaanderen.be](mailto:nikita.standaert@ilvo.vlaanderen.be)  
Eva Brusselman [eva.brusselman@ilvo.vlaanderen.be](mailto:eva.brusselman@ilvo.vlaanderen.be)  
Loes Laanen [loes.laanen@ilvo.vlaanderen.be](mailto:loes.laanen@ilvo.vlaanderen.be)