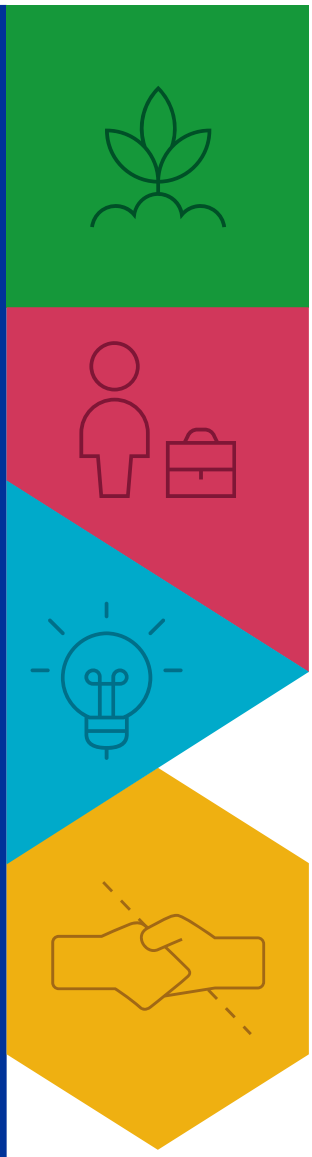
Interreg Vlaanderen-Nederland

Gefinancierd door de Europese Unie

Evaluatierapport

Clinoptiloliet als strooiseladditief bij leghennen

31/08/2026



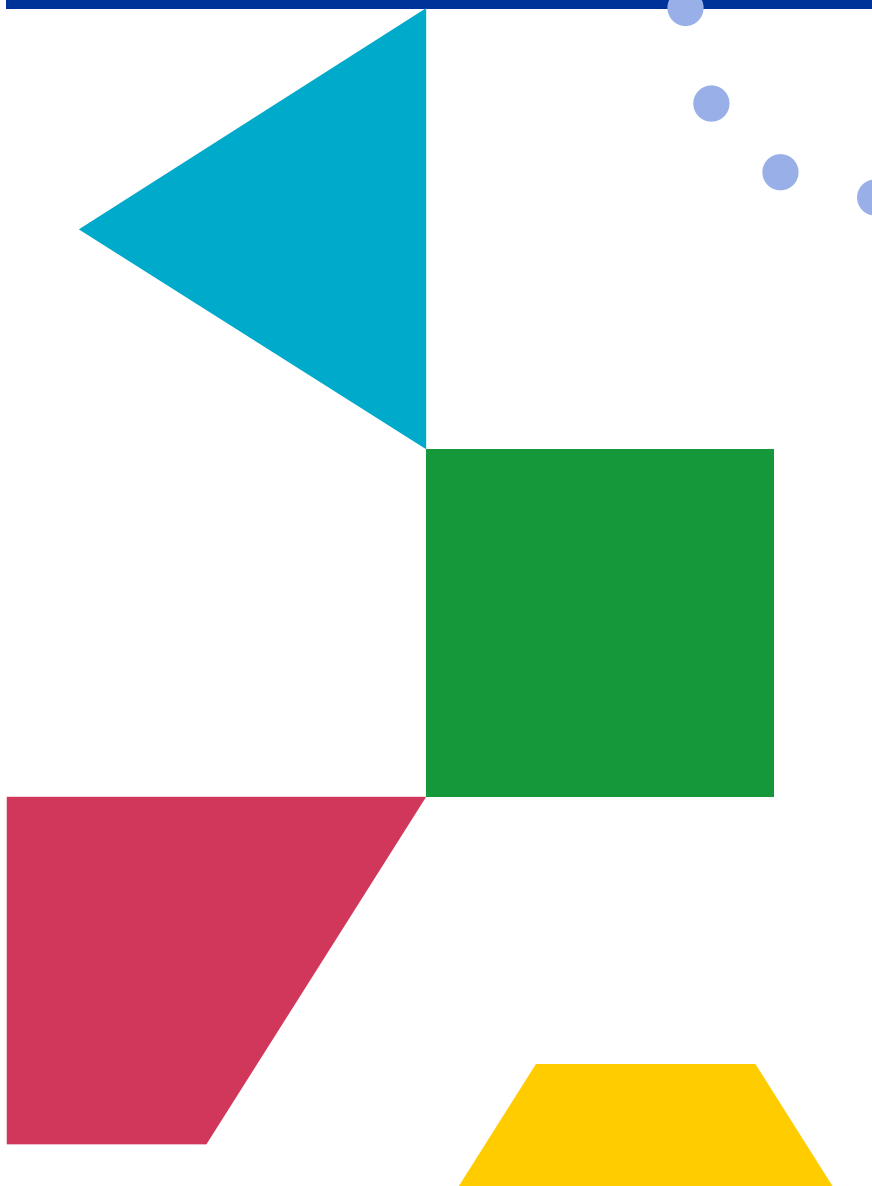
Hoog mikken voor de lage landen!

grensregio.eu

Inhoud

1. Inleiding 3
   1.1 Kadering document 4
2. Materiaal en methoden 5
   2.1 Omschrijving meetlocatie 6
   2.2 Proefopzet 8
      2.2.1 Geteste maatregel 8
      2.2.2 Proefomstandigheden 8
   2.3 Metingen 11
   2.4 Dataverwerking 12
      2.4.1 Emissieberekening 12
      2.4.2 Ontbrekende gegevens 13
3. Resultaten en discussie 15
   3.1 Resultaten 16
   3.2 Discussie 21
4. Conclusies 22

1. Inleiding



1.1 Kadering document

Dit evaluatierapport werd opgemaakt in kader van het Interreg Vlaanderen-Nederland project ‘Reductie van Ammoniak via Brongerichte en flankerende Oplossingen’ (RAMBO). Het beschrijft de proeven die uitgevoerd zijn om het potentieel van zeolieten als strooiseladditief als haalbare ammoniakreducerende maatregel bij leghennen te evalueren. Het doel van deze proef is een eerste screening uit te voeren om de grootteorde van het ammoniakreducerend effect te bepalen, inzichten te krijgen in eventuele neveneffecten en de haalbaarheid van de maatregel in praktische context te bepalen.

De proeven zijn uitgevoerd op het Proefbedrijf Pluimveehouderij (Geel, België) op basis van de vooropgestelde methode beschreven in het “Test- en demonstratieplan emissiereducerende maatregelen pluimvee”. Dit evaluatierapport focust op de beschrijving van de exacte materialen en methodes gebruikt in deze proeven en de resultaten van het onderzoek.

Overkoepelende inzichten over de gebruikte meetmethodes, praktijkervaringen en richtlijnen over de verschillende maatregelen heen worden gebundeld in andere verslagen, zoals “Ervaringsverslag meet- en evaluatiemethodes: pluimvee”, “Rapport richtlijnen en staltips RAMBO maatregelen en technieken: varkens” en “Totaalverslag maatregelen en technieken: pluimvee”.

2. Materiaal en methoden

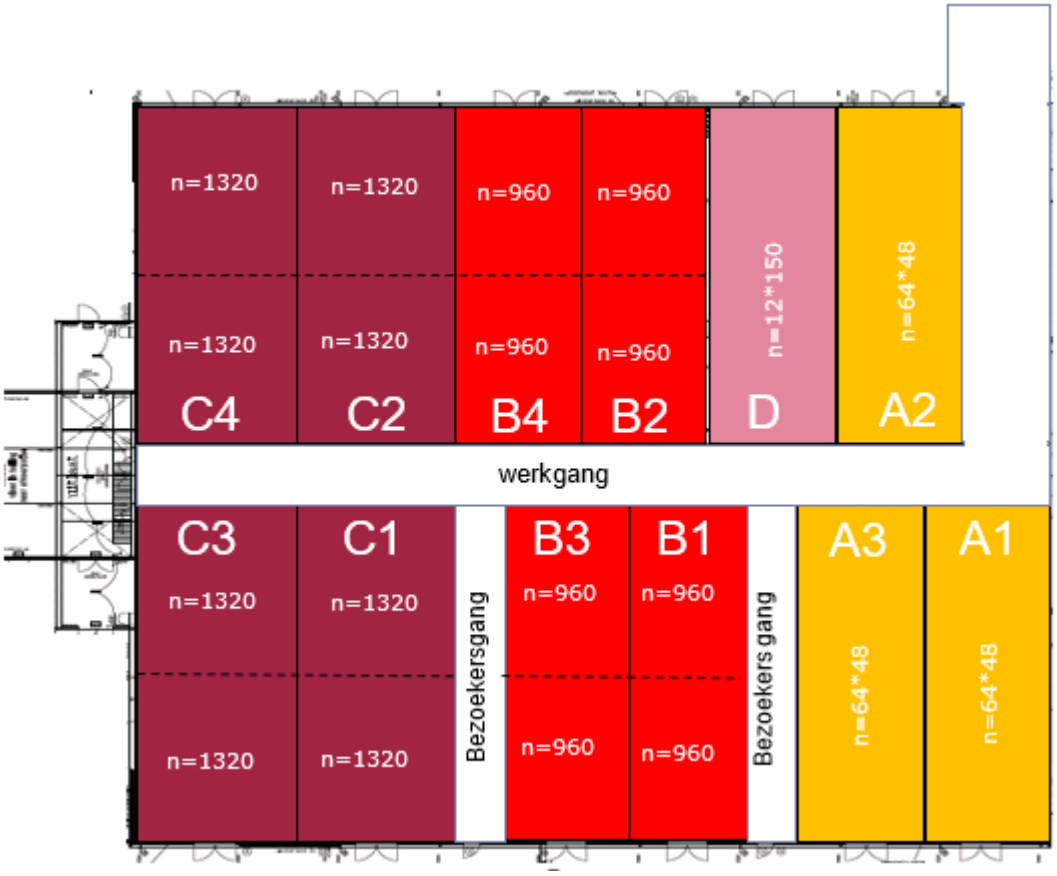


2.1 Omschrijving meetlocatie

Het Proefbedrijf Pluimveehouderij van de Provincie Antwerpen (gelegen in Geel, België) beschikt over een leghennenstal die ingedeeld is in 12 afdelingen. Deze stal werd in gebruik genomen in 2014 en werd gebouwd om diverse onderzoeksopstellingen toe te laten, zoals voederonderzoek, huisvesting, klimaatregeling, testen van management-maatregelen en ook emissie-onderzoek.
In het midden van deze stal is een centrale werkgang voorzien met aan elke zijde ervan 6 afdelingen. In de stal zijn vier verschillende huisvestingssystemen ondergebracht.

- Verrijkte kooien: er zijn 3 afdelingen (A1, A2 en A3) met Specht verrijkte kooien. Per afdeling zijn er 2 rijen met 4 etages en 8 kooien per etage. Per kooi kunnen 48 hennen opgezet worden (3072 hennen per afdeling).
- Veranda: in afdeling D is 1 rij van het Veranda Code2+ systeem van Vencomatic aanwezig, met 12 units voor 150 dieren per unit.
- Volière type 1: in de afdelingen B1 tot B4 is 1 rij van het Bolegg Terrace volière-systeem van Vencomatic geplaatst. Dit systeem is onderaan 2,60 meter breed en bovenaan 1,90 meter breed. Elke afdeling is opgedeeld in 2 groepen van 960 leghennen.
- Volière type 2: in de afdelingen C1 tot C4 zijn 2 rijen van een Big Dutchman volière-systeem voorzien. Dit systeem heeft onderaan en bovenaan dezelfde breedte van 2,0 meter. Elke afdeling is ook opgedeeld in 2 groepen van 1320 dieren.

Voor de emissiemetingen zijn een deel van de afdelingen in deze leghennenstal gebruikt. Meer gedetailleerde info over de stalindeling, klimaatregeling en methodiek voor emissiemetingen is beschikbaar in het 'Test- en demonstratieplan PP' opgesteld voorafgaand aan de metingen.



Figuur 1: Grondplan leghennenstal op het Proefbedrijf Pluimveehouderij



Foto 1: Het volière-systeem type 1 - Bolegg Terrace van Vencomatic op het Proefbedrijf Pluimveehouderij.

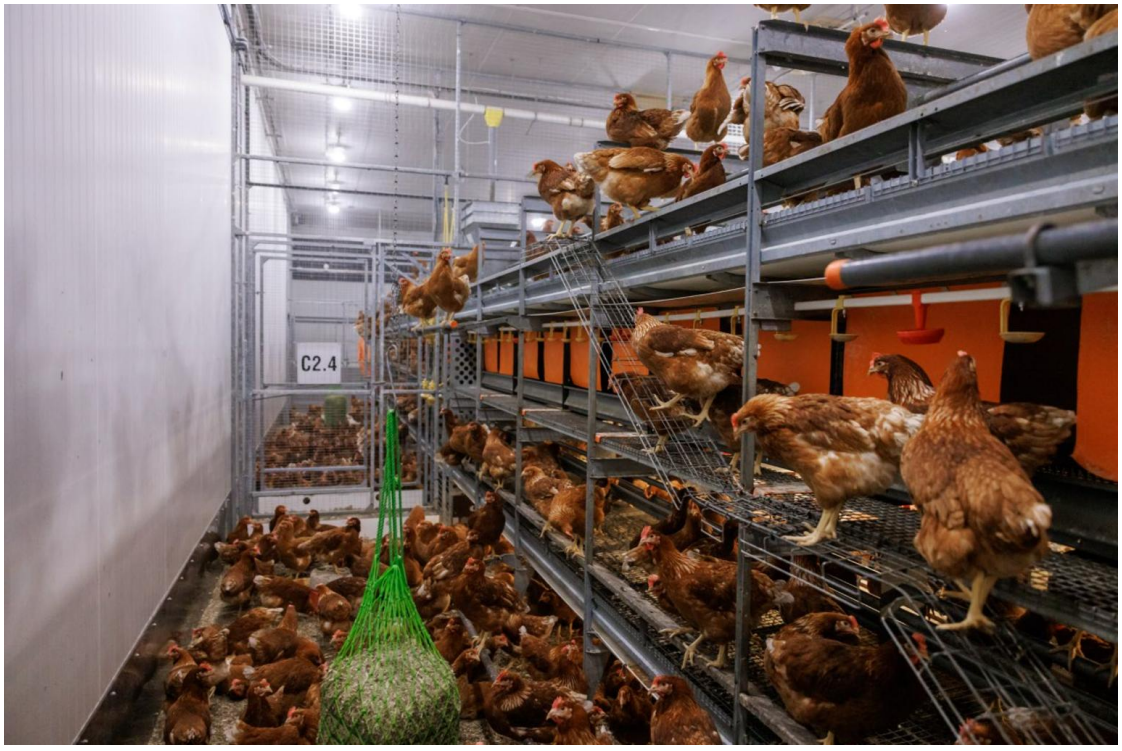


Foto 2: Het volière-systeem type 2 van Big Dutchman op het Proefbedrijf Pluimveehouderij.

2.2 Proefopzet

2.2.1 Geteste maatregel

Ammoniak (NH_3) ontstaat in een pluimveestal door de omzetting van urinezuur naar ureum, dat vervolgens wordt omgezet naar ammoniak en kan vervluchtigen. Deze omzettingen in de strooisellaag zijn afhankelijk van een aantal factoren, waaronder pH, temperatuur, zuurstofgehalte, vochtgehalte, stikstofgehalte, luchtsnelheid, oppervlakte van de strooisellaag, rulheid van de strooisellaag, … . Maatregelen en technieken die ingrijpen op deze factoren kunnen potentieel de emissie van ammoniak sterk reduceren. In kader van het RAMBO project is het effect van het uitstrooien van zeoliet over de strooisellaag in een volièrestal onderzocht.

Zeolieten zijn poreuze mineralen die gewonnen worden uit mijnen op verschillende plaatsen in de wereld. Door hun negatief geladen poreuze kanalenstructuur werken ze als een moleculaire zeef en kunnen ze verschillende kleine moleculen en positief geladen ionen vasthouden, waaronder ammonium. Door zeolieten over de strooisellaag uit te strooien, kunnen ze ammonium en ammoniak binden en de emissie beperken.

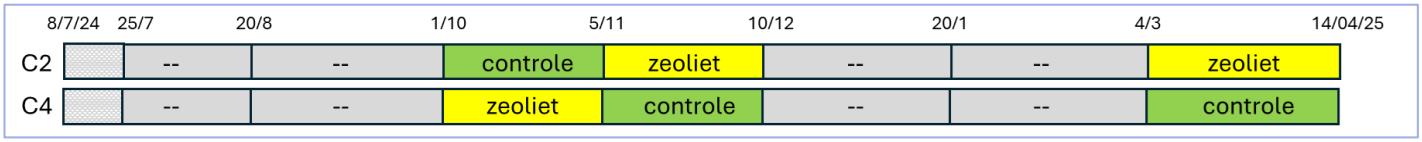
In samenspraak met projectpartner 'Poortershaven Minerals' is beslist om het zeoliet Clinoptiloliet (1g568) te gebruiken als strooiseladditief. Dit product is ook opgenomen in de lijst van toegelaten toevoegingsmiddelen voor diervoeding. In de leghennenstal werden verschillende hoeveelheden en frequenties van toediening van Clinoptiloliet over de strooisellaag in de volière onderzocht.

2.2.2 Proefomstandigheden

Het effect van de potentiële emissiereducerende maatregel is geëvalueerd via een 'case-control' proefopzet met continue meting van de emissie gedurende meerdere periodes van 5 à 6 weken. In een eerste leghennenronde is in afdeling C2 en C4 gedurende 3 meetperiodes het effect van het herhaaldelijk uitstrooien van kleinere hoeveelheden Clinoptiloliet over de strooisellaag onderzocht. In de volgende ronde is het effect van een éénmalige toediening van een grotere hoeveelheid Clinoptiloliet over de strooisellaag gemeten gedurende 5 weken in de B-afdelingen.

Ronde 1: herhaalde toediening van kleine hoeveelheden Clinoptiloliet over de strooisellaag

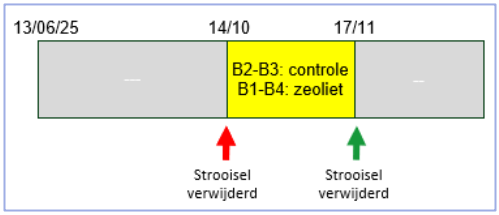
- 3 meetperiodes:
  - 1/10/2024 tot 4/11/2024 (leeftijd: 63-67 weken)
  - 5/11/2024 tot 9/12/2024 (leeftijd: 68-72 weken)
  - 4/03/2025 tot 14/04/2025 (leeftijd: 85-90 weken)
- Case-control schema met wisseling van behandeling tussen de meetperiodes over de afdelingen C2 en C4. In deze afdeling van 9,2 meter breed staan 2 rijen van het volièresysteem type 2 (breedte 2,1 m) waarin bruine hennen zijn gehouden.
- In beide afdelingen is op 30/09/2024, 4/11/2024 en 3/03/2025 's avonds de strooisellaag volledig verwijderd uit de gangpaden en langs beide zijden de eerste 40 cm onder het volièresteem. Onder het volièresysteem is onder elke rij een strook strooisel van ca. 1,3 meter breed blijven liggen, dit is ca. 27% van het totale vloeroppervlak. De kippen scharrelen dit strooisel vrij snel open over de volledige stalbreedte. Bij de start van de meetperiode is in de afdeling met toevoeging van zeoliet 105 gram Clinoptiloliet per m² uitgestrooid over de strooisellaag. Daarna is 2 keer per week 42 g/m² bijgestrooid. Het totaal verbruik van Clinoptiloliet over een meetperiode van 5 weken bedraagt ca. 480 g/m².



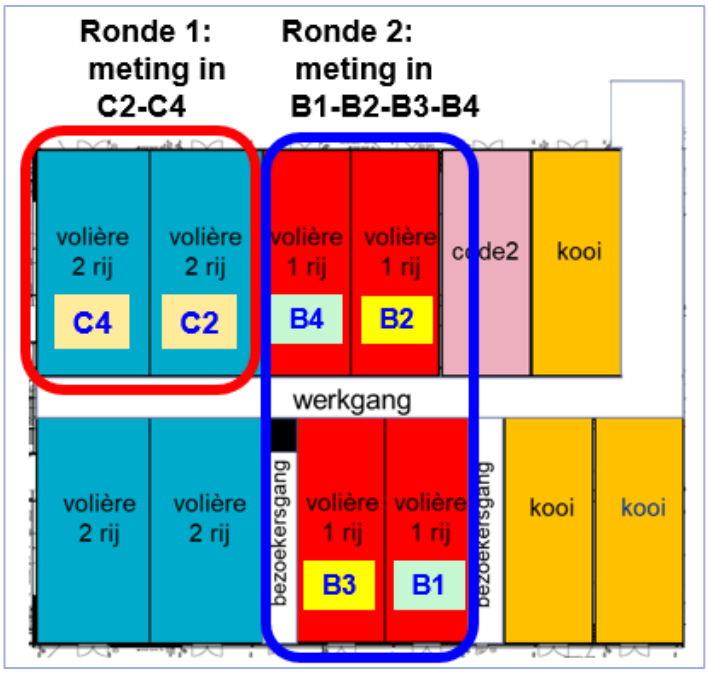
Figuur 2: Schematische weergave van de meetperiodes in ronde 1 met herhaalde toediening van Clinoptiloliet over de strooisellaag in afdeling C2 en C4 (volièresysteem type 2 / bruine hennen)

Ronde 2: éénmalige toediening van een grotere hoeveelheid Clinoptiloliet over de strooisellaag

- 1 meetperiode: 14/10/2025 tot 17/11/2025 (leeftijd: 36-40 weken)
- Case-control schema met 2 controleafdelingen (B2 en B3) en 2 afdelingen met toediening Clinoptiloliet (B1 en B4). In deze afdelingen van 7,2 meter breed staat 1 rij van het volièresysteem type 1 (breedte 2,6 m) waarin witte hennen zijn gehouden.
- In alle 4 de afdelingen is eerst de strooisellaag volledig verwijderd uit de gangpaden en langs beide zijden de eerste 40 cm onder het volièresteem. Onder het volièresysteem is een strook van ca. 1,8 meter breed de strooisellaag blijven liggen, dit is ca. 25% van het totale vloeroppervlak. De kippen scharrelen dit strooisel vrij snel open. Na het verwijderen van de strooisellaag zijn de gangpaden in alle afdelingen terug ingestrooid met houtkrullen (0,3 kg per m² vloeroppervlakte). In de 2 afdelingen met toevoeging met zeoliet is er daarna éénmalig 620 gram Clinoptiloliet per m² uitgestrooid over de strooisellaag. Tijdens de meetperiode van 5 weken is niet bijgestrooid.



Figuur 3: Schematische weergave van de meetperiode in ronde 2 met éénmalige toediening van Clinoptiloliet over de strooisellaag in het volièresysteem type 1 met witte hennen



Figuur 4: Plan van de leghennenstal op het Proefbedrijf Pluimveehouderij met aanduiding van de afdelingen waar de emissies gemeten zijn bij de herhaalde toediening van Clinoptiloliet over de strooisellaag (Ronde 1 / afdeling C2-C4) en éénmalige toediening van Clinoptiloliet (Ronde 2 / afdeling B1-B2-B3-B4)

Tijdens de meetperiode zijn zoveel mogelijk normale praktijkomstandigheden aangehouden:

- Ras:
  - Ronde 1: bruine hennen (Isabrown)
  - Ronde 2: witte hennen (Dekalb white)
- Huisvesting en bezettingsdichtheid: conform welzijnswetgeving KB 17/10/2005 / richtlijn 1999/74/EG
  - Ronde 1: Volièresysteem (type 2): 2640 hennen per afdeling bij opzet
  - Ronde 2: Volièresysteem (type 1): 1920 hennen per afdeling bij opzet
- Voeder: ad libitum verstrekking van droogvoeder in voedergoten, waarbij de voedersamenstelling aangepast is in functie van huisvesting en leeftijd van de hennen (met o.a. toevoeging van extra kalksteentjes)

Tabel 1: Voederschema tijdens de meetperiode

		Ruw eiwit gehalte (%)	Calcium (%) *
Ronde 1	Week 53-73	16,1%	3,75%
	Week 74-90	15,7%	4,1%
* toevoeging extra kalksteentjes: 0,5% vanaf week 57; 1,0% vanaf week 61; 1,5% vanaf week 74			
Ronde 2	Week 20-25	15,6 %	2,8%
	Week 26-35	16,2%	3,2%
	Week 36-46	15,7%	3,45%
* toevoeging extra kalksteentjes: +0,5% vanaf week 51			

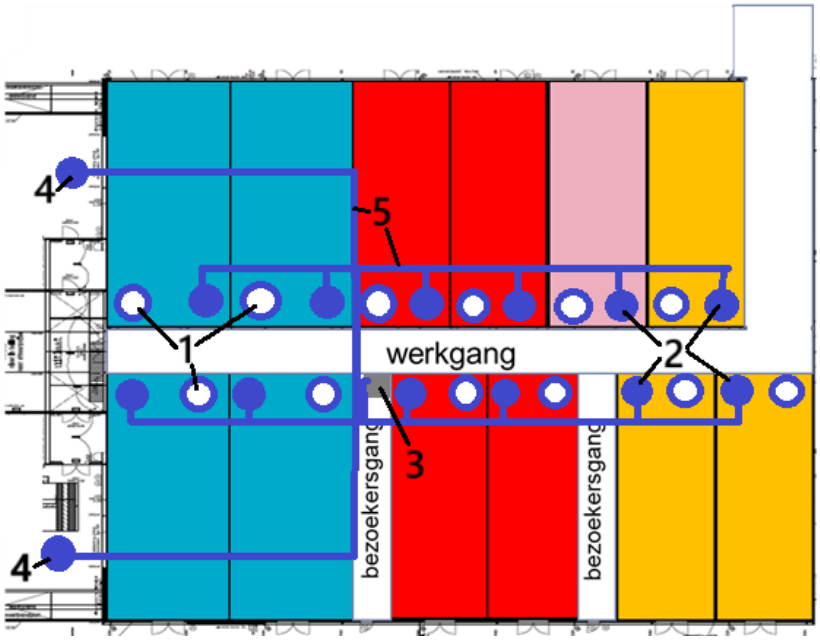
- Water is vrij beschikbaar via drinknippels aan de drinklijn.
- Verlichting: 15 uur licht per dag, met dynamische lichtregeling waarbij de lichtkleur varieert van warmwit (ca. 2500 K) tot koelwit (ca. 3500 K). De lichtsterkte werd tijdens de ronde regelmatig aangepast in functie van het diergedrag. Als hoofdverlichting aan het plafond zijn HATO Corax DDS-lampen voorzien. In en onder het systeem zijn HATO BUBO LED-lampen voorzien.
- Klimaat: de streeftemperatuur in de afdelingen is ingesteld op 20°C. De minimale ventilatie is ingesteld op 0,7 m³/uur/ kg levend gewicht. Het ventilatiedebiet wordt geregeld op basis van de staltemperatuur. Tijdens de zomermaanden wordt nevelkoeling toegepast.
- Mestbandbeluchting: de mest wordt gedroogd met lucht van minimaal 17°C aan een debiet van 0,6 m³/uur/hen.
- Afdraaien van de mestbanden: 2x per week wordt de mest verwijderd van de mestbanden.
- Verwijderen strooisellaag op de vloer: om de 5 weken wordt voor de start van een nieuwe meetperiode de strooisellaag (mest) op de vloer (deels) verwijderd. Hierbij is telkens de strooisellaag volledig verwijderd uit de gangpaden en de eerste 40 cm onder het volièresysteem langs beide kanten.

2.3 Metingen

Om de emissie vanuit stallen te bepalen moeten zowel de concentratie van het polluent in de inkomende en de uitgaande lucht als de hoeveelheid uitgaande lucht bekend zijn. De emissie wordt als volgt berekend:

$$Emissie\ \left[\frac{g}{dag}\right] = \left(concentratie\ aan\ uitlaat\ \left[\frac{g}{m^3}\right] - concentratie\ inlaat\ \left[\frac{g}{m^3}\right]\right) * ventilatiedebiet\ \left[\frac{m^3}{h}\right] * 24$$

In de leghennenstal is een gasanalyser voorzien waarmee de concentraties aan NH_3 en CO_2 gemeten worden. Voor NH_3 is een Axetris LGD F200-A NH_3 sensor ingebouwd. Voor CO_2 was aanvankelijk een Smartgas CO_2 sensor ingebouwd, die later vervangen is door een Vaisala GMP343 sensor.



1: uitlaatkoker zonder meetwaaier

2: uitlaatkoker met meetwaaier en meetpunt voor uitgaande stallucht

3: meetbox met Axetris gas analyser

4: meetpunt inkomende lucht

5: bundel verwarmde en geïsoleerde meetleidingen

Figuur 5: Grondplan leghennenstal met 12 afdelingen, per afdeling zijn 2 ventilatiekokers aanwezig waarvan 1 koker uitgerust is met een meetwaaier.

Vanuit elke afdeling wordt via PE-meetleidingen lucht afgezogen naar de analyser. Daarnaast wordt ook de inkomende lucht op 2 plaatsen bemonsterd. Een multisampler zorgt ervoor dat afwisselend de lucht van 1 van de 14 meetleidingen (12 afdelingen, 2x inkomende lucht) geanalyseerd wordt (zie figuur 5). Deze analyser wordt om de 6 maand gekalibreerd

Het ventilatiedebiet wordt bepaald met meetwaaiers (ATM80, Fancom BV, Panningen) aangesloten op de F21 klimaatregelaar. Via de Fancom FarmManager software worden de data m.b.t. het ventilatiedebiet gelogd. De meetwaaiers zijn jaarlijks gekalibreerd.

Bij de leghennen zijn tijdens de uitvoering van de proeven met ammoniak-reducerende maatregelen en technieken ook een reeks andere parameters mee opgevolgd om mogelijke neveneffecten te evalueren. Dit is belangrijk om zowel eventuele positieve effecten, alsook negatieve ontwikkelingen tijdens de toepassing van een techniek aan het licht te brengen. Dit draagt bij aan de duurzame ontwikkeling van de emissie-reducerende maatregelen en technieken.

Tijdens de rondes zijn continu het stalklimaat, uitval, voeder- en waterverbruik, productie (leg%, eigewicht, eikwaliteit), voederconversie en diergewicht opgevolgd. Daarnaast zijn ook regelmatig metingen uitgevoerd om de strooiselkwaliteit en dierenwelzijn te evalueren. Effecten op kostprijs, energieverbruik en arbeid zijn opgevolgd.

2.4 Dataverwerking

2.4.1 Emissieberekening

De emissie wordt berekend door het verschil in concentratie tussen de uitgaande en inkomende lucht te vermenigvuldigen met het ventilatiedebiet.

$$Emissie\ \left[\frac{g}{dag}\right] = \left(concentratie\ aan\ uitlaat\ \left[\frac{g}{m^3}\right] - concentratie\ inlaat\ \left[\frac{g}{m^3}\right]\right) * ventilatiedebiet\ \left[\frac{m^3}{h}\right] * 24$$

Concentraties NH_3 en CO_2 in de inkomende en uitgaande lucht:

De ruwe data voor NH_3 en CO_2 zijn op basis van de kalibratiefactoren bepaald bij de 6-maandelijkse kalibraties omgerekend naar gecorrigeerde gasconcentraties (ppm). Deze kalibratiefactoren zijn bepaald via lineaire regressie (zie Verificatierapport Leghennen). De gasconcentraties gemeten in ppm worden vervolgens omgerekend naar 'gram/m^3 '

$$Concentratie\ \left[\frac{g}{m^3}\right] = (\ a * \ [gemeten\ concentratie\ in\ ppm] + b\ ) * \beta$$

Met: a = helling (slope) van lineaire regressie van de kalibratie
b = constante (intercept) van lineaire regressie van de kalibratie
β = omrekeningsfactor van ppm naar g/m³ bij een vaste temperatuur

Ventilatiedebiet:

Het ventilatiedebiet is gemeten met gekalibreerde meetwaaiers. De ruwe data geregistreerd door de klimaatregelaar zijn omgerekend naar een gecorrigeerd ventilatiedebiet op basis van de kalibratiefactoren bepaald bij de jaarlijkse kalibratie van de ventilatiekokers (zie Verificatierapport Leghennen).

$$ventilatiedebiet\ \left[\frac{m^3}{uur}\right] = (\ a * \ [gemeten\ ventilatie\ \%\ meetwaaier] + b\ )$$

met: a = helling (slope) van lineaire regressie van de kalibratie
b = constante (intercept) van lineaire regressie van de kalibratie

2.4.2 Ontbrekende gegevens

Tijdens de proefperiode wordt continu de NH_3- en CO_2-concentratie en het ventilatiedebiet gemeten. Door technische problemen zijn de metingen een aantal keer onderbroken waardoor er voor een korte of langere periode sommige meetgegevens ontbreken. Voor elke situatie is dan nagegaan hoe die bij de emissieberekening kan opgevangen worden.

Tijdens de proefrondes werden de volgende technische storingen vastgesteld:

Ronde	Periode	Omschrijving probleem	Emissieberekening
1	20/11/2024 13:05 tot 17:35	Onderhoud axetris: geen metingen NH_3	Emissie berekend o.b.v. de beschikbare cijfers (ca. 19 uur)
1	28/11/2024 9:10 tot 29/11/2024 10:00	Aanpassing programmatie axetris met testfase tot 29/11	Voor 28/11 en 29/11: emissie berekend o.b.v. de beschikbare cijfers / meetperiode + controle *
1	6/12/2024 8:15 tot 14:05	Herkalibratie axetris (korte periode geen data)	Emissie berekend o.b.v. de beschikbare cijfers (ca. 18 uur)

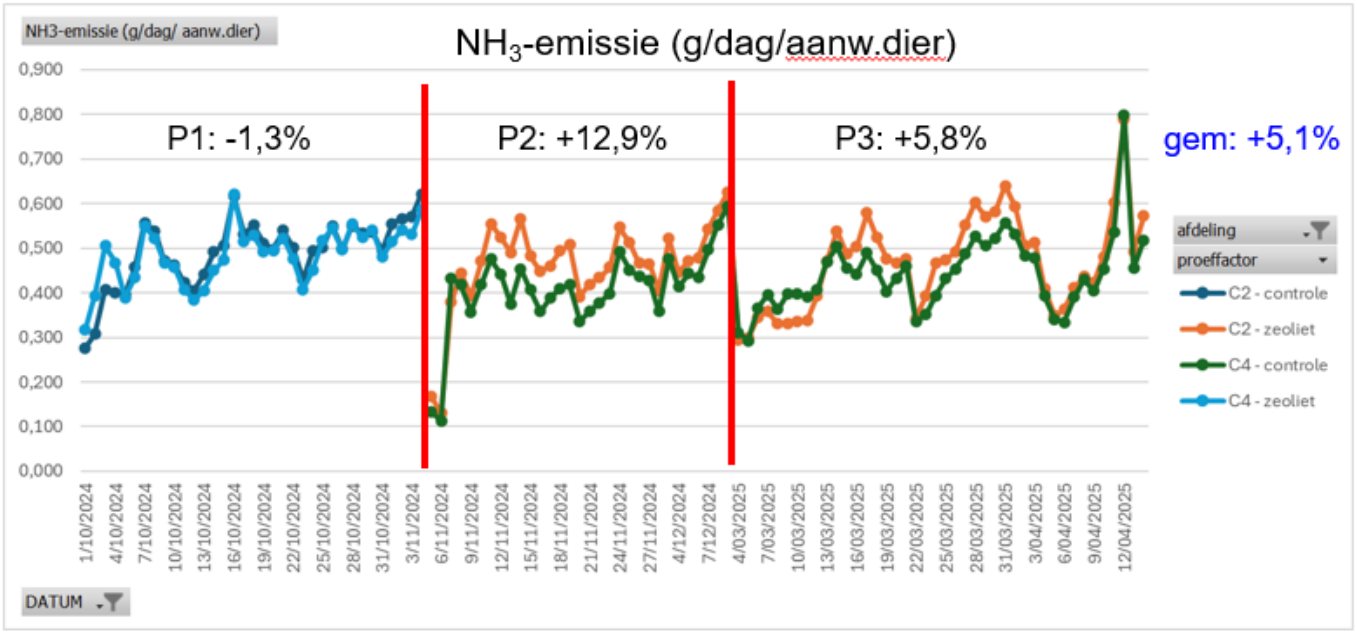
* Voor de dagen waarop de emissie berekend is op basis van metingen gedurende minder dan 20 uur per dag is telkens gecontroleerd of de berekende emissies voor die dagen in de lijn liggen van de emissies van de vorige en volgende dagen. Deze controles waren telkens in orde, zodat de berekende emissie behouden is.

3. Resultaten en discussie

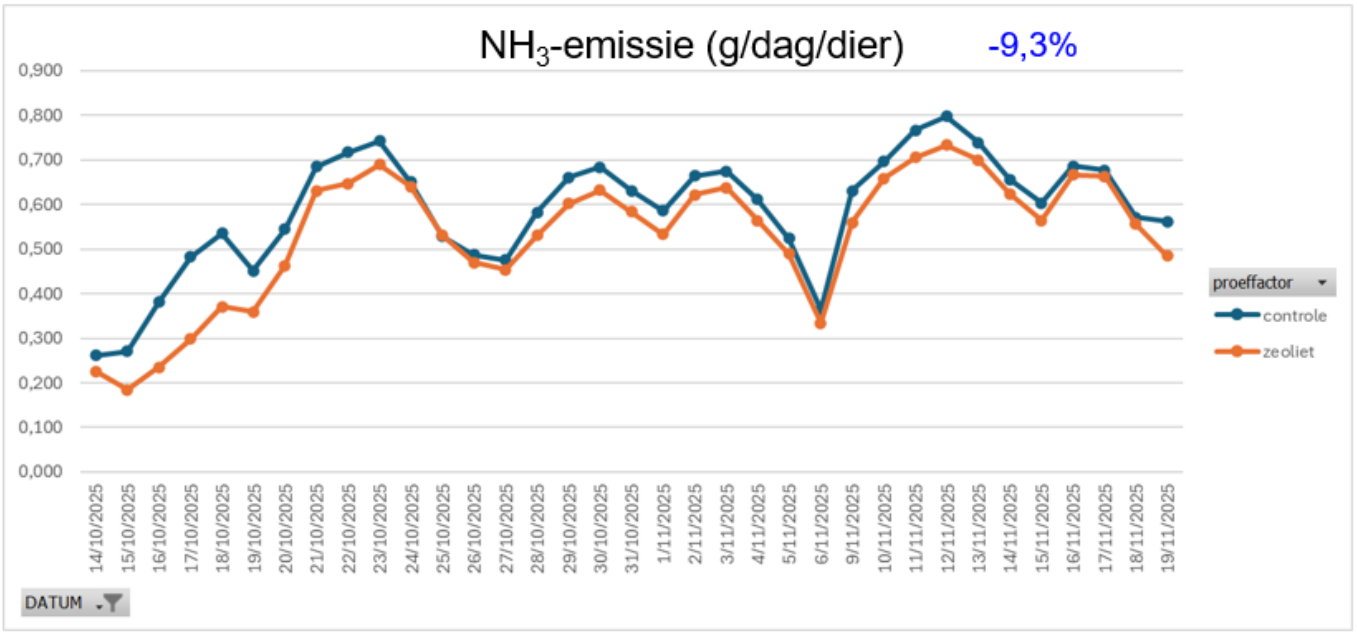
3.1 Resultaten

In ronde 1 is gedurende 3 periodes (1/10-4/11/2024, 5/11-9/12/2024 en 4/03-14/04/2025) het effect van een herhaalde toediening van kleine hoeveelheden Clinoptiloliet over de strooisellaag onderzocht. In de eerste periode was de emissie 1,3% lager, terwijl in periode 2 en 3 de emissie resp. 12,9% en 5,8% hoger was. Gemiddeld over de 3 periodes was de NH_3-emissie 5,1% hoger bij het regelmatig uitstrooien van Clinoptiloliet over de strooisellaag (figuur 6, tabel 3).

In ronde 2 is het effect van een éénmalige toediening van een grotere hoeveelheid Clinoptiloliet over de strooisellaag onderzocht. In de meetperiode van 14/10/2025 tot 17/11/2025 is de emissie uit 2 afdelingen met toevoeging van het zeoliet Clinoptiloliet vergeleken met deze uit 2 controleafdelingen. Bij deze éénmalige toediening van Clinoptiloliet was de dagelijkse NH_3-emissie gemiddeld 9,3% lager (figuur 7, tabel 4).



Figuur 6: Effect van het regelmatig (2x/week) uitstrooien van Clinoptiloliet over de strooisellaag op de dagelijkse NH_3-emissie (uitgedrukt in gram per dag per aanwezig dier) tijdens 3 meetperiodes in ronde 1 (periode 1: 63-67 weken, periode 2: 68-72 weken, periode 3: 85-90 weken)



Figuur 7: Effect van het éénmalig uitstrooien van Clinoptiloliet (620 g/m²) op de dagelijkse NH_3-emissie (uitgedrukt in gram per dag per aanwezig dier) in ronde 2 (witte hennen, leeftijd 36-40 weken)

Tabel 2: Gemiddelde NH_3- en CO_2-concentratie bij toevoeging van Clinoptiloliet over de strooisellaag tijdens de meetperiodes (ppm)

			NH_3 concentratie (ppm)		CO_2 concentratie (ppm)	
periode	**meetperiode**	**# meet-dagen**	**controle**	**zeoliet (Clinoptiloliet)**	**controle**	**zeoliet (Clinoptiloliet)**
herhaalde toediening van kleine hoeveelheden (ronde 1 / bruinen hennen)						
1	1/10/2024 - 4/11/2024	35	10,23	10,79	1405	1431
2	5/11/2024 - 9/12/2024	31	13,64	13,75	1635	1575
3	4/03/2025 - 14/04/2025	42	12,94	12,58	939 *	912 *
gemiddeld			12,26	12,44	1290	1292
* CO_2-concentraties in periode 3 mogelijks onderschat door afwijking CO_2-sensor						
éénmalige toediening na verwijderen strooisellaag (ronde 2 / witte hennen)						
A	14/10/2025 - 17/11/2025	33	12,89	11,95	1337	1362

Tabel 3: Effect van het regelmatig toevoegen van Clinoptiloliet over de strooisellaag op de gemiddelde dagelijkse NH_3-emissie bij bruine hennen in ronde 1 (uitgedrukt in gram per aanwezig dier per dag exclusief leegstand)

			NH_3-emissie (g/dag/aanw.dier) excl. leegstand		
periode	**meetperiode**	**# meet-dagen**	**controle**	**zeoliet (Clinoptiloliet) ***	**reductie %**
1	1/10/2024 - 4/11/2024	35	0,491	0,485	- 1,3 %
2	5/11/2024 - 9/12/2024	31	0,408	0,461	+ 12,9 %
3	4/03/2025 - 14/04/2025	42	0,441	0,467	+5,8 %
gemiddelde			0,448	0,471	+ 5,1 %
* na verwijderen van de strooisellaag terug 105 g Clinoptiloliet / m² uitgestrooid over de vloer, daarna 2x per week 42 g/m²					

Tabel 4: Effect van het éénmalig toevoegen van Clinoptiloliet over de strooisellaag op de gemiddelde dagelijkse NH_3-emissie bij witte hennen in ronde 2 (uitgedrukt in gram per aanwezig dier per dag exclusief leegstand)

			NH_3-emissie (g/dag/aanw.dier) excl. leegstand		
periode	**meetperiode**	**# meet-dagen**	**controle**	**zeoliet (Clinoptiloliet) ***	**reductie %**
A	14/10/2025 - 17/11/2025	33	0,599	0,543	- 9,3 %
* na verwijderen van de strooisellaag terug ingestrooid met houtkrullen (300 g/m²) waarover Clinoptiloliet (620 g/m²) uitgestrooid is, tijdens meetperiode van 5 weken niet meer bijgestrooid					

Tabel 5: Overzicht van de gemiddelde staltemperatuur (°C) en ventilatiedebiet (m³ / uur / aanwezig dier) tijdens de meetperiodes met toevoeging van Clinoptiloliet over de strooisellaag

			staltemperatuur (°C)		ventilatiedebiet (m³/uur/dier)	
periode	**meetperiode**	**# meet-dagen**	**controle**	**zeoliet (clinoptiloliet)**	**controle**	**zeoliet (clinoptiloliet)**
herhaalde toediening van kleine hoeveelheden (ronde 1 / bruine hennen)						
1	1/10/2024 - 4/11/2024	35	21,8	21,4	3,07	2,91
2	5/11/2024 - 9/12/2024	31	20,2	20,7	1,84	2,05
3	4/03/2025 - 14/04/2025	42	20,7	20,7	2,23	2,37
gemiddeld			20,9	20,9	2,39	2,43
éénmalige toediening na verwijderen strooisellaag (ronde 2 / witte hennen)						
A	14/10/2025 - 17/11/2025	33	21,0	21,1	2,95	2,90

Tijdens de meetperiodes werden continu het stalklimaat en de technische resultaten opgevolgd (tabel 5, 6 en 7). Tussen de afdelingen waren de verschillen in temperatuur en ventilatiedebiet beperkt.

In beide rondes hadden de hennen in de verschillende afdelingen een normaal productieverloop en voederverbruik. Het technisch resultaat neemt af met het ouder worden van de hennen. In ronde 1 zijn de emissiemetingen in de laatste helft van de productieronde uitgevoerd. In de derde meetperiode van ronde 1 was het legpercentage lager en de voederconversie hoger dan in meetperiode 1 en 2. Maar tussen de afdelingen waren er geen duidelijke verschillen in technisch resultaat in ronde 1.

In ronde 2 zijn de emissiemetingen uitgevoerd in de leeftijdsperiode van 36 tot 40 weken, vandaar het hoge legpercentage en lage voederconversie tijdens de meetperiode. Tussen de afdelingen waren de verschillen in technisch resultaat beperkt.

Tabel 6: Technische resultaten tijdens de meetperiodes met herhaalde toediening van het zeoliet Clinoptiloliet over de strooisellaag (ronde 1 / bruine hennen)

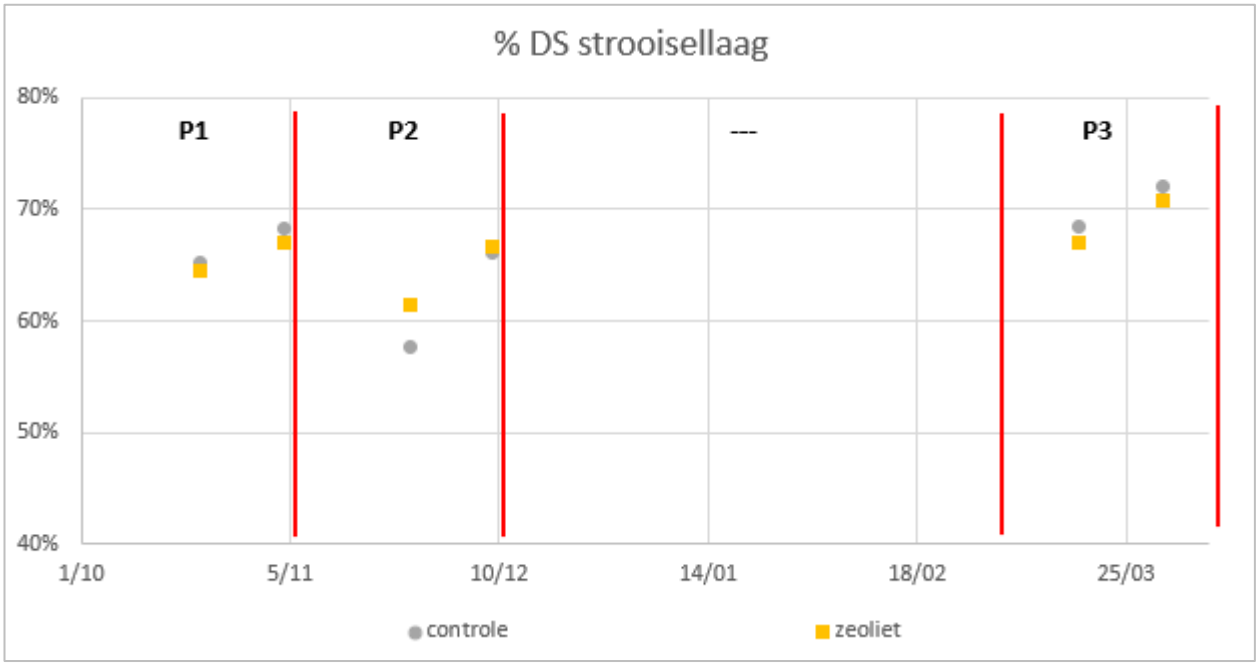
	periode 1 (63-67 weken)		**periode 2 (68-72 weken)**		**periode 3 (85-90 weken)**		**gemiddeld**	
	controle	zeoliet	controle	zeoliet	controle	zeoliet	controle	zeoliet
afdeling	C2	C4	C4	C2	C4	C2		
aanwezig aantal hen (gem.)	2391	2492	2474	2362	2375	2274	2408	2369
leg %	93,7	93,5	92,5	92,8	86,9	86,7	90,7	90,7
eigewicht (g)	64,3	64,2	64,4	64,4	64,8	65,1	64,5	64,6
waterverbruik (ml/dag/pah) *	255,9	255,1	250,7	252,2	251,2	255,1	252,6	254,6
voederverbruik (g/dag/pah)	133,3	133,0	129,8	131,3	128,7	131,0	130,5	131,8
water/voeder verhouding	1,92	1,92	1,93	1,92	1,95	1,95	1,93	1,93
voederconversie	2,21	2,22	2,18	2,20	2,30	2,33	2,24	2,26

* pah: per aanwezige hen

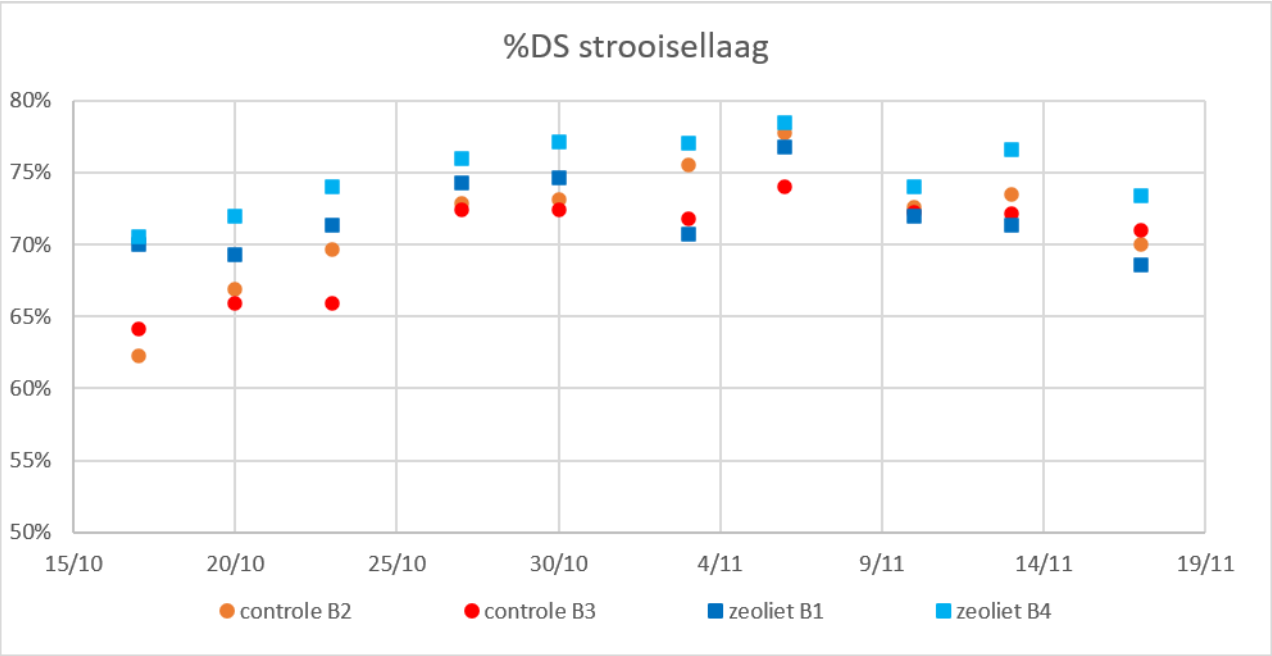
Tabel 7: Technische resultaten bij de éénmalige toevoeging van het zeoliet Clinoptiloliet over de strooisellaag (ronde 2 / witte hennen / leeftijd: 36-40 weken)

	controle			zeoliet (Clinoptiloliet)		
afdeling	B2	B3	gem. B2-B3	B1	B4	gem. B1-B4
aanwezig aantal hen (gem.)	1834	1857	1845	1859	1853	1856
leg %	97,7	97,6	97,6	97,9	97,5	97,7
eigewicht (g)	61,9	61,5	61,7	60,7	61,7	61,2
waterverbruik (ml/dag/pah) *	238,1	228,9	233,5	237,7	236,9	237,3
voederverbruik (g/dag/pah)	122,9	119,9	121,4	125,5	121,1	123,3
water/voeder verhouding	1,93	1,91	1,92	1,89	1,95	1,92
voederconversie	2,04	2,00	2,02	2,10	2,02	2,06
* pah: per aanwezige hen						

Regelmatig zijn monsters genomen van de mest op de mestbanden en van de strooisellaag op de vloer (figuur 8 en 9, tabel 8). Zowel in ronde 1 als ronde 2 waren er tussen de afdelingen geen verschillen in het drogestofgehalte van de mest op de mestbanden. In ronde 1 had het regelmatig uitstrooien van Clinoptiloliet over het strooisel geen effect op de drogestofgehalte van de strooisellaag. In ronde 2 zijn er frequenter monsters genomen van de strooisellaag. In de afdelingen met de éénmalige toediening van een grotere hoeveelheid Clinoptiloliet was de strooisellaag duidelijk droger dan in de controle afdelingen, nl. gemiddeld 73,4% DS bij gebruik van Clinoptiloliet versus 70,8% bij de controlegroep. Dit verschil was het grootst de eerste weken na de toediening van Clinoptiloliet.



Figuur 8: Drogestofgehalte van de strooisellaag bij herhaalde toediening van Clinoptiloliet over de strooisellaag (ronde 1 / bruine hennen / leeftijd periode 1: 63-67 weken, periode 2: 68-72 weken, periode 3: 85-90 weken)



Figuur 9: Drogestofgehalte van de strooisellaag bij éénmalige toediening van Clinoptiloliet over de strooisellaag (ronde 2 / witte hennen / leeftijd: 36-40 weken)

Tabel 8: Gemiddelde DS-gehalte van de mest op de mestbanden en van de strooisellaag

	controle	**zeoliet (Clinoptiloliet)**
Ronde 1 (herhaalde toediening)		
% DS mest op de mestbanden	39,3	39,8
% DS strooisellaag op vloer	66,3	66,2
Ronde 2 (éénmalige toediening)		
% DS mest op de mestbanden	39,8	39,3
% DS strooisellaag op vloer	70,8	73,4

3.2 Discussie

Tijdens het Rambo-project is ook bij vleeskippen het toevoegen van zeolieten over de strooisellaag onderzocht (zie Evaluatierapport 'Actionine bij vleeskippen'). Bij de vleeskippen is het zeoliet Actionine gebruikt als strooiseladditief. Het uitstrooien van een kleine hoeveelheden Actionine (om de 5 dagen) over de strooisellaag resulteerde in een 20% hogere emissie. Terwijl een éénmalige toediening van 800 gram/ m² over de strooisellaag wel een reductie in NH_3-emissie opleverde van 15%.

In volièrestallen voor leghennen komt eenzelfde beeld naar voor bij het gebruik van Clinoptiloliet, nl. een herhaalde toediening van kleinere hoeveelheden geeft geen reductie in NH_3-emissie (gemiddeld 5% hogere emissie), terwijl éénmalig een grotere hoeveelheid Clinoptiloliet uitstrooien over de strooisellaag wel de NH_3-emissie verlaagt met 9%. Uit het onderzoek blijkt dus dat de manier van toediening (frequentie, hoeveelheid) een invloed heeft op het reducerend effect.

Het effect op de NH_3-emisie is in het onderzoek in periodes van 5 weken opgevolgd. Hoe lang het reducerend effect aanhoudt na deze 5 weken als de strooisellaag langer in de stal blijven liggen en hoe groot de NH_3-reductie is als de strooisellaag bv. om de 2 maand verwijderd wordt in plaats om de 5 weken dient nog verder onderzocht te worden. In overleg met de leverancier is in deze test met de éénmalige toediening van Clinoptiloliet 620 gram per m² uitgestrooid over het vloeroppervlak na het verwijderen van de strooisellaag. Om te bepalen in welke mate een grotere hoeveelheid een bijkomende emissie reductie oplevert of een kleinere hoeveelheid ook volstaat, zijn bijkomende metingen nodig.

Het uitstrooien van Clinoptiloliet over de strooisellaag kan vrij eenvoudig gebeuren met behulp van een strooiwagen en is toepasbaar in alle stallen. De vereiste arbeid en kosten bij deze maatregel zijn afhankelijk van hoe vaak de strooisellaag verwijderd wordt en er terug bijgestrooid moet worden.

4. Conclusies

4.1 Conclusies

De emissiemetingen tijdens het RAMBO project tonen aan het uitstrooien van Clinoptiloliet toelaat om de NH_3-emissie te reduceren. Een frequente toediening van kleinere hoeveelheden over de strooisellaag gaf geen emissiereductie. Maar het uitstrooien van 620 gram Clinoptiloliet over het vloeroppervlak na het verwijderen van de strooisellaag gaf wel een emissiereductie van 9% tijdens de meetperiode van 5 weken. Bijkomende metingen zijn nodig om de optimale frequentie van strooiselverwijdering en vereiste hoeveelheid Clinoptiloliet (om een zo groot mogelijk reducerend effect te bekomen) te bepalen.

Het gebruik van Clinoptiloliet heeft geen effecten op gezondheid en productie. Bij de éénmalige toediening van een grotere hoeveelheid was de strooisellaag duidelijk droger.

Voor de toepassing van deze maatregel zijn geen investeringen nodig, deze maatregel kan toegepast worden in alle stallen. Het product is eenvoudig te verdelen met behulp van een strooiwagen. De vereiste arbeid en kosten zijn afhankelijk van de frequentie van toediening en vereiste hoeveelheid.

In samenwerking met / met steun van:

