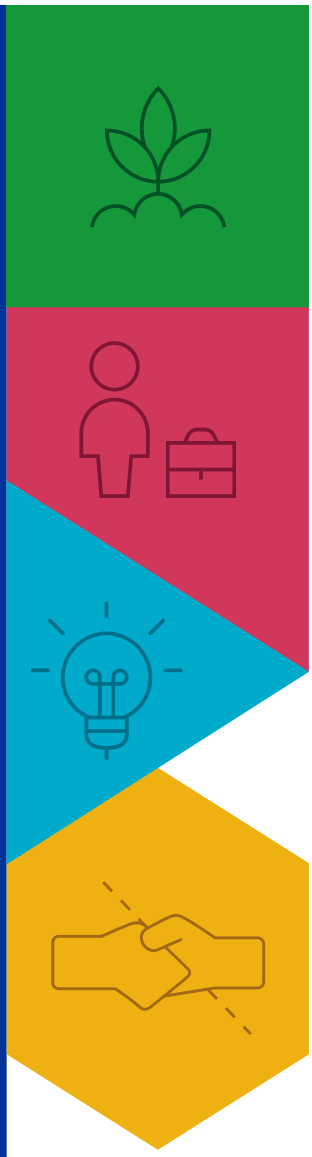
Interreg Vlaanderen-Nederland

Gefinancierd door de Europese Unie

Evaluatierapport

Gebruik van strooisel aangezuurd met fosforzuur bij vleeskuikens

31/08/2026



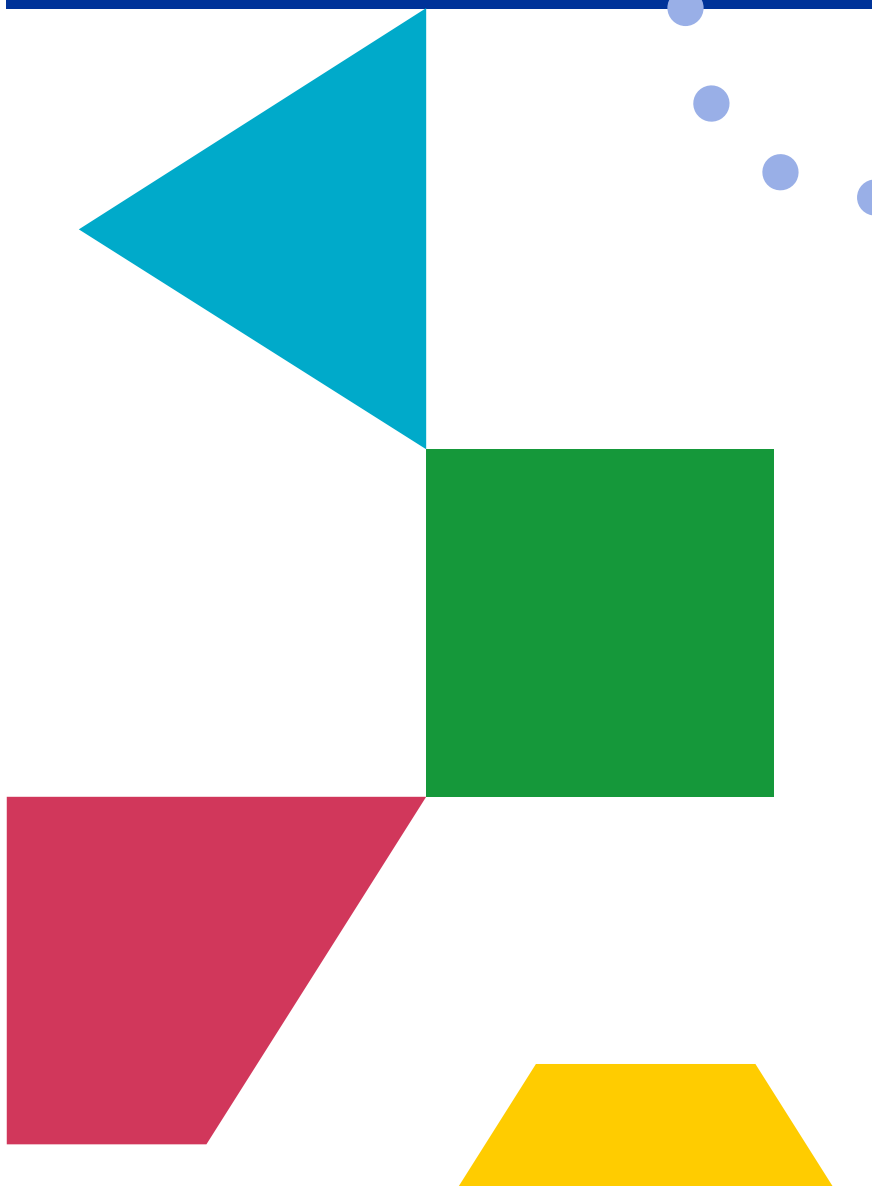
Hoog mikken voor de lage landen!

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 10
      2.3.1 Emissiemetingen 10
      2.3.2 Technische resultaten 12
      2.3.3 Strooiselkwaliteit en pH 12
      2.3.4 Beoordeling hak- en voetzoollaesies 13
   2.4 Dataverwerking 14
      2.4.1 Emissieberekening 14
      2.4.2 Ontbrekende gegevens 15
3. Resultaten 16
4. Conclusies 24
5. Referenties 27

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 het “aanzuren van het strooisel met fosforzuur” als haalbare ammoniakreducerende maatregel bij vleeskuikens te evalueren. Het doel van de 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 methoden 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”.

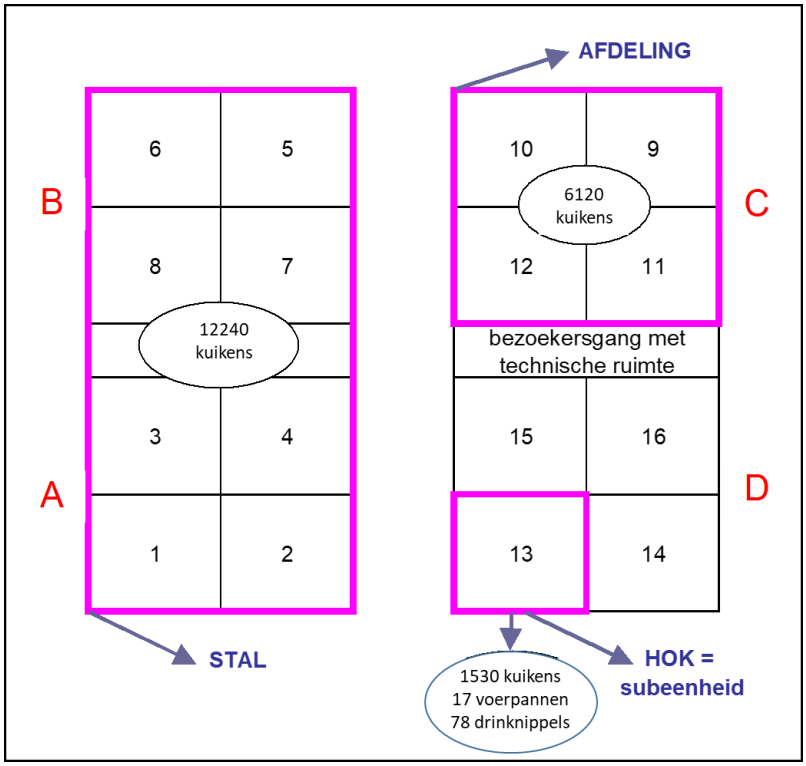
2. Materiaal en methoden



2.1 Omschrijving meetlocatie

Het Proefbedrijf Pluimveehouderij van de Provincie Antwerpen (gelegen in Geel, België) beschikt over meerdere stallen voor vleeskuikens.

- De stallen AB en CD zijn gebouwd in 1993 en bestaan elk uit 2 afdelingen van 300 m² die gescheiden zijn van elkaar met een werkgang. Iedere afdeling is onderverdeeld in 4 proefgroepen van 75 m². Per proefgroep worden 1530 kuikens opgezet, dit komt op 6120 kuikens per afdeling, dus in totaal 24480 kuikens in deze 2 stallen. Van elke afdeling wordt het klimaat volledig apart gestuurd en geregistreerd. De stal is uitgerust als een standaard vleeskuikenstal met grondhuisvesting, nokventilatie en centrale verwarming.

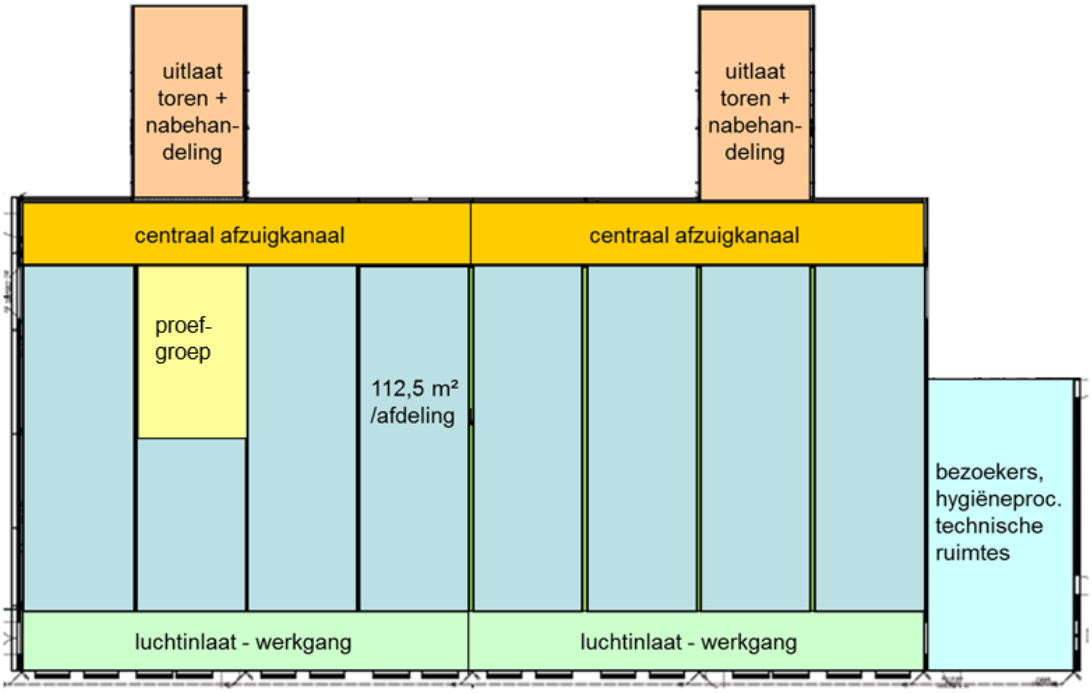


Figuur 1: Grondplan vleeskuikenstal AB en CD op Proefbedrijf Pluimveehouderij



Foto 1: Inrichting vleeskuikenstal AB en CD op Proefbedrijf Pluimveehouderij

- Stal E is gebouwd in 2014 en bestaat uit 8 afdelingen van 112,5 m², die elk onderverdeeld zijn in 2 proefgroepen. Per proefgroep worden 1150 kuikens opgezet, dit komt dus op 2300 kuikens per afdeling en 18400 kuikens in totaal in stal E. De stal is voorzien van centrale verwarming en lengteventilatie met centrale afzuiging. Wat betreft voeder- en watervoorziening is de stal uitgerust als een standaard vleeskuikenstal. Van elke afdeling wordt het klimaat volledig apart gestuurd en geregistreerd.



Figuur 2: Grondplan vleeskuikenstal E op Proefbedrijf Pluimveehouderij



Foto 2: Inrichting vleeskuikenstal E op Proefbedrijf Pluimveehouderij

In deze stallen zijn diverse onderzoeken omtrent klimaatregeling, voeder, management alsook emissiemetingen mogelijk.
Meer gedetailleerde info over indeling stallen, klimaatregeling en methodiek voor emissiemetingen is beschikbaar in het 'Test- en demonstratieplan PP' opgesteld voorafgaand aan de metingen.

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. 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 aanzuren van het strooisel onderzocht. Door de verlaging van de pH van het strooisel wordt de omzetting van ureum naar NH_3 en de vervluchtiging van NH_3 geremd.

Het effect van het strooisel aangezuurd met 1% fosforzuur op de ammoniakemissie is vergeleken met de emissie bij stropulver als strooisel. Stropulver is gemalen tarwestro dat gepelletteerd is en vervolgens terug (deels) verkruimeld is. Het aangezuurd strooisel is een vergelijkbaar strooisel, dat eveneens bestaat uit gemalen tarwestro dat gepelletteerd is. Maar tijdens het productieproces is 1% fosforzuur ingemengd voor het pelletteren.

2.2.2 Proefomstandigheden

Het effect van de potentiële emissiereducerende maatregel wordt geëvalueerd via een ‘case-control’ proefopzet met continue metingen van de emissie tijdens de vleeskuikenrondes, waarbij elke maatregel in meerdere rondes verspreid over het jaar en in meerdere afdelingen per ronde bemeten wordt om seizoensinvloeden en afdelingseffecten uit te sluiten. Per ronde worden de proefbehandelingen random verdeeld over de afdelingen waarbij er telkens 2 controle-afdelingen zijn en minstens 2 proefafdelingen (met de potentieel emissiereducerende techniek).

In de controle-afdelingen worden zoveel mogelijk normale praktijkomstandigheden aangehouden:

- Kuikens: Ross 308 kuikens (as hatched) opgezet als ééndagskuiken aan bezetting van ca. 20,5 kuikens/m²
- Bezettingsdichtheid maximaal 42 kg/m²
- Groeiperiode: 40 dagen, met uitladen van ca. 24% van de kuikens op dag 33
- Voeder: ad libitum verstrekking van droogvoeder via voederpannen, toepassing van 4-fasen voedering met bijmenging van volledige tarwe. Het startvoeder is in kruimelvorm. Het groei 1, groei 2 en eindvoeder zijn korrelvoeders (pellets). Vanaf dag 9 wordt volledige tarwe bijgemengd met tarwe% oplopend van 5% tot 39%.

Tabel 1: Voederschema: eiwitgehalte per voederfase

Leeftijd	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4
Periode (dagen)	0 tot 10	10 tot 18	18 tot 30	30 tot einde
Ruw eiwitgehalte % (in complete voeder)	20,8%	19,1%	18,5 %	18,0%

- Water is vrij beschikbaar via drinknippels aan de drinklijn. De hoogte van de waterlijn en waterdruk wordt aangepast naargelang de groei van de kuikens om vermorsing te voorkomen.

- Verlichting met LED-lampen: lichtsterkte van 20 lux en een lichtschema met 6 uur donker vanaf dag 1 tot 3 dagen voor laden.

Tabel 2: Lichtschema en lichtsterkte tijdens de ronde

Leeftijd	Lichtschema	Lichtsterkte
0	23L:1D	20
1-5	9L:3D:9L:3D	20
6-37	12L:1D:3L:4D:3L:1D	20
38-40	23L:1D	20

- Klimaat: de streeftemperatuur in de afdelingen is leeftijdsafhankelijk en varieert tussen de 33°C op dag 0 en 19°C op dag 40. De minimale ventilatie is ingesteld op 1,5 m³/uur/ kg levend gewicht op dag 0 en neemt tijdens de ronde af naar 0,7 m³/uur/kg levend gewicht. Tijdens de zomermaanden wordt nevelkoeling toegepast.

Tabel 3: Instelling streefwaardes voor temperatuur en minimumventilatie

Leeftijd	d0	d1	d3	d7	d14	d21	d28	d35	d40
Temperatuur	33,0	32,5	31	29	26,8	24,7	22,6	20.5	19
Minimum ventilatie (m³/uur/kg LG)	1,5	1,5	1,4	1,2	1,0	0,8	0,7	0,7	0,7

Bij de potentieel emissiereducerende techniek/maatregel worden alle omstandigheden en instellingen gelijk gehouden aan deze bij de controlegroepen, behalve deze die specifiek gelinkt zijn aan de maatregel / techniek zelf. Tussen de verschillende afdelingen worden alle instellingen gelijk gehouden.

De emissies bij het gebruik van het strooisel aangezuurd met fosforzuur zijn gedurende 2 rondes vergeleken met de emissie bij stropulver als strooisel:

Ronde 1: stal E periode: 2/05/2024 – 11/06/2024
Ronde 2: stal ABCD periode: 29/11/2024 – 8/01/2025

Tabel 4: Overzicht van proefopzet met strooisel aangezuurd met fosforzuur versus stropulver

	Controle (stropulver)	Strooisel aangezuurd met fosforzuur
Afdelingen	Ronde 1: E2, E6 Ronde 2: B, D	Ronde 1: E3, E5, E8 Ronde 2: A, C
Aantal dieren/afdeling (as hatched: ca. 50% haan en ca. 50% hen)	Ronde 1: 2300 Ronde 2: 6120	Ronde 1: 2300 Ronde 2: 6120
Strooisel + hoeveelheid	1,5 kg/m² voor opzet	1,5 kg/m² voor opzet
Lengte ronde (dagen)	40	40
Uitladen	Ja, ca. 24% ronde 1: op dag 33 ronde 2: op dag 35	Ja, ca. 24% ronde 1: op dag 33 ronde 2: op dag 35

Bij beide groepen zijn de stallen voor de opzet ingestrooid met 1,5 kg/m², tijdens de ronde is er niet bijgestrooid.

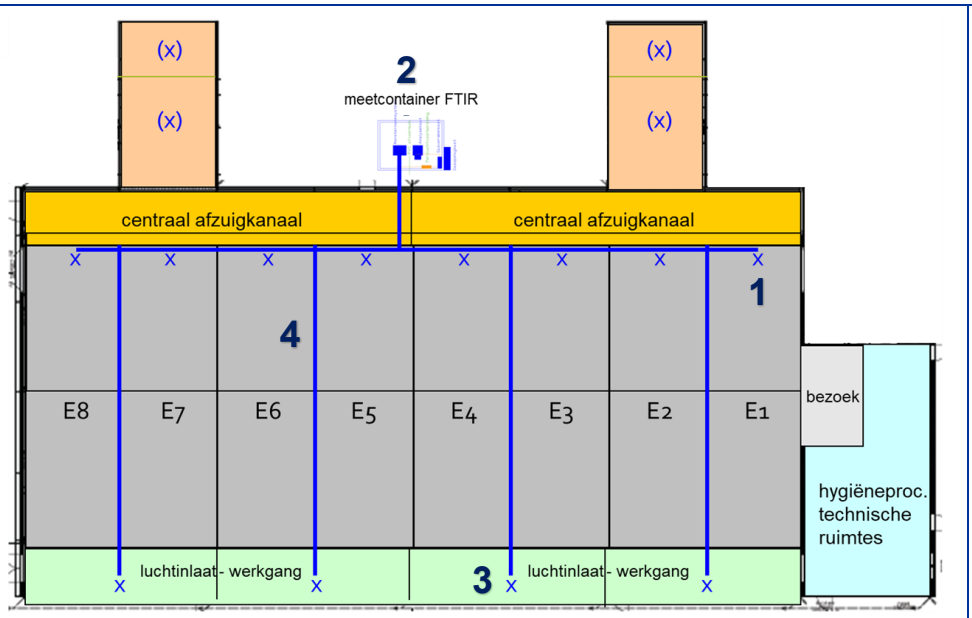
2.3 Metingen

2.3.1 Emissiemetingen

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:

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

Vleeskippenstal E:
In stal E is een FTIR gasanalyser voorzien waarmee de concentraties aan NH_3, CO_2, CH_4, N_2O en vocht in de lucht gemeten wordt. Vanuit elke afdeling wordt via teflonmeetleidingen lucht afgezogen naar de FTIR analyser. Daarnaast wordt ook de inkomende lucht op 4 plaatsen bemonsterd. Een multisampler zorgt ervoor dat afwisselend de lucht van 1 van de 12 meetleidingen (8 afdelingen, 4x inkomende lucht) geanalyseerd wordt (zie figuur 3). De FTIR analyser wordt om de 6 maand gekalibreerd.



1: meetpunt uitgaande stallucht ter hoogte van de ventilatiekoker met meetwaaier (aangeduid met 'x')

2: meetlokaal met FTIR analyser en multisampler

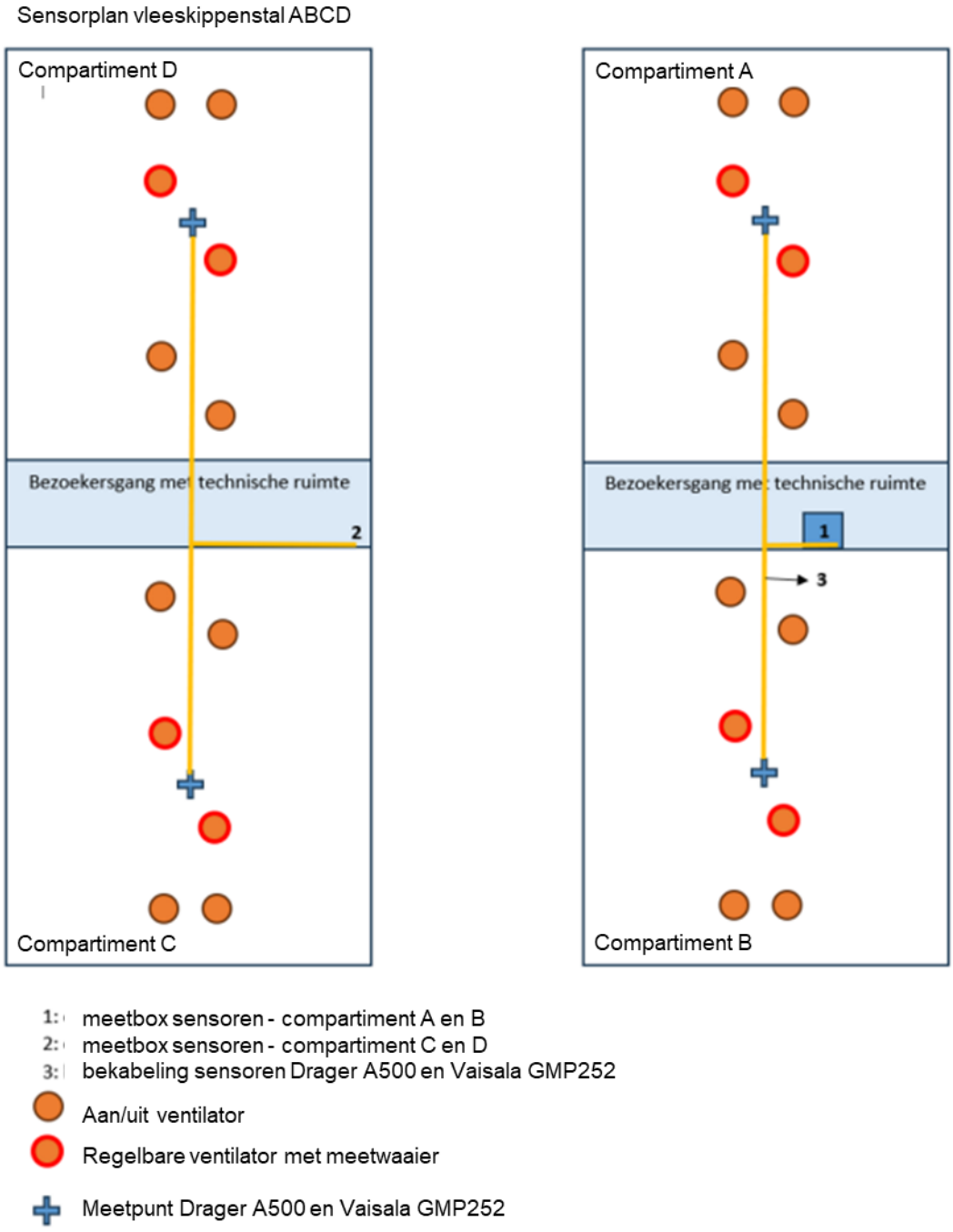
3: meetpunt inkomende lucht (aangeduid met 'x')

4: teflon meetleidingen (blauwe kleur), verwarmd en geïsoleerd tussen afdeling en analyser

Figuur 3: Grondplan vleeskuikenstal E op Proefbedrijf Pluimveehouderij met gas analyser (FTIR) opstelling voor emissiemetingen

Het ventilatiedebiet wordt bepaald met meetwaaiers (ATM35 en 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. Bijkomend kan het ventilatiedebiet ook bepaald worden o.b.v. de CO_2-massabalansmethode.

Vleeskippenstal ABCD:
Voor de meting van NH_3 en CO_2 in de uitgaande lucht is stal ABCD uitgerust met sensoren, nl. Dräger Polytron A500 met 'FL' sensorelement voor NH_3 en Vaisala GMP252 voor CO_2. De concentraties in de inkomende lucht worden gemeten met de FTIR analyser (stal E). De Dräger en Vaisala sensoren worden om de 6 maand gekalibreerd. Het ventilatiedebiet wordt bepaald met de CO_2-massabalansmethode.
Daarnaast wordt via de Fancom klimaatregelaar (F21, FarmManager software) ook een ventilatiedebiet geregistreerd (o.b.v. de capaciteit van de ventilator bij 15 Pa onderdruk vermeld op de technische fiche van de ventilator).



Figuur 4: Grondplan vleeskuikenstal ABCD op Proefbedrijf Pluimveehouderij met aanduiding locatie sensoren: Drager A500 (NH_3) en Vaisala GMP252 (CO_2)

2.3.2 Technische resultaten

Tijdens de vleeskuikenrondes zijn dagelijks de uitval, voeder- en waterverbruik geregistreerd. Via een automatisch dierweegsysteem kan ook het diergewicht continu opgevolgd worden. Daarnaast worden tijdens de ronde ook op vaste tijdstippen kuikens individueel gewogen:

-op dag 7 en 21: 50 kuikens per proefgroep (200 per afdeling in stal ABCD en 100 per afdeling in stal E)

-op dag voor uitladen en dag voor wegladen: 75 kuikens per proefgroep (300 per afdeling in stal ABCD en 150 per afdeling in stal E) waarbij ook het geslacht (haan/hen) genoteerd wordt.

De technische resultaten (dagelijkse groei, cumulatief uitval%, cumulatief voeder- en waterverbruik, voederconversie en productiegetal) zijn berekend op basis van deze gegevens. De voederconversie is berekend door het totale voederverbruik te delen door het totaal gewicht van de geleverde vleeskuikens.

2.3.3 Strooiselkwaliteit en pH

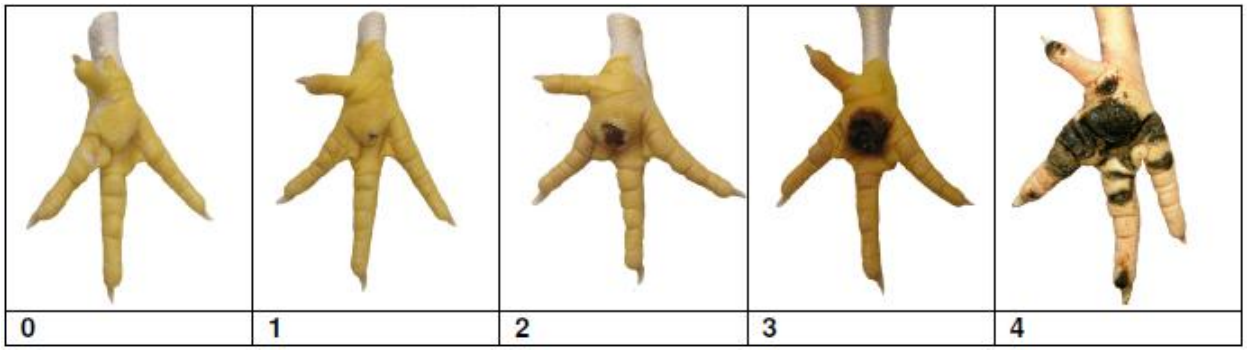
Wekelijks zijn per proefgroep monsters genomen van de strooisellaag voor bepaling van de pH en het drogestofgehalte. Deze monsters zijn in een droogstoof bij 85°C gedroogd tot constant gewicht. Daarnaast is de strooisellaag ook wekelijks visueel beoordeeld op rulheid en vochtigheid. Hierbij worden rulheid en vochtigheid apart beoordeeld, waarbij telkens een score gegeven wordt van 1 tot 10. Een hogere score wijst hierbij op een betere strooiselkwaliteit (tabel 5).

Tabel 5: Beschrijving scoresysteem voor visuele beoordeling van de strooiselkwaliteit met score van 0 tot 10 voor rulheid en vochtigheid van de strooisellaag (van Harn et al., 2017)

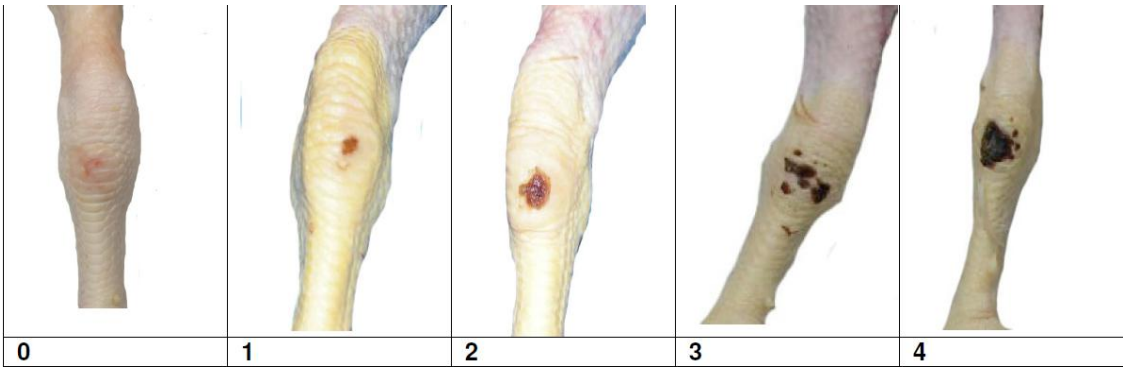
Score	Omschrijving rulheid	Omschrijving vochtigheid
1	Volledig dichtgeslagen strooisel	Nat strooisel, bij drukken op strooisel treedt er water naar buiten over hele stal
2	80-90 % van het strooiseloppervlak is dichtgeslagen	Nat strooisel, onder drinklijn treedt bij drukken op het strooisel water naar buiten
3	70-80 % van het strooiseloppervlak is dichtgeslagen	Nat strooisel, onder drinklijn treedt bij drukken op het strooisel nog geen water naar buiten
4	60-70 % van het strooiseloppervlak is dichtgeslagen	Nat strooisel, donker van kleur. Van het strooisel kan een bal gemaakt worden. Flinke rug onder de drinklijn.
5	50-60 % van het strooiseloppervlak is dichtgeslagen	Nat strooisel, donker van kleur, rug onder drinklijn, rest van het strooisel begint dicht te ‘slaan’
6	40 % van het strooiseloppervlak is dichtgeslagen	Relatief droog strooisel, strooisel vrij donker van kleur, kleine ‘rugvorming’ onder drinklijn. Strooisel tussen drinklijn en voerlijn nog rul.
7	30 % van het strooiseloppervlak is dichtgeslagen	Relatief droog strooisel, onder drinklijn vrij donker van kleur, de rest licht/donker van kleur, beginnende ‘rugvorming’ onder drinklijn
8	10 % van het strooiseloppervlak is dichtgeslagen	Relatief droog strooisel, licht donker van kleur, nog geen ‘rugvorming’ onder drinklijn
9	Volledig rul strooisel, beginnende plaatjesvorming	Droog strooisel, licht van kleur
10	Volledig rul strooisel, nog geen plaatjesvorming	Zeer droog strooisel

2.3.4 Beoordeling hak- en voetzoollaesies

Voor het laden van de kuikens zijn de voetzolen en hakken van 80 kuikens (40 hennen en 40 hanen) per afdeling beoordeeld. Hierbij is per kuiken voor de voetzolen en hakken een aparte score gegeven van 0 tot 4 volgens het score systeem opgenomen in het Welfare Quality Assessment Protocol (2009).



Figuur 5: Score voetzoolbeoordeling volgens Welfare Quality® (2009).



Figuur 6: Score beoordeling haklaesies volgens Welfare Quality® (2009).

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 kalibratie omgerekend naar gecorrigeerde gasconcentraties (ppm). Deze kalibratiefactoren zijn bepaald via lineaire regressie (zie Verificatierapport Vleeskuikens). De gasconcentraties gemeten in ppm worden vervolgens omgerekend naar 'gram/m³'.

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

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:

In stal E is het ventilatiedebiet 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 Vleeskuikens).

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

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

b = constante (intercept) van lineaire regressie van de kalibratie

Voor zowel stal E als stal ABCD is het ventilatiedebiet ook bepaald via de CO_2-massabalans methode, Deze methode gebruikt de CO_2-productie door de kuikens en vanuit de strooisellaag als natuurlijk tracer gas om het ventilatiedebiet te bepalen. De CO_2-productie (PCO_2 in m³/uur/dier) wordt berekend op basis van de warmteproductie **φ**tot (W) door de dieren. Voor vleeskuikens wordt volgende formule gebruikt om de CO_2-productie (op stalniveau, gemiddeld over 24 uur) te berekenen (Pedersen et al., 2008; CIGR, 2002):

$$PCO_2 = 0.180 * 10.62 * m^{0.75} * 0.001, m < 0.5 \quad (1)$$
$$PCO_2 = 0.185 * 10.62 * m^{0.75} * 0.001, m > 0.5 \quad (2)$$

met: *m* = gewicht van de kuikens (in kg)

Het ventilatiedebiet wordt dan verder berekend als volgt (Pedersen et al., 2008; CIGR, 2002):

$$V = \frac{PCO_2 * aantal\ dieren}{([CO_2]_{uitgaand} - [CO_2]_{inkomend}) * 10^{-6}} \quad (3)$$

Met: V = ventilatiedebiet (in m³/uur, gemiddelde over 24 uur, op afdelingsniveau)
PCO_2 = CO_2-productie (in m^3/uur/dier) op stalniveau
$[CO_2]$uitgaand = CO_2 concentratie in de uitgaande lucht (ppm)
$[CO_2]$inkomend = CO_2 concentratie in de inkomende lucht (ppm)

In stal ABCD registreert de klimaatregelaar ook het ventilatiedebiet op basis van de 'toegewezen ventilatiecapaciteit' (overeenstemmend met de capaciteit van de ventilator bij 15 Pa onderdruk vermeld op de technische fiche van de ventilator). Zoals besproken in het 'Verificatierapport Vleeskuikens' zijn de meetwaaiers in stal ABCD niet gekalibreerd voor deze meetcampagne. Uit de verificatie op basis van de CO_2-emissie per afdeling blijkt dat het via deze methodiek wel goed mogelijk is om relatieve verschillen in emissie te bepalen, maar dat deze methodiek niet nauwkeurig genoeg is om absolute emissiecijfers te bepalen.

Voor stal E zijn de emissies berekend zowel o.b.v. het debiet bepaald met gekalibreerde meetwaaiers als de CO_2-massabalans methode.
Voor stal ABCD zijn de emissies berekend zowel o.b.v. de CO_2-massabalans methode als de 'toegewezen ventilatiecapaciteit'.

2.4.2 Ontbrekende gegevens

Tijdens de proefrondes 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:

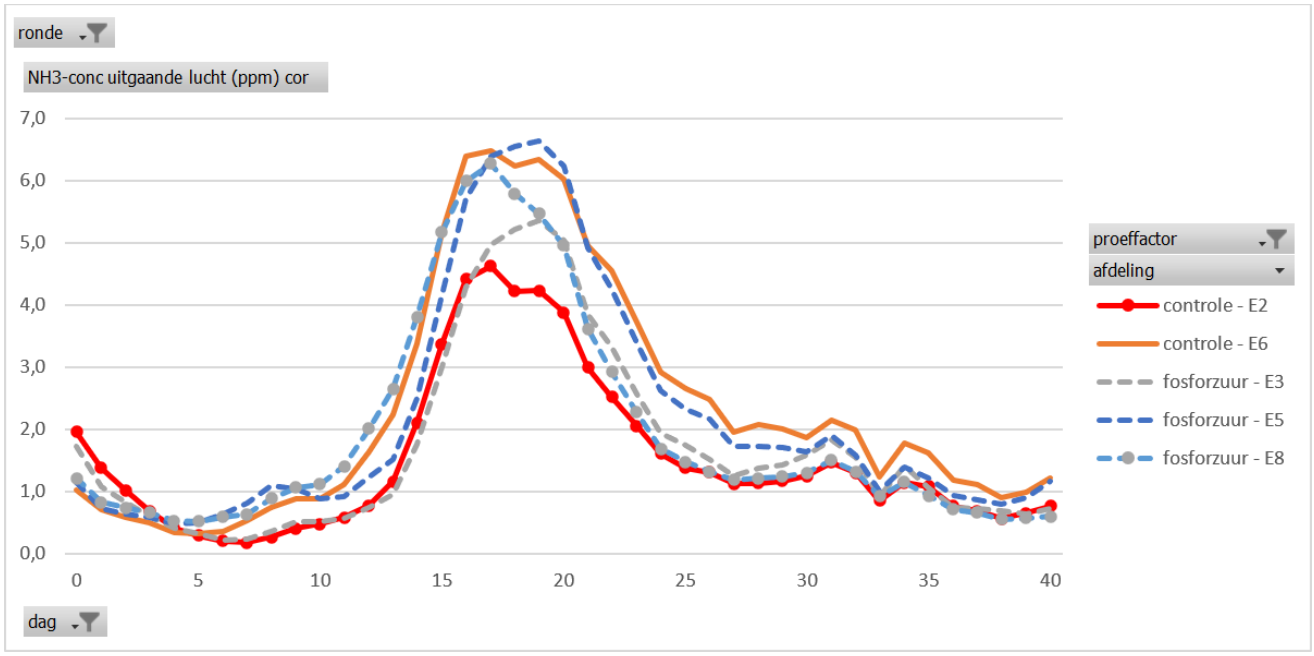
Ronde	Periode	Omschrijving probleem	Emissieberekening
R1	7/05/2024 12:30 tot 17:00	Meting gasconcentratie met FTIR onderbroken voor uitvoeren van kalibratie van FTIR	Emissie berekend o.b.v. de beschikbare cijfers / meetperiode (ca. 19,5 uur)
	28/05/2024 8:05 tot 13:20	Onderhoudswerkzaamheden aan FTIR	Emissie berekend o.b.v. de beschikbare cijfers / meetperiode (ca. 19 uur)
R2	7/12/2024 20:00 tot 8/12/2024 8:30	Geen metingen van NH_3-concentratie in buitenlucht via FTIR door stroomuitval stal E	Voor concentraties in buitenlucht gerekend met gemiddelde van de beschikbare cijfers. Voor concentraties in de stallucht wel metingen over de volledige dag beschikbaar.
	10/12/2024 18:20 tot 11/12/2024 9:15	Foutmelding op FTIR: geen flow door probleem met meetpomp	
	20/12/2024 8:30 tot 21/12/2024 11:46	Geen metingen van NH_3-concentratie in buitenlucht door technische storing bij FTIR	

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. Ook voor de dagen waarvan de emissie berekend is via interpolatie zijn dergelijke controles uitgevoerd, waarbij nagekeken is of de berekende emissie het patroon/curve volgt van de emissie in de voorgaande en volgende dagen. Deze controles waren telkens in orde, zodat de berekende emissies behouden konden worden.

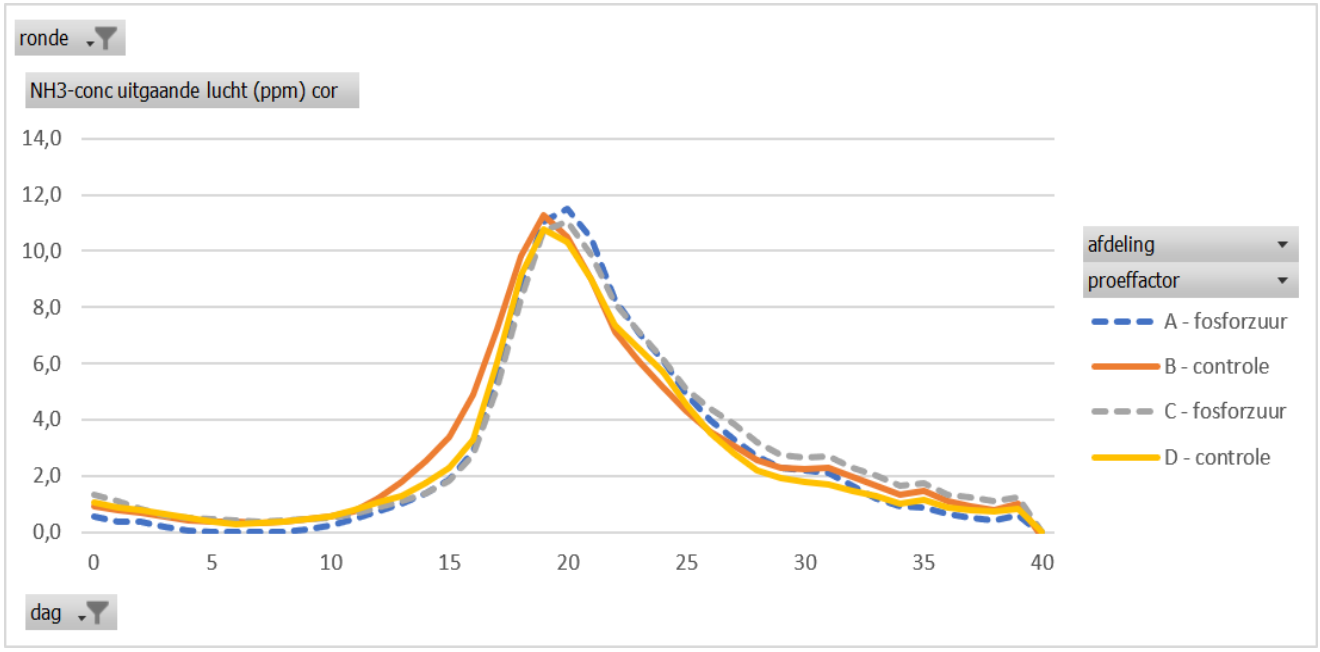
3. Resultaten

3.1 Resultaten

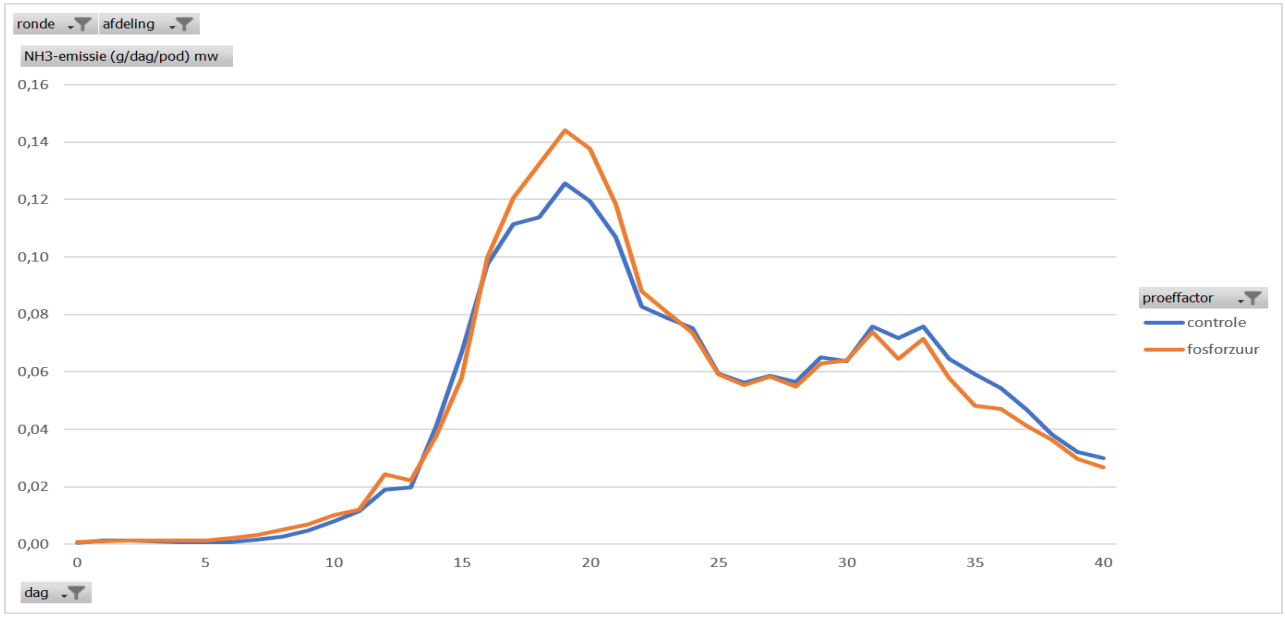
Tijdens de 2 proefrondes is de NH_3-emissie continu gemeten. Figuren 7 tot 10 geven het verloop weer van resp. de dagelijkse NH_3-concentratie (ppm) en dagelijkse NH_3-emissie (in gram per dag per opgezet dier).



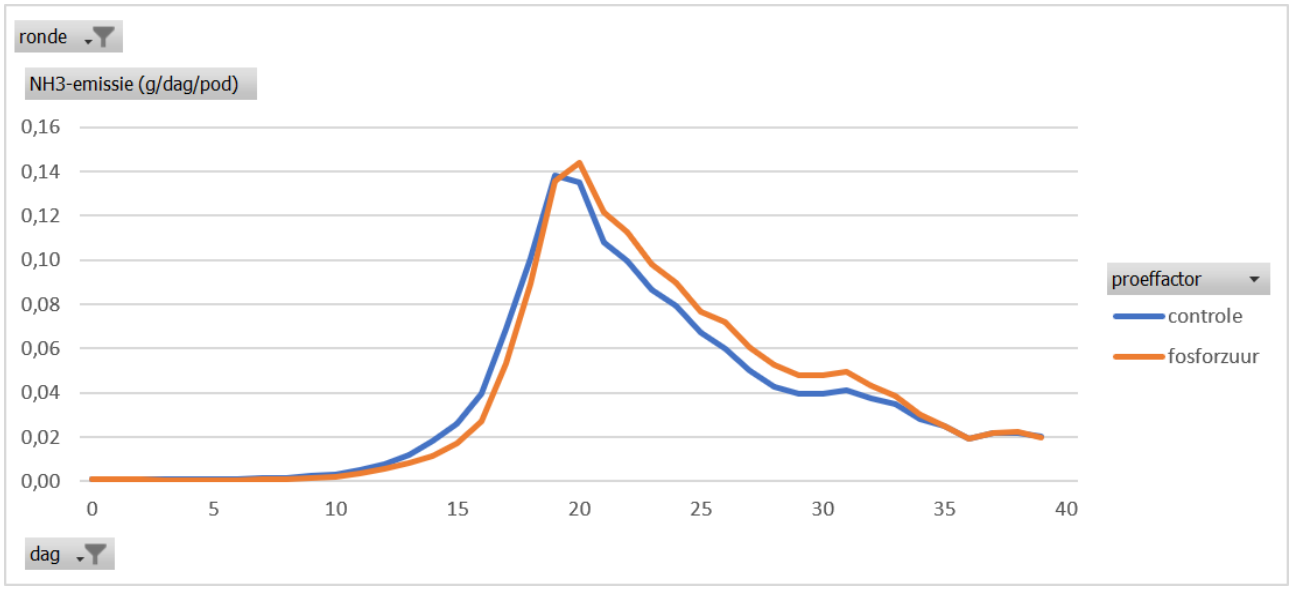
Figuur 7: Effect van strooiselmateriaal op de NH_3-concentratie (ppm) per afdeling (in ronde 1)



Figuur 8: Effect van strooiselmateriaal op de NH_3-concentratie (ppm) per afdeling (in ronde 2)



Figuur 9: Verloop van de dagelijkse NH_3-emissie bij strooisel aangezuurd met fosforzuur versus controle (stropulver) in ronde 1, uitgedrukt in gram per opgezet dier per dag



Figuur 10: Verloop van de dagelijkse NH_3-emissie bij strooisel aangezuurd met fosforzuur versus controle (stropulver) in ronde 2, uitgedrukt in gram per opgezet dier per dag

De gemiddelde dagelijkse NH_3-emissie over de hele ronde (uitgedrukt in gram per dag per opgezet dier excl. leegstand) is weergegeven in tabel 6. De emissies zijn zowel berekend op basis van het geregistreerde ventilatiedebiet door de klimaatregelaars, als op basis van de CO_2-massabalansmethode (zie Verificatierapport_vleeskuikenstallen). In absolute waarde is er een klein verschil in de berekende emissie tussen de 2 berekeningsmethodes. Gemiddeld over de 2 rondes zijn de bekomen reductiepercentages bij de 2 berekeningsmethodes gelijkaardig.

Op basis van het geregistreerd ventilatiedebiet is de NH_3-emissie bij gebruik van het strooisel aangezuurd met fosforzuur gemiddeld over de 2 rondes 0,7% hoger (-2,3% in ronde 1, +4,6% in ronde 2). Op basis van CO_2-massabalansmethode is de NH_3-emissie bij gebruik van het strooisel aangezuurd met fosforzuur gemiddeld over de 2 rondes 3,8% hoger (+1,4% in ronde 1, +6,4% in ronde 2). Het strooisel met inmenging van 1% fosforzuur gaf tijdens deze 2 rondes geen ammoniakreducerend effect.

Bij omrekening van de gemiddelde dagelijkse emissie over de 2 rondes (uitgedrukt in gram per dag per opgezet dier) naar een emissiecijfer op jaarbasis (rekening houdend met een leegstandspercentage van 19%) komt de NH_3-emissie op (tabel 7):

- bij berekening o.b.v. geregistreerd ventilatiedebiet: 12,71 gram NH_3 per dierplaats per jaar bij de controlegroep (stropulver) en 12,80 gram NH_3 per dierplaats per jaar bij strooisel aangezuurd met fosforzuur (+0,7%)
- bij berekening o.b.v. CO_2-massabalansmethode: 12,74 gram NH_3 per dierplaats per jaar bij de controlegroep (stropulver) en 13,25 gram NH_3 per dierplaats per jaar bij strooisel aangezuurd met fosforzuur (+3,8%)

Tabel 6: Gemiddelde dagelijkse NH_3-emissie per afdeling (in gram per dag per opgezet dier), berekening zowel met ventilatiedebiet geregistreerd door de klimaatregelaars als op basis van de CO_2-massabalansmethode

behandeling	**berekening o.b.v. geregistreerd debiet *** emissie per afdeling afdeling 1	afdeling 2	afdeling 3	gemiddelde (± stdev) **% reductie**	**berekening o.b.v. CO_2-massabalans methode** emissie per afdeling afdeling 1	afdeling 2	afdeling 3	gemiddelde (± stdev) **% reductie**
ronde 1								
controle	0,0379	0,0597		0,0488 (± 0,0154)	0,0342	0,0549		0,0445 (± 0,0146)
fosforzuur	0,0438	0,0579	0,0415	0,0477 (± 0,0089) **-2,3%**	0,0394	0,0516	0,0444	0,0451 (± 0,0061) **+1,4%**
ronde 2								
controle	0,0391	0,0353		0,0372 (± 0,0027)	0,0438	0,0396		0,0417 (± 0,0029)
fosforzuur	0,0366	0,0412		0,0389 (± 0,0032) **+4,6%**	0,0411	0,0477		0,0444 (± 0,0046) **+6,4%**
gem. 2 rondes								
controle				0,0430 (± 0,0112)				0,0431 (± 0,0088)
fosforzuur				0,0433 (± 0,0081) **+0,7%**				0,0448 (± 0,0049) **+3,8%**

* ronde 1: berekend met ventilatiedebiet gemeten met gekalibreerde meetwaaiers (stal E),
ronde 2: berekend met toegewezen ventilatie capaciteit (stal ABCD)

Tabel 7: NH_3-emissie (in gram per jaar per dierplaats / op basis van 19% leegstand) bij strooisel aangezuurd met fosforzuur versus controlegroep ingestrooid met stropulver), gemiddeld van 2 proefrondes, berekening zowel met ventilatiedebiet geregistreerd door de klimaatregelaars als op basis van de CO_2-massabalansmethode

behandeling	**berekening o.b.v. geregistreerd ventilatiedebiet *** gemiddeld	(± stdev)	**% reductie**	**berekening o.b.v. CO_2-massabalans methode** gemiddeld	(± stdev)	**% reductie**
controle	12,71	(± 3,34)		12,74	(± 2,60)	
aangezuurd met fosforzuur	12,80	(± 2,39)	**+0,7%**	13,25	(± 1,45)	**+3,8%**

* ronde 1: berekend met ventilatiedebiet gemeten met gekalibreerde meetwaaiers (stal E),
ronde 2: berekend met toegewezen ventilatie capaciteit (stal ABCD)

Tijdens de rondes zijn continu het stalklimaat en de technische resultaten opgevolgd (tabel 8 en 9). Tussen de afdelingen en proefbehandelingen waren de verschillen in temperatuur en ventilatiedebiet beperkt. De proefrondes kenden een normaal groeiverloop en voederverbruik. Het gebruik van het aangezuurd strooisel had geen effect op de technische resultaten.

Tabel 8: Gemiddelde staltemperatuur, buitentemperatuur en ventilatiedebiet per afdeling en per ronde

	controle			aangezuurd met fosforzuur				temperatuur buiten
ronde 1	E2	E6	gem.	E3	E5	E8	gem	
temperatuur (°C)	26,2	26,2	26,2	26,0	26,0	25,9	26,0	16,9
ventilatiedebiet (m³/uur/dier)*	1,55	1,49	1,52	1,53	1,60	1,45	1,53	
ronde 2	B	D		A	C			
temperatuur (°C)	25,2	25,1	25,2	25,1	25,1		25,1	6,5
ventilatiedebiet (m³/uur/dier)*	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74		0,74	

Tabel 9: Overzicht van de technische resultaten per proefronde

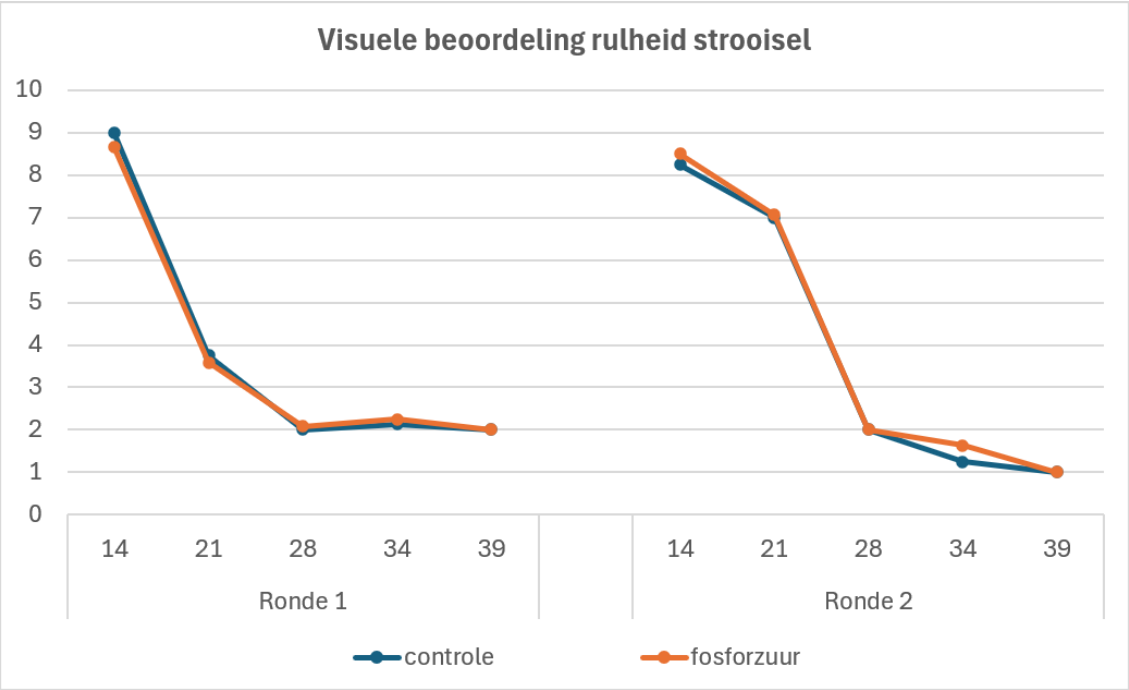
	Ronde 1		**Ronde 2**		**Gem. 2 rondes**	
	controle (n=2)	fosforzuur (n=3)	controle (n=2)	fosforzuur (n=2)	controle (n=2)	fosforzuur (n=2)
% uitval	2,50%	2,20%	4,74%	4,62%	3,62%	3,33%
gewicht uitladen (g)	2044	2051	2284	2297	2164	2166
gewicht wegladen (g)	2756	2755	2787	2770	2772	2762
gewicht uit+wegladen *	2520	2525	2663	2653	2591	2585
waterverbruik L/pok **	6,565	6,516	6,755	6,717	6,660	6,610
voederverbruik kg/pok	3,718	3,764	3,829	3,821	3,773	3,790
water/voeder verhouding	1,766	1,731	1,764	1,758	1,765	1,744
voederconversie	1,541	1,554	1,536	1,537	1,538	1,546
productiegetal	409,8	408,3	423,3	422,3	416,5	414,8

* gemiddeld gewicht geladen kuikens (uitladen en wegladen samen)
** pok: per opgezet kuiken

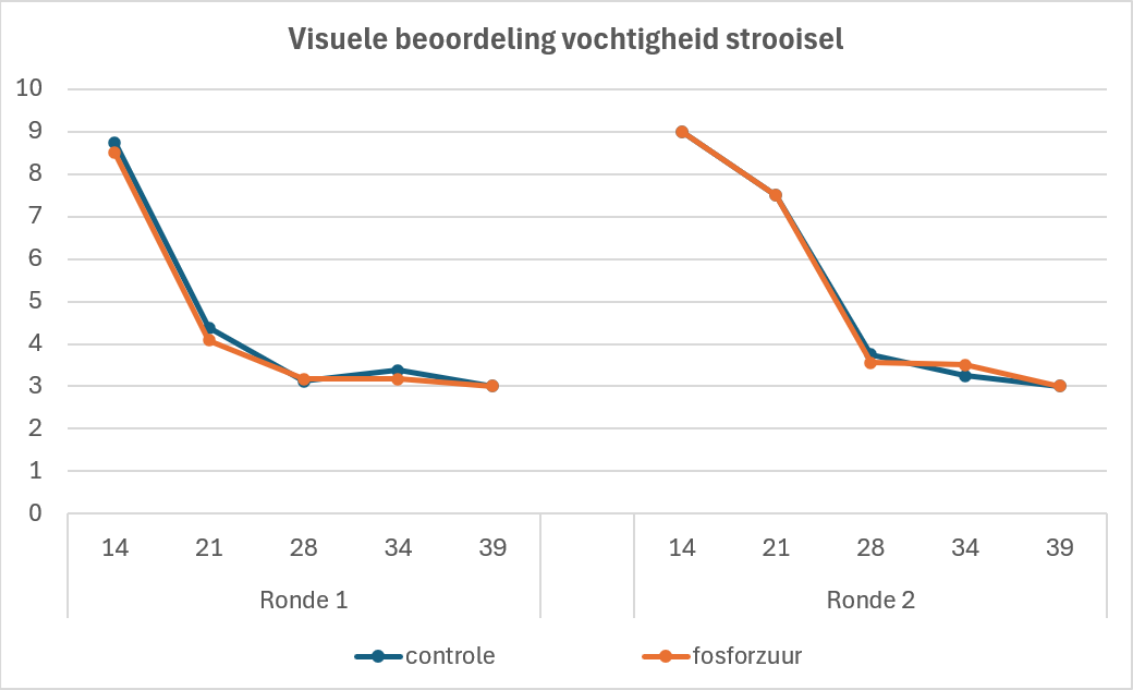
De strooiselkwaliteit is tijdens de proefrondes opgevolgd via visuele beoordelingen van de rulheid en vochtigheid van de strooisellaag, daarnaast is ook wekelijks het drogestofgehalte en de pH van de strooisellaag bepaald. Bij de visuele beoordeling van de rulheid en de vochtigheid van de strooisellaag werden tijdens de 2 proefrondes geen verschillen waargenomen. Ook in drogestofgehalte van de strooisellaag waren er geen duidelijke verschillen (figuur 11, 12 en 13). De toevoeging van 1% fosforzuur in de stropellet heeft geen duidelijk effect op de pH van het strooiselmateriaal. Tijdens de ronde werden geen verschillen in pH van de strooisellaag waargenomen (tabel 10, figuur 14).

Tabel 10: pH van het verse strooiselmateriaal voor instrooien van de stallen

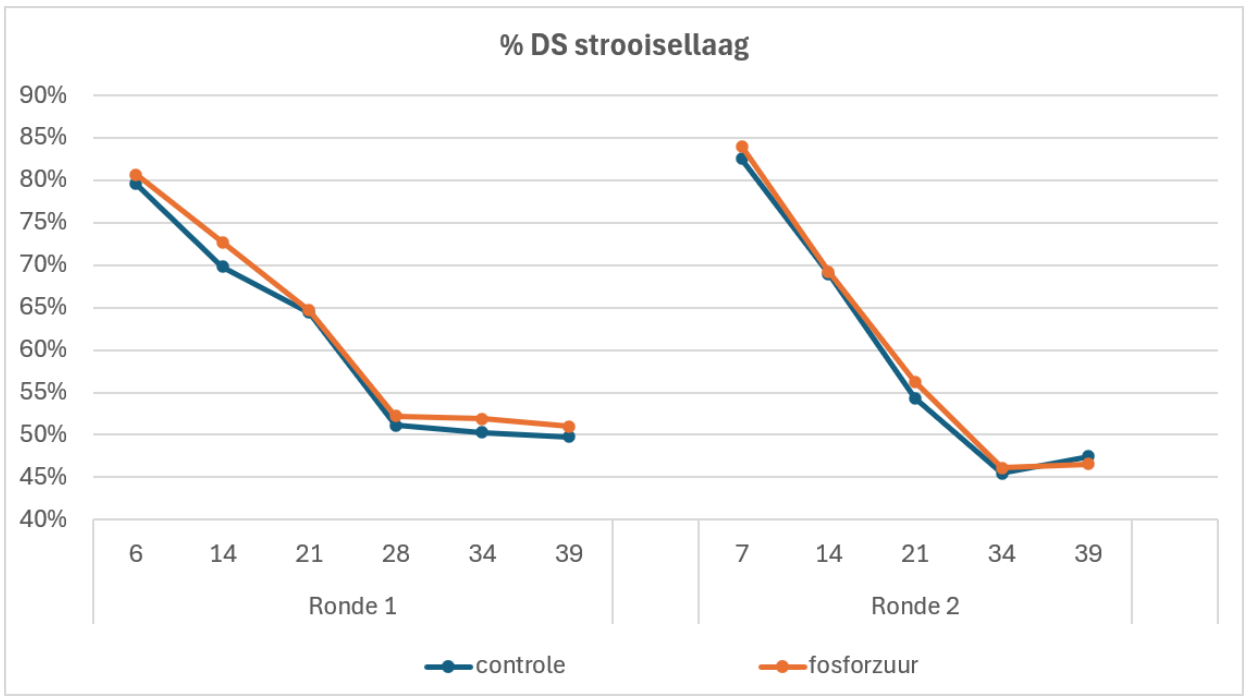
Ronde	Controle (stropulver)	Aangezuurd met fosforzuur
Ronde 1	7,0	6,6



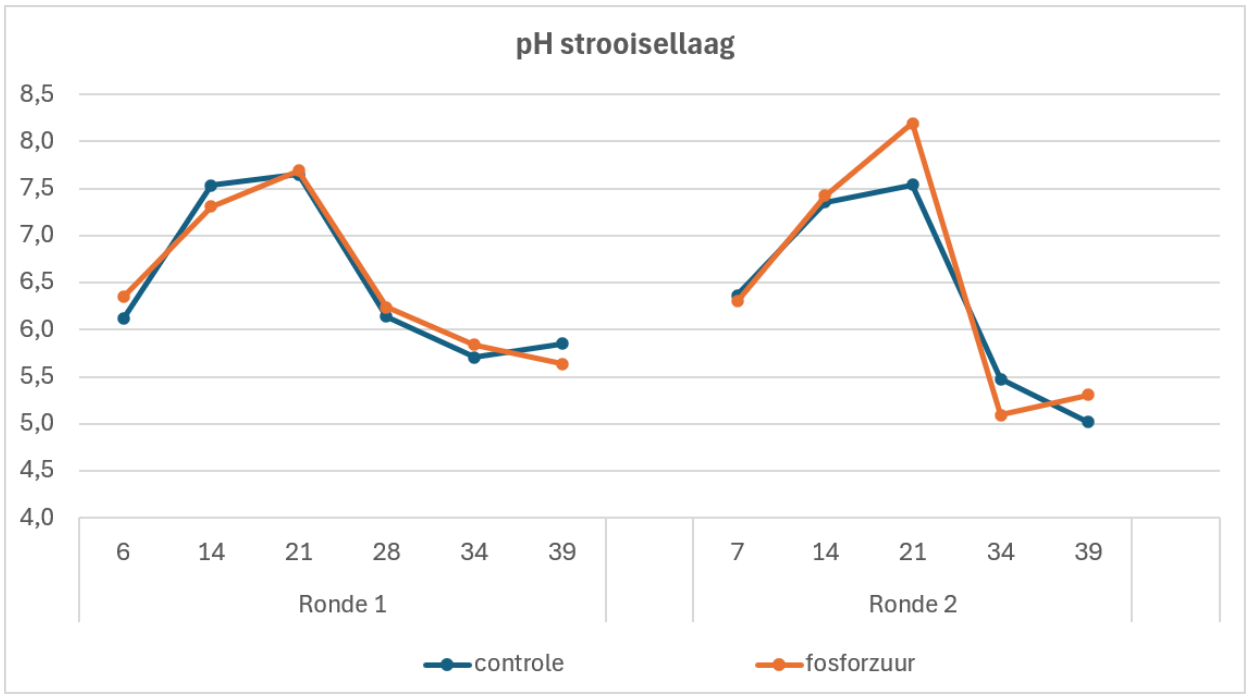
Figuur 11: Visuele beoordeling van rulheid van de strooisellaag



Figuur 12: Visuele beoordeling van vochtigheid van de strooisellaag

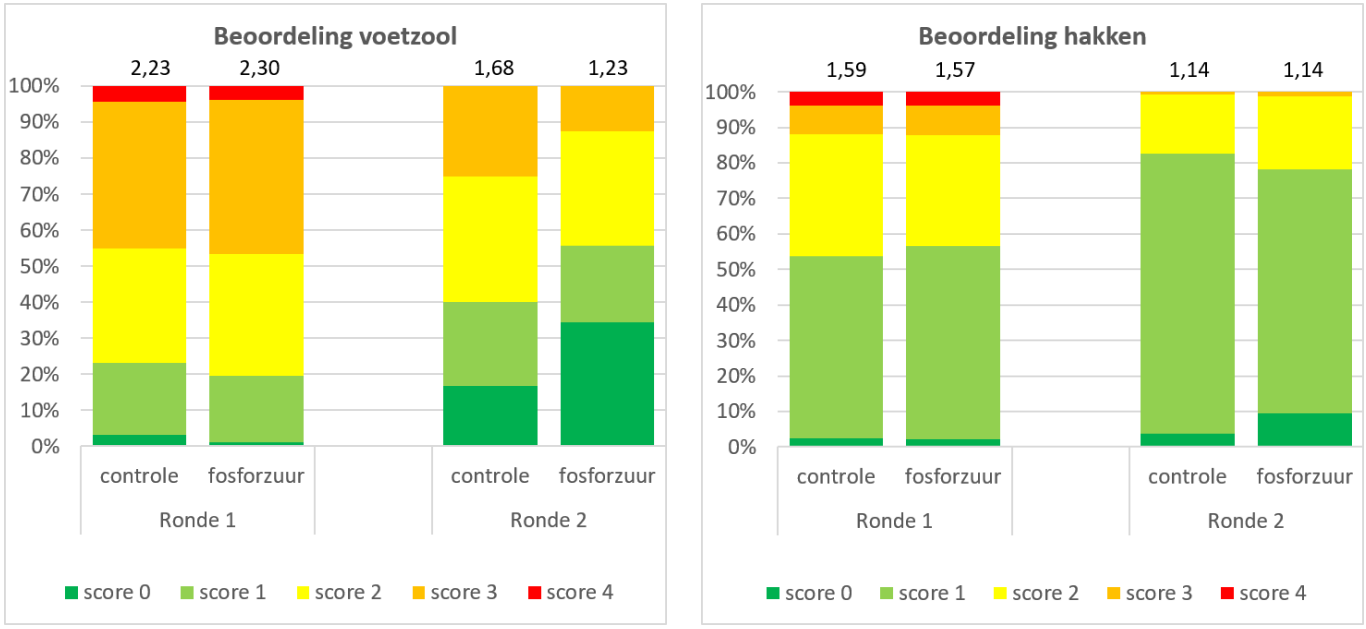


Figuur 13: Verloop van het drogestofgehalte van de strooisellaag



Figuur 14: Verloop van de pH in de strooisellaag

Op het einde van de ronde zijn de voetzolen en hakken van de kuikens beoordeeld (figuur 15). In ronde 1 was er geen verschil in voetzoolaantasting. In ronde 2 was er een trend naar minder voetzoollaesies bij gebruik van het strooisel aangezuurd met fosforzuur t.o.v. de controlegroep met stropulver. Bij de beoordeling van de hakken werden geen verschillen tussen de strooiselmaterialen waargenomen.



Figuur 15: Beoordeling voetzoollaesies (links) en haklaesies (rechts) op dag 39 (% kuikens per score en gemiddelde score)

4. Conclusies

4.1 Conclusies

De aangezuurde stropellet kan op eenzelfde manier verdeeld worden in de stallen als een gangbaar strooiselmateriaal. Dit strooisel kan zonder extra arbeid gebruikt worden in alle stallen.

Naar strooiselkwaliteit werden bij de visuele beoordeling geen verschillen in rulheid en vochtigheid van de strooisellaag waargenomen. Het strooiselmateriaal had ook geen effect op het drogestofgehalte van de strooisellaag, op het voorkomen van hak- en voetzoollaesies en op de technische resultaten.

Het effect van het strooisel aangezuurd met 1% fosforzuur op de pH in de strooisellaag was minimaal. Het strooisel met inmenging van 1% fosforzuur had geen reducerend effect op de emissie van ammoniak.

5. Referenties

5.1 Referenties

CIGR. (2002). 4th Report of Working Group on Climatization of Animal Houses - heat and moisture production at animal and house levels. *International Commission of Agricultural Engineering*.

Pedersen, S., Blanes-Vidal, V., Joergensen, H., Chwalibog, A., Haeussermann, A., Heetkamp, M. J. W., & Aarnink, A. J. A. (2008). Carbon Dioxide Production in Animal Houses: A literature review. *Agricultural Engineering International: CIGR Ejournal, Manuscript BC 08 008, Vol. X.*

van Harn, J., Dijkslag, M., & Van Krimpen, M. (2017). Effect of low protein diets supplemented with free amino acids on growth performance, slaughter yield, litter quality, and footpad lesions of male broilers. Poultry Science, 98(10), 4868–4877 , http://dx.doi.org/10.3382/ps/pez229

Welfare Quality® assessment protocol for poultry (broilers, laying hens). Welfare Quality® Consortium, Lelystad, Netherlands.

In samenwerking met/ met steun van:

