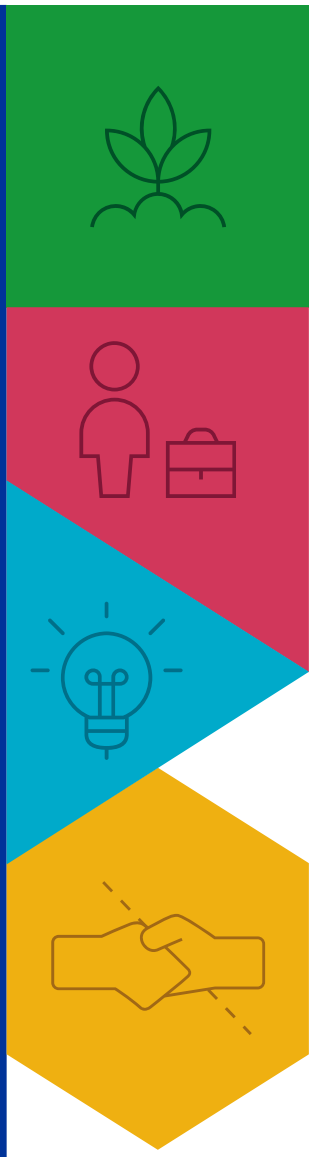
Interreg Vlaanderen-Nederland

Gefinancierd door de Europese Unie

Evaluatierapport

Strooisel aangezuurd met natriumbisulfaat 20% (ImproBed®) bij vleeskuikens

31/08/2026



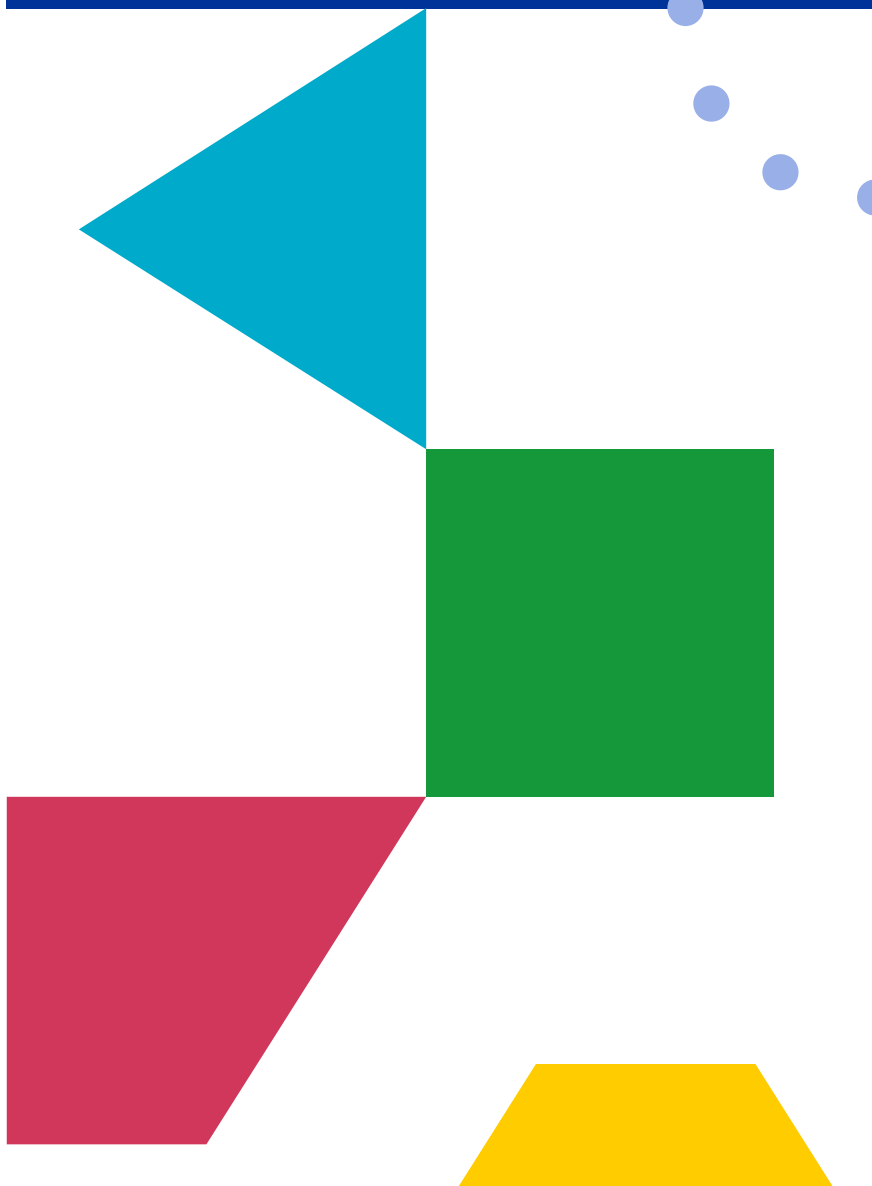
Hoog mikken voor de lage landen!

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
      2.3.5 Geurmeting 14
   2.4 Dataverwerking 15
      2.4.1 Emissieberekening 15
      2.4.2 Ontbrekende gegevens 17
3. Resultaten en discussie 18
   3.1 Resultaten 19
      3.1.1 NH_3-emissie 19
      3.1.2 Technisch resultaat en klimaat 23
      3.1.3 Strooiselkwaliteit en pH 25
      3.1.4 Beoordeling voetzool en hakken 29
      3.1.5 Geurmetingen 31
   3.2 Discussie 31
4. Conclusies 33
5. Referenties 35
6. Bijlage thematische fiche 37

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 "strooisel aangezuurd met natriumbisulfaat 20% (ImproBed ®)" als haalbare ammoniakreducerende maatregel bij vleeskuikens 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 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".

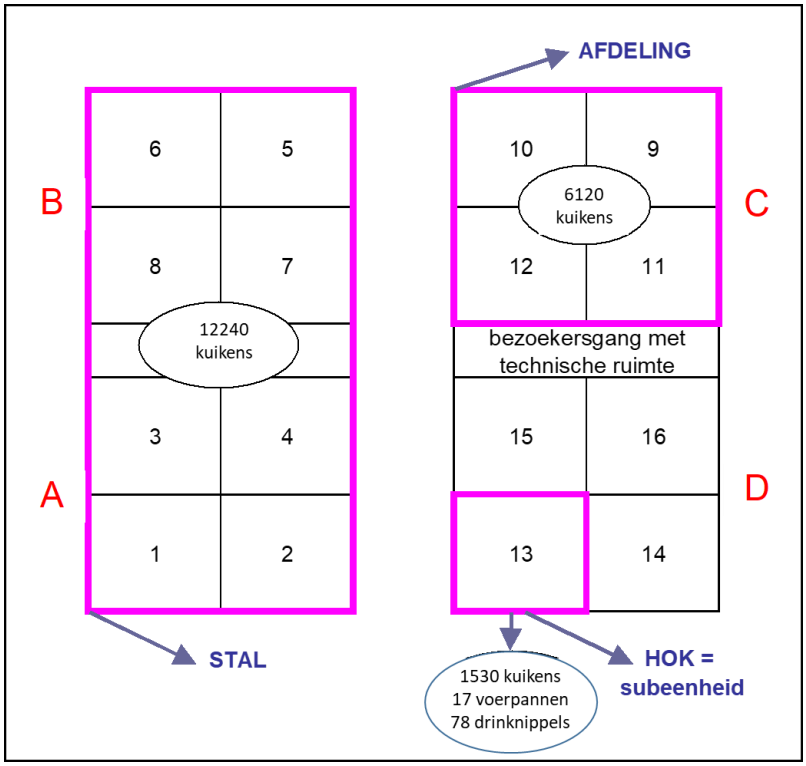
2. Materiaal en methoden



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.

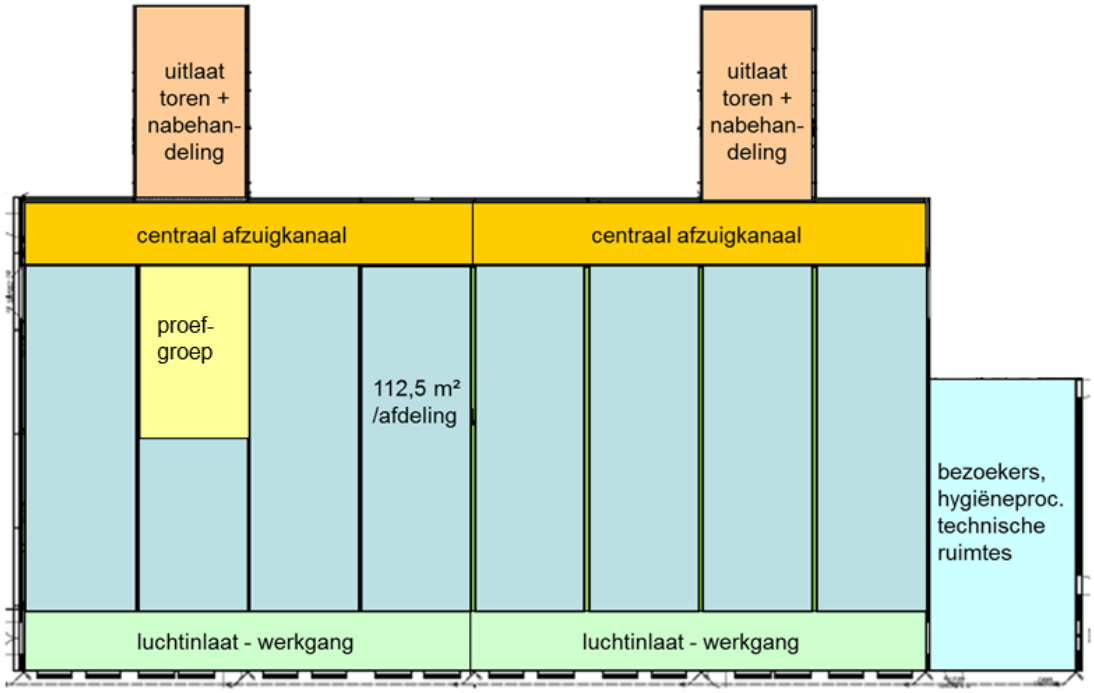


Figuur 1: Grondplan vleeskuikenstal AB en CD op Proefbedrijf Pluimveehouderij



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 ImproBed® strooisel van Grillo 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 ImproBed® strooisel is een vergelijkbaar strooisel, dat eveneens bestaat uit gemalen tarwestro dat gepelletteerd is. Maar tijdens het productieproces is natriumbisulfaat (in de vorm van een droog, wit korrelig poeder) ingemengd voor het pelletteren. Het ImproBed strooisel bevat 20% natriumbisulfaat. Natriumbisulfaat is een zout, maar zal na contact met vocht oplossen en de pH in het strooisel verlagen.
De lage pH van het strooisel remt de microbiële groei en de aanwezige ammoniak in de strooisellaag wordt gebonden als ammoniumsulfaat.

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 een 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 na opzet 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 ImproBed® strooisel (Grillo) zijn gedurende 3 rondes vergeleken met de emissie bij stropulver als strooisel:

Ronde 1:	stal E	periode: 4/10/2024 – 13/11/2024
Ronde 2:	stal E	periode: 16/01/2025 – 25/02/2025
Ronde 3:	stal ABCD	periode:13/06/2025 – 23/07/2025

Tabel 4: Overzicht van proefopzet met ImproBed® strooisel versus stropulver

	Stropulver	ImproBed (enkel voor opzet gestrooid)	ImproBed (voor opzet gestrooid + bijgestrooid op dag 26)
Afdelingen	Ronde 1: E4, E7 Ronde 2: E3, E5 Ronde 3: B, D	Ronde 1: E3 Ronde 2: E4, E8 Ronde 3: A, C	Ronde 1: E1, E5 Ronde 2: E2, E6 Ronde 3: ---
Aantal dieren/afdeling (as hatched: ca. 50% haan en ca. 50% hen)	Ronde 1 en 2: 2300 Ronde 3: 6120	Rond 1 en 2: 2300 Ronde 3: 6120	Ronde 1 en 2: 2300
Strooisel + hoeveelheid	Stropulver: -voor opzet: 1,5 kg/m²	ImproBed: -voor opzet: 1,5 kg/m²	ImproBed: -voor opzet: 1,5 kg/m² -dag 26: 0,5 kg/m²
Lengte ronde (dagen)	40	40	40
Uitladen	Ja, ca. 24% op dag 33	Ja, ca. 24% op dag 33	Ja, ca. 24% op dag 33

Bij de groepen met ImproBed is de stal voor de opzet ingestrooid met 1,5 kg/m². In ronde 1 en ronde 2 is telkens in 2 afdelingen 0,5 kg ImproBed strooisel per m² bijgestrooid op dag 26.

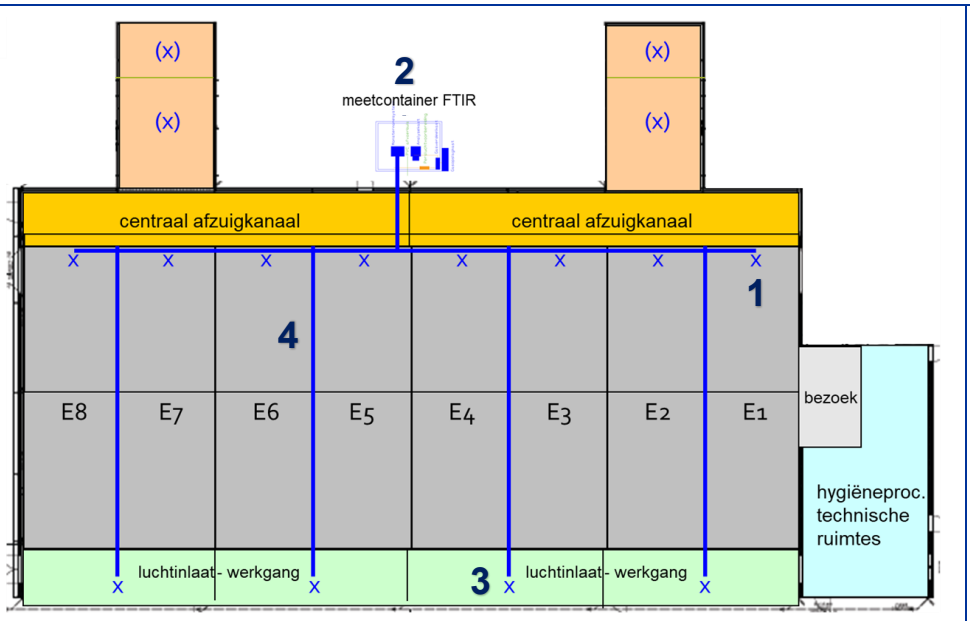
2.3 Metingen

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

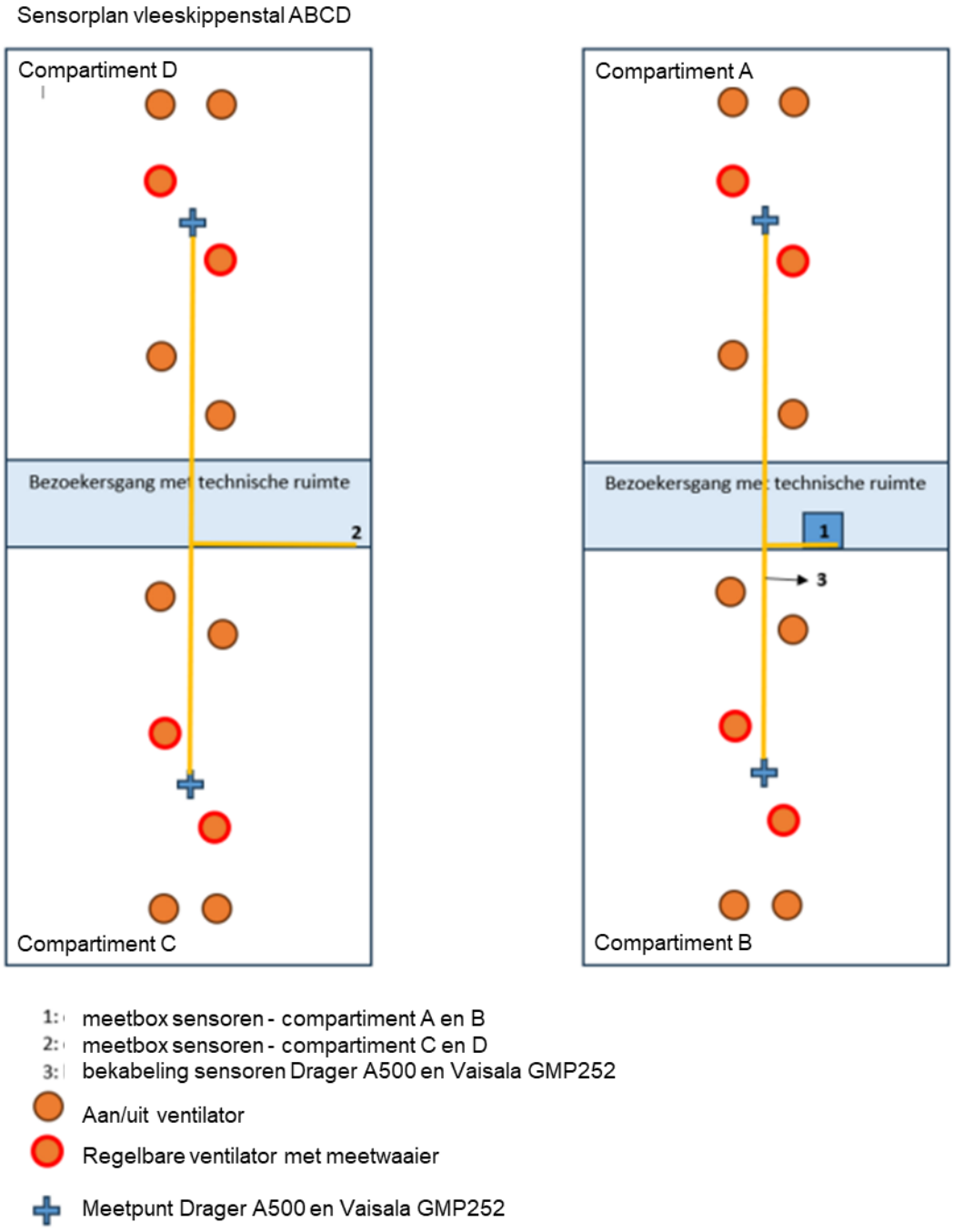
3: meetpunt inkomende lucht (aangeduid met 'x')

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

Figuur 3: Grondplan vleeskuikenstal E op Proefbedrijf Pluimveehouderij met gasanalyser (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

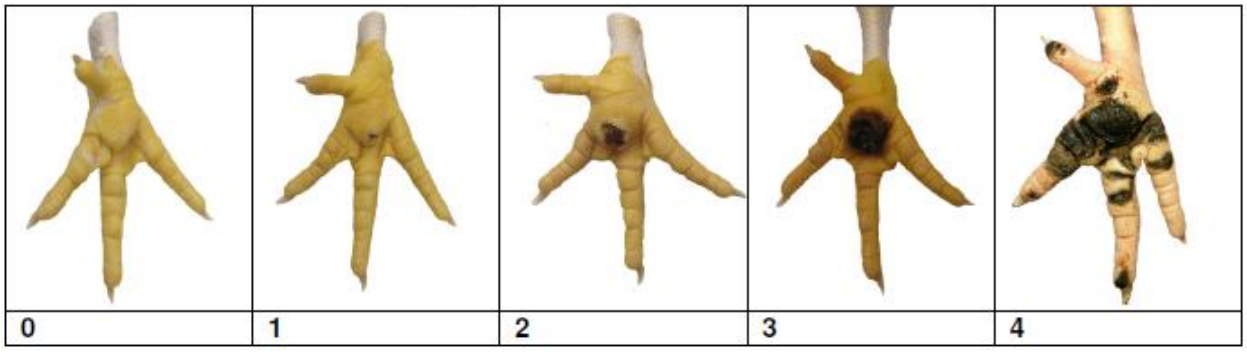
Wekelijks zijn per proefgroep monsters genomen van de strooisellaag voor bepaling van de pH en het drogestofgehalte. Deze monsters zijn in een droogstoof bij 85°C gedroogd tot constant gewicht. Daarnaast is de strooisellaag ook wekelijks visueel beoordeeld op rulheid en vochtigheid. Hierbij worden rulheid 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)

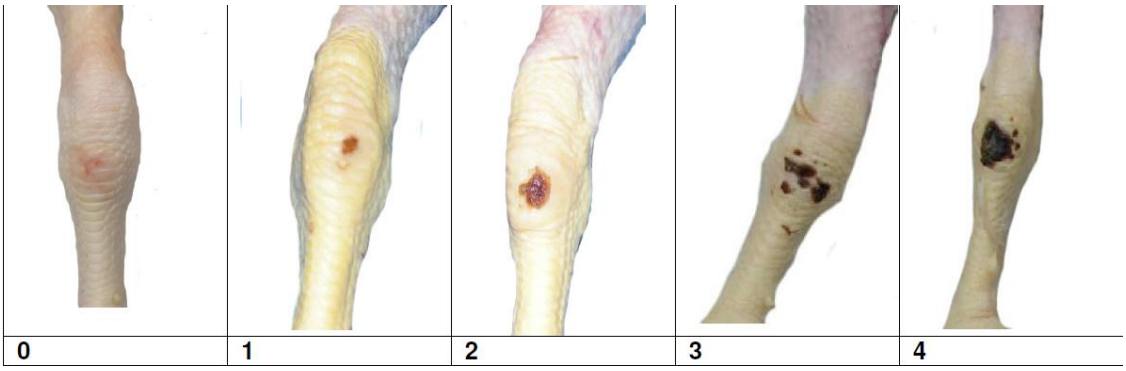
Score	Omschrijving rulheid	Omschrijving vochtigheid
1	Volledig dichtgeslagen strooisel	Nat strooisel, bij drukken op strooisel treedt er water naar buiten over hele stal
2	80-90 % van het strooiseloppervlak is dichtgeslagen	Nat strooisel, onder drinklijn treedt bij drukken op het strooisel water naar 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).

2.3.5 Geurmeting

Door het VITO zijn in ronde 2 indicatieve geurmetingen uitgevoerd. In de stal zijn luchtstalen genomen, waarvan in het labo via olfactometrie de geurconcentratie bepaald is. De bemonstering van de lucht gebeurt statisch met behulp van nalofaanzakken die in bemonsteringstonnen geplaatst worden. Via een teflonleiding wordt de zak verbonden met de te bemonsteren lucht. Vervolgens wordt met behulp van een pomp in het vat een onderdruk gecreëerd waardoor de monsternamezak gevuld wordt met geurhoudende lucht (= long principe). Bij de metingen wordt gedurende 30 minuten 30 tot 60 liter van de lucht bemonsterd, en dit bij een constant bemonsteringsdebiet.



Opstelling voor het bemonsteren van de stallucht (links) en olfactometrische bepaling van de geurconcentratie (rechts)

In het labo wordt de geurconcentratie van de monsters bepaald d.m.v. olfactometrie. Dit is een sensorische meetmethode, waarbij gebruik gemaakt wordt van de menselijke neus als meetinstrument. Met behulp van een olfactometer wordt een reeks verdunningen van het geurmonster aan een panel van waarnemers aangeboden. Het panel moet aangeven of er een onderscheid is met geurvrije lucht. Uit de antwoorden van het panel wordt de geurdrempel berekend. Dit is de verdunning waarbij de helft van het panel het luchtmonster nog kan onderscheiden van de geurvrije lucht. Het aantal keren dat verdund moet worden om deze drempel te bereiken, is in getalswaarde gelijk aan de geurconcentratie van het luchtmonster. De geurconcentraties worden uitgedrukt in Europese geureenheden per m³.

2.4 Dataverwerking

2.4.1 Emissieberekening

Berekening van emissie:

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	wo 9/10/24 van 13:05 tot 21:13	Stroomuitval in stallen, FTIR meting pas herstart om 21:10	Emissie berekend o.b.v. de beschikbare cijfers (ca. 16 uur)
	vr 25/10/24 15:10 tot zo 27/10/24 9:15	Stroomuitval in lokaal FTIR door probleem met airco	Voor 25/10 en 27/10 emissie berekend o.b.v. de beschikbare cijfers (ca. 15 uur/dag) Voor 26/10 emissie bepaald via interpolatie o.b.v. de emissies tijdens de vorige en volgende dagen
	7/11/24 16:20 tot 8/11/24 10:05	Door scheur in aanvoerleiding perslucht naar FTIR, metingen uitgevallen	Voor 7/11 en 8/11 emissie berekend o.b.v. de beschikbare cijfers (resp. ca. 16 en 14 uur/dag)
R2	vr 7/02 14:05 tot ma 10/02/25 12:20	Persluchtleiding gesprongen, afwijkende meetresultaten FTIR (bv. CO2 in buitenlucht < 30 ppm), meetgegevens verwijderd	Voor 7/02 en 10/02 emissie berekend o.b.v. de beschikbare cijfers (resp. ca. 14 en 12 uur/dag) Voor 8/02 en 9/02 emissie bepaald via interpolatie o.b.v. de emissies tijdens de vorige en volgende dagen
R3	17/07/2025 8:00 tot 22/07/2025	Probleem met logging data stalklimaat / ventilatiedebiet in afd. C	Voor de dagen voor 17/07 nagekeken in hoeverre het ventilatiedebiet in afdeling C overeenkwam met het debiet in de andere afdelingen, dit was ongeveer gelijk. Voor de periode 17/07 tot 22/07 ventilatiedebiet voor afdeling C bepaald op basis van gemiddelde debiet in de afdeling A, B en D.

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 en discussie

3.1 Resultaten

3.1.1 NH_3-emissie

Tijdens de 3 proefrondes is de NH_3-emissie continu gemeten. Figuren 7 tot 12 geven het verloop weer van resp. de gemiddelde dagelijkse NH_3-concentratie (ppm) en dagelijkse NH_3-emissie (in gram per dag per opgezet dier).
Bij de controlegroepen (ingestrooid met stropulver) is de emissie in de eerste 10 dagen heel laag, maar neemt deze vanaf dag 11-12 sterk toe. In elk van de 3 rondes daalt de dagelijkse emissie bij de controlegroepen in het laatste deel van de ronde terug. De leeftijdsperiode waarin de emissie het hoogst is, varieert van ronde tot ronde.
Bij het strooisel aangezuurd met natriumbisulfaat (ImproBed®) blijft de NH_3-emissie veel langer op een heel laag niveau. Pas in de 2e helft van de ronde neemt de emissie in deze afdelingen duidelijk toe, maar blijft steeds op een veel lager niveau dan in de controle afdelingen. Om na te gaan of het bijstrooien van aangezuurd strooisel tijdens een ronde een extra reductie in NH_3-emissie oplevert, is in ronde 1 en ronde 2 op dag 26 in 2 afdelingen 0,5 kg ImproBed strooisel per m² bijgestrooid. De eerste dagen na het bijstrooien daalt de NH_3-concentratie en emissie, maar na enkele dagen neemt de emissie duidelijk toe waarna de emissie in deze afdelingen duidelijk hoger is dan in de afdelingen met ImproBed waar niet bijgestrooid is.

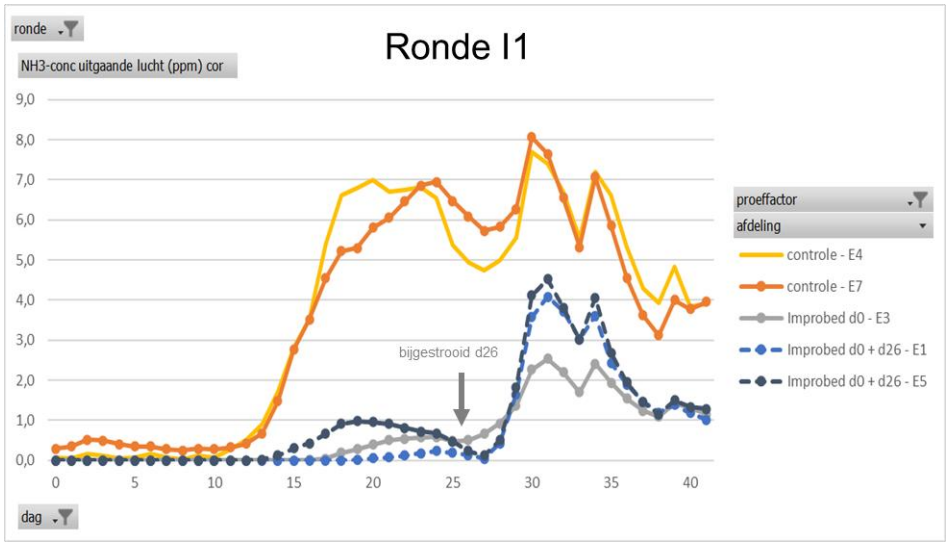
Tabel 6 geeft een overzicht van het effect van het aangezuurd strooisel op de gemiddelde dagelijkse emissie (uitgedrukt in gram per dag per opgezet dier excl. leegstand) over de hele ronde. De emissies zijn zowel berekend op basis van het geregistreerde ventilatiedebiet door de klimaatregelaars als op basis van de CO_2-massabalansmethode (zie Verificatierapport_vleeskuikenstallen). In absolute waarde zijn er verschillen in de berekende emissie tussen de 2 berekeningsmethodes, maar de reductiepercentages zijn bij de 2 berekeningsmethodes heel gelijkaardig.

In elke ronde is de NH_3-emissie bij het ImproBed strooisel veel lager dan bij de controlegroep. Op basis van het geregistreerd ventilatiedebiet is de emissie bij de behandeling ‘ImproBed d0’ (= zonder bijstrooien) gemiddeld over de 3 rondes 86,2% lager (78,4% in ronde 1, 92,5% in ronde 2 en 90,2% in ronde 3)

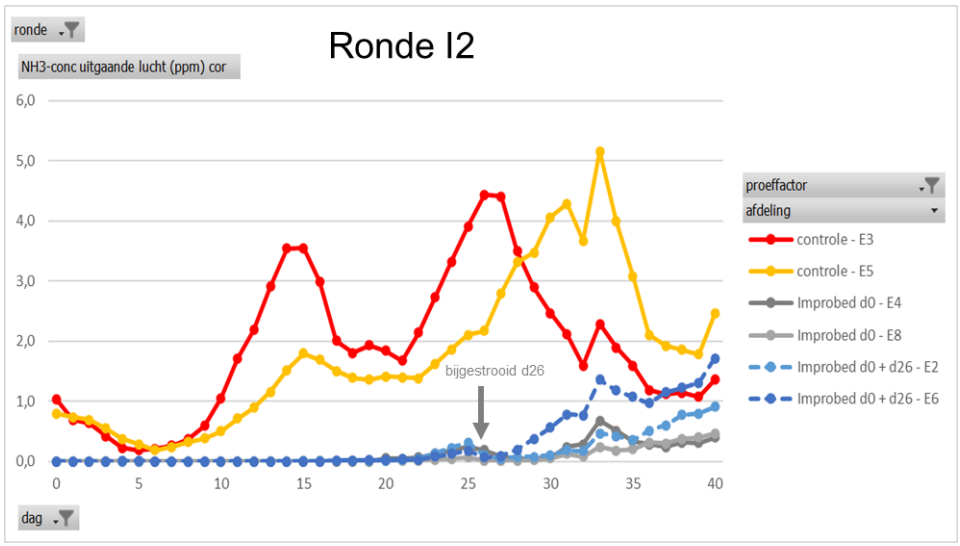
Bij de behandeling ‘ImproBed d0+d26’ (= met bijstrooien op dag 26), is de reductie gemiddeld 75,9% (71,5% in ronde 1, 80,3% in ronde 2).

Bj omrekening van de gemiddelde dagelijkse emissie over de 3 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):

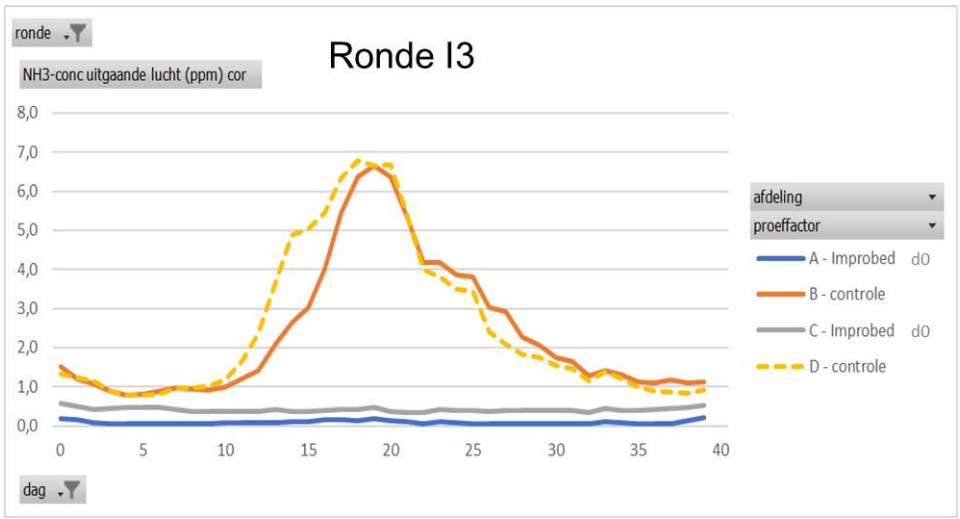
- bij berekening o.b.v. geregistreerd ventilatiedebiet: 21,93 gram NH_3 per dierplaats per jaar bij de controlegroep (stropulver) en 3,03 gram NH_3 per dierplaats per jaar bij het aangezuurd strooisel (ImproBed®)
- bij berekening o.b.v. CO_2-massabalansmethode: 22,75 gram NH_3 per dierplaats per jaar bij de controlegroep (stropulver) en 3,16 gram NH_3 per dierplaats per jaar bij het aangezuurd strooisel (ImproBed®)



Figuur 7: Effect van strooisel aangezuurd met natriumbisulfaat (ImproBed®) op de NH_3-concentratie (ppm) per afdeling (in ronde 1)

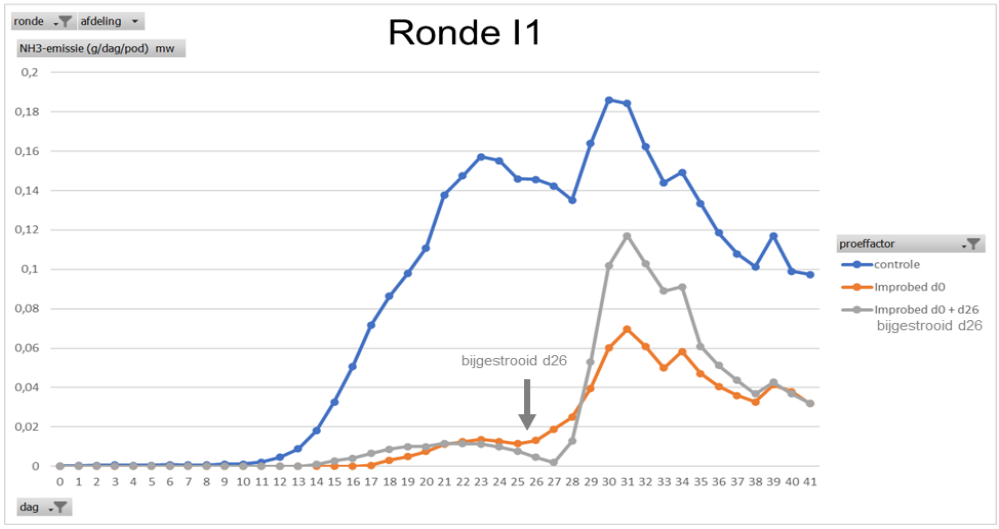


Figuur 8: Effect van strooisel aangezuurd met natriumbisulfaat (ImproBed®) op de NH_3-concentratie (ppm) per afdeling (in ronde 2)

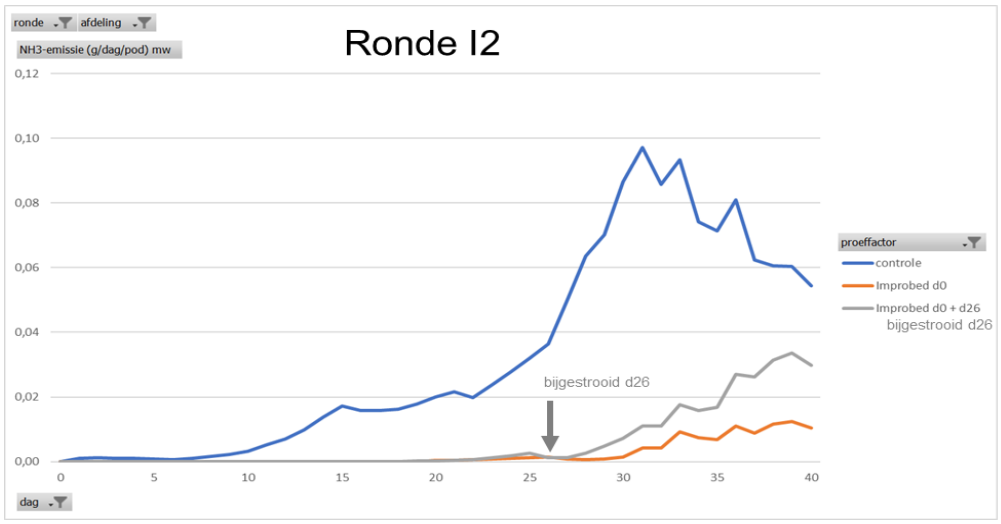


Figuur 9: Effect van strooisel aangezuurd met natriumbisulfaat (ImproBed®) op de NH_3-concentratie (ppm) per afdeling (in ronde 3)

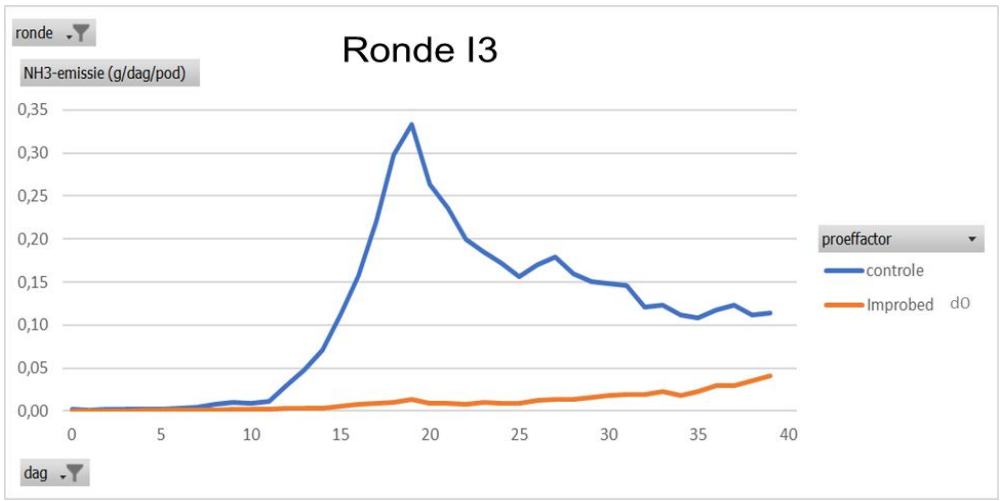
B



Figuur 10: Verloop van de NH_3-emissie bij strooisel aangezuurd met natriumbisulfaat (ImproBed®) in ronde 1, uitgedrukt in gram per opgezet dier per dag



Figuur 11: Verloop van de NH_3-emissie bij strooisel aangezuurd met natriumbisulfaat (ImproBed®) in ronde 2, uitgedrukt in gram per opgezet dier per dag



Figuur 12: Verloop van de NH_3-emissie bij strooisel aangezuurd met natriumbisulfaat (ImproBed®) in ronde 3, uitgedrukt in gram per opgezet dier per dag

Tabel 6: Gemiddelde dagelijkse NH_3-emissie per afdeling (in gram per dag per opgezet dier excl. leegstand), 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		gemiddelde (± stdev) **% reductie**	**berekening o.b.v. CO_2-massabalans methode** emissie per afdeling		gemiddelde (± stdev) **% reductie**
ronde 1	afdeling 1	afdeling 2		afdeling 1	afdeling 2	
controle	0,0846	0,0783	0,0815 (± 0,0044)	0,0916	0,0872	0,0894 (± 0,0031)
ImproBed d0	0,0176	-	0,0176 (± ---) **-78,4%**	0,0173	-	0,0173 (± ---) **-80,6%**
ImproBed d0+d26	0,0195	0,0269	0,0232 (± 0,0053) **-71,5%**	0,0228	0,0261	0,0244 (± 0,0023) **-72,7%**
ronde 2						
controle	0,0286	0,0323	0,0305 (± 0,0026)	0,0296	0,0389	0,0342 (± 0,0066)
ImproBed d0	0,0026	0,0021	0,0023 (± 0,0004) **-92,5%**	0,0030	0,0023	0,0027 (± 0,0005) **-92,1%**
ImproBed d0+d26	0,0039	0,0081	0,0060 (± 0,0030) **-80,3%**	0,0043	0,0090	0,0066 (± 0,0033) **-80,7%**
ronde 3						
controle	0,1139	0,1071	0,1105 (± 0,0048)	0,1093	0,1052	0,1072 (± 0,0029)
ImproBed d0	0,0029	0,0186	0,0108 (± 0,0111) **-90,2%**	0,0031	0,0210	0,0121 (± 0,0127) **-88,7%**
ImproBed d0+d26	-	-	-	-	-	-
gem. 3 rondes						
controle			0,0741 (± 0,0039)			0,0770 (± 0,0042)
ImproBed d0			0,0102 (± 0,0058) **-86,2%**			0,0107 (± 0,0066) **-86,1%**

* ronde 1 en 2: berekend met ventilatiedebiet gemeten met gekalibreerde meetwaaiers (stal E),
ronde 3: berekend met toegewezen ventilatie capaciteit (stal ABCD)

Tabel 7: NH_3-emissie (in gram per jaar per dierplaats / op basis van 19% leegstand) bij ImproBed d0 (enkel voor opzet) versus controlegroep ingestrooid met stropulver), gemiddeld over 4 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**
Met alle afdelingen						
controle	21,93	(± 1,16)		22,75	(± 1,24)	
ImproBed d0	3,03	(± 1,71)	**-86,2%**	3,16	(± 1,95)	**-86,1%**

* ronde 1 en 2: berekend met ventilatiedebiet gemeten met gekalibreerde meetwaaiers (stal E),
ronde 3: berekend met toegewezen ventilatie capaciteit (stal ABCD)

3.1.2 Technisch resultaat en klimaat

Tabel 8 geeft een overzicht van de technische resultaten per proefronde. Tabel 9 bevat de gemiddelde resultaten over de 3 rondes voor de controlegroep en het aangezuurd strooisel (zonder bijstrooien op dag 26). Tussen de rondes zijn er duidelijke verschillen in technisch resultaat. Maar het gebruik van strooisel aangezuurd met natriumbisulfaat heeft geen significante effecten op de technische resultaten.

Tabel 10 zijn de gemiddelde staltemperatuur en het ventilatiedebiet weergegeven. Tussen de afdelingen en proefbehandelingen is de variatie in temperatuur en ventilatiedebiet beperkt. Tussen de rondes zijn er wel duidelijke verschillen die gelinkt kunnen worden aan het buitenklimaat. In ronde 2 (winterronde) was de temperatuur en het vochtgehalte (g/m³) van de buiten lucht lager dan in de andere rondes. Terwijl in ronde 3 (periode mei-juni) het vochtgehalte in de buitenlucht en de buitentemperatuur veel hoger waren dan in de eerste rondes. Deze verschillen in buitenklimaat verklaren de verschillen in ventilatiedebiet en relatieve vochtigheid in de verschillende rondes.

In ronde 1 was de RV in de stal van dag 3 tot dag 7 en van dag 12 tot dag 17 duidelijk hoger dan de richtwaarden die de leverancier van het aangezuurd strooisel vooropstelt. Ook in ronde 3 was de RV in de stal van dag 1 tot dag 7 duidelijk hoger dan deze richtwaarden (figuur 13, 14 en 15).

Tabel 8: Overzicht van de technische resultaten per proefronde

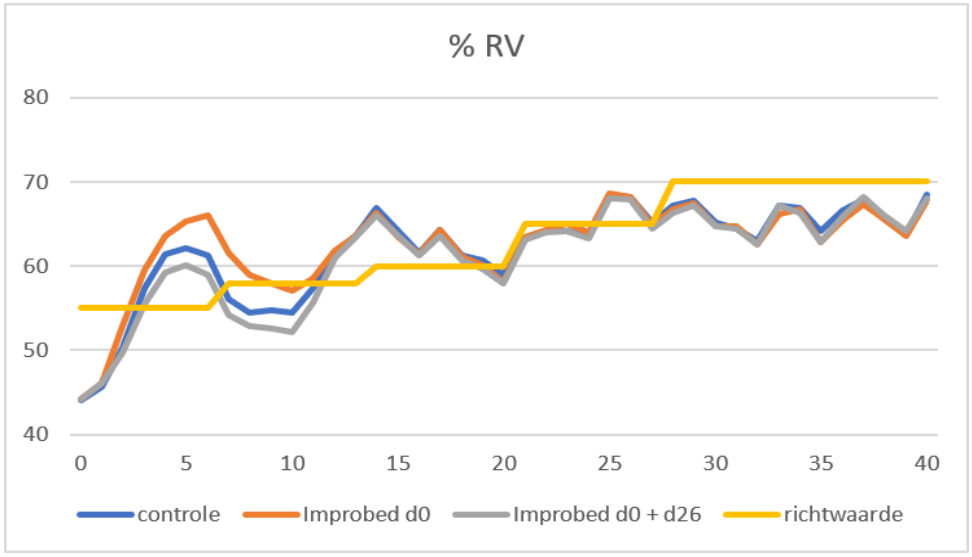
	Ronde 1			**Ronde 2**			**Ronde 3**	
	controle	ImproBed d0	ImproBed d0 + d26	controle	ImproBed d0	ImproBed d0 + d26	controle	ImproBed d0
	(n=2)	(n=1)	(n=2)	(n=2)	(n=2)	(n=2)	(n=2)	(n=2)
% uitval	5,91%	4,35%	5,37%	2,78%	3,18%	3,30%	3,82%	3,41%
gewicht uitladen (g)	2131	2149	2166	2153	2148	2177	1990	2000
gewicht wegladen (g)	2765	2757	2772	2923	2898	2894	2714	2665
gewicht uit+wegladen *	2597	2598	2614	2706	2689	2691	2537	2503
waterverbruik L/pok **	6,330	6,110	6,430	6,434	6,287	6,688	6,641	6,488
voederverbruik kg/pok	3,780	3,763	3,791	3,840	3,792	3,813	3,659	3,659
water/voeder verhouding	1,675	1,624	1,695	1,677	1,659	1,754	1,815	1,773
voederconversie	1,572	1,541	1,559	1,485	1,481	1,490	1,527	1,541
productiegetal	389,2	403,8	397,2	457,8	453,4	451,4	409,2	401,7

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

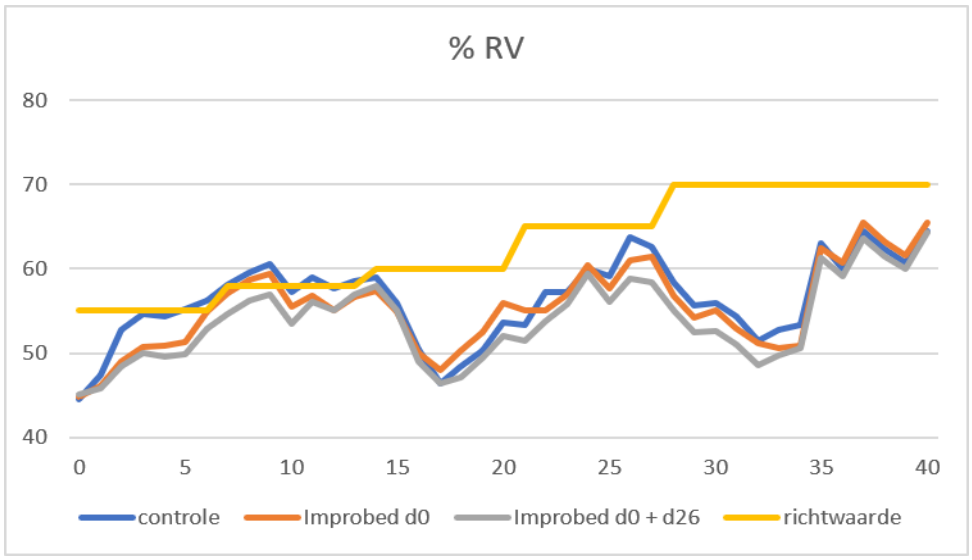
Tabel 9: Technische resultaten: strooisel aangezuurd met natriumbisulfaat versus controle (gemiddelde 3 rondes)

Gemiddelde 3 rondes	**Controle (n=6)**	**ImproBed d0 (n=5)**
% uitval	4,17%	3,64%
gewicht bij uitladen (g)	2091	2099
gewicht bij wegladen (g)	2800	2773
gewicht uit+wegladen (g) *	2613	2596
waterverbruik L/pok **	6,469	6,295
voederverbruik kg/pok	3,760	3,738
water/voeder verhouding	1,722	1,685
voederconversie	1,528	1,521
productiegetal	418,7	419,6

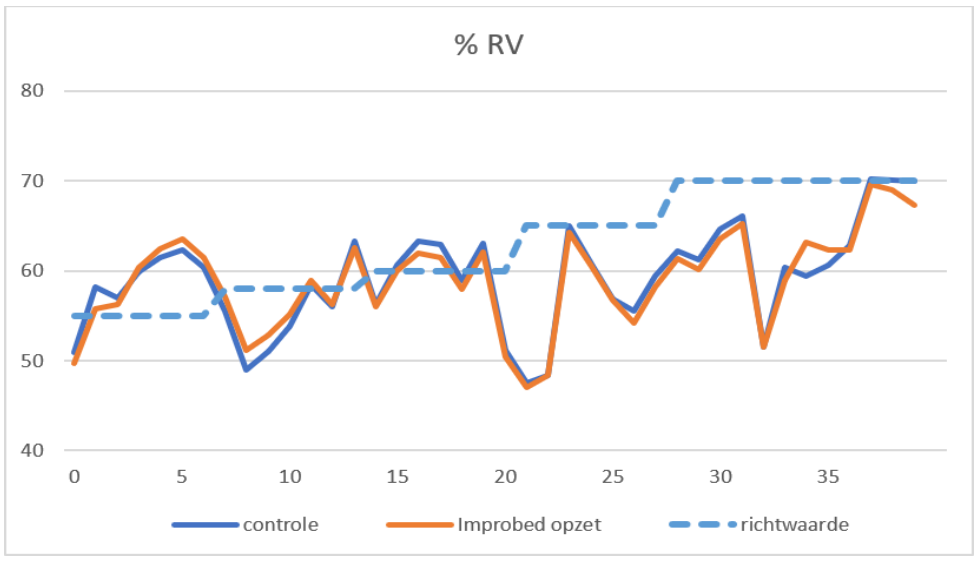
* gemiddeld gewicht geladen kuikens (uitladen en wegladen samen)
** pok: per opgezet kuiken



Figuur 13: Verloop van de relatieve vochtigheid in de stal tijdens vleeskuikenronde 1



Figuur 14: Verloop van de relatieve vochtigheid in de stal tijdens vleeskuikenronde 2



Figuur 15: Verloop van de relatieve vochtigheid in de stal tijdens vleeskuikenronde 3

Tabel 10: Gemiddelde staltemperatuur, ventilatiedebiet en buitenklimaat per ronde

	stalklimaat									buitenklimaat		
	controle			Improbed d0			Improbed d0 + d26			temp.	RV	vocht (g/m³)
ronde 1	E4	E7	gem.	E3			E1	E5	gem.			
temperatuur (°C)	25,3	25,4	25,3	25,2			25,2	25,4	25,3	12,3	81,9	7,4
ventilatiedebiet (m³/uur/dier)	1,02	0,94	0,98	1,07			1,07	1,16	1,12			
ronde 2	E3	E5		E4	E8	gem.	E2	E6	gem.			
temperatuur (°C)	25,1	25,1	25,1	25	24,9	25	24,9	25,1	25	5,0	78,5	4,3
ventilatiedebiet (m³/uur/dier)	0,84	0,84	0,84	0,88	0,92	0,90	0,90	0,84	0,87			
ronde 3	B	D	gem.	A	C	gem.						
temperatuur (°C)	27,6	27,4	27,5	27,4	27,4	27,4				23,7	57,7	10,3
ventilatiedebiet (m³/uur/dier)	2,92	2,86	2,89	2,82	2,87	2,84						

3.1.3 Strooiselkwaliteit en pH

Stropulver heeft een vrij neutrale pH-waarde (6,2 à 7,1). Het strooisel aangezuurd met natriumbisulfaat aan een dosering van 20% heeft een heel lage pH van 1,1 à 1,5 (tabel 11). Na instrooien vallen deze pellets geleidelijk uit elkaar. Enkele dagen na instrooien bekom je in de stal een fijne strooisellaag.

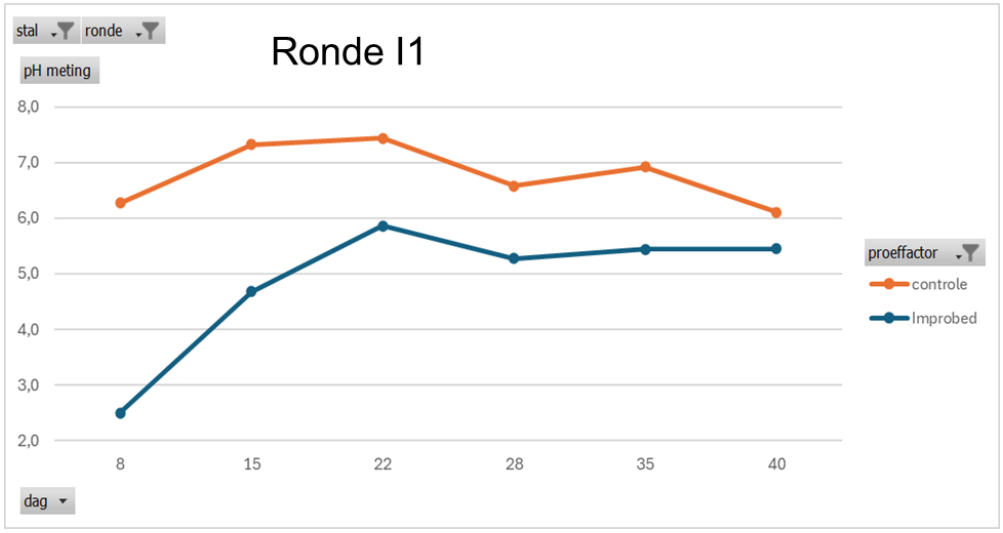
Wekelijks is de pH in de strooisellaag gemeten. Bij de controlegroep neemt de pH tijdens de ronde toe naar ca. 7,5 (dag 15-22), waarna deze terug daalt naar ca. 6,0 op het einde van de ronde. Bij het ImproBed strooisel neemt de pH van de strooisellaag geleidelijk toe tijdens de ronde. Op dag 8 was deze bij het ImproBed strooisel gemiddeld over de 3 rondes 2,5 en op dag 15 ca. 4,8. Daarna stijgt de pH maar beperkt en blijft de hele ronde onder pH 6. Ten opzichte van de controlegroep is de pH van de strooisellaag over de hele ronde beduidend lager bij het ImproBed strooisel (figuur 16, 17 en 18, tabel 12). De lage emissie bij het ImproBed strooisel is te verklaren door de lage pH (gemiddeld 5,5 in de 2^{e} helft van de ronde) van de strooisellaag. De emissie van NH_3 is namelijk sterk afhankelijk van de pH.

Tabel 11: pH van het verse strooiselmateriaal voor instrooien van de stallen

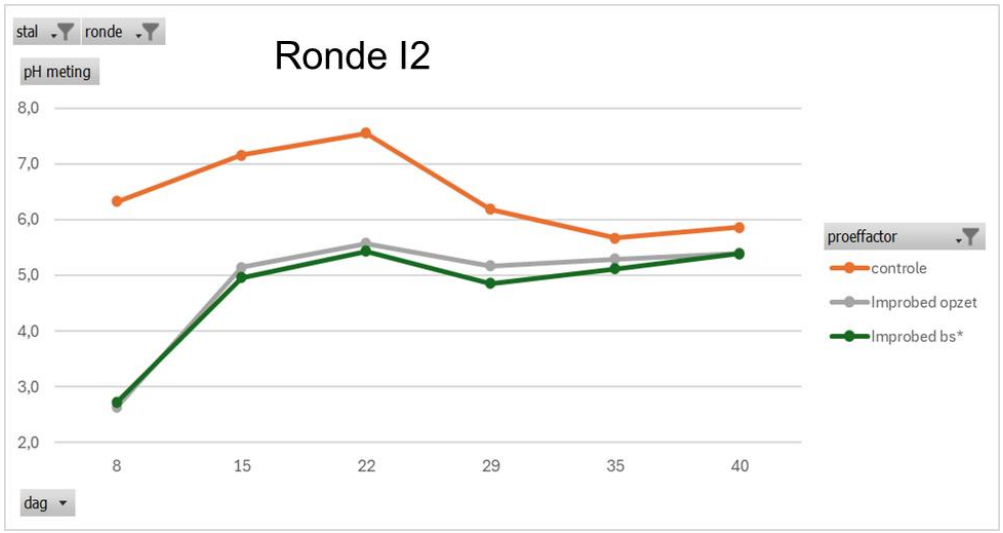
Ronde	Controle (stropulver)	Aangezuurd met natriumbisulfaat (ImproBed®)
Ronde 1	6,7	1,1
Ronde 2	7,1	1,2
Ronde 3	6,2	1,5

De strooiselkwaliteit is tijdens de proefrondes opgevolgd via visuele beoordelingen van de rulheid en vochtigheid van de strooisellaag, daarnaast is ook wekelijks het drogestofgehalte van de strooisellaag bepaald (figuur 19-24).

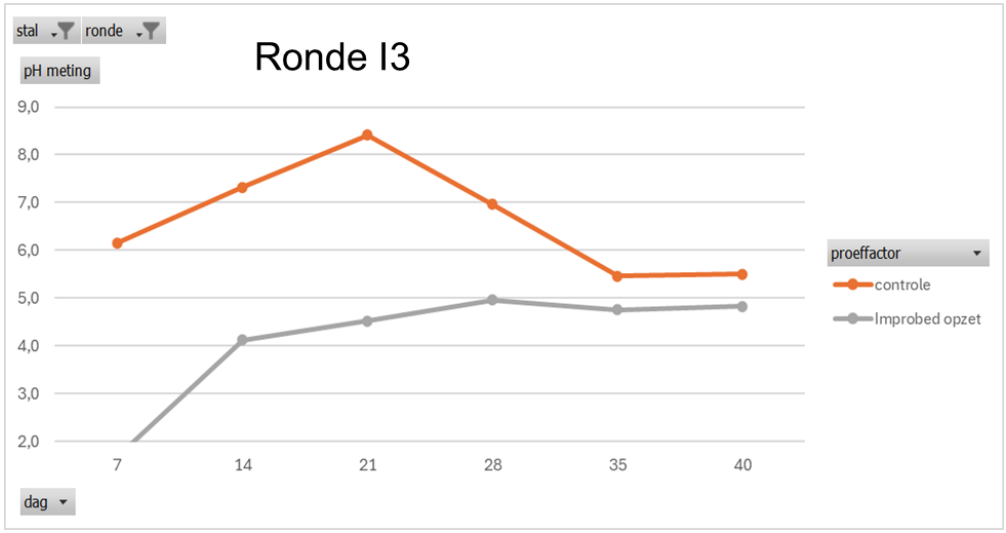
In ronde 1 en 2 zijn de scores voor rulheid en vochtigheid in de ImproBed afdelingen over de hele rondes iets lager, terwijl er geen duidelijk verschil is in drogestofgehalte van de strooisellaag. In ronde 3 was het opvallend dat bij de groepen met ImproBed de strooisellaag al heel vroeg in de ronde dichtsloeg met op dag 14 en 21 een lager drogestofgehalte en lagere scores voor rulheid en vochtigheid van de strooisellaag. Daarna namen de verschillen af. Op dag 34 en dag 39 waren er geen verschillen meer in drogestofgehalte, rulheid en vochtigheid.



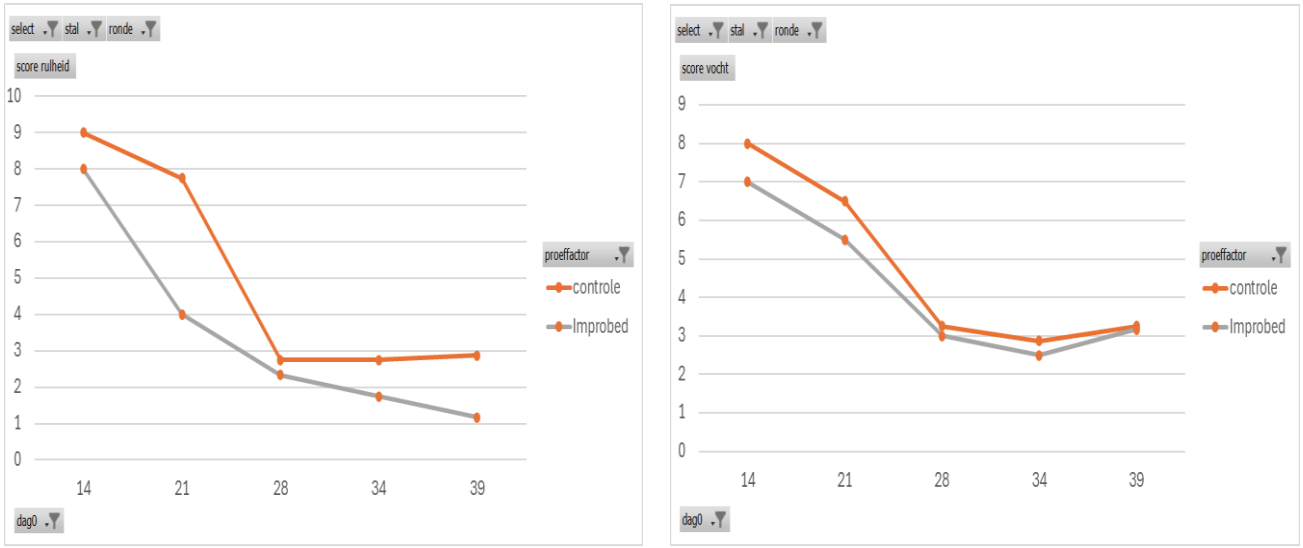
Figuur 16: Verloop van de pH in de strooisellaag tijdens de vleeskuikenronde 1



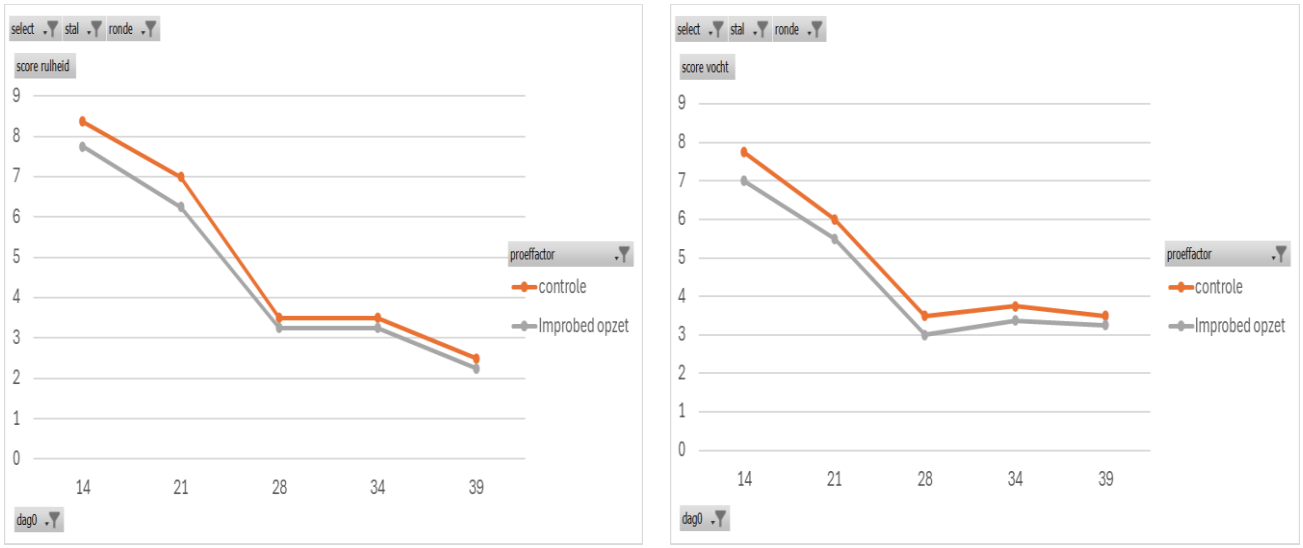
Figuur 17: Verloop van de pH in de strooisellaag tijdens de vleeskuikenronde 2



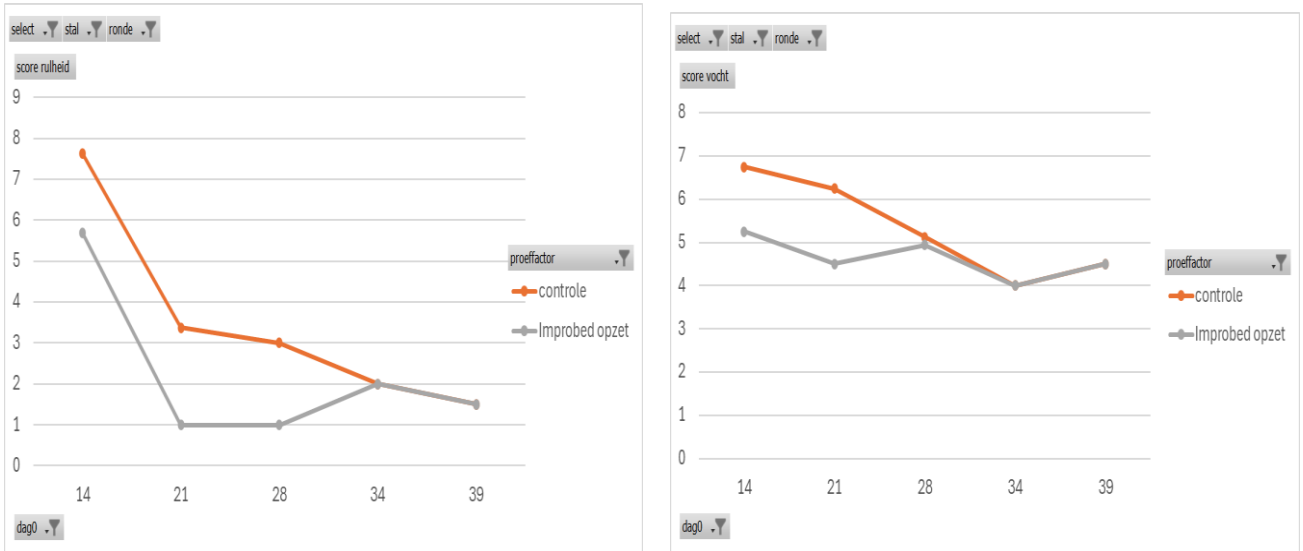
Figuur 18: Verloop van de pH in de strooisellaag tijdens de vleeskuikenronde 3



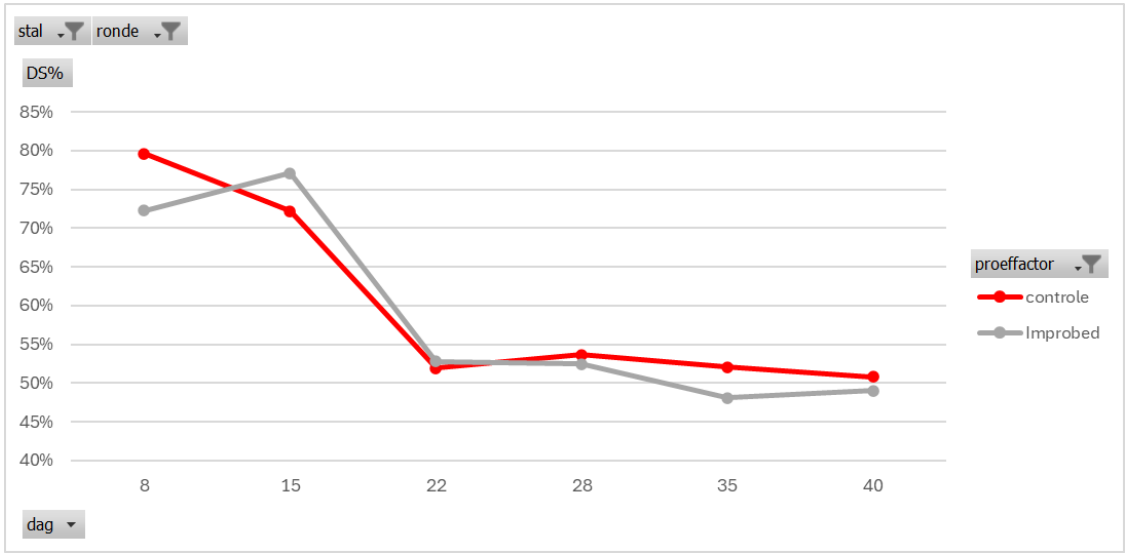
Figuur 19: Visuele beoordeling van rulheid (links) en vochtigheid (rechts) van de strooisellaag in ronde 1



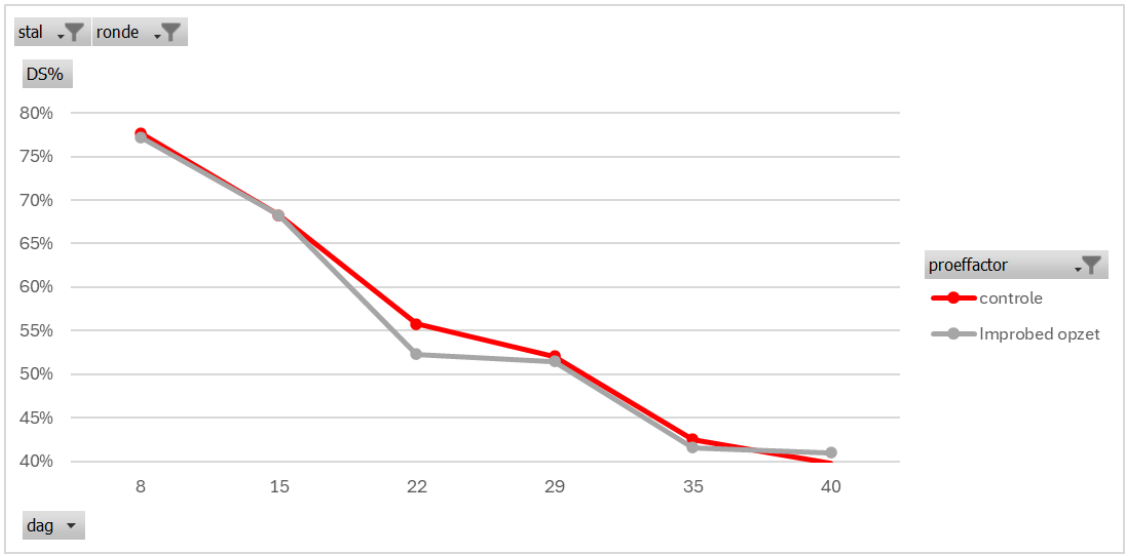
Figuur 20: Visuele beoordeling van rulheid (links) en vochtigheid (rechts) van de strooisellaag in ronde 2



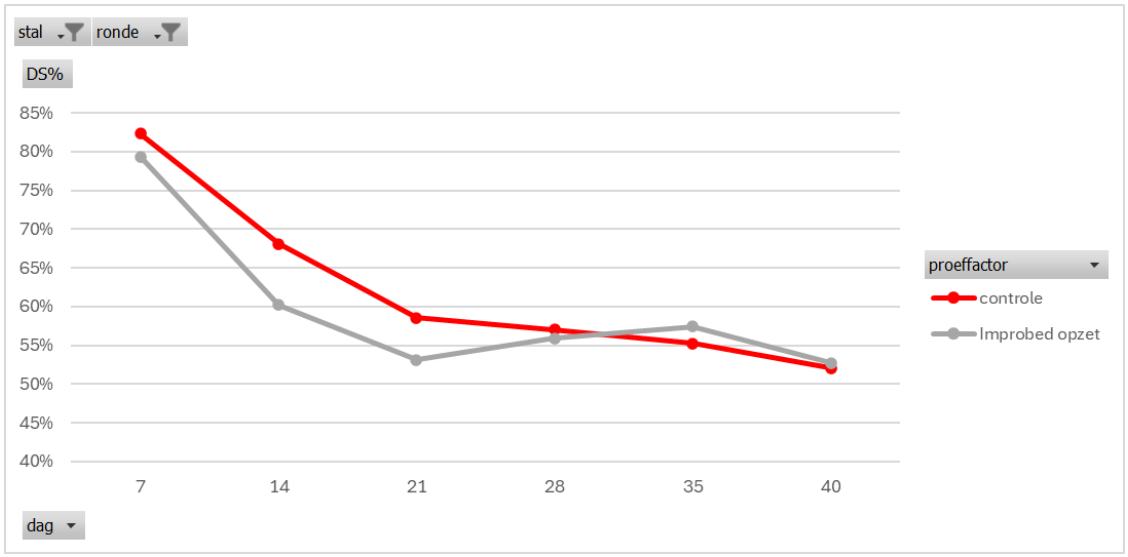
Figuur 21: Visuele beoordeling van rulheid (links) en vochtigheid (rechts) van de strooisellaag in ronde 3



Figuur 22: Verloop van het drogestofgehalte van de strooisellaag in ronde 1



Figuur 23: Verloop van het drogestofgehalte van de strooisellaag in ronde 2



Figuur 24: Verloop van het drogestofgehalte van de strooisellaag in ronde 3

Tabel 12: Verloop van zuurtegraad (pH) en drogestofgehalte van de strooisellaag (%DS) bij het ImproBed strooisel aangezuurd met natriumbisulfaat versus controle

	pH strooisellaag						% DS strooisellaag					
Ronde 1	d8	d15	d22	d28	d35	d40	d8	d15	d22	d28	d35	d40
controle	6,3	7,3	7,4	6,6	6,9	6,1	79,6	72,2	51,9	53,6	52,0	50,8
Improbed d0	2,5	4,6	5,7	5,3	5,5	5,4	73,8	75,6	52,7	53,1	48,4	49,1
Improbed d0 + d26	2,4	4,9	6,2	5,3	5,4	5,6	69,2	80,0	52,9	51,1	47,6	48,7
Ronde 2	d8	d15	d22	d28	d35	d40	d8	d15	d22	d28	d35	d40
controle	6,3	7,2	7,6	6,2	5,7	5,9	77,7	68,3	55,8	52,1	42,5	39,8
Improbed d0	2,7	5,0	5,4	4,9	5,1	5,4	76,9	68,2	55,0	53,7	41,9	41,0
Improbed d0 + d26	2,6	5,1	5,6	5,2	5,3	5,4	77,2	68,3	52,3	51,5	41,6	41,0
Ronde 3	d7	d14	d21	d28	d35	d40	d7	d14	d21	d28	d35	d40
controle	6,2	7,3	8,4	7,0	5,5	5,5	82,3	68,1	58,6	57,0	55,3	52,1
Improbed d0	1,7	4,1	4,5	5,0	4,8	4,8	79,3	60,2	53,1	55,9	57,4	52,7

3.1.4 Beoordeling voetzool en hakken

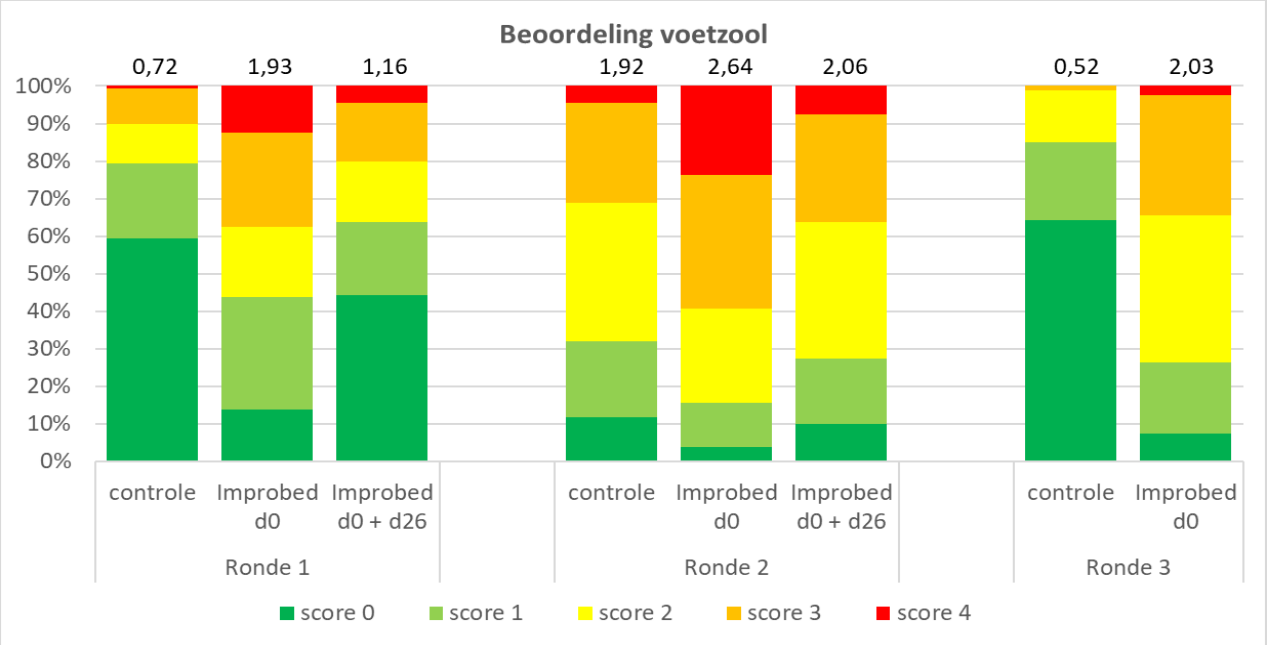
Op dag 39 zijn de voetzolen en hakken van de kuikens beoordeeld (tabel 13, figuur 25 en 26) . Bij groepen waar enkel voor de opzet ImproBed ingestrooid is, zijn in elke ronde de voetzoolscores duidelijk hoger. Bij de groepen waar op dag 26 ImproBed bijgestrooid is, zijn de voetzoolscores beter dan bij de groepen zonder bijstrooien.

Aantasting van de hakken kwam in ronde 1 en ronde 3 ook wat meer voor bij de groepen waar enkel voor de opzet ImproBed ingestrooid is.

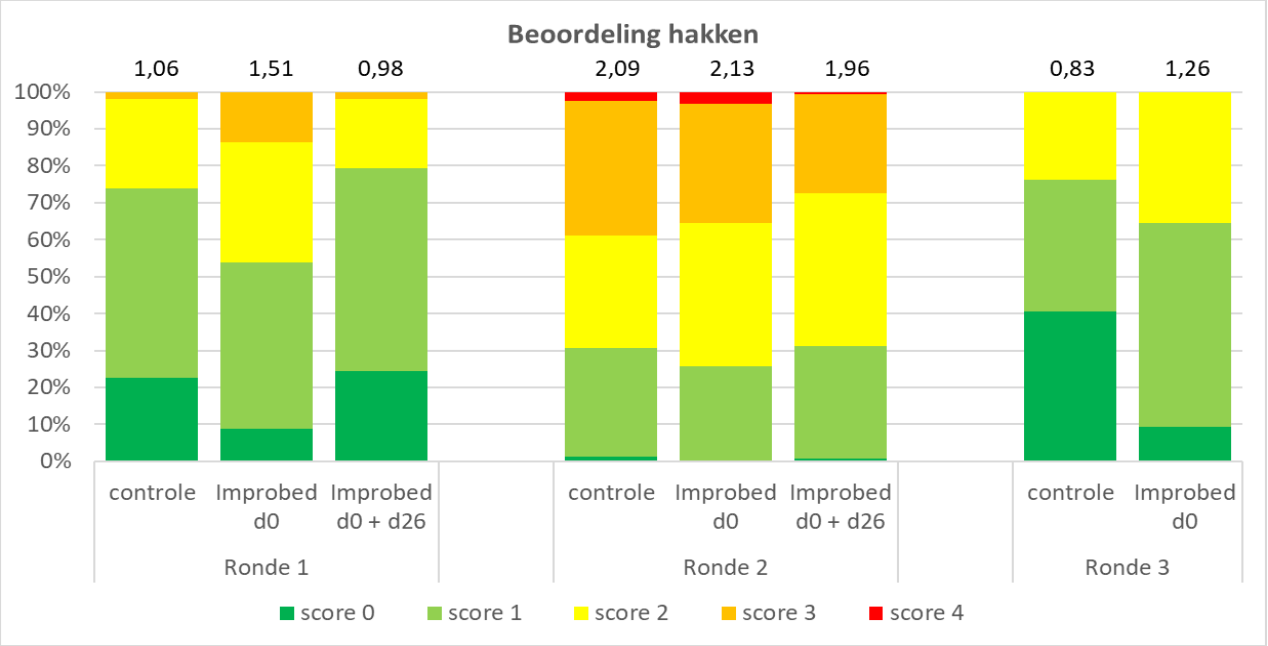
De hogere voetzoolscore kan verklaard worden door de minder goede strooiselkwaliteit tijdens de ronde. Bij het ImproBed strooisel werd tijdens de proefrondes sneller korstvorming waargenomen.

Tabel 13: Effect van strooisel aangezuurd met natriumbisulfaat (ImproBed) op voetzoollaesies en hakirritatie op dag 39 (% kuikens per score en gemiddelde score)

	Beoordeling voetzool						Beoordeling hak					
	score 0	score 1	score 2	score 3	score 4	**gem. score**	score 0	score 1	score 2	score 3	score 4	**gem. score**
Ronde 1												
controle	59,4	20,0	10,6	9,4	0,6	**0,72**	22,5	51,3	24,4	1,9	0,0	**1,06**
Improbed d0	13,8	30,0	18,8	25,0	12,5	**1,93**	8,8	45,0	32,5	13,8	0,0	**1,51**
Improbed d0 + d26	44,4	19,4	16,3	15,6	4,4	**1,16**	24,4	55,0	18,8	1,9	0,0	**0,98**
Ronde 2												
controle	11,9	20,0	36,9	26,9	4,4	**1,92**	1,3	29,4	30,6	36,3	2,5	**2,09**
Improbed d0	3,8	11,9	25,0	35,6	23,8	**2,64**	0,0	25,6	38,8	32,5	3,1	**2,13**
Improbed d0 + d26	10,0	17,5	36,3	28,8	7,5	**2,06**	0,6	30,6	41,3	26,9	0,6	**1,96**
Ronde 3												
controle	64,4	20,6	13,8	1,3	0,0	**0,52**	40,6	35,6	23,8	0,0	0,0	**0,83**
Improbed d0	7,5	18,8	39,4	31,9	2,5	**2,03**	9,4	55,0	35,6	0,0	0,0	**1,26**



Figuur 25: Beoordeling voetzoollaesies op dag 39 (% kuikens per score en gemiddelde score)



Figuur 26: Beoordeling haklaesies op dag 39 (% kuikens per score en gemiddelde score)

3.1.5 Geurmetingen

In ronde 2 zijn enkele indicatieve geurmetingen uitgevoerd om te bepalen of het gebruik van het aangezuurd strooisel ook de geuremissie vermindert. Op 3 dagen (10/02, 14/02 en 20/02/2025) zijn er geurstalen genomen in 1 afdeling met het aangezuurd strooisel en 1 controle-afdeling met stropulver als strooisel. De volledige resultaten van deze metingen zijn opgenomen in het rapport van VITO (contract 22510117).

Bij de metingen werden afwijkende geurconcentraties vastgesteld op meetdag 1. Deze zijn te verklaren door een technisch probleem met de ventilatie in 1 afdeling. Omwille van dit probleem zijn de geurstalen van de eerste meetdag niet representatief en niet weerhouden.

Tijdens de 2 andere meetdagen bedroeg de gemiddelde geurconcentratie (in European Odour Units):

Controle (stropulver): 1,56 ou_E / s / dier

ImproBed strooisel: 1,49 ou_E / s / dier

Op basis van deze 2 meetdagen kan aangenomen worden dat er geen verschil is in geuremissie bij gebruik van ImproBed strooisel.

Deze indicatieve geurmetingen zijn echter te beperkt om effectieve geuremissiecijfers te bepalen. Hiervoor zijn minimum 6 representatieve geurmetingen verspreid over verschillende rondes en verspreid over een volledig jaar nodig.

De metingen laten enkel toe om een eerste indicatie te verkrijgen of het aangezuurd strooisel al dan niet een reducerend effect heeft.

3.2 Discussie

Vleeskuikenstallen instrooien met stropellets waarin 20% natriumbisulfaat ingemengd is (ImproBed ®) resulteert in een sterke reductie van de ammoniakemissie uit de stallen. Het extra bijstrooien met aangezuurd strooisel op dag 26 gaf geen bijkomende reductie (emissiereductie van 75,9% met bijstrooien versus 86,2% zonder bijstrooien). Het bijstrooien rond dag 26 gaf een tijdelijke verbetering van de strooiselkwaliteit waardoor de NH_3-emissie toenam.

Ook in eerder onderzoek in Duitsland werden hoge reducties in NH_3-emissie waargenomen:

- bij emissiemetingen op 2 praktijkbedrijven gedurende 3 rondes in een case-control setting daalde de NH_3-emissie met 58,2% (7,9 gram per dierplaats per jaar bij ImproBed strooisel versus 18,6 gram per dierplaats per jaar bij controlegroep (DLG test report 7449 (2024)). In dit onderzoek was de NH_3-emissie bij de controlegroep ook beduidend lager dan de referentiewaarde van 43,7 gram per dierplaats per jaar.
- bij metingen op 4 praktijkbedrijven gedurende 3 rondes verspreid over verschillende seizoenen was de gemiddelde NH_3-emissie over de 4 bedrijven 10,2 gram per dierplaats per jaar. Dit komt op een reductie van 76,7% ten opzichte van het referentiecijfer van 43,7 gram per dierplaats per jaar (LUFA Nord-West, 2024)

In de proefrondes op het Proefbedrijf werd een minder goede strooiselkwaliteit waargenomen in het eerste deel van de ronde bij het gebruik van het ImproBed strooisel. Dit resulteerde in meer voetzoolaantasting. Uit eerder onderzoek is bekend dat voetzoollaesies al vroeg in de ronde kunnen ontstaan. Een minder goede strooiselkwaliteit in het eerste deel van de ronde heeft daarbij een grotere impact op de frequentie en ernst van voetzoollaesies dan een mindere strooiselkwaliteit op het einde van de ronde.

Aan de universiteit van Osnabruck (Toppel K., 2019) is het toevoegen van natriumbisulfaat aan het strooisel uitgebreid onderzocht. In dit onderzoek was de uitval wat hoger bij de groep met aangezuurd strooisel, er was geen verschil in eindgewicht, voederconversie en het voorkomen van hakirritaties. Het aandeel voetzoollaesies was wel duidelijk lager bij het aangezuurd strooisel, in tegenstelling tot de waarnemingen tijdens de proefrondes op het Proefbedrijf.

In het Duitse onderzoek was het drogestofgehalte van de strooisellaag duidelijk hoger dan tijdens de proefrondes op het Proefbedrijf Pluimveehouderij. Op het einde van de ronde was het drogestofgehalte van de strooisellaag nog ca. 59% in de buurt van de drinklijnen, ca.74% nabij de voederlijnen en ca. 64% in de zone niet beïnvloed door de aanwezigheid van

voeder- of drinklijnen. Tijdens de proefrondes op het Proefbedrijf Pluimveehouderij daalde het drogestofgehalte van de strooisellaag vanaf de 2e week duidelijk sneller dan in het onderzoek in Duitsland. Op dag 15 was het drogestofgehalte (gemiddeld over de 3 proefrondes) 68% en op dag 40 was dit ongeveer 50%. Bij het onderzoek van Toppel (2019) was dit nog resp. 72% op dag 15 en 65% op dag 36.

De snelle daling van het drogestofgehalte van het strooisel was het meest uitgesproken in ronde 3. Als mogelijke verklaringen voor het sneller achteruitgaan van de strooiselkwaliteit in ronde 3 kan gewezen worden op de korte leegstandsperiode voor deze ronde (waarbij de stal mogelijks minder goed opgedroogd was voor het instrooien) en een niet-optimale afstelling van het drinksysteem in het begin van de ronde.

In deze ronde was de relatieve vochtigheid tijdens de eerste week ook duidelijk hoger dan de richtwaarden die de leverancier van het strooisel vooropstelt. Het strooisel aangezuurd met natriumbisulfaat heeft de eigenschap dat het makkelijk vocht opneemt uit de omgeving. Het is daarom aangewezen om pas in te strooien als de stal goed opgedroogd is. Tijdens het instrooien en de eerste dagen erna is het belangrijk om voldoende te ventileren enerzijds omwille van de zure geur van het strooisel, anderzijds om vocht af te voeren en het sneller dichtslaan van de strooisellaag te vermijden.

In de gebruiksaanbevelingen wijst de leverancier van het aangezuurde strooisel op het belang om bij het gebruik van dit strooisel het stalmanagement te optimaliseren en men adviseert om de relatieve vochtigheid in de stal rond of onder de vooropgestelde richtwaarden te houden (zie thematische fiche in bijlage).

Het aangezuurd strooisel is duurder dan een gangbaar strooiselmateriaal. Deze meerkost is te verklaren door enerzijds de kost voor het toegevoegde zuur en anderzijds de extra behandelingen (malen, zuur toevoegen, pelletteren, kwaliteitscontrole) tijdens het productieproces van het strooisel. In de totale kostprijs om 1 kg pluimveevlees te produceren is deze meerkost echter heel beperkt (minder dan 0,5%). In de stal zelf is geen extra arbeid nodig voor het instrooien van de stallen. Dit aangezuurd strooisel biedt de mogelijkheid om zonder grote investeringen in stalsystemen of nageschakelde technieken een heel grote reductie in NH_3-emissie te realiseren.

Mogelijke effecten van het zure strooisel op de stalinrichting en betonvloer zijn op basis van enkele proefrondes nog niet te beoordelen, hiervoor is een opvolging op langere termijn nodig.

4. Conclusies

4.1 Conclusies

Het aangezuurd strooisel biedt de mogelijkheid om zonder grote investeringen in stalsystemen of nageschakelde technieken een heel grote reductie in NH_3-emissie te realiseren. Het instrooien met stropellets waarin 20% natriumbisulfaat ingemengd is (ImproBed ®) verlaagde de NH_3-emissie met 86,2%. Extra bijstrooien tijdens de ronde gaf geen bijkomende reductie. Het aanzuren van het strooisel had geen effect op diergezondheid, technisch resultaat en geuremissie.

De strooiselkwaliteit was in deze proef bij het aangezuurd strooisel minder goed, wat resulteerde in meer voetzoollaesies. In eerdere studies in Duitsland werd echter geen effect op voetzoollaesies waargenomen.

Na het instrooien moet extra geventileerd (10-tal minuten aan hoog debiet) worden omwille van de zure geur van het strooisel. Ook de eerste dagen na de opzet is het belangrijk om voldoende te ventileren niet alleen omwille van de geur, maar ook om voldoende vocht af te voeren en het sneller dichtslaan van de strooisellaag te vermijden.

Optimalisatie van de klimaatregeling en het stalmanagement is nodig om deze effecten te voorkomen. In de gebruiksaanbevelingen wordt geadviseerd om de relatieve vochtigheid in de stal rond of onder de vooropgestelde richtwaarden te houden.

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.*

DLG Test Report 7449 (2024) ImproBed ®: Ammonia emission reduction

LUFA Nord-West (2024); Messbericht über die wissenschaftliche Untersuchung zur Herleitung eines Emissionsfaktors gemäß Anhang 11 der TA Luft für das Produkt ImproBed®-Pellets der Grillo-Werke AG, Projekt-Nr.: 20221220-1735_Vers.3

Toppel K., Kaufmann F., Schön H., Gauly M., Andersson R. (2019): Effect of pH-lowering litter amendment on animal-based welfare indicators and litter quality in a European commercial broiler husbandry, Poultry Science 98:1181–1189 DOI: http://dx.doi.org/10.3382/ps/pey489

Toppel, K. (2020): Indicator-based flock management in broilers and turkeys – mortality, foot pad health and environmental factors. Dissertation. University of Göttingen.

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.

6. Bijlage thematische fiche

STROOISEL AANGEZUURD MET NATRIUMBISULFAAT - ImproBed®

Maatregel voor emissiereductie in de vleeskuikenstal

ImproBed® bestaat uit gemalen tarwestro met toevoeging van Grillo natriumbisulfaat 20% dat wordt gepelleteerd.

Hoe werkt het?

- **Urinezuur** uitgescheiden door de kippen wordt in het strooisel omgezet in ammoniak. De **zuurtegraad** (pH) van het strooisel beïnvloedt dit proces.
- **Natriumbisulfaat** is een zout dat oplost bij contact met vocht, verlaagt de pH van het strooisel en **bindt de ammoniak** in het strooisel als ammoniumsulfaat.
- De lage pH remt de microbiële activiteit, waardoor de **omzetting** van urinezuur **naar ammoniak beperkt** wordt.





Emissiereductie

87%

minder ammoniak

t.o.v. tarwestropellets zonder toevoeging van natriumbisulfaat.



Voordelen

- Eenvoudige maatregel met **grote ammoniakreductie.**
- **Geen extra arbeid**: het additief zit al in het strooisel gemengd.
- **Veilig** voor mens en dier.
- Geen negatieve impact op technische resultaten
- **Geen investeringen nodig** en toepasbaar in bestaande stallen
- **Beperkte meerkost** per kilogram geproduceerd pluimveevlees

Aandachtspunten

- ImproBed® neemt gemakkelijk vocht op en heeft een **zure geur**. Zorg voor een **droge stal en ventileer** voldoende na het instrooien.
- **Volg het stalklimaat en de relatieve vochtigheid goed op en hou de relatieve vochtigheid in de hand.** Zo behoud je een goede strooiselkwaliteit en voorkom je voetzoolproblemen.

Feedback van een gebruiker: "Na het instrooien en rondom de opzet is het nodig om extra te ventileren omwille van de geur. Tijdens de ronde is er minder ammoniak in de stal, wat zorgt voor een aangenamer stalklimaat."

STROOISEL AANGEZUURD MET NATRIUMBISULFAAT - ImproBed®

Maatregel voor emissiereductie in de vleeskuikenstal

Toepassing

Voor het instrooien
Zorg dat de stal volledig droog en opgewarmd is.

Tijdens het instrooien
Strooi 1,5 kg/m² en draag een FFP2-mondmasker.

Na het instrooien
Ventileer 10 tot 15 minuten volop. Wacht daarna enkele uren vooraleer verder te werken en reinig het gebruikte materiaal.

Voor aankomst van de kuikens
Ventileer de stal circa 10 minuten volop.

Tijdens de ronde
Optimaliseer het stalklimaat en volg de relatieve vochtigheid op.

Aanbevolen relatieve vochtigheid in de stal

bij gebruik van ImproBed®:

- **dag 1-7**: 55%
- **dag 8-14**: 58%
- **dag 15-21**: 60%
- **dag 22-28**: 65%
- **dag 29**: 70%



Ontdek meer beloftevolle technieken



Vragen?

Op de RAMBO-projectsite lees je meer over onderzoek naar andere haalbare reductiemaatregelen.

Het RAMBO-project test en evalueert bestaande maatregelen die de ammoniakuitstoot van varkens- en pluimveebedrijven verminderen.

Vragen? Interesse in deze techniek? Neem contact op met het Proefbedrijf Pluimveehouderij via provincieantwerpen.be/proefbedrijfpluimveehouderij
Je kan ook steeds terecht bij de RAMBO-projectpartners: https://interregvlaned.eu/rambo/contact

Interreg Vlaanderen-Nederland

Gefinancierd door de Europese Unie

RAMBO

V.U. Ine Kempen - Proefbedrijf Pluimveehouderij vzw - Poiel 77 - 2440 Geel

In samenwerking met / met steun van:

