



Geurreductie bij vleeskuikens

Indicatief onderzoek naar de effecten van voersamenstelling en strooiselmanagement op de geuremissie bij vleeskuikens

H. Ellen, J. van Harn, J. Mosquera, N. Ogink



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Geurreductie bij vleeskuikens

Indicatief onderzoek naar de effecten van voersamenstelling en strooiselmanagement op de geuremissie bij vleeskuikens

H. Ellen, J. van Harn, J. Mosquera, N. Ogink

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Livestock Research, in opdracht van en mede gefinancierd door PLUIMNED, de overkoepelende brancheorganisatie in de vleespluimveesector.

Wageningen Livestock Research
Wageningen, oktober 2017

Rapport 1030

Ellen, H., J. van Harn, J. Mosquera en N. Ogink. 2017. *Geurreductie bij vleeskuikens; Indicatief onderzoek naar effect voersamenstelling en strooiselmanagement*. Wageningen Livestock Research, Rapport 1030.

Samenvatting NL

Door aanpassingen in het voer en door strooiselmanagement is getracht de emissie van geur bij vleeskuikens te verlagen. Het aangepaste voer gaf aan het eind van de groeiperiode een lagere geuremissie, maar ook een veel hogere ammoniakemissie. Het aanbrengen van extra strooisel (bijstrooien) of het volledig vervangen van het strooisel had geen effect op de emissies van geur of ammoniak.

Dit rapport is gratis te downloaden op <https://doi.org/10.18174/420300> of op www.wur.nl/livestock-research (onder Wageningen Livestock Research publicaties).

© 2017 Wageningen Livestock Research

Postbus 338, 6700 AH Wageningen, T 0317 48 39 53, E info.livestockresearch@wur.nl, www.wur.nl/livestock-research. Wageningen Livestock Research is onderdeel van Wageningen University & Research.

Wageningen Livestock Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van de uitgever of auteur.



De certificering volgens ISO 9001 door DNV onderstreept ons kwaliteitsniveau. Op als onze onderzoeksopdrachten zijn de Algemene Voorwaarden van de Animal Sciences Group van toepassing. Deze zijn gedeponereerd bij de Arrondissementsrechtbank Zwolle.

Wageningen Livestock Research Rapport 1030

Inhoud

	Woord vooraf	5
	Samenvatting	7
1	Inleiding	9
2	Materiaal en methoden	10
	2.1 Algemeen	10
	2.2 Materiaal	10
	2.2.1 Accommodatie	10
	2.2.2 Diermateriaal	11
	2.2.3 Proefbehandelingen	11
	2.2.4 Verlichting	13
	2.2.5 Klimaat	13
	2.2.6 Entingen	13
	2.3 Methoden	13
	2.3.1 Waarnemingen	13
	2.3.2 Berekeningen en statistische analyse	16
3	Resultaten	18
	3.1 Algemeen	18
	3.2 Voeranalyses	18
	3.3 Strooiselkenmerken	19
	3.3.1 Analyses	19
	3.3.2 Visuele beoordeling	22
	3.4 Geuremissie	23
	3.5 Ammoniakemissie	25
	3.6 Productieresultaten	27
	3.7 Voetzoollaesies	27
	3.8 Klimaat	29
4	Discussie	30
5	Conclusies en aanbeveling	32
	Literatuur	33
	Bijlage 1 Overzicht verdeling proefbehandelingen over hokken	34
	Bijlage 2 Toelichting werkingsprincipe FTIR	35
	Bijlage 3 Grondstoffensamenstelling en berekende gehalten voeders	36
	Bijlage 4 Technische resultaten per voerfase en totale groeiperiode	37

Woord vooraf

De emissie van geur is een van de aspecten van het huisvesten van vleeskuikens. Deze emissie van geur kan overlast veroorzaken. Reden voor de sector om onderzoek te initiëren om de emissie van geur te reduceren. In dit project werd het effect van voersamenstelling en strooiselmanagement (bijstrooien van of het volledig vervangen van het strooisel) op de geuremissie onderzocht. De opzet van het onderzoek is in nauw overleg met vertegenwoordigers van de sector tot stand gekomen. We willen hen bedanken voor hun constructieve bijdrage hierin. Voor de invulling ten aanzien van de voersamenstelling willen we Jan Jonkers (nutritionist van Coppens Diervoeding) hartelijk bedanken voor zijn bijdrage.

Het onderzoek heeft een belangrijke bijdrage geleverd aan de inzichten in het ontstaan van emissies tijdens de groeiperiode van vleeskuikens. Hiervan zal bij toekomstig onderzoek dankbaar gebruik worden gemaakt.

Hilko Ellen
Projectleider

Samenvatting

Bedrijven in Nederland moeten voldoen aan de eisen van de geurwetgeving. Desondanks kan het voorkomen dat omwonenden geurhinder ervaren van vleeskuikenbedrijven. De pluimveesector streeft naar een emissiearme houderij die past binnen maatschappelijke kaders (zoals aangegeven in 'Koers voor een vitale pluimveehouderij in 2015'). Daarom heeft de sector samen met Wageningen Livestock Research een eerste indicatief onderzoek opgezet.

Het onderzoek was gericht op twee factoren die een rol spelen bij het ontstaan van geur in een vleeskuikenstal; de voersamenstelling en het strooisel. Er is een verschil in voersamenstelling aangebracht (via gerichte grondstoffenkeuze en het gebruik van additieven) met als doel het drogestofgehalte van de mest te beïnvloeden. Drogere mest zou kunnen leiden tot minder geurvorming. Daarnaast is strooiselmanagement toegepast door het één of twee keer aanbrengen (bijstrooien) van een extra laag strooisel (op 17 en/of 23 dagen leeftijd), of al het strooisel te vervangen door nieuw (op 23 dagen leeftijd).

Het onderzoek is uitgevoerd in een mechanisch geventileerde afdeling van onderzoekfaciliteit Carus van Wageningen University & Research met in totaal 16 grondhokken van 2,7 m². Per hok zijn 40 haankuikens (Ross 308) geplaatst. De kuikens kregen gedurende de gehele groeiperiode van 37 dagen onbeperkt voer en water. Tijdens de groeiperiode zijn regelmatig metingen gedaan aan de luchtsamenstelling, is het strooisel bemonsterd en beoordeeld en zijn tijdens de laatste twee weken geurbepalingen gedaan via de zogenaamde olfactometrische methode. Voor de bepalingen aan de luchtsamenstelling en het nemen van de luchtmonsters voor het geurlab is gebruik gemaakt van een dynamische box. Hierbij wordt een afgesloten box op het strooisel geplaatst en buitenlucht door de box gezogen met een zo constant mogelijk debiet. Tevens werd in de uitgaande luchtstroom uit de box de ammoniakconcentratie gemeten, zodat ook het effect van de behandelingen op de ammoniakemissie kon worden vastgesteld. Naast de geur- en ammoniakemissiemetingen werden de technische resultaten, de visuele strooiselkwaliteit en het voorkomen en ernst van voetzoollaesies bepaald.

Analyse van de meetresultaten laat zien dat er ten aanzien van de voersamenstelling een verschil in geuremissie optreedt bij de laatste meetdag. Ten opzichte van voer met een hoge verwachte geuremissie gaf het voer gericht op een lagere geuremissie een tendens naar een lagere geuremissie. Dit in tegenstelling tot de ammoniakemissie. Het geuremissiearme voer gaf over bijna de hele groeiperiode hogere emissies van ammoniak. Het verschil in de emissies is voor een deel ook terug te vinden in de analyseresultaten van mest/strooisel; tijdens de 2^e helft van de groeiperiode zijn zowel pH als het gehalte aan ammonium-N hoger bij het geuremissiearme voer. Het drogestofgehalte is alleen bij de laatste meetdag significant hoger voor het geuremissiearme voer.

Het één of twee keer aanbrengen van een extra laag strooisel of het halverwege de groeiperiode volledig vervangen van het strooisel had geen effect op het verloop van de geur- of ammoniakemissie en ook niet op de visuele strooiselkwaliteit.

Het is mogelijk dat het relatief lage drogestofgehalte van strooisel/mest (gemiddeld over de groeiperiode ca. 45%) voor een deel het positieve effect van het geuremissiearme voer heeft tegengewerkt. Ondanks het lage drogestofgehalte gaf dit voer echter wel veel lagere scores ten aanzien van de voetzoollaesies. Ook waren de technische resultaten bij dit voer beter.

Het principe van het meten van emissies met de dynamische meetbox kan goed worden toegepast voor vergelijkende studies. De berekende emissies voor zowel geur al ammoniak liggen in dezelfde orde als emissies zoals gemeten aan praktijkstallen

Het lijkt mogelijk om via het voer, door een grondstoffen- en additievenkeuze gericht op een betere eiwitvertering en drogere mest, de geuremissie te reduceren. De geuremissie aan het eind van de ronde was een derde lager.

Daarentegen was de ammoniakemissie van het geuremissiearme voer aanzienlijk hoger

(meer dan een factor 3) dan die van het controlevoer. Deze negatieve koppeling vraagt de aandacht bij de eventuele verdere ontwikkeling van geuremissiearm voer voor vleeskuikens.

Het één of twee keer aanbrengen van een extra strooisellaag of het volledig vervangen van het strooisel op 23 dagen had geen effect op de geur- en ammoniakemissie.

1 Inleiding

Geur is een belangrijke factor als het gaat om klachten van omwonenden van vleeskuikenbedrijven. Ondanks dat bedrijven voldoen aan de in wet- en regelgeving gestelde eisen, kan er toch sprake zijn van overlast. Dit kan diverse oorzaken hebben, zoals bijvoorbeeld:

- De modelberekeningen gaan uit van een constante emissie van geur, terwijl bij vleeskuikens er een toename van de opbouw aanwezig is in samenhang met de groeiperiode.
- Er zijn verschillen in uitstoot tussen bedrijven met hetzelfde huisvestingssysteem als gevolg van management, voersamenstelling e.d.
- Door veranderingen in de houderij (voer, groei, bezetting) zijn de emissiefactoren veranderd.
- De omrekening van geurbelastingswaarden naar de mate van hinder is voor pluimvee (en met name vleeskuikens) mogelijk anders dan tot nu toe aangenomen (Geelen et al., 2015).
- De horizontale uitstroom van stallucht uit vleeskuikenstallen wordt niet goed door verspreidingsmodellen beschreven.
- Onbekendheid met de specifieke geur als gevolg van bedrijfsverplaatsing.

Waarschijnlijk is het de samenhang van de genoemde factoren de oorzaak van de overlast. Duidelijk is in ieder geval dat, om hinder zo veel mogelijk te voorkomen, het reduceren van de geuremissie vanuit stallen een belangrijke factor is. Dit wordt ook door de sector aangegeven, verwoord in de visie 'Koers voor een vitale pluimveehouderij in 2015'. Hierin is aangegeven te streven naar een emissiearme pluimveehouderij.

Geur uit een vleeskuikenstal ontstaat uit de diverse processen die vooral plaatsvinden in het strooisel (of mest) in de stal. Er komen daarbij diverse stoffen vrij en de specifieke geur van vleeskuikens is tot op heden niet te herleiden naar één of enkele stoffen. Een (mogelijk) belangrijke bron voor de vorming van de geurcomponenten is de samenstelling van het voer. Daarnaast speelt het gebruikte strooiselmateriaal mogelijk een rol. Tot dusver is echter nooit onderzocht of en in welke mate wijzigingen in voersamenstelling en strooiselmanagement tot minder geuruitstoot leiden.

Het onderzoek beschreven in dit rapport heeft als doelstelling na te gaan wat het effect is van voersamenstelling en strooiselmanagement op de emissie van geur uit vleeskuikenstallen. Het betreft hier een oriënterend onderzoek in een experimentele diereenheid. Er zijn ook andere mogelijkheden zoals behandeling van binnenkomende of uitgaande lucht, maar de inschatting is dat de technieken hiervoor (nog) te kostbaar zijn. Deze zijn daarom niet in dit onderzoek betrokken.

2 Materiaal en methoden

2.1 Algemeen

Het onderzoek is gericht op het beïnvloeden van de geuremissie via strooiselmanagement en voer. Het eerste aspect is onder te verdelen in de keuze van het strooiselmateriaal en het bewerken of (regelmatig) verwijderen van het strooisel. Dit onderzoek richt zich uitsluitend op het effect van strooisel bijstrooien en/of het volledig vervangen van het strooisel op 2/3 van de productieperiode, met de kanttekening dat dit bij eventuele doorvoering in de praktijk wel verdere techniekontwikkeling vereist om in bestaande vleeskuikenstallen in te kunnen zetten. Effect van strooiselmateriaal is niet onderzocht omdat hier weinig tot geen resultaat van wordt verwacht. Het strooisel maakt in de laatste weken van de groeiperiode immers maar een beperkt deel meer uit van het totale pakket aan mest en strooisel samen.

De werkhypothese met betrekking tot strooiseltoevoeging is dat extra schoon strooiselmateriaal over de bestaande strooisel-mestlaag leidt tot een drogere bovenlaag aan het eind van de ronde waardoor het geurvormingsproces meer aeroob verloopt en wordt geremd. Met betrekking tot strooiselverwijdering is de hypothese dat verwijdering van mest halverwege de ronde en toevoegen van nieuw strooisel de bronsterkte verlaagt omdat er minder mest aanwezig is gedurende het resterende deel van de ronde.

Vanuit de grondstofkeuze (incl. additieven) voor voeders is de hypothese dat een effect wordt verwacht via een verhoging van het drogestofgehalte van de mest via een betere verteerbaarheid van het voer. De verteerbaarheid is beïnvloed via twee methoden. De eerste methode is de verbetering van de verteerbaarheid van eiwit. Bij een minder goede verteerbaarheid is er meer kans op natte mest. Deze mest kan leiden tot meer bacterieel leven in het strooisel, meer anaerobe geurprocessen en daarmee ook tot meer geurvorming. De tweede methode is het gebruik van additieven die een positief effect hebben op de mestconsistentie (NSP-enzym, kleimineraal, zuren, anticoccidiostatica, en/of het uitsluiten van grondstoffen die een mogelijk risico hebben op de vertering (bijv. gerst).

2.2 Materiaal

2.2.1 Accommodatie

Het onderzoek is uitgevoerd in één afdeling van onderzoeksfaciliteit Carus van Wageningen University & Research. In deze afdeling zijn twee rijen met elk acht grondhokken van 1,8 x 1,5 m (totale oppervlakte 2,7 m²) geplaatst. De afdeling wordt mechanisch geventileerd op basis van temperatuur. De lucht komt binnen via een opening in de vloer langs de zijwanden en afgezogen in het vlakke plafond. De aanwezige roostervloer was tijdens het onderzoek afgedekt met rubbermatten. In ieder grondhok was een voerpan en een drinknippellijn (5 nippels met lekbakje) aanwezig.



Figuur 2.1 Overzicht van de onderzoeksafdeling in Carus.

2.2.2 Diermateriaal

Voor het onderzoek zijn in totaal 640 Ross 308 haankuikens geplaatst. De kuikens zijn verdeeld over 16 grondhokken (40 dieren per hok), waarbij het gewicht per hok gelijk is gehouden. De kuikens zijn afgeleverd op een leeftijd van 37 dagen.

2.2.3 Proefbehandelingen

Het onderzoek richtte zich op twee aspecten:

- Strooiselmanagement; hierbij is één (dag 17) of twee keer (dag 17 en 23) een extra hoeveelheid strooisel aangebracht (bijgestrooid) of is alle strooiselmest vervangen door nieuw strooisel (dag 23);
- Voersamenstelling; via gerichte grondstofkeuze en het gebruik van bepaalde additieven is getracht het drogestofgehalte van de mest positief te beïnvloeden. Er is gewerkt met twee voerprogramma's: een voerprogramma met een beoogde lage(re) geuremissie (GEa-voer) en één met een beoogde/verwachte hoge(re) geuremissie (GEh-voer). Het verschil in samenstelling van voer GEa ten opzichte van het GEh-voer was:
 - zetmeel als energieleverancier i.p.v. vet. Minder (toegevoegd) vet;
 - geen gerst (gerst bevat een hoog gehalte aan Niet-Zetmeel Polysacchariden (NSP's), wat kan leiden tot natte en kleverige mest);
 - geen raapzaadschroot (lagere eiwitverteerbaarheid);
 - gebruik van een kleimineraal;
 - gebruik van goed verteerbare eiwitbronnen (bijv. aardappeleiwit, sojaconcentraat) en bijvoorbeeld geen raapzaadschroot gebruiken;
 - gerichte keuze coccidiostatica Maxiban i.p.v. Clinacox;
 - gebruik van organische zuren;
 - gebruik van een NSP-enzym.

Bovenstaande verschillen in grondstofkeuze hebben tot gevolg dat er verschillen ontstaan in de gehalten van ruw vet (lager bij voer GEa), ruwe celstof (lager bij voer GEa) en zetmeel (hoger bij voer GEa). Door deze verschillen is er bij voer GEa meer kans op drogere mest en daarmee mogelijk minder geurvorming. Binnen een voerfase waren de voeders iso-calorisch en hadden eenzelfde eiwit- en verteerbaar aminozuren gehalte. De berekende gehalten van de twee voeders op basis van samenstelling grondstoffen zijn weergegeven in Tabel 1. In Bijlage 3 is de samenstelling opgenomen van de toegepaste voeders.

De kuikens ontvingen een 3 fasenvoer. De startvoerders werden verstrekt van 0 – 10 dagen, de groeivoeders van 10 – 28 dagen en de afmestvoerders van 28 – 37 dagen leeftijd. Voer en water werden gedurende de gehele productieperiode onbeperkt verstrekt.

Tabel 1 Berekende gehalten proefvoerders.

		Hoge geuremissie voer (GEh)			Geuremissiearme voer (GEa)		
		Start	Groei	Afmest	Start	Groei	Afmest
Droge stof	g/kg	884	884	885	883	882	881
Ruw eiwit	g/kg	218	197	193	218	197	192
Ruw vet (HCL)	g/kg	78	93	100	47	58	59
As	g/kg	63	54	49	67	57	53
Ruwe celstof	g/kg	30	32	34	24	23	24
Zetmeel	g/kg	347	365	362	394	415	420
Calcium	g/kg	9,5	7,5	6,5	9,5	7,5	6,5
Fosfor	g/kg	7,2	6,1	5,7	7,0	5,8	5,4

Elke proefbehandeling (combinatie van strooiselbehandeling en voer) kwam twee keer voor. De proefbehandelingen zijn at random toegewezen aan de beschikbare hokken. In Tabel 2 zijn de proefbehandelingen en de verdeling ervan over de hokken weergegeven. In bijlage 1 is de verdeling van de proefbehandelingen weergegeven op basis van de plattegrond van de afdeling.

Tabel 2 Overzicht proefbehandelingen en verdeling over de hokken.

Groep	Behandeling Strooiselmanagement	Voer ¹⁾	Hoknummers
1	Geen (controle). Er is een normale hoeveelheid strooisel aangebracht (3 kg/hok ²⁾).	GEh	5 en 9
2	Geen (controle). Er is een normale hoeveelheid strooisel aangebracht (3 kg/hok).	GEa	2 en 14
3	Op ca. 2,5 weken leeftijd is eenzelfde hoeveelheid strooisel (3 kg/hok) aangebracht over de al aanwezige laag strooisel en mest.	GEh	1 en 13
4	Op ca. 2,5 weken leeftijd is eenzelfde hoeveelheid strooisel (3 kg/hok) aangebracht over de al aanwezige laag strooisel en mest.	GEa	6 en 15
5	Op ca. 2,5 weken en ca 3,5 weken leeftijd is eenzelfde hoeveelheid strooisel (3 kg/hok) aangebracht over de al aanwezige laag strooisel en mest.	GEh	3 en 12
6	Op ca. 2,5 weken en ca 3,5 weken leeftijd is eenzelfde hoeveelheid strooisel (3 kg/hok) aangebracht over de al aanwezige laag strooisel en mest.	GEa	8 en 10
7	Op ca 3,5 weken leeftijd is alle aanwezig strooisel en mest verwijderd en een nieuwe laag (3 kg/hok) aangebracht.	GEh	7 en 11
8	Op ca 3,5 weken leeftijd is alle aanwezig strooisel en mest verwijderd en een nieuwe laag (3 kg/hok) aangebracht.	GEa	4 en 16

1) GEh = hoge geuremissie voer, GEa = geuremissiearm voer

2) Komt overeen met 1,1 kg/m².

2.2.4 Verlichting

De eerste twee dagen kregen de kuikens continu licht. Daarna is een dag/nachtschema toegepast van 18 uur licht en 6 uur donker (18L:6D). De lichtsterkte was de gehele onderzoeksperiode minimaal 20 lux.

2.2.5 Klimaat

Het temperatuurschema van het Klimaatplatform Pluimveehouderij is gevolgd, waarbij op de dag van opzet de temperatuur was ingesteld op 34 °C. Deze temperatuur is afgebouwd naar 20 graden op 35 dagen leeftijd (zie Tabel 3). Om te zorgen voor voldoende hoge luchtvochtigheid, zijn in de eerste twee weken van de onderzoeksperiode luchtbevochtigers ingezet.

Tabel 3 Ingestelde temperaturen.

Leeftijd (dgn.)	Gewenste temperatuur (°C)
0	34
7	30
14	28
21	25
28	22
35	20
42	20

2.2.6 Entingen

De kuikens zijn op de broederij gevaccineerd tegen Infectieuze Bronchitis (IB primer), waarna ze op 15 en 21 dagen werden gevaccineerd tegen respectievelijk Newcastle Disease (Clone 30) en Gumboro (D78).

2.3 Methoden

2.3.1 Waarnemingen

2.3.1.1 Meetdagen

Op verschillende dagen van de groeiperiode zijn waarnemingen verricht. In onderstaand schema (Tabel 4) is hiervan een overzicht gegeven (hierbij zijn dagen waarop geen waarnemingen of specifieke handelingen zijn verricht, weggelaten). Ook zijn de dagen waarop een behandeling van het strooisel is uitgevoerd opgenomen in het overzicht. In de hierna volgende paragrafen worden de diverse waarnemingen toegelicht.

Tabel 4 Overzicht behandelingen strooisel en waarnemingen.

Leeftijd (dgn.)	0	9	10	13	16	17	20	22	23	24	27	28	30	34	36	37
Activiteit																
Extra strooisel 1x						X										
Extra strooisel 2x						X			X							
Strooisel vervangen									X							
Wegingen ¹	X		X									X				X
Luchtsamenstelling		X		X	X		X	X		X	X		X	X	X	
Luchtmonsters geurlab											X		X	X	X	
Strooisel-monsters					X		X			X			X		X	
Strooisel-kwaliteit					X		X			X					X	
Voetzoollaesies															X	

¹ Tijdens wegingen werden de dieren, voer en water gewogen. Dit was bij de overgang naar een volgende voerfase (start, groei, afmest).

2.3.1.2 Dynamische box methode

Om de emissies van het strooiseloppervlak vast te kunnen stellen is gebruik gemaakt van de dynamische box methode. Hierbij wordt een box over het strooiseloppervlak geplaatst, waardoor lucht wordt gezogen (Figuur 2.2). Schone lucht werd aangevoerd via een flexibele slang van buiten het gebouw, op ruime afstand om te zorgen voor schone lucht. De hoeveelheid lucht werd zo veel mogelijk constant gehouden op ca. 10 m³/uur met behulp van een meetwaaier met terugkoppeling. Door wisselende onderdruk in de stal tussen de metingen trad er enige variatie op in de luchtdoorvoer binnen en tussen de meetdagen. De exacte waarden van de meetwaaier werden vastgelegd en gebruikt voor de berekening van de luchtdoorvoer in de afzonderlijke metingen. De concentraties van NH₃ en geur in de uitgaande lucht werden gedurende de bemonsteringsperiodes eveneens gemeten (zie 2.3.1.3). De meetbox werd na 15 minuten verplaatst naar het volgende hok. Uit de gemeten luchtdoorvoer en de concentraties zijn de emissies van het strooiseloppervlak berekend. De dynamische box methode is vooral geschikt om verschillen in emissie vanaf oppervlakten vast te stellen en niet om absolute emissies vanuit een stal (emissiefactor) te bepalen. Bij de dynamische box methode wordt ervan uitgegaan dat gedurende de meting het debiet door de box en het vrijkomen van het te meten gas constant zijn. Hierdoor ontstaat na enige tijd (veelal enkele minuten) een evenwichtsconcentratie in de meetbox (stabilisatietijd). Een verdere beschrijving van de meetmethodiek met de dynamische meetbox (fluxkamer) is te vinden in Mosquera et al. (2010). Bij dit onderzoek is gebruik gemaakt van een meetbox, speciaal afgestemd op het meten van gassen in kleine hokken. De afmetingen van de box zijn 60 x 40 x 15 cm (l x b x h), de oppervlakte 0,24 m² en de inhoud 0,036 m³.



Figuur 2.2 Meting met de dynamische box methode.

2.3.1.3 Luchtsamenstelling: ammoniak en geur

In de uitgaande lucht werd de luchtsamenstelling gemeten met behulp van een FTIR-meetinstrument (Gasmeter Technologies Oy Helsinki, Multicomponent FTIR Gas Analyzer Type DX-4000). Met behulp van dit apparaat is het mogelijk de aanwezigheid en concentratie van veel componenten in de lucht te bepalen. Een gedetailleerde beschrijving van het FTIR-instrument wordt weergegeven in bijlage 2. In dit onderzoek was met name de concentratie van NH₃ van belang. Voor NH₃ was de samplingtijd ingesteld op 20 seconden, wat neerkomt op circa 45 metingen per meting van 15 minuten per hok. De flow was circa 3 liter/minuut.

Voor het bepalen van de geurconcentratie is lucht aangezogen uit de uitgaande luchtstroom van de meetbox. Gedurende 10 minuten per hok is een geurmonsterzak gevuld met lucht via de zogenaamde longmethode (Ogink en Mol, 2002). Het aanzuigen startte 2 minuten na het verplaatsen van de box. Een 40 liter Nalophan geurmonsterzak werd driemaal gespoeld met geurloze lucht en in een gesloten

vat geplaatst. Door lucht uit het vat met behulp van een pomp (Thomas Industries Inc., model 617CD32, Wabasha, Minnesota, VS) via een teflon slang te zuigen (4 l/min), ontstaat in het vat onderdruk en wordt door een stoffilter (type #1130, diameter: 50 mm, 1-2 µm, Savillex® Corp., Minnetonka, VS) lucht uit de uitgaande luchtstroom van de meetbox aangezogen in de zak.

Per meetdag zijn de monsters naar het geurlaboratorium vervoerd om binnen 30 uur te worden geanalyseerd. De geuranalyses werden uitgevoerd volgens de Europese norm NEN-EN 13725 (CEN, 2003). Het geurlaboratorium van Buro Blauw B.V. te Wageningen is onder nummer 2016LO-080 geaccrediteerd door de Raad voor Accreditatie te Utrecht voor het uitvoeren van geuranalyses conform NEN-EN 13725. Aan de geuranalyses wordt deelgenomen door een groep van vier tot zes panelleden in wisselende samenstelling. De gevoeligheid van de panelleden wordt voor de metingen getest met n-butanol. De geurconcentraties worden vermeld in OU_E/m³. De eenheid 'OU_E' staat hierbij voor 'European Odour Units'. De EN 13725 methode en de hieraan ontleende terminologie sluit aan bij de (inter)nationale onderzoeksliteratuur op dit vakgebied.

2.3.1.4 Voeranalyse

De gebruikte voeders zijn geanalyseerd op droge stof, ruwe celstof, as, ruw eiwit, ruw vet, zetmeel, calcium en fosfor. De analyses zijn uitgevoerd door het laboratorium van de afdeling veevoeding van het Departement Dierwetenschappen van WUR.

2.3.1.5 Waarnemingen aan strooisel/mest

Op de dagen voor het aanbrengen van een nieuwe laag strooisel en het vervangen van het strooisel, is de kwaliteit van het strooisel visueel beoordeeld op de kenmerken rulheid en vocht, volgens een vijf-punten schaal die opliep van volledig rul (1) naar volledig dichtgeslagen materiaal (5) en van droog (1) naar zeer nat strooisel (5) volgens onderstaande tabel.

Daarnaast zijn mestmonsters genomen. Per hok zijn vijf monsters genomen verdeeld over het oppervlak waar de meetbox had gestaan, direct na de meting. De monsters zijn daarna gepoold tot één monster van ca. 200 gram. In het milieulaboratorium van WLR zijn de monsters daarna geanalyseerd op droge stof, as, totaal stikstof en ammonium stikstof.

Tabel 5 Beoordelingssystematiek visuele beoordeling strooisel.

	Rulheid	Vochtigheid
1	volledig rul strooisel	droog strooisel
2	25% van het strooisel is dicht geslagen	licht vochtig strooisel
3	50% van het strooisel is dicht geslagen	vochtig strooisel
4	75% van het strooisel is dicht geslagen	nat strooisel
5	volledig dicht geslagen strooisel	zeer nat strooisel

2.3.1.6 Voetzoollaesies

Op de dag voor afleveren zijn van alle kuikens de voetzolen beoordeeld op de aanwezigheid van voetzoollaesies en de mate waarin deze voorkwamen. Hierbij is de systematiek van Berg (1998) toegepast (Tabel 6). Op basis van de individuele scores werd de voetzoollaesiescore per hok berekend met de formule:

$$\text{VZL-score} = \frac{((\text{aantaldierenscore } 0 * 0) + (\text{aantaldierenscore } 1 * 0,5) + (\text{aantaldierenscore } 2 * 2))}{\text{Ntotaal}} * 100$$

waarbij 'Ntotaal' het totaal aantal beoordeelde dieren is.

Tabel 6 Beoordelingssystematiek voor de visuele beoordeling van de ernst van voetzoollaesies.

Score	Omschrijving
0	geen/lichte voetzoolirritatie
1	matige/milde voetzoolirritatie (hyperkeratose en verkleuring van het weefsel, maar nog geen ontstekingen en nog geen aantasting van de opperhuid)
2	ernstige voetzoolirritatie(aantasting van de opperhuid, onderhuidse ontstekingen)

Beoordelingsmethodiek conform Zweedse methode (Berg, 1998).

2.3.1.7 Productieresultaten

Bij opzet, de dagen van voerovergang en de dag van afleveren zijn alle dieren gewogen. Op de dagen van voerovergang en bij het afleveren is ook het restvoer en het water gewogen om het voer- en waterverbruik vast te kunnen stellen. Daarnaast is van de uitval en selectie het gewicht en de leeftijd genoteerd. Op basis van deze waarnemingen kunnen de productieresultaten (groei, voeropname, voerconversie, waterverbruik, water/voerverhouding en uitval over de verschillende perioden worden berekend.

2.3.1.8 Klimaat

Voor de registratie van de gerealiseerde temperatuur en relatieve luchtvochtigheid (RV) zijn op vier plaatsen aan de afscheiding tussen de hokken dataloggers opgehangen. De loggers (Escort iLog EI-HS-D-32-L, uitvoering met stoffilter) hadden een loginterval van 10 minuten.

2.3.2 Berekeningen en statistische analyse

De geuremissie (OU_E/s) van het strooiseloppervlak onder de meetbox werd per waarneming berekend als het product van geurconcentratie (OU_E/m^3) en luchtdoorvoer (m^3/s). Vervolgens zijn deze omgerekend naar emissies per dier door het oppervlak van de meetbox ($0,24 m^2$) op te schalen naar het hokoppervlak ($2,70 m^2$) en de opgeschaalde emissie te delen door het aantal dieren per hok (40).

De ammoniakemissie ($g NH_3/uur$) van het strooiseloppervlak onder de meetbox werd per waarneming berekend als het product van ammoniakconcentratie (g/m^3 ; gecorrigeerd voor NH_3 -concentratie ingaande meetboxlucht) en luchtdoorvoer (m^3/uur). Vervolgens zijn deze omgerekend naar emissies per dier door het oppervlak van de meetbox ($0,24 m^2$) op te schalen naar het hokoppervlak ($2,70 m^2$) en de opgeschaalde emissie te delen door het aantal dieren per hok (40). Tenslotte zijn de emissies ($g NH_3/jaar$ per dierplaats) op jaarbasis met leegstandscorrectie (19%) berekend.

Voor deze berekeningen zijn steeds de laatste 5 minuten van de metingen gebruikt.

Om de data statistisch te analyseren is gebruik gemaakt van de zogenoemde REML (REsidual Maximum Likelihood) module van het statistisch pakket Genstat 17.1 (Genstat, 2016). REML gebruikt een zogenoemd gemengd lineair model. Dit type model bevat factoren met ingestelde waarden ('fixed factors'), en variantiecomponenten van factoren met niet ingestelde afwijkingen ('random factors').

Het volgende basismodel is gebruikt voor de analyse:

$$Y_{ij} = C + (F_{strooisel} + F_{voer}) * F_{dag j} + \sigma^2(Hok i) + \sigma^2(R_{ij})$$

met:

- Y_{ij} = responsvariabel, de waargenomen geuremissie in hok i tijdens dagmeting j , uitgedrukt op logaritmische schaal, $\ln(OU_E/s)$
- C = constante geuremissie uitgedrukt op de basisniveaus van de factoren in het model
- $F_{strooisel}$ = effect van het strooiselmanagement (fixed factor) met 4 niveaus: regulier management, 1x strooisel vervangen, 2x strooisel vervangen en strooisel verwijderen
- F_{voer} = effect van de factor voersamenstelling (fixed factor), waarbij onderscheid is gemaakt naar 2 niveaus: emissiearme en standaardvoer
- F_{dag} = effect van meetdag j (leeftijd dieren)
- $\sigma^2(hok)$ = variantiecomponent behorende bij verschillen tussen hokken (random factor)
- $\sigma^2(R_{ij})$ = variantiecomponent die de restterm beschrijft voor de waarnemingen in hok i tijdens meetdag j .

De statistische analyse voor geuremissies is uitgevoerd op het deel van de dataset waarin geurmetingen zijn uitgevoerd, d.w.z. van dag 26 tot en met dag 36.

Voor de ammoniakemissie is eveneens een statistische analyse uitgevoerd, met als responsvariabele de ammoniakemissie op logaritmische schaal: $\ln(g \text{ NH}_3/\text{uur})$. Deze analyse is in twee stappen uitgevoerd:

- De eerste stap had betrekking op het eerste deel van de dataset waarin de strooiselbehandelingen nog niet ingezet waren, d.w.z. van dag 9 tot en met dag 16 (zie ook Tabel 2). Het analyse model is hierbij qua opzet gelijk aan het model voor geuremissie, met als enig verschil dat de factor strooiselbehandeling niet is opgenomen omdat deze in het eerste deel van de dataset nog niet was ingezet.
- Het tweede deel van de analyse had betrekking op de periode lopend van dag 24 tot en met dag 36. In deze periode zijn alle strooiselbehandeling in werking. In de analyse zijn zowel de effecten van strooiselbehandeling als voer in het model opgenomen.

De variatie in mestamenstelling is geanalyseerd met een ANOVA-model met leeftijd en voerbehandeling/strooiselbehandeling als verklarende factoren. Effecten van leeftijd en behandeling zijn getoetst door de verschillen tussen geschatte effect-niveaus te vergelijken met de kleinst mogelijke significante verschillen (l.s.d.-waarden; $P < 0.05$).

De performance resultaten en voetzoollaesiescores werden geanalyseerd met behulp van een variantie-analyse (ANOVA) gebruikmakend van het onderstaande model.

$$Y_{ijkl} = \mu + \text{blok} + \text{Strooisel}_i + \text{Voer}_j + \text{Strooisel}_i * \text{Voer}_j + \text{Rest}_{ijkl}$$

Met:

Y	=	response parameter
μ	=	algemeen gemiddelde
Blok	=	blok effect
Strooisel	=	het effect van het soort broedei ($i = 1 \dots 4$)
Voer	=	effect van leeftijd moederdieren ($j = 1, 2$)
Strooisel*Voer	=	interactie-effect tussen strooiselbehandeling en voer
Rest	=	niet verklaarde variantie (error)

3 Resultaten

3.1 Algemeen

Het onderzoek is conform plan en zonder problemen verlopen. De algemene gezondheid van de kuikens was gedurende de gehele proef goed te noemen. Er zijn dan ook geen veterinaire problemen geweest en ook geen veterinaire behandelingen uitgevoerd. Het gemiddelde begingewicht van de kuikens bij aanvang van de proef bedroeg 44 gram. De gewichten van de kuikens op 10, 28 en 37 dagen lagen ver boven de Ross 308 norm (Aviagen, 2014). Aan het eind van de proef op dag 37 wogen de kuikens gemiddeld 2.775 gram. Dit is bijna 300 gram zwaarder dan de Ross 308 norm (= 2.493 gram). Ook de gerealiseerde voerconversie in deze proef was beduidend beter dan de Ross 308 norm (1,459 vs. 1,576). In bijlage 4 is in grafieken het verschil voor de groei en voederconversie ten opzichte van de Ross 308 norm weergegeven. De uitval was met 4,7% iets hoger dan gemiddeld, maar daarbij moet worden opgemerkt dat in dit onderzoek enkel hanen werden gebruikt.

3.2 Voeranalyses

Uit de analyses van de verstrekte voeders (Tabel 7) blijkt dat de beoogde verschillen in gehalten (ruw vet, ruwe celstof en zetmeel) aanwezig waren. Over het algemeen komen de werkelijke gehalten redelijk overeen met de berekende (paragraaf 2.2.3). Het gerealiseerde zetmeelgehalte lag gemiddeld wel lager dan berekend (354 g/kg vs. 384 g/kg). Het gehalte aan ruw eiwit in het startvoer bij voer GEa was hoger dan berekend (229 vs. 218 g/kg), terwijl in het controlevoer het gehalte aan ruw eiwit bij het groei- en afmestvoer iets lager was dan berekend (193 vs. 197 g/kg en 187 vs. 193 g/kg voor respectievelijk groei en afmestvoer).

Tabel 7 Resultaten analyses en berekende gehalten voersamenstelling: hoge geuremissie voer en geuremissiearm voer

		Hoge geuremissie voer (GEh)			Geuremissiearme voer (GEa)		
		Start	Groei	Afmest	Start	Groei	Afmest
<u>Geanalyseerde gehalten</u>							
Droge stof	g/kg	898	892	890	896	887	888
Ruw eiwit	g/kg	219	193	187	229	198	191
Ruw vet (HCL)	g/kg	88	102	107	56	68	69
As	g/kg	61	52	48	63	54	52
Ruwe celstof	g/kg	30	33	36	23	25	27
Zetmeel	g/kg	325	338	333	369	381	383
Calcium	g/kg	9,6	7,7	6,8	10,1	7,8	7,0
Fosfor	g/kg	7,4	6,1	5,8	7,3	6,0	5,6
<u>Berekende gehalten</u>							
Droge stof	g/kg	884	884	885	883	882	881
Ruw eiwit	g/kg	218	197	193	218	197	192
Ruw vet (HCL)	g/kg	78	93	100	47	58	59
As	g/kg	63	54	49	67	57	53
Ruwe celstof	g/kg	30	32	34	24	23	24
Zetmeel	g/kg	347	365	362	394	415	420
Calcium	g/kg	9,5	7,5	6,5	9,5	7,5	6,5
Fosfor	g/kg	7,2	6,1	5,7	7,0	5,8	5,4

3.3 Strooiselkenmerken

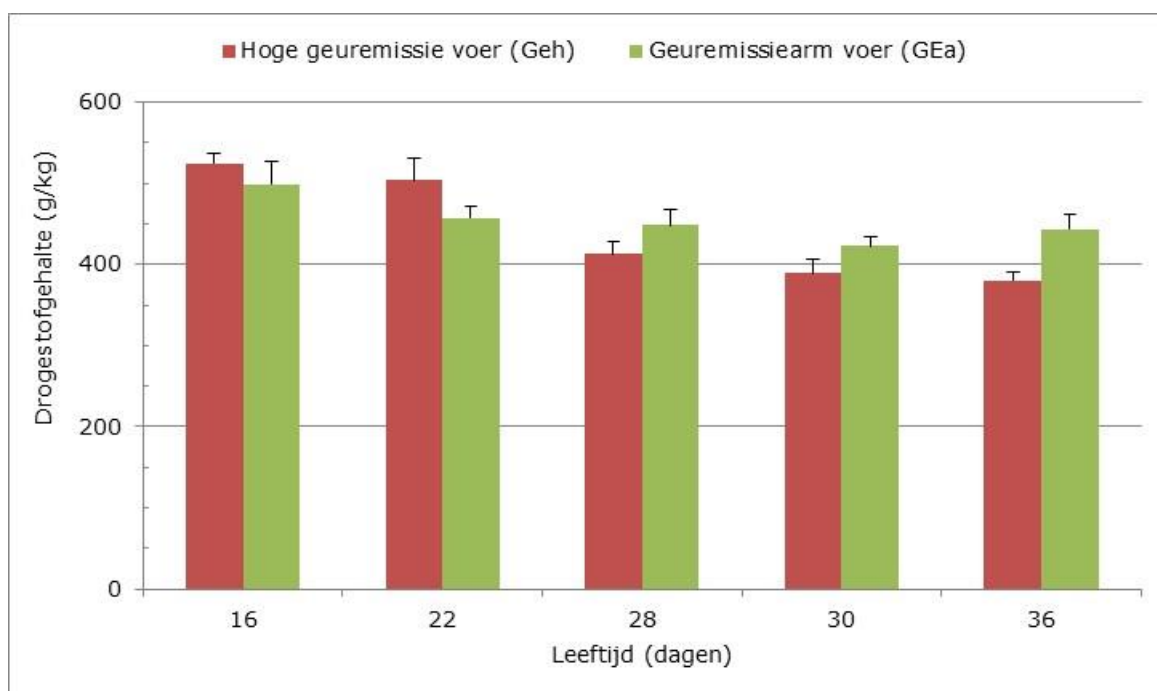
3.3.1 Analyses

De gemiddelde samenstelling van de mestmonsters onderscheiden naar voerbehandeling en strooiselbehandeling zijn opgenomen in respectievelijk Tabel 8 en 9. Uit de analyseresultaten in Tabel 8 blijkt dat het drogestofgehalte van de mest/strooisel gemiddeld over alle meetdagen voor beide voeders op een gelijk niveau ligt. Beide waarden zijn vrij laag ten opzichte van wat gangbaar is in de praktijk.

Tabel 8 Resultaten analyses mest/strooiselmonsters voor beide voeders (overall gemiddelde met tussen haakjes de standaardfout van het gemiddelde).

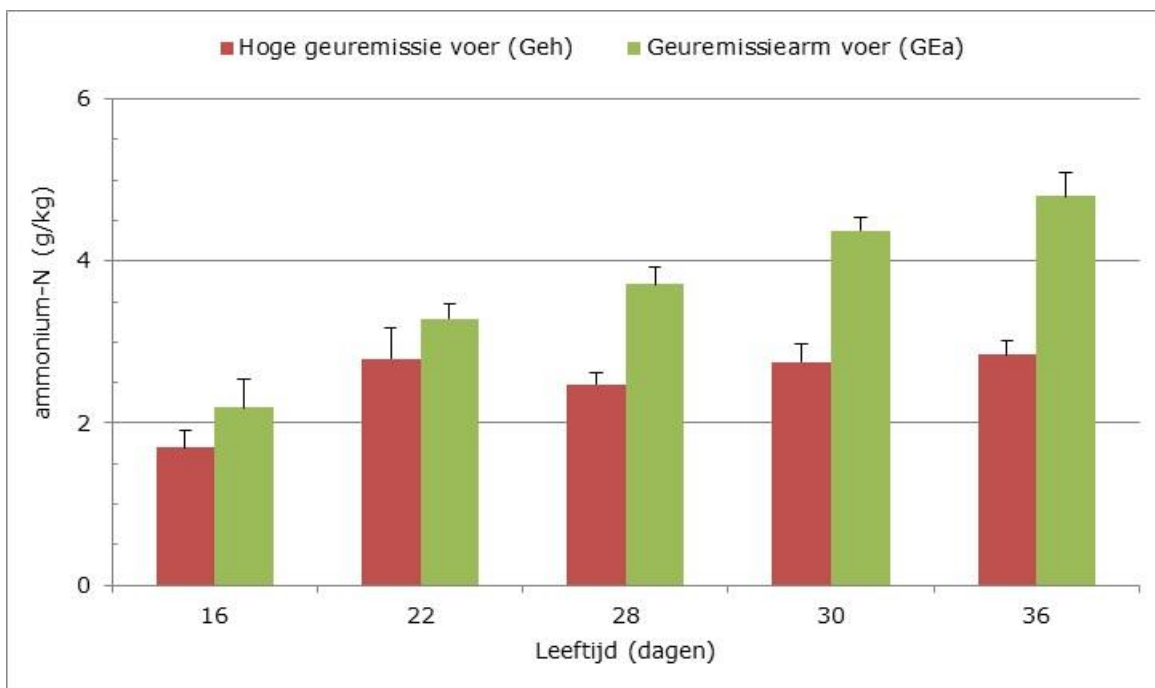
	Hoge geuremissie voer (GEh)	Geuremissiearm voer (GEa)
Drogestofgehalte (g/kg)	442,1 (12,2)	454,3 (8,9)
As (g/kg)	54,4 (1,4)	69,1 (1,3)
Totaal-N (g/kg)	18,0 (0,6)	19,8 (0,4)
Ammonium-N (g/kg)	2,5 (0,1)	3,7 (0,2)
pH	6,2 (0,1)	7,3 (0,1)

In de figuren 3.1, 3.2 en 3.3 is het verloop van het drogestofgehalte, Ammonium-N en pH per voerbehandeling weergegeven. In Figuur 3.1 is te zien dat bij het afleveren het drogestofgehalte ongeveer 40% was. In de praktijk ligt het drogestofgehalte aan het eind van de groeiperiode meestal boven de 50% (Van Harn, persoonlijke mededeling). In onderzoeken met vergelijkbare proefomstandigheden zijn ook drogestofgehalten gemeten van rond de 40% (Harn et al, 2015). Figuur 3.1 laat zien dat in de tweede helft van de groeiperiode het strooisel van de groep met voer GEa tendeert naar iets hogere drogestofgehalten, waarbij overigens alleen voor de laatste meetdag een significant verschil in drogestof tussen beide voeders optrad.



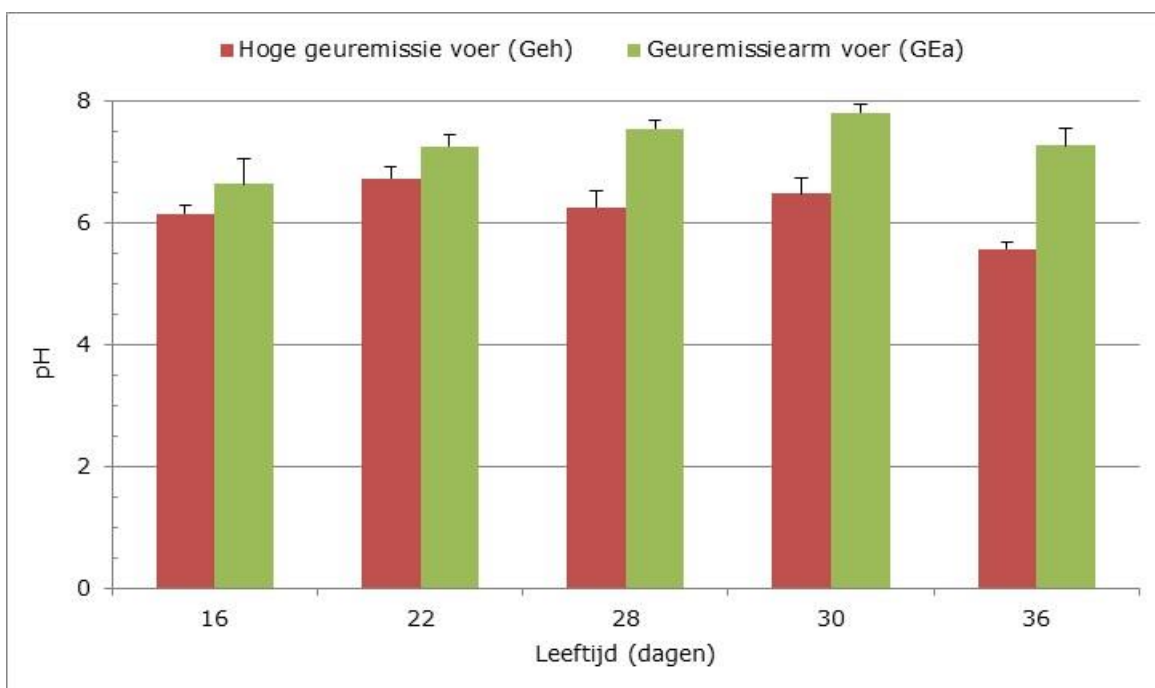
Figuur 3.1 Verloop drogestofgehalte strooisel/mest per meetdag en voerbehandeling (gemiddelde met standaardfout).

In Figuur 3.2 wordt het verloop van ammonium-N weergegeven. Het ammoniumgehalte neemt met name toe in de tijd bij het voer GEa, het GEh-voer is stabiel. Vanaf meetdag 28 was het ammonium-N niveau in het strooisel significant hoger bij het GEa-voer.



Figuur 3.2 Verloop ammonium-N strooisel/mest per meetdag en voerbehandeling (gemiddelde met indicatie standaardfout indicatie).

De gemiddelde pH's in de mest (Figuur 3.3) verschillen vanaf meetdag 28 significant tussen beide voerbehandelingen. De hogere pH-waarden bij voer GEa hangen samen met de hogere ammonium-N gehalten in de mest van deze voerbehandeling.



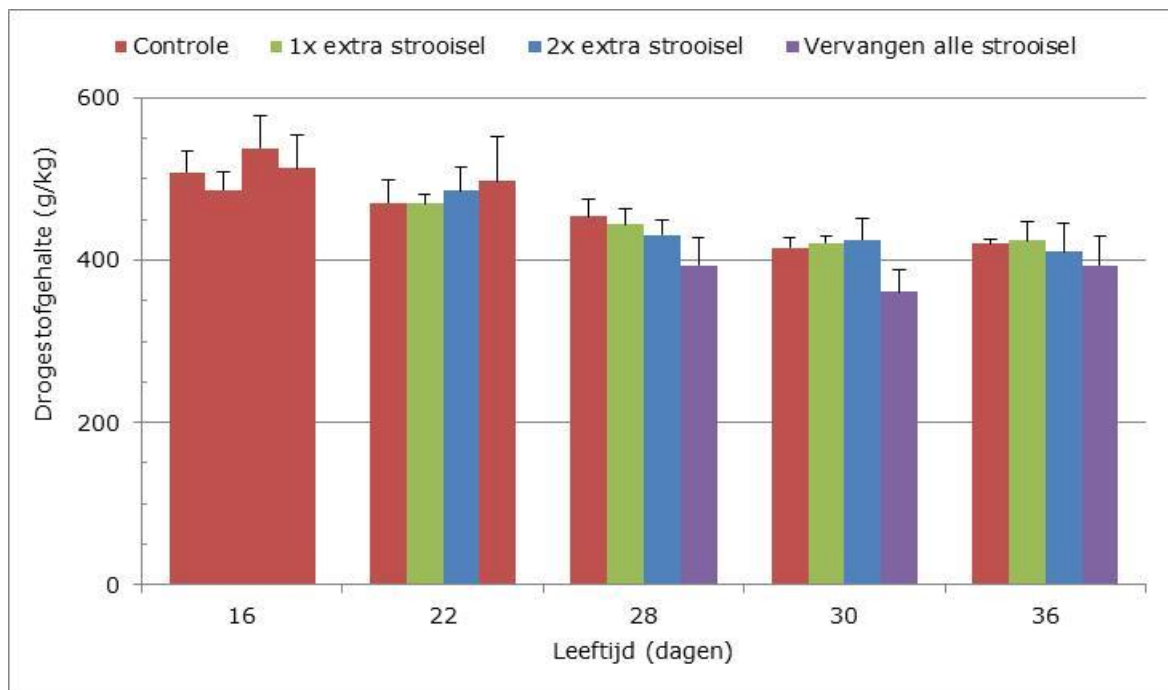
Figuur 3.3 Verloop pH strooisel/mest per meetdag en voerbehandeling (gemiddelde met standaardfout).

De gemiddelde samenstelling van de mestmonsters onderscheiden naar strooiselbehandeling staat weergegeven in Tabel 9. Uit de ANOVA-analyse blijkt dat voor geen enkele mest-parameter sprake was van significante effecten van strooiselbehandeling.

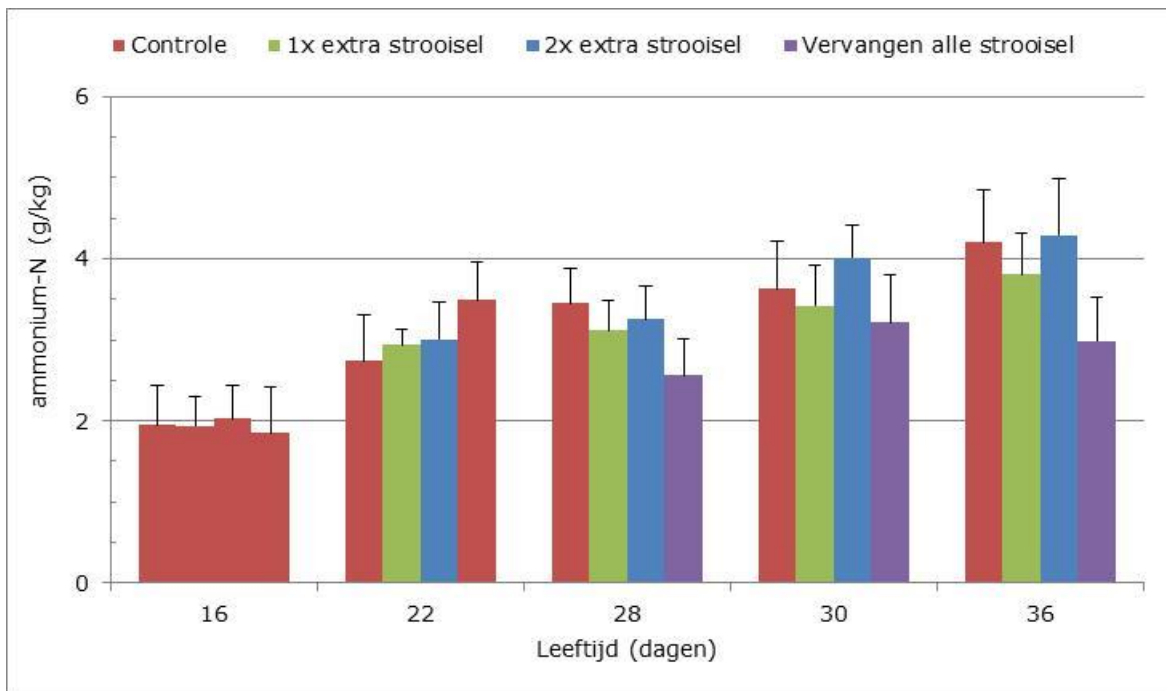
Tabel 9 Resultaten analyses mest/strooiselmonsters onderscheiden naar strooiselbehandeling (overall gemiddelde met tussen haakjes de standaardfout van het gemiddelde).

	Controle	1x extra strooisel	2x extra strooisel	Strooisel vervangen
Drogestofgehalte (g/kg)	453,1 (11,3)	449,3 (9,1)	458,1 (16,3)	431,8 (21,3)
As (g/kg)	66,6 (1,7)	63,2 (2,3)	59,0 (2,3)	58,2 (3,3)
Totaal-N (g/kg)	20,6 (0,4)	19,2 (0,4)	18,0 (0,5)	17,8 (1,2)
Ammonium-N (g/kg)	3,2 (0,3)	3,0 (0,2)	3,3 (0,3)	2,8 (0,2)
pH	6,6 (0,2)	6,8 (0,2)	7,0 (0,2)	6,7 (0,2)

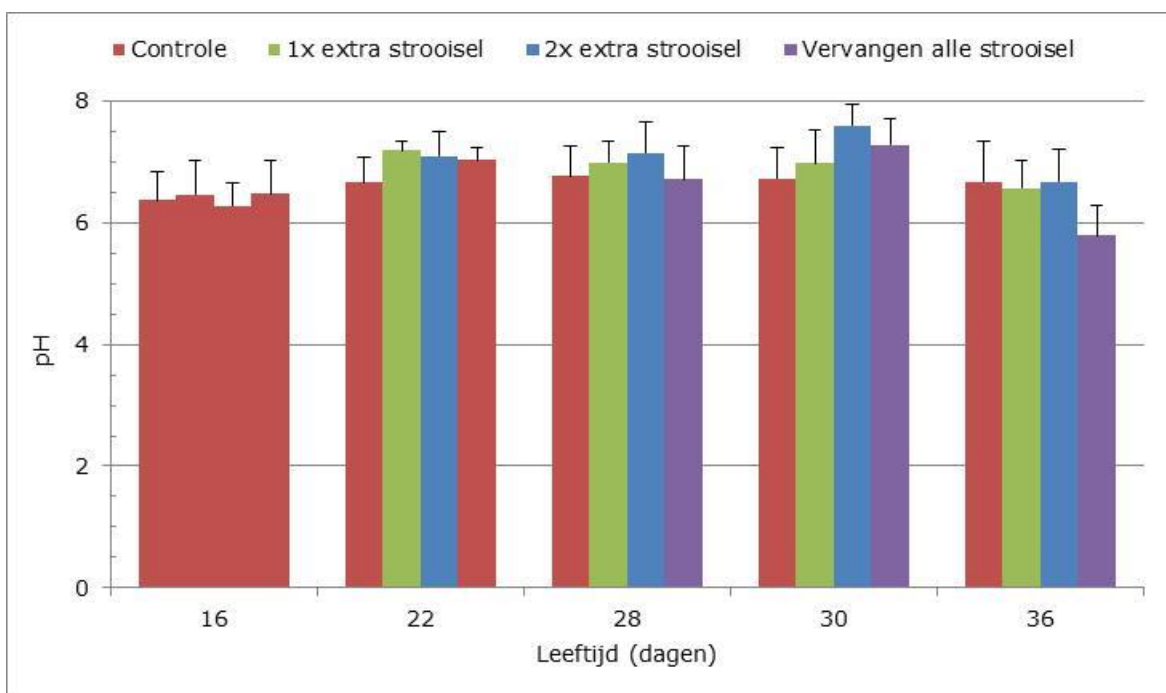
In de figuren 3.4, 3.5 en 3.6 is het verloop van drogestofgehalte, ammonium-N en pH per meetdag voor de strooiselbehandeling weergegeven. De strooiselbehandelingen zijn na dag 23, waarop in een aantal hokken strooisel werd vervangen, volledig gedifferentieerd. In deze periode waren drie waarnemingsreeksen opgenomen (28, 30 en 36 leeftijd). Het drogestofgehalte van de hokken waarin het strooisel volledig werd vervangen was lager dan in de andere behandelingen op alle meetdagen. Uit de statistische analyse van de variatie in deze periode bleek dat strooiselbehandeling zwak significant was ($P=0,07$). Dit effect werd uitsluitend veroorzaakt door de verschillen tussen volledige strooiselvervanging en de overige strooiselbehandelingen. Met betrekking tot ammonium-N en pH werden geen significante effecten van strooiselbehandeling waargenomen.



Figuur 3.4 Verloop drogestofgehalte strooisel/mest per strooiselbehandeling.



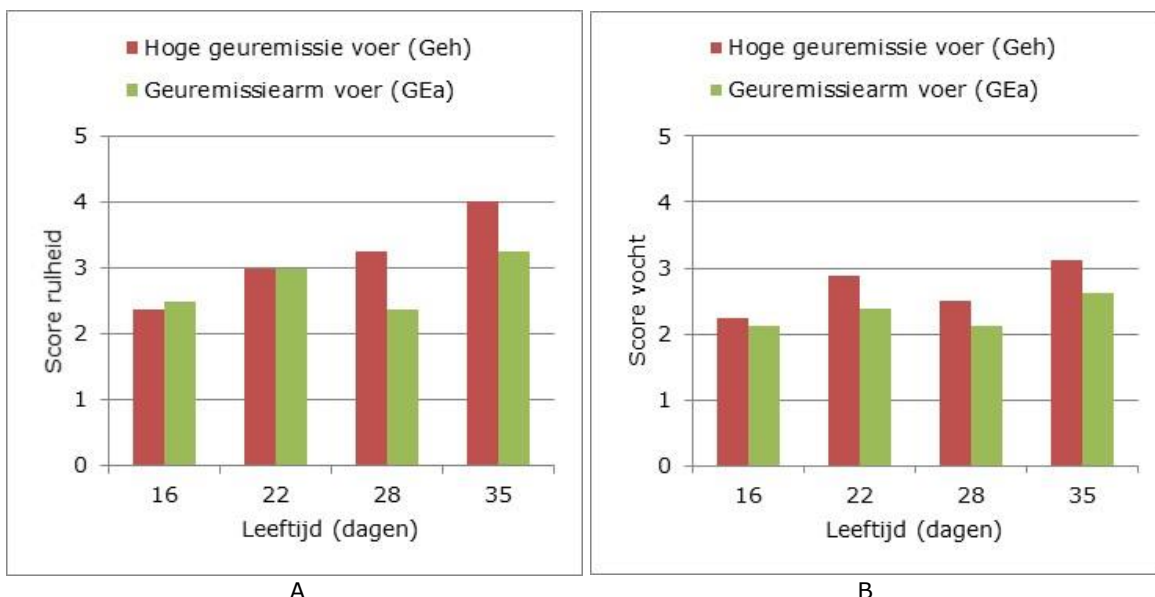
Figuur 3.5 Verloop ammonium-N in strooisel/mest per strooiselbehandeling.



Figuur 3.6 Verloop pH in strooisel/mest per strooiselbehandeling.

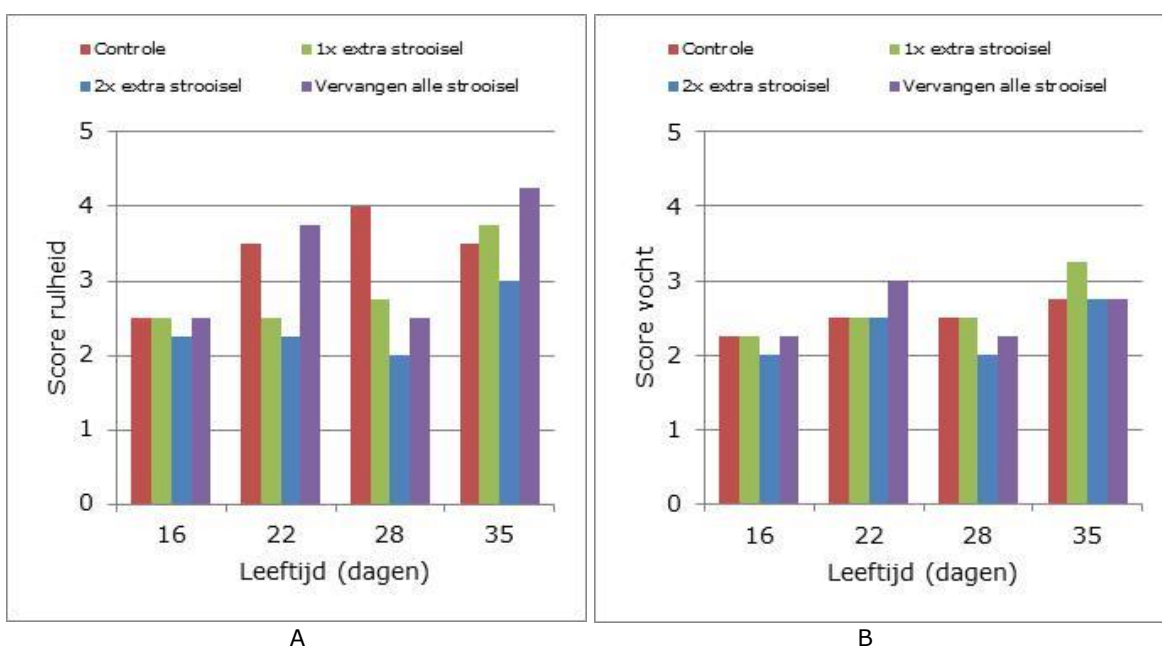
3.3.2 Visuele beoordeling

In de figuren 3.7 en 3.8 zijn de resultaten van de visuele beoordeling van het strooisel weergegeven van de beide proefbehandelingen. Voor rulheid loopt de schaal van volledig rul (score 1) tot volledig dichtgeslagen strooisel (score 5), en voor vocht van droog strooisel (score 1) tot zeer vochtig strooisel (score 5) (zie Tabel 5).



Figuur 3.7 Visuele beoordeling strooiselkwaliteit ten aanzien van rulheid (A) en vochtgehalte (B) per voerbehandeling.

De visuele strooiselkwaliteit in de hokken met kuikens die voer GEa kregen was, m.n. in het tweede deel van de mestperiode, duidelijk beter. Het strooisel in deze hokken was ruller en minder vochtig (Figuur 3.7).



Figuur 3.8 Visuele beoordeling strooiselkwaliteit ten aanzien van rulheid (A) en vochtgehalte (B) per strooiselbehandeling.

Het twee keer bijstrooien lijkt te resulteren in ruller strooisel, maar niet tot (zichtbaar) droger strooisel. Het compleet vervangen van het strooiselpakket op 3½ week leidde tot aantoonbaar minder rul strooisel (Figuur 3.8 A).

3.4 Geuremissie

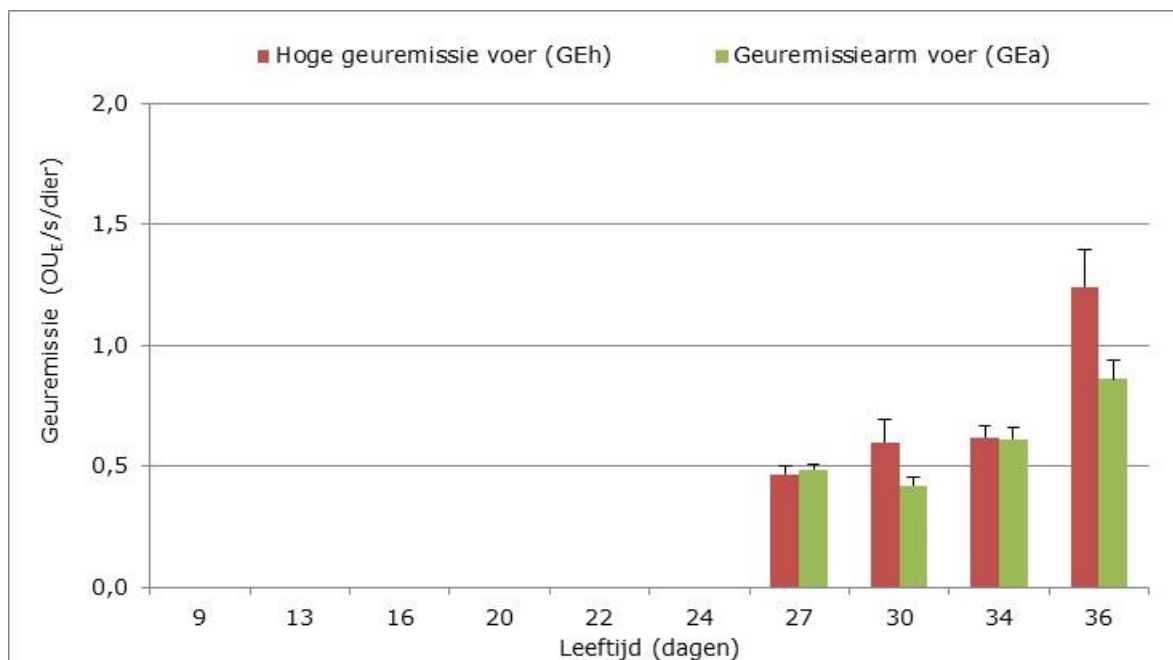
Tabel 10 geeft de gemeten gemiddelde geuremissies van de verschillende proefbehandelingen weer in OU_E/s/dier gedurende de vier meetdagen in het tweede deel van de ronde.

Tabel 10 Gemeten geuremissies per proefbehandeling in OU_E/s per dier (gemiddelde met tussen haakjes de standaardfout van het gemiddelde).

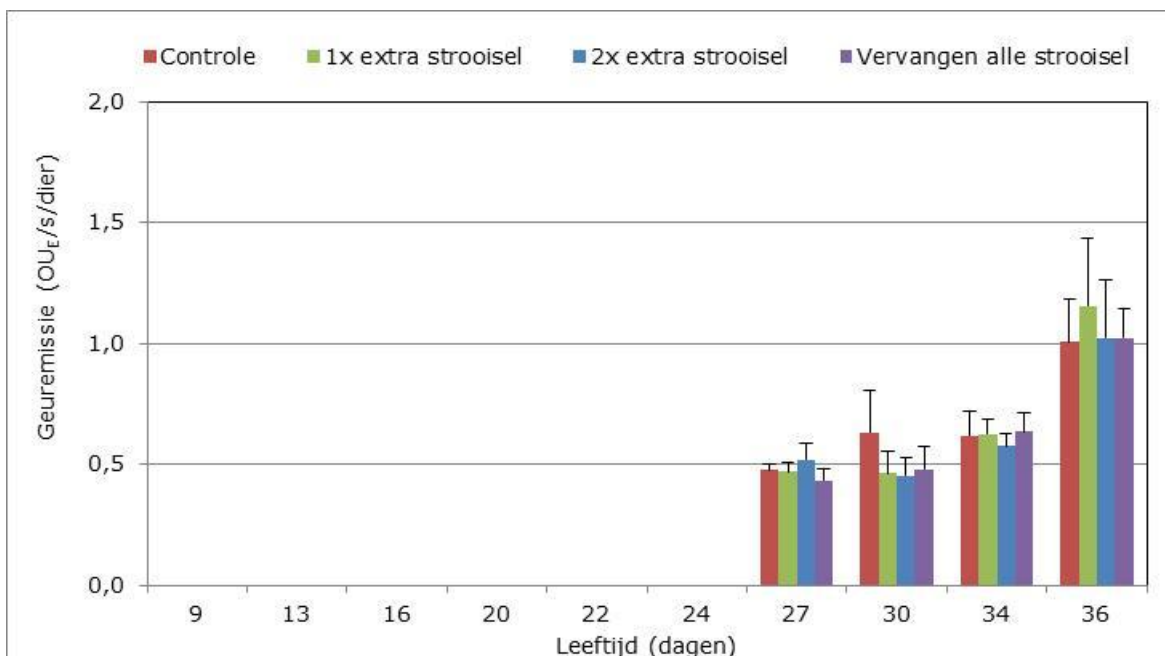
Proefbehandeling	Geuremissie (OU_E/s per dier)
<i>Voerbehandeling</i>	
Hoge geuremissie voer (GEh)	0,73 (0,071)
Geuremissiearm voer (GEa)	0,59 (0,039)
<i>Strooiselbehandeling</i>	
Controle	0,68 (0,079)
1x extra strooisel	0,68 (0,100)
2x extra strooisel	0,64 (0,083)
Strooisel vervangen	0,64 (0,072)

In Figuur 3.9 en Figuur 3.10 is het verloop van de geuremissie bij de verschillende voer- en strooiselbehandelingen weergegeven. Uit beide figuren blijkt dat de geuremissie een stijgend patroon laat zien met het toenemen van de leeftijd van de kuikens. Deze toename valt samen met de toename van de hoeveelheid mest in de hokken. Uit de statistische analyse blijkt dat leeftijd de omvang van de geuremissie significant beïnvloedt ($P < 0,001$). De geuremissie op de laatste meetdag (dag 36) neemt t.o.v. de eerste meetdag (dag 27) met een factor 2,6 toe.

Het hoofdeffect voer was in het model met leeftijd niet significant ($P = 0,16$). Het hoofdeffect strooiselbehandeling verklaarde eveneens geen significant deel van de variatie op de vier meetdagen met geurwaarnemingen ($P = 0,97$). Interacties tussen de behandelingen en leeftijd zijn eveneens onderzocht. Alleen de interactie tussen leeftijd en voersamenstelling op dag 36 leverde een zwak significant lagere geuremissie op voor voer GEa ($P = 0,06$). De geuremissie is op de laatste dag bij voer GEa 33% lager dan de emissie van het GEh-voer. Er is geen significant effect gevonden van de strooiselbehandelingen op de geuremissie.



Figuur 3.9 Verloop gemiddelde geuremissie strooisel/mest over de meetdagen, uitgesplitst naar voerbehandeling.



Figuur 3.10 Verloop gemiddelde geuremissie strooisel/mest over de meetdagen, uitgesplitst naar strooiselbehandeling.

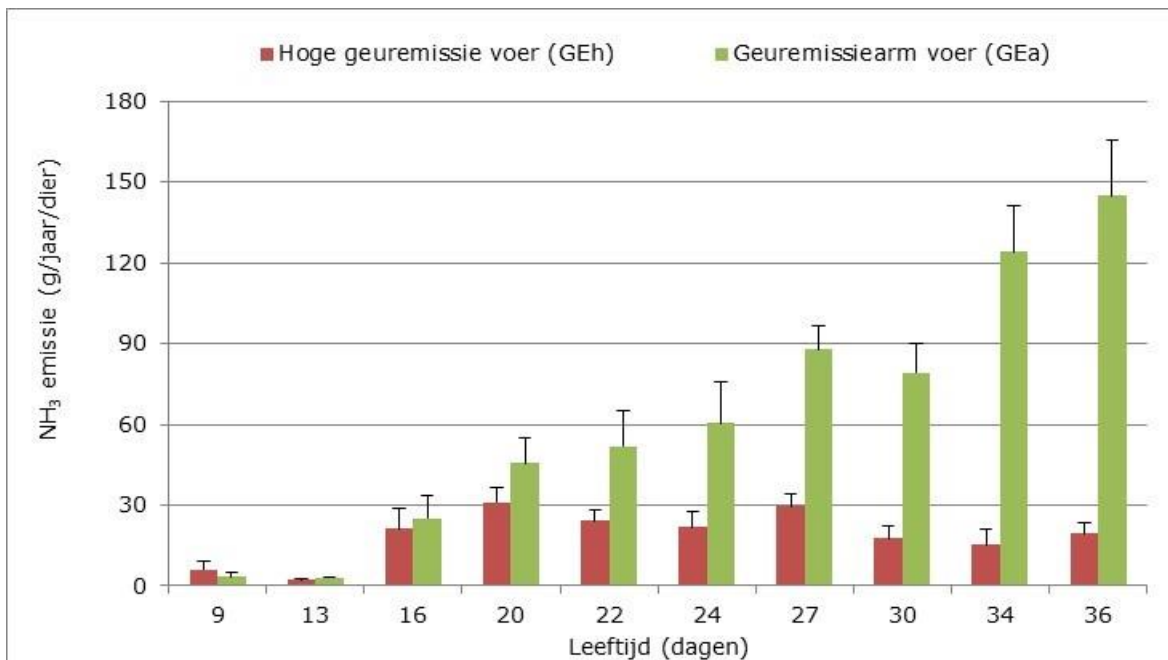
3.5 Ammoniakemissie

In tabel 11 worden de resultaten van de ammoniakemissiemetingen vermeld. De emissies zijn hier uitgedrukt op de schaal die wordt gebruikt voor emissiefactoren, volgens de omrekeningsmethode toegelicht in paragraaf 2.3.2. De tabel geeft de waarden weer, gemiddeld over alle meetdagen per voerbehandeling en per strooiselbehandeling. Uit deze tabel blijkt dat de ammoniakemissie bij voer GEa fors hoger was dan bij het GEh-voer.

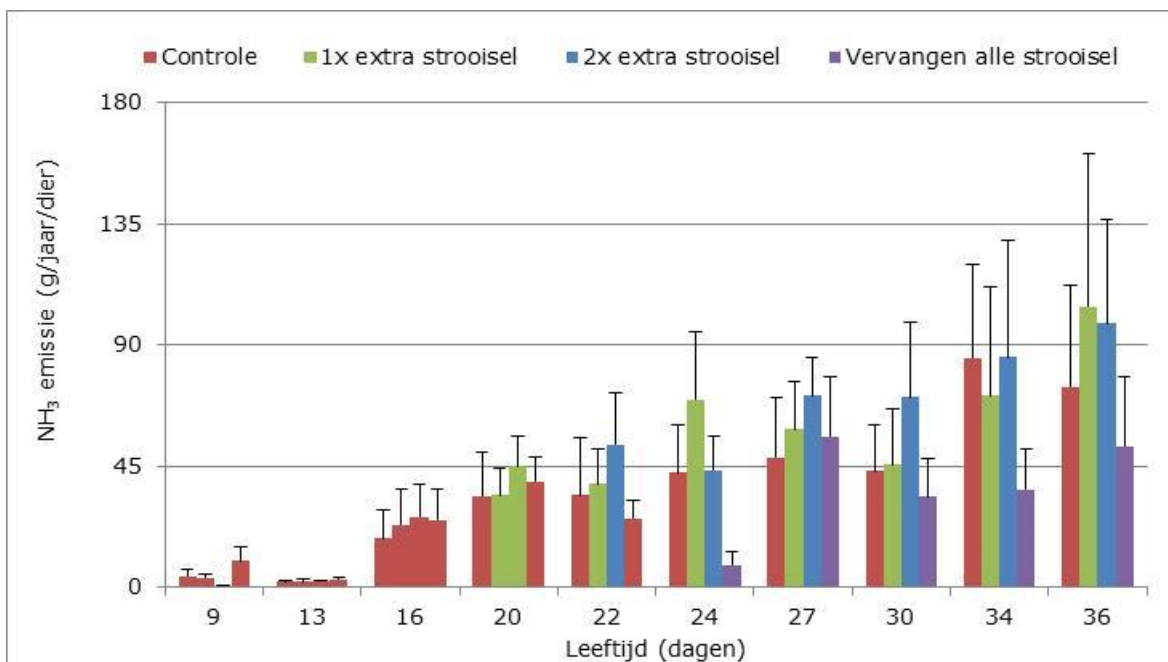
Tabel 11 Gemeten ammoniakemissies per proefbehandeling in g NH₃/dierplaats per jaar (gemiddelde met tussen haakjes de standaardfout van het gemiddelde).

Proefbehandeling	Ammoniakemissie (g NH ₃ /dierplaats per jaar)
<i>Voerbehandeling</i>	
Hoge geuremissie voer (GEh)	15,7 (1,3)
Geuremissiearm voer (GEa)	57,8 (3,0)
<i>Strooiselbehandeling</i>	
Controle	35,5 (3,6)
1x extra strooisel	40,6 (4,2)
2x extra strooisel	44,8 (3,8)
Strooisel vervangen	26,1 (2,4)

In Figuur 3.11 is het verloop van de ammoniak over de meetdagen uitgesplitst naar beide voerbehandelingen weergegeven. Uit het verloop in de tijd blijkt dat de ammoniakemissie van het geuremissiearme voer (GEa) blijft toenemen, terwijl dat voor het hoge geuremissie voer (GEh) in de tweede helft van de ronde stabiel blijft. In Figuur 3.12 is het verloop uitgesplitst naar de strooiselbehandelingen weergegeven. In deze figuur is te zien dat in het tweede deel van de ronde de emissie van de behandeling waarin het strooisel volledig werd vervangen, in de meetdagen daarna consistent lager ligt.



Figuur 3.11 Verloop NH₃-emissie strooisel/mest per voerbehandeling.



Figuur 3.12 Verloop NH₃-emissie strooisel/mest per strooiselbehandeling.

Uit de statistische analyse over het eerste deel van de ronde waarin de strooiselbehandelingen nog niet zijn ingezet (t/m dag 16), blijkt dat alleen het leeftijdseffect een significant deel van de variatie te verklaren ($P < 0,001$) en dat voertype geen effect heeft. De strooiselbehandelingen zijn vanaf dag 24 volledig verschillend van elkaar. Analyse van de emissiedata in de dataset vanaf dag 24 laat een sterk significant effect van voer zien ($P < 0,001$), een zwak significant effect van leeftijd ($P < 0,10$) en strooisel ($P < 0,06$) en een duidelijke interactie tussen leeftijd- en voereffecten ($P < 0,001$). Deze interactie bestaat uit het steeds sterker worden van het voereffect bij toenemende leeftijd. In het strooiseffect is er alleen sprake van een significant lagere emissie in de behandeling met vervanging van alle strooisel t.o.v. de behandeling met tweemaal bijstrooien. Controle, eenmaal bijstrooien en volledig vervangen wijken niet significant van elkaar af.

3.6 Productieresultaten

Op basis van de wegingen van dieren, voer en water zijn de productieresultaten berekend. Deze staan in tabellen 12 en 13 over de hele periode. In bijlage 4 staan ze ook over de tussenliggende perioden. Het verstrekken van het Gea voerprogramma resulteerde in duidelijk betere productieresultaten (Tabel 12). De kuikens die het Gea voer kregen hadden een hogere groei en dus een hoger eindgewicht op 37 dagen (2.864 vs. 2.686g; $P=0,002$). Deze hogere groei ging samen met een hogere voeropname en een trend naar een betere voerefficiëntie (hetgeen betekent dat er minder voer nodig is per kilogram groei). De water/voer verhouding was bij het Gea voer programma, conform verwachting, lager. Het voerprogramma het geen aantoonbaar effect op de uitval en het waterverbruik.

Tabel 12 Technische resultaten over de gehele groeiperiode per voerbehandeling.

Proefbehandeling	Hoge geuremissie voer (GEh)	Geuremissiearm voer (GEa)	LSD	P-waarde
Eindgewicht (g)	2.686 ^b	2.864 ^a	85,3	0,002
Groei (g)	2.642 ^b	2.820 ^a	85,2	0,002
Uitval (%)	5,3	4,1	2,68	0,306
Voerconversie	1,475 ^(a)	1,443 ^(b)	0,037	0,078
Voerverbruik (g)	3.898 ^b	4.066 ^a	130,4	0,019
Water/voer	1,99 ^a	1,87 ^b	0,088	0,014
Waterverbruik (ml)	7.763	7.617	318	0,315

a, b Verschillende letters in een rij duiden een significant verschil aan ($P \leq 0,05$).

a, b Verschillende letters in een rij tussen () geven een tendens aan ($0,05 < P \leq 0,10$).

De strooiselbehandeling had geen aantoonbaar effect op de productieresultaten. Wel neigt het volledig vervangen van het strooisel naar een lagere uitval. Opmerkelijk was dat er bij deze groep geen uitval meer optrad nadat het strooisel was vervangen. Bij de andere drie groepen bedroeg de uitval gemiddeld 2,6%.

Tabel 13 Technische resultaten over de gehele groeiperiode per strooiselbehandeling.

Proefbehandeling	Controle	1x extra strooisel	2x extra strooisel	Strooisel vervangen	LSD	P-waarde
Eindgewicht (g)	2770	2801	2785	2744	120,6	0,717
Groei (g)	2.726	2.757	2.741	2.699	120,5	0,715
Uitval (%)	6,9 ^(a)	5,0 ^(b)	5,0 ^(b)	1,9 ^(b)	3,79	0,085
Voerconversie	1,481	1,466	1,439	1,450	0,053	0,316
Voerverbruik (g)	4.036	4.041	3.941	3.911	184,4	0,311
Water/voer	1,89	1,92	2,01	1,91	0,125	0,176
Waterverbruik (ml)	7.631	7.767	7.921	7.439	449,8	0,162

a, b Verschillende letters in een rij duiden een significant verschil aan ($P \leq 0,05$).

a, b Verschillende letters in een rij tussen () geven een tendens aan ($0,05 < P \leq 0,10$).

Aan het eind van de groeiperiode was het gewicht per m² leefoppervlak gelijk aan wat in de praktijk gangbaar is.

3.7 Voetzoollaesies

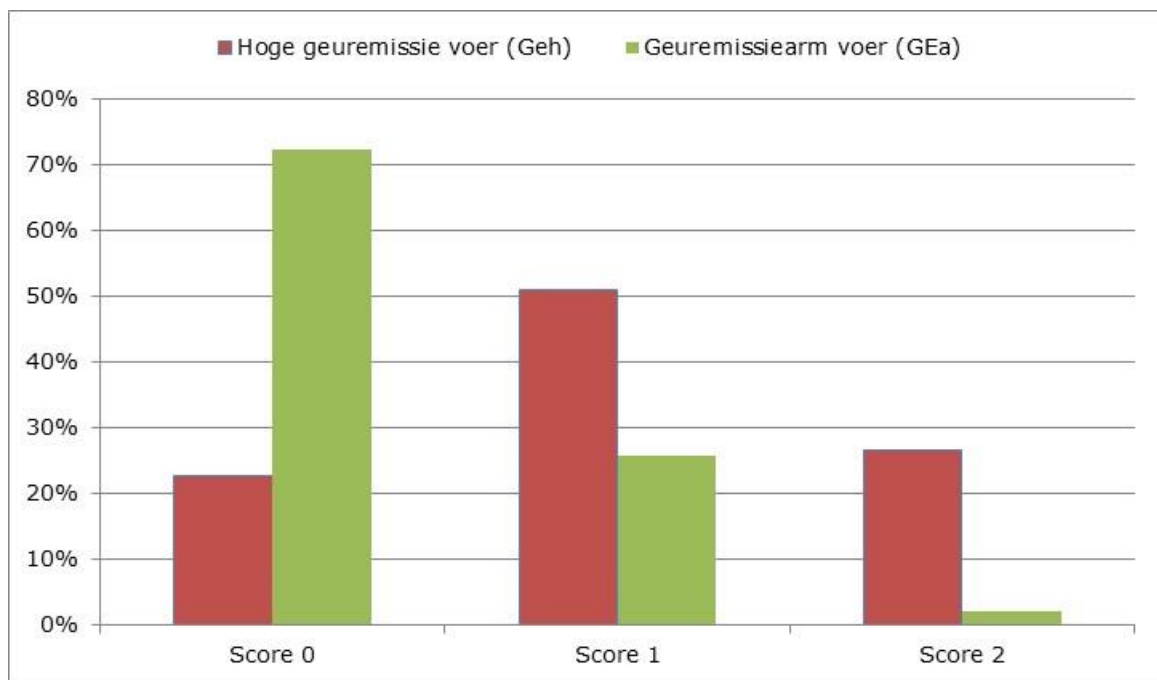
In Tabel 14 zijn de gemiddelde scores per behandeling van de voetzoollaesies weergegeven. De percentageverdeling over de scores voor de ernst van de voetzoolandoeningen zijn weergegeven in figuren 3.13 en 3.14.

Kuikens die het GEa voerprogramma ontvingen hadden duidelijk minder ernstige voetzoollaesies, wat resulteerde in een lagere voetzoollaesiescore (17 vs. 79; $P=0,004$). De strooiselbehandeling had geen aantoonbaar effect op de ernst van voetzoollaesies.

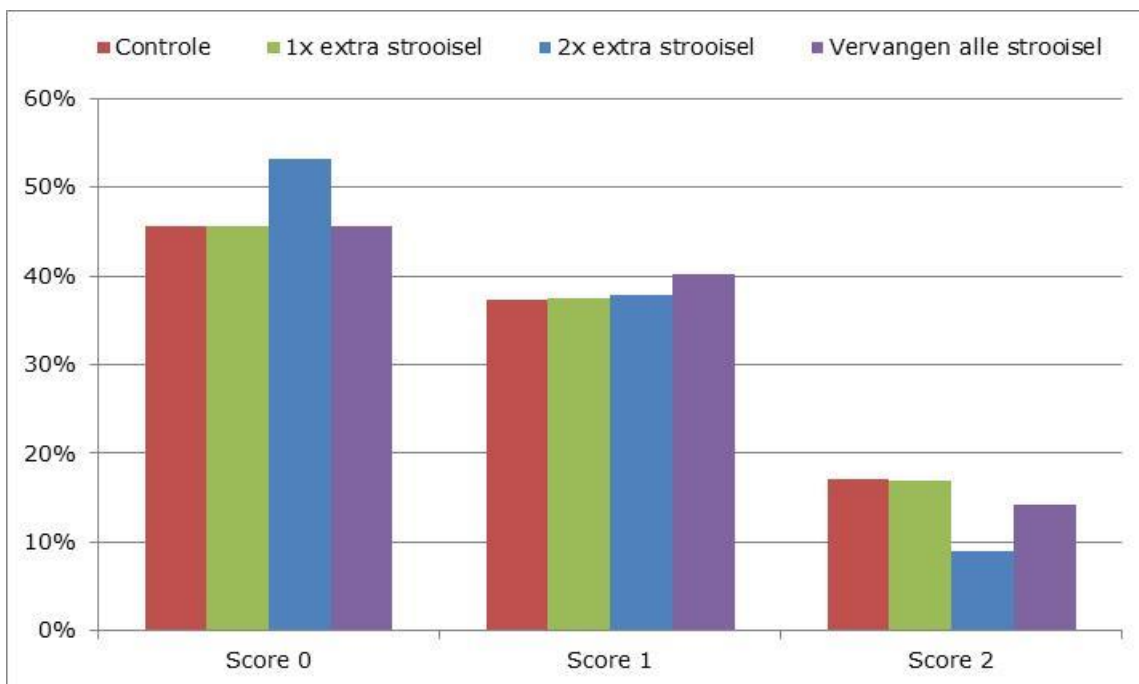
Tabel 14 Gemiddelde score voetzoollaesies per proefbehandeling.

Proefbehandeling	Gemiddelde voetzoollaesiescore
<i>Voerbehandeling</i>	
Hoge geuremissie voer (GEh)	79 ^a
Geuremissiearm voer (GEa)	17 ^b
LSD	34,7
P-waarde	0,004
<i>Strooiselbehandeling</i>	
Controle	53
1x extra strooisel	53
2x extra strooisel	37
Strooisel vervangen	48
LSD	49,1
P-waarde	0,851

a, b Verschillende letters in een rij tussen () geven een tendens aan ($0,05 < P \leq 0,10$).



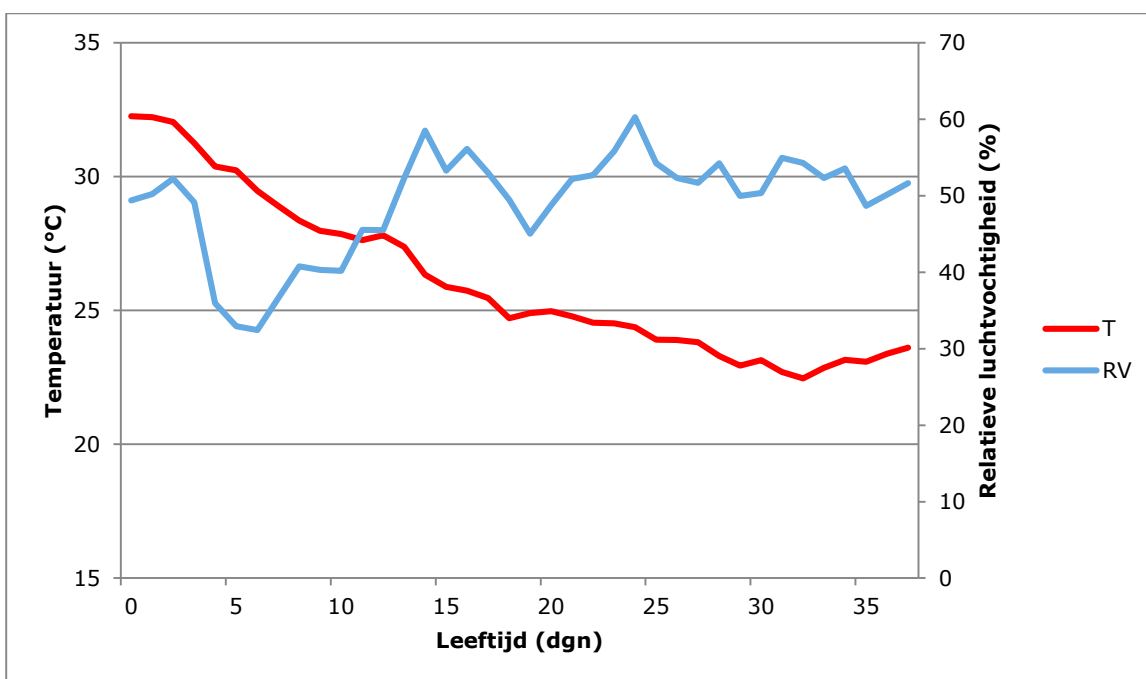
Figuur 3.13 Effect van voerbehandeling op de ernst van voetzoollaesies (score 0 = geen laesies; score 1 = milde laesies; score 2 = ernstige laesies) van vleeskuikenhanen op 36 dagen leeftijd.



Figuur 3.14 Effect van strooiselbehandeling op de ernst van voetzollaesies (score 0 = geen laesies; score 1 = milde laesies; score 2= ernstige laesies) van vleeskuikenhanen op 36 dagen leeftijd.

3.8 Klimaat

De gerealiseerde temperatuur en relatieve vochtigheid is weergegeven in Figuur 3.15. Dit is het gemiddelde van de vier dataloggers.



Figuur 3.15 Gerealiseerde temperatuur en relatieve luchtvochtigheid.

4 Discussie

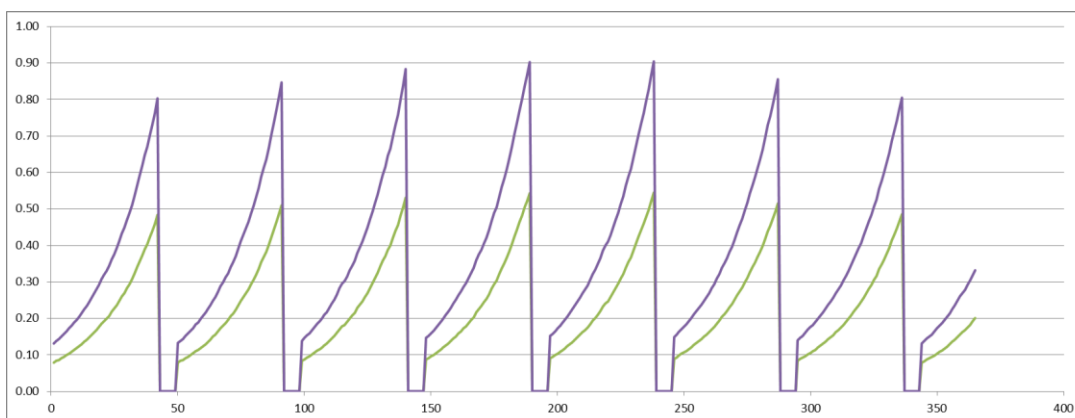
Het drogestofgehalte van het strooisel gedurende het gehele verloop van de ronde lag lager dan wat in de praktijk gebruikelijk is. Naast de effecten van de behandelingen werd het nattere strooisel mogelijk ook veroorzaakt doordat de druk op de nippelleidingen niet kon worden geregeld, waardoor de kans op watervermorsing groter is. Daarnaast hebben mogelijk ook de rubberen matten onder het strooisel en de koudere vloer vanwege de onderliggende kelder bijgedragen aan de lagere drogestofniveaus van de strooiselmest. De doorwerking van het lagere ds% op geuremissie-effect kan het positieve effect van het geuremissiearme voer hebben tegengewerkt.

De voerbehandeling had met name effect op het ammoniumgehalte en de pH van de strooiselmest, die bij het emissiearme voer duidelijk hoger lagen. Het drogestofgehalte van de strooiselmest van de behandeling waarin al het strooisel werd vervangen was lager. Het is aannemelijk dat dit wordt veroorzaakt door het ontbreken van de bufferende werking van de gecumuleerde dikke laag strooisel/mest, die wel in de andere behandelingen aanwezig is.

De emissiecijfers van zowel geur- als ammoniakemissie zijn redelijk goed vergelijkbaar met praktijkniveaus. Het geuremissieniveau uit het strooisel onder de meetbox is goed vergelijkbaar met wat gemiddeld in stalmetingen wordt gevonden. De recent bijgestelde geuremissiefactor voor vleeskuikens bedraagt 0,33 OU_E/s per dier (Rgv, 2016), maar dit betreft de gemiddelde waarde over de gehele ronde, terwijl het hier om het geuremissieniveau gedurende de laatste twee weken van de ronde betrof. Bekend is dat de geuremissie met name in de laatste twee weken in een ronde sterk toe kan nemen met een factor 2 en meer. Dit blijkt onder andere uit Figuur 4.1, overgenomen uit Ogink et al. (2016). Daarin is te zien dat de geuremissie in tweede deel van de ronde normaliter in de bandbreedte 0,50 – 0,90 OU_E/s per dier ligt.

Het emissieniveau voor ammoniak uit het strooisel onder de meetbox over het hele experiment ligt gemiddeld op 37 gram NH_3 /dierplaats/jaar. Dit niveau bevindt zich in de bandbreedte van emissiearme systemen met luchtmenging (ca. 20 – 40 gram NH_3 /dierplaats/jaar) en ligt wat lager dan de emissiefactor voor stallen zonder emissiearme techniek (80 gram NH_3 /dierplaats/jaar).

Dit betekent dat de meetcondities onder de meetbox niet wezenlijk verschillen van normale stalcondities en dat de waargenomen effecten van behandelingen door de wijze van meten niet sterk beïnvloed zullen zijn.



Figuur 4.1 Verloop van de geuremissie (OU_E/s per geplaatst dier) als functie van dagnummer in een meteorologisch gemiddeld jaar met productierondes van 42 dagen en 7 dagen leegstand tussen de rondes. (Overgenomen uit Ogink et al., 2015. Groen: geschatte niveaus op basis van metingen voor 2001; paars: geschatte niveaus op basis van metingen na 2001.)

Met betrekking tot de geuremissie geeft de geuremissiearme voerbehandeling alleen op de laatste dag een verschil met het voer met een hoge verwachte geuremissie. Het experiment geeft hiermee een eerste aanwijzing dat de gekozen voeraanpak potentie heeft voor een lagere geuremissie. Resultaten geven echter ook aan dat geuremissiearm voer een beduidend hogere NH₃-emissie geeft. Dit hangt waarschijnlijk samen met de strooiselsamenstelling. Uit recent nog niet gepubliceerd onderzoek blijkt dat hogere drogestofgehalten en hogere rulheid de ammoniakemissie sterk kunnen verhogen.

5 Conclusies en aanbeveling

Conclusies

Uit dit eerste oriënterend onderzoek naar de mogelijkheden om de geuremissie uit vleeskuikenstallen via voeraanpassing en strooiselmanagement te reduceren, komen de volgende conclusies naar voren:

- Het lijkt mogelijk de geuremissie te reduceren via het voer, door een gerichte grondstoffen- en additievenkeuze, gericht op een betere (eiwit)vertering en het verkrijgen van drogere mest. De geuremissie aan het eind van de ronde was bij het geuremissiearme voer (GEa) een derde lager dan bij het voer met een hoge verwachte geuremissie.
- De ammoniakemissie van het geuremissiearme voer is aanzienlijk hoger (meer dan een factor 3) dan die van het voer met een hoge verwachte geuremissie.
- Het één of twee keer aanbrengen van een extra strooisellaag of het volledig vervangen van het strooisel op 23 dagen had geen effect op de geur- en ammoniakemissie.
- Het geuremissiearme voer gaf duidelijk betere technische resultaten (groei en voederconversie), een betere strooiselkwaliteit en een lagere score t.a.v. voetzollaesies.

Aanbeveling

De gecreëerde verschillen in strooiseleigenschappen hebben een tegengesteld effect op de geur- en ammoniakemissie. Deze koppeling vraagt aandacht bij het verder ontwikkelen van geuremissiearm voer.

Literatuur

- Aviagen, 2014. Ross 308 Broiler Performance Objectives.
- Berg, C., 1998. Footpad dermatitis in broilers and turkeys. Doctoral diss. Dept. of Animal Environment and Health, SLU. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae, Sweden.
- Geelen, L., D. Boers, B. Brunekreef en I. Wouters, maart 2015. Geurhinder van veehouderij nader onderzocht: meer hinder dan Handreiking Wgv doet vermoeden? Actualisatie blootstellingresponsrelatie tussen gemodelleerde cumulatieve geurbelasting en geurhinder in Noord-Brabant en Limburg-Noord. GMV, INT-14108200, Tilburg
- Harn, J. van, A. Aarnink, K. Blanken, N. Ogink, 2015. Effect stalklimaat en drogestofgehalte mest op de ammoniakemissie uit vleeskuikenstallen, Wageningen UR (University & Research centre) Livestock Research, Livestock Research Report 863.
- Mosquera, J., G.J. Kasper, K. Blanken, F. Dousma en A.J.A. Aarnink (2010). Ontwikkeling snelle meetmethode ter bepaling van ammoniakemissie reductie van vloergebonden maatregelen (=Development of a fast measurement method for the determination of ammonia emission reduction from floor related measures). Rapport 291
- Ogink, N.W.M., H. Ellen, J. Mosquera, 2016. Actualisering geuremissiefactor vleeskuikens. Wageningen Livestock Research, Livestock Research Rapport 960.
- Ogink, N.W.M., G. Mol, 2002. Uitwerking van een protocol voor het meten van de geuremissie uit stallocaties en stalsystemen in de veehouderij. IMAG nota P 2002-57, 31 pp.
- Rgv, 2016. Regeling van de Staatssecretaris van Infrastructuur en Milieu, van 19 september 2016, nr. IENM/BSK-2016/186450, tot wijziging van de Regeling geurhinder en veehouderij in verband met de actualisering en enkele verbeteringen van Bijlage 1.

Bijlage 1 Overzicht verdeling proefbehandelingen over hokken

Hok 9 Hoge geuremissie voer Geen strooiselbehandeling (Controlegroep)	Hok 1 Hoge geuremissie voer Extra strooisel op 2,5 wkn
Hok 10 Emissiearm voer Extra strooisel op 2,5 EN 3,5 wkn	Hok 2 Emissiearm voer Geen strooiselbehandeling
Hok 11 Hoge geuremissie voer Op 3,5 wkn NIEUW strooisel	Hok 3 Hoge geuremissie voer Extra strooisel op 2,5 EN 3,5 wkn
Hok 12 Hoge geuremissie voer Extra strooisel op 2,5 EN 3,5 wkn	Hok 4 Emissiearm voer Op 3,5 wkn NIEUW strooisel
Hok 13 Hoge geuremissie voer Extra strooisel op 2,5 wkn	Hok 5 Hoge geuremissie voer Geen strooiselbehandeling (Controlegroep)
Hok 14 Emissiearm voer Geen strooiselbehandeling	Hok 6 Emissiearm voer Extra strooisel op 2,5 wkn
Hok 15 Emissiearm voer Extra strooisel op 2,5 wkn	Hok 7 Hoge geuremissie voer Op 3,5 wkn NIEUW strooisel
Hok 16 Emissiearm voer Op 3,5 wkn NIEUW strooisel	Hok 8 Emissiearm voer Extra strooisel op 2,5 EN 3,5 wkn

Bijlage 2 Toelichting werkingsprincipe FTIR

FTIR (Fourier-Transform-Infraroodspectroscopie) maakt gebruik van het infraroodlicht in het spectrum om de aanwezigheid van gassen in lucht te bepalen. Lucht wordt door een gesloten kamer gezogen. Infrarood licht wordt eerst gesplitst in twee lichtstralen. Een straal wordt gericht op een vast spiegel, de ander op een mobiele spiegel. De twee stralen worden daarna weer samengebracht, waarna de helft op de monstercompartiment waar de lucht door wordt gezogen. Gasmoleculen absorberen een deel van de energie uit de lichtstraal op specifieke golflengten. Het doorgelaten licht (energie en golflengten) wordt gemeten in de detector. Via de Fourier-transformatie-techniek in de aangesloten computer wordt het meetsignaal omgezet in een spectrum van geabsorbeerde golflengtes (interferogram). De hoogte en positie van de pieken in het spectrum geven de informatie over de samenstelling van het luchtmonster.



FTIR monitor (links) en complete systeem (rechts) inclusief logger en computer hardware.

Bijlage 3 Grondstoffensamenstelling en berekende gehalten voeders

Grondstof	Eenheid	Startvoer		Groeivoer		Afmestvoer	
		Hoge geuremissie voer (GEh)	Geuremissie-arm voer (GEa)	Hoge geuremissie voer (GEh)	Geuremissie-arm voer (GEa)	Hoge geuremissie voer (GEh)	Geuremissie-arm voer (GEa)
Mais	g/kg	250,00	250,00	200,00	200,00	150,00	150,00
Tarwe	g/kg	156,40	373,82	245,70	465,77	293,35	529,30
Gerst	g/kg	150,00	--	150,00	--	150,00	--
Sojaschroot 490CP	g/kg	310,00	239,00	240,00	215,00	215,00	215,00
Raapzaadschroot	g/kg	25,00	--	50,00	--	75,00	--
Aardappeleiwit as<10	g/kg	--	25,00	--	15,00	--	10,00
Soycomil P (soja-eiwit)	g/kg	--	25,00	--	15,00	--	10,00
Soja olie	g/kg	60,00	29,00	76,00	41,50	84,00	44,00
Kleimineraal (Exal)	g/kg	--	5,00	--	5,00	--	5,00
Premix (mais)	g/kg	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Krijt	g/kg	15,30	15,00	11,90	12,10	9,80	10,70
Monocalciumfosfaat	g/kg	14,90	15,30	10,20	10,70	7,80	8,60
Zout	g/kg	1,20	1,30	2,00	1,00	1,00	1,10
Natriumbicarbonaat	g/kg	3,40	3,30	1,90	3,00	3,00	2,90
L-lysine HCl	g/kg	3,00	2,70	2,70	2,50	2,40	2,40
DL-methionine	g/kg	3,20	3,00	2,60	2,55	2,30	2,40
L-threonine	g/kg	1,90	1,55	1,50	1,35	1,30	1,30
L-valine	g/kg	0,50	0,10	0,30	0,10	0,05	0,00
Calciumlactaat	g/kg	--	3,00	--	2,00	--	1,00
RonoZyme WX	g/kg	--	0,20	--	0,20	--	0,20
Adimix Precision	g/kg	--	1,50	--	1,00	--	0,50
CreAnimo	g/kg	--	0,60	--	0,60	--	0,60
Clinacox (AC)	g/kg	0,20	--	0,20	--	--	--
Maxiban (AC)	g/kg	--	0,63	--	0,63	--	--
Totaal		1000,00	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00

Berekende gehalten

OE broilers	MJ/kg	11,99	11,99	12,46	12,47	12,54	12,55
Ruw eiwit	g/kg	218	218	197	197	193	192
Ruw vet	g/kg	78	47	93	58	100	59
As	g/kg	63	67	54	57	49	53
Ruwe celstof	g/kg	30	24	31	23	34	24
Zetmeel	g/kg	347	394	365	415	362	420
Suikers	g/kg	47	41	43	39	43	40
NDF		100	95	108	99	113	100
ADF		41	34	44	34	48	34
Calcium	g/kg	9,5	9,5	7,5	7,5	6,5	6,5
Fosfor	g/kg	7,2	7,0	6,1	5,8	5,7	5,4
Opneembaar fosfor	g/kg	4,3	4,3	3,4	3,4	3,0	3,0
Ca/oP	g/kg	2,19	2,20	2,20	2,20	2,17	2,15
Kalium	g/kg	9,1	7,9	8,1	7,3	7,9	7,3
Natrium	g/kg	1,5	1,5	1,4	1,3	1,3	1,3
Chloor	g/kg	1,7	1,7	2,1	1,5	1,5	1,5
dEB (elektrolyten)	meq/kg	249	219	207	202	216	201
Vert. lysine	g/kg	12,0	12,0	10,5	10,5	10,0	10,1
Vert. methionine	g/kg	6,0	6,0	5,2	5,2	4,8	4,9
Vert. meth + cys	g/kg	8,8	8,9	7,9	7,9	7,6	7,6
Vert. threonine	g/kg	8,4	8,4	7,3	7,3	7,0	7,0
Vert. tryptofaan	g/kg	2,2	2,3	2,0	2,1	2,0	2,0
Vert. Valine	g/kg	9,0	9,0	8,0	8,0	7,6	7,6
Vert. arginine	g/kg	12,5	12,2	11,0	10,8	10,6	10,5

Bijlage 4 Technische resultaten per voerfase en totale groeiperiode

Technische resultaten (gewicht, groei, voerverbruik, voerconversie en uitval) over de verschillende voerfasen en gehele proefperiode van kuikens welke een hoge geuremissie voer of een geuremissiearm voer ontvingen.

Proefbehandeling	Hoge geuremissie voer (GEh)	Geuremissiearm voer (GEa)	LSD	P-waarde
Gewicht (g) dag 0	44	44	0,4	0,487
Gewicht (g) dag 10	305 ^(b)	323 ^(a)	22,2	0,090
Gewicht (g) dag 28	1.838 ^b	1.970 ^a	65,4	0,002
Gewicht (g) dag 37	2.686 ^b	2.864 ^a	85,3	0,002
Startperiode (d0-10)				
Groei (g)	260 ^(b)	279 ^(a)	22,1	0,091
Uitval (%)	0,0	0,3	0,74	0,351
Voerconversie	1,014 ^(a)	0,992 ^(b)	0,026	0,084
Voerverbruik (g)	264	276	17,3	0,136
Water/voer	2,56 ^a	2,41 ^b	0,134	0,026
Waterverbruik (ml)	676	664	25,4	0,307
Groeiperiode (d11-28)				
Groei (g)	1.533 ^b	1.646 ^a	51,7	0,001
Uitval (%)	3,1	2,2	2,94	0,476
Voerconversie	1,396 ^a	1,369 ^b	0,018	0,009
Voerverbruik (g)	2.141 ^b	2.254 ^a	85,4	0,016
Water/voer	1,91 ^a	1,81 ^b	0,096	0,045
Waterverbruik (ml)	4083	4082	237,9	0,991
Afmestperiode (d29-37)				
Groei (g)	848	894	79,5	0,211
Uitval (%)	2,3	1,6	2,15	0,493
Voerconversie	1,762	1,729	0,147	0,612
Voerverbruik (g)	1.493	1.535	54,6	0,111
Water/voer	2,02 ^a	1,87 ^b	0,109	0,015
Waterverbruik (ml)	3.004 ^a	2.871 ^b	121,8	0,037
Totale productie periode (d0-37)				
Groei (g)	2.642 ^b	2.820 ^a	85,2	0,002
Uitval (%)	5,3	4,1	2,68	0,306
Voerconversie	1,475 ^(a)	1,443 ^(b)	0,037	0,078
Voerverbruik (g)	3.898 ^b	4.066 ^a	130,4	0,019
Water/voer	1,99 ^a	1,87 ^b	0,088	0,014
Waterverbruik (ml)	7.763	7.617	318	0,315

a, b Verschillende letters in een rij duiden een significant verschil aan ($P \leq 0,05$).

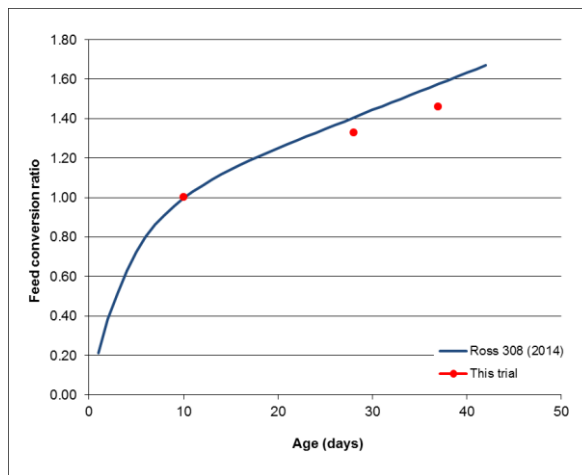
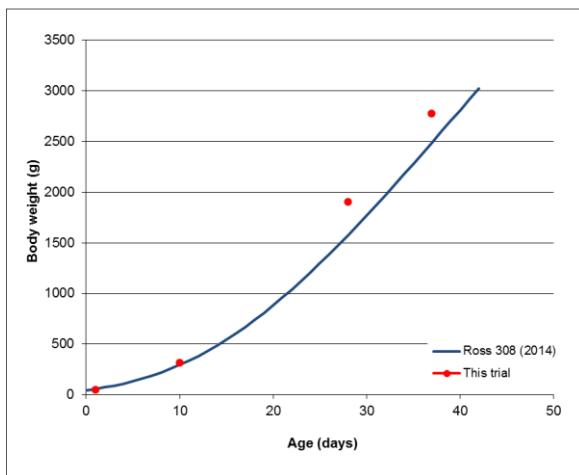
a, b Verschillende letters in een rij tussen () geven een tendens aan ($0,05 < P \leq 0,10$).

Technische resultaten (gewicht, groei, voerverbruik, voerconversie en uitval) over de verschillende voerfasen en gehele proefperiode bij verschillende strooiselbehandelingen.

Proefbehandeling	Controle	1x extra strooisel	2x extra strooisel	Strooisel vervangen	LSD	P-waarde
Gewicht (g) dag 0	44	44	44	44	0,6	0,308
Gewicht (g) dag 10	319	317	307	312	31,4	0,819
Gewicht (g) dag 28	1.908	1.934	1.886	1.887	92,4	0,596
Gewicht (g) dag 37	2.770	2.801	2.785	2.744	120,6	0,717
Startperiode (d0-10)						
Groei (g)	275	273	263	268	22,1	0,823
Uitval (%)	0,0	0,0	0,6	0,0	1,05	0,447
Voerconversie	1,005	1,012	0,997	0,998	0,037	0,767
Voerverbruik (g)	276	276	262	267	24,5	0,466
Water/voer	2,45	2,46	2,49	2,53	0,19	0,753
Waterverbruik (ml)	677	678	651	673	35,9	0,333
Groeiperiode (d11-28)						
Groei (g)	1.589	1.617	1.579	1.575	73,1	0,553
Uitval (%)	2,5	2,5	3,8	1,9	2,94	0,758
Voerconversie	1,400	1,377	1,379	1,375	0,025	0,151
Voerverbruik (g)	2.224	2.226	2.177	2.164	120,8	0,539
Water/voer	1,84	1,84	1,94	1,82	0,135	0,224
Waterverbruik (ml)	4.087	4.093	4.218	3.932	336,4	0,332
Afmestperiode (d29-37)						
Groei (g)	862	867	899	857	112,4	0,809
Uitval (%)	4,4 ^a	2,6 ^{ab}	0,7 ^{bc}	0,0 ^c	2,15	0,039
Voerconversie	1,801	1,777	1,676	1,730	0,208	0,534
Voerverbruik (g)	1.536	1.538	1.502	1.480	77,2	0,300
Water/voer	1,87	1,95	2,04	1,92	0,154	0,167
Waterverbruik (ml)	2.868 ^(bc)	2.996 ^(ab)	3.052 ^(a)	2.834 ^(c)	172,3	0,059
Totale productie periode (d0-37)						
Groei (g)	2.726	2.757	2.741	2.699	120,5	0,715
Uitval (%)	6,9 ^(a)	5,0 ^(b)	5,0 ^(b)	1,9 ^(b)	3,79	0,085
Voerconversie	1,481	1,466	1,439	1,450	0,053	0,316
Voerverbruik (g)	4.036	4.041	3.941	3.911	184,4	0,311
Water/voer	1,89	1,92	2,01	1,91	0,125	0,176
Waterverbruik (ml)	7.631	7.767	7.921	7.439	449,8	0,162

a, b Verschillende letters in een rij duiden een significant verschil aan ($P \leq 0,05$).

a, b Verschillende letters in een rij tussen () geven een tendens aan ($0,05 < P \leq 0,10$).



Links: gemiddeld gerealiseerde gewichten in deze proef in vergelijking met de Ross norm.

Rechts: gemiddeld gerealiseerde voerconversie in deze proef in vergelijking met de Ross 308 norm.

To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life



Wageningen Livestock Research Postbus 338
6700 AH Wageningen
T 0317 48 39 53
E info.livestockresearch@wur.nl [www.wur.nl/
livestock-research](http://www.wur.nl/livestock-research)

Wageningen Livestock Research ontwikkelt kennis voor een zorgvuldige en renderende veehouderij, vertaalt deze naar praktijkgerichte oplossingen en innovaties, en zorgt voor doorstroming van deze kennis. Onze wetenschappelijke kennis op het gebied van veehouderijsystemen en van voeding, genetica, welzijn en milieu-impact van landbouwhuisdieren integreren we, samen met onze klanten, tot veehouderijconcepten voor de 21e eeuw.

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.500 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

