

Rapport 303

Verkenkend onderzoek naar de ecologische duurzaamheid van de opfokstal van de Lankerenhof

Stalklimaat, mestkwaliteit en ammoniakemissie van een
biologische opfokstal met mestdroging door een
verwarmingsinstallatie

Januari 2010

Colofon

Uitgever

Wageningen UR Livestock Research
Postbus 65, 8200 AB Lelystad
Telefoon 0320 - 238238
Fax 0320 - 238050
E-mail info.livestockresearch@wur.nl
Internet <http://www.livestockresearch.wur.nl>

Redactie

Communication Services

Copyright

© Wageningen UR Livestock Research, 2009
Overname van de inhoud is toegestaan,
mits met duidelijke bronvermelding.

Aansprakelijkheid

Wageningen UR Livestock Research (formeel ASG Veehouderij BV) aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Wageningen UR Livestock Research, formeel 'ASG Veehouderij BV', vormt samen met het Centraal Veterinair Instituut en het Departement Dierwetenschappen van Wageningen Universiteit de Animal Sciences Group van Wageningen UR.

Losse nummers zijn te verkrijgen via de website.



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

Abstract

Pilot study into the house's climate, air quality, ammonia emission and litter quality during the first five weeks of a rearing period at the organic rearing hen house of the Lankerenhof. The hen house was heated by warm air, which was blown over the litter. The climate of the hen house was well maintained. The air quality in the hen house was good. The ammonia emission was low, but the contribution to the total ammonia emission during the entire rearing period was limited. The litter was very dry.

Keywords

Organic farming, rearing, poultry, ammonia emission, litter, air drying.

Referaat

ISSN 1570 - 8616

Auteur(s)

Ir. S.E.M. Dekker
Prof. P.W.G. Groot Koerkamp

Titel

Verkennd onderzoek naar de ecologische duurzaamheid van de opfokstal van de Lankerenhof

Rapport 303

Samenvatting

Verkennd onderzoek op de Lankerenhof naar het stalklimaat, de luchtkwaliteit, de ammoniakemissie en de mestkwaliteit gedurende de eerste vijf weken van de opfokperiode in een biologische opfokstal met verwarming door over strooisel geblazen warme lucht. Het beoogde stalklimaat werd goed gehandhaafd. De luchtkwaliteit in de stal was goed. De ammoniakemissie was laag, maar dit had een beperkte invloed op de totale ammoniakemissie van de gehele opfokronde. Het strooisel was erg droog.

Trefwoorden

Biologische landbouw, opfok, pluimvee, ammoniakemissie, strooisel, beluchting

Rapport 303

Verkenkend onderzoek naar de ecologische duurzaamheid van de opfokstal van de Lankerenhof

Ir. S.E.M. Dekker
Prof. P.W.G. Groot Koerkamp

Januari 2010

Voorwoord

Op biologisch pluimveebedrijf de Lankerenhof is een unieke prestatie geleverd door een droomstal neer te zetten voor de boer, de consument en de legghen. Het feit dat het realiseren van dromen niet altijd over rozen gaat, is bij de bouw, de ingebruikname en bij het onderzoek op dit bijzondere bedrijf, maar weer eens gebleken. Het enige dat is zo'n geval helpt is stug doorwerken en een lange adem hebben. Na het uitvoeren van een uitgebreid experiment in de legstal van de Lankerenhof, wilden we eigenlijk nog zo veel meer weten. Met enige creativiteit en inspanning van velen konden we toch nog een verkennend onderzoek in de opfokstal uitvoeren. Met eenvoudige meetapparatuur bestaande uit een stalcomputer, een rookmachine en een concentratiemeter en enkele strooiselmonsters, wat extra tijd van de boer en de onderzoeker hebben we toch onze vragen kunnen beantwoorden. Ik wil Chris en Marianne Borren bedanken voor de fijne samenwerking en ze heel veel succes wensen met de voortzetting van hun bedrijf. Jullie hebben ongetwijfeld nog een lange bochtige weg te gaan. Vergeet niet onderweg van het uitzicht te genieten!

Sanne Dekker en Peter Groot Koerkamp

Samenvatting

In dit rapport wordt verslag gedaan van de stalklimaat- en de milieuaspecten die in het ontwerp van de opfokstal van de Lankerenhof zijn verweven. In de opfokstal bevonden zich twee verwarmingsinstallaties, die zorgden voor de verwarming van de stal en de droging van de strooiselmest gedurende het warme deel van de opfok (eerste vijf weken). Droging van strooiselmest remt de emissie van ammoniak uit de mest. Dit is goed voor de mestkwaliteit, het leefklimaat van de kuikens, het werkklimaat van de pluimveehouder en het milieu. Het doel van dit experiment was vast te stellen of dit achterliggende ontwerpprincipe in de praktijk functioneerde. Voor aanvang van de productieronde werd een rookproef uitgevoerd. De stal- en buitentemperatuur, de relatieve luchtvochtigheid en het debiet werden afgelezen op de stalcomputer. Op basis van de productiegegevens werd de stikstof- en fosforexcretie vastgesteld. De ammoniak- en kooldioxideconcentratie werden gemeten met behulp van Drägerbuisjes. De strooiselmest werd geanalyseerd op het gehalte aan drogestof, totaal stikstof en totaal fosfor. De rookproef bevestigde dat de stal werd geventileerd zoals beoogd. Het stalklimaat voldeed goed aan de eisen van een opfokstal. De streeftemperatuur werd gehandhaafd en was goed regelbaar. De luchtkwaliteit in de stal was goed met een gemiddelde ammoniakconcentratie van 0,9 ppm en een gemiddelde kooldioxideconcentratie van 2267 ppm. De mest in de stal was met gemiddeld 77% erg droog en dit leek gehandhaafd te kunnen worden tot het einde van de opfokperiode. Het drogestofgehalte was hoog genoeg om afbraakprocessen in de mest en de emissie van ammoniak nagenoeg tot stilstand te brengen. De ammoniakemissie tijdens de warme opfok was met 0,67 gram per dierplaats per jaar laag. Deze hoeveelheid zal nauwelijks invloed hebben op totale ammoniakemissie van de gehele opfokperiode.

Summary

In this pilot study the climatic and environmental aspects embedded in the design of the rearing hen house of the Lankerenhof were investigated. Two heating systems were located inside the house. These were intended to maintain the hen house's temperature and dry the litter during the heated rearing period (first five weeks). Drying of litter slows down the emission of ammonia from manure. This generally has a positive effect on the manure quality, the living conditions of the rearing hen, the working conditions of the farmer and the environment. The aim of this pilot study was to determine if the underlying design principles were realized in practice. A smoke test was executed preceding the start of the rearing period. The relative humidity and temperature in the hen house, the outside temperature and the ventilation rate were assessed from the process computer in the hen house. Based on production figures, the nitrogen- and phosphorus excretion was calculated. Ammonia and carbon dioxide concentrations of the air inside the house were measured using Dräger tubes. The litter was analyzed on dry matter content, total nitrogen content and total phosphorus content. The smoke test showed the air flow pattern and confirmed that the hen house was ventilated as expected. The air temperature inside the rearing house was well controlled according the programmed curve. The air quality in the rearing house was good. The ammonia and carbon dioxide concentration averaged 0.9 and 2267 ppm, respectively. The dry matter content of the litter during the heated rearing period was very high, 76.6%, and seemed to be maintained until the end of the rearing period. The dry matter content was high enough to stop degradation processes in the litter. The ammonia emission during the heated rearing period was low, 0.67 grams per animal place per year. However, the ammonia emission of the first seven weeks of the rearing period is known to contribute little to the total ammonia emission of the whole rearing period.

Inhoudsopgave

Voorwoord

Samenvatting

Summary

1	Inleiding	1
2	Materiaal en methode	2
2.1	Stal en bedrijfssituatie	2
2.1.1	Bedrijfssituatie.....	2
2.1.2	Huisvesting	2
2.1.3	Ventilatie en verwarming	2
2.1.4	Ammoniakreducerend principe	5
2.2	Metingen en berekeningen	5
2.2.1	Rookproef	5
2.2.2	Productiedata.....	5
2.2.3	Mestkwaliteit en mineralenbalans.....	5
2.2.4	Klimaat- en emissiemetingen.....	5
3	Resultaten.....	7
3.1	Rookproef.....	7
3.2	Productiedata	7
3.3	Mestkwaliteit en mineralenbalans	8
3.4	Klimaat- en emissiemetingen	8
	Discussie	11
	Conclusie.....	12
	Referenties	13
	Bijlagen.....	14

1 Inleiding

De veranderingen in de Nederlandse en Noord West Europese legpluimveehouderij zijn groot en gaan snel. Niet alleen de Europese en nationale regelgevingen zijn daarvoor verantwoordelijk, zoals het verbod op de traditionele kooi per 2012, het verbod in Nederland op snavelkappen per 2011 voor nieuwe stallen, maar ook de maatschappelijke 'eis' en consumentenvraag naar verantwoord geproduceerde eieren (people, planet en profit). Ook de uitkomsten van het maatschappelijk debat over de toekomst van de intensieve veehouderij (najaar 2003), het Verdrag van Utrecht (specifiek voor de pluimveesector) en het vervolgdebat van Groeneveld geven richting aan de toekomstige ontwikkeling van de pluimveesector in Nederland. Het grootste deel van de leghennen in Nederland wordt inmiddels niet meer in kooien gehuisvest, maar in scharrel- en volièrestallen. Zo wordt voldaan aan de vraag naar scharreleieren. Daarnaast vervullen Freiland en biologische eieren nadrukkelijk de wens om tegemoet te komen aan verantwoord consumenten en produceren. De bijbehorende houderij vormen zijn, zoals dat zo mooi heet 'bovenwettelijk' en passen in het beeld van Maatschappelijk Verantwoord Ondernemen (MVO). Eén van de belangrijkste onderscheidende kenmerken van Freiland en biologisch ten opzichte van scharrelsystemen is de extra 'buitenuitloop'. Die extra uitloop buiten is niet zonder discussie, maar ook de problemen binnen in de huidige scharrel- en volièrestallen hangen sterk samen met de scharrel- en foerageerruimte in de stal. De vraag rijst dus of de huidige welzijnsvriendelijke houderijsystemen wel 'duurzaam' zijn, dus zowel sociaal-maatschappelijk (people), milieutechnisch (planet) als economisch (profit) verantwoord zijn. Kortom, er is duidelijk behoefte aan meer kennis en inzicht en verdere verbetering en innovatie van de huidige houderijsystemen met een uitloop.

Dit project is voortgevloeid uit het project 'Houden van Hennen'. Het project 'Houden van Hennen' (Wageningen UR, 2004) ging uit van een integrale probleembenadering en werkte aan geïntegreerde oplossingen, waarbij technische innovaties werden gecombineerd met het creëren van marktkansen en vergroten van het maatschappelijk draagvlak. Het project richtte zich niet specifiek op één soort eiproduktie of één soort houderijsysteem, maar ging juist uit van de ambities van en vernieuwing bij verschillende pluimveehouders. In de overtuiging dat juist dan de innovatie sneller en effectiever tot stand komt.

Het project Houden van Hennen heeft enerzijds inspirerende ontwerpen opgeleverd van nieuwe houderijsystemen waaronder 'De Plantage' en 'Het Rondeel', anderzijds is veel kennis en ervaring opgedaan over de eisen van hennen, boeren en burgers, een interactieve en interdisciplinaire ontwerpmethodiek en communicatie en interactie met de sector en maatschappij. Zoals voorgesteld aan het einde van het 'Houden van Hennen' rapport is op de Lankerenhof het stokje opgepakt, maar zijn de bestaande concepten niet zondermeer gekopieerd. Het programma van eisen en de ontwerpen zijn gebruikt als basis voor een eigen ontwerp dat vandaag de dag gerealiseerd kon worden en dat past bij de ondernemer, zijn eiprodukt en zijn maatschappelijke context.

In dit rapport wordt ingegaan op de milieuaspecten die in het ontwerp van de opfokstal zijn verweven. Echter, zoals uit het Houden van Hennen project bleek zijn de ontwerpprincipes gebaseerd op de wensen van de hen, de consument en de pluimveehouder en zijn bijvoorbeeld dierwelzijnseisen geïntegreerd met milieueisen tot één ontwerp. Wees dus niet verbaasd als in dit rapport ook over deze thema's wordt gesproken. De Lankerenhof is inmiddels ontworpen, gebouwd en in gebruik genomen. Na de opstartfase is een begin gemaakt met het toetsen van een deel van de ontwerpprincipes door het uitvoeren van metingen op de Lankerenhof in de opfokstal.

In de opfokstal bevonden zich twee verwarmingsinstallaties. Deze verwarmingsinstallaties hebben twee functies. Ze zorgen voor de verwarming van de stal gedurende de eerste zeven weken van de opfok en ze drogen de mest. Droging van strooiselmest remt de emissie van ammoniak uit de mest. Dit is goed voor de mestkwaliteit, het leefklimaat van de kuikens, het werkklimaat van de pluimveehouder en het milieu. Het doel van dit experiment was te bepalen of deze achterliggende ontwerpprincipes in de praktijk functioneerden. Om dit te toetsen werden de volgende werk vragen geformuleerd:

- Wat is het stalklimaat, i.e. de luchtvochtigheid en de temperatuur?
- Wat is de luchtkwaliteit van de stal, i.e. de ammoniak- en de kooldioxideconcentratie?
- Wat is de mestkwaliteit, i.e. het drogestof percentage en het stikstof- en het fosfaatgehalte?
- Wat is de milieubelasting ten aanzien van verzuring van dit staltype, i.e. de ammoniakemissie?

2 Materiaal en methode

2.1 Stal en bedrijfssituatie

2.1.1 Bedrijfssituatie

Dit experiment werd uitgevoerd in een biologische opfokstal. Er werd één ronde gemeten, met als doel een globale indruk te krijgen, ter verificatie van de achterliggende ecologische ontwerpprincipes. Dit experiment betrof alleen de verwarmde periode van de opfok. De duur van de verwarmde opfok was afhankelijk van het buitenklimaat en varieerde tussen de vijf en zeven weken. Aangezien in de nazomer werd gemeten, was de duur van de warme opfok in dit geval 37 dagen. De metingen liepen van 17 augustus 2009 tot en met 22 september 2009. Op het bedrijf waren naast de opfokstal twee leghennenstallen aanwezig, één volièrestal en één scharrelstal. Ook bevond zich een voorraad afgedekte bandmest van de volièrestal op het bedrijf op het tijdstip van de meting.

2.1.2 Huisvesting

De biologische opfokstal op de Lankerenhof is een uniek ontwerp gebaseerd op het in het 'Houden van Hennen' project ontworpen houderijsysteem 'de Plantage'. De stal was 40 m lang en 15 meter breed. De stal bestond uit een buitenstal met daarin een binnenstal. De binnenstal was een ruimte in de buitenstal, die bedoeld was voor de verwarmde opfokperiode. De buitenstal bestond uit twee scharrelruimtes met een dichte vloer aan weerszijden van de binnenstal en een wintergarten, die aan de uitloop en aan de scharrelruimte grensde. 0,4 m boven de vloer van de binnenstal was het rooster geplaatst. Het rooster werd bedekt met kuikenpapier met daarop gehakseld stro. De zijwanden over de lengte van de binnenstal grensden aan de scharrelruimtes van de buitenstal. Deze scharrelruimtes waren van de binnenstal afgesloten met transparant winddicht folie. Het plafond van de binnenstal bestond uit een verlaagd plafond. In de binnenstal bevonden zich vijf in hoogte verstelbare, waterlijnen en twee voerkettingen en zitstokken. In Bijlage 1 vind u een dwarsdoorsnede van de opfokstal.

2.1.3 Ventilatie en verwarming

De binnenstal van de opfokstal was mechanisch geventileerd. Vloeren, plafond en wanden waren ontworpen om natuurlijke ventilatie af te remmen, maar leklucht was niet volledig uitgesloten. De koude buitenlucht kwam de stal binnen via twee inlaatventielen (zie Figuur 1). Dit waren kokers van 0,63 cm doorsnede, die zich in het verlaagde plafond van de middenstal bevonden. De openingsstand van de inlaatventielen was positief gekoppeld aan het toerental van de uitlaatventilator.

Twee meter onder de beide inlaatventielen bevond zich een verwarmingsinstallatie (Figuur 2). Het verwarmingssysteem bestond uit een ventilator en een radiator. De verwarmingsinstallatie bevond zich één meter boven de roosters waarop de kuikens leefden. De koude stallucht werd door de ventilator naar de radiator gezogen (Figuur 3). Het maximale debiet van de ventilator was 3000 m³ per uur. Deze stonden ingeschakeld op een capaciteit van 80%. In totaal werd dus 4800 m³ per uur via de twee ventilatoren over de strooiselmest geblazen. Direct onder de uitlaat van de verwarmingsinstallatie bevond zich een plaat die voorkwam dat de lucht omlaag over het rooster werd geblazen.



Figuur 1 Foto van het inlaatventiel

Tussen de plaat en de ventilator bevond zich een gleuf van vijf cm. De warme lucht werd zijwaarts in vier richtingen over de kuikens heen geblazen. De richting en verdeling van de uitgeblazen lucht kon afgesteld worden door vier kleppen die zich in de gleuf bevonden. De kleppen waren zo ingesteld dat er meer lucht in de lengterichting van de stal werd geblazen dan in de breedterichting van de stal. De ventilator stond 24 uur per dag 37 dagen lang aan. De radiator was temperatuur geschakeld. Het was niet mogelijk af te lezen wanneer hij aan stond of op welke capaciteit hij werkte. Wel kon afgelezen worden hoeveel uur hij ingeschakeld was. Figuur 4 geeft een bovenaanzicht van de opfokstal met daarin de locatie van de in- en uitlaat van de lucht.

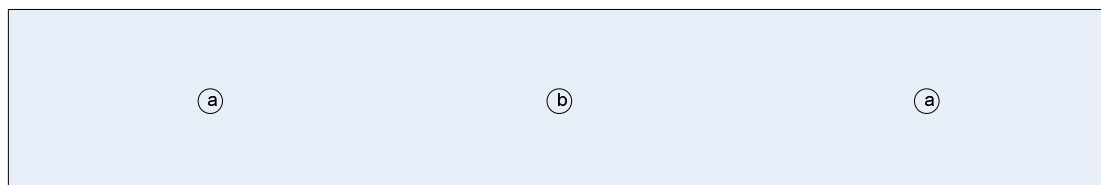
De staltemperatuur werd handmatig ingesteld. Tabel 1 geeft het globale temperatuurschema voor de verwarmde opfok weer. De afvoer van de stallucht ging via een ventilatiekoker met een diameter van 0,63 m. Het maximale debiet van de uitlaatventilator was 8000 m^3 per uur. De uitlaatventilator was temperatuur geregeld. Het was ook mogelijk deze af te laten hangen van de luchtvochtigheid. Maar de ervaring van de pluimveehouder was dat de kooldioxideconcentratie in de stal dan hoog opliep. Dit was enige tijd getest met een kooldioxide concentratiemeter. De stalventilator stond de eerste twee dagen niet aan, om de temperatuur in de stal op 35°C te handhaven.



Figuur 2 De verwarmingsinstallatie bestaande uit een ventilator en een radiator.



Figuur 3 Opstelling inlaatventiel en verwarmingsinstallatie.



Figuur 4 Bovenaanzicht stal met locatie inlaatventielen, verwarmingsinstallatie en uitlaatventilator, a = inlaatventiel in verlaagd plafond met daaronder de verwarmingsinstallatie, b = uitlaatventilator.

Tabel 1 Temperatuurschema van de opfokstal van week één tot en met zeven.

Tijdstip opfok	Temperatuur set-point
Week 1 dag 1-2	35,0 °C.
Week 1 dag 3-7	32,5 °C
Week 2	28,5 °C
Week 3	27,0 °C
Week 4	25,5 °C
Week 5	24,0 °C
Week 6	22,5 °C
Week 7	21,0 °C

2.1.4 Ammoniakreducerend principe

Het ammoniakreducerend principe van het huisvestingssysteem was het drogen van mest door het blazen van warme lucht over het strooisel. Ammoniak wordt gevormd bij de afbraak van urinezuur. De afbraaksnelheid wordt sterk beïnvloed door het vochtgehalte van de mest. Bij een afnemend vochtgehalte en toenemend drogestofgehalte neemt de afbraaksnelheid af tot een minimum (Groot Koerkamp, 1998)

2.2 Metingen en berekeningen

2.2.1 Rookproef

Het experiment is gestart met een rookproef om een beeld te krijgen van de ventilatie door de stal. De dag voor het opzetten van de kuikens werd op verschillende plaatsen in de stal rook losgelaten en werden foto's en filmpjes gemaakt om de ventilatierichting vast te leggen. De stal was op het moment van de rookproef koud, de radiatoren waren uitgeschakeld. Het debiet was zo ingesteld als normalerwijze het geval was wanneer de kuikens een leeftijd van 14 dagen hadden.

2.2.2 Productiedata

De volgende productiedata werden bijgehouden:

- Aantal opgezette hennen en het totale aantal uitgevallen hennen.
- Gewicht van de hennen op dag 1 en 37.
- Totale voeropname tot dag 37.
- Het stikstof- en fosfaatgehalte van het voer.

2.2.3 Mestkwaliteit en mineralenbalans

Op dag 7, 14, 21, 28, 35 en 119 werd een strooiselmestmonster verzameld. Deze mestmonsters werden verzameld door op vijf plaatsen in de stal een vergelijkbare hoeveelheid mest op te scheppen en als mengmonster in een monsterzak te plaatsen. De mestmonsters werden vervolgens gekoeld bij 5 °C opgeslagen tot het einde van proef. Hierna werden ze geanalyseerd op drogestof percentage. Van het mestmonster van dag 119 werd ook het totaal stikstofgehalte met behulp van destillatie bepaald en het totaal fosforgehalte met behulp van fotospectrometrische analyse van de mest bepaald. Voor de berekening van de mineralenbalans is aangenomen dat een eendagskuiken een stikstofgehalte heeft van 0,0304 kg per kg en een fosforgehalte heeft van 0,0034 kg per kg. Een opfokken heeft een stikstofgehalte van 0,028 kg per kg en een fosforgehalte van 0,0055 kg per kg (Jongbloed&Kempe, 2002).

Om te bepalen wat de stikstof- en fosforefficiëntie was van de opfokstal werd een mineralenbalans opgesteld. Berekend werd hoeveel stikstof en fosfor werd opgenomen via het voer, hoeveel werd vastgelegd voor groei en hoeveel in de mest werd uitgescheiden.

2.2.4 Klimaat- en emissiemetingen

Tijdens de proef werden drie maal per week op verschillende willekeurig gekozen dagen en willekeurig gekozen tijdstippen de volgende waarnemingen gedaan door de pluimveehouder:

- Aflezen temperatuur stal op de stalcomputer
- Aflezen temperatuur buiten op de stalcomputer
- Aflezen luchtvochtigheid stal op de stalcomputer
- Aflezen debiet uitlaatventilator
- Concentratiemeting ammoniak in de stal onder de uitlaatventilator met Drägerbuisje, met meetbereik 0,2-20 ppm.
- Concentratiemeting kooldioxide in de stal onder de uitlaatventilator met Drägerbuisje, met meetbereik 0,02-1.4%

Op dag 7, 14, 21, 28 en 35 werd het aantal uren dat de radiator die week ingeschakeld was geweest genoteerd.

De ammoniakconcentratie, gemeten in ppm, werd omgerekend naar gram per m³ door te vermenigvuldigen met de omrekeningsfactor van 0,0007. De ammoniakemissie werd berekend op basis van het verschil in de ammoniakconcentratie tussen de lucht in de stal en de achtergrond. Dit concentratieverschil werd vermenigvuldigd met het afgelezen debiet uitgedrukt in m³ per uur. Het zo berekende aantal grammen ammoniak per uur per stal werd vervolgens omgerekend naar grammen per dierplaats per jaar door te vermenigvuldigen met 24 uur en 365 dagen en te delen door 6312 dierplaatsen. Tenslotte werd gecorrigeerd voor 10% leegstand door te vermenigvuldigen met een factor 0,9. De complete berekening van de ammoniakemissie is te zien in Formule 1.

Formule 1. Formule voor de berekening van ammoniakemissie per hen per jaar uit de concentratiemeting en debietmeting.

$$E_{\text{NH}_3} = \frac{(C_s - C_a) * 0,0007 * 24 * 365 * 0,9 * D_s}{6312}$$

E_{NH_3}	ammoniakemissie in grammen per dierplaats per jaar
C_s	ammoniakconcentratie van de uitgaande stallucht in ppm
C_a	ammoniakconcentratie van de ingaande lucht in ppm
D_s	debiet in m ³ per uur

3 Resultaten

3.1 Rookproef

De lucht werd goed vanaf het inlaatventiel naar de kachel getrokken. Niet 100% van de lucht ging door de kachel. Er vond enigszins dwarsventilatie plaats in zuidelijke richting. De pluimveehouder ventileerde 0,75 m³ per kg levend gewicht in de zomer en in de winter 0,50 m³ per kg levend gewicht. De ventilatie leek te verlopen, zoals de pluimveehouder verwachtte. Dichtbij de verwarmingsinstallatie was de luchtsnelheid hoger dan in de rest van de stal. In de breedterichting van de stal verspreidde de lucht sneller dan in de lengterichting van de stal. De rook verspreidde zich vervolgens egaal over de hele stal. Dit vond de pluimveehouder een positieve eigenschap, omdat zo alle zuurstof in de stallucht wordt gebruikt en de kooldioxideconcentratie dus redelijk gelijkmatig was door de stal heen. Dit was eerder door de pluimveehouder met een kooldioxide concentratiemeter nagegaan. In het algemeen was de tendens te zien dat de lucht zich bij beide verwarmingsinstallaties meer in westelijke richting verplaatste dan in oostelijke richting. Dit kon niet verklaard worden door de weersomstandigheden buiten de stal aangezien de windrichting vanuit NW richting ZO was op het moment van de rookproef. Met behulp van foto en filmmateriaal zijn de luchtstromen in de stal vastgelegd. De meest relevante foto's van de rookproef zijn weergegeven in Bijlage 2.

3.2 Productiedata

Er werden 6312 hennen opgezet. Het uitvalspercentage na 37 dagen was met 1,4% laag. Het startgewicht van de hennen was 35 gram. Het eindgewicht op 37 dagen was 205 gram. Het rantsoen in de eerste vijf weken bestond uit 100% startvoer. Het stikstofgehalte van het startvoer was 36 gram per kilogram voer. Het fosforgehalte van het startvoer was 6.6 gram per kilogram voer. De mest op het kuikenpapier valt uiteindelijk door het rooster op de grond. Op dag 37 was het kuikenpapier echter nog intact. De eerste 37 dagen van de opfok verliepen bijna probleemloos. Alleen in week vier waren de hennen ziek. Tijdens deze dagen was de ammoniakconcentratie in de stal hoger. In Tabel 2 zijn de vastgelegde productiegegevens van het 37 dagen durende experiment opgesomd. Gezien de resultaten en het oordeel van de pluimveehouder lijkt de productieronde gemiddeld en representatief te zijn verlopen voor dit productiesysteem.

Tabel 2 Productiedata van de eerste 37 dagen van de opfok.

Totale voeropname	kg	4028
Aantal hennen start proef	nr	6312
Uitvalpercentage	%	1,4
Startgewicht (dag 1)	g	35
Eindgewicht (dag 37)	g	280
N-gehalte voer	g/kg	36
P-gehalte voer	g/kg	6,6
Totale voeropname	g/hen	640
Groei	g/hen	245

3.3 Mestkwaliteit en mineralenbalans

De mest in de stal voelde erg droog aan en het drogestofgehalte varieerde tussen de 71% en 83%. Volgens de pluimveehouder lukt het niet iedere ronde om de mest zo droog te houden. Dit hangt volgens de pluimveehouder af van de gezondheid van de dieren en het seizoen. Van de opgenomen stikstof werd 29% door de opfokken gebruikt voor groei, 71% werd uitgescheiden (zie Tabel 4). Van de opgenomen fosfor werd 34% gebruikt voor groei en 66% uitgescheiden (zie Tabel 5). Het drogestofgehalte van de mest was gemiddeld 76,6% met een standaard afwijking van 3,1%. In Bijlage 3 zijn de drogestofgehaltes van de individuele mestmonsters terug te vinden. Het mestmonster dat aan het einde van productieronde is verzameld, had een drogestofgehalte van 78%. De berekende stikstof:fosfor ratio van de excretiemest is 5,7 kilogram stikstof ten opzichte van 1 kilogram fosfor. De gemeten stikstof:fosfor ratio van de afgevoerde mest is 3,1 kg stikstof ten opzichte van 1 kg fosfor. Het totale stikstofgehalte van de afgevoerde mest is 37,6 gram per kilogram, waarvan 8,13 gram per kilogram in de vorm van ammonium. Het totale fosforgehalte van de afgevoerde mest was 12,1 gram per kilogram.

Tabel 4 N-opname per hen per dag via het voer, N-vastlegging per hen per dag in de vorm van groei, de berekende N-excretie per hen per dag.

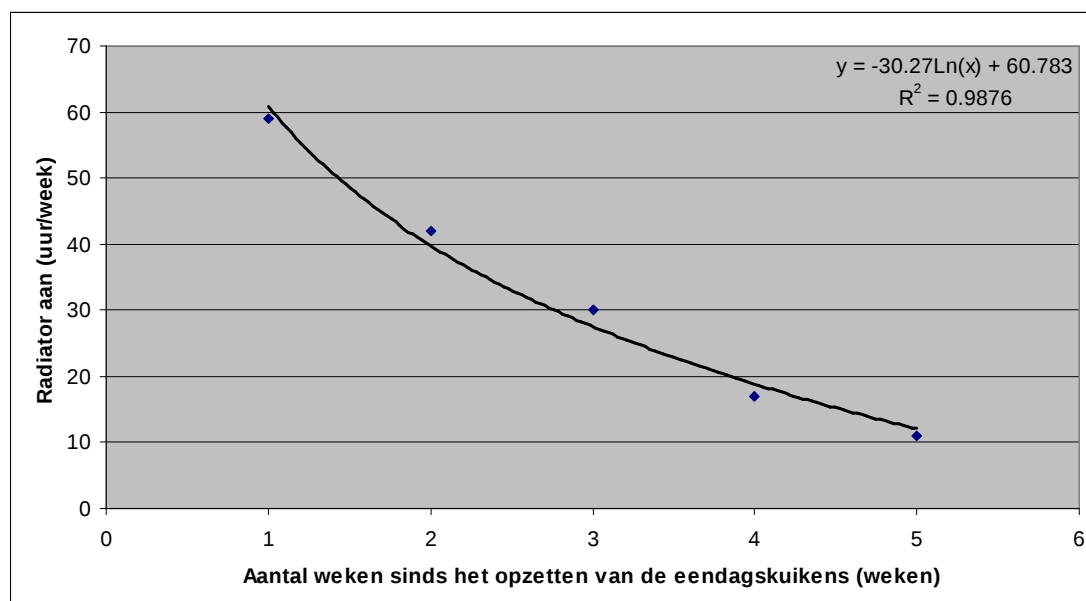
N-opname	N-groei	N-excretie
g/hen*dag	g/hen*dag	g/hen*dag
0,62	0,18	0,43

Tabel 5 P-opname per hen per dag via het voer, P-vastlegging per hen per dag in de vorm van groei en de berekende P-excretie per hen per dag.

P-opname	P-groei	P-excretie
g/hen*dag	g/hen*dag	g/hen*dag
0,11	0,04	0,08

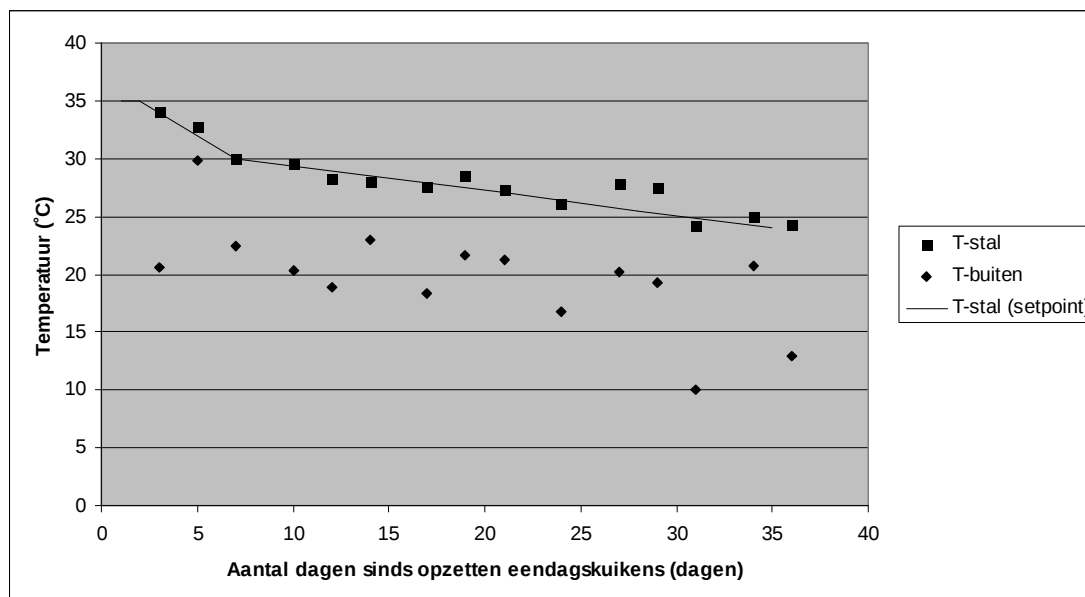
3.4 Klimaat- en emissiemetingen

De radiator is in totaal 159 uur aan geweest in 39 dagen. Naarmate de hennen ouder werden hoefde de radiator steeds korter aan om de staltemperatuur op het gewenste niveau te houden. In Figuur 5 is weergegeven dat het radiatorgebruik afliep van 59 uur in week één tot 11 uur in week vijf.

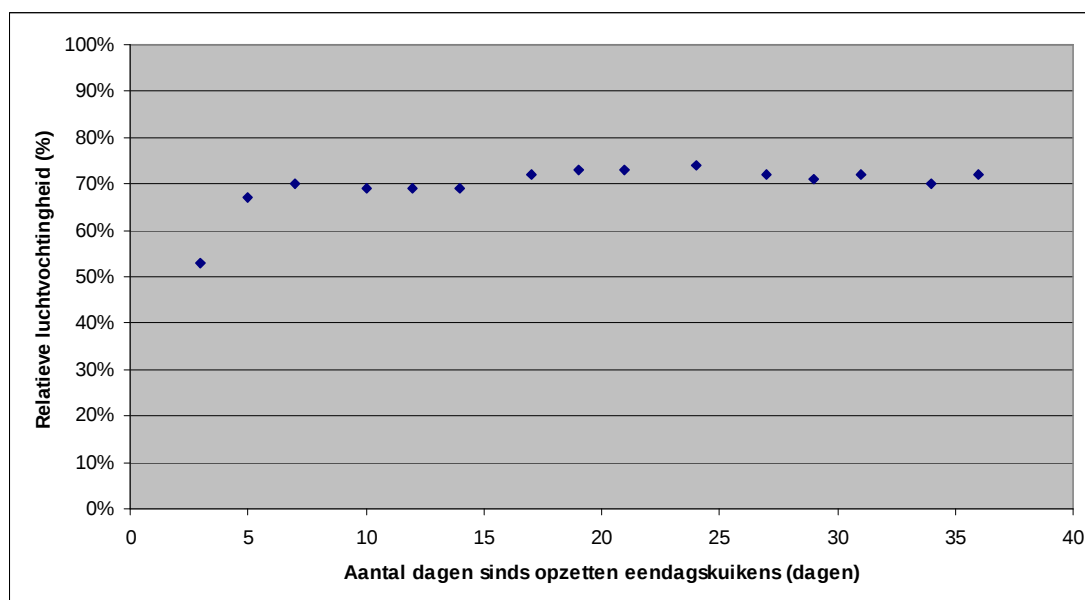


Figuur 5 Aantal uren dat de radiator ingeschakeld is geweest per week gedurende de eerste 37 dagen van de opfok: metingen (punten) en trendlijn.

In Figuur 6 is weergegeven dat de stal- en buitentemperatuur tijdens de meetperiode geleidelijk afliepen. De gemiddelde buitentemperatuur tijdens de metingen was 20°C. De gemiddelde staltemperatuur was 28°C. De staltemperatuur liep af van circa 34°C aan het begin van week één tot circa 24°C aan het eind van week vijf. Dit is conform het eerder geschetste temperatuurmanagement van de stal. In Figuur 7 is te zien dat in de eerste week de relatieve luchtvochtigheid van 53% naar 70% toeneemt en dan stabiliseert. De gemiddelde luchtvochtigheid in de stal gedurende de eerste 37 dagen van de opfok was 70%.



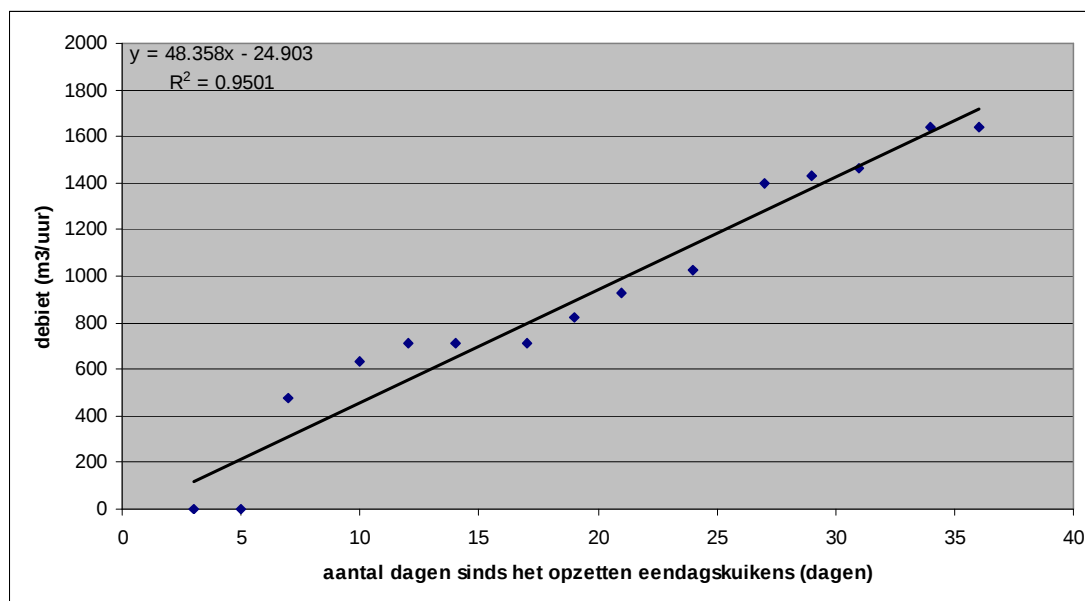
Figuur 6 Gemeten stal- en buitentemperatuur (punten) gedurende de eerste 37 dagen van de opfok, en de beoogde staltemperatuur (set-point).



Figuur 7 Gemeten relatieve luchtvochtigheid in de stal gedurende de eerste 37 dagen van de opfok.

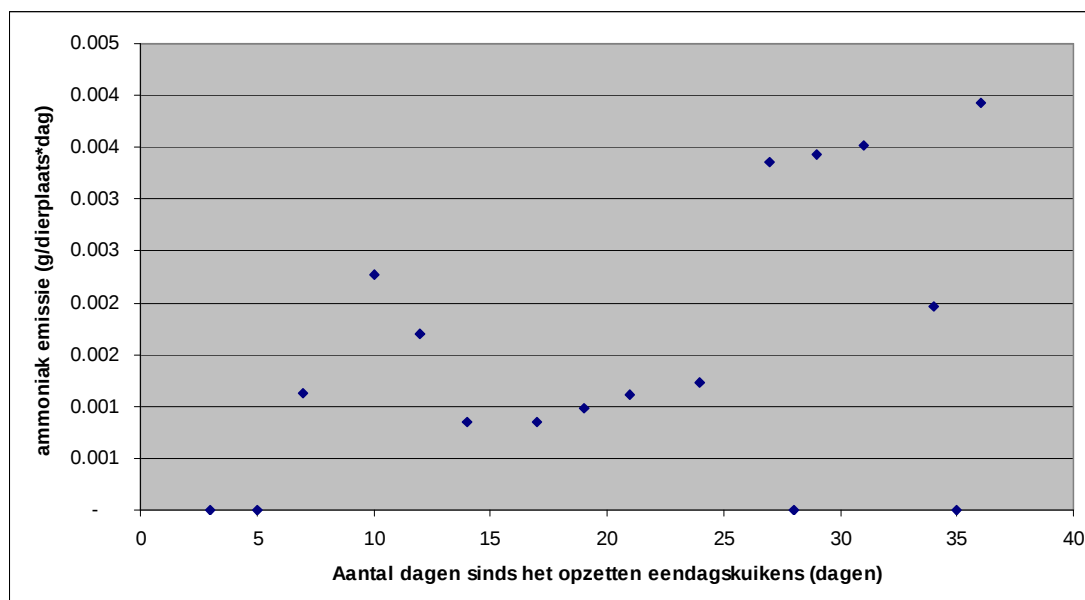
In de loop van de ronde nam het staldebiet toe van 0 m³/uur aan het begin van week één tot 1640 m³ in week vijf (Figuur 8). De gemeten ammoniakconcentraties van de uitgaande stallucht lagen onderin het meetbereik van de Drägerbuisjes en was erg stabiel. De gemiddelde ammoniakconcentratie van de metingen was 0,9 ppm. De kooldioxideconcentratie lag in het middenbereik van de Drägerbuisjes en was erg stabiel. De gemiddelde kooldioxideconcentratie van de metingen was 2267 ppm.

Dit was dicht bij het doel van de pluimveehouder om de kooldioxideconcentratie op maximaal 2000 ppm te houden. In Bijlage 3 zijn de gemeten ammoniak- en kooldioxideconcentraties weergegeven.



Figuur 8 Gemeten debit van de opfokstal gedurende de eerste 37 dagen van de opfok: meetpunten en regressielijn.

Onder de aanname dat de ammoniakconcentratie van de ingaande lucht 0 ppm ammoniak en 400 ppm kooldioxide was, is een ammoniakemissie van 0,67 gram per dierplaats per jaar berekend voor de eerste 37 dagen van de opfok. Omgerekend emitteerde van de 0,43 gram stikstofexcretie per hen per dag 0,0017 gram stikstof per hen per dag als ammoniak, omgerekend is dit 0,28%. De ammoniakemissies per dag staan weergegeven in Figuur 9.



Figuur 9 Berekende ammoniakemissie op basis van de ammoniakconcentratie en bijbehorende debietmetingen gedurende de eerste 37 dagen van de opfok.

Discussie

Uit de metingen en rapportage van Scheer et al., (2001) berekenden we een ammoniakemissie van 2,45 gram per dierplaats per jaar voor de eerste 37 dagen van de opfok van een gangbare volièrestal voor opfokhennen. Deze emissie ligt dus 2,5 gram per dierplaats per jaar hoger dan de in dit experiment gevonden 0,0014 gram ammoniak. Uit Scheer et al. (2001) blijkt echter ook dat de ammoniakemissie de eerste 40 dagen van de opfok marginaal is ten opzichte van de periode van 40-119 dagen. Gemiddeld was de ammoniakemissie tijdens de opfok in Scheer *et al.* 29,6 gram ammoniak per dierplaats per dier. Een reductie van de ammoniakemissie met 2 gram over een derde van de opfokperiode zal nauwelijks effect hebben op de totale ammoniakemissie van het stalsysteem. Een reductie van de ammoniakemissie zal vooral moeten komen uit het resterende traject van 40 tot 120 dagen. Het mest eindproduct op 17 weken bevat relatief veel minder stikstof per eenheid fosfor dan berekend wordt voor de eerste 5 weken. Dit kan door een aantal factoren veroorzaakt worden:

- De verhoogde ammoniakvervluchting in de periode van 5 tot 17 weken.
- Het aandeel strooisel in de afgevoerde mest.
- Een verandering in de stikstof- en fosforexcretie veroorzaakt door een verandering van de voeropname en de groei van de opfokhennen.

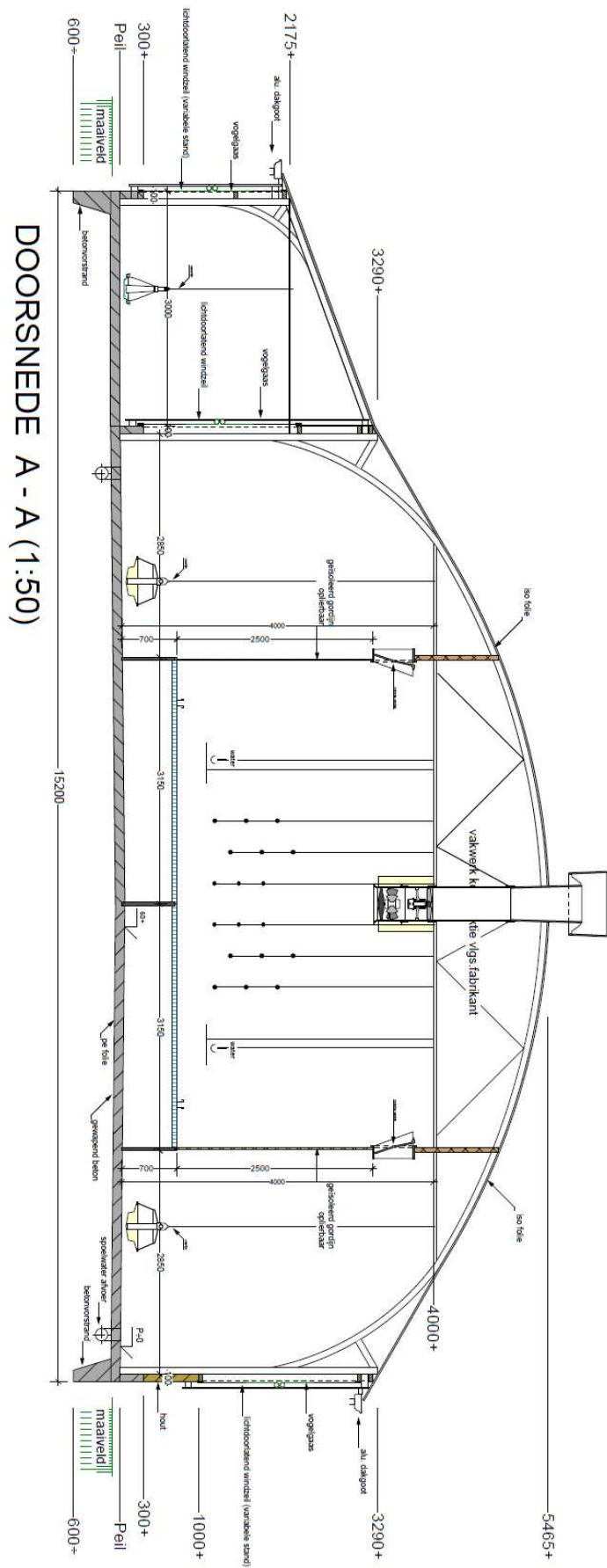
Conclusie

Het stalklimaat voldeed goed aan de eisen van een opfokstal. De streeftemperatuur werd gehandhaafd en was goed regelbaar. De luchtkwaliteit in de stal voldeed ruimschoots aan de eisen. De kooldioxideconcentratie lag net iets boven de streefwaarde van 2000 ppm. Een lagere kooldioxideconcentratie was niet wenselijk, omdat dit tot een verhoging van de stookkosten zou leiden. De ammoniakconcentratie was zeer laag. Dit droeg bij aan een goed werkklimaat van de pluimveehouder en een goed leefklimaat voor het pluimvee. De mest in de stal gedurende de eerste vijf weken van de opfok was met gemiddeld 76,6% erg droog en lijkt gehandhaafd te kunnen worden tot het einde van de ronde. Het drogestofgehalte was hoog genoeg om afbraakprocessen in de mest en daarmee de emissie van ammoniak tot nagenoeg stilstand te brengen. De ammoniakemissie tijdens dit eerste deel van de opfok was laag, maar dit zal nauwelijks invloed hebben op de ammoniakemissie van de gehele opfokperiode.

Referenties

- Groot Koerkamp, P.W.G., 1998. Ammonia emission from aviary housing systems for laying hens. Inventory, characteristics and solutions, Wageningen University and Research Center, Wageningen, 161 pp.
- Jongbloed, A.W. & P.A. Kemme, 2002. Oriëntatie omtrent de gehalten aan stikstof, fosfor en kalium in landbouwhuisdieren. ID Lelystad 2178.
- Scheer, A., J.M.G. Hol & P.W.G. Groot Koerkamp, 2001. Onderzoek naar de ammoniak- en geuremissie van stallen LII. Voliërestal voor opfokleghennen. IMAG Rapport 2001-12, Wageningen.
- Wageningen UR projectteam Houden van Hennen, 2004. Houden van Hennen, op naar gelukkige kippen, trotse boeren en tevreden burgers. Wageningen, Lelystad, Wageningen UR.

Bijlage 1 Staltekening dwarsdoorsnede



Bijlage 2 Foto's rookproef



Foto 1 De lucht werd goed vanaf het inlaatventiel naar de kachel getrokken.



Foto 2 De lucht verspreid zich langzaam in de lengterichting door de stal richting de uitlaatventilator.

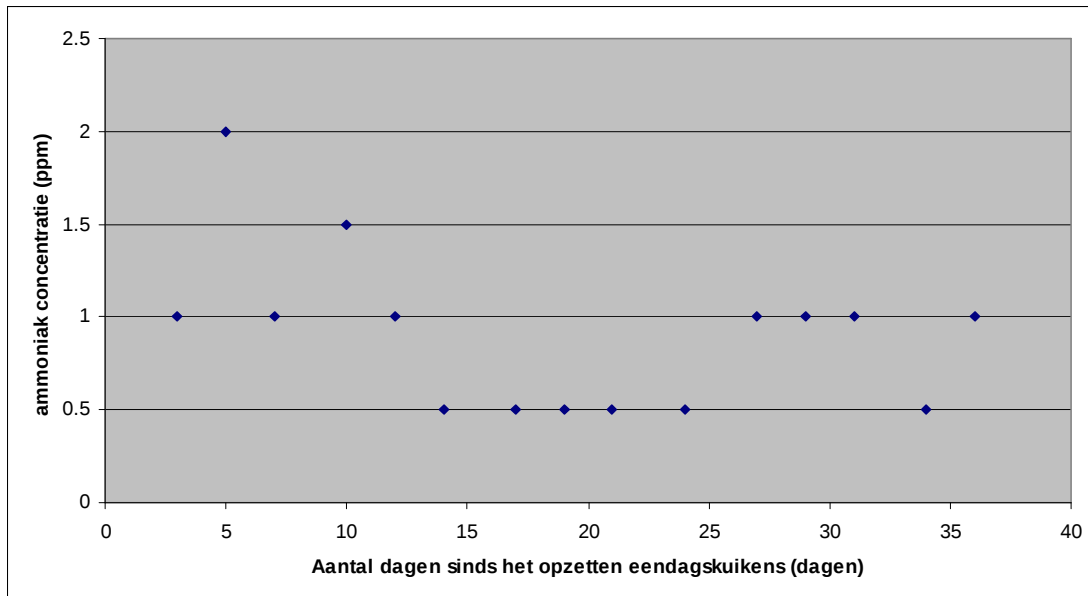


Foto 3 De verwarmde lucht verspreidt zich in alle richtingen door de stal. Dichtbij het verwarmingssysteem verspreidt de lucht zich snel, elders langzamer.

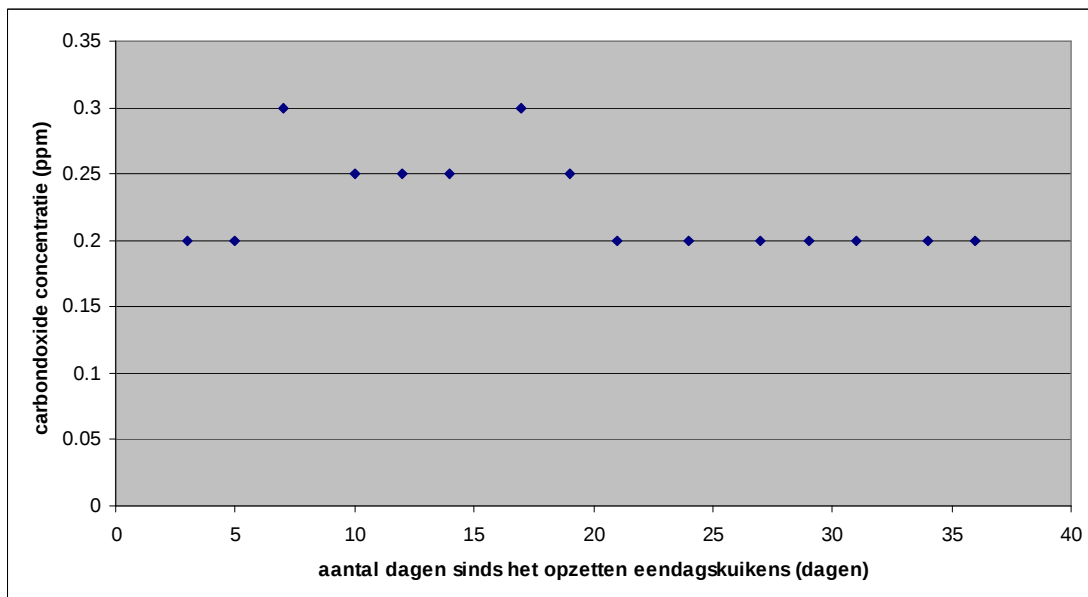


Foto 4 Het verwarmingssysteem blaast de aangezogen lucht uit de inlaatventielen in vier richtingen over de kuikens.

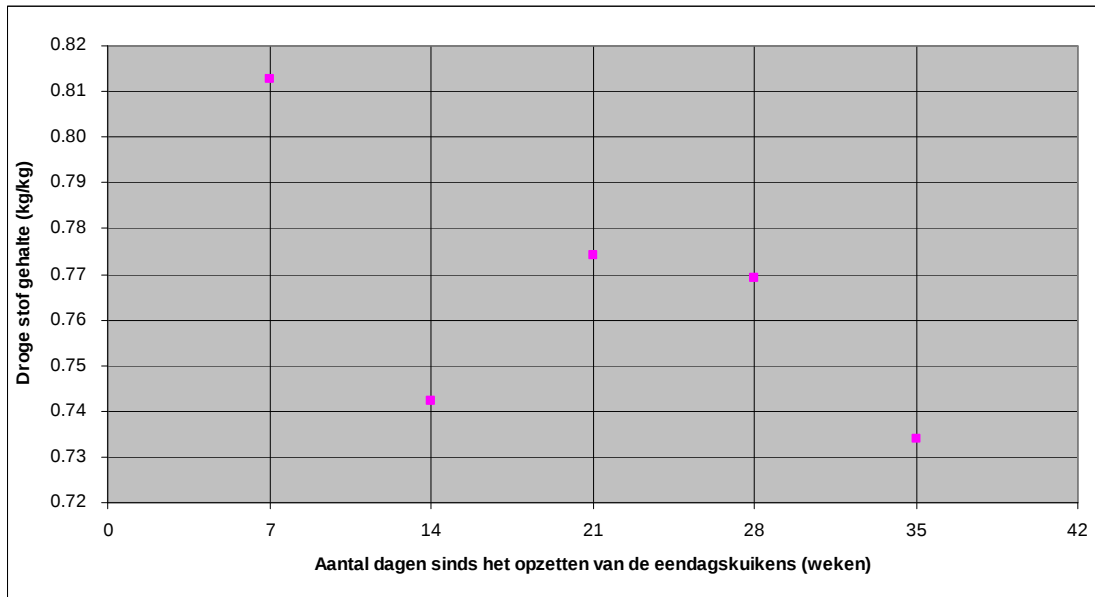
Bijlage 3 Verloop ammoniak- en kooldioxideconcentratie in de stal, drogestofgehalte individuele mestmonsters.



Figuur 10 Gemeten ammoniakconcentraties in de stal onder de uitlaatventilator gedurende de eerste 37 dagen van de opfok.



Figuur 11 Gemeten kooldioxideconcentraties in de stal onder de uitlaatventilator gedurende de eerste 37 dagen van de opfok.



Figuur 12 Drogestofgehalte van de mestmonsters.