
Onderzoek naar de ammoniak- en geuremissie van stallen LIII

Stal voor vleeskalkoenen met frequente strooiselverwijdering

Housing system for meat turkeys with frequent litter removal

Ing. A.G.C. Beurskens

Ing. J.M.G. Hol

Dr. Ir. G. Mol

IMAG Rapport 2002-14

Onderzoek naar de ammoniak- en geuremissie van stallen LIII

Stal voor vleeskalkoenen met frequente strooiselverwijdering

Housing system for meat turkeys with frequent litter removal

Ing. A.G.C. Beurskens

Ing. J.M.G. Hol

Dr. Ir. G. Mol

IMAG Rapport 2002-14
december 2002

CIP-GEGEVENS KONINKLIJKE BIBLIOTHEEK, DEN HAAG

Beurskens, A.G.C., J.M.G. Hol en G. Mol

Onderzoek naar de ammoniak- en geuremissie van stallen LIII –Stal voor vleeskalkoenen met frequente strooiselverwijdering = housing system for meat turkeys with frequent litter removal / A.G.C. Beurskens, J.M.G. Hol, en G. Mol. – Wageningen: IMAG. – (Rapport / Stichting Landbouwkundig Onderzoek, Instituut voor Milieu- en Agritechniek; 2002-14).

Met lit.opg. – Met samenvatting in het Engels.

ISBN 90-5406-218-5

NUGI 849

Trefwoorden: ammoniakemissie, geuremissie, vleeskalkoenen, strooiselverwijdering

C 2002-14 IMAG

Postbus 43 – 6700 AA Wageningen

Telefoon 0317-476300

Telefax 0317-425670

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enig andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van het instituut.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system of any nature, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior permission of the institute.

Abstract

A.G.C. Beurskens, J.M.G. Hol, and G. Mol. Ammonia and odour emission from livestock housing systems; housing system for meat turkeys with frequent litter removal. Institute of Agricultural and Environmental Engineering, report 2002-14

Institute of Agricultural and Environmental Engineering, report 2002-14, in Dutch, with summary in English, 29 pp.

Ammonia emission from animal husbandry has to be reduced in the Netherlands by 70% in the year 2005, compared with the emission level in 1980. Moreover, new odour legislation requires measurements of the odour emissions of the main conventional and newly developed housing systems. Research was carried out into the emission of ammonia and odour from a mechanically ventilated housing system for turkeys where hens and cocks were kept in two similar compartments. The entire living area of the turkeys was covered with litter. Four times during the growing period of the turkey hens and five times during the growing period of the turkey cocks, all the litter was removed by means of a shovel. Directly after removing the litter, the entire living area was covered with a new layer of litter. The research was carried out during two periods: January-June and June-October. The ammonia emission from the housing system amounted to 0.17 and 0.36 kg per year per animal. The mean odour emission during the second period of measurements was 1.55 OU_E/s per animal, which probably is an overestimation due to the fact that measurements took place only in the summer period.

Keywords: ammonia emission, odour emission, litter removing, turkeys

Voorwoord

Onderzoek naar emissies uit veehouderijgebouwen onder praktijkomstandigheden vergroot het inzicht in en de kennis over de milieubelasting vanuit de agrarische sector. Met deze kennis nemen de mogelijkheden toe om deze belasting te verminderen c.q. te voorkomen. Op voordracht van de Begeleidingscommissie Ammoniakemissiemetingen is onderzoek verricht naar de ammoniak- en geuremissie van een stal voor vleeskalkoenen. Het onderzoek is uitgevoerd door IMAG in een stal van de gebroeders Lichtenberg te Koningsbosch. Wij zijn alle partijen zeer erkentelijk voor de goede samenwerking. Wij vertrouwen erop dat van de resultaten een nuttig gebruik wordt gemaakt.

Dr J.P.M. Sanders
Directeur Kenniseenheid Voeding en Agrotechnologie
Wageningen Universiteit en Researchcentrum

Inhoud

Abstract	2
Voorwoord	6
1 Inleiding	8
2 Materiaal en methode	9
2.1 Stal en bedrijfssituatie	9
2.1.1 Bedrijfssituatie	9
2.1.2 Huisvesting	9
2.1.3 Ventilatie	10
2.1.4 Ammoniakemissiereducerend principe	10
2.2 Bedrijfsvoering	10
2.2.1 Zoötechniek	10
2.2.2 Klimaatregeling	12
2.2.3 Voeding	12
2.2.4 Gezondheid	13
2.2.5 Mestmanagement	13
2.3 Metingen	14
2.3.1 Algemeen	14
2.3.2 Productiegegevens	14
2.3.3 Strooisel	15
2.3.4 Klimaat	15
2.3.5 Ventilatie-debiet	15
2.3.6 Ammoniakconcentratie	16
2.3.7 Geurconcentratie	16
2.4 Dataverwerkingsmethode	17
3 Resultaten	19
3.1 Productieresultaten	19
3.2 Strooiselmonsters	19
3.3 Klimaat en ventilatie-debiet	20
3.4 Ammoniakconcentratie en -emissie	20
3.5 Geurconcentratie en -emissie	23
4 Discussie	25
5 Conclusie	27
Literatuur	28
Samenvatting	30
Summary	31
Bijlagen	32

1 Inleiding

De meest belangrijke verzurende componenten van ons milieu zijn SO_2 (zwaveldioxide), NO_x (stikstofoxiden; NO en NO_2 (stikstofmonoxide en stikstofdioxide)) en NH_3 (ammoniak), samen met hun reactieproducten, in het kort SO_x , NO_y en NH_x genoemd. In 1999 was 66% van de NH_x depositie uit eigen land afkomstig. De landbouw droeg in 2000 voor 94% bij aan de nationale emissie van NH_3 . De Nederlandse overheid heeft tot doel gesteld dat de emissie van ammoniak ten opzichte van het niveau van 2000 (157 kton) in 2010 tot 100 kton gedaald moet zijn. De bijdrage van de landbouw aan de NH_3 emissie moet dan gedaald zijn tot 86%, ofwel 86 kton (Sliggers, 2001). Om de tot doel gestelde emissiereductie te kunnen realiseren is onder andere invoering van emissiebeperkende staltechnieken en -systemen noodzakelijk.

Naast de problematiek van de emissies van ammoniak speelt ook de geurhinder die wordt veroorzaakt door landbouwactiviteiten een steeds belangrijkere rol in de wet- en regelgeving. De landbouwsector is, samen met de industrie en het wegverkeer, een belangrijke bron van geurhinder in Nederland. Zo ervoer in 1995 16% van de bevolking geurhinder van landbouwactiviteiten, 12% van industrie en 8% van verkeer (VROM, 1998). De belangrijkste overheidsdoelstelling voor beheersing van geurhinder in 2000 was stabilisatie op het niveau van 1985. In het Nationaal Milieubeleidsplan van 1989 is hierover opgenomen dat maximaal 750.000 woningen in 2000 geurbelast mogen zijn. Dit komt overeen met een landelijk gemiddeld percentage van 12% geurgehinderde in 2000. Voor 2001 zijn deze cijfers niet veranderd. Voor het jaar 2010 geldt als doelstelling geen ernstige hinder (VROM, 1989).

Geurhinder in de landbouw wordt hoofdzakelijk veroorzaakt door twee bronnen, namelijk het toedienen van dierlijke mest en het vrijkomen van geur uit de veehouderijgebouwen. Vanaf de jaren zeventig is regelgeving ontwikkeld om de geurhinder door emissie van veehouderijgebouwen te beperken. Momenteel wordt voor veehouderijbedrijven de Richtlijn Veehouderij en Stankhinder 1996 toegepast (VROM en LNV, 1996). Ter onderbouwing en verdere ontwikkeling van de Richtlijn wordt sinds 1996 in opdracht van de ministeries van LNV en VROM door IMAG een meetprogramma uitgevoerd waarin de geuremissie van thans gangbare en nieuwe veehouderijssystemen wordt vastgesteld volgens een standaard meetprotocol (Ogink en Klarenbeek, 1997; Ogink en Mol, 2002). Aanvullend hierop voert de IMAG-meetploeg sedert 1999 geurmetingen uit aan de stalsystemen die zijn opgenomen in het ammoniakmeetprogramma, met gebruikmaking van hetzelfde standaard meetprotocol voor geuremissiemeting.

Behalve via onderzoek komen er ook vanuit de praktijk ideeën en initiatieven om de ammoniakemissie terug te dringen. Om deze op waarde te schatten dienen in potentie emissiearme maatregelen onder normale bedrijfsomstandigheden te worden gemeten. De aanvragen voor emissiemetingen kunnen worden ingediend bij het secretariaat van de IMAG-meetploeg (Bijlage A). De Begeleidingscommissie Ammoniakemissiemetingen van de meetploeg beoordeelt alle aanvragen op de volgende criteria: perspectief voor wat betreft de vermindering van de ammoniakemissie, toepasbaarheid in de praktijk en mogelijke negatieve milieueffecten.

In bovenstaand kader werd door IMAG onderzoek verricht naar de ammoniak- en geuremissie van een stal voor vleeskalkoenen. De stal bestond uit een hennen- en een hanenafdeling. Het ammoniakemissie-reducerend principe van het huisvestingsysteem berustte op het frequent verwijderen van de gehele strooisellaag uit de stal. De verwijderingsfrequentie is afhankelijk van de leeftijd van de dieren.

2 Materiaal en methode

2.1 Stal en bedrijfssituatie

2.1.1 Bedrijfssituatie

Het onderzoek werd gedurende twee productieperiodes uitgevoerd in een stal voor vleeskalkoenen (nieuwbouw, mei 2000). De metingen vonden plaats tussen januari en oktober 2001. Op het bedrijf zijn naast deze stal nog 3 stallen aanwezig waar ook vleeskalkoenen in worden gehuisvest. In Bijlage B wordt de situering van de genoemde gebouwen weergegeven.

2.1.2 Huisvesting

De kalkoenen worden gehuisvest in een stal met twee afdelingen en een werkruimte tussen de afdelingen. Eén afdeling wordt gebruikt voor de opfok van hanen en hennen en voor het doorgroeien van hennen (de hennenafdeling); de andere afdeling wordt uitsluitend gebruikt voor het doorgroeien van hanen (de hanenafdeling). In de werkruimte bevinden zich geen kalkoenen, maar o.a. meet- en regelapparatuur.

Alle ruimtes zijn 25 meter breed. De hennenafdeling is 60 meter lang, de hanenafdeling 40 meter en de werkruimte 10 meter. In Tabel 1 wordt een overzicht gegeven van de afmetingen en oppervlakken van de stal. In Bijlage B is schematisch de plattegrond van de stal weergegeven. De dieren hebben de beschikking over het gehele vloeroppervlak, waar over de geïsoleerde vloer een laag strooisel is aangebracht. In de hennenafdeling zijn 5 rijen met ronde voerpannen en 5 waterlijnen met ronde drinktorens geplaatst, in de hanenafdeling 3 rijen met voerpannen en 4 waterlijnen.

Bij levering van de kuikens was de hennenafdeling ingericht in 3 gescheiden ruimtes met in elke ruimte ca. 23 afgezette ringen met een doorsnede van 3 meter. De kuikens worden in deze ringen gehouden en hebben er de beschikking over water en voer. Daarnaast worden de ringen extra belicht en wordt de lucht op dierniveau verwarmd. Na een periode van 1 week worden de ringen verwijderd en worden de kuikens in de 3 compartimenten gehouden waarbij de hennen (1 groep) en de 2 groepen hanen gescheiden worden gehouden door gaaswanden die in de dwarsrichting van de stal zijn geplaatst. Op de leeftijd van 4 tot 6 weken worden de hanen naar de hanenafdeling of naar een andere stal verplaatst. De hennen kunnen na verwijdering van de gaaswanden van de gehele afdeling gebruik maken.

Tabel 1 Overzicht van de afmetingen en oppervlakken van de kalkoenenstal.

Table 1 Overview of dimensions and areas of the turkey house.

	Aantal	Afmeting (m)	Oppervlak (m ²)
Stal	1	25 x 110	2.750
Werkruimte	1	25 x 10	250
Hennenafdeling	1	25 x 60	1.500
Ringen	68	Ø 3	481
Compartiment hennen	1	25 x 20	500
Compartiment hanen	2	25 x 20	1.000
Hanenafdeling	1	25 x 40	1.000

2.1.3 Ventilatie

Beide afdelingen werden gedurende de volledige productieperiode mechanisch geventileerd. Hiertoe is in de oostelijke zijgevel van de stal per afdeling een groep ventilatoren aangebracht. In beide afdelingen zijn zes ventilatoren in een raamwerk van 140 cm vierkant en 4 ventilatoren in een raamwerk met een diameter van 63 cm rond geïnstalleerd. In de hennenafdeling waren 2 van de 6 grote ventilatoren niet aangesloten. Bijlage C geeft een overzicht van de ventilatoren, kokers en de plaats in de gevel. De ventilatoren van 140 cm worden automatisch aan/uit geregeld en hebben een maximaal debiet van 38.000 m³/uur. De ventilatoren van 63 cm worden traploos geregeld en hebben een maximaal debiet van 11.000 m³/uur. De maximaal beschikbare ventilatiecapaciteit is 196.000 m³/uur in de hennenafdeling en 272.000 m³/uur in de hanenafdeling.

Alle lucht verlaat de stal door de ventilatoren. Door de onderdruk in de stal als gevolg van de ventilatie fungeren alle overige openingen als inlaat waardoor de buitenlucht de beide afdelingen binnenkomt. Dit gebeurt voornamelijk via regelbare inlaatventielen die geplaatst zijn in de zijwanden over de gehele lengte van de afdelingen. In de wanden van de hennenafdeling bevinden zich 92 ventielen, in de hanenafdeling zijn dat er 102. De afmetingen van een ventiel zijn 26 x 56 cm.

De stal is voorzien van natriumverlichting (oranjegeel licht). Iedere afdeling wordt indien nodig verwarmd met twee warmtekanonnen. De gasbranders, waarmee tijdens de opfokperiode de dieren in de ringen extra worden verwarmd, en de extra gloeilampen worden enige tijd na het verwijderen van de ringen uit de stal gehaald.

2.1.4 Ammoniakemissiereducerend principe

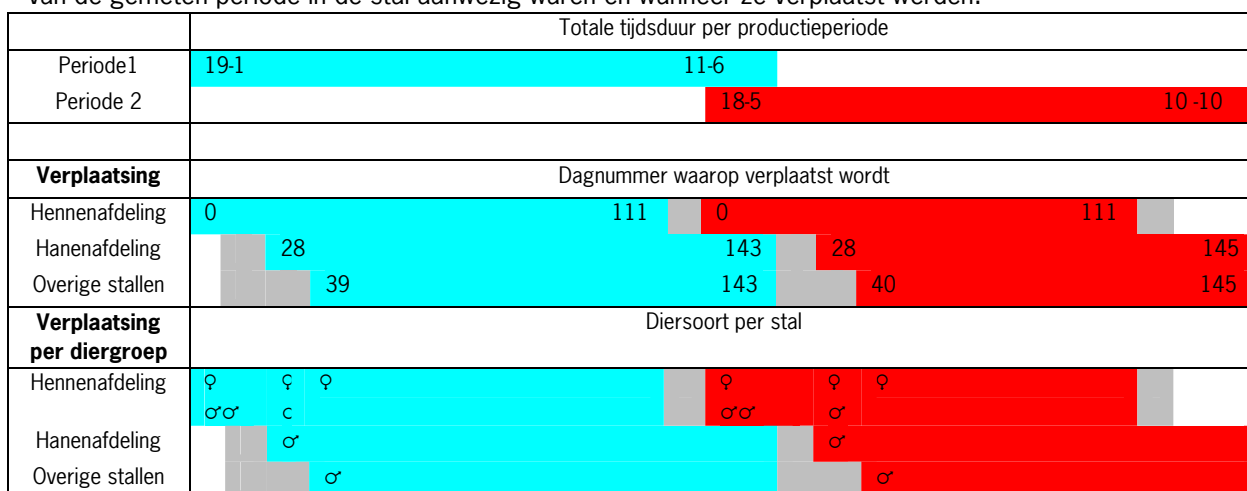
Het ammoniakemissiereducerend principe van het huisvestingssysteem berust op het met een vaste frequentie verwijderen van de gehele strooisellaag uit de stal (ontmesten). De strooisellaag vormt namelijk de voornaamste emissiebron in de stal. Tijdens een productieperiode wordt de strooisellaag enkele malen verwijderd. De frequentie waarmee dit gebeurt is afhankelijk van de leeftijd van de dieren en varieert van ongeveer 14 dagen tot ongeveer 35 dagen (zie voor details 2.2.5). In de periode tussen twee momenten van ontmesten wordt op basis van de kwaliteit van het strooisel (het al dan niet aanwezig zijn van natte plekken en/of een harde toplaag in het strooisel) regelmatig schoon strooisel bijgestrooid. Het afdekken van het strooisel met een schone laag zal de ammoniakuitstoot tijdelijk verlagen.

2.2 Bedrijfsvoering

2.2.1 Zoötechniek

Bij aanvang van beide productieperiodes werden 22.300 eendagskuikens geplaatst (8.000 hennen en 14.300 hanen, ras BUT Big 6). Omdat kalkoenkuikens het voer en drinkwater in een grote ruimte zelf niet kunnen vinden, worden ze de eerste week in kleine groepen in ringen (Ø 3m) geplaatst. Op het bedrijf waar het onderzoek plaatsvond waren twee groepen hanen in de opfokruimte aanwezig. Na een opfokperiode werden uiteindelijk hanen en hennen gescheiden gehuisvest. Na 3 tot 4 weken werd een groep hanen overgebracht naar de hanenafdeling in dezelfde stal. De vrijgekomen ruimte werd verdeeld over de overgebleven 2 groepen, waarbij hennen en hanen wel gescheiden gehouden werden. Eén week later werd de overgebleven groep hanen overgebracht naar andere stallen op het terrein. Tevens werd een deel van de hanen uit de hanenafdeling ook naar andere stallen verplaatst. In beide productieperiodes bleven in de

hanenafdeling 3.600 hanen over. In Figuur 1¹ staat schematisch weergegeven wanneer de hennen en hanen van de gemeten periode in de stal aanwezig waren en wanneer ze verplaatst werden.



Figuur 1 Schematische weergave van de dierverplaatsingen op het vleeskalkoenenbedrijf met omhokken van twee groepen hanen, waarbij periode 1, periode 2 en leegstand.

Figure 1 Schematic view of replacing of animals at the meat turkey farm with shifting of two groups of cocks, where round 1, round 2 and unoccupied period.

In Tabel 2 wordt een overzicht gegeven van het aantal kalkoenen per periode en per leefoppervlak van de stal. Hieruit volgt dat na omhokken van alle hanen per m² stalvloer 5,3 hennen en 3,6 hanen waren geplaatst. Het landelijk gemiddelde is 4-5 dieren per m² (KWIN, 2001). Door de Raad voor Dieraangelegenheden wordt een maximale bezetting van 47 kg/m² voor hennen en 57 kg/m² voor hanen aanbevolen (Veldkamp, 1996). In Tabel 2 zijn na correctie voor uitvallers de kilogrammen per m² op het eind van de verschillende periodes gegeven. Deze komen ongeveer overeen met de aanbevolen richtlijn. De hennen werden na 16 weken afgeleverd aan de slachterij, de hanen na 20-21 weken. Na een productieperiode werd de strooisellaag verwijderd en de stal ingeweekt, schoongemaakt en gedesinfecteerd met Roloxid (een combinatiemiddel bestaande uit o.a. glutaraldehyde en formaldehyde). Na een leegstand van 8 tot 14 dagen startte de cyclus opnieuw.

Tabel 2 Overzicht per periode en per diergroep van de leeftijd van de kalkoenen, het aantal kalkoenen per m² leefoppervlak en het aantal kilogram kalkoenen per m² leefoppervlak van de stal.

Table 2 Overview per period and per animal group of the age of the turkeys, the number of turkeys per living area and the amount of kilograms per living area of the house.

Periode	Diergroep	Leeftijd (weken)	Aantal	Dieren per m ²	Eindgewicht per kalkoen (kg)*	Kg per m ²
Opfok	Kalkoenen	0 - 4	22.300	14,9	-	-
Opfok	Kalkoenen	4 - 6	15.300	10,2	-	-
Groei	Hennen	6 - 16	8.000	5,3	8,7**	44**
Opfok	Hanen	4 - 6	7.000	7,0	2,6***	18***
Groei	Hanen	6 - 21	3.600	3,6	17,5**	60**

* gewicht op basis van eigen weging ** gemiddelde van 2 periodes *** gebaseerd op 2^e periode

¹ De periode waarin door IMAG gemeten is begon op de eerste dag na plaatsing van de dieren (dag 1) en eindigde op het laatste etmaal voordat 50% van afgeleverd werd. De dag van opzet (dag 0) en dag dat de dieren uit de stal gehaald werden vielen derhalve buiten de meetperiode.

2.2.2 Klimaatregeling

Kalkoenen zijn erg gevoelig voor een slecht klimaat; vooral de kuikens zijn kwetsbaar. Een te koude of te warme omgeving of te weinig frisse lucht heeft grote invloed op de groei en de uitval. Het klimaat in de stal wordt geregeld met behulp van een klimaatcomputer. De klimaatregeling is gericht op de aanwezigheid van voldoende frisse lucht in de gehele stal, voldoende mogelijkheden om te verwarmen en een grote ventilatiecapaciteit om de staltemperatuur in de zomer niet te hoog te laten worden. Gedurende een deel van de opfokperiode worden de ventilatoren geregeld met een vaste onderdruk (ca. 20 Pa), waarbij de ingestelde omgevingstemperatuur wordt gehandhaafd door bijverwarming met de warmtekanonnen. Na de opfokperiode wordt de ventilatie geregeld op basis van de staltemperatuur. De minimaal en maximaal toelaatbare staltemperatuur is ingesteld op 14 en 28°C en de minimale en maximale ventilatie op 8 en 100% van de maximale capaciteit.

De hoeveelheid buitenlucht, die via de inlaatventielen binnen wordt gelaten, is afhankelijk van de gemiddelde staltemperatuur. De temperatuur van de stallucht wordt gemeten met 3 sensoren per afdeling, die op een hoogte van 1,5 m boven de rug van de kalkoenen zijn aangebracht. De sensoren zijn gelijkmatig verdeeld over de lengterichting van de stal. Als de staltemperatuur boven de streeftemperatuur uitkomt worden eerst de units met de 63 cm ventilatoren ingeschakeld (traploos) en bij verder stijgende temperatuur worden naar behoefte de units met de 140 cm ventilatoren ingeschakeld (aan/uit). Bij afnemende vraag worden de laatst ingeschakelde ventilatoren het eerst uitgezet.

Gedurende de opfokperiode was de streeftemperatuur in de ruimte 24 tot 28°C. Deze werd na de opfokperiode afgebouwd naar 20°C. In de eerste 2 weken van de opfokperiode werd de lucht op dierniveau extra verwarmd met gasbranders die boven de ringen waren aangebracht.

De stallen waren 6 tot 8 uur per nacht donker. De verlichting ging om 6 uur 's ochtends aan en om 22 uur 's avonds uit. 's Zomers is de donkerperiode korter dan 's winters, door het binnenkomen van daglicht door de openingen van de luchtinlaat.

2.2.3 Voeding

De dieren kunnen gedurende de hele dag onbeperkt water en voer opnemen. De drinktorens en voerpannen worden automatisch gevuld. Als drinkwater wordt water uit een eigen bron gebruikt. Gedurende de productieperiode worden 6 voersoorten verstrekt. Ieder voersoort is aangepast aan de behoefte op de betreffende leeftijd. Tabel 3 toont de samenstellingen van de 6 voersoorten en de weken waarin de dieren welke soort krijgen. Het voer neemt toe in energiewaarde en af in ruw eiwitgehalte.

Tabel 3 De omzetbare energie (OE) en het ruw eiwit (re) van het voer.

Table 3 *The energy and the crude protein content of feed.*

Leeftijd hennen (weken)	Leeftijd hanen (weken)	OE (MJ/kg)	Re (g/kg)
0 - 2	0 - 2	10,88	250
2 - 5	2 - 5	11,09	239
5 - 8	5 - 8	11,51	229
9 - 12	9 - 12	11,92	181
11 - 15	12 - 16	12,34	167
Vanaf 15	Vanaf 16	12,55	154

2.2.4 Gezondheid

De dieren worden dagelijks tussen 7 en 9 uur en tussen 16 en 18 uur visueel gecontroleerd en indien nodig geselecteerd en verwijderd. De selectie wordt hoofdzakelijk uitgevoerd als dieren dreigden ten onder te gaan aan kannibalisme. De uitvallers worden opgeraapt en verwijderd.

De dieren worden geënt tegen NCD (leeftijd van de dieren: dag 10, 35, 91, 126) en TRT (leeftijd van de dieren: dag 2 en 28). Daarnaast werden de dieren in beide meetperiodes preventief behandeld voor coccidiose met behulp van Selko-pH (een mengsel van organische zuren). De medicijnen en entstoffen worden toegediend door toevoeging aan het drinkwater en door middel van verneveling.

2.2.5 Mestmanagement

Het mestmanagement bestaat uit het regelmatig verwijderen van de gehele strooisellaag en het aanbrengen van een schone strooisellaag (ontmesten). Daarnaast wordt regelmatig een nieuwe strooisellaag over de oude laag aangebracht (bijstrooien). Voorafgaande aan de metingen werd een ontmestingsprotocol afgesproken dat voor een praktijkbedrijf uitvoerbaar moest zijn. Aangezien de uitvoerbaarheid hiervan verminderde naarmate de dieren groter werden, werd de ontmesting gedurende de twee meetperiodes bij de hanen eenmaal overgeslagen. In Tabel 4 staan de afgesproken en gerealiseerde ontmestingsdagen per periode per diersoort genoemd.

Tabel 4 Geplande en gerealiseerde momenten van ontmesten tijdens IMAG-meting (cijfers geven de leeftijd van de dieren in dagen).

Table 4 Removal of manure as scheduled and as realised during IMAG-measurements (numbers indicate the age of the turkeys in days).

Planning		Realisatie			
Hennen	Hanen	Periode 1		Periode 2	
		Hennen	Hanen	Hennen	Hanen
35	-	40	-	42	-
56	56	57	57	57	57
75	77	75	77	85	85
87	90	90	91	95	95
104*	108	111*	109	111*	-
-	115	-	-	-	112
-	129	-	127	-	126
-	142*	-	143*	-	145*

* dieren uit stal

Voor het opzetten van een nieuwe koppel kuikens werd een laag van ca. 4 cm houtkrullen in de hennenafdeling gestrooid. Vanaf de eerste ontmesting in de hennenafdeling en de start in de hanenafdeling bestond de strooisellaag in beide afdelingen uit houtkrullen, maar werd bijgestrooid met verkort stro. Na de tweede ontmesting in de hennenafdeling en de eerste ontmesting in de hanenafdeling bestond de strooisellaag enkel uit verkort stro.

Uit Tabel 4 blijkt dat in beide meetperiodes de hennenafdeling 4 maal tussentijds ontmest werd en eenmaal aan het einde van de periode. Bij de hanen werd 5 maal tussentijds ontmest en eenmaal aan het einde van de periode. Het ontmesten en aanbrengen van de nieuwe strooisellaag gebeurt geheel mechanisch. Met behulp van een shovel wordt de oude strooisellaag op hopen gezet en vervolgens in containers gebracht. De nieuwe laag wordt met een trekker met voorraadbak met daarop een vijzel in de stal gebracht. De totale procedure neemt voor de gehele stal ongeveer 5 uur in beslag. De gevulde containers worden binnen een

dag van het bedrijf verwijderd. Voor het bijstrooien wordt dezelfde machine gebruikt als voor het aanbrengen van een nieuwe strooisellaag. Tijdens ontmesten en bijstrooien blijven de kalkoenen in de stal.

2.3 Metingen

2.3.1 Algemeen

De meetperiodes liepen zoveel mogelijk parallel aan de productieperiodes. Op het bedrijf zijn meerdere stallen aanwezig die allen gebruikt worden tijdens een productieperiode. De metingen hebben alleen betrekking op de stal die bestond uit een hennen- en een hanenafdeling (Bijlage B). Gedurende een productieperiode zaten niet alle geplaatste hanen de gehele periode in de hanenafdeling van deze stal. De overige stallen op het bedrijf werden gebruikt voor de huisvesting van hanen; deze stallen werden niet gemeten.

In Tabel 5 zijn de data en de duur van de meetperiodes vermeld. Tijdens de meetperiodes werden de productiegegevens geregistreerd door de veehouder (§2.3.2). Wekelijks werd een strooiselmonster genomen voor bepaling van het drogestofgehalte (§2.3.3). In de eerste meetperiode is het nemen van strooiselmonsters gedeeltelijk achterwege gebleven in verband met de MKZ crisis in het voorjaar van 2001. Dit geldt ook voor de bepaling van de geurconcentratie in de eerste meetperiode. In de tweede periode werd daarom 10 keer in beide afdelingen de geurconcentratie bepaald. (§2.3.7).

Tabel 5 Start- en einddatums van de twee meetperiodes en het aantal meetdagen.

Table 5 Begin and end date of the two periods and the number of measuring days.

	Meetperiode 1		Meetperiode 2	
	Hennenafdeling	Hanenafdeling	Hennenafdeling	Hanenafdeling
Start metingen	20 januari 2001	17 februari 2001	19 mei 2001	16 juni 2001
Einde metingen	9 mei 2001	10 juni 2001	5 september 2001	10 oktober 2001
Aantal meetdagen	110	114	110	116

Gedurende de meetperiodes werden de volgende variabelen continu gemeten:

- temperatuur en relatieve luchtvochtigheid per afdeling en buiten (§ 2.3.4);
- ventilatiedebiet per afdeling (§ 2.3.5);
- ammoniakconcentratie van de in- en uitgaande lucht per afdeling (§ 2.3.6).

De meetapparatuur voor de continue metingen werd bestuurd door een data-acquisitiesysteem, aangestuurd door een computer. Eenmaal per 3 minuten werden alle variabelen gemeten en weggeschreven naar het data-acquisitiesysteem. Iedere week werd de apparatuur gecontroleerd en werd de algemene situatie in de stal opgenomen. Hiervan werden notities gemaakt in een logboek. Als gevolg van storingen aan apparatuur en software kon gedurende een (deel van een) aantal dagen geen data worden geregistreerd. In beide periodes voldeed dit aan de norm op basis waarvan een meetronde al dan niet als acceptabel wordt beschouwd.

2.3.2 Productiegegevens

Gedurende de twee productieperiodes werden de volgende gegevens geregistreerd:

- aantal geplaatste hennen en hanen;
- aantal productiedagen;
- voerverbruik (kg);

- waterverbruik (l);
- eindgewicht (kg);
- uitval (%).

Het voerverbruik van de hennen (g/dag/dier) werd berekend door de gewichten op de afleveringsbonnen op te tellen en te delen door het aantal hennen en het aantal productiedagen. Het voerverbruik van de hanen (g/dag/dier) werd berekend door de afgeleverde hoeveelheid hanenvoer voor het totale bedrijf op te tellen en te delen door het aantal hanen en de productiedagen. Het waterverbruik was niet exact te achterhalen, doordat in de beginperiode veel water werd gebruikt om de leidingen te spoelen. Door het aflevergewicht van de dieren te delen door het aantal dagen per productieperiode werd de groei per dag (g/dag) berekend. De voederconversie werd berekend door het voerverbruik te delen door het eindgewicht.

2.3.3 Strooisel

Na plaatsing van de kuikens werd bij de wekelijkse bedrijfsbezoeken een strooiselmonster per afdeling genomen. Het strooiselmonster bestond uit kleine deelmonsters die werden verzameld door twee diagonalen door een afdeling te lopen en per diagonaal 5 keer een monster van de gehele strooisellaag (van boven tot beneden) te nemen. Hiervan werd een mengmonster gemaakt, waarvan door het Milieulaboratorium van IMAG het gehalte aan droge stof werd bepaald (gravimetrische methode). Het monster werd hierbij in zijn geheel in bewerking genomen. In de eerste meetperiodes werden 17 strooiselmonsters genomen en geanalyseerd, in de tweede meetperiode 32.

2.3.4 Klimaat

De temperatuur (°C) en de relatieve luchtvochtigheid (%) werden continu gemeten met temperatuur- en vochtsensoren (Rotronic Hygromer®). De nauwkeurigheid van deze sensoren is voor temperatuur $\pm 1,0^{\circ}\text{C}$ en voor de relatieve luchtvochtigheid $\pm 2\%$ (absoluut). Dit werd vóór en na elke meetperiode gecontroleerd. Het klimaat werd gemeten op 3 punten in beide afdelingen op circa 1,5 meter boven de rughoogte van de dieren. De temperatuur en de relatieve luchtvochtigheid van de buitenlucht werden in de schaduw aan de oostzijde van de stal gemeten.

2.3.5 Ventilatie-debiet

Het ventilatie-debiet (m^3/uur) werd gemeten met behulp van meetventilatoren. Hiertoe werd een wand met meetventilatoren in kokers in de stal vóór de stalventilatoren geplaatst (Bijlage C). De stalventilatoren waren volledig van elkaar gescheiden door houten wanden. Vóór iedere grote ventilator van 140 cm werden 3 meetventilatoren geplaatst, eenmaal $\varnothing 63$ cm en tweemaal $\varnothing 71$ cm. Voor iedere ventilator van 63 cm werd één meetventilator van $\varnothing 63$ cm geplaatst. Alle lucht die de stal verliet werd op deze wijze met de meetventilatoren gemeten. Wanneer een ventilator niet werd aangestuurd door de klimaatcomputer zorgden lamellen voor de afsluiting van de ventilatoropening zodat geen luchtstroming optrad. Per omwenteling van de meetventilator werden vier pulsen afgegeven en het aantal pulsen per seconde werd geregistreerd. De relatie tussen het aantal pulsen en het debiet werd bepaald met behulp van een windtunnel (Berckmans *et al.*, 1991; Scholtens en Van 't Klooster, 1993). Het kalibreren van drie meetventilatoren (twee van 63 cm en één van 71 cm) vond plaats na afloop van de metingen. De resultaten zijn vermeld in Bijlage D. Voor de overige meetventilatoren met een gelijke diameter werden dezelfde resultaten gebruikt. Uit ervaring is gebleken dat de meetventilatoren met dezelfde diameter onder dezelfde omstandigheden nagenoeg hetzelfde functioneren.

2.3.6 Ammoniakconcentratie

De ammoniakconcentratie werd continu gemeten met behulp van een NO_x-monitor (Advanced Pollution instimulation Inc., model 200A). Deze methode staat beschreven in Scholtens (1993); een korte beschrijving staat in Bijlage E. Om NH₃ met de NO_x-monitor te kunnen meten moet het eerst door een convertor omgezet worden tot NO. Het gevormde stabiele NO werd met een pomp door teflonslangen naar de monitor gezogen (circa 250 ml/min) en aldaar gemeten. De gemeten NH₃-concentratie in ppm werd met een factor 0,71 (bij 20°C en 1 atm.) omgerekend naar mg NH₃ per m³ lucht (Weast *et al*, 1986). In totaal werd in de uitgaande lucht per afdeling op 3 punten in verschillende ventilatiekokers gemeten, waarbij monsternamen plaatsvonden tussen de ventilator en de meetventilator. De punten waar de monsters van de ingaande lucht (2 per afdeling) werden genomen, bevonden zich aan beide zijden van iedere afdeling, halverwege de west- en oostzijde, bij een inlaatventiel.

Ieder week werd de monitor gekalibreerd met NO-gas (gemiddelde NO-concentratie 40,7 ppm). De gemiddelde kalibratieresultaten van de monitor zijn vermeld in Bijlage E. Bij het gebruikte meetprincipe is het signaal van de monitor lineair met de ammoniakconcentratie. De ammoniakconcentratie van de uitgaande lucht werd tevens met een gasdetectiebuisje bepaald om de omzetting van de convertors te controleren. De stoffilters in de luchtleiding voor de convertors werden regelmatig vervangen. De convertors werden voor en na beide meetperiodes gekalibreerd. De gemiddelde omzettingspercentages van de convertors zijn vermeld in Bijlage F.

2.3.7 Geurconcentratie

De geurmetingen werden uitgevoerd volgens het meetprotocol voor geuremissies uit de veehouderij (Werkgroep Emissiefactoren, 1996), met dit verschil dat de 10 geurmetingen vanwege de MKZ crisis niet zijn verdeeld over de twee rondes, maar zijn geconcentreerd in de tweede ronde. De geuranalyses zijn uitgevoerd conform de Nederlandse voornorm NVN2820 met wijzigingsblad A1 (NNI, 1995/1996). Het geurlaboratorium van IMAG is onder nummer K072 door de Raad voor Accreditatie te Utrecht geaccrediteerd voor het uitvoeren van geuranalyses. De geurconcentraties en -emissies worden vermeld in resp. OU_E m⁻³ en OU_E dierplaats⁻¹ s⁻¹. Voor binnenlands gebruik geldt: 1 OU_E/m³ = 2 g.e./m³ (g.e. = geureenheid). De eenheid g.e. wordt gebruikt voor metingen volgens de eerste versie van de NVN 2820.

Het monsternamenpunt voor de geur bevond zich in een ventilatiekoker tussen de ventilator en de meetventilator (Ø 63 cm). Het nemen van een geurmonster bestaat eruit dat tussen 10 en 12 uur 's ochtends gedurende deze twee uur met constant debiet (500 ml/min) een zak van 60 liter wordt volgezogen met stallucht. Dit gebeurt volgens de zogenaamde longmethode waarbij in het vat waarin de zak zich bevindt een onderdruk wordt gecreëerd waardoor de zak die is aangesloten op de leiding uit de stal (en die aanvankelijk dus leeg is) zich langzaam vult met stallucht. De lucht wordt voor het monstervat, bij voorkeur zo dicht mogelijk bij het monsterpunt om de leiding niet te vervuilen, gefilterd met een stoffilter (1-2 µm). Alle vaten zijn uitgerust met verwarmingslint dat indien nodig kan worden aangezet om condensvorming te voorkomen. Sommige geurcomponenten hebben namelijk de neiging op te lossen en verdwijnen daardoor uit de lucht, hetgeen uiteraard ongewenst is. In het geval van wassers kan het nodig zijn de lucht via een verdunner te bemonsteren om condensvorming te voorkomen.

Het monster wordt direct na bemonstering naar het geurlaboratorium vervoerd om binnen 30 uur gemeten te worden. Bij het meten van een geurmonster wordt de zogenaamde geurdrempel vastgesteld. Voor deze meting wordt gebruik gemaakt van een olfactometer. Dit apparaat bestaat grofweg uit twee delen, een verdunningsapparaat en een paneltafel. Het verdunningsapparaat zorgt er voor dat het monster kan worden verdund met geurvrije omgevingslucht die vervolgens aan het geurpanel (bestaande uit 4-6 personen) wordt aangeboden. De personen die deel uitmaken van het geurpanel zijn getest met behulp van een referentiegas (butanol) waarbij de eis is dat zij in een

bepaald gevoeligheidsgebied vallen, extremen (zowel extreem goede als extreem slechte neuzen) worden niet goedgekeurd als geurpanellid. Tijdens de geuraanbieding zitten de panelleden aan de tafel met ieder twee trechtertjes voor zich waarbij gerandomiseerd uit het ene trechtertje geurvrije en uit het andere de geurbevattende lucht komt. Panelleden moeten aan beide ruiken en aangeven uit welke de geur komt alsmede of zij dit zeker weten, of zij gokken, of dat zij nog twifelen. De geuraanbieding voor het bepalen van de geurdrempel begint met de hoogste verdunning waarbij praktisch gezien geen enkele neus in staat is de lucht met geur te onderscheiden van de geurvrije lucht. De concentratie loopt bij iedere aanbieding op (de verdunningsfactor wordt gehalveerd) net zolang tot alle panelleden hem onderscheiden van de geurvrije lucht. De berekening van de geurdrempel is vervolgens de bepaling van een gemiddeld verdunningsniveau voor het panel. Deze verdunningsfactor levert lucht die per definitie 1 geureenheid per kubieke meter bevat, ook wel 1 European Odour Unit per kubieke meter ($1 \text{ OU}_E \text{ m}^{-3}$) (NNI, 1995/1996). De oorspronkelijke lucht bevat dus zoveel geureenheden als de verdunningsfactor aangeeft.

2.4 Dataverwerkingsmethode

Van de geregistreerde waarnemingen (concentratie, debiet en klimaat) werden uurgemiddelden berekend. De ammoniakemissie (g/uur) werd berekend als het product van de ammoniakconcentratie (g/m^3) en het ventilatiedebiet (m^3/uur). Wanneer geen ammoniakconcentratie bij een ventilatiekoker werd gemeten, werd het meetpunt dat het dichtste bij lag gebruikt voor de berekening van de emissie. Bij de berekening van de emissie werd de ammoniakconcentratie van de uitgaande lucht verminderd met de ammoniakconcentratie van de ingaande lucht (gemiddelde van 2 meetpunten). De berekende ammoniakemissies werden vergeleken met de emissiefactor voor vleeskalkoenen in traditionele huisvesting code F 4.2 (Wijziging Uitvoeringsregeling, 2000). De geuremissie ($\text{OU}_E \text{ dierplaats}^{-1} \text{ s}^{-1}$) werd berekend als het product van geurconcentratie (OU_E/m^3) en ventilatiedebiet (m^3/uur) gedeeld door 3.600 (s/uur).

De meetperiode begon op de eerste hele dag na plaatsing van de dieren. Het einde van de meetperiode werd bereikt op het laatste etmaal voordat 50% van de dieren afgeleverd werd. De uren waarop werd ontmest en de staldeur en de buitendeur langdurig open stonden werden niet meegenomen in de berekeningen aangezien de onderdruk in de betreffende afdeling wegviel en daarmee niet alle lucht die de stal verliet door de meetventilatoren werd gemeten. De ammoniakconcentraties werden gecorrigeerd voor de rendementen van de convertors en de kalibraties van de monitor. Missende uurwaarnemingen (als gevolg van kalibraties en technische storingen) van het ventilatiedebiet, de ammoniakconcentratie, de temperatuur en de relatieve luchtvochtigheid werden niet geïnterpoleerd. Uit de uurwaarnemingen van deze parameters werden daggemiddelde waarden berekend. De daggemiddelde ammoniakemissie (g/uur) van dagen met minder dan 20 uren gegevens werd niet meegenomen in de verdere berekening.

De ammoniakemissie op jaarbasis werd berekend per diergroep, waarbij de productieperiode werd opgedeeld in een opfok- en groeiperiode. De basis voor deze berekening staat schematisch weergegeven in Figuur 2. Als leegstand wordt bij de hennenafdeling 10 dagen per 16 weken aangehouden (8,2% op jaarbasis), bij de hanenafdeling 5 dagen per 20 weken (3,4% op jaarbasis).

Basis voor de berekening van de ammoniakemissie					
Hennenafdeling	Opfokperiode	Groeiperiode		Opfokperiode	Groeiperiode
Hanenafdeling		Groeiperiode			Groeiperiode

Figuur 2 Basis voor de berekening van de emissie per jaar dier per diergroep.

Figure 2 Basis for the calculation of the emission per year per animal for each group of animals.

De ammoniakemissies gedurende de opfokperiode en de groeiperiode en de totale emissie per diergroep werden berekend in kilogram per dierplaats per jaar. De opfokperiode in de hanenafdeling werd niet apart meegenomen maar overgenomen door de emissie van de opfokperiode in de hennenafdeling. De jaaremisse per diergroep werd berekend door de opfokperiode en de groeiperiode in evenredigheid bij elkaar op te tellen en te corrigeren voor leegstand. In de onderstaande formule staat de berekening uitgewerkt.

$$E_{\text{diergroep}} = \frac{(E_{\text{opfok}} \times D_{\text{opfok}}) + (E_{\text{groei}} \times D_{\text{groei}})}{D_{\text{productieperiode}}} \times (1 - L / 100)$$

waarin :

$E_{\text{diergroep}}$	=	jaaremisse van een diergroep
E_{opfok}	=	jaaremisse gedurende de opfokperiode
D_{opfok}	=	aantal dagen gedurende de opfokperiode
E_{groei}	=	jaaremisse gedurende de groeiperiode
D_{groei}	=	aantal dagen gedurende de groeiperiode
$D_{\text{productieperiode}}$	=	aantal dagen gedurende de productieperiode
L	=	% leegstand

Tenslotte werd de jaaremisse voor vleeskalkoenen berekend door de jaaremisse van beide diergroepen te middelen.

Voor de geurconcentraties en -emissies werd het geometrisch gemiddelde uitgerekend. Dit is het gemiddelde op basis van de natuurlijke logaritme van de meetwaarden maar vervolgens weer omgerekend naar de originele schaal. Dit wordt gedaan omdat geurconcentraties en -emissies doorgaans een scheve frequentieverdeling vertonen waarbij veel waarnemingen liggen in het normale gebied en enkele waarnemingen in het hoge gebied. Bij dergelijke verdelingen levert een (normaal) rekenkundig gemiddelde een vertekend beeld op omdat de hoge waarden dit gemiddelde sterk naar boven kunnen trekken. Dit fenomeen kan worden verholpen met behulp van het geometrisch gemiddelde. Voor de opfok- en groeiperiode werd per diergroep een gemiddelde jaaremisse per dierplaats berekend. De jaaremisse per diergroep voor geur werd berekend door de opfokperiode en de groeiperiode in evenredigheid bij elkaar op te tellen (geen correctie voor leegstand). Tenslotte werd de jaaremisse voor geur voor vleeskalkoenen berekend door de jaaremisse van beide diergroepen te middelen, en dit werd omgerekend naar de geuremissie per dierplaats per seconde, de vorm waarin meestal met geuremissies wordt gewerkt.

3 Resultaten

3.1 Productieresultaten

In Tabel 6 staan de productieresultaten van de twee productieperiodes weergegeven. Om een indruk te krijgen van de technische resultaten wordt in de tabel het landelijk gemiddelde voor de verschillende kengetallen van vleeskalkoenen gegeven, die vermeld staan in de Kwantitatieve Informatie Veehouderij 2001-2002 (Kwin, 2001)

Tabel 6 Productieresultaten per periode en het landelijk gemiddelde voor kalkoenen (KWIN, 2001).

Table 6 Production results and characteristics of the periods and the national standard for turkeys (KWIN, 2001).

	Productieperiode 1		Productieperiode 2		Landelijk gemiddelde	
	Hennen	Hanen	Hennen	Hanen	Hennen	Hanen
Productieperiode (dagen)	111	143	111	145	115	144
Aantal geplaatste dieren	8.000	14.300	8.000	14.300	-	-
Aantal afgeleverde dieren	7.520	12.670	7.610	12.710	-	-
Eindgewicht (kg)	9,1	18,8	9,3	18,1	9,5	18,5
Groei (g/dag)	82,0	130,6	82,3	125,8	78	132
Voerverbruik (kg/afgeleverd dier)	25,0	53,7	24,9	53,4	24,2	50,0
Voederconversie (-)	2,7	2,9	2,7	3,0	2,6	2,7
Uitval, incl. selectie (%)	6,0	11,4	4,9	11,1	5	10

Uit de tabel blijkt dat bij beide productieperiodes de hennen en hanen een hogere voederconversie hadden ten opzichte van het landelijk gemiddelde. De uitvalpercentages lagen voor hennen en hanen 1% boven het landelijk gemiddelde met uitzondering van de tweede periode bij de hennen. Deze was vergelijkbaar. Vanaf het moment dat de waterleidingen niet meer werden gespoeld werd het waterverbruik berekend, wat resulteerde in een water-voerverhouding van 1,8.

3.2 Strooiselmonsters

In Tabel 7 zijn de gemiddelde drogestofgehalten van de strooiselmonsters per meetperiode gegeven. In de tabel is onderscheid gemaakt in opfokperiode (alleen houtkrullen) en groeiperiode (enkele monsters met houtkrullen maar het grootste deel monsters met verkort stro).

Tabel 7 Het aantal monsters en het gemiddelde drogestofgehalte van de strooiselmonsters in de twee meetperiodes per afdeling.

Table 7 The number of samples and the mean dry matter content of the litter per compartment during the two measuring periods.

	Meetperiode 1		Meetperiode 2	
	Hennenafd. opfok	Hanenafd. opfok	Hennenafd. groei	Hanenafd. groei
Totaal aantal monsters	3	6	10	14
Drogestofgehalte (g/kg)	672	707	523	566
Standaarddeviatie (g/kg)	36	54	51	70

Het drogestofgehalte is voor beide opfokperiodes niet significant verschillend. De resultaten van de groeiperiode uit de eerste meetperiode zijn niet gepresenteerd aangezien de monsters voornamelijk in het eerste deel van de groeiperiode zijn genomen. Dit zou een verkeerd beeld geven van het verschil tussen opfok en groeiperiode. Het drogestofgehalte was in de groeiperiode aanzienlijk lager dan dat in de

opfokperiode ($p < 0.001$), maar voor hennen en hanen niet significant verschillend. Het verschil in strooiselmateriaal en hoeveelheid mest, die toeneemt naarmate de ronde vordert, is naar alle waarschijnlijkheid de oorzaak van de verschillen.

3.3 Klimaat en ventilatie-debiet

In Tabel 8 zijn de klimaat- en ventilatiegegevens voor beide meetperiodes weergegeven. In Bijlage G en H zijn de daggemiddeldes van temperatuur en relatieve luchtvochtigheid van de stallucht en van de buitenlucht grafisch weergegeven. De gemiddelde buitentemperatuur was tijdens de eerste meetperiode lager dan tijdens de tweede meetperiode. Voor de hennenafdeling was het verschil 10°C , voor de hanenafdeling een paar graden minder. Dit resulteerde voor beide afdelingen in een ruim 2 maal hoger ventilatie-debiet per dier in de tweede meetperiode. Ondanks het hogere ventilatie-debiet was ook de staltemperatuur in de tweede meetperiode hoger. In Bijlage I staan de uurgemiddeldes van het ventilatie-debiet voor beide meetperiodes per afdeling.

Tabel 8 Gemiddelde temperatuur en relatieve luchtvochtigheid (RV) buiten en in de stal en het gemiddelde ventilatie-debiet per aanwezig dier per meetperiode per afdeling.

Table 8 Mean temperature and relative humidity (RV) of outdoor air, indoor air and ventilation rate per animal per measuring period per compartment.

	Meetperiode 1			Meetperiode 2		
	Hennenaafd. opfok	Hennenaafd. groei	Hanenaafd. groei	Hennenaafd. opfok	Hennenaafd. groei	Hanenaafd. groei
Buitemperatuur ($^{\circ}\text{C}$)	6,4	9,6	10,6	16,5	19,6	18,2
Staltemperatuur ($^{\circ}\text{C}$)	24,5	19,1	19,2	25,6	23,7	21,3
RV buiten (%)	84	80	78	64	72	76
RV stal (%)	57	62	58	49	65	68
Debiet per aanwezig dier (m^3/uur)	1,1*	5,9*	9,7*	2,8*	14,0*	23,1*

*berekend met geplaatste dieren

3.4 Ammoniakconcentratie en -emissie

In Tabel 9 wordt een overzicht gegeven van de gemiddelde ammoniakconcentraties en -emissies tijdens beide meetperiodes. Tevens is een overzicht gegeven van de ammoniakemissies per geplaatst dier per jaar inclusief leegstand. In Bijlage J zijn de gemiddelde NH_3 -concentraties van de uitgaande stallucht en de ingaande lucht voor beide meetperiodes gegeven.

Tabel 9 Gemiddelde NH₃-concentratie van de in- en uitgaande lucht en de NH₃-emissie per opfok- en groeiperiode van een diergroep en per afdeling.

Table 9 Mean NH₃ concentration of the inlet en outlet air, NH₃ emission per rearing and growing period of an animal group and per compartment.

	Meetperiode 1			Meetperiode 2		
	Hennen		Hanen	Hennen		Hanen
	Opfok	Groei	Groei	Opfok	Groei	Groei
Aantal meetdagen	39	71	103	40	70	104
Aantal geplaatste dieren	22.300	8.000	3.600	22.300	8.000	3.600
NH ₃ -concentratie in de stal (mg/m ³)	6,11	3,68	3,25	2,29	4,25	2,95
NH ₃ -concentratie ingaande lucht (mg/m ³)	0,12	0,08	0,10	0,04	0,06	0,06
NH ₃ -emissie (g/uur)	143	179	107	140	450	225
NH ₃ -emissie per dierplaats per jaar incl. leegstand* (kg)	0,08	0,20	0,26	0,08	0,49	0,55

*Leegstand hennen: 8,2 % en leegstand hanen: 3,4 %

Uit Tabel 9 blijkt dat de emissie in de opfokperiode in beide meetperiodes gelijk was en aanzienlijk lager ten opzichte van de emissie in de groeiperiode. De emissie in de opfokperiode werd in de eerste periode bereikt met een hoge stalconcentratie en een laag debiet, terwijl in de tweede meetperiode de stalconcentratie ruim 2 maal zo laag was en de gelijkblijvende emissie werd bereikt met een hoger debiet. Voor de beide groeiperiodes in beide afdelingen waren de stalconcentraties vergelijkbaar. Dit is opvallend omdat het ventilatiedebiet in de tweede meetperiode ruim 2 keer zo hoog is vergeleken met de eerste meetperiode (Tabel 8). In Tabel 10 staan de ammoniakemissies op jaarbasis voor hennen, hanen en vleeskalkoenen vermeld.

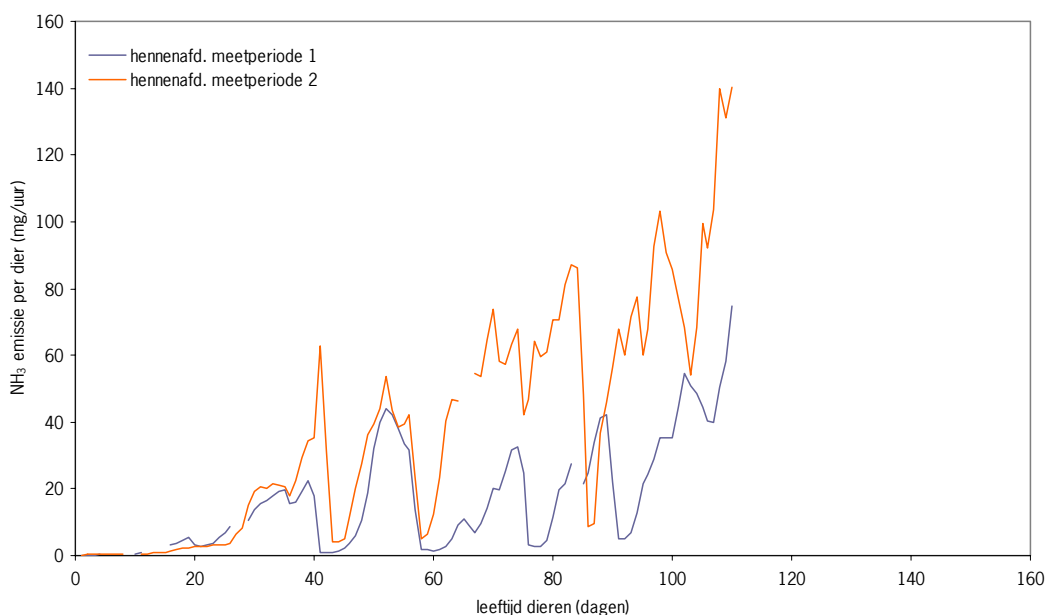
Tabel 10 NH₃-emissie per dierplaats per jaar inclusief leegstand voor hennen, hanen en vleeskalkoenen voor beide meetperiodes.

Table 10 NH₃ emission per year including vacancy for hens, cocks and meat turkeys for both measuring periods.

	Meetperiode 1	Meetperiode 2
Hennen (kg NH ₃ /dierplaats/jaar)	0,14	0,31
Hanen (kg NH ₃ /dierplaats/jaar)	0,20	0,40
Vleeskalkoenen (kg NH ₃ /dierplaats/jaar)	0,17	0,36

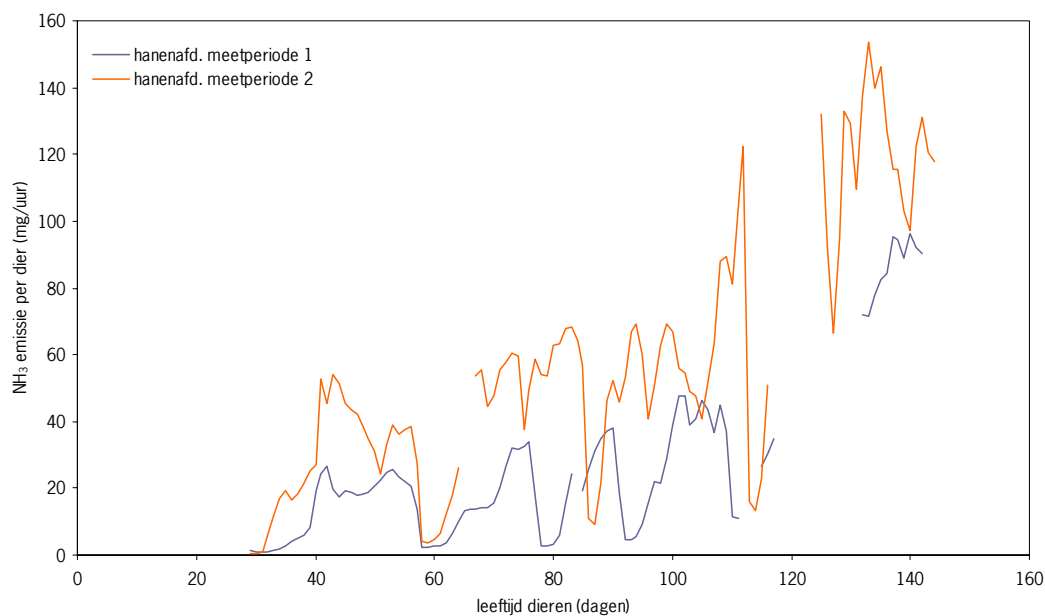
Uit Tabel 10 blijkt dat de emissie gedurende de eerste meetperiode aanzienlijk lager was dan in de tweede meetperiode. Daarnaast blijkt dat de emissie van de hennen in beide meetperiodes lager lag dan die van de hanen. De ammoniakemissie uit de gehele stal, inclusief leegstand, was voor de eerste meetperiode 0,17 kg dierplaats⁻¹ jaar⁻¹ en voor de tweede periode 0,36 kg dierplaats⁻¹ jaar⁻¹. De gemiddelde ammoniakemissie over beide meetperiodes was 0,26 kg per dierplaats per jaar. De correctie voor de leegstand werd per afdeling doorgevoerd.

In Figuur 3 is het verloop van de daggemiddelde ammoniakemissie uit de hennenafdelingen voor beide meetperiodes weergegeven.



Figuur 3 De daggemiddelde NH_3 -emissie per dier (mg/uur) uit de hennenafdeling gedurende de meetperiodes.
Figure 3 The daily mean NH_3 emission per animal (mg/h) from the turkey hen compartment during the measuring periods.

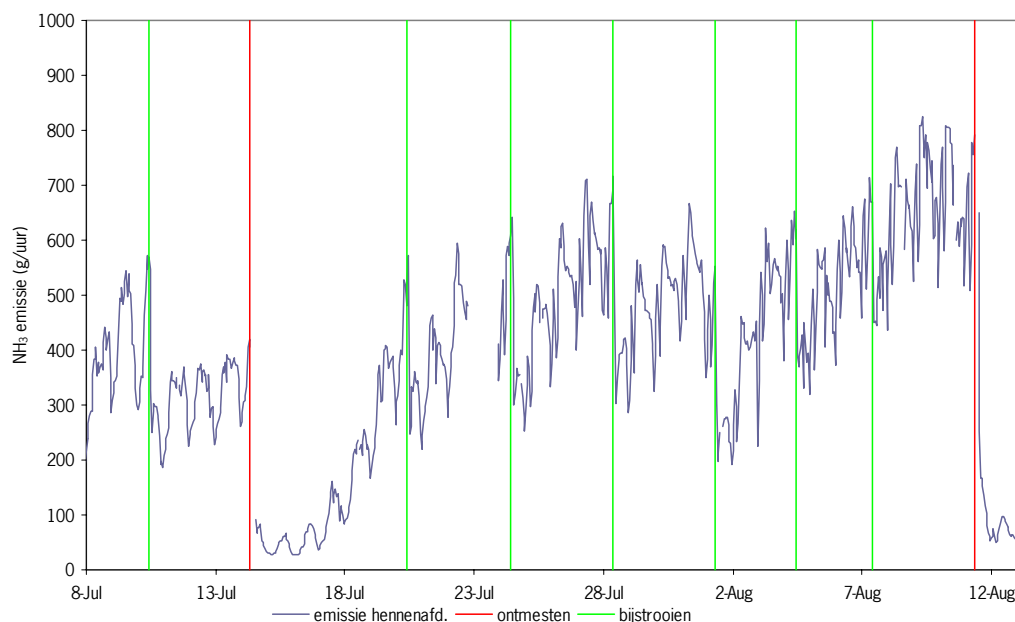
In Figuur 4 is het verloop van de daggemiddelde ammoniakemissie uit de hanenafdelingen voor beide meetperiodes weergegeven.



Figuur 4 De daggemiddelde NH_3 -emissie per dier (mg/uur) uit de hanenafdeling gedurende de meetperiodes.
Figure 4 The daily mean NH_3 emission per animal (mg/h) from the turkey cock compartment during the measuring periods.

Uit Figuur 3 en 4 blijkt dat de emissie gedurende beide meetperiodes nagenoeg hetzelfde verloop en fluctuatie vertoonde. Na een periode van 25 dagen waarin de emissie zeer laag was nam de emissie duidelijk toe. Het piekende verloop van de emissie kan worden toegeschreven aan het ontmesten en bijstrooien.

In Figuur 5 is het verloop van de ammoniakemissie gedurende enkele dagen in de tweede meetperiode bij de hennen weergegeven, waarbij bijstrooien en ontmesten staan aangeven met verticale lijnen.



Figuur 5 Karakteristiek verloop van de NH₃-emissie (g/uur); de verticale lijnen geven de momenten van ontmesten en bijstrooien aan.

Figure 5 Typical course of the ammonia emission (g/hour); vertical lines indicate manure removal or bringing fresh litter in the house.

In Figuur 5 komt bijstrooien tot uitdrukking als een vaak kortstondige, kleine daling in de emissie. Het ontmesten geeft een daling van de emissie tot bijna 0. Enkele dagen na het ontmesten loopt de emissie snel op tot een basisniveau waarbij de toename, waarschijnlijk door het bijstrooien, beperkt blijft.

3.5 Geurconcentratie en -emissie

In verband met een uitbraak van mond- en klauwzeer konden gedurende een groot deel van de eerste meetperiode geen monsters verzameld worden. Daarom zijn alleen van de tweede periode geurgetallen berekend. Alle monsters zijn genomen in de groeiperiode van de kalkoenen. In Tabel 11 wordt de geurconcentratie en -emissie per dierplaats voor meetperiode 2 gegeven.

Tabel 11 Gemiddelde geurconcentratie van de uitgaande lucht, ventilatiedebiet en de geuremissie uit de afdelingen en per geplaatst dier gedurende de tweede meetperiode.

Table 11 Mean odour concentration of outlet air, ventilation rate and odour emission of the two compartments and per animal for the second measuring period.

	Hennenafdeling groei	Hanenafdeling groei
Aantal metingen	10	9
Geurconcentratie (OU _E /m ³)	459	270
Gemiddeld debiet (m ³ /uur)	121.668	92.019
Geuremissie (OU _E /s)	14.626	6.181
Aantal geplaatste dieren	8.000	3.600
Geuremissie afdeling per geplaatst dier (OU _E /s)	1,49	1,61

De geometrisch gemiddelde geuremissie uit de stal over 19 metingen was per dierplaats 1,55 OU_E/s.

4 Discussie

Gedurende beide meetperiodes traden geen extreme weersomstandigheden op. Volgens de maandoverzichten 2001 van het KNMI kon het weer gedurende de eerste meetperiode als iets zachter dan het langjarig gemiddelde worden getypeerd, waarbij de maanden februari, maart, april, augustus en september nat waren, januari en juli gemiddeld, mei en juni juist droog. Ook de tweede meetperiode was iets warmer dan gemiddeld. In Tabel 12 wordt de gemiddelde temperatuur ten opzichte van het langjarig gemiddelde gegeven gedurende de meetperiodes.

Tabel 12 Gemiddelde temperatuur (°C) op de meetlocatie, het KNMI in 2001 en het KNMI langjarig.

Table 12 Mean temperature (°C) on location, from KNMI in 2001 and the KNMI long period.

	Januari - mei	Juni - augustus
Buitentemperatuur meetlocatie	8,9	17,8
KNMI 2001	6,9	16,6
KNMI langjarig	6,0	15,3

De aanzienlijk hogere buitentemperatuur in de tweede meetperiode resulteerde in een hoger ventilatiedebiet en een hogere staltemperatuur in beide afdelingen. Beide hebben over het algemeen een verhogend effect op de emissie van ammoniak (Groot Koerkamp en Reitsma, 1997) als geur (Ogink en Mol, in prep.).

De gemeten ammoniakemissie in het onderhavige onderzoek was gemiddeld over beide periodes 0,26 kg per dierplaats per jaar. In Tabel 13 worden de emissiegegevens uit de Wijziging uitvoeringsregeling Ammoniak Veehouderij (2000) voor de verschillende systemen van huisvesten van kalkoenen gegeven.

Tabel 13 Emissiefactor per jaar per dierplaats uit de uitvoeringsregeling ammoniak veehouderij (2000) voor 2 verschillende systemen voor het houden van kalkoenen.

Table 13 Emission factor per year per animal place in the ammonia legislation (2000) for 2 different turkey housing systems.

Systeem	NH ₃ -emissie (kg NH ₃ /dierplaats/jaar)	Reductie ten opzichte van grondhuisvesting traditioneel (%)
Grondhuisvesting traditioneel	0,68	-
Gedeeltelijk verhoogde strooiselvloer	0,36	47
Locatie onderhavig onderzoek	0,26	62

Uit het verloop van de ammoniakemissie voor een aantal dagen zoals weergegeven in Figuur 5 bleek dat de emissie, op enkele korte 'dipjes' na, toenam totdat de mest uit de stal werd verwijderd. Deze 'dipjes' waren het gevolg van bijstrooien. Na mestverwijdering daalde de emissie sterk. Het effect van een schone strooisellaag duurde echter niet lang. Daarom zal het vaker verwijderen van de mest de emissie uit deze stal verder verlagen. Het onbeperkt verwijderen van mest is echter geen optie, aangezien het ontmesten zelf het welzijn van de dieren niet ten goede komt.

De resultaten geven aan dat de mestverwijdering effectief was. Dit blijkt als de gemeten emissie vergeleken wordt met de emissie uit een traditionele stal met grondhuisvesting en strooiselvloer (0,68 kg/dier/jaar). Zelfs de gedeeltelijk verhoogde strooiselvloer heeft een hogere emissie dan de in dit onderzoek gemeten stal. Wel moet opgemerkt worden dat het verwijderen van strooisel gepaard gaat met het vrijkomen van een grote hoeveelheid stof, wat o.a. ongewenst is vanuit het oogpunt van arbeidshygiëne in de stal. Overigens wordt het strooisel in systemen zonder strooiselverwijdering regelmatig machinaal losgemaakt, wat eveneens stof en ammoniak veroorzaakt.

Het verschil in emissie tussen hennen en hanen werd voornamelijk veroorzaakt door de langere productieperiode van de hanen en de daarbij horende hoge emissie tijdens de laatste 30 dagen. Wanneer de emissie voor de hanen na 110 productiedagen werd berekend lag deze zelfs iets lager dan die van de hennen. Op bedrijfsniveau zal de verdeling van hanen en hennen de totale emissie bepalen.

Gemiddeld voor hennen en hanen is de ammoniakemissie uit de op dit bedrijf gemeten stal 0,26 kg per dierplaats per jaar. Voor de 8.000 hennen in de gemeten stal geldt een ammoniakemissie van 0,22 kg per dierplaats per jaar (gemiddelde van 0,14 en 0,31), voor de 3.600 hanen in deze stal een ammoniakemissie van 0,30 kg per dierplaats per jaar (gemiddelde van 0,20 en 0,40). De dierplaatsen op dit bedrijf (22.300) worden verdeeld over 8.000 hennen en 14.300 hanen, waarvan 10.700 hanen na de groeiperiode gehouden worden in traditionele stallen met grondhuisvesting (emissie is 0,68 kg NH₃ per dierplaats per jaar). Deze manier van werken resulteert op dit bedrijf in een jaaremmissie van 10.116 kg NH₃.

Indien alle dieren gehuisvest zouden worden in een stal met frequente ontmesting, zou een opzet van 8.000 hennen en 14.300 hanen een ammoniakemissie van 6.050 kg per jaar opleveren. Een gelijke verdeling van het aantal hennen en hanen (twee keer 11.150) zou in deze situatie resulteren in een emissie van 5.980 kg NH₃ per jaar.

Ook voor geur geldt dat een hoger ventilatiedebiet een verhogend effect heeft op de emissie (Ogink en Mol, in prep.). Dit betekent voor dit onderzoek dat de gemiddelde geuremissie zoals die is uitgerekend gebaseerd op metingen tijdens de twee meetronde (in de zomer, met hoog ventilatiedebiet) waarschijnlijk een overschatting is van de werkelijke geuremissie over een heel jaar. Bovendien zijn, door de beperkingen die het gevolg waren van de MKZ crisis, alleen geurmonsters genomen tijdens de groeiperiode en niet tijdens de opfokperiode. Te verwachten valt dat de geuremissie tijdens deze periode ook iets lager zal zijn, zowel omdat de dieren nog erg klein zijn als vanwege de lagere ventilatie in die periode. Ook dit betekent dat de huidige bepaling een overschatting is van de werkelijke geuremissie.

Inmiddels zijn voor de varkenssector zoveel gegevens bekend dat voor het ventilatie-effect (en dus voor het slechts meten van een zomerperiode) kan worden gecorrigeerd (Ogink en Mol, in prep.). Voor de pluimveesector doet zich hetzelfde effect voor, maar er zijn nog onvoldoende gegevens om een kwantitatieve correctie te kunnen uitvoeren.

5 Conclusie

De ammoniakemissie uit een stal met grondhuisvesting en volledig strooisel voor kalkoenen met bijstrooien en verwijderen van de mest bedroeg voor de twee meetperiodes 0,17 en 0,36 kg NH₃ per dierplaats per jaar (incl. 5% leegstand). Gemiddeld levert dit een ammoniak emissie op van 0,26 kg per dierplaats per jaar. De gemiddelde geuremissie uit de stal, gemeten tijdens de groeiperiode van de tweede meetronde, bedroeg over 19 metingen 1,55 OU_E dierplaats⁻¹ s⁻¹. Vanwege het slechts meten van de groeiperiode van de zomermeetronde waarin hogere ventilatiedebieten gebruikelijk zijn, is dit zeer waarschijnlijk een overschatting van de werkelijke geuremissie.

Literatuur

Berckmans, D., Ph. Vandenbroeck en V. Goedseels, 1991. Sensor for continuous measurement of the ventilation rate in livestock buildings. *Indoor Air* 3: 323-336.

Groot Koerkamp, P.W.G. en B. Reitsma, 1997. De ammoniakemissie uit een voliërestal voor leghennen met een etagesysteem. Wageningen, DLO, rapport 97-05, 26 pp. excl. bijlage.

KNMI, 2000. Jaaroverzicht van het weer in Nederland, jaar 2001. De Bilt, 98^e jaargang nummer 13.

KWIN, 2001. Kwantitatieve Informatie Veehouderij 2001-2002. Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden, KWIN-V september 2001, Lelystad, Drukkerij Cabri b.v., 450 pp.

NNI, 1995. NVN 2820/A1 Luchtkwaliteit, sensorische geurmetingen met een olfactometer. Nederlands Normalisatie Instituut, Delft, Maart 1995. (met wijzigingsblad A1, in brief aan geaccrediteerde instellingen 1996)

Ogink, N.W.M en J.V. Klarenbeek, 1997. Evaluation of a standard sampling method for determination of odour emission from animal housing systems and calibration of the Dutch pig odour unit into standardised odour units. Gepubliceerd in: *Proceedings of the International symposium. Ammonia and odour control from production facilities.* Vinkeloord The Netherlands, 1997. P231-238.

Ogink, N.W.M. en 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.

Ogink, N.W.M. en G. Mol, in prep. Geuremissies uit de veehouderij: het Pythia-project. Overzicht van de resultaten van drie jaar geuremissie-onderzoek in de varkenshouderij, de pluimveehouderij en de rundveehouderij uitgevoerd in de periode 2000 t/m 2002. IMAG rapport

Scholtens, R., 1993. NH₃-convertor + NO_x-analyzer. In: E.N.J. van Ouwerkerk (Ed.): Meetmethoden NH₃-emissie uit stallen. Onderzoek inzake de mest- en ammoniakproblematiek in de veehouderij 16, DLO, Wageningen, p. 19-22.

Scholtens, R. en C.E. van 't Klooster, 1993. Meetventilator. In: E.N.J. van Ouwerkerk (Ed.): Meetmethoden NH₃-emissie uit stallen. Onderzoek inzake de mest- en ammoniakproblematiek in de veehouderij 16, DLO, Wageningen, p. 59-62.

Sliggers, J. (Ed.), 2001. Op weg naar duurzame niveaus voor gezondheid en natuur. Overzichtspublicatie thema verzuring en grootschalige luchtverontreiniging. Rapport VROM 010344/h/10-01 17529/187, Ministerie van Volksgezondheid, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM), Den Haag, oktober 2001, 229 pp.

Veldkamp, T., 1996. Ammoniakemissie bij de gedeeltelijk verhoogde stooisvloer (gsvs) voor vleeskalkoenen. PP- uitgave no. 53, Beekbergen, ISSN 0928-2076, 22 pp.

VROM, 1989. Nationaal Milieubeleidsplan: kiezen of verliezen. Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Den Haag.

VROM, 1998. Nationaal Milieubeleidsplan 3. Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Den Haag.

VROM en LNV, 1996. Richtlijn Veehouderij en Stankhinder 1996. Publicatie van de Ministeries van Volksgezondheid, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer en Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Den Haag.

Weast, R.C., M.J. Astle and W.H. Beyer, 1986. Handbook of chemistry and physics, 67th Edition. Florida, CRC Press Inc.

Werkgroep Emissiefactoren, 1996. Meetprotocol voor geuremissies uit stallen. Verkrijgbaar via het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Den Haag.

Wijziging Uitvoeringsregeling Ammoniak en Veehouderij, 2000. Interimwet Ammoniak en Veehouderij, Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer en het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Staatscourant 139, Den Haag, Bijlage 4 van 7^{de} wijziging UAV.

Samenvatting

Ammoniak is naast NO_x en SO_x één van de meest belangrijke verzurende componenten in ons milieu. De Nederlandse overheid heeft zich ten doel gesteld dat de emissie van ammoniak ten opzichte van het niveau van 2000 (157 kton) in 2010 tot 100 kton gedaald moet zijn. De bijdrage van de landbouw aan de NH_3 emissie moet dan gedaald zijn tot 86%. Om deze emissiereductie te kunnen realiseren is onder andere invoering van emissiebeperkende staltechnieken en -systemen noodzakelijk. De landbouwsector is tevens een belangrijke bron van geurhinder in Nederland. Ter ondersteuning van de regelgeving voor geurhinder door de veehouderij voert IMAG geuremissiemetingen uit aan stalsystemen waar ook NH_3 gemeten wordt. In dit kader werd onderzoek verricht naar de ammoniak- en geuremissie van een stal voor vleeskalkoenen. Het ammoniakemissiereducerend principe berustte op het frequent verwijderen van de gehele strooisellaag uit de stal.

Het onderzoek werd uitgevoerd gedurende twee meetperiodes die liepen parallel aan de productieperiodes van de dieren. De stal bestond uit twee afdelingen met daar tussen een werkruimte. Eén afdeling werd gebruikt voor de opfok van hanen en hennen en voor het doorgroeien van hennen (de hennenafdeling), de andere afdeling werd uitsluitend gebruikt voor het doorgroeien van hanen (de hanenafdeling). In de loop van een productieperiode werd in de hennenafdeling 4 maal de gehele strooisellaag verwijderd en vervangen door een schone strooisellaag, in de hanenafdeling 5 maal. De stal was uitgerust met een mechanisch ventilatiesysteem. De maximaal beschikbare ventilatiecapaciteit was 196.000 m^3/uur in de hennenafdeling en 272.000 m^3/uur in de hanenafdeling. Buitenlucht kwam beide afdelingen binnen via regelbare inlaatventielen. Aan het begin van een productieperiode (gedurende de opfokperiode) was de streeftemperatuur in de ruimte 24 tot 28°C. Na deze periode (gedurende de groeiperiode) werd de streeftemperatuur afgebouwd naar 20°C. De stal werd gedurende 16 uur per dag verlicht en de dieren konden onbeperkt water en voer opnemen.

Aan het begin van de opfokperiode werden 8.000 hennen en 14.300 hanen in de hennenafdeling geplaatst. Na verloop van tijd werden hanen verplaatst. De verplaatsingen staan in het rapport beschreven. Gedurende de groeiperiode bevonden zich 8.000 hennen en 3.600 hanen in de gemeten stal. De meetresultaten zijn in het rapport onderverdeeld in een opfok- en groeiperiode. In deze samenvatting worden slechts de eindresultaten vermeld. Van 20 januari tot en met 10 juni 2001 (periode 1) en van 19 mei tot en met 10 oktober 2001 (periode 2) werden de ammoniakemissie en het klimaat gemeten. In verband met een uitbraak van MKZ werd de geuremissie alleen in periode 2 gemeten. De ammoniakemissie en het klimaat werden continu gemeten; in de tweede periode werd de geuremissie van de hennenafdeling (10 maal) en van de hanenafdeling (9 maal) tussen 10 en 12 uur gemeten.

De gemiddelde buitentemperatuur was in de eerste meetperiode 8,9°C, in de tweede periode 18,1°C. De gemiddelde staltemperatuur in deze periodes was achtereenvolgens 20,9°C en 23,5°C. Het gemiddelde ventilatie-debiet was respectievelijk 5,6 m^3/uur en 13,3 m^3/uur per geplaatst dier. Na correctie voor leegstand was de ammoniakemissie in de eerste periode 0,17 kg per dierplaats per jaar, in de tweede periode 0,36 kg per dierplaats per jaar. Gemiddeld over beide meetperiodes was de ammoniakemissie van het onderzochte systeem van verwijderen van het strooisel ca. 60% lager dan de emissie van de traditionele grondhuisvesting voor kalkoenen, zoals vermeld in de UAV. De resultaten gaven aan dat het emissiebeperkende werksysteem effectief was.

De geometrisch gemiddelde geuremissie over 19 metingen bedroeg 1,55 OU_e/s per dierplaats. Hierbij dient te worden opgemerkt dat dit waarschijnlijk een overschatting is van de werkelijke geuremissie omdat slechts in de zomerperiode geurmonsters genomen zijn. Tijdens deze periode worden hogere debieten gehanteerd hetgeen voor geur, net als voor ammoniak, leidt tot een verhoging van de emissie.

Summary

Ammonia, NO_x and SO_x are the most important components causing acidification of our environment. The Dutch government aims at a reduction resulting in a total emission of 100 kton in the year 2010, compared with the emission level of 157 kton in 2000. By then the contribution of agriculture to the emission of NH₃ must be reduced to 86%. One of the solutions can be found in introducing animal housing systems equipped with technology aimed at reducing ammonia emission. Agricultural activities are also an important source of odour emission. To support the legislation on odour emission from animal husbandry, IMAG carries out odour emission measurements in animal houses where ammonia is being measured. Within this framework research was carried out into the emission of ammonia and odour from a housing system for meat turkeys. The emission reduction technique of the system consisted of frequently removing all the litter from the house.

The research was carried out during two production periods. The house consisted of two compartments and a room in between. Turkey hens and turkey cocks were kept in the house in 2 similar compartments. One compartment was used for rearing cocks and hens and for growing the hens (hen compartment), the other compartment was only used for growing the turkey cocks (cock compartment). Four times during the growing period of turkey hens and five times during the growing period of turkey cocks, all the litter was removed and replaced with a layer of fresh litter. The house was equipped with a mechanical ventilation system. Maximum ventilation capacity amounted to 196,000 m³/h in the hen compartment and 272,000 m³/h in the cock compartment. The air entered the house by inlet openings located alongside the total length of the compartments. The set-point temperature of the house was 24-28°C at the beginning of a production period (rearing period). After this period (during the growing period) the set-point temperature was decreased to 20°C. Lighting was on 16 hours a day and the turkeys were provided with food and water unrestrained.

At the start of the rearing period 8,000 hens and 14,300 cocks were placed in the hen compartment of the turkey house. As described in this report, cocks were moved from this compartment after a while. During the growing period 8,000 hens were kept in the hen compartment of the house and 3,600 cocks were kept in the cock compartment. Measuring results in the report were subdivided in results for the rearing period and for the growing period. Here only overall results are given. Measurements of ammonia and climate were collected continuously from the 20th of January to the 10th of June and from the 19th of May to the 10th of October 2001. The odour emission from the hen compartment was measured 10 times during the second measuring period, odour emission from the cock compartment 9 times. Collection of odour samples took place from 10-12 am.

The average outside temperature was 8.9°C during the first period and 18.1°C during the second period. The average house temperature was 20.9°C and 23.5°C respectively. The ventilation rate per animal amounted to 5.6 m³/h and 13.3 m³/h respectively. After correction for vacancy of the house, the ammonia emission was 0.17 kg/year per animal place for the first period and 0.36 kg/year per animal place for the second measuring period. Averaged out over both measuring periods, the level of ammonia emission was about 60% lower in the investigated system of litter removal than the emission factor of a traditional housing type for turkeys (0.68 kg/year per animal place; Wijziging uitvoeringsregeling Ammoniak Veehouderij, 2000).

The geometrical mean odour emission of 19 measurements was 1.55 OU_E/s per animal place. It should be remarked that this result is based on measurements in the summer period only. This leads to an overestimation of the average odour emission for the whole year because of the higher ventilation rates used in summer. It is known from previous research that both ammonia and odour emissions increase with increasing ventilation rate.

Bijlagen

BIJLAGE A	Kader en contactpersonen IMAG-meetploeg
BIJLAGE B	Bedrijfssituatie en plattegrond
BIJLAGE C	Meetventilatoren en plaatsing in stal
BIJLAGE D	Kalibratieresultaten meetventilatoren
BIJLAGE E	Principe en kalibratieresultaten NO _x -monitor
BIJLAGE F	Omzettingspercentage convertors
BIJLAGE G	Temperatuur
BIJLAGE H	Relatieve luchtvochtigheid
BIJLAGE I	Ventilatie-debiet
BIJLAGE J	Ammoniakconcentratie

BIJLAGE A Kader en contactpersonen IMAG-meetploeg

Kader

De IMAG-meetploeg verricht ammoniak- en geurmetingen ten behoeve van het ondersteunen van beleidsdoelstellingen van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij. Deze metingen vinden plaats aan bestaande en nieuw ontwikkelde systemen, voorzieningen en methoden tot het verminderen van de ammoniak- en geuruitstoot uit stallen. Het gaat hierbij met name om systemen waarvan de emissie nog niet eerder is gemeten (categorie I), systemen waarvan die uitstoot verandert als gevolg van beleidswijzigingen door het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij (categorie II) en systemen voor diersoorten waarvoor nog nauwelijks emissiearme systemen beschikbaar zijn (categorie III). Door het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij zijn financiële middelen beschikbaar gesteld voor het meten van ammoniak- en geuremissies aan voornoemde systemen. Deze systemen worden uit de aanvragen geselecteerd door de Begeleidingscommissie van DLO onderzoeksprogramma 309 of haar gedelegeerde. Voor het uitvoeren van metingen beschikt de Begeleidingscommissie over een meetploeg. De uitvoerende instelling waaronder de meetploeg ressorteert is het Instituut voor Milieu- en Agritechniek (IMAG). De metingen worden uitgevoerd volgens de beoordelingsrichtlijn "Emissiearme stallen" die is opgesteld door de Stichting Groen Label. De daarin genoemde landbouwkundige voorwaarden vallen onder de verantwoordelijkheid van de aanvrager.

Contactpersonen

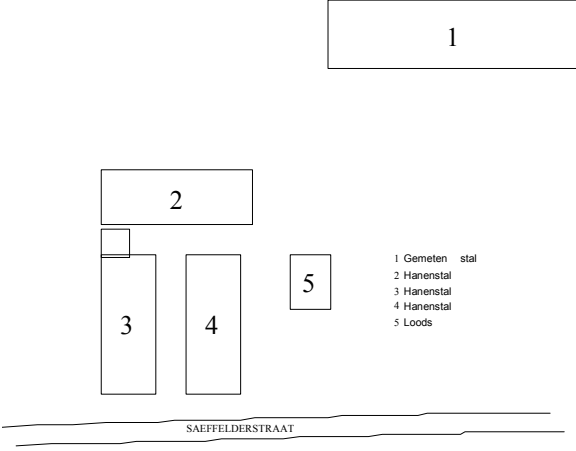
Voorzitter Begeleidingscommissie Ammoniakemissiemetingen

Ir. J.H.G. Tuinte
Expertisecentrum LNV
Bezoekadres: Pascalstraat 10
6716 AZ Ede
Postadres: Postbus 482
6710 BL Ede
Telefoon: 0318 67 14 33

Coördinator IMAG-meetploeg

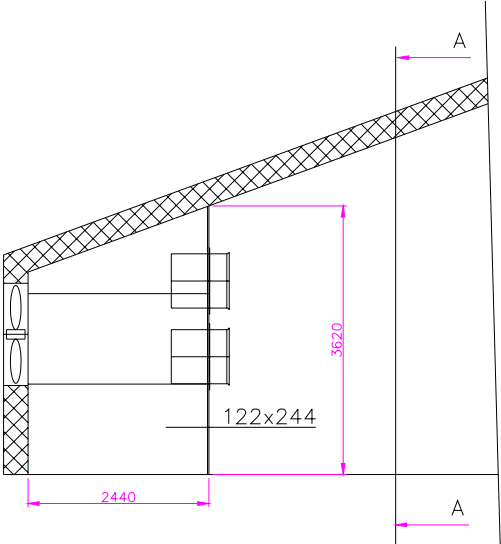
Dr. Ir. Gerben Mol
Instituut voor Milieu- en Agritechniek IMAG
Bezoekadres: Mansholtlaan 10-12
6708 PA Wageningen
Postadres: Postbus 43
6700 AA Wageningen
Telefoon: 0317 47 65 89

BIJLAGE B Bedrijfsituatie en plattegrond



BIJLAGE C Meetventilatoren en plaatsing in stal

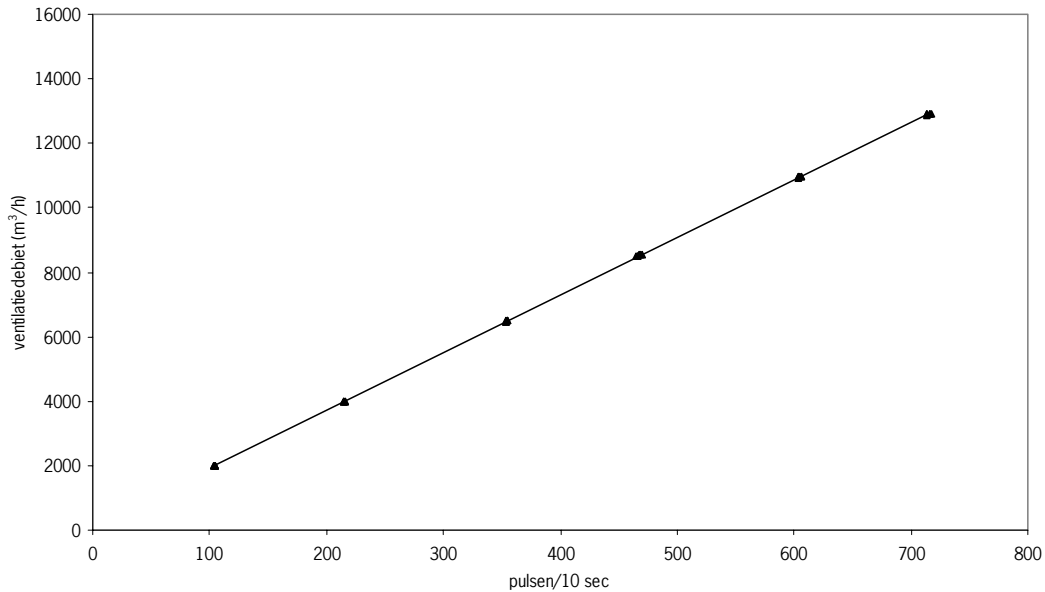
Dwarsdoorsnede ventilatorkast



BIJLAGE D Kalibratieresultaten meetventilatoren

Op 29 november 2001 werd een meetventilator met een diameter van 63 cm en 4 bladen gekalibreerd. De relatie tussen het ventilatiedebiet (V in m³/uur) en het geregistreerde aantal pulsen per 10 seconden was:

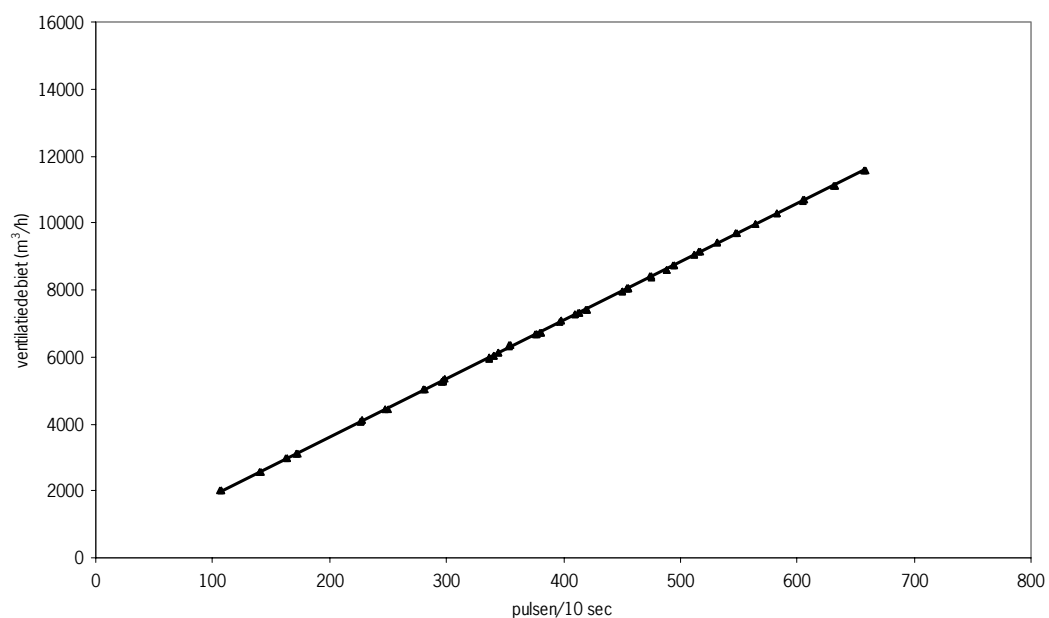
$$V = 17,9 * (\text{aantal pulsen}/10 \text{ sec}) + 138$$



Aan de hand van de vastgestelde kalibratielijijn zijn de debieten berekend voor de meetventilatoren met een diameter van 63 cm die geplaatst waren voor een grote ventilator (140 cm), en voor de twee meetventilatoren in de hennenaafdeling die niet in de ventilatorkast geplaatst waren.

Een tweede meetventilator met een diameter van 63 cm en 4 bladen, werd op 5 december 2001 gekalibreerd. De relatie tussen het ventilatiedebiet (V in m³/uur) en het geregistreerde aantal pulsen per 10 seconden was:

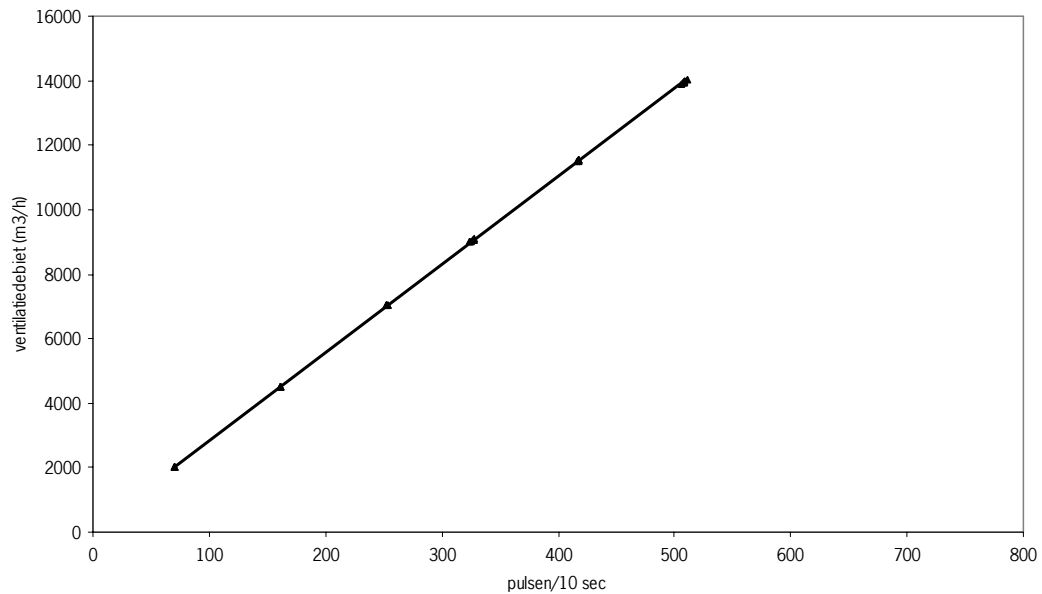
$$V = 17,4 * (\text{aantal pulsen}/10 \text{ sec}) + 116$$



Aan de hand van de vastgestelde kalibratielijin voor deze meetventilator zijn de debieten berekend voor de meetventilatoren met een diameter van 63 cm die in de ventilatorkast geplaatst waren voor een kleine ventilator (63 cm).

Een meetventilator met een diameter van 71 cm en 7 bladen, welke voor één van de grote ventilatoren (140 cm) heeft gehangen, werd op 30 november 2001 gekalibreerd. De relatie tussen het ventilatiedebiet (V in m³/uur) en het geregistreerde aantal pulsen per 10 seconden was:

$$V = 27,3 * (\text{aantal pulsen}/10 \text{ sec}) + 112$$



Met behulp van deze kalibratielijin zijn de debieten berekend voor de meetventilatoren met een diameter van 71 cm.

BIJLAGE E Principe en kalibratieresultaten NO_x-monitor

Meetprincipe

De ammoniakconcentratie wordt continu gemeten met behulp van een NO_x-monitor (Advanced Pollution instimulation Inc., model 200A). De meting is gebaseerd op de chemiluminescentiereactie tussen ozon (O₃) en NO. Bij deze reactie komt NO₂, zuurstof (O₂) en licht vrij. De stroom lichtdeeltjes is evenredig met de NO-concentratie van de aangezogen lucht.



Om NH₃ te kunnen meten moet het eerst door een convertor omgezet worden tot NO. In de convertor passeert de luchtstroom een stoffilter (5-6 µm) waarna het verhit wordt tot circa 775°C. Bij deze temperatuur wordt NH₃ aan een roestvrijstalen katalysator geoxideerd tot NO. De convertor is zo dicht mogelijk bij het monsternamepunt gemonteerd om het transport van NH₃ tot een minimum te beperken. NH₃ adsorbeert namelijk makkelijk aan allerlei materialen en lost makkelijk op in water, waardoor metingen kunnen worden verstoord. De stallucht wordt continu aangezogen via teflon slangen. Om condensvorming in de slangen te voorkomen worden alle slangen verwarmd met een verwarmingslint en omwikkeld met isolatiemateriaal.

Voor het meten van NO₂-concentraties kan een molybdeenconvertor worden toegepast. In deze convertor wordt NO₂ vrijwel voor 100% omgezet naar NO door oxidatie van NO₂ op molybdeen bij ca. 325°C. Een molybdeenconvertor kan noodzakelijk zijn als, door transport van NO in zeer lange leidingen, NO wordt omgezet in NO₂. Tijdens testmetingen met een slang van 350 m is geen verschil gemeten in NO-concentraties voor en na transport door deze slang (Bleijenberg, R en Ploegaert, J.P.M., 1994. Handleiding meetmethoden ammoniakemissies uit mechanisch geventileerde stallen. Wageningen, IMAG-DLO rapport 94-1, 76 pp). Gedurende dit onderzoek is geen gebruik gemaakt van een molybdeenconvertor in de monitor. Onder de gegeven meetomstandigheden vond tijdens het transport van lucht van de NH₃-convertor naar de NO_x-monitor geen aantoonbare omzetting plaats van NO in NO₂.

Kalibratieresultaten

De wekelijkse kalibratie van de monitor werd gedurende de meetperiodes uitgevoerd met NO-gas (gemiddelde NO-concentratie 40,7 ppm). Tijdens de eerste periode bedroeg de absolute afwijking tijdens de kalibratie gemiddeld 8,1 %, tijdens de tweede periode gemiddeld 2,5 %. Als van de eerste periode de eerste vier weken buiten beschouwing worden gelaten, omdat de kalibraties niet geheel volgens protocol werden uitgevoerd, bedraagt de absolute afwijking 3,8 %.

BIJLAGE F Omzettingspercentage convertors

In onderstaande tabel staat per meetpunt het gemiddelde omzettingspercentage van de convertors weergegeven bij aanbieding van 10 ppm NH₃. Deze waarden werden gebruikt voor de correctie van de ammoniakconcentraties.

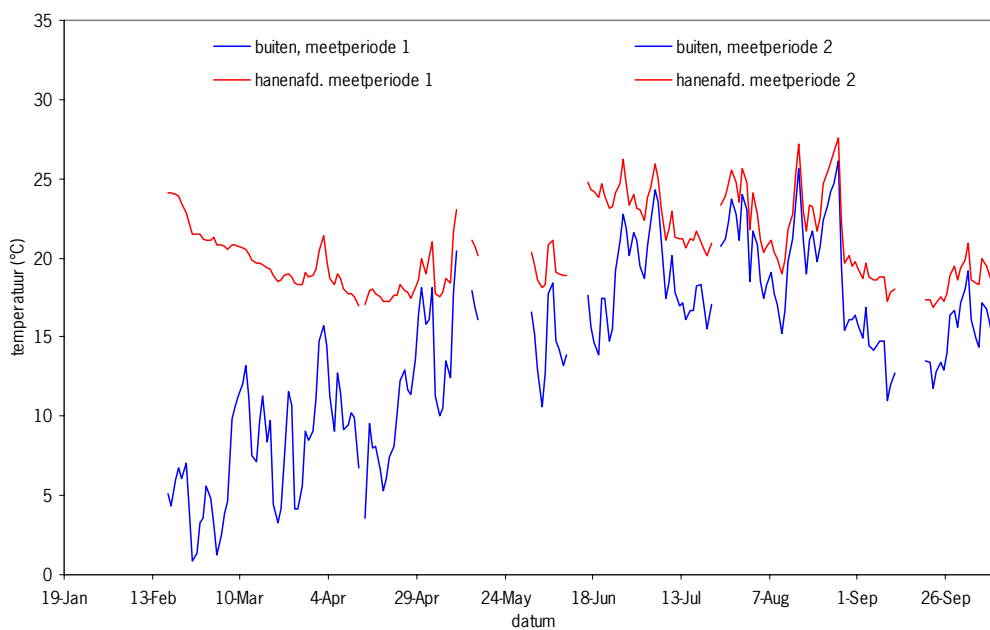
Meetperiode	eerste periode	tweede periode
Hennenafdeling ingaand oost	97 %	94 %
Hennenafdeling ingaand west	93 %	95 %
Hanenafdeling ingaand oost	93 %	92 %
Hanenafdeling ingaand west	93 %	93 %
Hennenafdeling meetpunt 1	92 %	94 %
Hennenafdeling meetpunt 2	94 %	93 %
Hennenafdeling meetpunt 3	96 %	93 %
Hanenafdeling meetpunt 1	93 %	96 %
Hanenafdeling meetpunt 2	94 %	94 %
Hanenafdeling meetpunt 3	93 %	92 %

BIJLAGE G Temperatuur

Daggemiddeldes van de temperatuur in de hennenafdeling en de buitentemperatuur gedurende de twee meetperiodes.

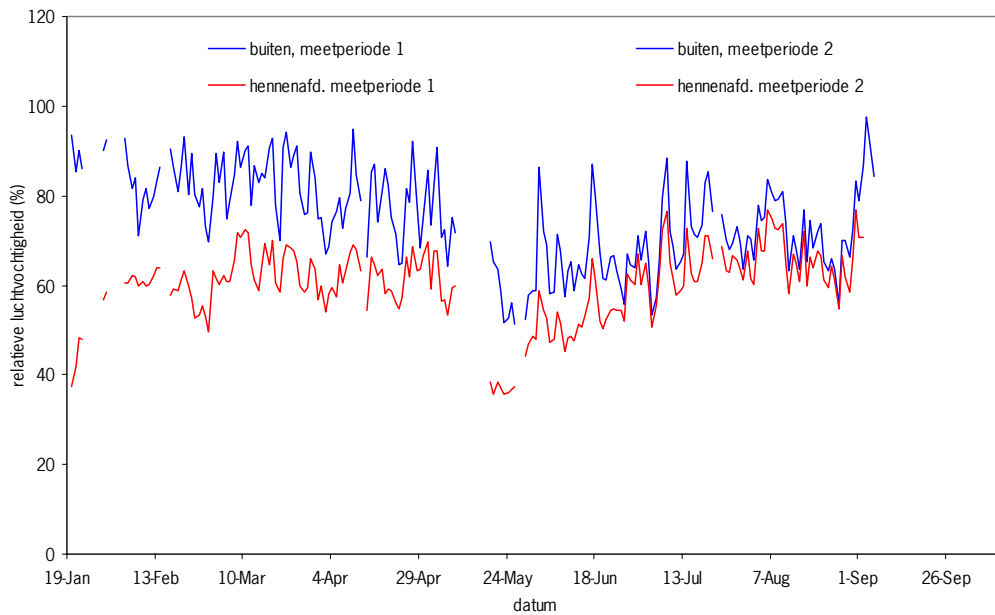


Daggemiddeldes van de temperatuur in de hanenafdeling en de buitentemperatuur gedurende de tweede ronde.

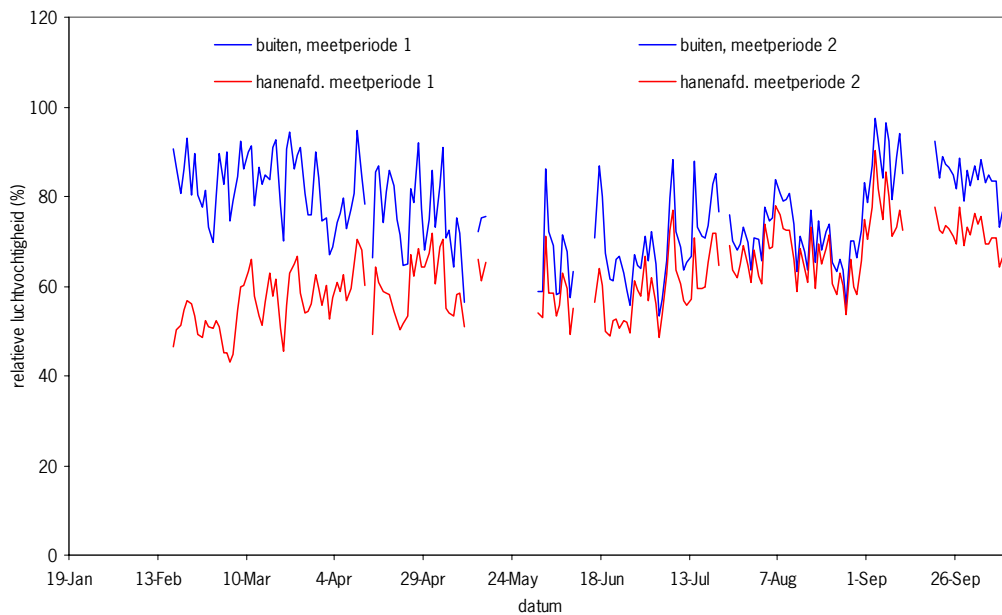


BIJLAGE H Relatieve luchtvochtigheid

Daggemiddeldes van de relatieve luchtvochtigheid van de lucht in de hennenaafdeling en in de buitenlucht gedurende de twee meetperiodes.

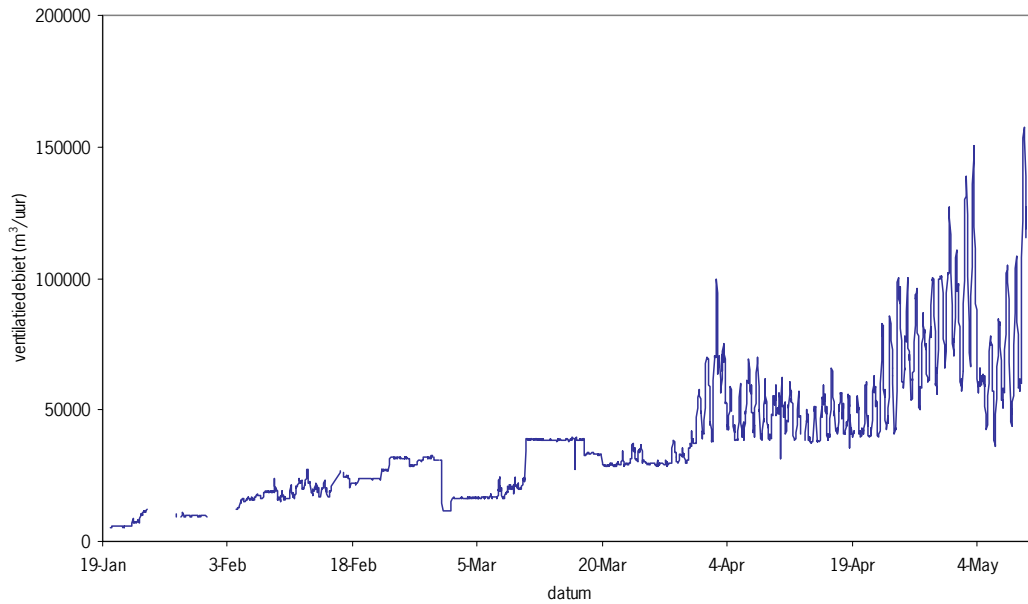


Daggemiddeldes van de relatieve luchtvochtigheid van de lucht in de hanenaafdeling en in de buitenlucht gedurende de twee meetperiodes.

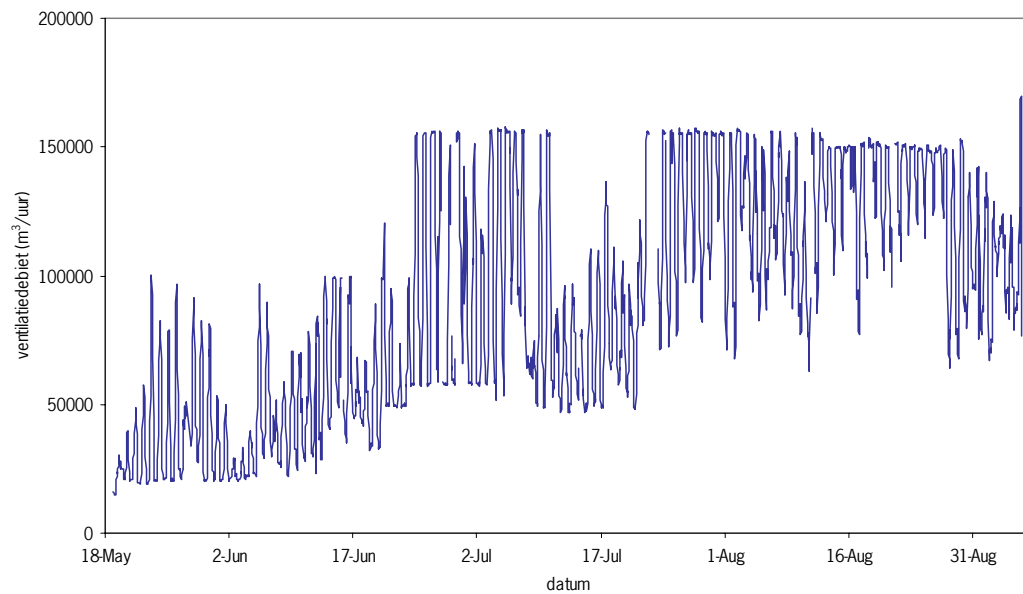


BIJLAGE I Ventilatie-debiet

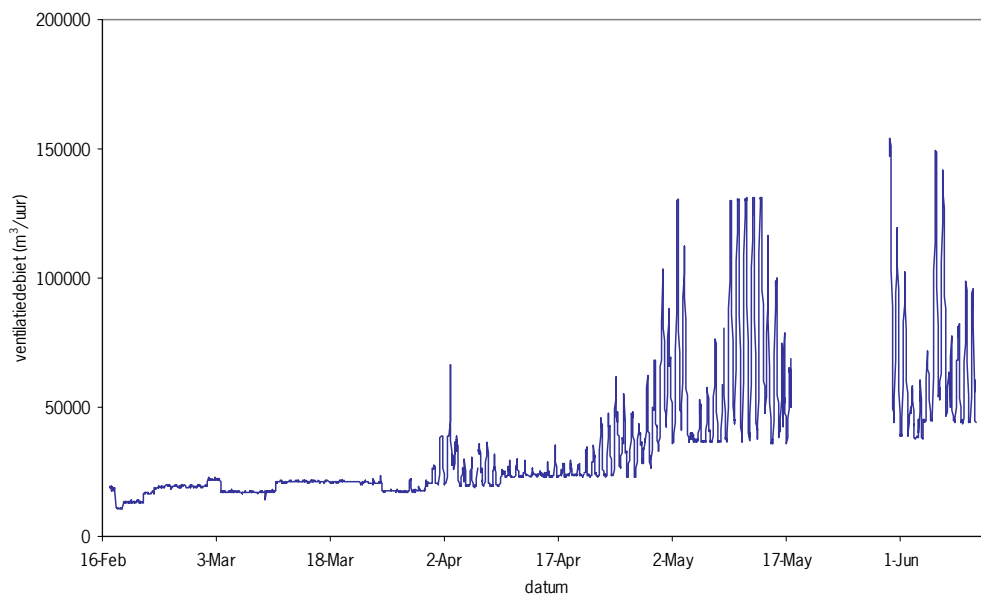
Uurgemiddeldes van het ventilatie-debiet (m^3/uur) van de hennenaafdeling tijdens de eerste meetperiode.



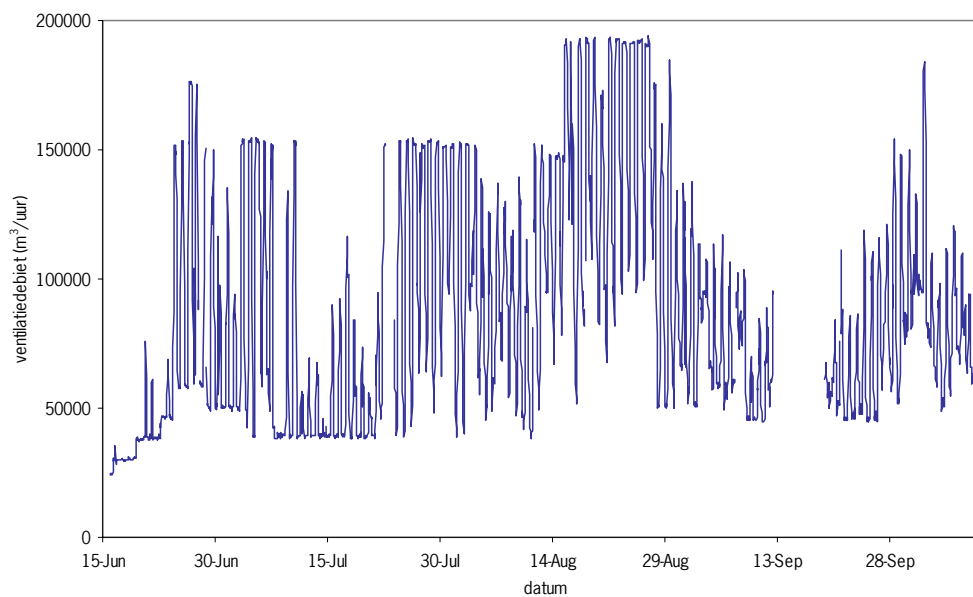
Uurgemiddeldes van het ventilatie-debiet (m^3/uur) van de hennenaafdeling tijdens de tweede meetperiode.



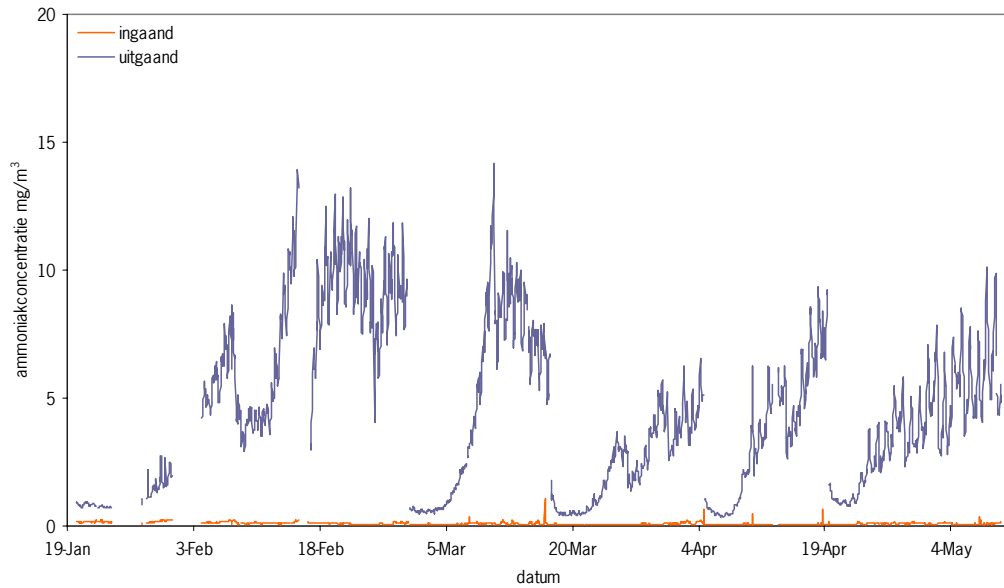
Uurgemiddeldes van het ventilatie-debiet ($\text{m}^3/\text{dier}/\text{uur}$) van de hanenafdeling tijdens de eerste meetperiode.



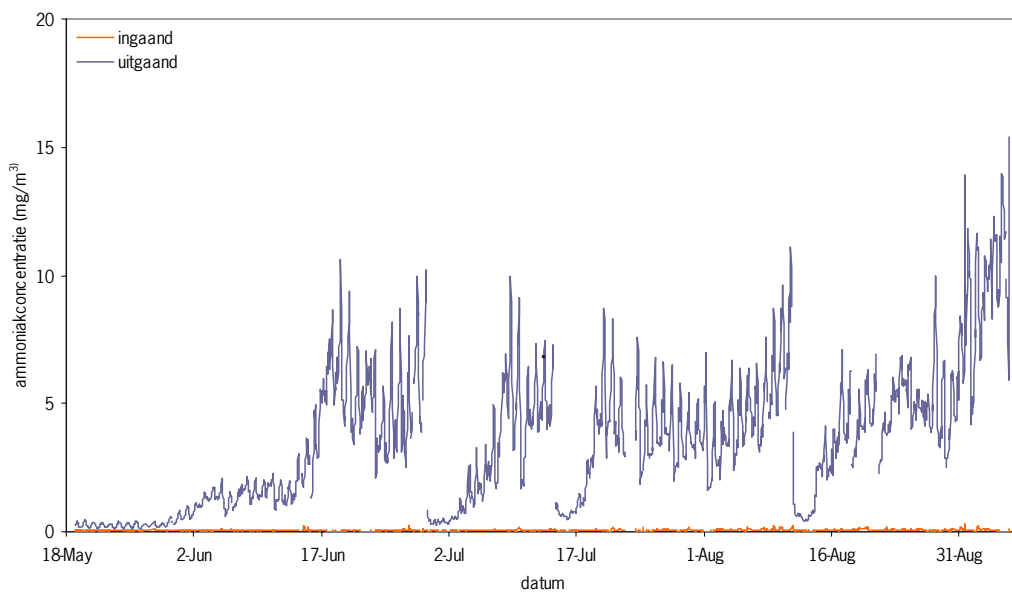
Uurgemiddeldes van het ventilatie-debiet ($\text{m}^3/\text{dier}/\text{uur}$) van de hanenafdeling tijdens de tweede meetperiode



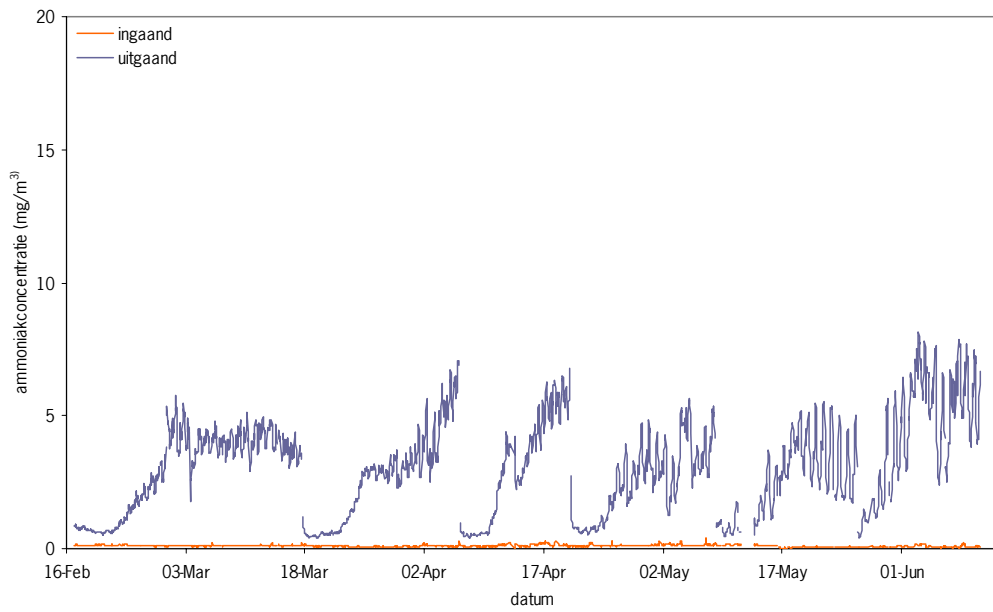
Uurgemiddeldes van de ammoniakconcentratie (mg/m^3) van de uitgaande en ingaande lucht in de hennenaafdeling tijdens de eerste meetperiode.



Uurgemiddeldes van de ammoniakconcentratie (mg/m^3) van de uitgaande en ingaande lucht in de hennenaafdeling tijdens de tweede meetperiode.



Uurgemiddeldes van de ammoniakconcentratie (mg/m^3) van de uitgaande en ingaande lucht in de hanenafdeling tijdens de eerste meetperiode.



Uurgemiddeldes van de ammoniakconcentratie (mg/m^3) van de uitgaande en ingaande lucht in de hanenafdeling tijdens de tweede meetperiode.

