

---

# Onderzoek naar de ammoniak- en geuremissie van stallen LIV

Stal voor vleeskuikenouderdieren met continue drogen van mest

Housing system for broiler breeders with continuous drying of manure

Ing. A. Scheer  
Ing. J.M.G. Hol  
Dr. Ir. G. Mol

IMAG Rapport 2002-15

---

# Onderzoek naar de ammoniak- en geuremissie van stallen LIV

Stal voor vleeskuikenouderdieren met continue drogen van mest

Housing system for broiler breeders with continuous drying of manure

Ing. A. Scheer  
Ing. J.M.G. Hol  
Dr. Ir. G. Mol

IMAG Rapport 2002-15  
december 2002

## **CIP-GEGEVENS KONINKLIJKE BIBLIOTHEEK, DEN HAAG**

Scheer, A., J.M.G. Hol en G. Mol

Onderzoek naar de ammoniak- en geuremissie van stallen LIV –Stal voor vleeskuikenouderdieren met continue drogen van mest = housing system for broiler breeders with drying of manure / A. Scheer, J.M.G. Hol, en G. Mol. – Wageningen: IMAG. – (Rapport / Stichting Landbouwkundig Onderzoek, Instituut voor Milieu- en Agritechniek; 2002-15).

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

ISBN 90-5406-219-3

NUGI 849

Trefwoorden: ammoniakemissie, geuremissie, vleeskuikenouderdieren, drogen

C 2002-15 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. Scheer, J.M.G. Hol, and G. Mol. Ammonia and odour emission from livestock housing systems; housing system for broiler breeders with continuous drying of manure. Institute of Agricultural and Environmental Engineering, report 2002-15  
Institute of Agricultural and Environmental Engineering, report 2002 –15, in Dutch, with summary in English, 23 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 broiler breeders. The living area of the breeders was partly covered with litter (50%), partly with wire floors (41%) and partly with laying nests (9%). In one department the animals were kept in a traditional housing system in the other department the manure underneath the wire floors was continuously dried. The outside air was warmed by leading it through the housing system nearby the roof and then used for drying. The warmed air was blown into the manure through tubes with small holes in them.

The research was carried out during two periods: October-December 2000 and June-August 2001. The ammonia emission from the housing system with continuous drying of manure amounted to 0.343 and 0.528 kg per year per animal. The mean odour emission was 0.93  $OU_E$  /s per animal. The ammonia emission from the traditional housing system amounted to 0.517 and 0.648 kg per year per animal. The mean odour emission was 1.02  $OU_E$  /s per animal.

*Keywords: ammonia emission, odour emission, manure drying, broiler breeder*

## Voorwoord

Onderzoek naar de emissie uit veestallen onder praktische omstandigheden vergroot het inzicht in en de kennis over de milieubelasting. Met deze kennis nemen de mogelijkheden toe om deze belasting te verminderen c.q. te voorkomen. Op voordracht van de Begeleidingscommissie Ammoniakemissiemetingen en in opdracht van R&R-systems uit Boekel is onderzoek verricht naar de ammoniak- en geuremissie van een traditionele – en een emissiearme afdeling voor vleeskuikenouderdieren. Het onderzoek is uitgevoerd door IMAG in een stal van de familie de Mol te Loosbroek. 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
Inhoud	7
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	11
2.2.1 Zoötechniek	11
2.2.2 Klimaatregeling	11
2.2.3 Voeding	11
2.2.4 Gezondheid	12
2.3 Metingen	12
2.3.1 Algemeen	12
2.3.2 Productiegegevens	13
2.3.3 Klimaat	13
2.3.4 Ventilatiegebied	13
2.3.5 Temperatuur mest onder het rooster	13
2.3.6 Ammoniakconcentratie	13
2.3.7 Geurconcentratie	14
2.4 Dataverwerking	15
3 Resultaten	16
3.1 Productieresultaten	16
3.2 Klimaat en ventilatiegebied	16
3.3 Temperatuur van de mest	17
3.4 Ammoniakconcentratie en -emissie	17
3.5 Geurconcentratie en -emissie	19
4 Discussie	20
5 Conclusies	21
Literatuur	22
Samenvatting	24
Summary	25
Bijlagen	26

# 1 Inleiding

De meest belangrijke verzurende componenten van ons milieu zijn SO<sub>2</sub> (zwaveldioxide), NO<sub>x</sub> (stikstofoxiden; NO en NO<sub>2</sub> (stikstofmonoxide en stikstofdioxide)) en NH<sub>3</sub> (ammoniak), samen met hun reactieproducten, in het kort SO<sub>x</sub>, NO<sub>y</sub> en NH<sub>x</sub> genoemd. In 1999 was 66% van de NH<sub>x</sub> depositie uit eigen land afkomstig. De landbouw droeg in 2000 voor 94% bij aan de nationale emissie van NH<sub>3</sub>. 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<sub>3</sub> emissie moet dan gedaald zijn tot 86%, ofwel 86 kton (J. Sliggers, 2001). Om de tot doel gestelde emissiereductie te kunnen realiseren is onder andere invoering van emissiebeperkende staltechnieken en -systemen noodzakelijk.

De landbouwsector is, evenals 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 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 twee afdelingen in een traditionele stal voor vleeskuikenouderdieren. Beide afdelingen waren uitgerust met een traditioneel huisvestingssysteem voor vleeskuikenouderdieren. Eén van beide was daarnaast voorzien van een systeem voor het continue drogen van de mest onder de beun met opgewarmde buitenlucht. De opgewarmde buitenlucht werd met een luchtverdeelsysteem door de mest geblazen. De andere afdeling diende als referentie.

## 2 Materiaal en methode

### 2.1 Stal- en bedrijfssituatie

#### 2.1.1 Bedrijfssituatie

Het ammoniakemissieonderzoek werd uitgevoerd in één stal met twee afdelingen voor vleeskuikenouderdieren gedurende twee meetronden van 2 respectievelijk 3 maanden. De eerste meetperiode werd uitgevoerd in de herfstperiode van 2000 en de tweede meetperiode gedurende de zomerperiode van 2001. De dieren waren gehuisvest in een voormalige varkensstal (bouwjaar 1976), die in 1998 werd omgebouwd tot kippenstal. Op het bedrijf bevonden zich nog 2 stallen voor vleeskuikenouderdieren en een afgedekte mest- en snijmaisopslag. Bijlage B geeft de bedrijfssituatie weer.

#### 2.1.2 Huisvesting

De dieren waren gehuisvest in één stal (44,7 m x 14,5 m), die verdeeld was in twee afdelingen door middel van een scheidingswand (Bijlage B). Eén afdeling was ingericht als emissiearme afdeling en lag direct achter het eierverzamelokaal. De ander afdeling lag achter de tussenwand en kon alleen worden bereikt via de emissiearme afdeling. Deze afdeling werd gemeten als referentie. Dak, wanden en vloer waren geïsoleerd. Beide afdelingen waren traditioneel ingericht met aan beide lengtezijden een strooiselvloer. Daarnaast lag aan beide zijden een verhoogde roostervloer (beun) met daaronder de mestopslag. De legnesten waren in het midden van de afdeling geplaatst. Over de totale lengte van de stal hadden beide afdelingen boven elke beun 2 voergoten met sleepketting en 1 waterlijn met ronde drinkbakken en een voergoot met sleepketting in de strooiselruimte. Het beschikbare leefoppervlak van de dieren bestond in de emissiearme afdeling uit 41% roostervloer en 50% strooiselruimte en in de traditionele afdeling uit 40% roostervloer en 51% strooiselruimte. Het beschikbare oppervlak van de emissiearme afdeling was ca. 5% groter. In Tabel 1 staan de verschillende afmetingen en oppervlaktematen van beide afdelingen gegeven.

**Tabel 1** Overzicht afmetingen en oppervlakken van de afdelingen.

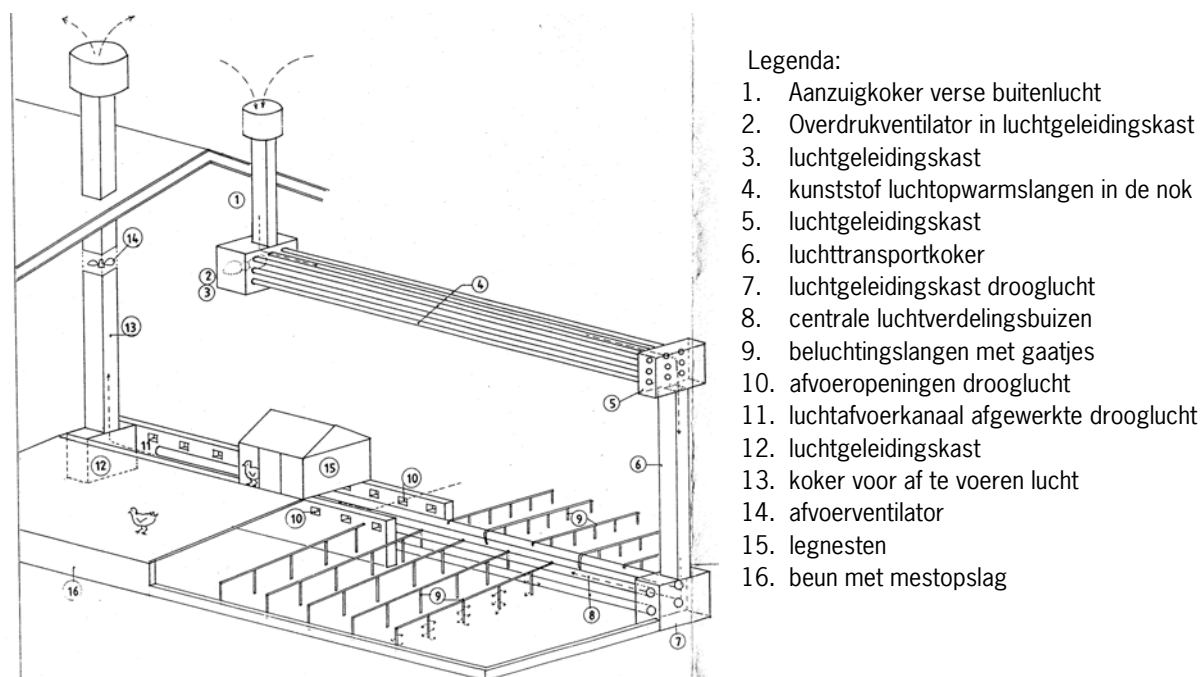
**Table 1** Overview of dimensions and areas of both compartments.

	Emissiearme afdeling	Traditionele afdeling
Oppervlakte strooiselpad (m <sup>2</sup> )	165 (50%)	162 (51 %)
Oppervlakte roosters (m <sup>2</sup> )	137 (41%)	125 (40%)
Oppervlakte legnesten (m <sup>2</sup> )	31 (9%)	28 (9 %)
Totaal netto leefoppervlak (m <sup>2</sup> )	333 (100%)	315 (100%)

De emissiearme afdeling was voorzien van een systeem voor het drogen van mest onder de beun (Bijlage C). Het type mestdroogsysteem wordt beschreven aan de hand van figuur 1. Het systeem bestond uit een aanzuig- (2) en afvoerventilator (14). Deze waren in de nok aan het einde van de afdeling bij de scheidingswand geplaatst. De aangezogen buitenlucht werd door 9 stuks ca. 20 m lange kunststof slangen met een diameter van 23 cm (4) geblazen. Deze slangen waren in de lengterichting onder de nok van het dak geplaatst. Als de buitenlucht kouder was dan de stallucht werd de lucht in de slangen opgewarmd, waardoor het drogend vermogen van de lucht toenam. Vervolgens werd de opgewarmde lucht in 4 pijpen van 21 cm diameter (8) geblazen, die geplaatst waren in het kanaal onder de legnesten (15). Op deze buizen waren kunststofslangen (9) aangesloten, waarin zich in het verticale deel gaatjes bevonden. Het



aantal en de grootte van de gaatjes was zodanig, dat de lucht evenredig verdeeld werd over de lengte, breedte en diepte van de mest onder de roosters. De lucht werd naar buiten afgevoerd via openingen (10), koker (13) en ventilator (14).



**Figuur 1** Schematische weergave van het mestbeluchtingssysteem.

**Figure 1** Drawing of the manure drying system.

### 2.1.3 Ventilatie

De emissiearme afdeling was uitgerust met drie ventilatoren (diameter 63 cm), die zorgden voor onderdruk in de afdeling. Alle ventilatielucht en afgewerkte drooglucht verliet de afdeling door de ventilatiekokers (bijlage B). Eén ventilator draaide continue voor het afvoeren van de drooglucht, die uit de mest kwam. De maximale ventilatiecapaciteit hiervan bedroeg 6.200 m<sup>3</sup>/uur. De beide andere ventilatoren (geplaatst in de nok) hadden een maximale ventilatiecapaciteit van 9.800 m<sup>3</sup>/uur. Gezamenlijk kon maximaal ca. 8,5 m<sup>3</sup> lucht per uur per geplaatst dier worden geventileerd. De traditionele afdeling beschikte over 4 nokventilatoren met een diameter van 40 cm en één gevelventilator met een diameter van 81 cm. De ventilatoren zorgden voor onderdruk in de afdeling waardoor alle ventilatielucht de afdeling verliet via de ventilatiekokers. De maximale ventilatiecapaciteit per ventilator was respectievelijk 3.800 en 9.000 m<sup>3</sup>/uur. Gezamenlijk kon maximaal ca. 8,4 m<sup>3</sup> lucht per uur per geplaatst dier worden geventileerd. De ventilatiecapaciteit van de typen ventilatoren werd vastgesteld op basis van de gekalibreerde ijklijnen (bijlage D).

De buitenlucht kwam de emissiearme- en traditionele afdeling binnen via respectievelijk 14 en 12 regelbare inlaatventielen, die waren geplaatst in de zijwanden van de afdeling op ca. 1,8 m boven de vloer. Indien nodig kon de afdeling worden verwarmd met heteluchtkanonnen.

### 2.1.4 Ammoniakemissiereducerend principe

In de stal waren twee emissiebronnen aanwezig, namelijk: het strooisel in de scharrelruimte en de mest onder de beun. Het grootste deel van de mest kwam doorgaans onder de roosters van de beun terecht, aangezien veel activiteiten (eten, drinken en rusten) zich boven de roosters afspelen. Het

ammoniakemissiereducerend principe van de emissiearme afdeling was het continue drogen van de mest onder de beun. Ammoniak wordt gevormd bij de afbraak van urinezuur en onverteerde eiwitten. De afbraaksnelheid wordt sterk beïnvloed door het vochtgehalte van mest. Bij een toenemend vochtgehalte neemt de afbraaksnelheid toe tot een optimum. Bij een verder toenemend vochtgehalte neemt de afbraaksnelheid weer af door anaërobe omstandigheden en vermindert de vervluchtiging van de ammoniak door binding van ammoniak aan water (Groot Koerkamp, 1998). Het drogen was erop gericht de mest snel te drogen zodat de afbraaksnelheid afnam en minder ammoniak vervluchtigde.

## **2.2 Bedrijfsvoering**

### **2.2.1 Zoötechniek**

In de emissiearme afdeling werden bij de eerste ronde 3.018 dieren en bij de tweede ronde 2.940 dieren geplaatst. In de traditionele afdeling respectievelijk 2.887 en 2.700 dieren. Dit kwam overeen met respectievelijk 9,1 en 8,8 respectievelijk 9,2 en 8,6 geplaatste dieren per m<sup>2</sup> netto leefoppervlak. Als vuistregel werd in de Kwantitatieve informatie veehouderij 7,2 bij opzet per m<sup>2</sup> netto staloppervlak gehanteerd (KWIN, 2001). Voor de emissiearme afdeling kwam dit op 2397 dierplaatsen neer en voor de traditionele afdeling op 2268 dierplaatsen.

Op een leeftijd van ca. 62 weken werden de dieren afgeleverd aan een slachtbedrijf. Na afloop van een productieronde werden de mest en de strooisellaag verwijderd. De afdelingen werd schoongemaakt en ontsmet met formaldehyde en van een nieuwe strooisellaag van 2-3 cm houtkrullen voorzien.

### **2.2.2 Klimaatregeling**

Met een klimaatcomputer werd de streef temperatuur van de beide afdelingen op 20 °C geregeld door regeling van het ventilatiedebiet. De hoogte van het ventilatiedebiet en dus de hoeveelheid buitenlucht werd geregeld afhankelijk van de gemiddelde staltemperatuur. De temperatuur van de lucht werd in de emissiearme afdeling met 3 sensoren en in de traditionele afdeling met 2 sensoren gemeten. De sensoren hingen op een hoogte van 1,5 m boven de beun gelijkmatig verdeeld over de afdeling.

In de emissiearme afdeling draaide de ventilator, die ook de drooglucht afvoerde, continue en werd geregeld tussen de 50 en 100 % van de luchtcapaciteit afhankelijk van de staltemperatuur. Als de staltemperatuur boven de 21,5 °C uitkwam werden de beide andere ventilatoren gelijktijdig ingeschakeld en geregeld tussen de 15 en 100 % van de luchtcapaciteit afhankelijk van de staltemperatuur. Bij afnemende vraag werden deze weer uitgeschakeld. In de traditionele afdeling werden de 4 nokventilatoren tussen de 15 en 100% van het ventilatiedebiet geregeld afhankelijk van de staltemperatuur. Als de staltemperatuur boven de 22,5 °C kwam werd de gevelventilator voor 100% ingeschakeld. Beneden deze temperatuur werd deze ventilator weer uitgeschakeld.

### **2.2.3 Voeding**

De dieren werden gevoerd met behulp van voergoten met sleepketting. Tussen 9:15 tot 12:30 uur werden de dieren 6 maal gevoerd (2 x per uur). Een rondgang van de sleepketting nam 10 minuten in beslag. Het water was beschikbaar tot 13:30 uur. Rond 17:00 uur werd een weinig graan gestrooid over het strooisel met als doel de hanen te activeren.

Gedurende de productieperiode was de samenstelling van het voer afhankelijk van de leeftijd van de dieren. Tabel 2 toont de samenstellingen van het voer en gedurende de eerste en tweede meetperiode waarin het betreffende voer werd verstrekt.

**Tabel 2** De omzetbare energie (OE) en het ruw eiwit (re) van het voer.

**Table 2** *Energy (OE) and crude protein (re) content of the feed.*

Periode	Voersoort	OE (MJ/kg)	Re (g/kg)
eerste meetperiode en tweede meetperiode vanaf 17 juli	Foktoomvoer fase II	11,70	156
Tweede meetperiode van 1 juni tot 16 juli	Foktoomvoer fase I	11,72	165

## 2.2.4 Gezondheid

De dieren werden dagelijks visueel gecontroleerd en indien nodig geselecteerd en verwijderd. Gedurende de beide productieperioden waren geen gezondheidsproblemen. De afdelingen waren voorzien van TL-verlichting die vanaf de opzet van de dieren in 9 weken tijd werd opgebouwd van 10 uur licht naar 16,5 uur licht per dag. Gedurende de meetperioden ging het licht aan om 03:30 uur en uit om 20:00 uur. Toetreding van daglicht in de afdeling was niet mogelijk.

## 2.3 Metingen

### 2.3.1 Algemeen

Tabel 3 geeft een overzicht van de lengte van de meetperioden en het aantal meetdagen. De leeftijd van de dieren was in de eerste periode 53 tot 61 weken en in de tweede periode 39 tot 52 weken.

**Tabel 3** Start- en einddata van een meetperiode en het aantal meetdagen.

**Table 3** *Begin and end date of the two periods and the number of measuring days.*

	Meetperiode 1 (herfst)	Meetperiode 2 (zomer)
Start metingen	14 oktober 2000	2 juni 2001
Einde metingen	11 december 2000	31 augustus 2001
Aantal meetdagen	59	90

Tijdens de meetperioden werden de productiegegevens geregistreerd door de pluimveehouder (§2.3.2). De geurconcentratie werd in de tweede meetperiode 6 keer bepaald (§2.3.6).

Gedurende de meetperioden werden de volgende variabelen continu gemeten:

- klimaat in beide afdelingen van de stal-, droog- en buitenlucht (§ 2.3.3);
- ventilatiedebiet in beide afdelingen (§ 2.3.4);
- temperatuur van de mest onder de beun in beide afdelingen (alleen tweede meetperiode, § 2.3.5)
- ammoniakconcentratie van de ingaande en uitgaande lucht in beide afdelingen (§ 2.3.6).

Tijdens de eerste meetperiode werd de apparatuur voor de continue metingen bestuurd door een programmeerbare analoge datalogger. Alle variabelen werden eenmaal per 8 minuten gemeten en werden als gemiddelde uurwaarden weggeschreven naar de datalogger. Tijdens de tweede ronde werd de meetapparatuur voor de continue metingen bestuurd door een digitaal 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 afdeling opgenomen. Hiervan werden notities gemaakt in een logboek.

### 2.3.2 Productiegegevens

Gedurende de twee productieperioden werden de volgende gegevens geregistreerd:

- aantal geplaatste dieren;
- aantal productiedagen;
- voerverbruik per dier (kg);
- waterverbruik per dier (l);
- eiproductie;
- uitval (%).

Het voer- en waterverbruik en de broedeiproductie konden voor beide afdelingen niet gescheiden worden bepaald omdat door beide afdelingen de voergoten, waterlijnen en de eierbanden uit één geheel bestonden.

### 2.3.3 Klimaat

De temperatuur (°C) en de relatieve luchtvochtigheid (%) werden continu gemeten met temperatuur- en vochtsensoren (Rotronic Hygromer®). De nauwkeurigheid van deze sensoren is  $\pm 1,0^{\circ}\text{C}$  en  $\pm 2\%$ . Dit werd vóór en na elke meetperiode gecontroleerd. Het klimaat werd in de emissiearme afdeling op 3 meetpunten gemeten en in de traditionele afdeling op 2 meetpunten. De temperatuur en de relatieve luchtvochtigheid van de buitenlucht werden in de schaduw aan de noordzijde van de stal gemeten. Temperatuur en relatieve luchtvochtigheid van de in- en uitgaande drooglucht werden continu gemeten respectievelijk in de aanvoer koker aan het begin van de beun (bij nr 7 uit figuur 1) en aan het einde van de beun in de koker van de uitgaande drooglucht (bij nr 13 uit figuur 1).

### 2.3.4 Ventilatie-debiet

Het ventilatie-debiet ( $\text{m}^3/\text{uur}$ ) per ventilator werd met een meetventilator gemeten. Deze hing in een meetkoker met dezelfde diameter als de ventilatiekoker en was onder de nokkoker geplaatst. De koker van de meetventilator van de ventilator in de eindgevel in de traditionele afdeling was horizontaal geplaatst. De meetkokers werden luchtdicht aan de ventilatoren bevestigd zodat alle uitgaande lucht werd gemeten. Wanneer een ventilator niet werd aangestuurd door de klimaatcomputer zorgden jaloezieën, dan wel vlinderkleppen voor de afsluiting van de ventilatoropening, zodat geen ongewenste luchtstroming optrad. Per omwenteling van de meetventilator werden vier pulsen afgegeven en het aantal pulsen per 10 seconden 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). Van elke gebruikte type meetventilator (40 cm, 63 cm en 81 cm) werd een ijklijn bepaald. De resultaten zijn vermeld in Bijlage D.

### 2.3.5 Temperatuur mest onder het rooster

In de beide afdelingen werd de temperatuur op 1/3 en 2/3 van de beunlengte in de mest gemeten. Tijdens de eerste meetperiode (herfst) werd handmatig met een steekthermometer (Mera KJ-11) gemeten en tijdens de tweede meetperiode (zomer) continue met behulp van in de mest aangebrachte temperatuursensors (Type NiCr-Ni thermokoppel).

### 2.3.6 Ammoniakconcentratie

De ammoniakconcentratie werd continu gemeten met behulp van een  $\text{NO}_x$ -monitor (Advanced Pollution instimulation Inc., model 200A). Deze methode staat beschreven in Scholtens (1993) een korte omschrijving staat in Bijlage E. Om  $\text{NH}_3$  met de  $\text{NO}_x$ -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 gemeten. De gemeten  $\text{NH}_3$ -concentratie in ppm werd met een

factor 0,71 (bij 20°C en 1 atm.) omgerekend naar mg NH<sub>3</sub> per m<sup>3</sup> lucht (Weast *et al*, 1986). In de emissiearme afdeling werden de lucht in de 3 aanwezige ventilatiekokers bemonsterd, waarbij het monsternametype tussen de ventilator en de meetventilator was aangebracht. In de traditionele afdeling werd de lucht in 2 van de 4 kokers met nokventilatoren bemonsterd en de lucht in de koker van de gevelventilator, ook hier was het monsternametype op dezelfde manier geplaatst. De ingaande lucht werd gemeten aan de zuid- en noordzijde bij een inlaatventiel van de emissiearme afdeling nabij de scheiding van beide afdelingen.

Tijdens de eerste meetperiode werd iedere week de monitor gekalibreerd met NO-gas van 40,1 ppm. Tijdens de tweede meetperiode werd de fles met NO-gas gewisseld en werd wekelijks gekalibreerd met 39,3 ppm. Bij het gebruikte meetprincipe is het signaal van de monitor lineair met de ammoniakconcentratie. Regelmatig werd de omzetting van de convertors gecontroleerd door de ammoniakconcentratie van de uitgaande lucht te meten met een gasdetectiebuisje. De stoffilters in de luchtleiding voor de convertors werden regelmatig vervangen. De convertors werden voor en na beide meetperiodes gekalibreerd. De gemiddelde omzettingspercentages 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 metingen slechts hebben plaatsgevonden in de tweede meetperiode. In die periode werden per afdeling per bemonsterde ventilator 6 monsters genomen voor de bepaling van de geurdrempelwaarde. 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<sub>E</sub> m<sup>-3</sup> en OU<sub>E</sub> dierplaats<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup>. Voor binnenlands gebruik geldt: 1 OU<sub>E</sub>/m<sup>3</sup> = 2 g.e./m<sup>3</sup> (g.e. = geureenheid). De eenheid g.e. wordt gebruikt voor metingen volgens de eerste versie van de NVN 2820.

Het monsternametype voor de geur bevond zich in een ventilatiekoker tussen de ventilator en de meetventilator waarbij in de emissiearme afdeling één nokventilator en de ventilator van het droogstelsel werden bemonsterd en in de traditionele afdeling één nokventilator. 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 geurpaneel (bestaande uit 4-6 personen) wordt aangeboden. De personen die deel uitmaken van het geurpaneel 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 twijfelen. 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 Dataverwerking

Van de geregistreerde waarnemingen (concentratie, debiet en klimaat) werden uurgemiddelden berekend. De ammoniakemissie (g/uur) werd berekend als het product van de ammoniakconcentratie ( $\text{g}/\text{m}^3$ ) en het ventilatiedebiet ( $\text{m}^3/\text{uur}$ ). Wanneer geen ammoniakconcentratie bij een ventilatiekoker werd gemeten, werd het dichtst bijzijnde meetpunt gebruikt voor de berekening van de emissie. Bij de berekening van de emissie werd de ammoniakconcentratie van de uitgaande lucht verminderd met de gemiddelde ammoniakconcentratie van de ingaande lucht (gemiddelde van 2 meetpunten). De berekende ammoniakemissies werden vergeleken met de emissiefactor voor vleeskuikenouderdieren, code E 4.7 (Wijziging Uitvoeringsregeling, 2001). De geuremissie ( $\text{OU}_E/\text{s}$ ) werd berekend als het product van geurconcentratie ( $\text{OU}_E/\text{m}^3$ ) en ventilatiedebiet gedeeld door  $3600 \text{ (m}^3/\text{s})$ .

De ammoniakconcentraties werden gecorrigeerd voor de rendementen van de convertors en de kalibraties van de monitor. Missende waarnemingen (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 urregegevens werden niet meegenomen in de verdere berekening. Voor beide meetperioden werd de ammoniakemissie per geplaatst dier berekend, uitgaande van een leegstand van 13% op jaarbasis (KWIN, 2001).

Voor iedere geurmeting werd het gemiddelde ventilatiedebiet bepaald tussen 10 en 12 uur aan de hand van de gemeten en opgeslagen uurgemiddelden. Per geuremissie werd de natuurlijke logaritmen (LN) berekend en deze werden gemiddeld. Dit geometrisch gemiddelde werd vervolgens weer door omzetting via de exponentiële functie op normale schaal uitgedrukt. Tenslotte werd de geuremissie per geplaatst dier berekend.

## 3 Resultaten

### 3.1 Productieresultaten

In Tabel 4 staan de productieresultaten van de twee productieperioden weergegeven. Om een indruk van de technische resultaten te krijgen wordt in de tabel het landelijk gemiddelde voor de verschillende kengetallen van de vleeskuikenouderdieren op strooisel gegeven die vermeld staan in de Kwantitatieve Informatie Veehouderij 2001-2002 (KWIN, 2001).

**Tabel 4** Productieresultaten voor de 2 productieperioden en het landelijk gemiddelde voor vleeskuikenouderdieren.  
**Table 4** Production results of the 2 production periods and the national standard for broiler breeders.

	Emissiearme afdeling		Traditionele afdeling		Landelijk gemiddelde
	herfst	zomer	herfst	zomer	
Uitval hennen, incl. selectie (%)	16	12	11	11	5 – 15
Uitval hanen, incl. selectie (%)	36	42	42	41	30 – 45
Broedeieren per hen (stuks)	142	155	142	155	140 – 160
Voerverbruik per broedei (g)	323	283	323	283	-
Voerverbruik hanen en hennen (20-60 wk) per opgehokte hen (kg)	46,0	43,9	46,0	43,9	44,7
Water-voerverhouding (-)	1,8	1,8	1,8	1,8	1,9 - 2,0 *)

\*) Handboek voor de pluimveehouderij (1994)

Door de voorgeschreven meetperiode tussen oktober en december (Beoordelingsrichtlijn, 1996) vond de eerste meetperiode (herfst) aan het eind van de eerste productieronde plaats (leeftijd dieren: 53 tot 61 weken). Hierdoor waren het voerverbruik per dier en per ei hoger en de eiproductie lager in vergelijking met het landelijk gemiddelde en in vergelijking met de meetperiode in de tweede productieronde. De uitval bij de hennen was voor beide meetperioden hoog ten opzichte van het landelijk gemiddelde.

### 3.2 Klimaat en ventilatie-debiet

In Tabel 5 zijn per meetperiode voor beide afdelingen de gemiddelde temperatuur, de relatieve luchtvochtigheid, het ventilatie-debiet per gemiddeld dier vermeld. In bijlage G en H staan de daggemiddelden van temperatuur en relatieve luchtvochtigheid van de stallucht, drooglucht en van de buitenlucht grafisch weergegeven. De gemiddelde buitentemperatuur was tijdens de eerste meetperiode lager dan tijdens de tweede meetperiode. Hierdoor was ook het ventilatie-debiet per dier lager dan in de tweede ronde. In Bijlage K staan de uurgemiddelden van het ventilatie-debiet voor beide meetperioden. Opvallend is het grote verschil in ventilatie tussen beide afdelingen in de winterperiode en een kleiner verschil in de zomerperiode.

**Tabel 5** Gemiddelde temperatuur en relatieve luchtvochtigheid van de buitenlucht, en de stallucht en het ventilatiedebiet per gemiddeld aanwezig dier tijdens beide meetperioden.

**Table 5** Mean temperature and relative humidity of outdoor and indoor air and ventilation rate of the house per animal per measuring period.

	Buiten		Emissiearme afdeling		Traditionele afdeling	
	herfst	zomer	herfst	zomer	herfst	zomer
Temperatuur (°C)	9,7	19,5	20,6	23,4	21,1	23,8
Relatieve luchtvochtigheid (%)	86	73	66	65	65	64
Ventilatie per gemiddeld dier (m <sup>3</sup> /uur)	-	-	2,4	6,9	4,5	7,9

### 3.3 Temperatuur van de mest

Tabel 6 geeft de gemiddelde, maximum en minimum mest- en buitentemperaturen weer gedurende beide meetperioden in de emissiearme - en traditionele afdeling. In Bijlage I staat de mesttemperatuur grafisch weergegeven.

**Tabel 6** Gemiddelde, maximum en minimum temperatuur van de buitenlucht en mest tijdens beide meetperioden.

**Table 6** Mean, maximum and minimum temperature of outside air and manure per measuring period.

Temperatuur	Buiten		Emissiearme afdeling		Traditionele afdeling	
	herfst	zomer	herfst	zomer	herfst	zomer
Gemiddeld (°C)	9,7	19,5	20,5	27,0	32,3	33,8
Maximum (°C)	19,7	27,2	22,6	31,4	34,0	36,7
Minimum (°C)	3,8	10,8	20,0	21,5	30,1	29,6

Uit tabel 6 blijkt dat de gemiddelde mesttemperatuur in de emissiearme afdeling in de zomerperiode 6,8 °C en in herfstperiode 11,8 °C lager was dan de mesttemperatuur in de traditionele afdeling. De mesttemperatuur in de traditionele afdeling verschilt weinig van elkaar gedurende de zomer- en herfstperiode.

### 3.4 Ammoniakconcentratie en -emissie

In Tabel 7 staan de gemiddelde ammoniakconcentraties en -emissies tijdens beide meetperioden. In Bijlage J zijn de uurgemiddelde NH<sub>3</sub>-concentraties van de uitgaande stallucht en de ingaande lucht voor beide meetperioden gegeven. Uit tabel 7 blijkt dat voor beide afdelingen de emissie in de herfstperiode aanzienlijk lager was ten opzichte van de emissie in de zomerperiode. De emissie op jaarbasis van de emissiearme afdeling was gedurende de herfstperiode 343 g per geplaatst dier en gedurende de zomerperiode 528 g per geplaatst dier. Voor de traditionele afdeling waren de emissies respectievelijk 517 g en 648 g en per geplaatst dier.

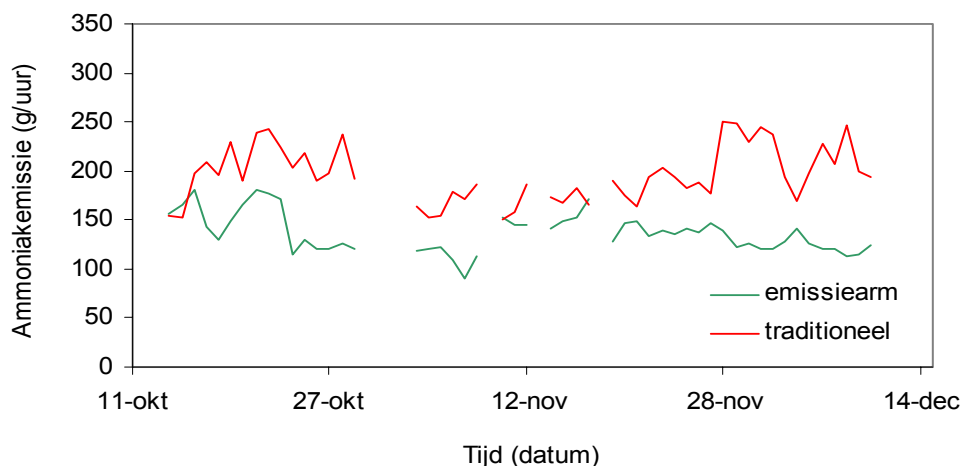


**Tabel 7** Gemiddelde NH<sub>3</sub>-concentratie van de ingaande en uitgaande lucht en NH<sub>3</sub>-emissie uit de afdeling per dag en per geplaatst dier per jaar voor beide meetperioden.

**Table 7** Mean NH<sub>3</sub> concentration of the inlet en outlet air and NH<sub>3</sub> emission from the hen house per placed animal per year for both measuring periods.

Meetperiode	Emissiearme afdeling		Traditionele afdeling	
	herfst	zomer	herfst	zomer
Lengte meetperiode (dagen)	59	90	59	90
Aantal geplaatste dieren (-)	3018	2940	2887	2700
NH <sub>3</sub> -concentratie uitgaande lucht (mg/m <sup>3</sup> )	21,4	11,8	23,5	11,5
NH <sub>3</sub> -concentratie uitgaande lucht (mg/m <sup>3</sup> )	0,11	0,22	0,11	0,22
NH <sub>3</sub> -emissie (g/uur)	136	204	196	230
NH <sub>3</sub> -emissie per geplaatst dier (g/jaar), incl. 13% leegstand	343	528	517	648

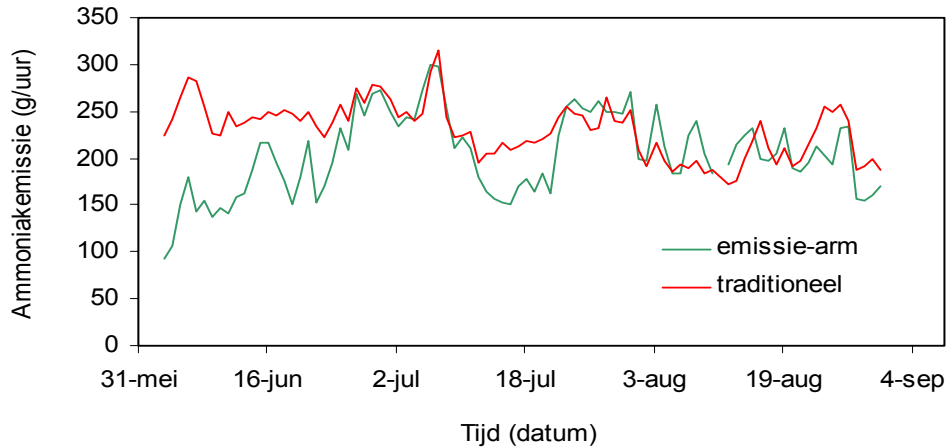
De ammoniakemissie van de emissiearme afdeling was in de herfstperiode 41% lager dan de UAV-emissienorm van een traditionele vleeskuikenouderdierenstal (580 g per dier per jaar, Wijziging uitvoeringsregeling, 2001) en 9% lager in de zomerperiode. Gemiddelde emissiereductie op jaarbasis was 25%. De gemiddelde emissie van de tegelijkertijd gemeten traditionele afdeling was 582 g per geplaatst dier per jaar. Dit is vergelijkbaar met de UAV-emissienorm. Figuur 2 toont het verloop van de daggemiddelde ammoniakemissie per geplaatst dier gedurende de herfst en figuur 3 gedurende de zomer.



**Figuur 2** Daggemiddelde NH<sub>3</sub>-emissie (g/uur) gedurende herfst.

**Figure 2** Day average of NH<sub>3</sub> emission (g/h) during the autumn.

De niet aaneengesloten lijnen van de ammoniakemissie in grafiek 2 zijn ontstaan door missende waarnemingen als gevolg van technische storingen in de periode van 31 oktober tot 18 november.



**Figuur 3** Daggemiddelde NH<sub>3</sub>-emissie (g/uur) gedurende de zomerperiode.

*Figure 3* Day average of NH<sub>3</sub> emission (g/h) during the summer period.

Duidelijk is te zien dat in de zomerperiode de verschillen tussen de emissiewaarden van de emissiearme- en traditionele afdeling kleiner zijn dan tijdens de herfstperiode.

### 3.5 Geurconcentratie en -emissie

Tijdens de zomerperiode is de geurconcentratie gemeten. In tabel 8 wordt de geurconcentratie en –emissie per dierplaats gegeven. De geuremissie in de emissiearme afdeling was 2982 OU<sub>e</sub>/s en in de traditionele afdeling 2813 OU<sub>e</sub>/s. De gemiddelde geuremissie per geplaatst dier over 6 metingen was 0,93 respectievelijk 1,02 OU<sub>e</sub>/s.

**Tabel 8** Gemiddelde geurconcentratie van de uitgaande lucht, ventilatiedebiet en de geuremissie uit de afdeling en per geplaatst dier voor de zomerperiode.

*Table 8* Mean odour concentration of outlet air, ventilation rate and odour emission per animal for the summer period.

	Emissiearme afdeling	Traditionele afdeling
Aantal metingen	6	6
Geurconcentratie (OU <sub>e</sub> /m <sup>3</sup> )	472	477
Gemiddeld debiet (m <sup>3</sup> /uur)	11.346	21.224
Geuremissie (OU <sub>e</sub> /s)	2746	2747
Aantal geplaatste dieren	2940	2700
Geuremissie per geplaatst dier (OU <sub>e</sub> /s)	0,93	1,02

Uit de tabel blijkt dat de geuremissie per geplaatst dier van beide afdelingen gedurende de zomer periode nagenoeg gelijk aan elkaar waren.

## 4 Discussie

De maanden oktober, november en december waren volgens de maandoverzichten van het KNMI (2000) zeer zacht waarbij de gemiddelde temperatuur hoger lag dan het langjarig gemiddelde. De zomermaand juli en augustus kenmerkte zich volgens het KNMI (2001) tot zeer warme maanden ten opzichte van het langjarig gemiddelde. De maand juni vertoonde weinig verschil met het langjarig gemiddelde.

Uit tabel 7 volgt dat de mest in de emissiearme afdeling tijdens de zomer 6,8 °C en in de herfstperiode 11,8 °C lager was dan de mesttemperatuur in de traditionele afdeling. Het grote temperatuurverschil van de mest in de herfstperiode ten opzichte van de mest in de traditionele afdeling was vooral toe te schrijven aan de betere droogeigenschappen van de buitenlucht en niet aan de gemiddeld lagere temperatuur van de buitenlucht. De hoge nagenoeg gelijke gemiddelde mesttemperaturen in de traditionele afdeling gedurende de zomer- (33,8 °C) en herfstperiode (32,3 °C) bevestigen deze zienswijze. Het drogen van de mest voorkwam het broeien van de mest. De gevormde warmte bij broei hoefde niet te worden afgevoerd, waardoor minder ventilatielucht nodig was.

In de zomerperiode was de ventilatiecapaciteit per dier in de emissiearme afdeling bijna twee keer hoger dan in de herfstperiode. Dit had twee oorzaken. De eerste oorzaak was de twee keer hogere buitenluchttemperatuur in de zomer, waardoor meer warmte moest worden afgevoerd. Ten tweede werd gedurende de zomerperiode bijna twee keer minder vocht uit de mest afgevoerd. Daardoor werd minder latente warmte aan de lucht onttrokken en moest meer voelbare warmte worden afgevoerd waardoor langer werd geventileerd. De ammoniakemissie werd hierdoor extra verhoogd, een hoger debiet geeft meestal een hogere emissie doordat de afvoersnelheid en de luchtbeweging over emitterend oppervlak wordt verhoogd.

De ammoniakemissie per jaar per dier is berekend gedurende de zomer- en herfstperiode. Twee aspecten zullen het berekende eindresultaat waarschijnlijk negatief hebben beïnvloed. Van beide productierondes werd alleen de eindperiode gemeten, de beginperiode met een schone stal werd niet meegenomen. De invloed van een schone stal zal slechts kort duren zodat de invloed op het eindresultaat klein zal zijn. Voor het drogen van de mest zijn zeker in de winter de droogomstandigheden zeer goed en in het voorjaar goed. De verwachting zou kunnen zijn dat bij een jaarrondmeting de ammoniakemissie per dier op jaarbasis gunstiger is dan in dit rapport is vastgesteld.

Door het continue drogen van de mest onder de beun is in de emissiearme afdeling minder ventilatielucht nodig dan in de traditionele afdeling. Respectievelijk ca. 47% (herfst) en 13% (zomer). Het energieverbruik van de ventilatoren neemt daardoor af met ca. 56% (herfst) en 22% (zomer) ten opzichte van de traditionele afdeling. Bij de emissiearme afdeling moet nog wel de energie worden opgeteld van de ventilator die de lucht door de mest moet blazen. De energievraag voor beide afdelingen zal hierdoor ongeveer gelijk uitkomen.

## 5 Conclusies

De ammoniakemissie in de emissiearme afdeling met continue droging van de mest onder de beun bedroeg voor de herfst- en zomerperiode respectievelijk 343 en 528 g NH<sub>3</sub>/jaar per geplaatst dier (incl. 13 % leegstand), uitgaande van respectievelijk 3018 en 2940 dierplaatsen. De NH<sub>3</sub>-reductie in de herfstperiode bedroeg 41% en in de zomerperiode 11% vergeleken met de Uav-norm van 580 g NH<sub>3</sub>/jaar per geplaatst dier.

De ammoniakemissie in de traditionele afdeling was in de herfst- en zomerperiode respectievelijk 517 en 648 g NH<sub>3</sub>/jaar per geplaatst dier (incl. 13 % leegstand), uitgaande van respectievelijk 2887 en 2700 dierplaatsen.

Continue mestdroging gedurende de herfst- en zomerperiode resulteerde in een gemiddeld 12 °C respectievelijk 7 °C lagere mesttemperatuur en 47% respectievelijk 13% lager luchtdebiet in vergelijking met de traditionele afdeling.

De gemiddelde geuremissie over 6 metingen tijdens de zomerperiode, op basis van 2940 en 2700 dierplaatsen was in de emissiearme- en traditionele afdeling 0,93 en 1,02 OU<sub>e</sub>/s.

## Literatuur

Beoordelingslijn emissiearme stalsystemen, 1996. Uitg. maart 1996 door Stichting Groen Label, Deventer.

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., 1998. Ammonia emission from aviary housing systems for laying hens. Inventory, characteristics and solutions. PH.D. thesis, Agricultural University Wageningen, 161 pp.

Handboek voor de pluimveehouderij, 1994. Publikatie nr. 42. Informatie en kenniscentrum Veehouderij Afdeling Pluimveehouderij. Beekbergen, 267 pp.

KNMI, 2000 en 2001. Maandoverzichten via het internet: [www.knmi.nl/voorl/maand/archief/maand](http://www.knmi.nl/voorl/maand/archief/maand).

KWIN, 2001, Kwantitatieve Informatie Veehouderij 2001-2002. Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden (PR), 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. (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.

Scholtens, R., 1993. NH<sub>3</sub>-converter + NO<sub>x</sub>-analyzer. In: E.N.J. Ouwkerk (Ed.): Meetmethoden NH<sub>3</sub>-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. Ouwkerk (Ed.): Meetmethoden NH<sub>3</sub>-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.

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, 67<sup>th</sup> Edition. Florida, CRC Press Inc.

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

Wijziging Uitvoeringsregeling Ammoniak en Veehouderij, 2001. 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<sup>de</sup> wijziging UAV.

## Samenvatting

Ammoniak is naast  $\text{NO}_x$  en  $\text{SO}_x$  één van de meest belangrijke verzurende componenten in ons milieu. De overheid heeft tot doel gesteld dat de emissie van ammoniak ten opzichte van het niveau van 1980 in het jaar 2005 met 70% afgenomen moet zijn. Ter ondersteuning van de regelgeving voor geurhinder door de veehouderij voert de IMAG-meetploeg aanvullende geuremissiemetingen uit aan stalsystemen waar ook  $\text{NH}_3$  wordt gemeten. In dit kader werd onderzoek verricht naar de ammoniak- en geuremissie van een emissiearme en een traditionele afdeling voor vleeskuikenouderdieren. Het ammoniakemissiereducerend principe van het ontwerp in één van de afdelingen berustte op het continue drogen van de mest onder de beun.

Het onderzoek werd uitgevoerd in een traditionele stal voor vleeskuikenouderdieren welke was verdeeld in een emissiearme- en traditionele afdeling. Tijdens de metingen waren hanen en hennen in de beide afdelingen gehuisvest. In de emissiearme afdeling was een droogstelsysteem aangebracht voor het continue drogen van de mest onder de beun met buitenlucht, die werd opgewarmd door stallucht. De opgewarmde lucht werd via een luchtverdeelstelsysteem van buizen door de mest geblazen. De overige inrichting was voor beide afdelingen identiek. Het leefoppervlak bestond in beide afdelingen voor de helft uit strooiselruimte en de helft uit roostervloer en legnesten. Het aantal geplaatste dieren in de emissiearme stal bedroeg in de eerste productieronde (herfst) 3018 en in de tweede productieronde (zomer) 2940 dieren wat 9,1 en 8,8 dieren per  $\text{m}^2$  netto leefoppervlak betekende. In traditionele afdeling waren respectievelijk 2887 en 2700 dieren geplaatst wat 9,2 en 8,6 dieren per  $\text{m}^2$  netto leefoppervlak betekende.

Van 14 oktober 2000 tot 11 december 2000 (herfstperiode) en van 2 juni tot 31 augustus 2001 (zomerperiode) werden de ammoniakemissie en het klimaat continue gemeten. De geuremissie werd 6 maal alleen in de zomerperiode tussen 10:00 en 12:00 uur gemeten.

Beide afdelingen waren uitgerust met een mechanisch ventilatiesysteem. De lucht kwam een afdeling binnen via inlaatventielen in de zijwanden. Het debiet en de inlaatopeningen werden gestuurd door de klimaatcomputer op basis van de gewenste staltemperatuur van 20 °C. De gemiddelde buitentemperatuur tijdens de herfstperiode bedroeg 9,7 °C en 19,5 °C tijdens de zomerperiode. De gemiddelde temperatuur in de emissiearme afdeling was respectievelijk 20,6 °C en 23,4 °C en in de traditionele afdeling respectievelijk 21,1 °C en 23,8 °C. Het bijbehorende debiet per gemiddeld aanwezig dier was in de emissiearme afdeling in de herfstperiode 2,4  $\text{m}^3/\text{uur}$  en in de zomer 6,9  $\text{m}^3/\text{uur}$  en van de traditionele afdeling respectievelijk 4,5  $\text{m}^3/\text{uur}$  en 7,9  $\text{m}^3/\text{uur}$ . Tussen 9:15 tot 12:30 uur werden de dieren 6 maal gevoerd (2 x per uur). Een rondgang van de sleepketting nam 10 minuten in beslag. Het water was beschikbaar tot 13:30 uur. Rond 17:00 uur werd een weinig graan gestrooid over het strooisel met als doel de hanen te activeren.

De ammoniakemissie bedroeg gedurende de herfstperiode in de emissiearme afdeling 343 g  $\text{NH}_3$  per geplaatst dier per jaar en voor de zomermeting 528 g  $\text{NH}_3$  (gecorrigeerd voor 13% leegstand). Dit was respectievelijk 41% en 9% lager dan de emissiefactor van 580 g per dierplaats per jaar die voor een traditioneel systeem in de uitvoeringsregeling ammoniak veehouderij (UAV) wordt gegeven. De ammoniakemissie in de traditionele afdeling was in de herfst- en zomerperiode respectievelijk 517 en 648 g  $\text{NH}_3/\text{jaar}$  per geplaatst dier (incl. 13 % leegstand. De  $\text{NH}_3$ -emissie in de herfstperiode was 11% lager en in de zomerperiode 12% hoger vergeleken met de UAV-norm van 580 g  $\text{NH}_3/\text{jaar}$  per geplaatst dier. De geometrisch gemiddelde geuremissie bedroeg over 6 metingen in de zomerperiode in de emissiearme afdeling 0,93  $\text{OU}_6/\text{s}$  per dier en in de traditionele afdeling 1,02  $\text{OU}_6/\text{s}$  per dier.

## Summary

Ammonia,  $\text{NO}_x$  and  $\text{SO}_x$  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  $\text{NH}_3$  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 broiler breeders. The emission reduction technique of the system consisted of continuous drying of manure. In another compartment of the house the broiler breeders were kept in a traditional housing system which was used as reference.

The research was carried out during two measuring periods. During the measuring period there were cocks and hens in both compartments. The house consisted of two compartments, one compartment with drying system and one traditional compartment. The manure underneath the wire floors was continuously dried. The outside air was warmed by leading it through the housing system nearby the roof and then used for drying. The warmed air was blown into the manure through tubes with small holes in them. The rest of the construction for the animals was the same. The living area of the breeders was partly covered with litter (50%), partly with wire floors (41%) and partly with laying nests (9%). In the first measuring period 3018 animals were placed in the manure drying compartment, and 2940 during the second measuring period. For the traditional compartment the numbers were 2887 and 2700 animals respectively.

Measurements of ammonia and climate were collected continuously from the 14<sup>th</sup> of October to the 11<sup>th</sup> of December 2000 (Autumn) and from the 2<sup>th</sup> of June to the 31<sup>th</sup> of August 2001 (Summer). The odour emission from both compartments was measured 6 times during the second measuring period. Collection of odour samples took place from 10-12 am.

The house was equipped with a mechanical ventilation system. The air entered the house by inlet openings located alongside the total length of the compartments. The set-point temperature of the house was 20°C. The average outside temperature was 9.7 °C during the first period and 19.5°C during the second period. The average house temperature was 20.6 °C and 23.4 °C respectively for the compartment with manure drying and 21.1 °C and 23.8 °C respectively for the traditional compartment. The ventilation rate per animal amounted to 2.4 m<sup>3</sup>/h and 6.9 m<sup>3</sup>/h respectively for the compartment with manure drying and 4.5 m<sup>3</sup>/h and 7.9 m<sup>3</sup>/h respectively for the traditional compartment.

After correction for vacancy of the house, the ammonia emission in the compartment with manure drying was 0.343 kg/year per animal place for the Autumn period and 0.528 kg/year per animal place for the Summer period. This was 41% and 9% respectively lower than the emission factor of a traditional housing type for broiler breeders (0.580 kg/year per animal place; Wijziging uitvoeringsregeling Ammoniak Veehouderij, 2000). The ammonia emission in the traditional compartment was 0.517 kg/year per animal place for the Autumn period and 0.648 kg/year per animal place for the Summer period. The geometrical mean odour emission of 6 measurements was 0.93 OU<sub>E</sub>/s per animal place for the compartment with manure drying and 1.02 OU<sub>E</sub>/s for the traditional compartment.



## Bijlagen

BIJLAGE A	Kader en contactpersonen IMAG-meetploeg
BIJLAGE B	Bedrijfssituatie
BIJLAGE C	Mestdroogsyteem
BIJLAGE D	Kalibratieresultaten meetventilator
BIJLAGE E	Principe en kalibratieresultaten NO <sub>x</sub> -monitor
BIJLAGE F	Omzettingspercentage convertors
BIJLAGE G	Temperatuur
BIJLAGE H	Relatieve luchtvochtigheid
BIJLAGE I	Mesttemperatuur
BIJLAGE J	Ammoniakconcentratie
BIJLAGE K	Ventilatiedebit

## **BIJLAGE A**      Kader en contactpersonen IMAG-meetploeg

### **2.5 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 emissie-arme 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 "Emissie-arme stallen" die is opgesteld door de Stichting Groen Label. De daarin genoemde landbouwkundige voorwaarden vallen onder de verantwoordelijkheid van de aanvrager.

### **2.6 Contactpersonen**

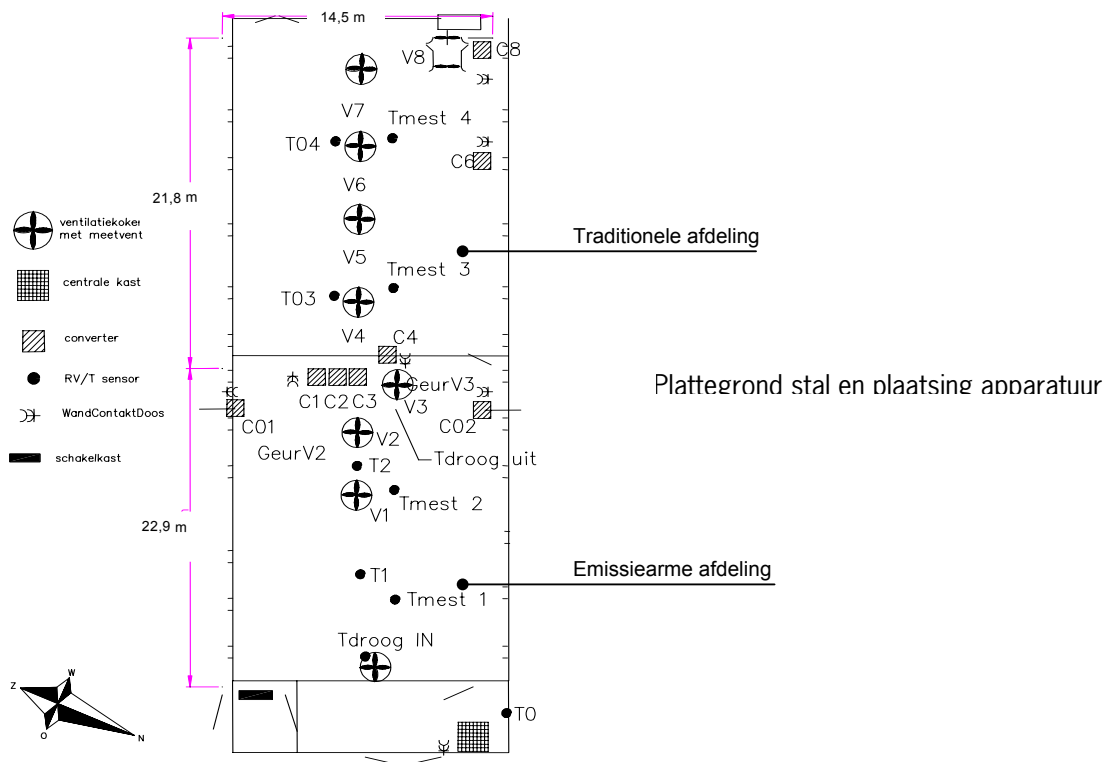
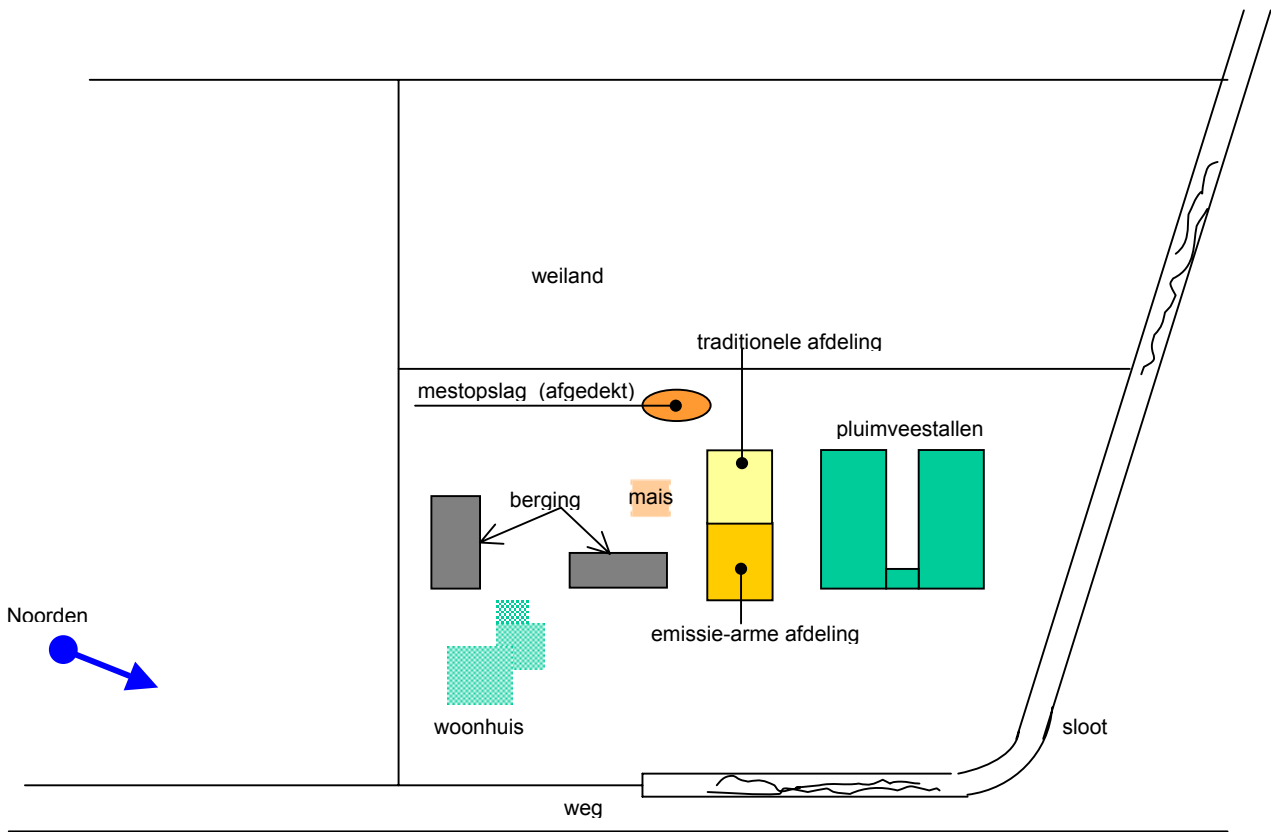
#### Voorzitter Begeleidingscommissie Ammoniakemissiemetingen

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

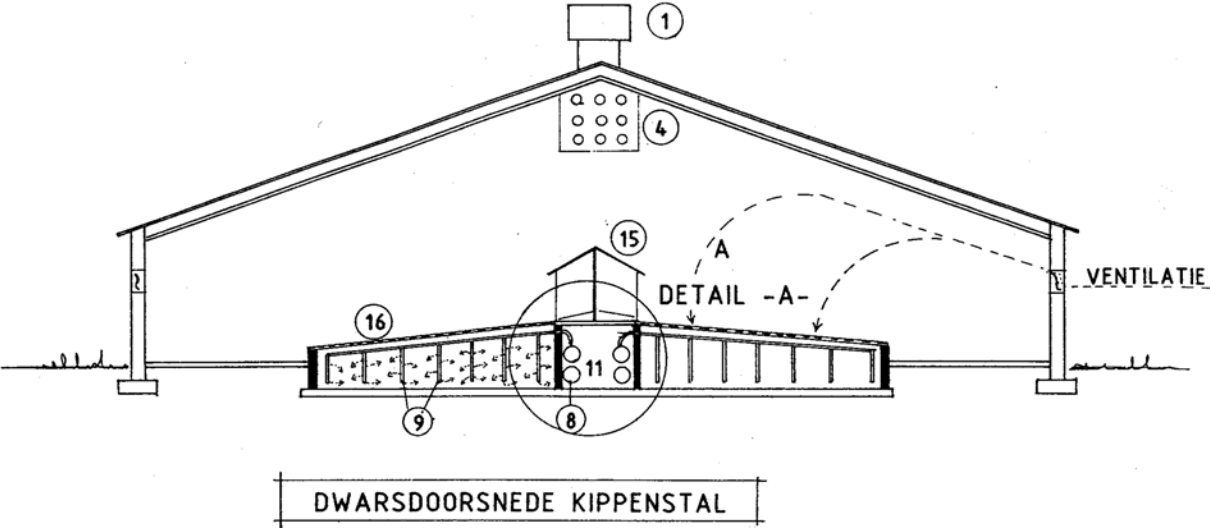
#### Coördinator IMAG-meetploeg

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 63 00

# Bijlage B Bedrijfsituatie



**Bijlage C Mestdroogstyeem**



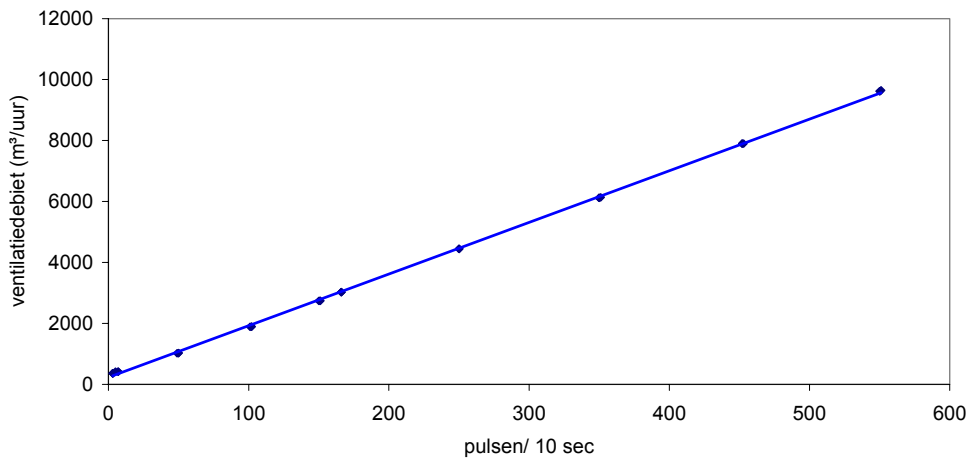
slangenwarmtewisselaar



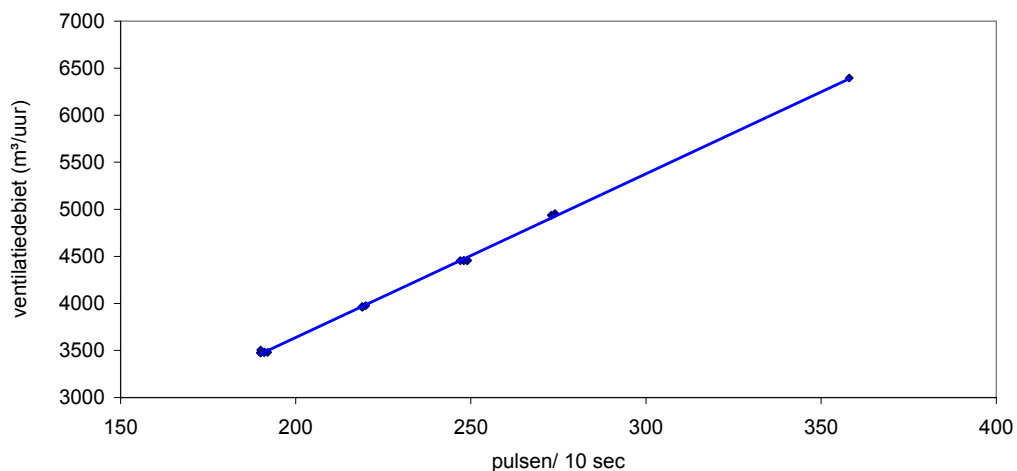
luchtverdeelslangen onder roosters

## Bijlage D Kalibratieresultaten meetventilatoren

Een meetventilator met een diameter van 63 cm en 4 bladen , welke voor één van de nokventilatoren in de emissiearme heeft gehangen, werd op 8 februari 2001 gekalibreerd. De relatie tussen het ventilatie-debiet (V in m<sup>3</sup>/uur) en het geregistreerde aantal pulsen per 10 seconden was:  $V = 16,9 * (\text{aantal pulsen}/10 \text{ sec}) + 229$

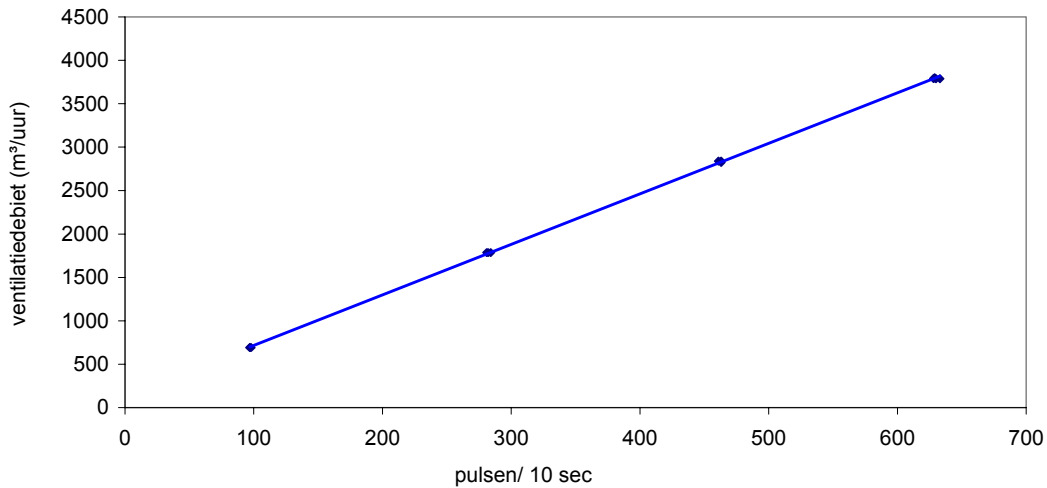


Een meetventilator met een diameter van 61 cm en 3 bladen, welke voor de droogventilator in de emissie-arme afdeling heeft gehangen, werd op 20 december 2000 gekalibreerd. De relatie tussen het ventilatie-debiet (V in m<sup>3</sup>/uur) en het geregistreerde aantal pulsen per 10 seconden was:  $V = 17,4 * (\text{aantal pulsen}/10 \text{ sec}) + 158$



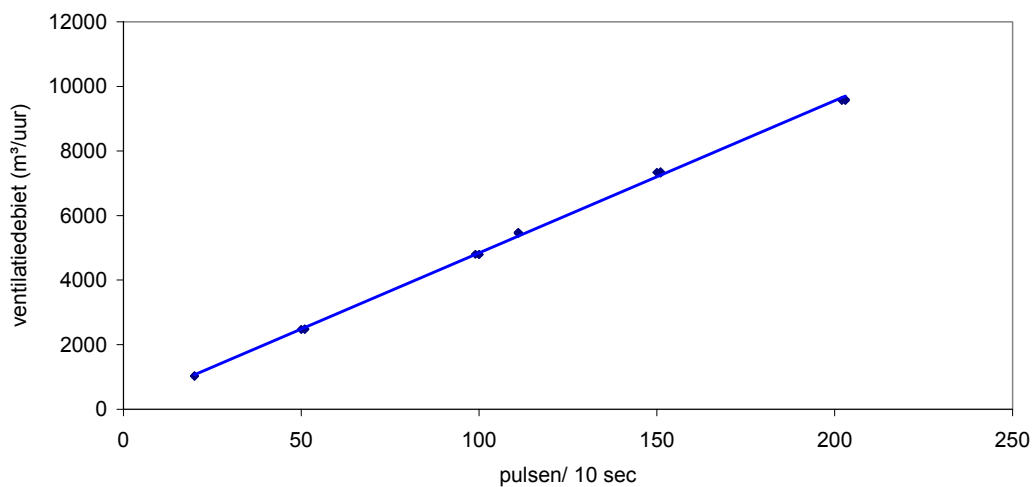
Een meetventilator met een diameter van 40 cm en 3 bladen, welke voor één van de nokventilatoren in de traditionele afdeling heeft gehangen, werd op 9 januari 2001 gekalibreerd. De relatie tussen het ventilatiedebiet (V in m<sup>3</sup>/uur) en het geregistreerde aantal pulsen per 10 seconden was:

$$V = 5,8 * (\text{aantal pulsen}/10 \text{ sec}) + 135$$



Eén meetventilator met een diameter van 81 cm en 5 bladen, welke voor de gevelventilator heeft gehangen in de traditionele afdeling, werd 24 januari 2001 gekalibreerd. De relatie tussen het ventilatiedebiet (V in m<sup>3</sup>/uur) en het geregistreerde aantal pulsen per 10 seconden was:

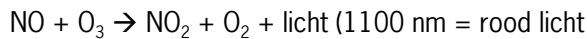
$$V = 47,2 * (\text{aantal pulsen}/10 \text{ sec}) + 122$$



## Bijlage E Principe en kalibratieresultaten NO<sub>x</sub>-monitor

### 2.7 Meetprincipe

De ammoniakconcentratie werd continu gemeten met behulp van een NO-monitor (Advanced Pollution instimutation Inc., model 200A). De meting is gebaseerd op de chemiluminescentiereactie tussen ozon (O<sub>3</sub>) en NO. Bij deze reactie komt NO<sub>2</sub>, zuurstof (O<sub>2</sub>) en licht vrij:



De stroom lichtdeeltjes is evenredig met de NO-concentratie van de aangezogen lucht. Hierna volgt een korte beschrijving van het systeem en de meetopstelling.

Om NH<sub>3</sub> te kunnen meten moet het eerst door een convertor omgezet worden tot NO. In de convertor passeert de luchtstroom een stoffilter (5-6µm) waarna het verhit wordt tot circa 775 °C. Bij deze temperatuur wordt NH<sub>3</sub> aan een roestvrijstalen katalysator geoxideerd tot NO. De convertor is zo dicht mogelijk bij het monsternamepunt gemonteerd om het transport van NH<sub>3</sub> tot een minimum te beperken. NH<sub>3</sub> adsorbeert namelijk makkelijk aan allerlei materialen en lost makkelijk op in water, waardoor metingen kunnen worden verstoord. De stallucht werd continu aangezogen via teflonslangen. Om condensvorming in de slangen te voorkomen waren alle slangen verwarmd met een verwarmingslint en omwikkeld met isolatiemateriaal.

Voor het meten van NO<sub>2</sub>-concentraties kan een molybdeenconvertor worden toegepast. In deze convertor wordt NO<sub>2</sub> vrijwel voor 100% omgezet naar NO door oxidatie van NO<sub>2</sub> op molybdeen bij ca. 325 °C. Een molybdeenconvertor kan noodzakelijk zijn als, door transport van NO in zeer lange leidingen, NO wordt omgezet in NO<sub>2</sub>. 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 werd geen gebruik gemaakt van een molybdeenconvertor in de monitor. Onder de gegeven meetomstandigheden vond tijdens het transport van lucht van de NH<sub>3</sub>-convertor naar de NO-monitor geen aantoonbare omzetting plaats van NO in NO<sub>2</sub>.

### 2.8 Kalibratieresultaten

De wekelijkse kalibratie van de monitor werd gedurende de herfstperiode uitgevoerd met 40,1 ppm NO-gas. Tijdens de zomerperiode werd de fles met NO-gas gewisseld en werd wekelijks gekalibreerd met 39,3 ppm. Tijdens de herfstperiode bedroeg de absolute afwijking tijdens de kalibratie gemiddeld 4% en tijdens de zomerperiode gemiddeld 4,6%.

## Bijlage F Omzettingspercentage convertors

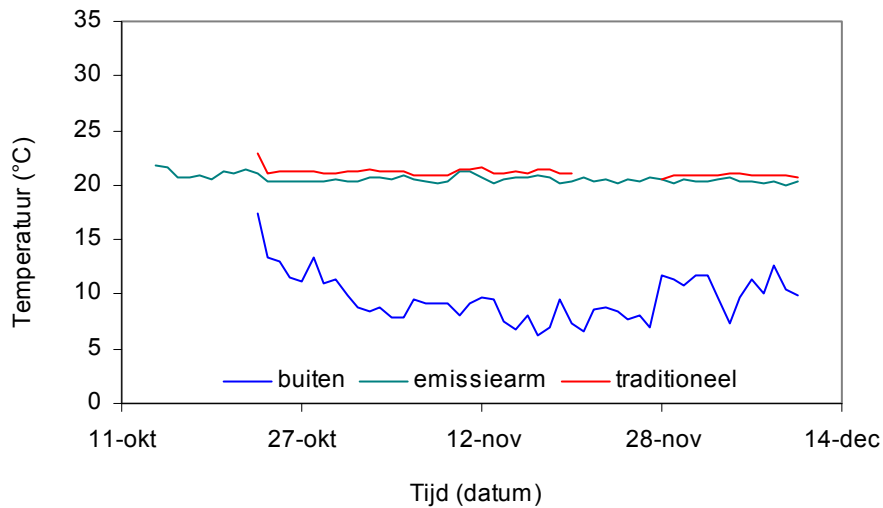
In onderstaande tabel staat per meetpunt het gemiddelde omzettingspercentage van de convertors weergegeven bij aanbieding van 10 en 30 ppm NH<sub>3</sub>. Deze waarden werden gebruikt voor de correctie van de ammoniakconcentraties.

Meetperiode	herfst/winter	zomer
Meetpunt 1 emissie-arme afdeling	94%	91%
Meetpunt 2 emissie-arme afdeling	91%	94%
Meetpunt 3 emissie-arme afdeling	95%	90%
Meetpunt 4 traditionele afdeling	94%	92%
Meetpunt 5 traditionele afdeling	92%	91%
Meetpunt 6 traditionele afdeling	94%	93%
Achtergrond noordzijde	94%	91%
Achtergrond zuidzijde	92%	91%

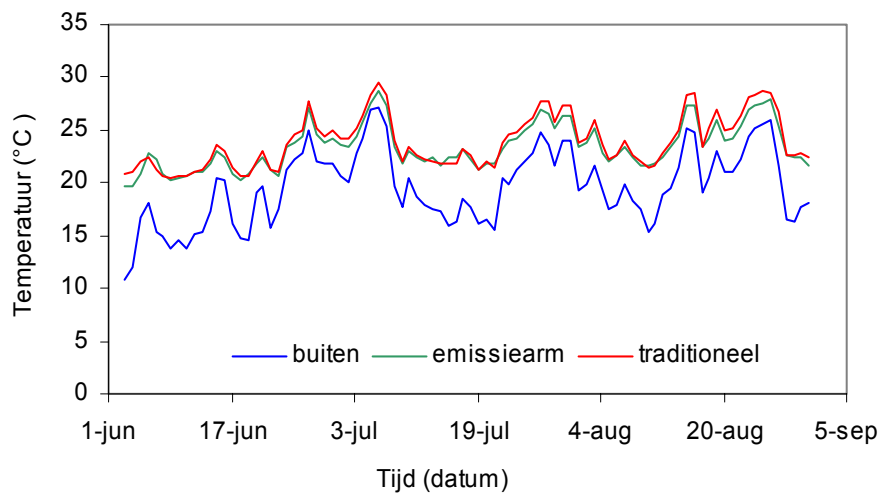


## Bijlage G    Temperatuur

Daggemiddelden van de temperatuur in de emissie-arme- en traditionele afdeling en de buitentemperatuur gedurende de herfstperiode.

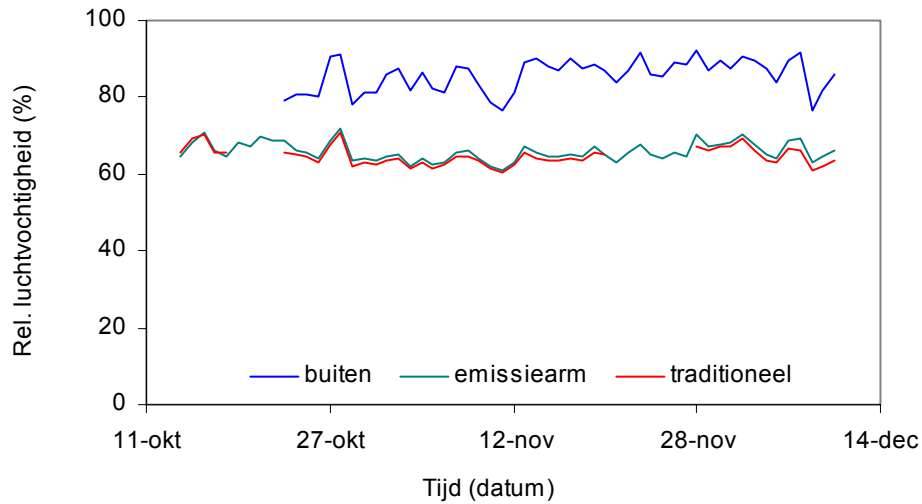


Daggemiddelden van de temperatuur in de emissie-arme- en traditionele afdeling en de buitentemperatuur gedurende de zomerperiode.

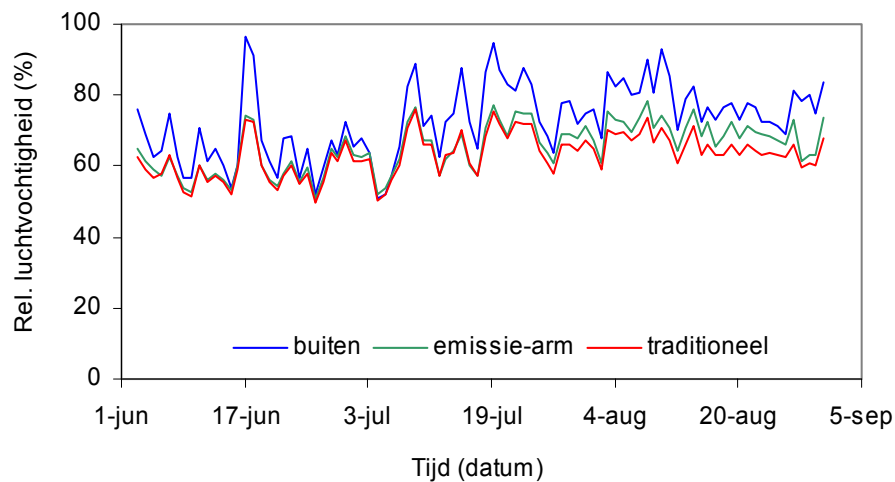


## Bijlage H Relatieve luchtvochtigheid

Daggemiddelden van de relatieve luchtvochtigheid buiten en van de emissie-arme- en traditionele afdeling gedurende de herfstperiode.

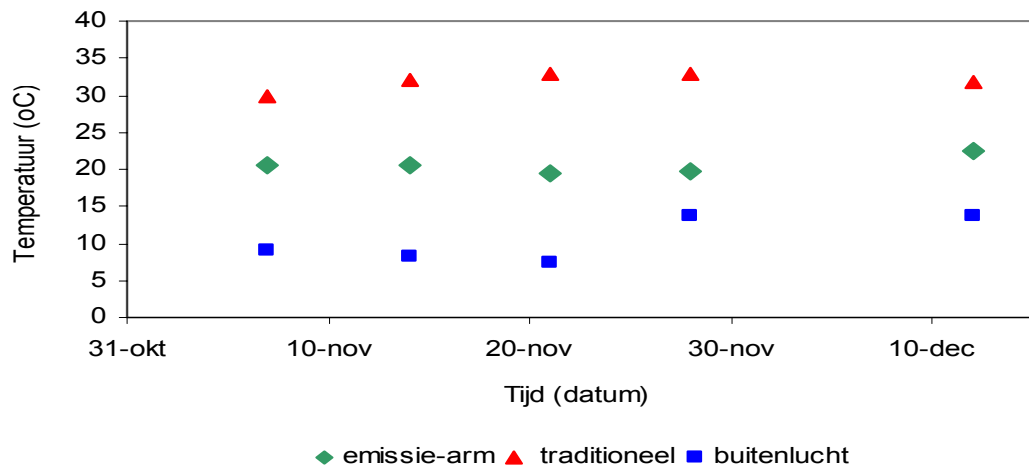


Daggemiddelden van de relatieve luchtvochtigheid buiten en in de emissie-arme- en traditionele afdeling gedurende de zomerperiode.

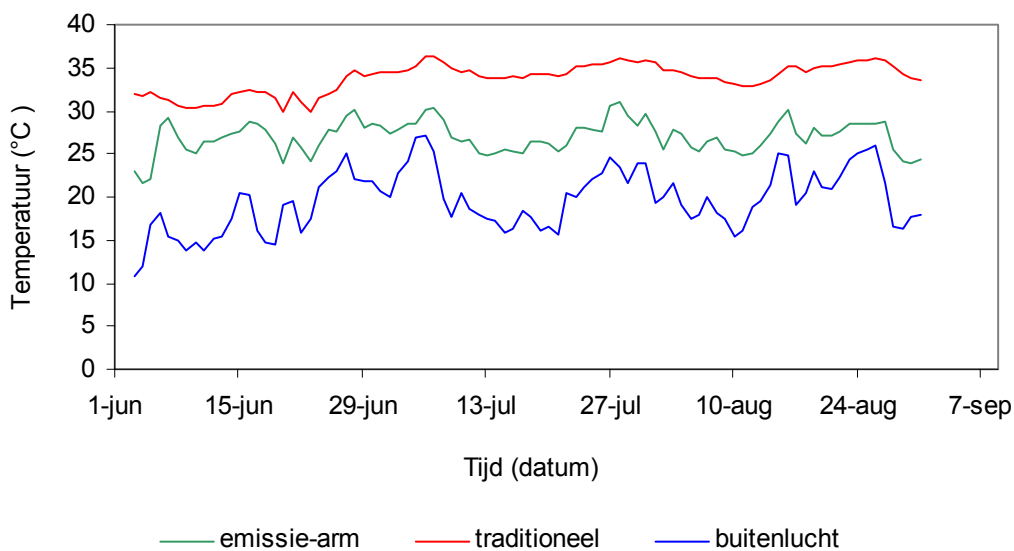


## Bijlage I Mesttemperatuur

Resultaten van de handmatig gemeten mesttemperaturen in de emissie-arme- en traditionele afdeling tijdens de hefstperiode.

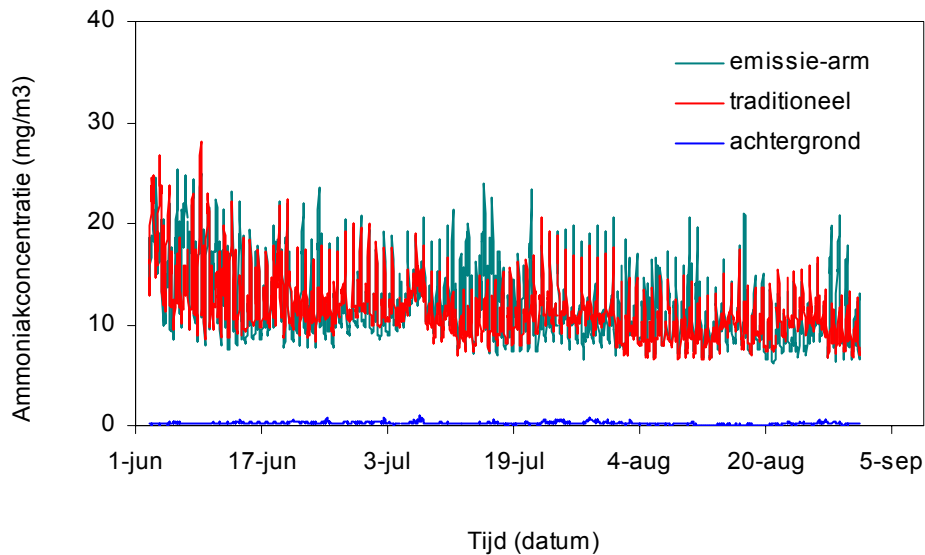


Daggemiddelden van de mesttemperatuur in de emissie-arme- en traditionele afdeling gedurende de zomerperiode.

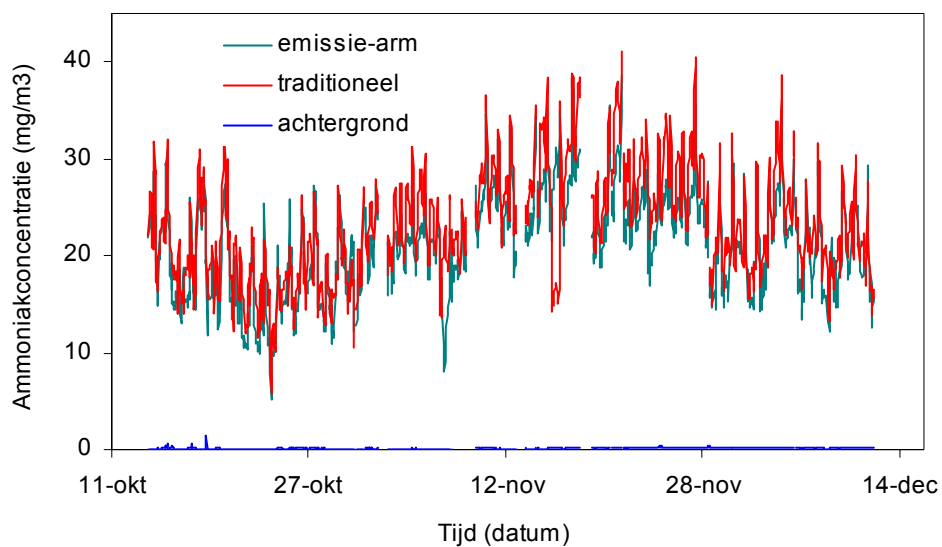


## Bijlage J Ammoniakconcentratie

Uurgemiddelden van de ammoniakconcentratie in de emissie-arme- en traditionele afdeling en in de buitenlucht gedurende de zomerperiode.

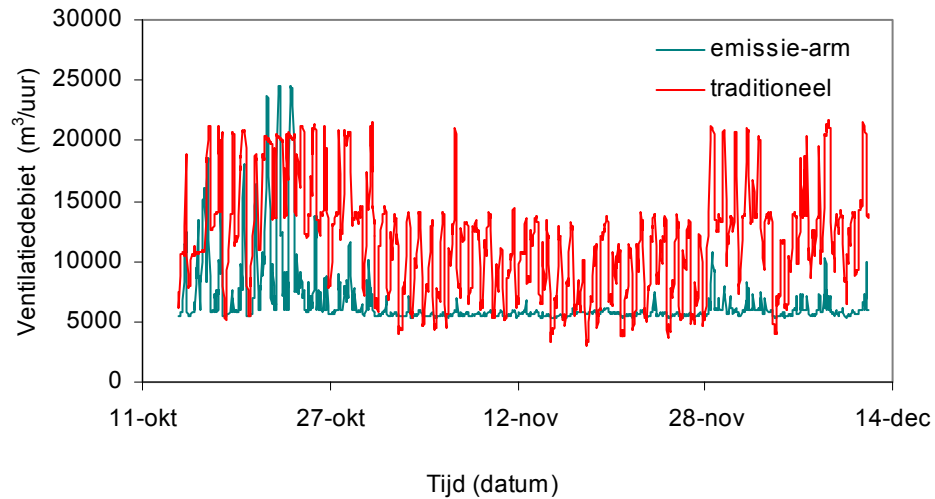


Uurgemiddelden van de ammoniakconcentratie in de emissie-arme- en traditionele afdeling en in de buitenlucht gedurende de herfstperiode.



## Bijlage K Ventilatie-debiet

Uurgemiddelden van het totale ventilatie-debiet ( $\text{m}^3/\text{uur}$ ) tijdens de herfstperiode emissie-arme en traditionele afdeling.



Uurgemiddelden van het totale ventilatie-debiet ( $\text{m}^3/\text{uur}$ ) tijdens de zomerperiode van de emissie-arme- en traditionele afdeling.

