

# Praktijkonderzoek naar de ammoniak- emissie van stallen XII

Kraamzeugenstal met mestverwijdering  
door schuiven over een gecoate  
putvloer

B. Reitsma  
J.M.G. Hol  
C.M. Groenestein

dlo



# Praktijkonderzoek naar de ammoniak- emissie van stallen XII

Kraamzeugenstal met mestverwijdering  
door schuiven over een gecoate  
putvloer

B. Reitsma  
J.M.G. Hol  
C.M. Groenestein

Rapport 94-1002

© 1994

Dienst Landbouwkundig Onderzoek  
Postbus 59, 6700 AB Wageningen

**Alle informatie beschikbaar bij  
IMAG-DLO  
Postbus 43, 6700 AA Wageningen  
Telefoon: 08370-76300  
Telefax: 08370-25670**

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

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 written permission of the publisher.

# Inhoud

Samenvatting	2
1 Inleiding	3
2 Materiaal en methode	4
3 Resultaten en discussie	7
4 Conclusie	10
Literatuur	11
Bijlage	

## Samenvatting

Ammoniak is naast  $\text{NO}_x$  en  $\text{SO}_x$  een van de meest belangrijke verzurende componenten in ons milieu. De overheid heeft tot doel gesteld dat de emissie van ammoniak ten opzichte van het nivo in 1980 in het jaar 2000 met 50% en in 2005 met 70% afgenomen moet zijn. In dit kader werd onderzoek verricht naar de ammoniakemissie van een kraamzeugenstal met het Haglando mestschuifstelsel.

Het mestschuifstelsel bestond uit een ondiepe put en mestschuiven onder de roosters. De exakt horizontaal gelegen vloer van de put was zeer vlak en glad afgewerkt en voorzien van een coating van epoxyhars. De mest werd 1 maal per zes uur uit de stal geschoven.

Gedurende twee kraamperiodes, respectievelijk van 13 mei tot 28 juni 1993 (periode 1) en van 14 oktober tot 8 december 1993 (periode 2) werd in een afdeling de ammoniakemissie gemeten. In de afdeling waren 10 zeugen gehuisvest. De zeugen stonden in de lengterichting van de stal in een schuine opstelling en waren niet aangebonden. De hokken waren voorzien van een kunststofroostervloer met een dicht gedeelte voor het biggenest.

Tijdens periode 1 emitteerde gemiddeld 10,1 g  $\text{NH}_3$  per zeug per dag, tijdens periode 2 gemiddeld 13,9 g  $\text{NH}_3$  per zeug per dag. Omgerekend naar jaarbasis betekende dit voor periode 1 en 2 respectievelijk 3,3 en 4,6 kg  $\text{NH}_3$  per zeug per jaar, uitgaande van 10% leegstand. In de Beoordelingsrichtlijn in het kader van Groen Label stallen (1993) wordt voor kraamzeugen (incl. biggen tot spenen) een berekende ammoniakemissie gegeven van 8,3 kg per zeug per jaar, uitgaande van 10% leegstand. Op basis hiervan is een drempelwaarde (norm voor Groen Label stal) berekend van 4,0 kg  $\text{NH}_3$  per zeug per jaar. Dit betekent dat de emissie tijdens periode 1 lager, en tijdens periode 2 hoger was dan de drempelwaarde.

Tijdens dit onderzoek werd de laagste emissie gedurende de warmere periode gemeten (gemiddelde buitentemperatuur 17,7 vs. 2,0 °C). Dit was opvallend omdat de verwachting was dat een hogere buitentemperatuur meer ventilatie en dus meer luchtbeweging veroorzaakt en daarmee verhogend werkt op de emissie. Dit resultaat geeft aan dat meer onderzoek nodig is naar specifieke aspecten van de luchtbeweging, bijvoorbeeld het luchtbewegingspatroon.

Om op basis van deze twee meetperiodes een uitspraak te doen over de betrouwbaarheid van de gemiddelde ammoniakemissie op jaarbasis werd een tijdreeksanalyse uitgevoerd. Met deze statistische techniek wordt rekening gehouden met de samenhang van de waarnemingen in de tijd door deze te modelleren. Uitgaande van beide periodes kon berekend worden dat de gemiddelde ammoniakemissie met 90% zekerheid tussen de 3,4 en 4,4 kg per zeug per jaar lag.

# 1 Inleiding

De meest belangrijke verzurende componenten van ons milieu zijn  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$  ( $\text{NO}$  en  $\text{NO}_2$ ) en  $\text{NH}_3$ , samen met hun reactieproducten, in het kort  $\text{SO}_x$ ,  $\text{NO}_y$  en  $\text{NH}_x$  genoemd. In 1989 was 81% van de verzuring door  $\text{NH}_x$  uit eigen land afkomstig en kwam 94% daarvan uit de landbouw. De bijdrage van  $\text{NH}_x$  aan de totale verzuring in Nederland bedroeg in 1989 46% (Heij & Schneider, 1991). De overheid heeft tot doel gesteld dat de emissie van ammoniak ten opzichte van het nivo in 1980 in het jaar 2000 met 50% en in 2005 met 70% afgenomen moet zijn (Notitie Mest- en Ammoniakbeleid, 1993). Om dit te kunnen realiseren wordt momenteel veel onderzoek verricht naar emissie-arme huisvestingsystemen voor landbouwhuisdieren.

Behalve via onderzoek komen er ook vanuit de praktijk vele ideeën en initiatieven om de ammoniakemissie terug te dringen. Om deze op waarde te schatten dient aan, in potentie emissie-arme huisvestingsystemen, onder normale bedrijfsomstandigheden, te worden gemeten. De aanvragen hiervoor komen binnen bij de Begeleidingscommissie Ammoniak-emissiemetingen, die hieruit de aanvragen selekteert die wat betreft de  $\text{NH}_3$ -emissievermindering perspectief bieden. Deze begeleidingscommissie bestaat uit vertegenwoordigers van de overheid en het landbouwbedrijfsleven. Het onderzoek wordt vervolgens uitgevoerd door de DLO-meetploeg.

In bovenstaand kader werd onderzoek verricht naar de ammoniakemissie van een kraamzeugenstal met een mestschuifstelsel over een gladde vlakke vloer onder de roosters. Het principe van dit systeem was dat de mest met behulp van de schuiven frekvent en restloos uit de stal werd verwijderd waardoor de emissie van ammoniak vermeden zou kunnen worden. De gemeten ammoniakemissies werden vergeleken met de berekende emissiefactor en de drempelwaarde (de hoeveelheid  $\text{NH}_3$  die maximaal mag emitteren uit een Groen Label stal) zoals die is opgenomen in de Beoordelingsrichtlijn in het kader van Groen Label stallen (1993).

## 2 Materiaal en methode

Gedurende twee kraamperiodes, respectievelijk van 13 mei tot 28 juni (periode 1) en van 14 oktober tot 8 december 1993 (periode 2) is de ammoniakemissie gemeten van een afdeling in een kraamstal voor zeugen met het Haglando mestschuifstelsysteem.

Het mestschuifstelsysteem bestond uit een ondiepe put onder de roosters en mestschuiven (Bijlage A). De exakt horizontaal gelegen vloer van de put was zeer vlak en glad afgewerkt en voorzien van een coating van epoxyhars. Vooraan, in het midden en achteraan in de put waren afvoerpunten voor de mest aanwezig. Elk afvoerpunt bestond uit een goot van ca. 0,3 m breed over de gehele breedte van de put met in het midden een rioleringsbuis. De kopse uiteinden van de goot lagen op putniveau; de rioleringsbuis was het diepste punt van de goot. De schuif (totale lengte ca. 6,3 m) was aan de uiteinden voorzien van een kunststof strip. De mestschuif werd met een tandheugel voortbewogen. Eén schuifbeweging bestond uit een heen- en teruggaande beweging. Om emissie vanuit het rioleringsstelsysteem te voorkomen werd deze vol gehouden. Er werd vier maal per dag geschoven (02:00, 08:00, 14:00 en 20:00 uur). Eénmaal per periode werden de goten met water schoongespoten omdat aan de uiteinden enige mestophoping plaatsvond, waardoor de mest niet goed meer kon worden afgevoerd.

De afdeling bestond uit twee rijen van vijf hokken met in het midden een voergang (Bijlage A). De kraamhokken waren elk 2,52 breed en 1,61 m diep. De zeugen (YxN) stonden in de lengterichting van de stal in een schuine opstelling en waren niet aangebonden. De hokken waren voorzien van een gedeeltelijk kunststof roosterbodem. Het biggennest (0,5 x 1,0 m) bestond uit een dichte vloer van kunststof.

De mest die achter de zeug lag werd 's ochtends na het voeren vijfmaal per week onder de zeug gebracht zodat het door de roosters getrapt kon worden. De andere twee dagen van de week werd de mest die achter de zeug lag uit de afdeling verwijderd. Dit werd niet meer gedaan toen de biggen op een leeftijd van ca. 1 - 1½ week zelf de mest door de roosters heen konden werken. De roosters werden één maal per periode, gelijktijdig met het schoonmaken van de goten, met water schoongemaakt. Het waterverbruik tijdens het schoonmaken was ca. 180 liter (werktijd 10 min, debiet 18 l/min).

De afdeling werd geventileerd met één ventilator met een diameter van 35 cm (maximale capaciteit 3200 m<sup>3</sup>/uur). Via plafondventilatie (gootjesplafond met instelbare luchtinlaatopeningen) kwam de lucht de afdeling in. Voor verwarming van de ingaande lucht werden warmwaterbuizen gebruikt die in de centrale gang op plafond-hoogte tegen de afdelingsmuur waren geplaatst. De afdeling kon centraal verwarmd worden met warmwaterbuizen die tegen de afdelingsmuren op een hoogte van ca. 1,5 m waren geplaatst. Voor de verwarming van de pasgeboren biggen werd tot 3 à 4 dagen na de geboorte een biggenlamp gebruikt.

Tweemaal daags (om ca. 8:00 en 16:00 uur) kregen de zeugen beperkt laktatiezeugenkorrel verstrekt in een trog met container. De biggen werden ad lib. gevoerd met biggenspeenvoer. Er was ad lib. water beschikbaar. De drinkwatervoorziening voor de zeug bestond uit een drinknippel in de trog, voor de biggen was er een drinknippel zonder morsbakje boven de roosters. In onderstaande tabel worden de energie-inhoud, eiwitgehalten en hoeveelheden van de verstrekte voeders gegeven.

Tabel 1. Gemiddelde hoeveelheid voer per kraamzeugenplaats (kg) per dag, energiewaarde (EW) per kg voer en eiwitgehalte (re) in g/kg.

Voer	Hoeveelheid	EW	re
Laktatie-zeugenkorrel	4	1,03	160
Biggenspeenvoer	<0,02	1,14	178

In Tabel 2 worden de bedrijfsresultaten en het landelijk gemiddelde weergegeven. De gemiddelde resultaten van de afdeling waar gemeten werd, zijn iets beter dan de gemiddelde resultaten van het bedrijf. Een beter beheersbaar stalklimaat en de hokinrichting in deze nieuwe afdeling (gebouwd in 1992) kunnen hiervoor mede verantwoordelijk zijn.

Tabel 2. Bedrijfsresultaten gedurende periode 1 en 2, op bedrijfsnivo op jaarbasis en het landelijk gemiddelde (Handboek voor de varkenshouderij: TEA - zeugenhouderij 1992).

	Periode 1	Periode 2	Bedrijf	Landelijk
Aantal levend geboren	11,2	10,3	10,7	10,1
Uitval (%)	4	5	12	13,5
Aantal gespeende biggen	10,6	9,6	9,4	9,2
Aantal biggen per zeug per jaar	-	-	22,5	20,5

Gedurende de meetperiode zijn de volgende variabelen continu gemeten:

- NH<sub>3</sub>-concentratie van de uitgaande lucht (mg/m<sup>3</sup>);
- NH<sub>3</sub>-concentratie van de buitenlucht (mg/m<sup>3</sup>);
- ventilatiedebiet (m<sup>3</sup>/uur);
- relatieve luchtvochtigheid (RH) in de afdeling, van de ingaande lucht, in de centrale gang en buiten (%);
- temperatuur (T) in de afdeling, van de ingaande lucht, in de centrale gang en buiten (°C).

De NH<sub>3</sub>-concentratie werd continu gemeten met behulp van een NO<sub>x</sub>-monitor (monitor labs nitrogen oxides analyzer model 8840). De meting is gebaseerd op de chemiluminescentie-reactie tussen O<sub>3</sub> en NO:



Deze methode is uitgebreid beschreven door Scholtens (1993). Hier wordt volstaan met een korte beschrijving van het systeem en de meetopstelling.

De maximaal meetbare concentratie was 50 ppm. Om NH<sub>3</sub> te kunnen meten moet het eerst omgezet worden met een convertor tot NO. In de convertor passeert de luchtstroom een filter waarna het verhit wordt tot 775 °C. Bij deze temperatuur wordt NH<sub>3</sub> 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 makkelijk aan allerlei materialen en lost makkelijk op in water, waardoor bij een te grote afstand tussen monsternamepunt en convertor, metingen verstoord kunnen worden. De stallucht werd continu aangezogen via teflonslangen. Om condensvorming in de slangen te voorkomen werden alle slangen met een verwarmingslint en isolatie omwikkeld. Het monsternamepunt bevond zich in de ventilatiekoker tussen de meet- en stalventilator. Het monsternamepunt van de buitenlucht bevond zich voor de luchtinlaat-opening in de zijgevel. Het in de convertors gevormde stabiele NO werd door verwarmde en geïsoleerde teflonslangen naar de monitor geleid en gemeten.

Om het ventilatiedebiet te meten werd in de ventilatiekoker onder de ventilator een meetventilator geplaatst. Per omwenteling van de meetventilator werden drie pulsen afgegeven welke werden geregistreerd. De relatie tussen het aantal pulsen en het debiet werd bepaald met behulp van een volgens de voormalige NEN-norm 1048-11 gebouwde windtunnel. De relatie tussen het ventilatiedebiet (m<sup>3</sup>/uur) en het geregistreerde aantal pulsen was:

$$V = 3,7 * (\text{aantal pulsen}/10 \text{ sec}) + 67,0$$

De temperatuur en de relatieve luchtvochtigheid werden continu gemeten met temperatuur- en vochtsensoren (Pt 100, 1/3 DIN; C80 Hygromer (Rotronic)) met een nauwkeurigheid van respectievelijk 0,5°C en 1,5%. De sensoren hingen op ca. 1,8 m hoogte bij de ventilator in de afdeling, boven de afdeling (ingaande lucht), in de centrale gang en buiten.

De meetapparatuur werd bestuurd door een programmeerbare datalogger. Alle verzamelde gegevens werden hierin opgeslagen. Eén keer per minuut werden de NH<sub>3</sub>-concentratie, het ventilatiedebiet, de relatieve luchtvochtigheid en temperatuur gemeten. Na een uur werden de waarden gemiddeld en weggeschreven.

Elke week werd de apparatuur gecontroleerd en de monitor geijkt met 38,0 ppm NO gas (periode 1) en 40,8 ppm NO gas (periode 2). De absolute afwijking tijdens de ijking was gemiddeld 2%. Bij de ijking van de convertors bleek dat voor aanvang van de metingen van periode 1 gemiddeld 92% van de aangeboden NH<sub>3</sub> als NO<sub>x</sub> werd gemeten; na de metingen werd 94% gemeten. Tijdens periode 2 werd bij aanvang en na afloop van de metingen 97% gemeten.

De NH<sub>3</sub>-emissie is het produkt van de NH<sub>3</sub>-concentratie en het ventilatiedebiet. De totale emissie van NH<sub>3</sub> werd berekend door cumulatie van de uurgemiddelden. Door technische storingen waren er dagen waarop sommige waarnemingen ontbraken. Bij ontbreken van meetgegevens werd ten behoeve van de berekening van de cumulatieve emissie en gemiddelden geïnterpoleerd.

Tijdens periode 1 werden de zeugen ca. 2 weken voor de gemiddelde werpdatum opgelegd. Door omstandigheden werden de zeugen tijdens de tweede periode ca. 4 weken voor de gemiddelde werpdatum opgelegd. De aanvang van de kraamperiode werd, voor wat de ammoniakemissie betreft, gesteld op 5 dagen voor de gemiddelde werpdatum. Het einde van de kraamperiode was de dag dat de biggen van twee of meer kraamzeugen gespeend werden (minimale bezetting 85%).

Tabel 3 toont gemiddelden van temperatuur en ventilatiedebiet tijdens periode 1 en 2. Door de lage buitentemperatuur werd gedurende periode 2 veel minder geventileerd dan tijdens periode 1.

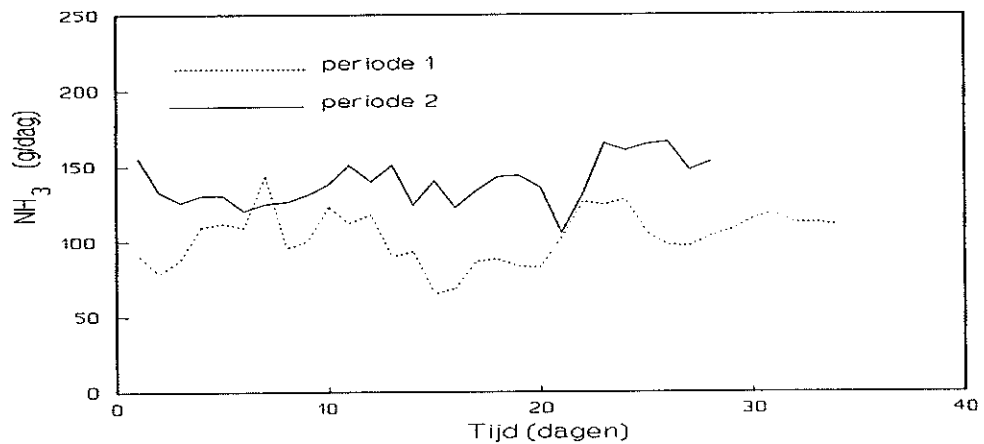
Tabel 3. Gemiddelde temperatuur (°C) en ventilatiedebiet (m<sup>3</sup>/uur per zeug) gedurende periode 1 en 2.

	Temperatuur				Ventilatiedebiet
	Afdeling	Ingaande lucht	Centrale gang	Buiten	
Periode 1	23,6	18,4	17,9	17,7	146
Periode 2	22,3	10,9	9,4	2,0	44



### 3 Resultaten en discussie

In Bijlage B en C zijn de gemeten  $\text{NH}_3$ -concentraties en ventilatiedebieten voor beide perioden weergegeven. Hieruit blijkt dat er een groot verschil was in het verloop van deze variabelen: gedurende periode 1 was het ventilatiedebiet sterk variërend en de concentratie over het algemeen gelijkmatig en laag. Tijdens periode 2 was het ventilatiedebiet vrij konstant en minimaal en de concentratie hoog en variabel. Deze verschillen werden veroorzaakt door het verschil in buiten-temperatuur gedurende de beide perioden (Tabel 3). In Figuur 1 is het verloop van de dagelijkse emissie op stalnivo tijdens periode 1 en 2 weergegeven.



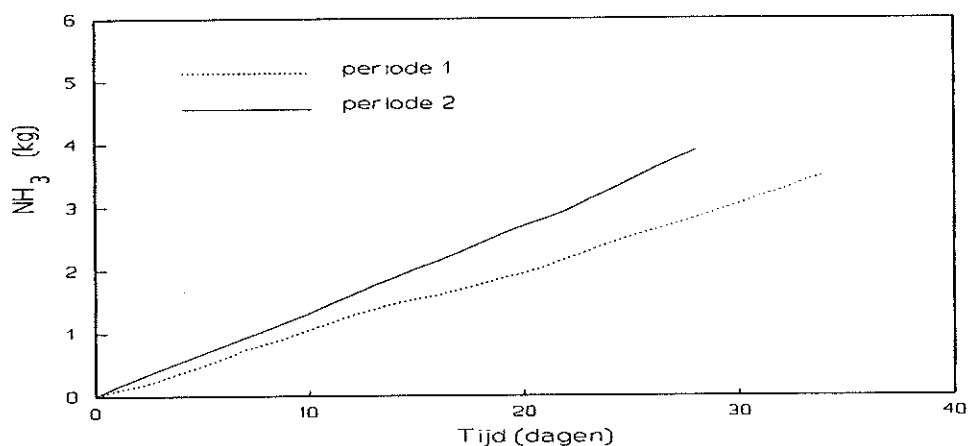
Figuur 1. Daggemiddelden van de  $\text{NH}_3$ -emissie uit de afdeling gedurende periode 1 en 2.

Theoretische modellen geven aan dat er een positief verband is tussen staltemperatuur en de luchtsnelheid over het emitterend oppervlak en de emissie (Elzing et al., 1992). Een hogere temperatuur geeft een snellere afbraak van ureum en versnelt de vervluchtiging. Een hogere luchtsnelheid versnelt ook de vervluchtiging. De  $\text{NH}_3$ -emissie lag tijdens periode 1 nagenoeg steeds op een lager nivo dan tijdens periode 2. Dit was opvallend en werd op grond van bovenstaande relaties niet verwacht omdat het tijdens periode 1 buiten warmer was en er veel meer geventileerd werd dan tijdens periode 2. Aarnink et al. (1993) vond in een biggenopfokstal met gedeeltelijk roostervloer een negatieve correlatie tussen staltemperatuur en emissie, en geen effect van de ventilatie op de emissie. Verondersteld werd dat, doordat de lucht onder de roosters kouder was, daar een stabiele luchtlaag ontstond waardoor de luchtverplaatsing van de put naar de stal beperkt werd. Een verklaring voor het tijdens onderhavig onderzoek gevonden verschil in emissie zou dan kunnen zijn dat in de eerste periode door een relatief koudere luchtlaag onder de roosters minder luchtverplaatsing naar de stal optrad dan tijdens de tweede periode. Dit kan echter niet worden bevestigd aangezien geen onderzoek naar het klimaat onder de roosters is gedaan. Bovenstaande geeft aan dat ventilatiedebiet en/of staltemperatuur niet altijd een goede maat hoeven te zijn om een uitspraak te doen over de hoogte van de emissie. De Praetere en van der Biest (1990) geven aan dat luchtbeveging onder de roosters en temperatuur van de mest niet te verwaarlozen factoren zijn. Meer onderzoek naar de relatie tussen luchtbevegingspatroon en de ammoniakemissie is wenselijk.

Op dag 21 tijdens periode 2 werden de roosters en de goten in de vloer met water schoongespoten, dit had een daling van de emissie tot gevolg. In periode 1 werden op dag 15 de roosters en de goten met water schoongemaakt. De emissie bereikte hier een minimale waarde, maar deze viel samen met een verlaging van het ventilatiedebiet en de staltemperatuur. Dit kan eveneens een verlaging van de emissie tot gevolg hebben gehad (Elzing et al., 1992), zodat het onduidelijk was welk aspect de daling bepaalde. Dat spoelen met water een verlagend effect heeft

op de  $\text{NH}_3$ -emissie werd aangetoond door De Boer et al., (1994). Ook het verdunnen van de mest (met N-vrije vloeistof) heeft een emissiereductie tot gevolg (Hoeksma et al., 1993).

Figuur 2 geeft de cumulatieve emissies op stalnivo voor beide perioden weer.



Figuur 2. Cumulatieve  $\text{NH}_3$ -emissie uit de afdeling gedurende periode 1 en 2.

In de Beoordelingsrichtlijn in het kader van Groen Label stallen (1993) wordt voor kraamzeugen (incl. biggen tot spenen) een berekende ammoniakemissie gegeven van 8,3 kg per dierplaats per jaar. Hier is een leegstandsperiode van 10% ingekalkuleerd. In de richtlijn is ook een drempelwaarde opgenomen. Is de  $\text{NH}_3$ -emissie lager dan of gelijk aan deze drempelwaarde dan kan het stalsysteem een Groen Label krijgen. Dit betekent dat dit stalsysteem als emissie-arm geklassificeerd wordt. De drempelwaarde voor kraamzeugen is vastgesteld op 4,0 kg per jaar. Bij het vaststellen van de drempelwaarde is eveneens een leegstandsperiode van 10% ingekalkuleerd. In Tabel 4 zijn de tijdens dit onderzoek gemeten emissiecijfers per dag en per jaar weergegeven.

Tabel 4. Ammoniakemissie per periode, per zeug per dag en per zeug per jaar.

	Periode 1	Periode 2
Lengte meetperiode (dagen)	34	28
Totale $\text{NH}_3$ -emissie (kg)	3,4	3,9
$\text{NH}_3$ -emissie per zeug (g/dag)	10,1	13,9
$\text{NH}_3$ -emissie per zeug (kg/jaar) met 0% leegstand	3,7	5,1
$\text{NH}_3$ -emissie per zeug (kg/jaar) met 10% leegstand	3,3	4,6

Uit bovenstaande tabel blijkt dat de emissie tijdens periode 1 lager was dan de drempelwaarde en tijdens periode 2 hoger dan de drempelwaarde. Om een indruk te krijgen hoe de emissie rond het gemiddelde varieert, is een statistische analyse uitgevoerd. Omdat het hier afhankelijke waarnemingen betrof werd tijdreeksanalyse toegepast (De Boer, 1993). Met deze techniek wordt rekening gehouden met de samenhang van de waarnemingen in de tijd door deze te modelleren. Verondersteld werd dat de emissie gedurende de kraamperiode konstant was (Figuur 1). De analyse leverde een schatting van de gemiddelde emissie op met bijbehorende standaardfout, die als basis diende voor het berekenen van een 90%-betrouwbaarheidsinterval.

Er zijn twee kraamperioden onderzocht. Omdat deze niet op elkaar aansloten, leverde dit twee afzonderlijke meetreeksen op. Bekend is dat de emissie die gemeten wordt op twee punten die in de tijd voldoende ver uit elkaar liggen, elkaar

niet beïnvloeden. Dit gegeven maakt het mogelijk twee afzonderlijke meetreeksen te combineren tot één lange tijdreeks door voldoende zogenaamde waarnemingen met missende waarden in te voegen. Het aantal missende waarden dat toegevoegd moet worden is met tijdreeksanalyse te bepalen. Voor de hier gebruikte datasets kwam dit neer op een periode van 14 dagen. De totale lengte van de tijdreeks werd daarmee 76 dagen: na dag 34 (einde van periode 1) en voor dag 49 (aanvang van periode 2) werden 14 dagen met missende waarden ingevoegd.

Tabel 5. Gemiddelde ammoniakemissie (kg per zeug) op jaarbasis met 10% leegstand, de ondergrens en de bovengrens van het 90% betrouwbaarheids-interval voor periode 1, 2 en voor beide perioden samen.

	Ondergrens	Gemiddelde	Bovengrens
Periode 1	3,0	3,3	3,8
Periode 2	4,3	4,6	4,9
Periode 1+2	3,4	3,9	4,4

De eerste periode was de gemiddelde ammoniakemissie 3,3 kg per zeug per jaar met een bovengrens van 3,8 kg. Dit betekent dat met 95% zekerheid gesteld kon worden dat de gemiddelde emissie op jaarbasis lager was dan 3,8 kg per zeug. Voor periode 2 kon gesteld worden dat de gemiddelde ammoniakemissie met 95% zekerheid hoger was dan 4,3 kg per zeug per jaar. Wanneer beide periodes in ogenschouw werden genomen lag de gemiddelde emissie met 90% zekerheid tussen 3,4 en 4,4 kg ammoniak per zeug per jaar.

De aanvang van de kraamperiode werd voor wat de ammoniakemissie betreft gesteld op 5 dagen voor de gemiddelde werpdatum. De zeugen waren toen al enige tijd op de afdeling. Dit betekende dat de stal bij rekenkundige aanvang van de kraamperiode niet meer schoon was en het moment waarop de ammoniakemissie nihil was en opliep tot een bepaald nivo niet is meegenomen. De gemeten emissie geeft dan een overschatting van de werkelijke situatie. Wanneer in plaats van 5 dagen voor de gemiddelde werpdatum, de emissie werd berekend over de eerste 5 dagen na opleg en de periode na de gemiddelde werpdatum was de emissie tijdens periode 1 en 2 respectievelijk 8 en 4% lager. Dit viel binnen het 90% betrouwbaarheidsinterval (Tabel 5).

## 4 Conclusie

De kraamzeugenstal met een mestschuifstelsel over een gladde vlakke vloer emitteerde per kraamzeugenplaats per dag gemiddeld 10,1 g NH<sub>3</sub> tijdens periode 1 en 13,9 g NH<sub>3</sub> tijdens periode 2. Op jaarbasis was de emissie respectievelijk 3,3 en 4,6 kg NH<sub>3</sub> per zeug, uitgaande van 10% leegstand.

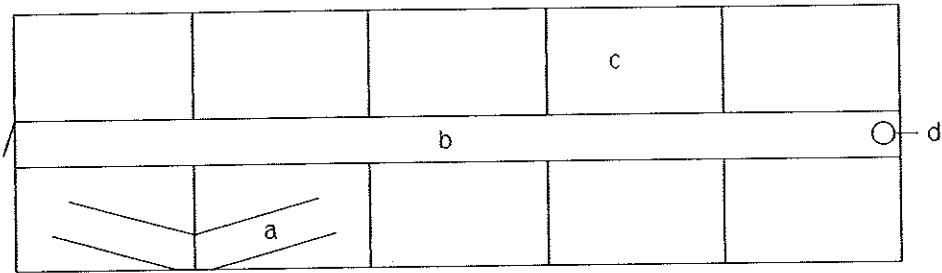
Met 90% zekerheid kon gesteld worden dat de gemiddelde ammoniakemissie lag tussen 3,4 en 4,4 kg per zeug per jaar.

Tijdens de periode met hogere buitentemperaturen emitteerde bij een ruim 3 maal zo hoog debiet minder ammoniak dan tijdens de koudere periode.

Nader onderzoek naar het effect van het luchtbewegingspatroon en de temperatuur van het emitterend oppervlak op de ammoniakemissie is wenselijk.

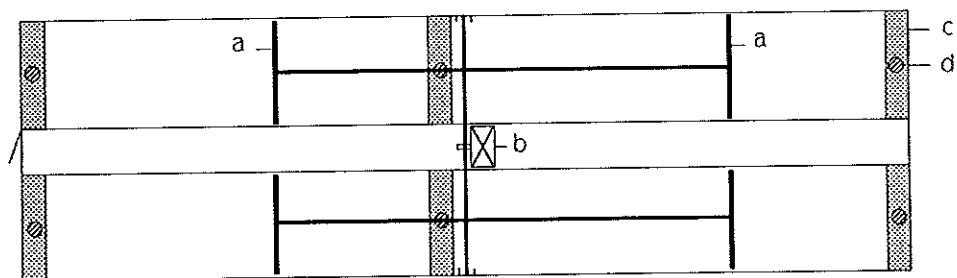
## Literatuur

- Aarnink, A.J.A., M.J.M. Wagemans & A. Keen, 1993. Factors affecting ammonia emission from housing for weaned piglets. In M.W.A. Verstegen, L.A. den Hartog, G.J.M. van Kempen & J.H.M. Metz (Eds.): Nitrogen flow in pig production and environmental consequences. EAAP Publication No. 69, Pudoc Scientific Publishers, Wageningen, The Netherlands, p. 286-294.
- Beoordelingsrichtlijn in het kader van Groen Label stallen, 1993. Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Den Haag, 32 pp.
- Boer, W.J. de, 1993. Box Jenkins tijdreeksanalyse, toegepast op de resultaten van ammoniakemissiemetingen in een rundveestal. IMAG-DLO Rapport 93-6, Wageningen, 32 pp.
- Boer, W.J. de, A. Keen & G.J. Monteny, 1994. Het effect van spoelen op de ammoniakemissie uit melkveestallen; het schatten van behandelingseffecten en nauwkeurigheden door tijdreeksanalyse. IMAG-DLO Rapport 94-6, Wageningen, 33 pp.
- De Praetere, K & W. van der Biest, 1990. Airflow patterns in piggeries with fully slatted floors and their effect on ammonia distribution. *Journal of Agricultural Engineering Research* 46: p. 31-44.
- Elzing, A., W. Kroodsma, R. Scholtens & G.H. Uenk, 1992. Ammoniakemissiemetingen in een modelsysteem van een rundveestal: Theoretische beschouwingen. IMAG-DLO Rapport 92-3, Wageningen, 25 pp.
- Handboek voor de varkenshouderij, 1993. Informatie en Kennis Centrum Veehouderij, Publikatie nr. 37, Ede, 362 pp.
- Heij, G.J. & T. Schneider, 1991. Dutch priority programme on acidification. Final report second phase Dutch priority programme on acidification no. 200-09.
- Hoeksma, P., N. Verdoes, J. Oosthoek & J.A.M. Voermans, 1992. Reduction of ammonia volatilization from pig houses using aerated slurry as recirculation liquid. *Livestock Production Science* 31: p. 121-132.
- Notitie Mest- en Ammoniakbeleid derde fase. Tweede kamer, vergaderjaar 1992-1993, 19882, nr. 34, SDU-Uitgeverij, 's-Gravenhage, 55 pp.
- Scholtens, R., 1993. NH<sub>3</sub>-converter + NO<sub>x</sub>-analyzer. In: E.N.J. van Ouwerkerk (Ed.): Meetmethoden NH<sub>3</sub>-emissie uit stallen. Onderzoek inzake de mest- en ammoniakproblematiek in de veehouderij 16, DLO, Wageningen, p. 19-22 en 59-62.



- a: zeugenbox
- b: voergang
- c: kraamhok
- d: ventilator

Bovenaanzicht stalinrichting, de stand van de zeugenbox is in twee kraamhokken weergegeven.



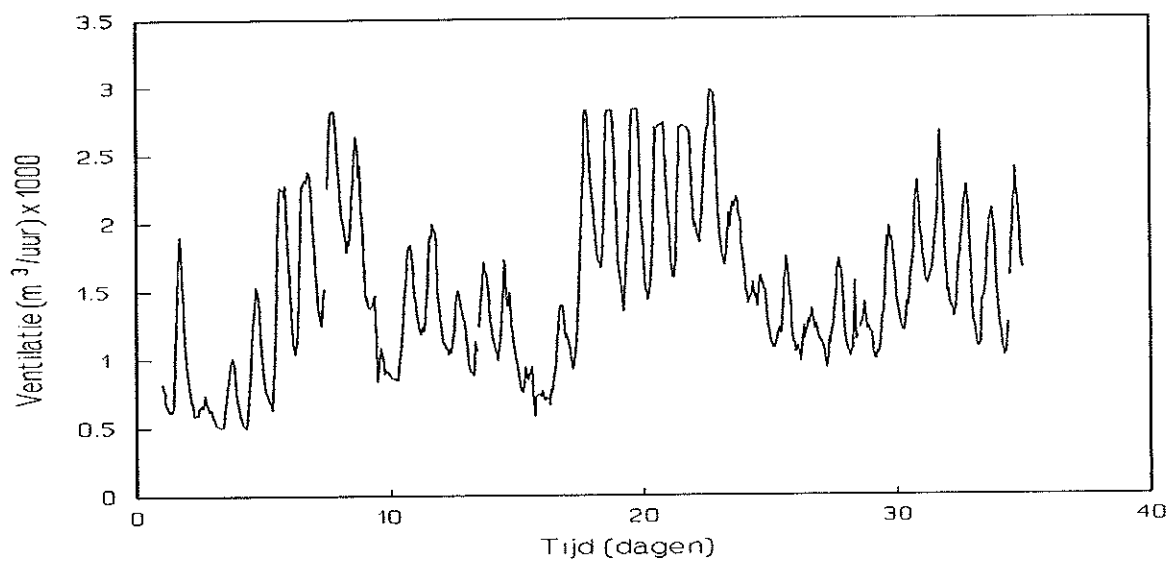
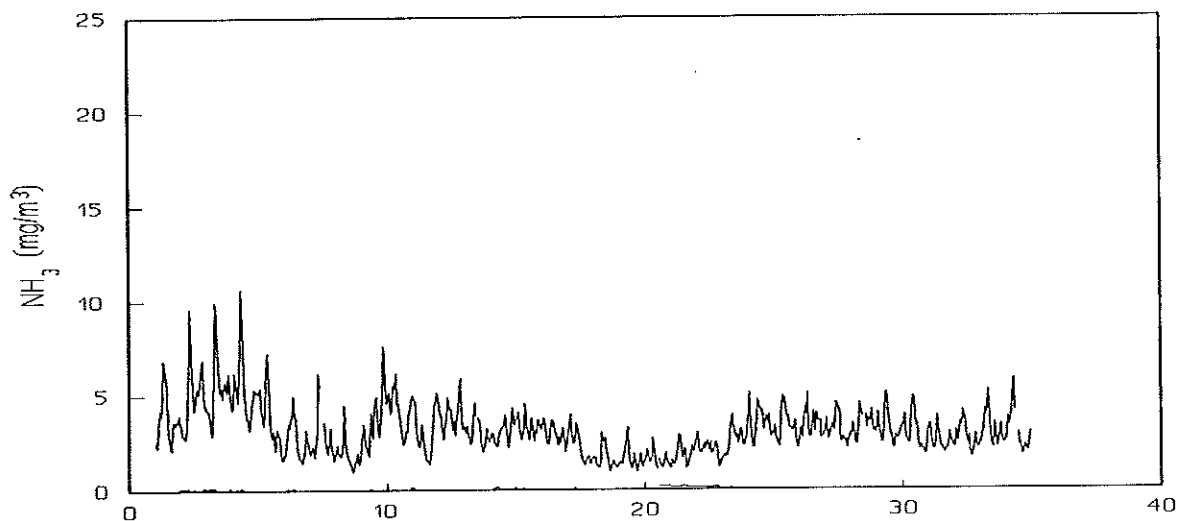
- a: mestschuif
- b: aandrijving mestschuif
- c: mestgoot
- d: rioleringsbuis

Bovenaanzicht van het mestschuifstelsel.

Bijlage B

NH<sub>3</sub>-concentratie en ventilatie debiet tijdens periode 1

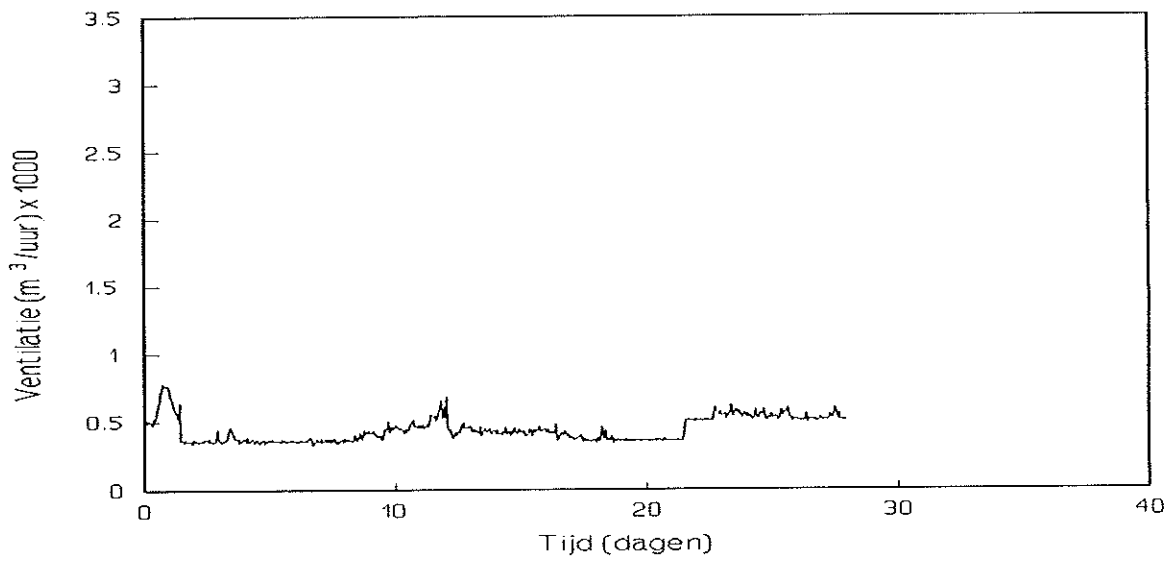
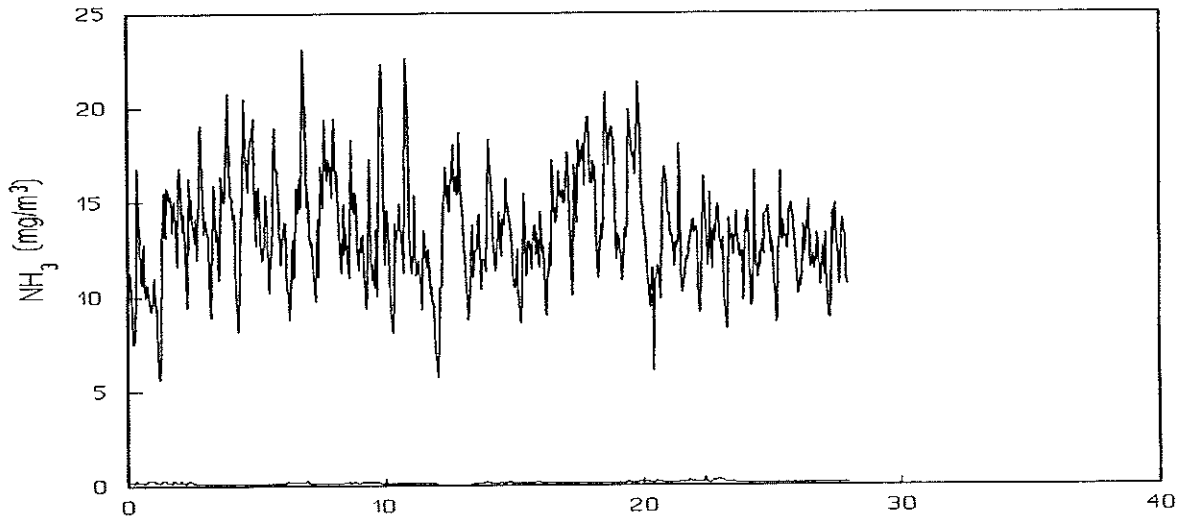
NH<sub>3</sub>-concentratie van de uitgaande lucht en ingaande lucht (boven) en het ventilatie debiet (onder)



Bijlage C

NH<sub>3</sub>-concentratie en ventilatie debiet tijdens periode 2

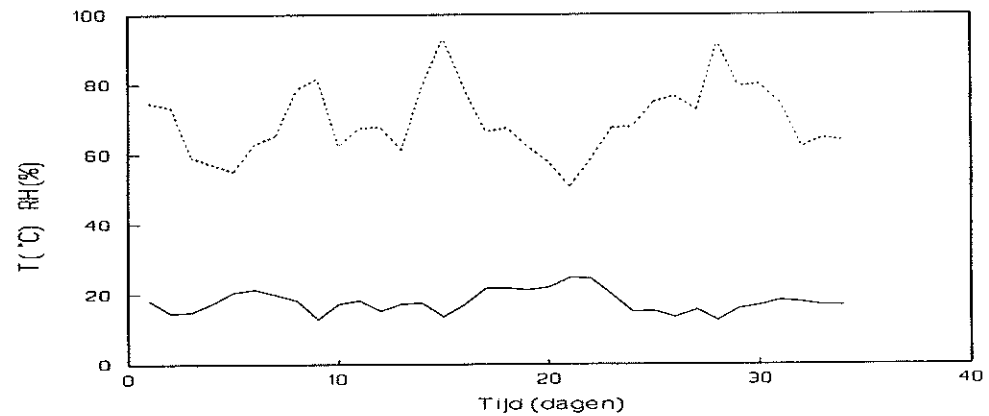
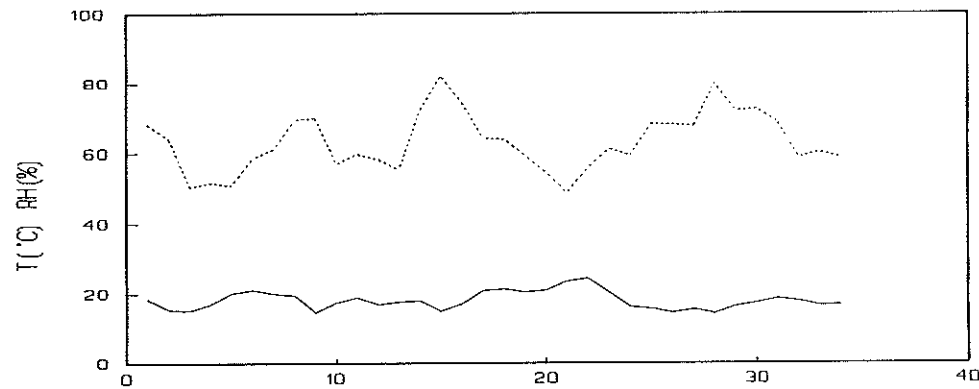
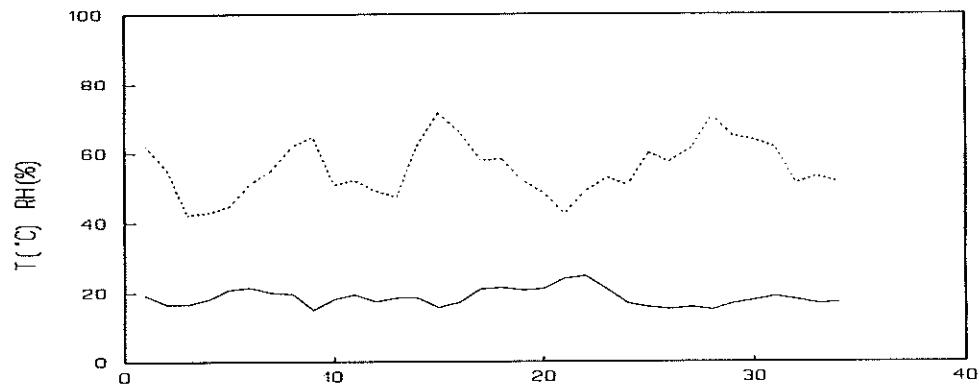
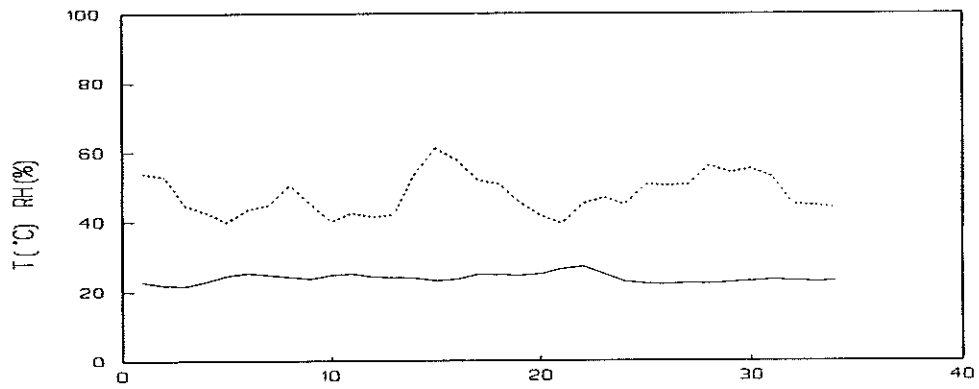
NH<sub>3</sub>-concentratie van de uitgaande lucht en ingaande lucht (boven) en het ventilatie debiet (onder)





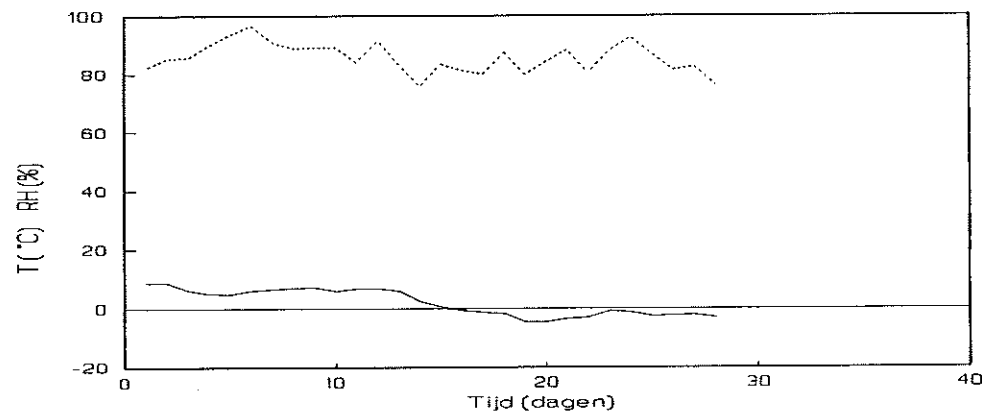
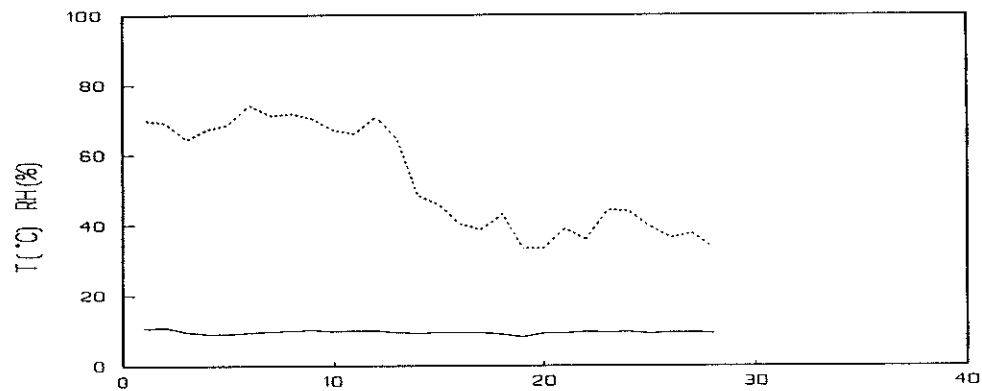
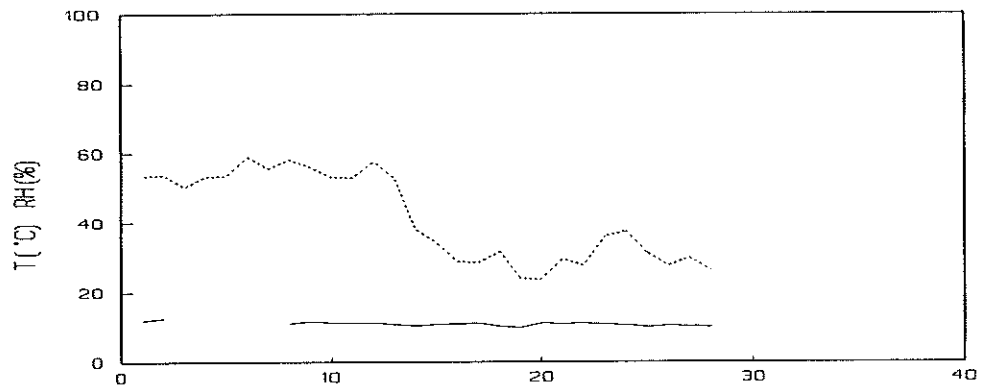
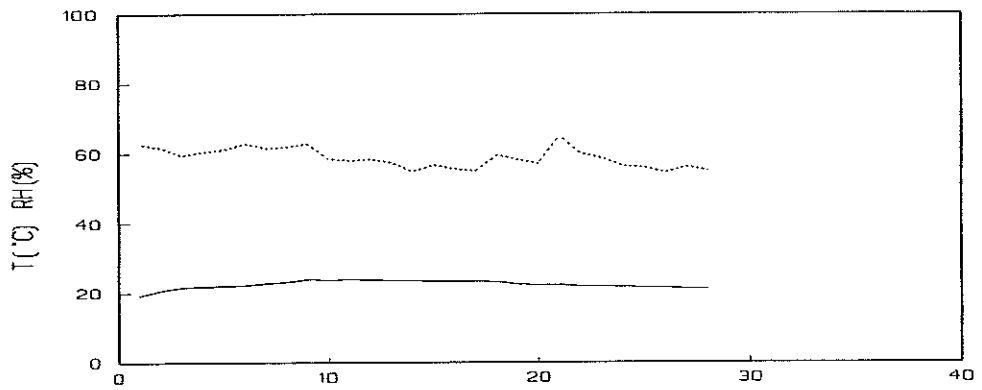
Bijlage D

Relatieve luchtvochtigheid en temperatuur tijdens periode 1  
van boven naar beneden: afdeling, ingaande lucht, centrale gang en buiten  
De relatieve luchtvochtigheid wordt weergegeven door een stippellijn



Bijlage E

Relatieve luchtvochtigheid en temperatuur tijdens periode 2  
van boven naar beneden: afdeling, ingaande lucht, centrale gang en buiten  
De relatieve luchtvochtigheid wordt weergegeven door een stippellijn



## Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen publikatieoverzicht

Groenestein, C.M. en H. Montsma. 1991 - Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen I: slachtkuikenstal met vloerventilatie. Wageningen, DLO, rapport 91-1001, 14 pp. excl. bijlage.

Groenestein, C.M. en H. Montsma. 1991 - Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen II: grupstal voor melkvee. Wageningen, DLO, rapport 91-1002, 14 pp. excl. bijlage.

Montsma, H. en C.M. Groenestein. 1992 - Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen III: biggenopfokstal met frekwentie en restloze mestverwijdering. Wageningen, DLO, rapport 92-1001, 12 pp. excl. bijlage

Groenestein, C.M. en H. Montsma. 1993 - Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen IIIa: aanvullend onderzoek aan een biggenopfokstal met frekwente en restloze mestverwijdering. Wageningen, DLO rapport 93-1001, 9 pp excl. bijlage.

Groenestein, C.M. en B. Reitsma. 1992 - Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen IV: kraamopfokstal met gladde hellende vloer, giergoot en mestschuiven. Wageningen, DLO, Rapport 92-1002, 14 pp. excl. bijlage.

Groenestein, C.M. en B. Reitsma. 1992 - Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen V: vleesvarkensstal met dikstrooiselsysteem. Wageningen, DLO, Rapport 92-1003, 18 pp. excl. bijlage

Groenestein, C.M. en H. Montsma. 1992 - Praktijkonderzoek naar de ammoniak uit stallen VI: vleesvarkensstal met diepstrooiselstalsysteem. Wageningen, DLO, Rapport 92-1004, 20 pp. excl. bijlage.

Montsma, H. en C.M. Groenestein. 1993 - Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen VII: konijnenstal met mestscheiding, frekwente mestverwijdering en luchtafzuiging boven de giergoot. Wageningen, DLO rapport 93-1002, 14 pp. excl. bijlage.

Reitsma, B. en C.M. Groenestein. 1993 - Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen VIII: vleesvarkensstal met overdrukventilatie en luchtverdeling via slangen. Wageningen, DLO rapport 93-1003, 14 pp. excl. bijlage.

Groenestein, C.M. en H. Montsma. 1993 - Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen IX: kraamzeugenstal met mestverwijdering door spoelen met dunne mestfractie via spoelgoten. Wageningen, DLO rapport 93-1004, 13 pp.

Groenestein, C.M. en B. Reitsma. 1993 - Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen X: potstal voor melkvee, Wageningen, DLO, Rapport 93-1005, 15 pp. excl. bijlage.

Groenestein, C.M. en J.M.G. Hol, 1994 - Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XI: zeugenstal met gereduceerd roosteroppervlak. Wageningen, DLO, Rapport 94-1001, 12 pp. excl. bijlage.