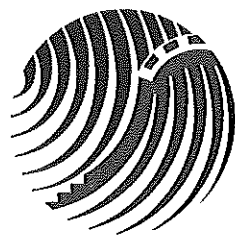


14
Praktijkonderzoek naar
de ammoniakemissie van
stallen XXVIII

Biggenopfokstal met mestverwijdering
door een hellende mestband

B. Reitsma
C.M. Groenestein

dlo



Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XXVIII

Biggenopfokstal met mestverwijdering
door een hellende mestband

B. Reitsma
C.M. Groenestein

Rapport 96-1004

© 1996

Dienst Landbouwkundig Onderzoek
Postbus 59, 6700 AB Wageningen

**Alle informatie beschikbaar bij
IMAG-DLO
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, 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	8
4 Conclusie	10
Literatuur	11
Bijlagen	

Samenvatting

Ammoniak is naast NO_x en 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 afdeling voor biggenopfok met een hellende mestband onder de roosters.

De mestband werd tussen 4:00 en 22:00 uur eenmaal in de twee uur afgedraaid om de dikke fractie van de mest uit de afdeling te verwijderen. De dunne fractie van de mest kon continu uit de afdeling stromen omdat de mestband in de breedte onder een afschot van 5% en in de lengte onder een afschot van 1% lag.

De afdeling bestond uit een rij van 7 verhoogd geplaatste hokken met volledig draadroostervloer en een werkgang. Er waren er 50 dierplaatsen.

Gedurende twee opfokperioden, van 8 november tot 12 december 1995 en van 24 januari tot 6 maart 1996 werd de ammoniakemissie gemeten. De ammoniakconcentratie werd continu gemeten met een NO_x -monitor en het ventilatiedebiet met een meetventilator. De ammoniakemissie werd berekend als het produkt van concentratie en ventilatie.

De snelheid waarmee ammoniak uit ureum gevormd wordt door microbiële omzettingen wordt urease-activiteit genoemd. Het verloop van de emissie tijdens periode 2 gaf aan dat de lengte van de leegstand mogelijk invloed had op de ontwikkeling van de urease-activiteit op de mestband. Tevens wordt de vraag gesteld of bactericide en bacteriostatische medicamenten invloed hebben op de vorming van ammoniak.

De ammoniakemissie per biggenplaats per dag was gedurende de perioden respectievelijk 0,7 en 0,5 g. Op jaarbasis was de ammoniakemissie, rekening houdend met 10% leegstand, respectievelijk 246 en 153 g.

1 Inleiding

De meest belangrijke verzurende componenten van ons milieu zijn SO_2 , NO_x (NO en NO_2) en NH_3 , samen met hun reactieproducten, in het kort SO_x , NO_y en NH_x genoemd. In 1993 was 86% van de verzuring door NH_x uit eigen land afkomstig en kwam 92% daarvan uit de landbouw. De bijdrage van NH_x aan de totale verzuring in Nederland bedroeg in 1993 47% (Heij & Schneider, 1995). 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 selecteert die wat betreft de NH_3 -emissievermindering perspectief bieden. Tegelijkertijd dienen de systemen geen andere negatieve milieu-effecten te veroorzaken. Deze begeleidingscommissie bestaat uit vertegenwoordigers van de overheid en het landbouwbedrijfsleven. Het onderzoek wordt vervolgens uitgevoerd door de DLO-stalmeetploeg.

In bovenstaand kader werd onderzoek verricht naar de ammoniakemissie van een afdeling voor biggenopfok met een hellende mestband onder de roosters. Het emissie-reducerend principe van dit systeem berustte op de continue afvoer van de dunne fractie van de mest en de frequente verwijdering van de dikke fractie van de mest uit de afdeling.

De gemeten ammoniakemissies werden vergeleken met de emissiefactor zoals die is opgenomen in de Wijziging Uitvoeringsregeling ammoniak en veehouderij (1996).

2 Materiaal en methode

Gedurende twee perioden, van 8 november tot 12 december 1995 en van 24 januari tot 6 maart 1996, werd de ammoniakemissie gemeten in een afdeling voor biggen (Hypor). In de afdeling was een hellende mestband onder de roosters aanwezig. De mestband werd tien maal per dag afgedraaid om de dikke fractie van de mest te verwijderen. De helling van de band diende om een continue afvoer van de dunne fractie van de mest mogelijk te maken.

De mestband, gemaakt van kunststof (polyolefine), was 1,3 m breed en 11,8 m lang waarvan een gedeelte (0,9 m) in een afgesloten bak buiten de afdeling lag. De dikke fractie van de mest uit de afdeling kwam in deze bak terecht. De mestband draaide om twee rollen (\varnothing 20 cm) waarvan er één werd aangedreven. Tijdens het ontmesten draaide de mestband half rond; het gedeelte van de mestband wat boven lag, lag na het ontmesten dus onder. De mestband werd met behulp van een roestvrijstalen schraper schoongemaakt. Deze schraper bevond zich aan de onderkant van de band. Op 14 oktober was de mestband met teflon gecoat. Door een slechte hechting was de coating er al na enkele weken afgesleten. In Bijlage A is een schematisch overzicht van de afdeling en de mestband weergegeven. Tussen 4:00 en 22:00 uur werd eenmaal in de twee uur ontmest. Omdat 's nachts weinig mest werd verwacht, werd de mestband tussen 22:00 en 4:00 uur niet afgedraaid.

De mestband lag in de breedte onder een afschot van 5% en in de lengte onder een afschot van 1%. Door de helling van de band stroomde de dunne fractie van de mest direct uit de afdeling. De dunne fractie werd in een aparte put opgevangen die door een stankslot niet in verbinding stond met de lucht in de afdeling.

In de afdeling waren de zijkanten van de mestband met kunststof platen afgedekt om te voorkomen dat mest en urine tussen de mestband en de wand terecht kwamen (Bijlage A). Het met mest bevuilbaar bandoppervlak in de afdeling was 1,2 m bij 10,9 m. De mestband werd, tegelijkertijd met de afdeling, na iedere opfokronde met water schoongespoten (gemiddeld waterverbruik 8,5 l per big). De mestband werd gereinigd zonder de roosters te verwijderen.

De afdeling bestond uit een rij van 7 verhoogd geplaatste hokken met volledig draadroostervloer en een werkgang. De eerste 6 hokken waren 1,50 m breed en 1,42 m diep en het laatste hok was 1,88 m breed en 1,42 m diep. Tijdens de eerste opfokperiode werden 51 biggen opgelegd en tijdens de tweede opfokperiode 52. Op basis van een minimaal beloopbaar oppervlak van 0,30 m² per big (Varkensbesluit, 1994) waren er 50 dierplaatsen. Voor de berekening van de ammoniakemissie is uitgegaan van dit aantal dierplaatsen.

De afdeling werd geventileerd met een ventilator met een diameter van 35 cm (maximale capaciteit 3.500 m³/uur). De lucht werd onder de roosters afgezogen (onderafzuiging). De ventilatielucht kwam vanuit de centrale zijgang via een balansklep boven het plafond van de afdeling. Via plafondventilatie (geperforeerde kunststoffolie) kwam de lucht de afdeling in. De ingaande lucht kon in de centrale gang met een radiator voorverwarmd worden. De afdeling kon verwarmd worden met een warmwaterbuis tegen de achterwand op 1,4 m boven de roosters. Via een raam kwam daglicht in de afdeling.

Eenmaal per dag tussen 11:00 en 14:00 uur werd voer verstrekt in een brijbak (\varnothing 25 cm) van waaruit het voer en water onbeperkt kon worden opgenomen. In Tabel 1 zijn het stikstofgehalte en de energiewaarde van het voer, de gemiddelde voergift en het waterverbruik tijdens de eerste opfokperiode weergegeven. Omdat er op het bedrijf problemen waren met slingerziekte werd tijdens de eerste helft van de tweede opfokperiode overgeschakeld op een ander voer. Tabel 2 geeft een overzicht van de verstrekte voedders tijdens die periode. In de afdeling waar de metingen plaatsvonden

waren geen problemen met slingerziekte maar hiertegen werd wel, tijdens beide perioden de eerste 10 dagen na opleg, preventief Colistine verstrekt. Daarnaast kregen de biggen van de tweede periode de eerste 10 dagen na opleg Trimethosulf Topdressing verstrekt tegen streptococconen.

Tabel 1. Gemiddelde hoeveelheid water (l) en biggenvoer (kg) per dier per dag tijdens de eerste periode, energiewaarde (EW) per kg voer en eiwitgehalte (re) in g/kg.

	Hoeveelheid	EW	re
Groekorrel 1	0,15	1,10	180
Start-plus korrel	0,44	1,14	178
Water	1,0	-	-

Tabel 2. Gemiddelde hoeveelheid water (l) en biggenvoer (kg) per dier per dag tijdens de tweede periode, energiewaarde (EW) per kg voer en eiwitgehalte (re) in g/kg.

	Hoeveelheid	EW	re
Groekorrel 1	0,20	1,10	180
Groeimeel	0,13	1,07	176
Groekorrel 2	0,26	1,12	179
Water	1,1	-	-

In Tabel 3 zijn de bedrijfsresultaten van de eerste en tweede periode weergegeven.

Tabel 3. Bedrijfsresultaten van beide perioden.

	Periode 1	Periode 2
Aantal biggen opgelegd	51	52
Opleggewicht (kg)	11,1	9,8
Aflevergewicht (kg)	23,1	23,8
Aantal ligdagen	31	30
Groei (g/dag)	387	465
Voerverbruik (kg/big)	18,2	19,3
Uitval (%)	2	4

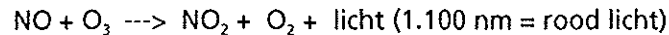
Gemiddeld duurt een biggenopfokperiode 5 à 6 weken. In het onderhavige onderzoek was dit korter omdat de dieren wat zwaarder dan gemiddeld werden opgelegd. Het gemiddeld aantal ligdagen (30) tijdens periode 2 was niet gelijk aan de lengte van de meetperiode (33 dagen) omdat 16 biggen 9 dagen eerder werden afgeleverd.

Gedurende de meetperiode zijn de volgende variabelen continu gemeten:

- NH₃-concentratie van de uitgaande lucht (mg/m³);
- NH₃-concentratie van de ingaande lucht (mg/m³);
- ventilatiedebiet (m³/uur);
- relatieve luchtvochtigheid (RV) in de afdeling, van de ingaande lucht, van de uitgaande lucht en buiten (%);
- temperatuur (T) in de afdeling, van de ingaande lucht, van de uitgaande lucht en buiten (°C).

De NH₃-concentratie werd gemeten met behulp van een NO_x-monitor (monitor labs nitrogen oxides analyzer model 8840). De meting is gebaseerd op de chemilumi-

nescentie-reactie tussen O_3 en NO :



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

Om NH_3 te kunnen meten moet het eerst door een convertor worden omgezet in NO . In de convertor passeert de luchtstroom een filter waarna het verhit wordt tot $775^\circ C$. Bij deze temperatuur wordt NH_3 aan een roestvrijstalen katalysator geoxideerd tot NO . De convertor is zo dicht mogelijk bij het monsternamepunt gemonteerd om het transport van NH_3 tot een minimum te beperken. NH_3 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 ingaande lucht bevond zich vlak boven de balansklep. Het in de convertors gevormde stabiele NO werd door verwarmde en geïsoleerde teflonslangen naar de monitor geleid en gemeten. De maximaal meetbare concentratie was 50 ppm.

Om het ventilatiedebiet te meten werd onder de bestaande ventilatiekoker met een diameter van 35 cm, via een verloopstuk, een ventilatiekoker en een meetventilator met een diameter van 30 cm geplaatst. Dit werd gedaan omdat er regelmatig minder dan 10% van de maximumcapaciteit werd geventileerd waardoor het aantal omwentelingen van een meetventilator met een diameter van 35 cm te laag is om nauwkeurig het ventilatiedebiet te kunnen meten. Per omwenteling van de meetventilator werden vier pulsen afgegeven welke werden geregistreerd. De relatie tussen het aantal pulsen en het debiet werd bepaald met behulp van een windtunnel (Berckmans et al., 1991; Scholtens & van 't Klooster, 1993). De relatie tussen het ventilatiedebiet (m^3/uur) en het geregistreerde aantal pulsen was:

$$V = 2,3 * (\text{aantal pulsen}/10 \text{ sec})$$

De temperatuur en de relatieve luchtvochtigheid werden continu gemeten met temperatuur- en vochtsensoren (Hygromer Rotronic®). De sensoren hingen op ca. 1,5 m hoogte in het midden van de afdeling, bij de ventilator, boven het plafond van de afdeling en buiten.

De meetapparatuur werd bestuurd door een programmeerbare datalogger. Alle verzamelde gegevens werden hierin opgeslagen. Eén keer per twee minuten werden alle variabelen gemeten. Na een uur werden de waarden gemiddeld en weggeschreven.

Elke week werd de apparatuur gecontroleerd en de monitor gekalibreerd met 39,2 ppm NO gas. De absolute afwijking tijdens de kalibratie was gemiddeld 2%, hiervoor werd gecorrigeerd. Bij de ijking van de convertors bleek dat voor aanvang van de metingen gemiddeld 91% van de aangeboden NH_3 als NO_x werd gemeten; na de metingen werd 90% gemeten. Ook hiervoor werd gecorrigeerd.

De NH_3 -concentratie-meting van de uitgaande lucht vond in duplo plaats. De concentraties waren gelijk ($P < 0,001$). De NH_3 -emissie is het produkt van de gemiddelde NH_3 -concentratie en het ventilatiedebiet. Er werd gecorrigeerd voor de NH_3 -concentratie van de ingaande lucht. De totale emissie van NH_3 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 de gemiddelden geïnterpoleerd.

In Tabel 4 zijn gemiddelden van de temperatuur en het ventilatiedebiet weergegeven.

Tabel 4. Gemiddelde ventilatiedebiet (m³/uur per gemiddeld aanwezig dier) en temperatuur (°C) gedurende periode 1 en 2.

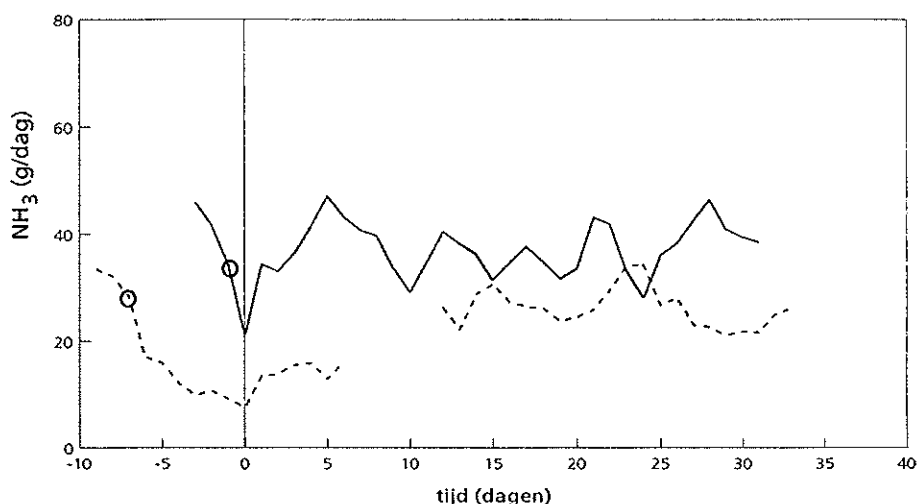
		Periode 1	Periode 2
Ventilatiedebiet		7,0	9,3
	afdeling	25,1*	24,1
	uitgaande lucht	21,4	19,3
Temperatuur	ingående lucht	19,0	22,0
	buiten	3,9	1,7
	afdeling	42,2*	32,7
	uitgaande lucht	52,8	45,2
Relatieve luchtvochtigheid	ingående lucht	34,2	21,9
	buiten	91,2	85,5
Lengte periode (dagen)		31	33

* registratie vanaf 20 november

Tijdens de tweede periode werd meer geventileerd dan tijdens de eerste periode, terwijl de buitentemperatuur lager was. De temperatuur van de ingaande lucht was echter wel hoger (Bijlage C), omdat deze gedurende de tweede periode continu verwarmd werd. Opvallend was dat de temperatuur van de uitgaande lucht de tweede periode ca. 2 °C lager was dan gedurende de eerste periode en zelfs lager dan de temperatuur van de ingaande lucht. Dit is mogelijk te wijten aan het feit dat de sensor voor de uitgaande lucht (die onder de ventilatiekoker geplaatst was) vlak bij de buitenmuur hing en daardoor beïnvloed werd door de temperatuur van de buitenlucht. De RV van de lucht in de afdeling was laag, vooral de tweede periode. In de Bijlage is zichtbaar dat deze de eerste week rond de 25% schommelde.

3 Resultaten en discussie

In Bijlage B zijn de NH_3 -concentraties en het ventilatiedebiet per uur weergegeven. Figuur 1 geeft het verloop van de dagelijkse emissie weer waarbij de eerste periode wordt weergegeven door een doorgetrokken lijn en de tweede periode door een stippellijn.



Figuur 1. Gemiddelde NH_3 -emissie per dag uit de afdeling tijdens de eerste periode (doorgetrokken lijn) en de tweede periode (stippellijn). Links van de verticale lijn is het verloop van de emissie voorafgaand aan beide perioden weergegeven. Na 'O' werden de biggen verwijderd en de afdeling schoongemaakt.

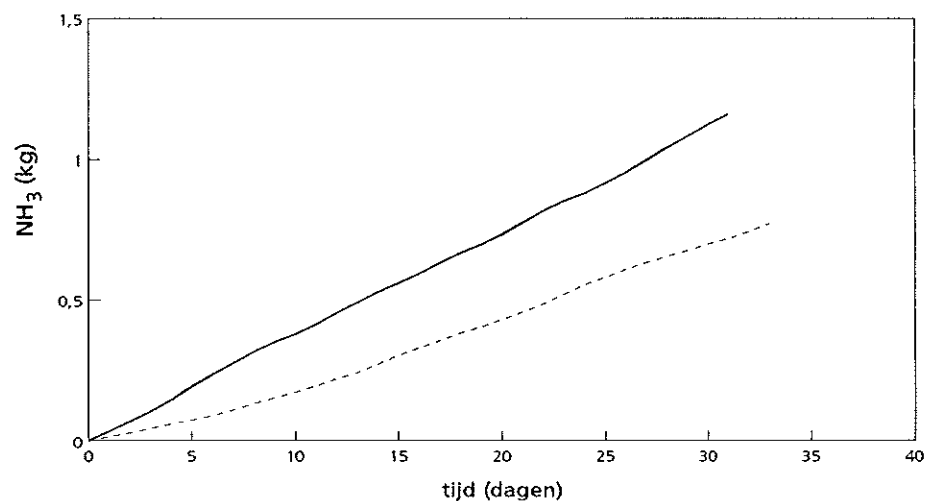
De periode voor aanvang van de biggenopfokperiode is ook opgenomen in de figuur omdat het management op dat moment mogelijk van invloed was op de emissie aan het begin van de daaropvolgende periode. In de figuur is de laatste dag van de voorgaande opfokperiode aangegeven met een 'O', daarna werden de biggen verwijderd en de afdeling schoongemaakt. Dit betekent dat voor aanvang van de eerste periode de afdeling slechts één dag leeg was. Voor aanvang van de tweede periode was dit zes dagen. In de figuur is zichtbaar dat de emissie direct bij aanvang van de eerste periode op dag 1 vergelijkbaar was met het nivo van de emissie op het einde van de voorgaande ronde. Voor periode 2 was dit niet het geval. Nadat de afdeling was schoongemaakt bleef de emissie gedurende de leegstand dalen. Bij aanvang van de tweede periode op dag 1 nam de emissie licht toe, maar bleef tot dag 6 op een laag nivo. Het verloop van de emissie tussen dag 7 en 12 ontbreekt door een technische storing. Op dag 12 was het nivo van de emissie vergelijkbaar met het nivo van de voorgaande ronde.

Het direct op nivo zijn van de emissie in periode 1 en het langzaam op gang komen van de emissie in periode 2 kan veroorzaakt worden door verschil in ontwikkeling van de urease-activiteit. Dit betekent het verschil in snelheid waarmee door microbiële omzettingen ammoniak uit ureum gevormd wordt. Eerder onderzoek van Ketelaars en Rap (1994) toonde aan dat op oppervlakken die regelmatig met faeces en urine bevuild worden, een laag kan ontstaan met een groot aantal micro-organismen die urease produceren. Omdat de mestband voor aanvang van de tweede periode schoongemaakt was en enkele dagen niet bevuild werd en kon drogen, was mogelijk een situatie ontstaan van een lage microbiële activiteit ter plekke. Als een schone vloer bevuild wordt met faeces en urine neemt de microbiële activiteit toe tot na ca. 8 dagen een stationaire situatie bereikt wordt (Elzing & Swierstra, 1993). Uit onderzoek van Reitsma et al., (1994) bleek dat na het schoonmaken met water van een met mest bevuilde vloer nog steeds urease-activiteit aanwezig was. Wanneer dus kort na het schoonmaken van de band weer biggen in de afdeling komen die gaan urineren en mesten wordt de ureum weer snel omgezet. Wanneer dit echter bijna een week duurt zal er een verminderde microbiële activiteit zijn, omdat de band enige tijd volkomen

droog is geweest. Deze activiteit zal dan weer opgebouwd moeten worden. Dit zou een verklaring kunnen zijn voor het feit dat de emissie bij aanvang van de tweede periode lager is dan die van de eerste periode en langzaam toeneemt, bij een vergelijkbaar ventilatiedebiet (Bijlage B). Daar kan nog aan worden toegevoegd dat de lage relatieve luchtvochtigheid in de afdeling (Tabel 4) de ontwikkeling van de microbiële activiteit kan vertragen.

Met betrekking tot de ontwikkeling van de microbiële activiteit dient ook nog vermeld te worden dat de eerste tien dagen van beide opfokperioden medicamenten werden verstrekt tegen slingerziekte en dat de tweede periode daarbij een middel verstrekt werd tegen streptococcon. Niet bekend is welke uitwerking deze bactericide en bacteriostatische medicamenten onder deze omstandigheden op de urease-activiteit hebben, maar een effect is niet uit te sluiten.

In Figuur 2 is de cumulatieve emissie van beide perioden weergegeven.



Figuur 2. Cumulatieve ammoniakemissie van periode 1 (doorgetrokken lijn) en periode 2 (stippelijijn).

In Tabel 5 is de ammoniakemissie per periode en per biggenplaats cijfermatig weergegeven. Bij berekening van de jaarcijfers met de dagcijfers uit de tabel ontstaan afwijkingen door afrondingen.

Tabel 5. Ammoniakemissie per periode, per biggenplaats per dag en per biggenplaats per jaar.

	Periode 1	Periode 2
Lengte meetperiode (dagen)	31	33
Totale NH ₃ -emissie (kg)	1,2	0,8
NH ₃ -emissie per biggenplaats (g/dag)	0,7	0,5
NH ₃ -emissie per biggenplaats (g/jaar) met 0% leegstand	274	171
NH ₃ -emissie per biggenplaats (g/jaar) met 10% leegstand	246	153

De ammoniakemissie per biggenplaats per dag was gedurende de twee perioden respectievelijk 0,7 en 0,5 g. In de Wijziging Uitvoeringsregeling ammoniak en veehouderij (1996) is voor biggen een emissiefactor van 600 g vastgelegd. Hierbij is een leegstandperiode van 10% ingecalculleerd. Uit Tabel 5 blijkt dat gedurende periode 1 en 2 de emissie respectievelijk 246 en 153 g was, uitgaande van 10% leegstand. Dit betekent ten opzichte van de emissiefactor een reductie van respectievelijk 59% en 75%.

4 Conclusie

De ammoniakemissie per biggenplaats per dag was gedurende de twee perioden respectievelijk 0,7 en 0,5 g. Op jaarbasis was de ammoniakemissie, rekening houdend met 10% leegstand, respectievelijk 246 en 153 g.

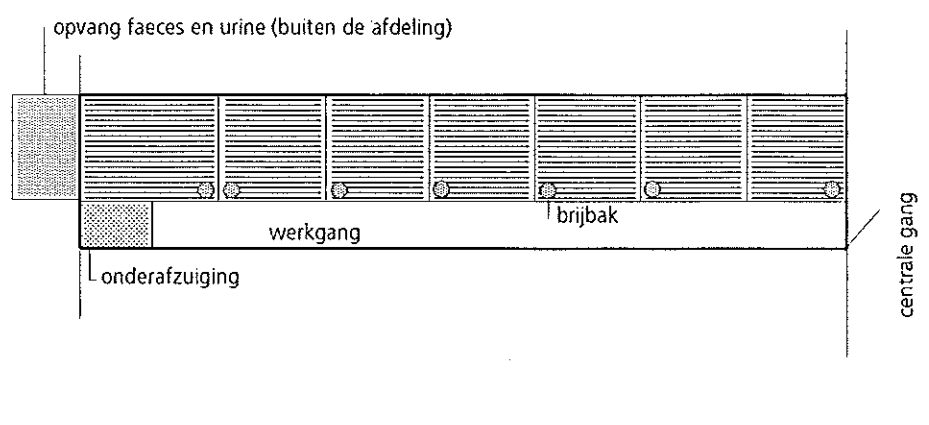
In dit onderzoek werd aangegeven dat de lengte van de leegstand tussen twee opfokperioden en medicatie van de dieren mogelijk invloed kunnen hebben op de ontwikkeling van de urease-activiteit en daarmee op de ammoniakemissie.

Literatuur

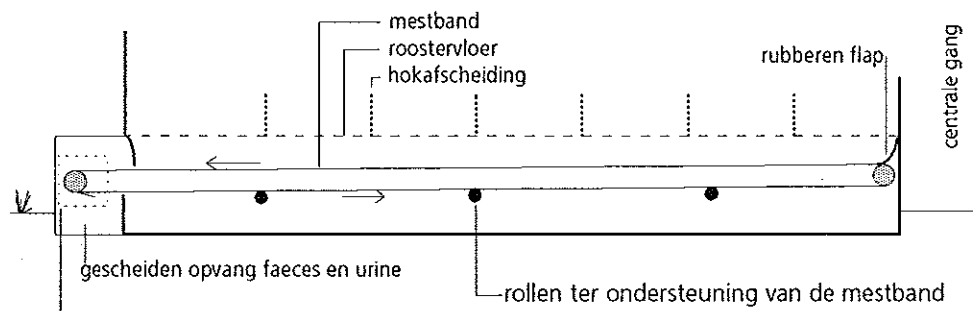
- Berckmans, D., Ph. Vandenbroeck & V. Goedgeels, 1991. Sensor for continuous measurement of the ventilation rate in livestock buildings. *Indoor Air* 3:323-336.
- Elzing, A. & D. Swierstra, 1993. Ammoniakemissiemetingen in een modelsysteem van een varkensstal; de invloed van vloerbevuilding en het vloertype. IMAG-DLO Rapport 93-2, Wageningen, 24 pp.
- Heij, G.J. & T. Schneider, 1995. Dutch priority programme on acidification. Final report third phase Additional programme on acidification no. 300-05, 160 pp.
- Ketelaars, J.J.M.H. & H. Rap, 1994. Ammonia volatilization from urine applied to the floor of a dairy cow barn. In: *Grassland and Society. Proceedings of the 15th general meeting of the European Grassland Federation, June 6-9, 1994.*
- Notitie Mest- en Ammoniakbeleid derde fase. Tweede kamer, vergaderjaar 1992-1993, 19882, nr. 34, SDU-Uitgeverij, 's-Gravenhage, 55 pp.
- Reitsma, B., J.M.G. Hol & C.M. Groenestein, 1994. Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XVI: vleesvarkensstallen met mestverwijdering door verschillende mestschuifsystemen. Wageningen, DLO, Rapport 94-1007, 19 pp. excl. bijlage.
- Scholtens, R., 1993. NH₃-converter + NO_x-analyser. In: E.N.J. van Ouwerkerk (Ed.): Meetmethoden NH₃-emissie uit stallen. Onderzoek inzake de mest- en ammoniakproblematiek in de veehouderij 16, DLO, Wageningen, p. 19-22.
- Scholtens, R. & C.E. van 't Klooster, 1993. Meetventilator. In: E.N.J. van Ouwerkerk (Ed.): Meetmethoden NH₃-emissie uit stallen. Onderzoek inzake de mest- en ammoniakproblematiek in de veehouderij 16, DLO, Wageningen, p. 59-62.
- Wijziging Uitvoeringsregeling ammoniak en veehouderij, 1996. Staatscourant 49. Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer en het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Den Haag, p. 15-17.

Bijlage A

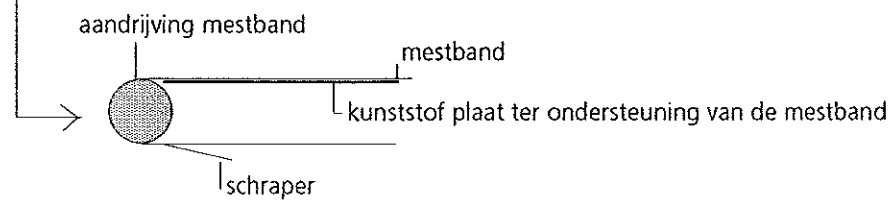
bovenaanzicht van de afdeling



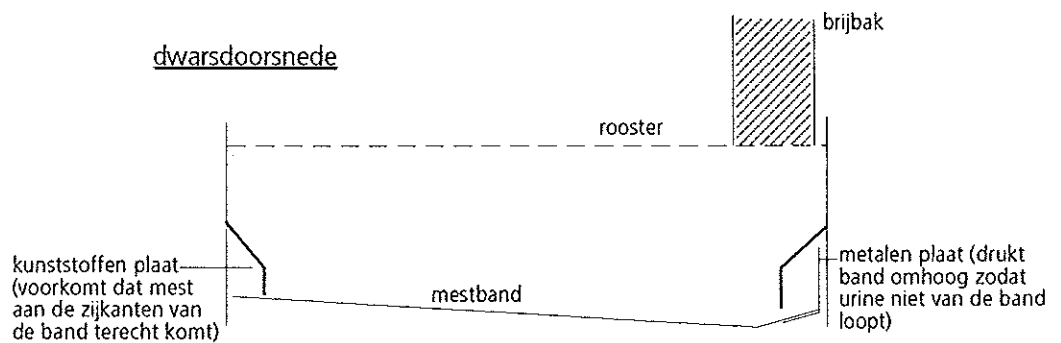
lengtedoorsnede van de afdeling met de mestband



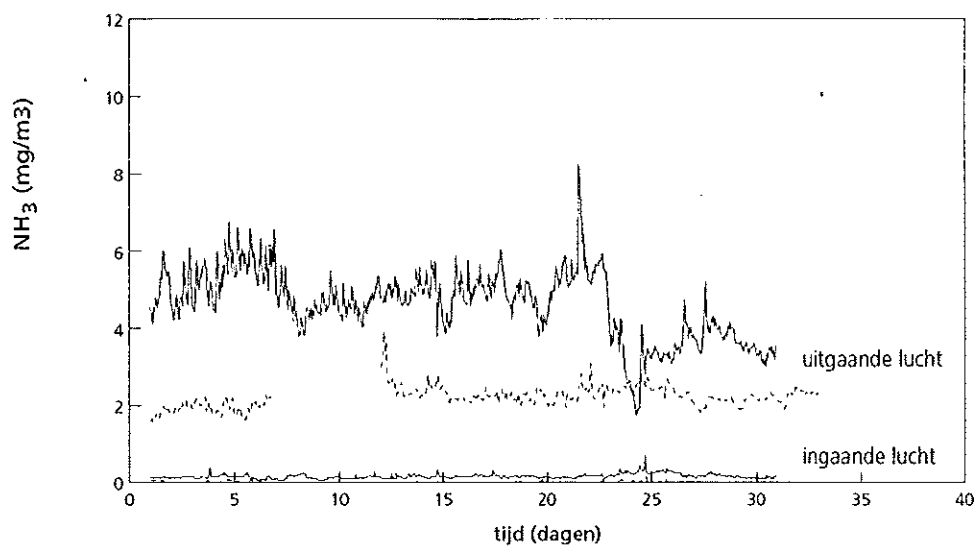
detail mestband



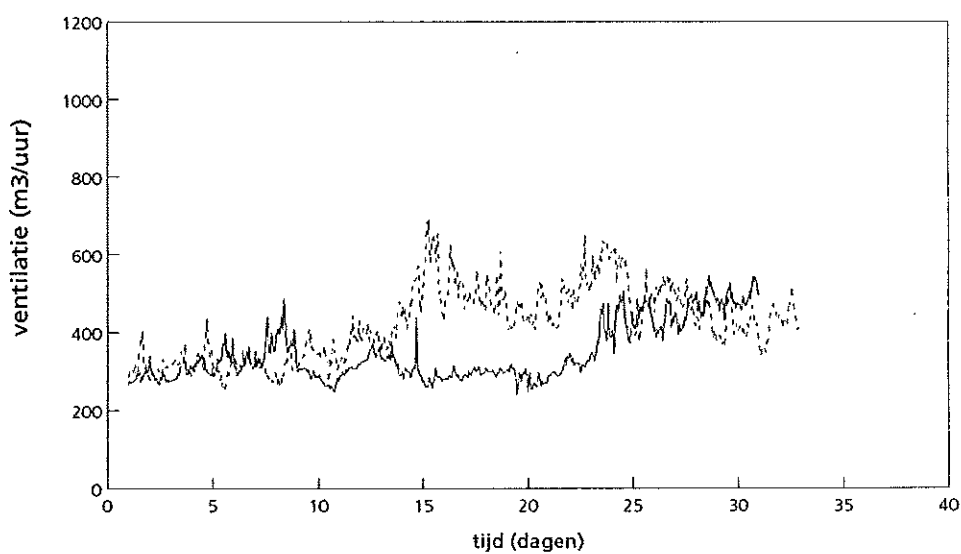
dwarsdoorsnede



Bijlage B

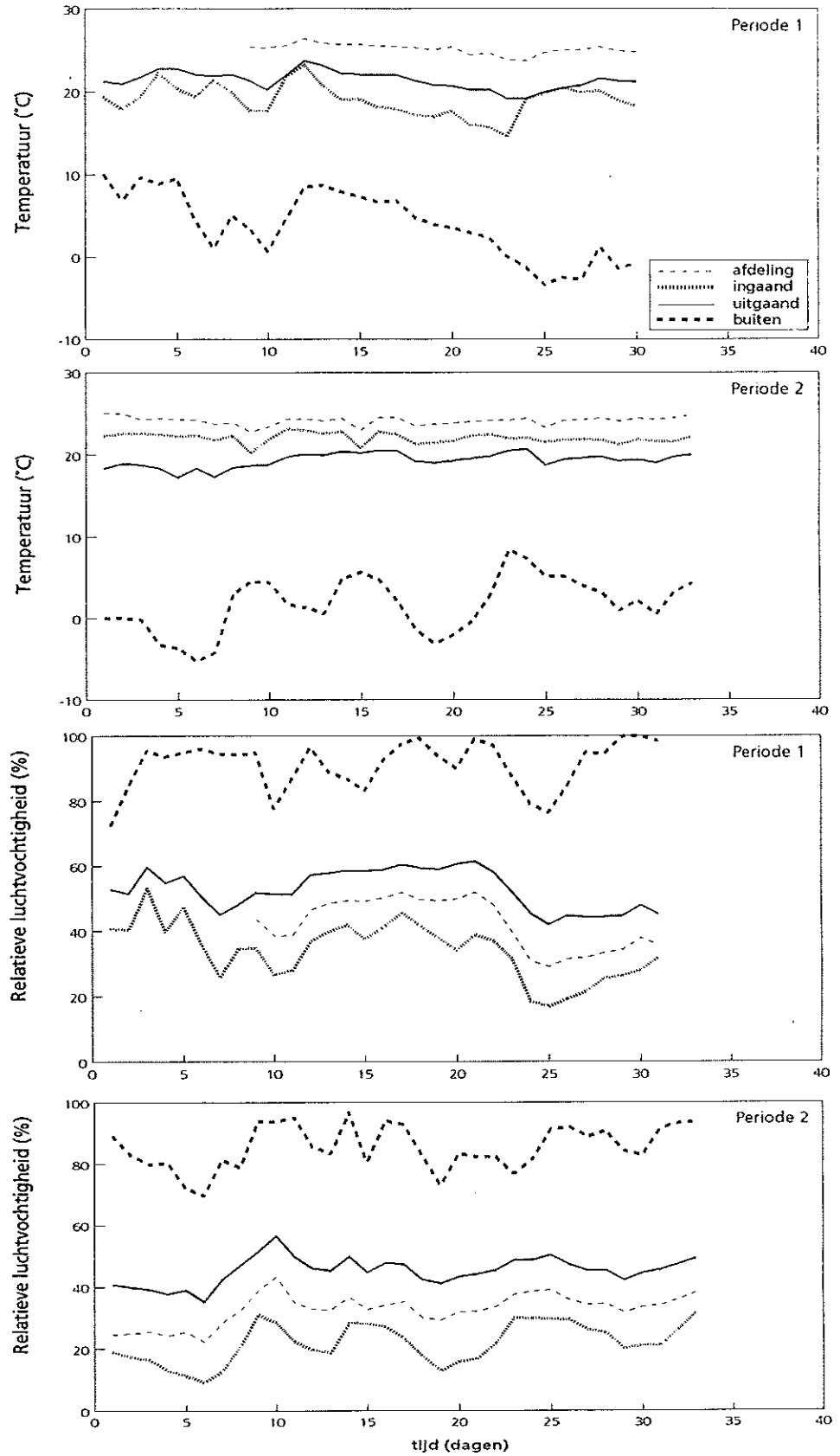


NH_3 -concentratie van de uitgaande lucht (gemiddelde van de twee monsternamenpunten) en ingaande lucht tijdens de eerste periode (doorgetrokken lijn) en de tweede periode (stippellijn).



Ventilatie-debiet tijdens de eerste periode (doorgetrokken lijn) en de tweede periode (stippellijn).

Bijlage C



Daggemiddelden van de temperatuur tijdens de eerste en tweede periode en de relatieve luchtvochtigheid tijdens de eerste en tweede periode.

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 frekwente 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.

Reitsma, B. en C.M. Groenestein, 1994 - Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen IVa: aanvullend onderzoek aan een kraamopfokstal met gladde hellende vloer, giergoot en mestschuiven.
Wageningen, DLO, Rapport 94-1003, 13 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 diepstrooiselsysteem.
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.

Reitsma, B., J.M.G. Hol en C.M. Groenestein, 1994 - Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XII: kraamzeugenstal met mestverwijdering door schuiven over een gecoatete putvloer.
Wageningen, DLO, Rapport 94-1002, 11 pp. excl. bijlage.

Groenestein, C.M., 1994 - Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XIII: zeugenstal met mestverwijdering door schuiven over een gecoate putvloer.

Wageningen, DLO, Rapport 94-1004, 11 pp. excl. bijlage.

Hol, J.M.G. en C.M. Groenestein, 1994 - Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XIV: biggenopfokstal met mestverwijdering door spoelen met dunne mestfractie via spoelgoten.

Wageningen, DLO rapport 94-1005, 12 pp. excl. bijlage.

Groenestein, C.M. en J.W.H. Huis in 't Veld, 1994 - Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XV: potstal voor zoogkoeien.

Wageningen, DLO, Rapport 94-1006, 14 pp. excl. bijlage.

Reitsma, B., J.M.G. Hol en C.M. Groenestein, 1994 - Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XVI: vleesvarkensstal met mestverwijdering door schuifsystemen.

Wageningen, DLO, Rapport 94-1007, 19 pp. excl. bijlage.

Hol, J.M.G., R. Bleijenberg en C.M. Groenestein, 1994 - Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XVII: vleeskuikenouderdierenstal met halfroostervloer.

Wageningen, DLO rapport 94-1008, 11 pp. excl. bijlage.

Hol, J.M.G. en C.M. Groenestein, 1995 - Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XVIII: compactbatterij voor leghennen met tweemaal daags verwijderen van natte mest.

Wageningen, DLO rapport 95-1001, 11 pp. excl. bijlage.

Reitsma, B. en C.M. Groenestein, 1995 - Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XIX: hellingstal voor vleesvarkens.

Wageningen, DLO, Rapport 95-1002, 13 pp. excl. bijlage.

Hol, J.M.G. en C.M. Groenestein, 1995 - Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XX: stal voor guste en dragende zeugen met mestopslag onder betonroosters.

Wageningen, DLO rapport 95-1003, 10 pp. excl. bijlage.

Groenestein, C.M. en B. Reitsma, 1995 - Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XXI: zeugenstal met mestverwijdering door spoelen met dunne mestfractie via spoelgoten.

Wageningen, DLO, Rapport 95-1004, 14 pp. excl. bijlage.

Reitsma, B., C.M. Groenestein en J.W.H. Huis in 't Veld, 1995 - Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XXII: zeugenstal, kraamzeugenstal en biggenopfokstal met reductie van mestoppervlak en verdunning van mest.

Wageningen, DLO, Rapport 95-1005, 23 pp. excl. bijlage.

Hol, J.M.G., J.W.H. Huis in 't Veld en C.M. Groenestein, 1995 - Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XXIII: Bandbatterij voor leghennen met geoptimaliseerde mestdroging.

Wageningen, DLO rapport 95-1006, 12 pp. excl. bijlage.

Huis in 't Veld, J.W.H. en C.M. Groenestein, 1995 - Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XXIV: vleesvarkensstal met verdunning van mest door opvang in ammoniakvrije vloeistof.

Wageningen, DLO, Rapport 95-1007, 15 pp. excl. bijlage.

Reitsma, B., J.M.G. Hol en C.M. Groenestein, 1996 - Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XXV: zeugenstal, kraamzeugenstal en biggenopfokstal met pH-verlaging van de mest door spoelen met aangezuurde dunne mestfractie.

Wageningen, DLO, Rapport 96-1001, 26 pp. excl. bijlage.

Reitsma, B. en C.M. Groenestein, 1996 - Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XXVI: zeugen- en kraamzeugenstal met mestverwijdering door schuiven en reductie van mestoppervlak.

Wageningen, DLO, Rapport 96-1002, 15 pp. excl. bijlage.

Groenestein, C.M. en J.W.H. Huis in 't Veld, 1996 - Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XXVII: Vleesvarkensstal met koeling van mestoppervlak in de kelder.

Wageningen, DLO, Rapport 96-1003, 15 pp. excl. bijlage.