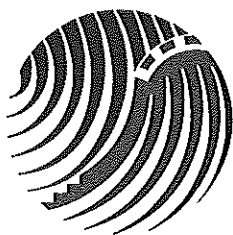


Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XXXV

Zeugenstal met gereduceerd
mestoppervlak en opvang van mest in
ammoniakvrije vloeistof

I.H.G. Satter
H. Gunnink
C.M. Groenestein

dlo



Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XXXV

Zeugenstal met gereduceerd
mestoppervlak en opvang van mest in
ammoniakvrije vloeistof

I.H.G. Satter
H. Gunnink
C.M. Groenestein

Rapport 97-1005

© 1997

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	11
Literatuur	12
Bijlagen	

Samenvatting

Ammoniak is naast NO_x en SO_x één van de meest belangrijke verzurende componenten in ons milieu. De overheid heeft tot doel gesteld dat de ammoniakemissie ten opzichte van het niveau 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 uit een zeugenstal met gereduceerd mestoppervlak en opvang van mest in ammoniakvrije vloeistof (= dompelvloeistof). De ammoniak-emissie reducerende werking berustte op het verkleinen van het emitterend oppervlak en het verlagen van de ureum- en de ammoniakconcentratie in het mestkanaal.

Het onderzoek werd uitgevoerd op een subfokbedrijf voor varkens in twee afdelingen met zeugen. Beide afdelingen waren identiek van inrichting en boden plaats aan 45 zeugen. De zeugen waren gehuisvest in voerligboxen van 65 cm breed en 210 cm lang met een verhoogde voerbak. De vloer bestond uit 165 cm dicht beton en 45 cm kamstalen rooster. Aan het einde van het rooster lag een mestspleet van ongeveer 10 cm. In beide afdelingen bedroeg het mestoppervlak $0,36 \text{ m}^2$ per zeug, terwijl het mestoppervlak in een traditioneel systeem voor zeugen ongeveer 1 m^2 bedraagt.

In afdeling 1 werd de mest opgevangen in dompelvloeistof. De dompelvloeistof bestond uit de dunne fractie van bezonken zeugenmest waaraan een waterige oplossing met 12,5% formaldehyde was toegevoegd. Dit mengsel had een pH van 6,2. In principe kan de dompelvloeistof, behalve via verdunning, ook de ammoniak-emissie verlagen door een desinfecterend, pH-verlagend en een ammoniakbindend effect van formaldehyde. De mestkanalen van afdeling 1 werden voor 25 cm gevuld met dompelvloeistof. Wanneer de verhouding tussen dompelvloeistof en mest ongeveer 1:1 was werden de mestkanalen geleegd. Om te voorkomen dat de NH_3 -emissie werd beïnvloed door verschillen in het mestniveau werd bij aanvang van de metingen het mestkanaal van afdeling 2 voor 25 cm gevuld met zeugenmest. In deze afdeling werd, op dezelfde tijdstippen als bij afdeling 1, 25 cm mest uit de mestkanalen gehaald.

De NH_3 -emissie is het product van de NH_3 -concentratie en het ventilatie-debiet. De NH_3 -concentratie werd gemeten met behulp van een NO_x -monitor (Thermo Environmental Instrument's Chemiluminescence $\text{NO}-\text{NO}_2-\text{NO}_x$ analyzer Model 42i). Om het ventilatie-debiet te meten werd onder de ventilator een meetventilator geplaatst.

De buitenlucht kwam de stal binnen via een ondergronds luchtkanaal dat gemiddeld circa 0,5 m onder de grondwaterspiegel lag. Door deze constructie werden de temperatuurschommelingen van de buitenlucht afgevlakt.

De ammoniakemissie van afdeling 1 vertoonde steeds hetzelfde patroon. De eerste vijf dagen na het toevoegen van de dompelvloeistof bleef de emissie constant, daarna nam de emissie toe totdat het mestkanaal met nieuwe dompelvloeistof werd gevuld. Na het toevoegen van de dompelvloeistof daalde de ammoniakemissie weer. Om dit emissiepatroon te verklaren is aanvullend onderzoek noodzakelijk.

De jaarlijkse ammoniakemissie was, uitgaande van 5% leegstand, $0,6 \text{ kg NH}_3$ per dierplaats uit afdeling 1 en $1,5 \text{ kg NH}_3$ per dierplaats uit afdeling 2. Het reduceren van het rooster- en mestoppervlak zorgde voor een reductie van 65% ten opzichte van de emissiefactor voor traditionele systemen voor zeugen. In de afdeling waar de mest werd opgevangen in dompelvloeistof, werd de ammoniakemissie nog eens extra met 56% gereduceerd.

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_3 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 was in 1993 gelijk aan 46% (Heij en Schneider, 1991). De overheid heeft tot doel gesteld dat de emissie van ammoniak ten opzichte van het niveau 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 huisvestings-systemen 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 huisvestingssystemen, onder normale bedrijfsomstandigheden te worden gemeten. De aanvragen hiervoor komen binnen bij de Begeleidingscommissie Ammoniakemissie Metingen, die hieruit de aanvragen selecteert die wat betreft de vermindering van ammoniakemissie perspectief bieden. Tegelijkertijd dienen de systemen geen andere negatieve milieu-effecten te veroorzaken. De begeleidingscommissie bestaat uit vertegenwoordigers van de overheid en het landbouwbedrijfsleven.

In bovenstaand kader werd door de DLO-stalmeetploeg onderzoek verricht naar de ammoniakemissie uit een zeugenafdeling met een gereduceerd rooster- en mestoppervlak en opvang van mest in ammoniakovrije vloeistof. Enerzijds kon de ammoniakemissie gereduceerd worden door het verkleinen van het emitterend oppervlak. Anderzijds berustte de emissie-reducerende werking van mestopvang in ammoniakovrije vloeistof op het verlagen van de ureum- en ammoniakconcentratie van de mest. Als ammoniakovrije vloeistof werd de dunne fractie van bezonken zeugenmest gebruikt, waaraan een waterige oplossing met formaldehyde (12,5% op volumebasis) was toegevoegd. De gemeten ammoniakemissie werd vergeleken met de emissie uit een tegelijkertijd gemeten afdeling met gereduceerd mest- en roosteroppervlak. Het emissie-reducerende effect van beide aspecten werd berekend door de ammoniakemissies te vergelijken met de emissiefactor voor traditionele systemen (Wijziging Uitvoeringsregeling Ammoniak en Veehouderij, 1996).

2 Materiaal en methode

Van 26 juni tot 8 september 1996 werd op een subfokbedrijf (NLxFL) voor varkens de ammoniakemissie uit twee afdelingen met dragende zeugen gemeten. Beide afdelingen waren identiek van inrichting en boden plaats aan 45 zeugen. Het mest- en roosteroppervlak was in beide afdelingen gereduceerd, hetgeen de ammoniakemissie kan verlagen (Aarnink *et al.*, 1993). Bovendien werd in afdeling 1 de mest opgevangen in ammoniakvrije vloeistof. De emissie-reducerende werking van mestopvang in ammoniakvrije vloeistof berust op het verlagen van de ureum- en ammoniakconcentratie van de mest (Elzing en Kroodsmā, 1993). In het vervolg van dit rapport wordt de ammoniakvrije vloeistof dompelvloeistof genoemd. De dompelvloeistof bestond uit de dunne fractie van bezonken zeugenmest waaraan een waterige oplossing met 12,5% formaldehyde was toegevoegd. In principe kan de dompelvloeistof, behalve via verdunning, ook de ammoniakemissie verlagen door een desinfecterend, een pH verlagend en een ammoniakbindend effect van formaldehyde.

In beide afdelingen waren de zeugen gehuisvest in voerligboxen die evenwijdig aan de centrale gang waren opgesteld. Beide afdelingen bevatten 3 rijen van 15 voerligboxen. De voerligboxen waren 65 cm breed en 210 cm lang en hadden een verhoogde voerbak. De vloer van een voerligbox bestond uit 165 cm dicht beton en 45 cm kamstalen rooster. Het rooster dekte het onderliggende mestkanaal maar gedeeltelijk af, waardoor een mestspleet van 10 cm ontstond. Het mestkanaal achter de voerligboxen was 55 cm breed en 70 cm diep. Het mestoppervlak per zeug bedroeg in beide afdelingen 0,36 m². Dat is kleiner dan het mestoppervlak bij een traditioneel systeem voor zeugen, hier is het mestoppervlak ongeveer 1 m² per zeug. De mestkanalen werden met een rioleringssysteem geleegd. In Bijlage A wordt een afdeling en een voerligbox schematisch weergegeven.

Het opvangen van mest in dompelvloeistof vond plaats door de lege mestkanalen van afdeling 1 te vullen met 25 cm dompelvloeistof. Als het niveau van dompelvloeistof plus mest in de mestkanalen ongeveer 50 cm was (1:1 verhouding), dan werden de mestkanalen geleegd, waarna ze opnieuw werden gevuld met 25 cm dompelvloeistof. Om te voorkomen dat de ammoniakemissie werd beïnvloed door verschillen tussen de mestniveau's van beide afdelingen werd het mestkanaal van afdeling 2 aan het begin gevuld met 25 cm zeugenmest. In afdeling 2 werd bij een mestniveau van 50 cm ongeveer de helft van de mest verwijderd. Bij beide afdelingen werden om de 8 à 9 dagen op hetzelfde tijdstip de mestkanalen geleegd. Tijdens de metingen werden de mestkanalen van afdeling 1 tweemaal met een afwijkende hoeveelheid dompelvloeistof gevuld. Dit vond plaats voor aanvang van de metingen (niveau van 33 cm) en op dag 57 (aan één mestkanaal werd 14 cm dompelvloeistof toegevoegd). Het leeghalen van de mestkanalen werd in deze situaties zodanig aangepast dat de eindverdunning 1:1 bleef.

De dompelvloeistof werd verkregen door zeugenmest uit de stal in een bezinkput te laten bezinken. De bezonken dunne fractie werd naar een afgesloten container gepompt. In deze container werd formaldehyde toegevoegd tot een pH van 6,2 was bereikt. De toegevoegde formaldehyde reageert met de ammoniak die nog in de dunne fractie aanwezig is. De bedoeling was dat de dompelvloeistof hierna nauwelijks (of geen) vrij formaldehyde meer bevatte.

De lucht kwam de stal binnen via een ondergronds luchtkanaal dat aan de voor- en de achterkant van de stal in verbinding stond met de buitenlucht. Vanuit dit luchtkanaal kwam de lucht onder de voergang terecht. Via de stalen roostervloer van de voergang kwam lucht de afdeling binnen. Onder de voergang bevonden zich deltabuizen die de ingaande lucht kon verwarmen. Beide afdelingen werden geventileerd met een ventilator met een diameter van 50 cm (maximaal ventilatiedebiet ca. 8000 m³/uur). In Bijlage A is de plaats van de ventilator in de afdeling aangegeven.

De dragende zeugen werden tweemaal per dag rond 7:30 en 16:00 à 16:30 uur naar

individuele behoefte met droogvoer gevoerd. De drinkwatervoorziening bestond uit een drinknippel in de voerbak. Tijdens het voeren was gedurende 45 minuten water beschikbaar. In Tabel 1 is per dier de gemiddelde hoeveelheid opgenomen voer en de gemiddelde wateropname weergegeven. Tevens staan in Tabel 1 het ruw eiwitgehalte en het energiegehalte van het voer vermeld.

Tabel 1. Gemiddelde hoeveelheid voer (kg) per dier per dag, energiegehalte per kg voer (EW) en ruw eiwitgehalte (re) in g/kg en het gemiddelde waterverbruik (l/dag).

	Hoeveelheid	EW	re
Zeugenkorrel	2,4	1,0	133
Water	11,6	-	-

De gemiddelde hoeveelheid voer per dier per dag werd bepaald door de totale hoeveelheid opgenomen voer van de afdelingen te registreren.

Een aantal maal per dag werden de afdelingen gecontroleerd. Tijdens deze controles werd vaste mest, die op de vloer lag, in het mestkanaal geschoven.

Tabel 2 staan de bedrijfsresultaten en het landelijk gemiddelde vermeld.

Tabel 2. De worpindex en het aantal grootgebrachte biggen per zeug per jaar op het bedrijf en het landelijk gemiddelde (Kwantitatieve Informatie Veehouderij, 1996 - 1997).

	Bedrijf	Landelijk
Worpindex	2,29	2,28
Aantal afgeleverde biggen per zeug per jaar	19,8	21,5

Omdat het een subfokbedrijf betreft is het aantal afgeleverde biggen per zeug op bedrijfsniveau lager dan het landelijk gemiddelde.

Gedurende de metingen zijn de volgende variabelen continu gemeten:

- NH_3 -concentratie van de uitgaande lucht (ppm);
- NH_3 -concentratie van de ingaande lucht (ppm);
- ventilatiedebiet (m^3/uur);
- relatieve luchtvochtigheid (RV) in de afdelingen, de ingaande lucht en buiten (%);
- temperatuur (T) in de afdelingen, van de ingaande lucht en buiten ($^{\circ}\text{C}$);
- het totale waterverbruik (l/uur) per afdeling.

De NH_3 -concentratie werd gemeten met behulp van een NO_x -monitor (Thermo Environmental Instrument's Chemiluminescence $\text{NO}-\text{NO}_2-\text{NO}_x$ analyzer Model 42i). De meting is gebaseerd op de chemiluminescentie-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°C . Bij deze temperatuur wordt NH_3 aan een roestvrijstalen katalysator geoxideerd tot NO . De convertor is zo dicht mogelijk bij het monsternamapunt 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. De monsternamepunten van de uitgaande lucht bevonden zich in de ventilatiekokers tussen de meet- en stalventilator. Het monsternamepunt van de ingaande lucht bevond zich halverwege het ondergrondse luchtkanaal. Het in de convertors gevormde stabiele NO werd door verwarmde en geïsoleerde teflonslangen naar de monitor geleid en gemeten. De maximaal meetbare NH_3 -concentratie was 50 ppm. De gemeten NH_3 -concentratie in ppm werd met de factor 0,71 (bij 20 °C en 1 atmosfeer) omgerekend naar mg NH_3 per m^3 lucht (Weast *et al.*, 1986).

Om het ventilatiedebiet te meten werd onder de ventilator een meetventilator geplaatst. Per omwenteling van de meetventilator werden vier pulsen afgegeven welke per 10 seconden werden geregistreerd. De relatie tussen het aantal geregistreerde pulsen per 10 seconden en het ventilatiedebiet werd bepaald met behulp van een windtunnel (Berckmans *et al.*, 1991; Scholtens en van 't Klooster, 1993). De relatie tussen het ventilatiedebiet (m^3/uur) en het geregistreerde aantal pulsen per 10 seconden was:

$$V = 11,6 * (\text{aantal pulsen}/10 \text{ sec}) + 112$$

De temperatuur en de relatieve luchtvochtigheid werden continu gemeten met temperatuur- en vochtsensoren (Hygromer Rotronic®). De sensoren hingen ter hoogte van de ventilator in de afdelingen, halverwege het ondergrondse luchtkanaal en buiten bij de luchtinlaat aan de noordkant van de stal.

De meetapparatuur werd bestuurd door een programmeerbare datalogger. Alle verzamelde gegevens werden hierin opgeslagen. Eén keer per zes minuten werden alle variabelen gemeten. Na een uur werden de waarden gemiddeld en weggeschreven en werd het cumulatieve waterverbruik vastgelegd. Elke week werd de apparatuur gecontroleerd en de monitor gecalibreerd met NO gas met concentraties van 40,1 en 40,9 ppm. De gemiddelde absolute afwijking van de monitor was tijdens de calibratie 4%. Uit ijking van de convertors bleek dat gemiddeld 94% van de aangeboden NH_3 in NO_x werd omgezet. De gemeten NH_3 -concentraties werden voor de afwijking van de monitor en voor de gemiddelde omzettingspercentages van de convertors gecorrigeerd.

De NH_3 -concentraties van de uitgaande lucht worden gecorrigeerd voor de NH_3 -concentraties van de ingaande lucht, de achtergrondconcentratie. Tijdens de metingen werd onder bepaalde omstandigheden een verhoogde achtergrondconcentratie gemeten. De NH_3 -concentraties in beide afdelingen leken hierdoor niet of nauwelijks te worden beïnvloed. Hieruit blijkt dat de gemeten achtergrondconcentratie tijdens die omstandigheden niet representatief was voor de lucht die afdeling 1 en 2 binnenging. Daarom is de correctie van de NH_3 -concentraties van de uitgaande lucht voor deze achtergrondconcentratie (gemiddeld $0,62 \text{ mg}/\text{m}^3$) niet uitgevoerd. De verhoogde achtergrondconcentraties werden veroorzaakt door afdelingslucht die het ondergrondse luchtkanaal binnenkwam doordat de ventilator van die afdeling stilstond. Tevens werden verhoogde achtergrondconcentraties gemeten tijdens de periode dat mest in het ventilatiekanaal lag. De achtergrondconcentratie tijdens deze omstandigheden werden beschouwd als missende waarnemingen, waardoor de achtergrondconcentratie gemiddeld $0,25 \text{ mg}/\text{m}^3$ werd. Dit komt meer overeen met een gemiddelde achtergrondconcentratie van 0,1 à $0,2 \text{ mg}/\text{m}^3$ die in het algemeen gemeten wordt onder praktijkomstandigheden. De NH_3 -concentraties van de uitgaande lucht zijn gecorrigeerd voor dit gemiddelde.

De NH_3 -emissie is het product van de NH_3 -concentratie en het ventilatiedebiet. De gemiddelde ammoniakemissie werd berekend door de uurswaarnemingen van de emissie te middelen. Door technische storingen waren er dagen waarop uurswaarnemingen ontbraken. Indien een dag minder dan 20 uurswaarnemingen had, dan werd deze gehele dag als missende waarneming beschouwd. Om inzicht te krijgen in het emissieverloop tijdens en na het toevoegen van dompelvloeistof is de gemiddelde verhouding tussen de dagelijkse emissies uit afdeling 1 en 2 berekend.

Tabel 3 toont voor beide afdelingen het gemiddelde ventilatiedebiet per dierplaats en de gemiddelde temperaturen van de afdelingen, ingaande lucht en buitenlucht. Bijlage B geeft het verloop weer van de NH_3 -concentraties en de ventilatiedebieten van beide afdelingen. In Bijlage C worden de daggemiddelden van de temperaturen en de relatieve luchtvochtigheden in de afdelingen en van de in- en uitgaande lucht en de buitenlucht weergegeven.

Tabel 3. Gemiddeld ventilatiedebiet (m^3/uur) per dierplaats en de gemiddelde temperatuur ($^{\circ}\text{C}$) in beide afdelingen, van de ingaande lucht en buiten.

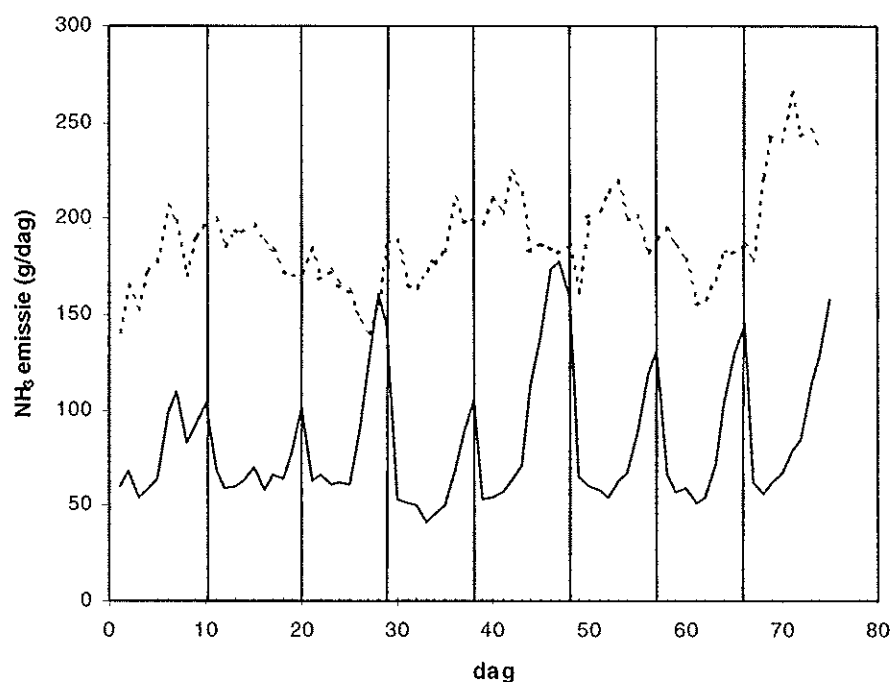
	Afdeling 1	Afdeling 2
Ventilatiedebiet	71,4	60,2
T afdeling	23,4	23,4
T ingaande lucht		17,0
T buiten		17,2

Het ventilatiedebiet van afdeling 1 was hoger dan dat van afdeling 2, terwijl de temperaturen in de afdelingen gelijk waren. Dit verschil kan veroorzaakt zijn doordat de temperatuursensoren op verschillende hoogten in de afdelingen hingen. Hierdoor kunnen de gemeten afdelingstemperaturen verschillen, hetgeen een andere aansturing van de ventilator kan geven. Ook is in Bijlage B te zien dat de karakteristieken van de ventilatoren verschillen (b.v. maximale ventilatiedebieten). Een ander verschil tussen afdeling 1 en 2 is dat naast afdeling 1 een andere stal lag. Door de meer beschutte ligging van afdeling 1 kon de warmte-afvoer via de buitenmuur moeilijker plaatsvinden. Om dezelfde temperatuur in de afdeling te handhaven is dan een hoger ventilatiedebiet noodzakelijk.

Gemiddeld waren geen verschillen aanwezig tussen de temperaturen van de ingaande lucht en de buitenlucht, maar op uurniveau werden soms grote verschillen gemeten. Doordat het ondergrondse luchtkanaal gemiddeld circa 0,5 m onder de grondwaterspiegel lag lijkt het op een inlaatsysteem met grondbuisventilatie. Van dit systeem is bekend dat het de temperatuurschommelingen van de buitenlucht reduceert (Aarnink en Van den Berg, 1995). Doordat het kanaal kon fungeren als warmte-wisselaar, werd de buitenlucht bij hoge temperaturen afgekoeld en bij lage temperaturen opgewarmd. Tijdens het onderhavige onderzoek kon daardoor de temperatuur van de ingaande lucht op uurniveau 8 à 9 $^{\circ}\text{C}$ koeler zijn dan de buitenlucht.

3 Resultaten en discussie

In Bijlage B worden de uurgemiddelden van de NH_3 -concentraties en de ventilatiedebieten van afdeling 1 en 2 gegeven. Figuur 1 geeft het verloop weer van de dagelijkse emissie van afdeling 1 en 2. Op de momenten dat de mestkanalen in beide afdelingen werden geleegd en de dompelvloeistof in de kanalen van afdeling 1 werd gebracht zijn in Figuur 1 verticale lijnen getekend.



Figuur 1. Dagelijkse ammoniakemissie uit afdeling 1 (–) en 2 (---). Verticale lijnen geven de momenten aan dat de mestkanalen werden geleegd en de dompelvloeistof in de kanalen van afdeling 1 werd gebracht.

Uit Figuur 1 blijkt dat het leeghalen van de mestkanalen en het toevoegen van de dompelvloeistof een verlagend effect had op de ammoniakemissie van afdeling 1. De ammoniakemissie uit afdeling 1 vertoonde, vanaf het moment dat de dompelvloeistof was toegevoegd en totdat het kanaal weer werd leeggehaald, steeds hetzelfde patroon. Het verlagen van het mestniveau in afdeling 2 had geen zichtbaar effect op de ammoniakemissie.

Voor aanvang van de metingen werd circa 1,3 keer zoveel dompelvloeistof aan de mestkanalen van afdeling 1 toegevoegd. Het effect op de ammoniakemissie was niet duidelijk te herleiden. De grotere hoeveelheid dompelvloeistof kon gezorgd hebben voor een minder sterke toename van de ammoniakemissie vlak voor het leeghalen van de mestkanalen. Maar hetzelfde verschijnsel was ook te zien op twee andere momenten, waarbij wel de normale hoeveelheid dompelvloeistof werd toegevoegd. Op dag 57 werd aan één mestkanaal maar de helft van de gewenste dompelvloeistof toegevoegd, dit had evenmin geen zichtbaar effect op de ammoniakemissie uit afdeling 1.

De ammoniakemissies van zowel afdeling 1 als 2 reageerden niet eenduidig op variaties in temperatuur en ventilatiedebiet. Elzing en Monteny (1995) gaven aan dat een hogere staltemperatuur en luchtsnelheid (c.q. ventilatiedebiet) langs het emitterend oppervlak aanleiding kunnen geven tot een hogere ammoniakemissie. Echter onderzoek van Monteny en Lamaker (1997) liet zien dat bij hoge temperaturen van de stallucht de koudere lucht onder de roosters niet wordt ververst, waardoor de emissie uit de mestopslag wordt verlaagd. Deze theorie verklaarde ook het verloop van de ammoniakemissie in het onderzoek van Satter *et al.* (1997) bij dragende zeugen.

In zowel afdeling 1 en 2 kwam de lucht de afdeling binnen via de voergang. Hierdoor kon de lucht nog opgewarmd worden door bijvoorbeeld de dieren, voordat de lucht het mestkanaal bereikte. Het ventilatie-systeem kon hier dus een extra barrière vormen voor luchtuitwisseling tussen mestkanaal en ingaande lucht.

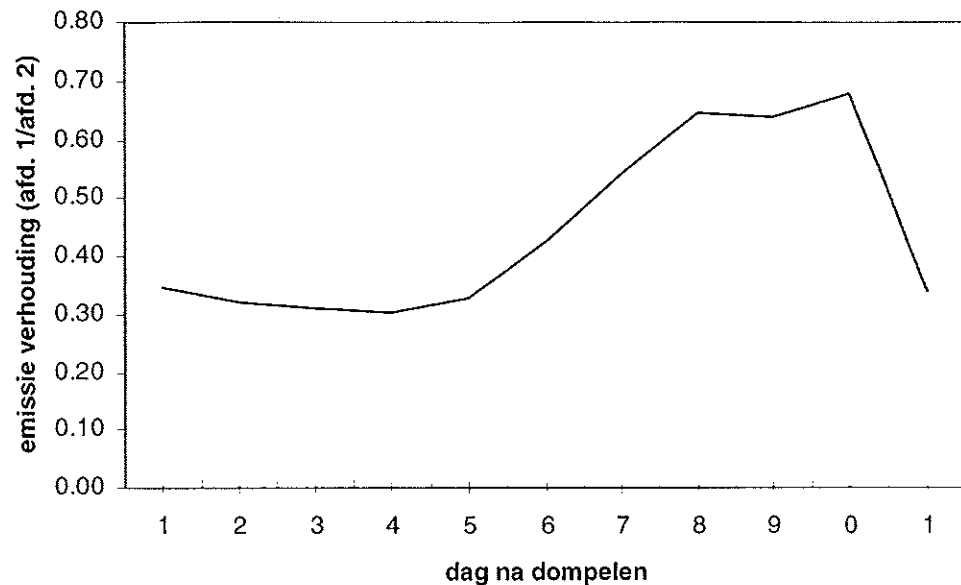
Tabel 4 geeft een overzicht van de ammoniakemissies uit de twee afdelingen en de reductiepercentages ten opzichte van afdeling 2 en de emissiefactor. De emissiefactor voor traditionele zeugenstallen bedraagt 4,2 kg ammoniak per dierplaats per jaar (Wijziging Uitvoeringsregeling Ammoniak en Veehouderij, 1996).

Tabel 4. Ammoniakemissies van de twee afdelingen en de reductiepercentages (%) van de afdelingen ten opzichte van afdeling 2 en de emissiefactor.

	Afdeling 1	Afdeling 2
Lengte meetperiode (dagen)	75	75
Gemiddelde NH ₃ -emissie (g/uur)	3,43	7,87
NH ₃ -emissie per dierplaats (g/dag)	1,8	4,2
NH ₃ -emissie per dierplaats (kg/jaar) inclusief 5% leegstand	0,6	1,5
Reductie ten opzichte van afdeling 2 (%)	56	-
Reductie ten opzichte van emissiefactor (%)	85	65

Uitgaande van 5% leegstand was de jaarlijkse ammoniakemissie 0,6 kg NH₃ per dierplaats uit afdeling 1 en 1,5 kg NH₃ per dierplaats uit afdeling 2. Het reduceren van het rooster- en mestoppervlak zorgde voor een reductie van 65% ten opzichte van de emissiefactor voor traditionele systemen voor zeugen. In de afdeling waar de mest werd opgevangen in dompelvloeistof werd de ammoniakemissie nog eens met 56% gereduceerd.

In Figuur 1 was te zien dat de ammoniakemissie uit afdeling 1 beïnvloed werd door de periode waarin dompelvloeistof werd toegevoegd en het mestkanaal na een aantal dagen weer werd geleegd. Figuur 2 geeft de gemiddelde verhouding tussen de dagelijkse emissies van afdeling 1 en 2 na het toevoegen van de dompelvloeistof weer. Als de verhouding tussen de dagelijkse emissies gelijk is aan 1, dan zijn de ammoniakemissies van afdeling 1 en 2 hetzelfde.



Figuur 2. Gemiddelde verhouding tussen de dagelijkse emissies uit afdeling 1 en 2 in de dagen na het toevoegen van de dompelvloeistof. Op dag 0 wordt het mestkanaal leeggehaald en opnieuw gevuld met dompelvloeistof.

Uit Figuur 1 en 2 blijkt dat de ammoniakemissie uit afdeling 1 na het toevoegen van de dompelvloeistof in de mestkanalen eerst constant bleef. Aangenomen werd dat de ammoniakemissie gedurende deze periode alleen afkomstig kan zijn van het rooster. Na ongeveer vijf dagen begon de emissie te stijgen totdat nieuwe dompelvloeistof werd toegevoegd. Na het toevoegen van nieuwe dompelvloeistof daalde de ammoniakemissie weer.

De constante ammoniakemissie, gedurende de eerste vijf dagen na het toevoegen van de dompelvloeistof, was niet in overeenstemming met de resultaten van het onderzoek van Huis in 't Veld en Groenestein (1995). Zij onderzochten het emissie-reducerend effect van mestopvang in dompelvloeistof bij vleesvarkens. In dit onderzoek nam de ammoniakemissie meteen na het toevoegen van de dompelvloeistof al toe. Dit was in overeenstemming met de theorie van Elzing en Kroodsma (1993) die aangeven dat een mengsel meer ammoniak gaat emitteren als de stikstofconcentratie toeneemt. Bij hun onderzoek werd de emissie gemeten bij mengsels met een stikstofconcentratie hoger dan 5 g N_k per kg mest. De stikstofconcentratie van zeugenmest is ongeveer 7,5 kg N_k /kg (Elzing *et al.*, 1994). Doordat de zeugenmest opgevangen wordt in dompelvloeistof, wordt de stikstofconcentratie verlaagd en valt deze buiten het bereik van het onderzoek van Elzing en Kroodsma (1993). Het bleek echter dat de gemiddelde stikstofconcentraties van de mest plus dompelvloeistof bij vleesvarkens en zeugen vergelijkbaar waren gedurende de eerste vijf dagen na het toevoegen van de dompelvloeistof (Elzing *et al.*, 1994).

De verschillen tussen de emissiepatronen zouden misschien wel verklaard kunnen worden doordat zeugenmest een lager drogestofgehalte heeft dan vleesvarkensmest (Crijns *et al.*, 1993). Hierdoor kan vleesvarkensmest zich slechter over de dompelvloeistof verdelen en ontstaan plaatsen met een hogere stikstofconcentratie dan de gemiddelde concentratie. Door dit effect zou de emissie bij vleesvarkens meteen na het toevoegen van de dompelvloeistof al kunnen toenemen. Een andere verklaring voor de verschillende emissiepatronen kan zijn dat de dompelvloeistof nog een aantal dagen de ammoniak bond door de lage pH, de reactie met formaldehyde of desinfectie. Bij vleesvarkens werd door Huis in 't Veld en Groenestein (1995) gesuggereerd dat een klein deel van de emissie-reductie verklaard zou kunnen worden door de lage pH, ammoniakbinding en de desinfectie van de dompelvloeistof. Verder onderzoek is noodzakelijk om dit emissiepatroon te kunnen verklaren.

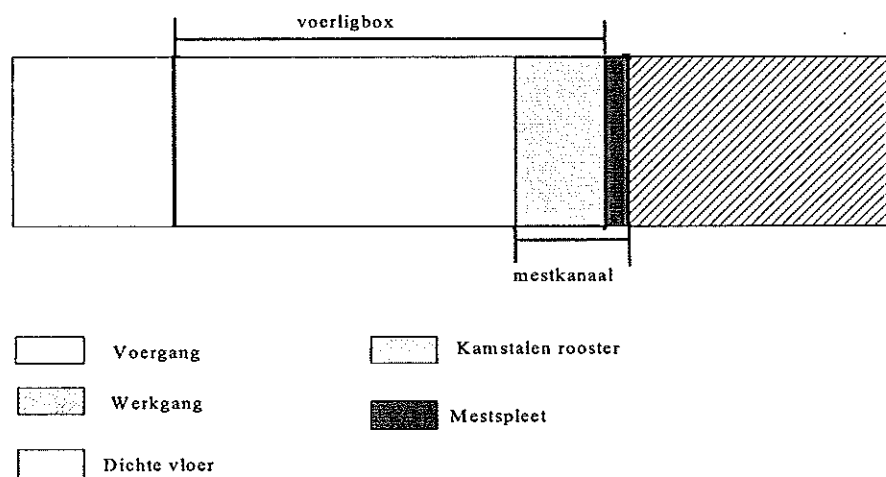
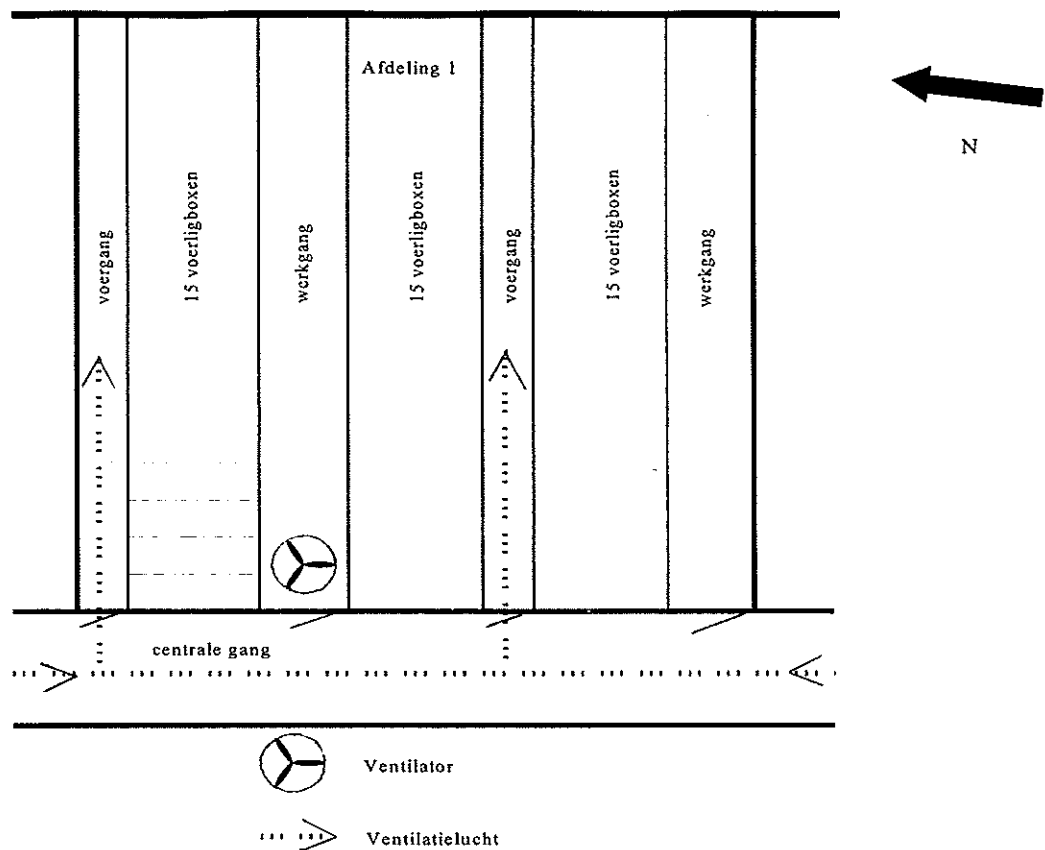
4 Conclusies

De jaarlijkse ammoniakemissie was, uitgaande van 5% leegstand, 0,6 kg NH_3 per dierplaats uit afdeling 1 en 1,5 kg NH_3 per dierplaats uit afdeling 2.

Het reduceren van het rooster- en mestoppervlak zorgde voor een reductie van 65% ten opzichte van de emissiefactor voor traditionele systemen voor zeugen. In de afdeling waar de mest werd opgevangen in dompelvloeistof, werd de ammoniakemissie nog eens met 56% gereduceerd.

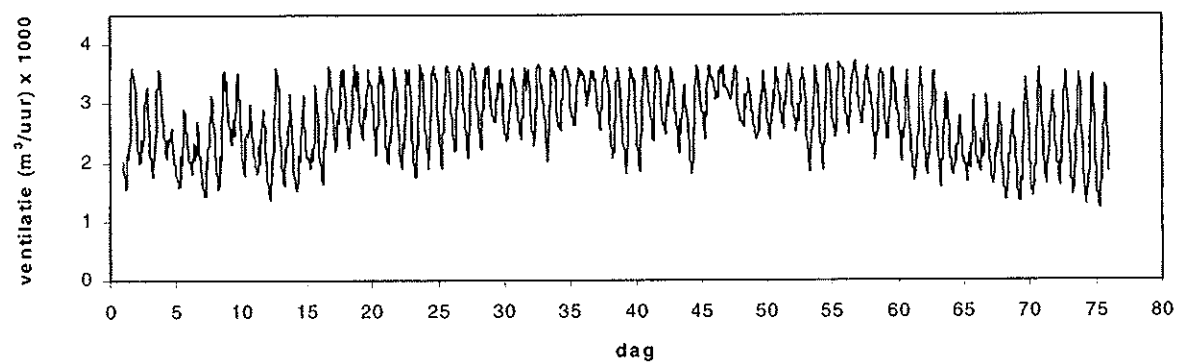
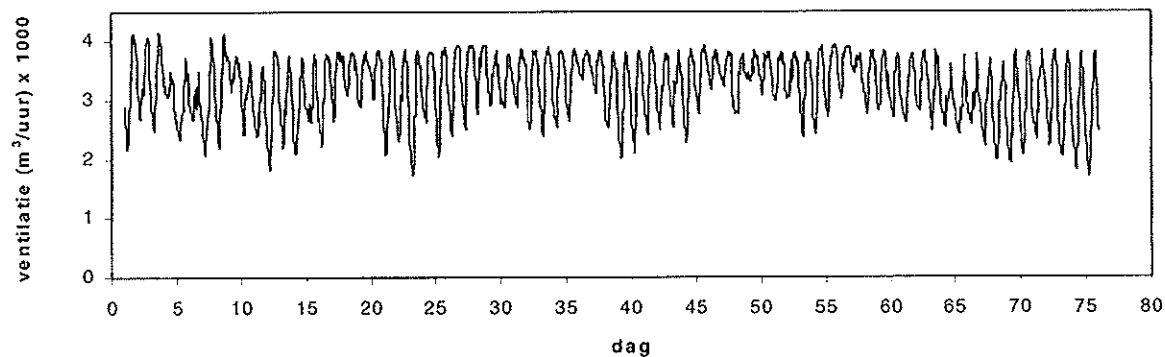
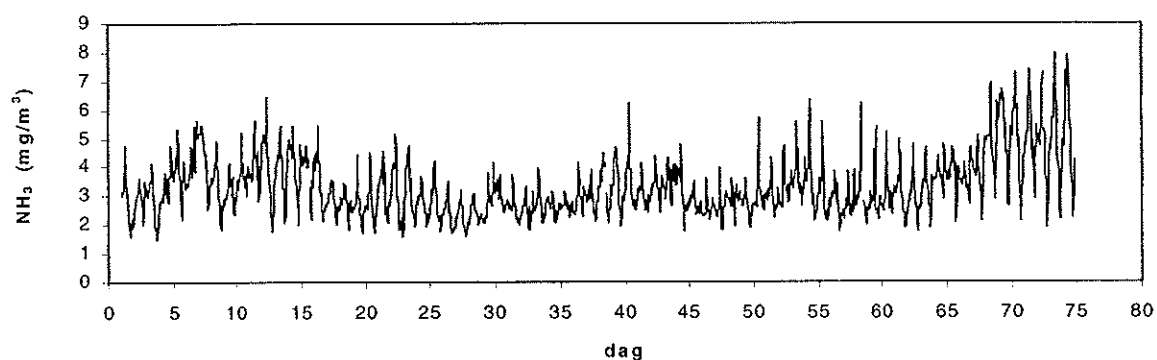
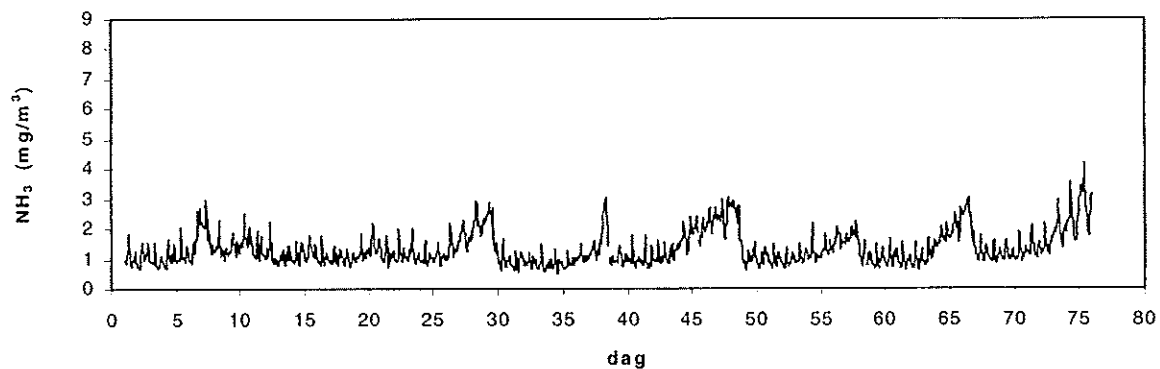
Literatuur

- Aarnink, A.J.A., M.J.M. Wagemans en 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 en 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.
- Aarnink, A.J.A. en A.J. van den Berg, 1995. Effects of slatted floor area and climate control. Uit: PIGS-Misset, volume 11, no. 6.
- Berckmans, D., Ph. VandenBroeck en V. Goedseels, 1991. Sensor for continuous measurement of the ventilation rate in livestock buildings. *Indoor Air* 3:323-336.
- Crijns, M., M.M. Eerdts, K.W. van der Hoek, H.H. Luesink, G.F.V. Peet, J. Voet en J. Uenk, 1993. Uniformering berekening mest en mineralen: Standaardcijfers van varkens 1990. Werkgroep uniformering mest- en mineralencijfers.
- Elzing, A. en W. Kroodsma, 1993. Relatie tussen ammoniakemissie en stikstofconcentratie in urine van melkvee. IMAG-DLO rapport 93-3, Wageningen, 22 pp.
- Elzing, A., A.C.H.M. Commissaris, J. Oosthoek en C.M. Groenestein, 1994. De invloed van vloerbevuiling op de ammoniakemissie vanuit varkensstallen met vloeren onder de roosters. Wageningen, IMAG-DLO, nota P 94-31, 38 pp.
- Elzing, A. en G.J. Monteny, 1997. Ammonia emission from a dairy-cow house: development of a scale model and the effect of urea concentration, temperature and air velocity. To be published in *Transactions of the ASAE* 40 (4).
- Heij, G.J. en T. Schneider, 1991. Dutch priority programme on acidification. Final report second phase Dutch priority programme on acidification no. 200-09.
- 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 ammoniak-vrije. Wageningen, DLO, rapport 95-1007, 15 pp. excl. bijlage.
- Kwantitatieve Informatie Veehouderij, 1996-1997. Praktijkonderzoek Rundvee, schapen en paarden, augustus 1996, Lelystad, 368 pp.
- Monteny, G.J. en E.J.J. Lamaker, 1997. Factors influencing air velocity in and ammonia volatilization from a slurry pit in cubicle dairy cow houses. Accepted in: Proceedings of the International Symposium "Ammonia and Odour Control from Animal Production Facilities" in October 6-10, 1997 in Vinkeloord.
- Notitie Mest- en Ammoniakbeleid derde fase, 1993. Tweede Kamer, vergaderjaar 1992-1993, 19882, nr34, SDU-Uitgeverij, 's-Gravenhage, 55 pp.
- Satter, I.H.G., H. Gunnink, B. Reitsma en C.M. Groenestein, 1997. Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XXXII: zeugenstal, kraamzeugenstal en biggenopfokstal met koeling van het mestoppervlak in de kelder. Wageningen, DLO rapport 97-1002, 23 pp. excl. bijlage.
- Scholtens, R., 1993. NH₃-convertor + NO_x-analyzer. In: E.N.J. van Ouwerkerk (Ed.): Meetmethoden NH₃-emissie uit stallen. Onderzoek inzake de mest- en ammoniakproblematiek in de veehouderij 16, DLO, Wageningen, p. 19-22.
- Scholtens, R. en C.E. van 't Klooster, 1993. Meetventilator. In: E.N.J. van Ouwerkerk (Ed.): Meetmethoden NH₃-emissie uit stallen. Onderzoek inzake de mest- en ammoniakproblematiek in de veehouderij 16, DLO, Wageningen, p. 59-62.
- Weast, R.C., M.J. Astle and W.H. Beyer, 1986. Handbook of chemistry and physics, 67th Edition. Florida, CRC Press Inc.
- Wijziging Uitvoeringsregeling Ammoniak en Veehouderij, 1996. Interimwet Ammoniak en Veehouderij, Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer en het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Staatscourant 177, Den Haag.



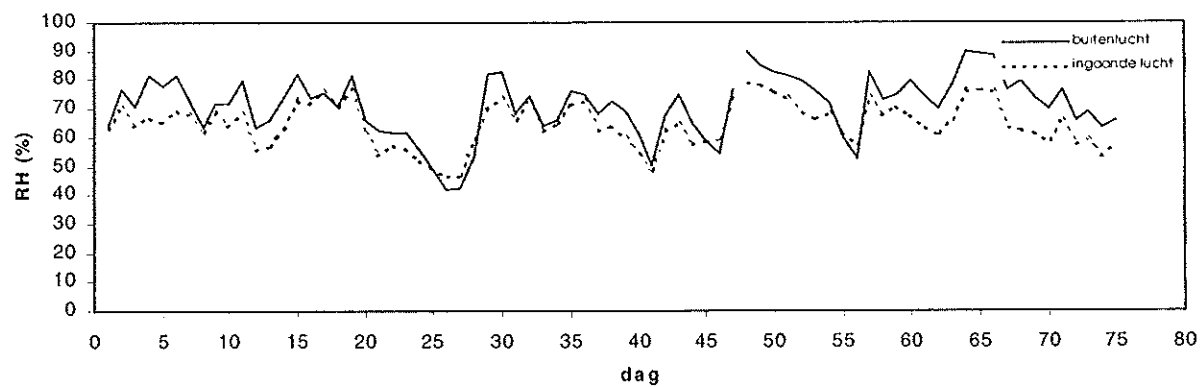
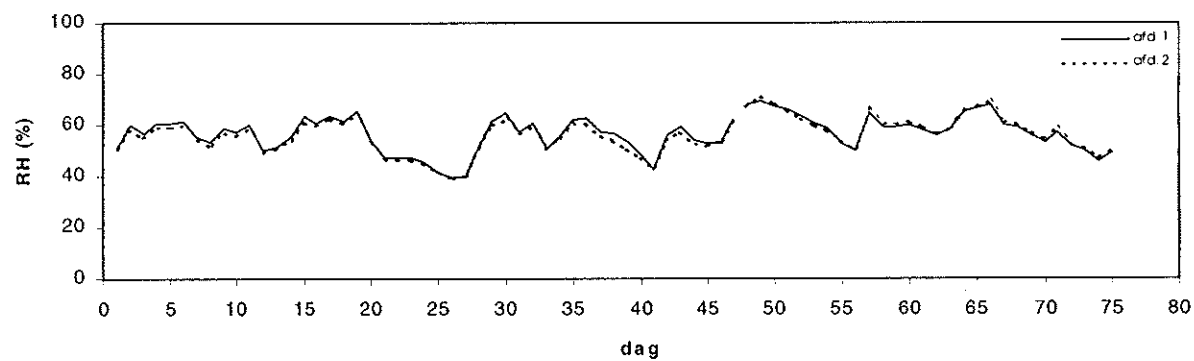
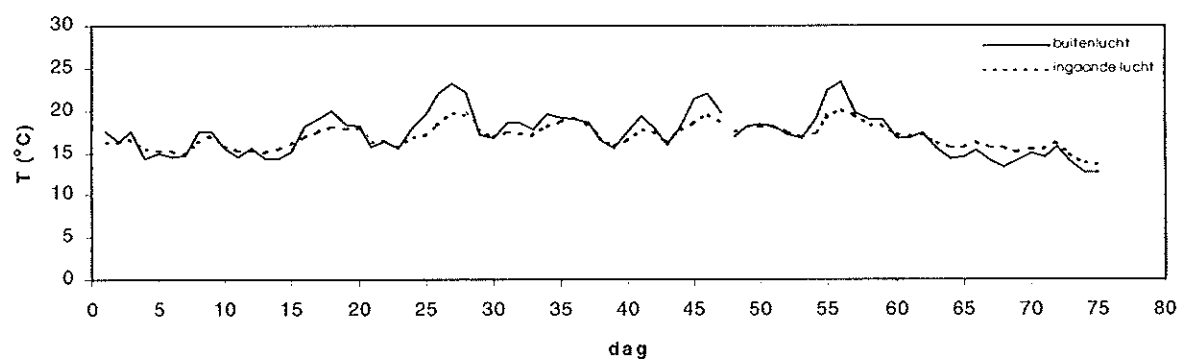
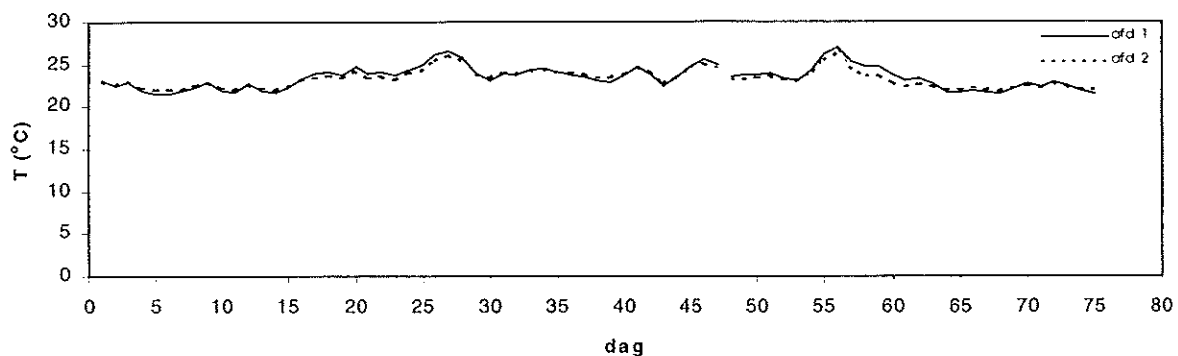
Bijlage B

Uurgemiddelden van NH_3 -concentratie van boven naar beneden van afdeling 1 en afdeling 2 en uurgemiddelden van het ventilatie-debiet van afdeling 1 en afdeling 2.



Bijlage C

Daggemiddelden van temperatuur en relatieve luchtvochtigheid van afdeling 1 en 2, de ingaande lucht en de buitenlucht.



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 gecoate 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.

Reitsma, B. en C.M. Groenestein, 1996 - Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XXVIII: biggenopfokstal met mestverwijdering door hellende mestband.
Wageningen, DLO, Rapport 96-1004, 15 pp. excl. bijlage.

Hol, J.M.G. en C.M. Groenestein, 1996 - Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XXIX: scharrelstal voor leghennen.
Wageningen, DLO, Rapport 96-1005, 12 pp. excl. bijlage.

Scholtens, R., J.J.C. van der Heiden-de Vos en J.W.H. Huis in 't Veld, 1996 - Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XXX: natuurlijk geventileerde ligboxenstal voor melkvee met hellende dichte vloer en zelfrijdende sproeischuiven.
Wageningen, DLO, Rapport 96-1006, 15 pp. excl. bijlage.

Hol, J.M.G. en C.M. Groenestein, 1997 - Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XXXI: verschillende huisvestingssystemen voor vleeskalveren.
Wageningen, DLO, Rapport 97-1001, 15 pp. excl. bijlage.

Satter, I.H.G., H. Gunnink, B. Reitsma en C.M. Groenestein, 1997 - Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XXXII: zeugenstal, kraamzeugenstal en biggenopfokstal met koeling van het mestoppervlak in de kelder.
Wageningen, DLO, Rapport 97-1002, 23 pp. excl. bijlage.

Hol, J.M.G. en I.H.G. Satter, 1997 - Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XXXIII: behandeling van lucht uit een composteringsbak voor voorgedroogde leghennenmest door een fysisch-chemische wasser.
Wageningen, DLO, Rapport 97-1003, 15 pp. excl. bijlage.

Satter, I.H.G., J.M.G. Hol, J.H.W. Huis in 't Veld en C.M. Groenestein, 1997 - Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XXXIV: vleesvarkensstal met mestverwijdering door spoelen met dunne mestfractie via spoelgoten.
Wageningen, DLO, Rapport 97-1004, 17 pp. excl. bijlage.

Satter, I.H.G., H. Gunnink en C.M. Groenestein, 1997 - Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XXXV: Zeugenstal met reductie van mestoppervlak en verdunning van mest door opvang in ammoniakvrije vloeistof.
Wageningen, DLO, Rapport 97-1005, to be published.