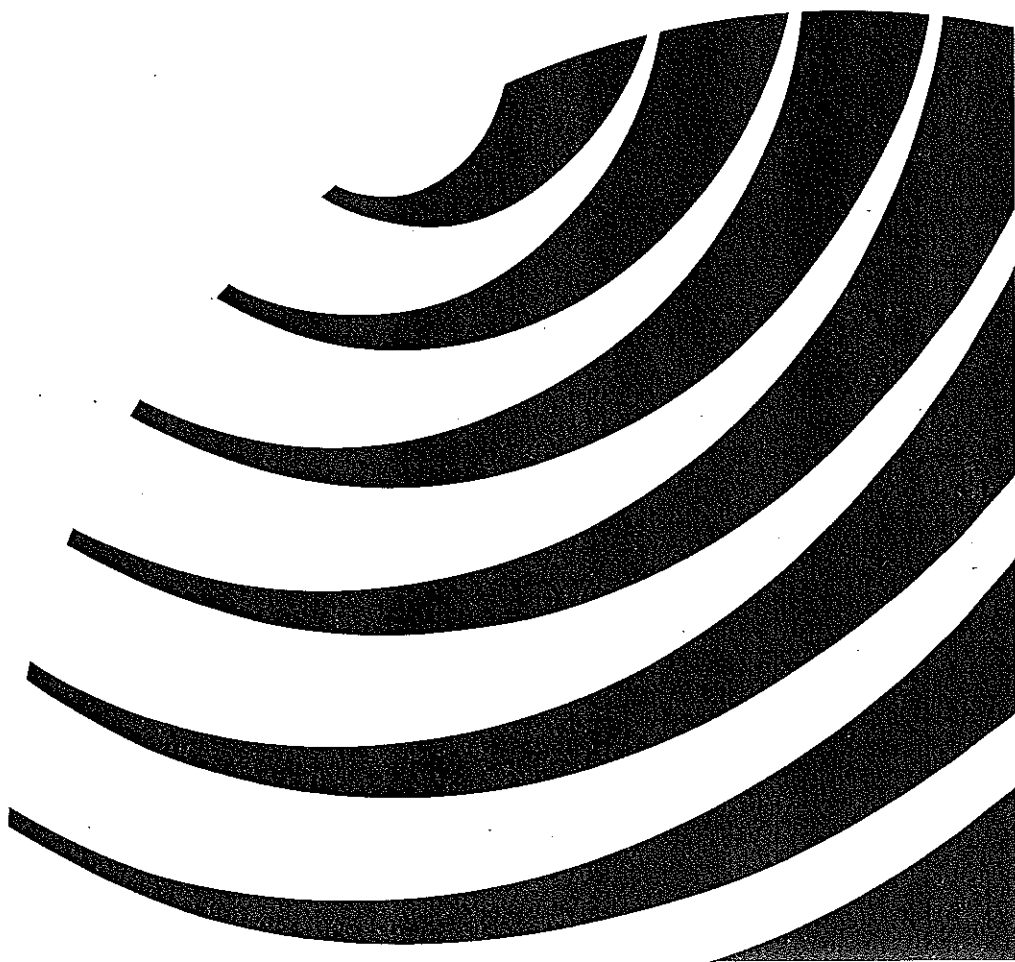


# Praktijkonderzoek naar de ammoniak- emissie van stallen IX

Kraamzeugenstal met mestverwijdering  
door spoelen met dunne mestfractie via  
spoelgoten

C.M. Groenestein  
H. Montsma

dlo



# Praktijkonderzoek naar de ammoniak- emissie van stallen IX

Kraamzeugenstal met mestverwijdering  
door spoelen met dunne mestfractie via  
spoelgoten

C.M. Groenestein  
H. Montsma

Rapport 93-1004

© 1993

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**

<b>Samenvatting</b>	<b>2</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>3</b>
<b>2 Materiaal en methode</b>	<b>4</b>
<b>3 Resultaten</b>	<b>8</b>
<b>4 Conclusies</b>	<b>11</b>
<b>Literatuur</b>	<b>12</b>

## Samenvatting

Ammoniak is naast  $\text{NO}_x$  en  $\text{SO}_x$  één van de meest belangrijke verzurende componenten in ons milieu. De Nederlandse overheid heeft tot doel gesteld dat de emissie van ammoniak in het jaar 2000 ten opzichte van 1980 met 50-70% afgenomen moet zijn. In dit kader werd onderzoek verricht naar de ammoniakemissie van een stal voor kraamzeugen met het zgn. spoelgoten-systeem. De emissie van een afdeling met dit systeem werd vergeleken met die van een afdeling met een conventioneel systeem met mestopslag onder de roosters. De afdelingen werden gelijktijdig op hetzelfde bedrijf gemeten.

Bij het spoelgoten-systeem bevonden zich onder de roosters kunststof goten van 30 cm diep; de helling van de schuine wand was  $60^\circ$ . De mest en de urine viel in deze goten. Aan het uiteinde van de goot zat een afsluiter. Twee maal daags werden de goten gespoeld met de onbehandelde dunne fraktie van de bezonken zeugemest. De afsluiter was dan geopend en de mest en de spoelvoeistof kwamen in de onder de goten gelegen mestkelder. Na het spoelen werd de afsluiter gesloten.

Van 4 maart tot 5 mei 1993 werd gedurende twee kraamperiodes in beide afdelingen de ammoniakemissie gemeten. In de afdeling met spoelgoten waren 8 zeugen gehuisvest; in de conventionele 10. In beide afdelingen werden de zeugen enkele dagen voor het werpen opgelegd. Ongeveer 24 dagen na het werpen werden de biggen gespeend, waarbij zeug en biggen uit de stal werden verwijderd.

In de afdeling met de spoelgoten werd de lucht gedurende beide kraamperiodes boven de voergang afgezogen (bovenafzuiging). In de conventionele afdeling vond tijdens de eerste kraamperiode onderafzuiging plaats. De lucht werd onder de roosters en over de mest via de voergang afgezogen. De tweede periode vond evenals in de afdeling met spoelgoten bovenafzuiging plaats.

Uit dit onderzoek bleek dat er wat betreft de totale hoeveelheid geëmitteerde ammoniak, geen wezenlijk verschil was tussen beide manieren van ventileren. De manier van ventileren invloed heeft wel invloed op het verloop van de emissie. Het effect van veranderen van het ventilatiedebiet had een grotere invloed op de emissie van ammoniak wanneer met onderafzuiging geventileerd werd. Tevens kon worden vastgesteld dat onderafzuiging een efficiëntere manier van ventileren was dan bovenafzuiging. Met ventilatie-efficiëntie wordt in dit onderzoek het debiet per  $^\circ\text{C}$  temperatuurverschil tussen ingaande en uitgaande lucht bedoeld.

Uit het conventionele systeem emitteerde gedurende de respektievelijke perioden gemiddeld 25,7 en 27,1 g per zeug per dag. Voor de afdelingen met de spoelgoten was dat 9,4 en 10,3 g. Dit komt neer op een reductie van de ammoniakemissie door het spoelgoten-systeem van respektievelijk 63 en 62%.

Omgerekend naar jaarbasis kwam de gemeten emissie van het conventionele systeem goed overeen met de berekende emissiefactor die is opgenomen in de Beoordelingsrichtlijn in het kader van Groen-Label-stallen (1993). De emissie van het spoelgoten-systeem was op jaarbasis 3,3 en 3,6 kg per zeug, berekend respektievelijk met en zonder 10% leegstand.

# 1 Inleiding

De meest belangrijke verzurende componenten van ons milieu zijn  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$  ( $\text{NO}$  en  $\text{NO}_2$ ) en  $\text{NH}_3$ , die samen met hun reactieproducten in het kort  $\text{SO}_x$ ,  $\text{NO}_y$  en  $\text{NH}_x$  worden genoemd. In 1989 was 81% van de verzuring door  $\text{NH}_x$  uit eigen land afkomstig en kwam 94% daarvan uit de landbouw (mesttoediening, mestopslag en huisvesting voor landbouwhuisdieren). 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 in 2000 t.o.v. 1980 met 50-70% afgenomen moet zijn (Nationaal Milieubeleidsplan, 1989). Om dit te realiseren wordt momenteel veel onderzoek verricht naar emissie-arme huisvestingsystemen.

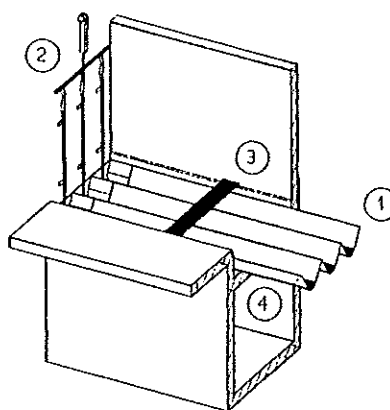
Behalve via onderzoek komen er ook vanuit de praktijk vele ideeën en initiatieven om de ammoniakemissie terug te dringen. Om deze op waarde te schatten dient aan, in potentie emissie-arme, huisvestingsystemen onder normale bedrijfsomstandigheden te worden gemeten. De aanvragen hiervoor komen binnen bij 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-stalmeetploeg.

In bovenstaand kader werd de ammoniakemissie gemeten van een kraamstal voor zeugen en biggen. De stal was uitgerust met een spoelgoten-systeem. In dit systeem viel de mest in goten onder de roosters die twee maal daags met de onbehandelde dunne fraktie van de bezonken zeugemest werden gespoeld om de mest uit de afdeling te verwijderen. Tegelijkertijd werd op hetzelfde bedrijf een conventionele kraamstal met mestopslag onder de roosters gemeten, waardoor de emissies rechtstreeks vergeleken konden worden. De gemeten ammoniakemissies werden ook vergeleken met de berekende emissiefactor zoals die is opgenomen in de Beoordelingsrichtlijn in het kader van Groen-Label-stallen (1993). Tevens werd gekeken naar het verschil tussen ventileren met onderafzuiging en bovenafzuiging. Effekten op het ventilatiedebiet en de ammoniakemissie zouden verwacht kunnen worden vanwege de verschillende luchtstromingspatronen (Reitsma & Groenestein, 1993).

## 2 Materiaal en methode

Van 4 maart tot 5 mei 1993 is gedurende twee kraamperiodes de ammoniakemissie gemeten van twee afdelingen in een kraamstal voor zeugen (Hypor) en biggen. Eén afdeling had een spoelgoten-systeem, de andere was een conventioneel systeem met mestopslag onder de roosters. In de afdeling met het spoelgoten-systeem waren 8 zeugen gehuisvest, in de conventionele afdeling 10. In beide afdelingen werden de zeugen enkele dagen voor het werpen opgelegd. Ongeveer 24 dagen na het werpen werden de biggen gespeend, waarbij zeug en biggen uit de stal werden verwijderd.

Bij het spoelgoten-systeem bevonden zich onder de roosters drie kunststof goten van 30 cm diep, in de lengterichting van de afdeling. De helling van de schuine wand van de goten was 60°, de bovenkant was 50 cm breed. De mest en de urine viel in deze goten. Aan het uiteinde van elke goot zat een afsluiter. Twee maal daags werden de goten gespoeld met de onbehandelde dunne fraktie van de bezonken zeugemest. De afsluiter was dan geopend en mest en spoelvroestof kwamen in de onder de goten gelegen mestkelder. Na het spoelen werd de afsluiter gesloten. In de kelder ontmengt de mest door bezinking van het zware materiaal. De bovenste dunne fraktie, die als spoelvroestof diende, werd uit de mestkelder gepompt en in een tussenopslagtank opgeslagen. Twee maal daags, na het voeren, werd gedurende 10 seconden een kraan geopend (handmatig) waardoor de spoelvroestof door één van de goten stroomde. De goten werden één voor één gespoeld. De hoeveelheid spoelvroestof bedroeg per spoelbeurt 250 liter per rij kraamhokken. Hiervan ging 125 liter door de middelste goot, waar de meeste zeugemest in terecht kwam. Omdat de goot in de richting van het afvoerpunt iets opliep, bleef er een laag van 1-2 cm in de goot staan (mest verdund met spoelvroestof).



Figuur 1. Schematische weergave van het spoelgoten-systeem met spoelgoten (1), spoelleidingen (2), roosters (3) en mestkelder (4).

De afdeling met het spoelgoten-systeem had een voergang met aan weerszijden vier in de lengterichting geplaatste kraamhokken. De kraamhokken hadden een oppervlak van 2,70 x 1,50 m (4,05 m<sup>2</sup>) en waren volledig onderkelderd. Vier hokken waren voorzien van metalen driekantroosters. De andere vier hokken hadden kunststofroosters waarvan een gedeelte voorzien was van een dichte aluminium plaat. De zeugen stonden in een rechte opstelling en waren niet aangebonden. Het biggenest met vloerverwarming bevond zich voor de zeug.

De conventionele afdeling had een voergang met aan weerszijden vijf kraamhokken. De hokken waren volledig onderkelderd en voorzien van metalen driekantroosters. Het roosteroppervlak per hok was hetzelfde als in de spoelgotenafdeling. De zeugen stonden in een schuine opstelling en waren niet aangebonden. Het

biggennest met vloerverwarming bevond zich eveneens voor de zeugen. De mest werd na iedere ronde uit de kelders verwijderd.

Beide afdelingen waren uitgerust met plafondventilatie. De ventilatoren hadden een diameter van 40 cm, dit betekent een maximale capaciteit van 4500 m<sup>3</sup>/uur. Omdat deze capaciteit groter was dan de behoefte, werden de ventilatoren begrensd op 3300 m<sup>3</sup>/uur. In de afdeling met de spoelgoten werd gedurende beide kraamperiodes de lucht boven de voergang afgezogen. In de conventionele afdeling vond tijdens de eerste kraamperiode onderafzuiging plaats. Daarbij werd de lucht onder de roosters en over de mest via de voergang afgezogen. Tijdens de tweede periode werd bovenafzuiging toegepast net als in de afdeling met spoelgoten.

Tweemaal daags (om ca. 07:00 en 15:00 uur) werd handmatig droogvoeder verstrekt in een trog met voorraadvoeding. De drinknippel bevond zich in de trog. In onderstaande tabel worden de samenstellingen en de hoeveelheden van de verstrekte voeders gegeven.

Tabel 1. Gemiddelde hoeveelheid voer per kraamzeugenplaats (kg) per periode en gehalten aan stikstof (N g/kg) en energie (EW/kg).

Voersoort	Hoeveelheid	N	EW
Laktatievoer	93	27,5	1,10
Biggenvoer	4	29,1	1,08

De gerealiseerde bedrijfsresultaten per afdeling, per meetperiode en op bedrijfsniveau zijn weergegeven in Tabel 2. Tevens zijn de landelijke jaargemiddelden van het aantal biggen per zeug per jaar en de worpindex gegeven.

Tabel 2. Bedrijfsresultaten gedurende de meetperiodes per afdeling, op bedrijfsniveau op jaarbasis en het landelijk gemiddelde (Kwantitatieve Informatie Veehouderij 1992-1993).

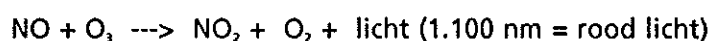
	Periode 1		Periode 2		Bedrijf	Landelijk
	afd 1	afd 2	afd 1	afd 2		
Aantal levend geboren	10,0	10,9	11,0	10,8	10,8	-
Aantal dood geboren	0	0,5	0,6	0,5	0,6	-
Uitval (%)	3	7	10	9	9,6	-
Aantal gespeende biggen	10,4	10,3	9,9	9,8	9,9	-
Aantal biggen per zeug per jaar	-	-	-	-	23,3	20,4
Worpindex	-	-	-	-	2,41	2,20

afd 1 is de afdeling met het spoelgoten-systeem, afd 2 is de conventionele afdeling

Gedurende de meetperiode zijn de volgende variabelen continu gemeten:

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

De NH<sub>3</sub>-concentratie werd 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  $\text{NH}_3$  te kunnen meten moet het eerst met een convertor omgezet worden tot NO. In de convertor passeert de luchtstroom een filter, waarna het verhit wordt tot  $775^\circ\text{C}$ . Bij deze temperatuur wordt  $\text{NH}_3$  geoxideerd tot NO. De convertor werd zo dicht mogelijk bij het monsternamepunt gemonteerd om het transport van  $\text{NH}_3$  tot een minimum te beperken.  $\text{NH}_3$  adsorbeert makkelijk aan allerlei materialen en lost goed 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 bevonden zich in de ventilatiekokers tussen de meet- en stalventilator. Het monsternamepunt van de ingaande lucht bevond zich in een centrale ruimte bij de inlaat-opening. Het in de convertors gevormde stabiele NO werd door verwarmde en geïsoleerde teflonslangen naar de monitor geleid en gemeten. De  $\text{NH}_3$ -concentratie werd uit de gemeten NO-concentratie afgeleid.

Om het ventilatiedebiet te meten werden in de ventilatiekokers onder de stalventilatoren meetventilatoren geplaatst. Per omwenteling van de meetventilator werden vier pulsen afgegeven welke werden geregistreerd. De relatie tussen het aantal pulsen en het debiet is bepaald met behulp van een, volgens de voormalige NEN-norm 1048-11 gebouwde, windtunnel. De relatie tussen het ventilatiedebiet ( $\text{m}^3/\text{uur}$ ) en het geregistreerde aantal pulsen was:

$$V = 6,41 * (\text{aantal pulsen}/10 \text{ sec}) + 146,9$$

De temperatuur en de relatieve luchtvochtigheid werden continu gemeten met temperatuur- en vochtsensoren (Pt 100, 1/3 DIN /C80 Hygromer (Rotronic)) die een nauwkeurigheid hadden van respectievelijk  $0,5^\circ\text{C}$  en 1,5%.

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

De emissie is het produkt van de  $\text{NH}_3$ -concentratie en het ventilatiedebiet. De totale emissie is berekend door cumulatie van de uurgemiddelden. Op dag 10 en 11 van de eerste kraamperiode misten emissiecijfers vanwege een defekte convertor waardoor de concentratie niet goed gemeten werd. Bij ontbreken van meetgegevens over een bepaalde periode door storing werd ten behoeve van de cumulatie geïnterpoleerd.

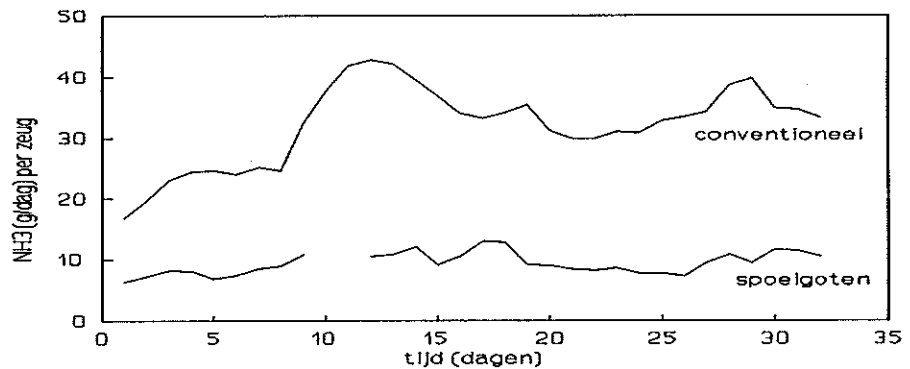
Elke week werd de apparatuur gecontroleerd en de monitor geijkt met NO-gas. De absolute afwijking tijdens de ijking was gemiddeld 2%. Bij meer dan 5% afwijking van de monitor werden de waarden gecorrigeerd. Bij de ijking van de convertors bleek dat voor de metingen gemiddeld 90-95% van de aangeboden  $\text{NH}_3$  als  $\text{NO}_x$  gemeten werd. Na de metingen was dit gemiddeld 95%. Wanneer het nodig was werden de filters van de convertors vervangen. Tevens werd de conditie van de dieren en de algemene situatie in de stal genoteerd.



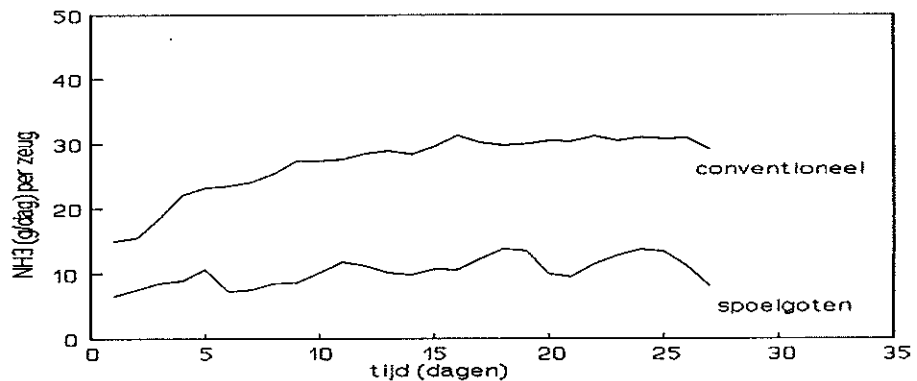
### 3 Resultaten en discussie

#### 3.1 Ammoniakemissie

In Figuur 2 is het verloop van de dagelijkse emissie per kraamzeugenplaats tijdens de eerste kraamperiode weergegeven voor de conventionele afdeling en de afdeling met het spoelgoten-systeem. De hogere emissies tussen dag 10 en 20 en op dag 28 en 29 van de eerste periode van de conventionele afdeling corresponderen met een tijdelijk hogere buitentemperatuur (een daggemiddelde van ca. 10°C t.o.v. ca. 5°C) en dientengevolge een verhoging van het ventilatiedebiet. Deze omstandigheden golden uiteraard ook voor de afdeling met de spoelgoten. Een verhoging van de emissie was hier echter nauwelijks waarneembaar.



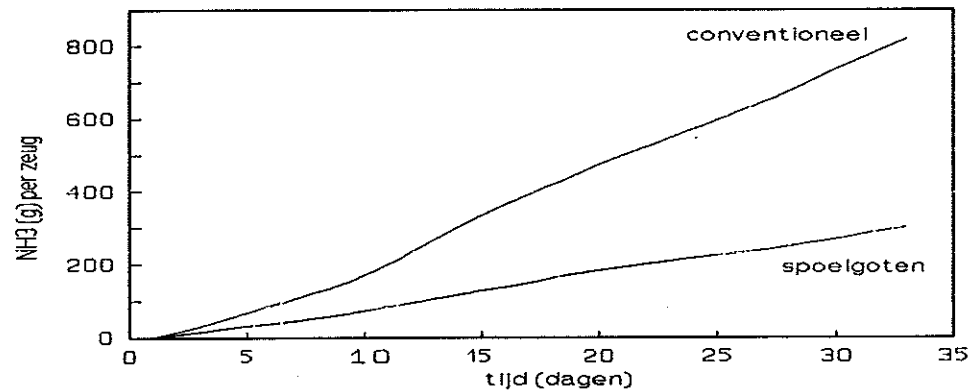
Figuur 2. Daggemiddelden van de ammoniakemissie per kraamzeugenplaats van de afdeling met spoelgoten (bovenafzuiging) en de conventionele afdeling (onderafzuiging) gedurende periode 1.



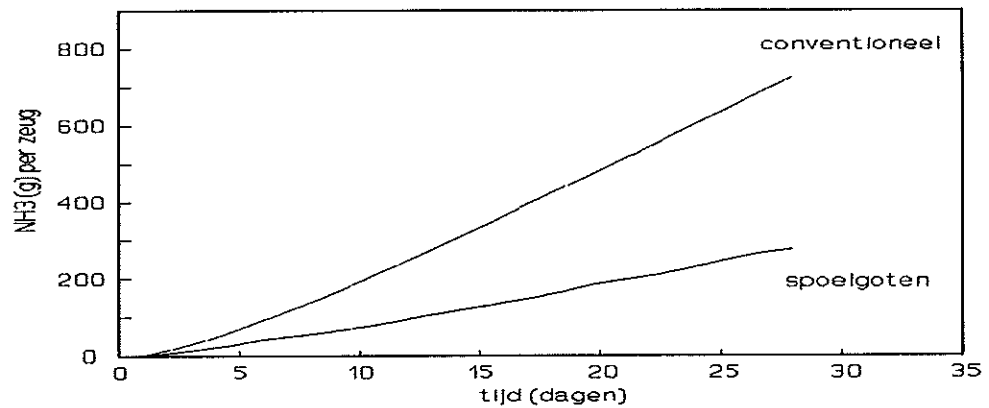
Figuur 3. Daggemiddelden van de ammoniakemissie per kraamzeugenplaats van de afdeling met spoelgoten (bovenafzuiging) en de conventionele afdeling (bovenafzuiging) gedurende periode 2.

Figuur 3 geeft het verloop van de dagelijkse emissie per kraamzeugenplaats tijdens de tweede kraamperiode. De ammoniakemissie van de afdeling met spoelgoten vertoont een golfbeweging. De maxima vallen in de weekeinden. Behalve de laatste golfbeweging, corresponderen ze niet met het verloop van de buitentemperatuur en/of de ventilatie. Het is niet uit te sluiten dat dit te maken heeft met de bedrijfsvoering (b.v. tijd van voeren en spoelen) die op dit bedrijf in de weekeinden anders liep dan door de week. Dit effect is de eerste kraamperiode niet zichtbaar (Figuur 2). Data die betrekking hebben op de variatie in de bedrijfsvoering in het weekeinde zijn niet of onvoldoende bekend.

Figuren 4 en 5 geven de cumulatieve emissies per kraamzeugenplaats voor beide systemen en beide perioden weer.



Figuur 4. Cumulatieve ammoniakemissie per kraamzeugenplaats van de afdeling met spoelgoten en de conventionele afdeling gedurende periode 1.



Figuur 5. Cumulatieve ammoniakemissie per kraamzeugenplaats van de afdeling met spoelgoten en de konventionele afdeling gedurende periode 2.

Tabel 3 geeft samenvattend de emissies cijfermatig weer voor beide systemen en beide perioden.

Tabel 3. Ammoniakemissie per kraamperiode voor het conventionele systeem en het systeem met spoelgoten in g/dag per kraamzeugenplaats en de reductie t.o.v. het conventionele systeem (%).

	Periode 1	Periode 2
conventioneel	25,7	27,1
spoelgoten	9,4	10,3
reductie	63	62

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 leegstandperiode van 10% ingekalkuleerd. De bedrijfsvoering tijdens onderhavig onderzoek had geen leegstand: de afdelingen waren gedurende de kraamronden volledig bezet en tussen de twee kraamronden was geen leegstand. Onderstaande tabel geeft de ammoniakemissie omgerekend naar zeugenplaats per jaar weer. De berekeningen zijn uitgevoerd op basis van zowel 0 en 10% leegstand.

Tabel 4. Ammoniakemissie in kg per kraamzeugenplaats per jaar op basis van twee kraamperiodes voor het systeem met spoelgoten en het conventionele systeem en uitgaande van 0 en 10% leegstand.

	Leegstand	Periode 1	Periode 2
Conventioneel	0	9,4	9,9
	10	8,4	8,9
Spoelgoten	0	3,4	3,8
	10	3,1	3,4

Bovenstaande cijfers geven aan dat de emissie van het systeem met spoelgoten kleiner is dan 4,0 kg per zeugenplaats per jaar. Dit is de drempelwaarde zoals vermeld in de Beoordelingsrichtlijn in het kader van Groen-Label-stallen (1993). De reductie van ammoniakemissie van het systeem met spoelgoten kan berekend worden op basis van de berekende emissiefactor (Beoordelingsrichtlijn in het kader van Groen-Label-stallen (1993)) en op basis van de tegelijkertijd op hetzelfde bedrijf gemeten conventionele systeem. Deze reductie-percentages worden beiden in onderstaande tabel gegeven.

Tabel 5. Ammoniakemissie-reductie door het spoelgoten-systeem t.o.v. berekende en gemeten referenties (%).

Referentie	Reduktie	
	Periode 1	Periode 2
Berekend	63	59
Gemeten	63	62

Het emissie-reducerend principe van het spoelgoten-systeem is tweeledig. Door de vorm van de goten zal het emitterend oppervlak kleiner zijn en de mest, bron van de emissie, wordt twee maal daags uit de stal verwijderd. Tijdens onderhavig onderzoek was het tijdstip van spoelen gekoppeld aan de voertijden. In de regel werd omstreeks 07:00 en 15:00 uur gespoeld. Voertijden zijn momenten waarop de dieren actief worden. Het "in de benen komen" van de varkens betekent dat er geürineerd en gedefaceerd wordt. Het moment van het verwijderen van de mest door spoelen staat dus in vaste relatie met de produktie van mest. Wanneer het tijdstip van spoelen verschoven zou worden t.o.v. het voeren kan een ander emissiepatroon ontstaan. Om dit effect te kwantificeren is onderzoek nodig.

### 3.2 Ventilatie

Het verschillende effect van een verhoging van de ventilatie op de emissie tijdens de eerste kraamperiode (Figuur 2) zou voor een groot deel verklaard kunnen worden door het feit dat de conventionele afdeling tijdens deze periode onderafzuiging had en geen bovenafzuiging, zoals de afdeling met spoelgoten. Een hoger debiet betekent bij onderafzuiging een sterkere verhoging van de lichtsnelheid boven het emitterend oppervlak dan bij bovenafzuiging. De tweede kraamperiode vond op beide afdelingen bovenafzuiging plaats. Ook tijdens deze periode trad variatie in de buitentemperatuur op. Voor de conventionele afdeling gold bijvoorbeeld dat van dag 14 op 15 de gemiddelde buitentemperatuur veranderde van 8,5 naar 15,6°C; van dag 26 op 27 van 19,2 naar 12,2 °C. De ventilatie varieerde navenant. Korresponderende verhogingen van de emissie zijn net als bij de afdeling met spoelgoten tijdens de eerste kraamperiode nauwelijks zichtbaar.

In Tabel 6 zijn de heersende temperaturen en de gerealiseerde ventilatiedebieten weergegeven. Met ventilatie-efficiëntie wordt hier het ventilatie-debiet per °C

temperatuurverschil tussen de ingaande en uitgaande lucht (stallucht) bedoeld.

De tabel laat zien dat ventileren met onderafzuiging efficiënter was dan ventileren met bovenafzuiging. De lucht werd dichter bij de warmtebron (het dier) vandaan gezogen. Per °C temperatuurverschil tussen ingaande en uitgaande lucht hoefde in de conventionele afdeling minder te worden geventileerd dan in de afdeling met spoelgoten om de gewenste temperatuur te handhaven. De tweede periode werd in beide afdelingen bovenafzuiging toegepast. Uit de tabel blijkt dat de ventilatie-efficiëntie in de afdeling met spoelgoten toen niet meer 1,5x zo hoog was, maar zelfs iets lager dan in de conventionele afdeling. Bij de berekening van de ventilatie-efficiëntie zijn enkele waarden buiten beschouwing gelaten, waarbij het temperatuurverschil kleiner dan 1°C was. Dit was nodig vanwege het exponentiële effect op de berekening, waardoor een vertekend beeld ontstond van de gemiddelde situatie.

Tabel 6. Gemiddelde stal- en buitentemperatuur, temperatuur van de ingaande lucht (°C), ventilatiedebiet (m<sup>3</sup>/uur per dier) en ventilatie-efficiëntie (m<sup>3</sup>/uur·°C per dier) van een afdeling met het spoelgoten-systeem (afd 1) met bovenafzuiging en van een conventionele afdeling (afd 2) met onder- en bovenafzuiging gedurende twee kraamperiodes.

	Kraamperiode			
	1		2	
	afd 1	afd 2	afd 1	afd 2
Temperatuur stal	22,3	22,2	25,7	23,8
Temperatuur buiten	6,5	6,4	13,3	13,1
Temperatuur Ingaande lucht	8,1	7,9	14,3	14,2
Ventilatiedebiet	159 <sup>a</sup>	102 <sup>b</sup>	166 <sup>a</sup>	163 <sup>a</sup>
Ventilatie-efficiëntie <sup>c</sup>	12	8	23	27

a: bovenafzuiging; b: onderafzuiging; c: gedefinieerd als Ventilatie-debiet / (T<sub>uitgaand</sub> - T<sub>ingaaand</sub>) waarbij (T<sub>uitgaand</sub> - T<sub>ingaaand</sub>) ≥ 1 en T<sub>uitgaand</sub> = T<sub>stal</sub>

Bij onderafzuiging was de gemiddelde luchtbeweging in de stal lager. Dit is in Tabel 6 zichtbaar aan het lagere debiet per °C temperatuurverschil tussen de ingaande en de uitgaande lucht. Een lagere luchtbeweging betekent een lagere emissie (Elzing et al., 1992). Bij onderafzuiging werd de lucht echter direkt boven het emitterend oppervlak afgezogen. Dit betekende dat de luchtsnelheid ter plekke hoger was dan bij bovenafzuiging. Aan de ene kant werden de luchtsnelheid en de emissie door deze manier van ventileren verlaagd; aan de andere kant werd de luchtsnelheid boven het emitterend oppervlak (roosters, mest) plaatselijk verhoogd, waardoor emissie steeg. Tabel 5 laat zien dat de verhouding tussen de gemeten emissies voor beide periodes vrijwel gelijk zijn. Hieruit blijkt dat tijdens dit onderzoek bovengenoemde effecten elkaar hebben opgeheven.

Bovenstaande geeft aan dat wanneer het effect van ventilatie op de ammoniakemissie beschreven wordt rekening gehouden moet worden met de manier van ventileren. Dit bepaald namelijk lokale verschillen in luchtsnelheid. Met name de luchtsnelheden over emitterende oppervlakken zijn van invloed op de vervluchtiging van ammoniak (Elzing et al., 1992). Behalve naar het totale debiet zou gekeken moeten worden naar het luchtbewegingspatroon in een stal. Er is meer onderzoek nodig om inzicht te krijgen in deze materie.

Tenslotte kan worden opgemerkt dat bij verschillende temperaturen en luchtdrukken het soortelijk gewicht van lucht varieert. Het meten van het debiet met een meetventilator is een massameting. Variatie betekent dat een m<sup>3</sup> lucht bij hoge temperaturen en een lage luchtdruk minder massa heeft dan een m<sup>3</sup> bij lage temperaturen en een hoge luchtdruk. Bij berekeningen met gegevens van lucht-

drukken en temperaturen die heersten gedurende 1992 liep dit verschil in de winterperiode op tot 15% (K.N.M.I., 1992). Bij de omrekening van het aantal kg/uur naar het aantal m<sup>3</sup>/uur wordt voor het temperatuur- en luchtdrukeffect gecorrigeerd door deze te standaardiseren op 20°C en 1013 mbar. Daarom is het geoorloofd om debieten verkregen onder verschillende omstandigheden met elkaar te vergelijken.

## 4 Conclusies

De conventionele afdeling emitteerde per kraamzeugenplaats per dag gemiddeld 26,4 g NH<sub>3</sub>. Dit komt overeen met de berekende emissiefactor die is opgenomen in de Beoordelingsrichtlijn in het kader van Groen-Label-stallen (1993).

De afdeling met het spoelgoten-systeem emitteerde gemiddeld 9,9 g per kraamzeugenplaats per dag. De ammoniakemissie van dit systeem was gemiddeld 63% lager dan de gemeten emissie in de conventionele afdeling.

Op jaarbasis was de gemiddelde emissie van de afdeling met het spoelgoten-systeem 3,3 en 3,6 kg per zeug op basis van berekeningen die uitgaan van respectievelijk 0 en 10% leegstand.

Dit onderzoek toonde aan dat wat de temperatuurregeling betreft, ventileren met onderafzuiging efficiënter is dan ventileren met bovenafzuiging.

Tijdens dit onderzoek had een verandering van de ventilatie een sterker effect op de emissie wanneer onderafzuiging plaatsvond. Waarschijnlijk wordt dit veroorzaakt door het feit dat de luchtsnelheid boven het emitterend oppervlak sterker beïnvloed werd dan bij bovenafzuiging.

Tijdens dit onderzoek bestond er wat betreft de totale hoeveelheid geëmitteerde ammoniak geen verschil tussen onder- en bovenafzuiging van de lucht.

## Literatuur

- Beoordelingsrichtlijn in het kader van Groen Label stallen, 1993. Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke ordening en Milieubeheer, Den Haag.
- Elzing, B., W. Kroodsmā, R. Scholtens & G.H. Uenk, 1992. Ammoniakemissiemetingen in een modelsysteem van een rundveestal: Theoretische beschouwingen. IMAG-DLO Rapport 92-3, Wageningen.
- Heij, G.J. & T. Schneider, 1991. Dutch priority programme on acidification. Final report second phase Dutch priority programme on acidification no. 200-09.
- K.N.M.I., jaaroverzicht van het weer in Nederland, 1992. Jaargang 89 no. 13, de Bilt.
- Kwantitatieve Informatie Veehouderij 1992-1993. Informatie en Kennis Centrum Veehouderij, Publikatie nr. 6, Ede.
- Nationaal Milieubeleidsplan, 1989. Tweede Kamer, vergaderjaar 1988-1989, 21 137, nrs. 1-2 p. 134, SDU uitgeverij 's-Gravenhage.
- Reitsma, B. & 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 (ex. bijl.).
- Scholtens, R., 1993. NH<sub>3</sub>-converter + NO<sub>x</sub>-analyser. 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.