

Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XXI

Zeugenstal met mestverwijdering door
spoelen met dunne mestfractie via
spoelgoten

C.M. Groenestein
B. Reitsma

dlo



Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XXI

Zeugenstal met mestverwijdering door
spoelen met dunne mestfractie via
spoelgoten

C.M. Groenestein
B. Reitsma

Rapport 95-1004

© 1995

Dienst Landbouwkundig Onderzoek
Postbus 59, 6700 AB Wageningen

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

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

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system of any nature, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior written permission of the publisher.

Inhoud

Samenvatting	2
1 Inleiding	3
2 Materiaal en methode	4
3 Resultaten en discussie	8
3.1 Het spoelgoten-systeem	8
3.2 Oriëntatie op factoren	10
4 Conclusie	13
Literatuur	14
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 ammoniak-emissie van een zeugenstal met een spoelgoten-systeem. Bij dit systeem bevonden zich onder de roosters horizontaal gelegen, in V-vorm uitgevoerde goten van 24 cm diep. De mest van de zeugen kwam in deze goten terecht en werd tweemaal daags uit de afdeling verwijderd door de goten te spoelen met de onbehandelde dunne fraktie van bezonken zeugemest. Hierdoor bleef het emitterend mestoppervlak klein.

Van 21 juli tot 21 november 1994 en van 14 april tot 14 mei 1995 werd in twee afdelingen (afdeling 1 en 2) de NH_3 -emissie gemeten. In elke afdeling waren 32 zeugen in twee rijen van 16 ligboxen gehuisvest. De werkgang tussen de twee rijen ligboxen was een dichte vloer. Ten opzichte van een traditioneel systeem werd hiermee een extra reductie van het mestoppervlak gerealiseerd van ca. 25%.

Voor het berekenen van de totale NH_3 -emissie werd alleen gebruik gemaakt van emissiecijfers van afdeling 1. De meetperiode werd opgedeeld in vier perioden van ruim 30 dagen. Op jaarbasis, rekening houdend met 5% leegstand was de emissie respectievelijk 2,9, 3,3, 2,2 en 2,1 kg ammoniak per zeug. Ten opzichte van de emissiefactor van 4,2 kg NH_3 betekent dat een reductie van 21 tot 50%. De hogere emissie tijdens de eerste twee perioden kan veroorzaakt zijn door ineffektief spoelen.

Het voeren van de zeugen synchroniseerde onder andere het mestgedrag van de varkens waardoor een ammoniakemissie-patroon ontstond met pieken rond het tijdstip van voeren (tweemaal daags). Het spoelen had ook een verhogend effect op de emissie. Omdat het voeren en spoelen 's ochtends vlak na elkaar plaats vonden resulteerde dit in één piek. 's Middags was het tijdsverschil tussen voeren en spoelen groter en waren er twee pieken zichtbaar.

In afdeling 2 werden een aantal behandelingen uitgevoerd om een indruk te krijgen van het belang van sommige factoren op de NH_3 -emissie. Hieruit kwam naar voren dat niet kon worden aangetoond dat het veranderen van de klimaatregeling (hogere omgevingstemperatuur en lager ventilatiedebiet) effect had op de ammoniakemissie. Ook kon er niet geconcludeerd worden dat het langer spoelen resulteerde in een lagere emissie. Verder werd aangetoond dat naast de mest in de goten zowel de spoelvloeistof (de onbehandelde dunne fraktie van bezonken zeugemest) als de roosters bijdroegen aan het verloop en het nivo van de NH_3 -emissie.

Indikatieve metingen naar de emissie van methaan gaven aan dat het spoelgoten-systeem geen verhogend effect had op de methaanemissie uit de afdeling.

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 46% (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 selekteert die wat betreft de 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 onderzoek verricht naar de ammoniakemissie van een stal voor guste en dragende zeugen met een spoelgoten-systeem. In dit systeem viel de mest in V-vormige goten onder de roosters die tweemaal per dag met de onbehandelde dunne fraktie van de bezonken zeugemest werden gespoeld om de mest uit de afdeling te verwijderen. Hierdoor en door een dichte vloer in de werkgang werd het emitterend mestoppervlak verkleind. De gemeten ammoniakemissies werden vergeleken met de emissiefactor zoals die is opgenomen in de Uitvoeringsregeling Interimwet ammoniak en veehouderij (1994). Om een indruk te krijgen van de methaanproductie werden enkele indicatieve metingen verricht in de afdelingen en de kelders.

2 Materiaal en methode

Van 21 juli tot 21 november 1994 en van 14 april tot 14 mei 1995 is de ammoniakemissie gemeten in een zeugenstal met een spoelgoten-systeem. De spoelgoten onder de roosters waren in V-vorm uitgevoerd en de mest werd twee maal per dag uit de stal verwijderd. Hierdoor bleef het emitterend mestoppervlak klein. Een extra reductie van het mestoppervlak met ca. 25% ten opzichte van een traditioneel systeem werd gerealiseerd door een dichte vloer in de werkgang.

Er werd in twee afdelingen (afdeling 1 en 2) gemeten. In elke afdeling waren 32 F1-zeugen in twee rijen van 16 ligboxen gehuisvest (Bijlage A). Onder elke rij ligboxen lag een mestkanaal onder de roosters. In het mestkanaal lagen drie horizontaal gelegen roestvrijstalen V-vormige goten in de lengterichting van de afdeling (Bijlage A en B). De goten waren 24 cm diep en aan de bovenkant 35 cm breed; de helling van de schuine wand was ca. 60°. Tweemaal daags (8:00 en 18:00 uur) werden de goten één voor één gespoeld met de onbehandelde dunne fraktie van bezonken zeugemest. Aan het uiteinde van elke goot zat een afsluiter. Vlak voor aanvang van het spoelen werden alle afsluiters geopend waarna eerst de goten van afdeling 2 en daarna de goten van afdeling 1 werden gespoeld. Via de afsluiters stroomde de mest en spoelvroestof door een rioleringsbuis naar de mestkelder. De twee goten waar de meeste mest terecht kwam (de eerste twee goten vanaf het dichte gedeelte van de ligboxen) werden per spoelbeurt elk twee maal 5 sec. gespoeld. De derde goot werd éénmaal gedurende 5 sec. gespoeld. Daarna werden de goten onder de volgende rij zeugen volgens het zelfde spoelschema gespoeld. Per spoelbeurt werd per afdeling ca. 350 l spoelvroestof gebruikt. De afsluiters waren gedurende 10 minuten open.

Mest en spoelvroestof uit de afdelingen kwamen terecht in een mestput. De bereiding van de spoelvroestof vond plaats door bezinking in drie stappen. De eerste mestput was voor de bezinking van voornamelijk relatief zware deeltjes zoals zand en voerresten. Via een overloop liep de dunne fraktie naar de tweede mestput waar de vaste mestdeeltjes konden bezinken. Vervolgens kon de dunne fraktie uit de tweede mestput via een overloop naar een derde mestput stromen. Uit deze laatste put werd de spoelvroestof gepompt.

De boxen voor de zeugen waren 66 cm breed en 230 cm lang, waarvan 30 cm trog, 110 cm dicht beton en 90 cm betonrooster. Het afsluithek van de ligbox was met een kunststof plaat dichtgemaakt. Het betonnen rooster liep achter de box 35 cm door. De werkgang tussen de twee rijen ligboxen was een dichte bolle betonnen vloer van 90 cm breed. Aan de voorkant van elke rij ligboxen was een voerpad van 90 cm breed.

Afdeling 1 en 2 werden elk geventileerd met één ventilator met een diameter van 45 cm (maximale capaciteit 6.000 m³/uur). De ventilatielucht kwam vanuit de centrale gang via twee gedeeltelijk openstaande schuifdeuren over de voergang in de afdeling. De deuropeningen waren aan de bovenkant voor 1/3 deel dichtgemaakt. Daglicht kwam in de afdelingen via enkele ramen en lichtdoorlatende golfplaten.

Er werd tweemaal daags om ca. 7:15 en 16:00 uur gevoerd naar individuele behoefte. Na het voeren was ruim een half uur lang water beschikbaar via drinkknippen in de trog. In Tabel 1 is het stikstofgehalte en de energiewaarde van het voer en de gemiddelde voergift weergegeven. De wateropname was in de periode van 21 juli tot 21 november 1994 gemiddeld 9,1 l per zeug per dag. In de periode van 14 april tot 14 mei 1995 werd wat langer water gegeven en was de wateropname gemiddeld 11,9 l per zeug per dag. Tweemaal daags, rond het voeren, werd de situatie in de stal gecontroleerd en de mest die achter de zeug op de roosters lag onder de zeug geschoven.

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

Periode	Hoeveelheid	EW	re
tot dag 60	2,0	1,02	145
dag 61 - dag 90	2,7	"	"
dag 91 tot werpen	3,5	"	"

In Tabel 2 worden de bedrijfsresultaten en het landelijk gemiddelde weergegeven.

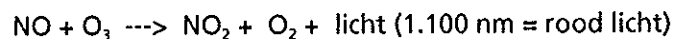
Tabel 2. De worpindex en het aantal grootgebrachte biggen per zeug per jaar op het bedrijf en het landelijk gemiddelde (Kwantitatieve Informatie Veehouderij, 1994-1995).

	Bedrijf	Landelijk
Worpindex	2,30	2,25
Aantal grootgebrachte biggen	23	21

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 (RH) in de afdeling, van de ingaande lucht en buiten (%);
- temperatuur (T) in de afdeling, van de ingaande lucht en buiten (°C).

De NH₃-concentratie werd gemeten met behulp van een NO_x-monitor (tot 10 oktober met een Thermo Environmental Instrument's Chemiluminescence NO-NO₂-NO_x Analyzer Model 42i, daarna met een monitor labs nitrogen oxides analyzer model 8840). De meting is gebaseerd op de chemiluminescentie-reactie tussen O₃ en NO:



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

Om NH₃ 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 NH₃ aan een roestvrijstalen katalysator geoxideerd tot NO. De convertor is zo dicht mogelijk bij het monsternamepunt gemonteerd om het transport van NH₃ tot een minimum te beperken. NH₃ 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 bevonden zich in de ventilatiekokers tussen de meet- en stalventilator. Het monsternamepunt van de ingaande lucht bevond zich in de centrale gang. 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 in de ventilatiekoker onder de ventilator een meetventilator geplaatst. 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 (m³/uur) en het geregistreerde aantal pulsen in afdeling 1 en 2 was:

$$V = 8,0 * (\text{aantal pulsen}/10 \text{ sec}) + 303$$

De temperatuur en de relatieve luchtvochtigheid werden continu gemeten met temperatuur- en vochtsensoren (Hygromer Rotronic®). De sensoren hingen op ca. 2 m hoogte bij de ventilator in de afdeling, in de centrale gang en buiten.

De meetapparatuur werd bestuurd door een programmeerbare datalogger. Alle verzamelde gegevens werden hierin opgeslagen. Eén keer per twee minuten werden de NH₃-concentratie, het ventilatiedebiet, de relatieve luchtvochtigheid en de temperatuur gemeten. Na een uur werden de waarden gemiddeld en weggeschreven.

Elke week werd de apparatuur gecontroleerd en de monitor gekalibreerd met 41,2 ppm NO gas. De absolute afwijking tijdens de kalibratie was gemiddeld 1%.

Bij de ijking van de convertors bleek dat voor aanvang van de metingen tijdens de periode 21 juli tot 21 november gemiddeld 95% van de aangeboden NH₃ als NO_x werd gemeten; na de metingen werd 96% gemeten. Voor aanvang van de metingen tijdens de periode 14 april tot 14 mei werd gemiddeld 96% gemeten; na de metingen was dit 90%. Voor deze inefficiënties werd gecorrigeerd.

De NH₃-emissie is het produkt van de NH₃-concentratie en het ventilatiedebiet. Er werd gecorrigeerd voor de NH₃-concentratie van de ingaande lucht. De totale emissie van NH₃ werd berekend door cumulatie van de uurgemiddelden. Door technische storingen waren er dagen waarop sommige waarnemingen ontbraken. Bij ontbreken van meetgegevens werd ten behoeve van de berekening van de cumulatieve emissie en gemiddelden geïnterpoleerd.

Voor het berekenen van de totale NH₃-emissie van het spoelgoten-systeem is alleen gebruik gemaakt van de emissiecijfers van afdeling 1. In afdeling 2 werden een aantal testen uitgevoerd om een indruk te krijgen van het belang van sommige factoren op de emissie. De behandelingen in afdeling 2 waren als volgt:

- A. Van 10 augustus tot 9 september werd de ventilatie verlaagd door de streef-temperatuur te verzetten van 18 °C naar 23 °C. Doel van deze behandeling was na te gaan of management met betrekking tot de klimaatregeling (hogere omgevingstemperatuur en lager ventilatiedebiet) van invloed is op de emissie.
- B. Van 3 oktober tot 16 oktober werd de spoeltijd per goot drie maal zo lang: twee maal 15 sec. voor de eerste twee goten en 15 sec. voor de derde goot. Doel van deze behandeling was om na te gaan of het verlengen van de spoeltijd effect heeft op de effectiviteit van het spoelen en daarmee op de emissie.
- C. Van 17 oktober tot 22 oktober werden de goten gespoeld met water in plaats van met zeugemest. Doel van deze behandeling was om na te gaan in welke mate de spoelvroestof bijdraagt aan de emissie.
- D. Van 7 november tot 12 november werden de goten 's ochtends na het voeren volgezet met water (400 l per goot). Doel van deze behandeling was om, door de emissie vanuit de goten te minimaliseren, na te gaan in welke mate de roosters bijdragen aan de emissie. Omdat de achterwanden (ter hoogte van de afsluiters) van de twee achterste goten minder hoog waren dan de zijwanden sijpelde het water gedurende 2 à 3 uur langzaam weg totdat de goten nog ca. halfvol waren. De voorste goot waar de meeste mest terecht kwam bleef vrijwel helemaal vol.

Gedurende de metingen werd enkele malen de eerste en tweede mestput leeggehaald. Om voldoende spoelvroestof in de derde mestput te behouden werd mest vanuit de eerste of tweede mestput naar de derde mestput gepompt (23/8, 22/09 en 10/10).

De afvoer van mest en spoelvroestof eindigde boven het mestnivo in de eerste mestput. Omdat hierdoor bij het openen van de afsluiters mogelijk lucht vanuit de mestkelder naar de afdelingen kon stromen werd het uiteinde van de rioleringsbuis op 23 augustus onder het mestnivo geplaatst waardoor een stankslot werd gecreëerd.

Om de werkzaamheden te kunnen verrichten werd de eerste mestput echter helemaal leeggehaald waardoor het nog ca. twee weken duurde voordat het mestnivo hoger was dan de rioeringsbuis en het stankslot funktioneerde.

Op 28 juli werd waargenomen dat in afdeling 1 één van de afsluiters niet helemaal afsloot; dit werd direkt hersteld. Door een technische storing werd van 12 september tot en met 15 september één maal per dag (om ca. 18:00 uur) handmatig gespoeld. Tijdens de meetperiode werd geconstateerd dat de afsluiters niet altijd goed opengingen. Op 10 oktober werd dit verholpen.

De meetperiode is opgedeeld in 4 perioden van ruim 30 dagen; 21 juli - 24 aug., 2 sept. - 4 okt., 11 okt. - 21 nov en 14 april - 14 mei. In Tabel 3 zijn voor beide afdelingen gemiddelden van de temperatuur en het ventilatiedebiet weergegeven. Tijdens de eerste drie weken van periode 1 was het erg warm; van 19 juli tot 31 juli werd in De Bilt een hittegolf geregistreerd (K.N.M.I., 1994).

Tabel 3. Gemiddelde ventilatiedebiet (m^3 /uur per dier) en temperatuur ($^{\circ}C$) van afdeling 1 en 2 gedurende vier perioden.

	Periode 1	Periode 2	Periode 3	Periode 4
Ventilatie afd. 1	142	82	48	71
Ventilatie afd. 2	126	78	54	80
Temperatuur afd. 1	22,8	20,0	19,9	19,4
Temperatuur afd. 2	23,8	20,3	19,5	19,2
Temperatuur ingaande lucht	19,8	13,9	11,7	12,4
Temperatuur buiten	19,7	12,5	8,8	10,6
Lengte periode (dagen)	35	33	42	31

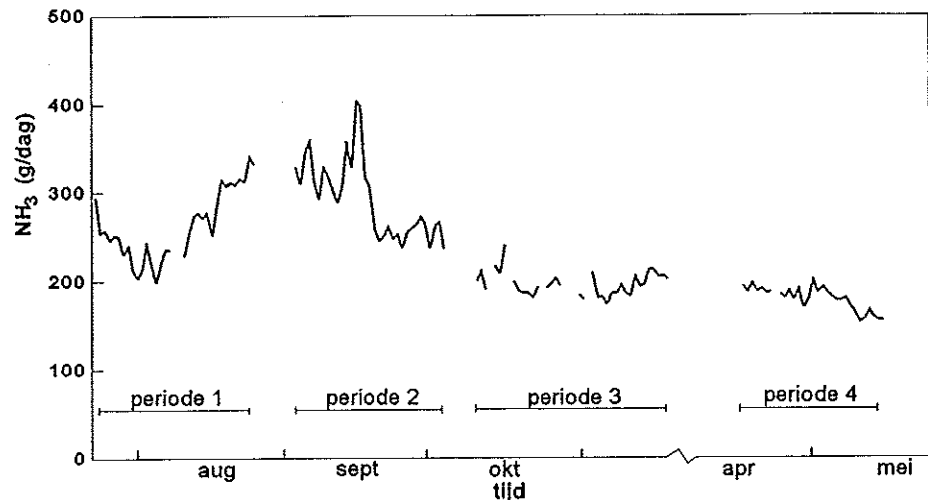
Over het algemeen was bij een gelijke instelling van de afdelingstemperatuur het debiet in afdeling 2 wat hoger dan in afdeling 1. Gemiddeld was deze echter tijdens periode 1 en 2 lager door behandeling A (het veranderen van de klimaatregeling in afdeling 2).

Om een indruk te krijgen van de methaanproductie (CH_4) werden gedurende de meetperiode wekelijks in afdeling 1, buiten en in de eerste en tweede mestput luchtmonsters genomen. Deze werden op CH_4 geanalyseerd met een Carlo Erba gaschromatograaf met een roestvrijstalen kolom van Porapak Q, mesh 80-100 en een FID (Flame Ionisation Detector) met een detektielgrens van $0,1 \mu M$. De CH_4 -emissie uit afdeling 1 werd berekend uit de concentratie in de koker en het gedurende dat uur gemeten gemiddeld ventilatiedebiet in afdeling 1. De nauwkeurigheid van deze momentopnames is niet voldoende voor het berekenen van een betrouwbare uitstoot tijdens de meetperiode, maar dient ter indicatie.

3 Resultaten en discussie

3.1 Het spoelgoten-systeem

In Bijlage C zijn de gemeten NH_3 -concentraties en het ventilatiedebiet van afdeling 1 weergegeven. Figuur 1 geeft het verloop van de dagelijkse emissie in afdeling 1 weer.

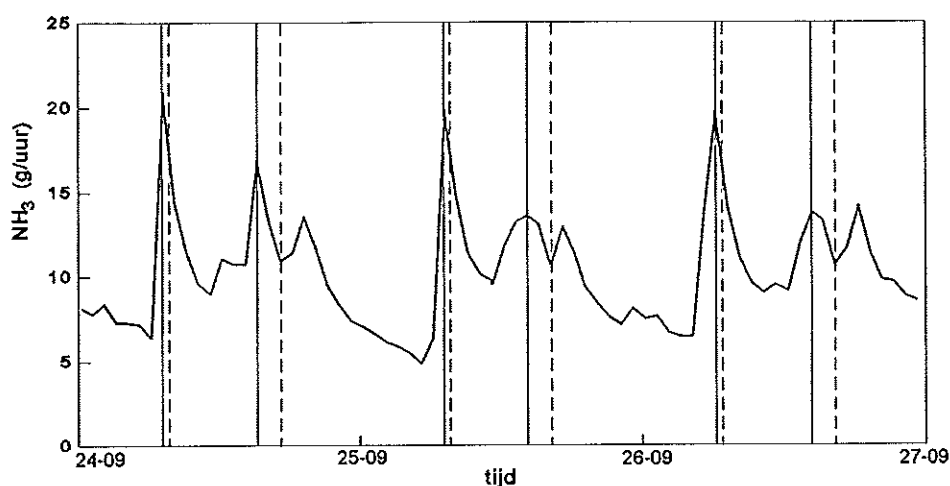


Figuur 1. Gemiddelde NH_3 -emissie per dag in afdeling 1.

De emissie begon halverwege de eerste periode te stijgen en daalde in de tweede helft van de tweede periode. Tijdens de derde en vierde periode lag de emissie op een konstanter nivo. Zoals vermeld in Hoofdstuk 2 was het gedurende de eerste drie weken van periode 1 erg warm; er werd gedurende die periode vaak maximaal geventileerd. De verwachting was dat het hoge ventilatiedebiet en de hoge staltemperatuur gepaard zou gaan met een hoge ammoniakemissie. De emissie ging echter pas stijgen na deze warme periode. Deze stijging werd niet waargenomen in afdeling 2 (Figuur 3). Tijdens deze periode werd waargenomen dat het mestnivo in enkele goten van afdeling 1 nivo hoger was dan op basis van de spoelfrekwentie verwacht werd. Dit ontstond door het feit dat vaste mest achterbleef in de goten waardoor het vloeibare gedeelte niet goed weg kon stromen. Nadat was gekonstateerd dat de afsluiters in afdeling 1 niet altijd goed opengingen werd dit op 10 oktober gerepareerd. Daarna bleven geen van de goten meer volstaan en kwam de emissie niet meer op zo'n hoog nivo. Dat het hogere mestnivo in de goten van invloed was op de emissie werd bevestigd door het feit dat van 12 tot en met 15 september een piek in de emissie optrad ten gevolge van éénmaal in plaats van tweemaal per dag spoelen. Het mestnivo in de goten als resultante van het spoeleffect was niet als systematische variabele in de proefopzet opgenomen, maar op basis van bovenstaande werd het aannemelijk dat ineffektief spoelen de oorzaak van de hoge emissie aan het eind van de eerste periode en het begin van de tweede periode was. In welke mate het aanbrengen van een stankslot effect had op de emissie is niet duidelijk omdat de exacte datum waarop het stankslot funktioneerde niet bekend is (Hoofdstuk 2).

In Figuur 2 is het verloop van de NH_3 -emissie uit afdeling 1 gedurende enkele dagen weergegeven waarbij de voer- en spoeltijden door middel van verticale lijnen zijn aangegeven. De figuur laat 's ochtends één piek en 's middags twee pieken zien. Dit ammoniakemissie-patroon was gedurende alle vier de perioden zichtbaar. Het effect van voeren op de emissie in een zeugenstal via synchronisatie van (mest)gedrag is reeds beschreven door Groenestein & Hol (1994) en Groenestein (1994). Hol & Groenestein (1994) lieten zien dat bij biggen na het spoelen een emissiepiek optrad. Tijdens onderhavig onderzoek was het tijdsverschil tussen het voeren en het spoelen 's ochtends drie kwartier. Een uurgemiddelde maakt dan geen onderscheid tussen deze effecten. Uitgaande van voorgaande studies is het waarschijnlijk dat de ochtendpiek een verstrengeling is van het voereffect (die door konditionering van gedrag vòòr het tijdstip van voeren begint) en van het spoeleffect. In de middag zijn de effecten wel

afzonderlijk zichtbaar door een tijdsverschil tussen het voeren en het spoelen van twee uur.



Figuur 2. NH_3 -emissie uit afdeling 1 gedurende enkele dagen. De verticale lijnen geven de voertijden (doorgetrokken lijn) en spoeltijden (stippellijn) aan.

In Tabel 4 is de ammoniakemissie uit afdeling 1 per periode en per zeug cijfermatig weergegeven.

Tabel 4. Ammoniakemissie uit afdeling 1 per periode, per zeug per dag en per zeug per jaar.

	Periode 1	Periode 2	Periode 3	Periode 4
Lengte meetperiode (dagen)	35	33	42	31
Totale NH_3 -emissie (kg)	9,5	10,1	8,6	6,0
NH_3 -emissie per zeug (g/dag)	8,5	9,5	6,4	6,0
NH_3 -emissie per zeug (kg/jaar) met 0% leegstand	3,1	3,5	2,3	2,2
NH_3 -emissie per zeug (kg/jaar) met 5% leegstand	2,9	3,3	2,2	2,1

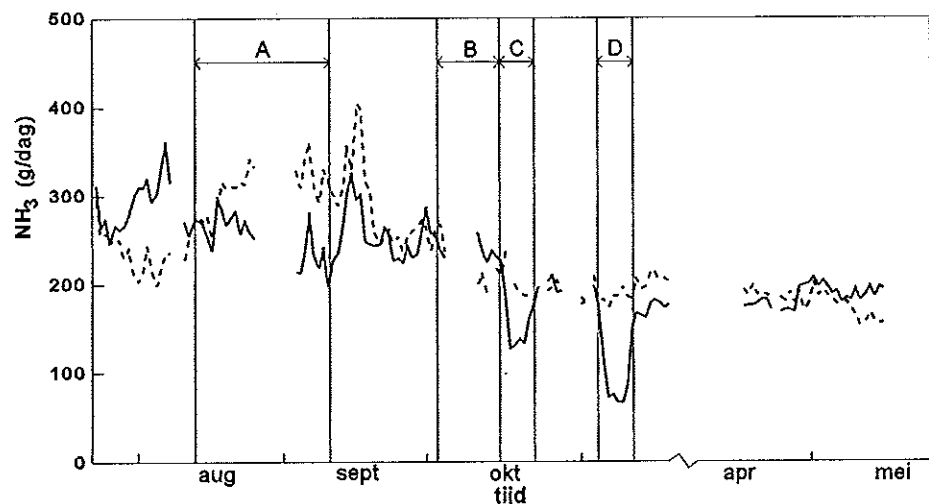
In de Uitvoeringsregeling ammoniak en veehouderij (1994) is voor guste en dragende zeugen een emissiefactor van 4,2 kg vastgesteld. Hierbij is een leegstandperiode van 5% ingekalkuleerd. Uit Tabel 4 blijkt dat gedurende periode 1 en 2 de emissie respectievelijk 31% en 21% lager was dan de emissiefactor. Tijdens periode 3 en 4, toen de emissie op een konstanter nivo lag (Figuur 1) was de emissie respectievelijk 48% en 50% lager dan de emissiefactor. De hogere emissie gedurende de eerste twee perioden kan, zoals eerder vermeld, veroorzaakt zijn door ineffektief spoelen.

De CH_4 -concentraties in de ventilatiekoker van afdeling 1 varieerden tijdens de meetperiode van 0,3 tot 0,7 μM (7 tot 17 ppm). De emissie op moment van monsternamene werd beschouwd als de gemiddelde emissie van de betreffende week. Hierbij werd niet gecorrigeerd voor de concentratie van de buitenlucht (gemiddeld 0,2 μM). Dit kwam neer op een gemiddelde CH_4 -emissie van 0,7 g/uur per zeug. Deze orde van grootte komt overeen met de CH_4 -emissie uit een zeugenstal zonder mestopslag onder de roosters (Groenestein, pers. med.). Tijdens eerder onderzoek in een biggenopfokstal met een spoelgoten-systeem bleek dat de methaanemissie aanzienlijk hoger was dan uit een conventioneel systeem (Hol en Groenestein, 1994). Er werden toen echter hogere CH_4 -concentraties bij de afsluiters waargenomen dan bij de ventilatiekokers, waardoor het aannemelijk was dat de methaan uit de kelder afkomstig was. In onderhavig onderzoek kwamen de concentraties bij de afsluiter overeen met de concentraties in de koker. Alleen tijdens de eerste week, toen één van

de afsluiters niet helemaal dicht was (hoofdstuk 2), was de concentratie bij de afsluiter een factor 3,5 hoger dan gemiddeld. Er werden wel hoge CH_4 -concentraties in de mestputten waargenomen maar de variatie was groot, namelijk van 1 tot 743 μM (20-18.000 ppm). De hoogste concentraties werden gemeten in het mestuitzuigpunt van mestput 1. Hier werd tot 3,7 mM gemeten wat binnen de explosiegrenzen van 1,8-6,6 mM valt (Chemiekaarten, 1993/1994).

3.2 Oriëntatie op factoren

In Bijlage B en C zijn de gemeten NH_3 -concentraties en het ventilatiedebiet van afdeling 2 weergegeven. Zoals vermeld in hoofdstuk 2 werden in afdeling 2 een aantal behandelingen uitgevoerd. Het doel van de behandelingen was om een indruk te krijgen van het effect van bepaalde factoren. De opzet was op hetzelfde moment afdeling 1 te meten die identiek was aan afdeling 2. De invloed van de in afdeling 2 doorgevoerde behandeling zou dan ten opzichte van de ongewijzigde situatie in afdeling 1 geschat kunnen worden. Op deze manier kunnen effecten van omstandigheden geneutraliseerd worden. Figuur 3 geeft echter aan dat vooral de eerste helft van de meetperiode het verschil in emissie bij gelijke omstandigheden behoorlijk kon zijn. Een factor die hier een rol kan hebben gespeeld is het al eerder aangehaalde ineffektief spoelen, waardoor de goten niet goed genoeg gelegegd werden.



Figuur 3. Gemiddelde NH_3 -emissie per dag in afdeling 2 (doorgetrokken lijn) en afdeling 1 (stippellijn). De verticale lijnen geven een periode aan waarin een behandeling plaats vond.

De verticale lijnen in Figuur 3 geven aanvang en eind van de verschillende behandelingen weer. Behandeling A betrof het veranderen van de klimaatregeling in afdeling 2. De staltemperatuur in afdeling 2 was gedurende die periode 5°C hoger ingesteld dan in afdeling 1. Dit had een verlaging van het ventilatiedebiet tot gevolg met gemiddeld 40% (Bijlage B). De invloed van deze factoren op de emissie is theoretisch tegengesteld: een hogere omgevingstemperatuur zal emissie van ammoniak stimuleren; een lagere luchtsnelheid over het emitterend oppervlak zal deze juist verlagen (Elzing et al., 1992). De emissie in afdeling 2 was weliswaar lager ten opzichte van afdeling 1, maar dit werd meer veroorzaakt door een stijging van de emissie in afdeling 1 dan een daling in afdeling 2. Enkele dagen voor de behandeling bereikten beide afdelingen hetzelfde emissienivo. Tot zes dagen na de temperatuurverhoging en ventilatieverlaging bleef dat zo. Daarna was tot negen dagen na het beëindigen van de behandeling de emissie in afdeling 1 hoger. Er kan dus niet geconcludeerd worden dat het verschil in emissie veroorzaakt werd door een verschillende klimaatregeling.

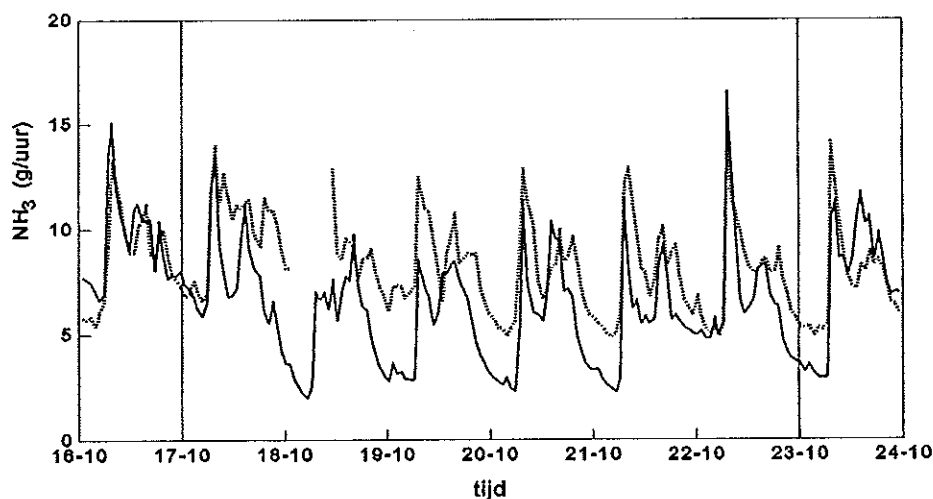
Behandeling B, het langer spoelen van de goten in afdeling 2, diende om na te gaan of door beter te spoelen de emissie zou reduceren. Door technische storingen van de meetapparatuur gedurende deze behandeling ontbraken er echter regelmatig waarnemingen. Uit de waarnemingen die beschikbaar zijn gedurende deze periode kan niet geconcludeerd worden dat het 15 sec. spoelen ten opzichte van 5 sec. spoelen een lagere emissie tot gevolg had.

De behandelingen C en D met water dienden ten eerste om na te gaan of de emissiepieken van de roosters kwamen of uit de goten. Ten tweede was de vraag of de bijdrage van de spoelvoeistof aan de emissie substantieel was. De emissiebronnen zijn de roosters en de goten. De ammoniak uit de goten is afkomstig van de mest of van de spoelvoeistof. Ammoniak emitteert uit de spoelvoeistof tijdens het spoelen, maar ook daarna. Er blijft namelijk altijd wat spoelvoeistof in de goten achter. In Tabel 5 worden de emissiebronnen in de verschillende situaties naast elkaar gezet.

Tabel 5. Ammoniakemissiebronnen tijdens spoelen met spoelvoeistof (referentie) en water (behandeling C) en tijdens het volzetten van de goten met water (behandeling D).

Referentie	Behandeling C	Behandeling D
mest op roosters	mest op roosters	mest op roosters
mest in goten	mest in goten	
spoelvoeistof		

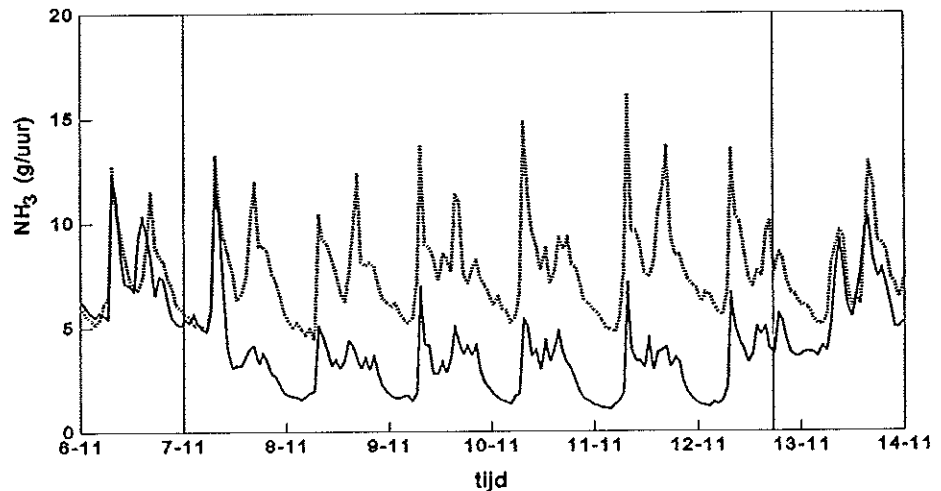
In Figuur 3 is zichtbaar dat de emissie substantieel werd verlaagd door spoelen met water en het volzetten van de goten met water. Om inzicht te krijgen in het aandeel van de verschillende emissiebronnen werd gekeken naar de uurgemiddelden en het emissiepatroon over de dag.



Figuur 4. NH_3 -emissie uit afdeling 1 (stippellijn) en 2 (doorgetrokken lijn) gedurende enkele dagen. Van 17 okt. tot en met 22 okt. werden de goten in afdeling 2 met water gespoeld (behandeling C).

In Figuur 4 is de ammoniakemissie per uur weergegeven van de dagen dat de goten in afdeling 2 gespoeld werden met water in plaats van met spoelvoeistof (de verticale lijnen geven het begin en het eind van de behandeling aan). Het verschil in emissie tijdens deze behandeling tussen afdeling 1 (de referentie) en afdeling 2 (behandeling C) is afkomstig van de spoelvoeistof. Dit verschil uit zich enigzins in de hoogte maar vooral in de duur van de pieken. Wat verder opvalt is het verdwijnen van de dubbele piek in de vooravond. Het laat zien dat ammoniak uit de spoelvoeistof bijdroeg aan de emissiepiek en dat de piek hierdoor langer aanhield. In Figuur 5 is de ammoniakemissie per uur weergegeven van de dagen dat de goten in afdeling 2 dagelijks

volgezet werden met 75 l water per zeug. Door de verdunning van de mest met water en het koelend effect van dit water (Bijlage D) kan de emissie vanuit de goten verwaarloosd worden. Het verschil in emissie tussen de afdelingen is dan de emissie vanuit de goten. De emissie-pieken die optraden na het voeren en spoelen tijdens behandeling D zijn lager en smaller zonder de emissie uit de goten. Dit geeft aan dat de emissie vanaf de roosters en vanuit de goten beide bijdroegen aan het optreden van de pieken en dat de emissie vanuit de goten langer aanhield. Gecombineerd met de resultaten van behandeling C zal dit veroorzaakt zijn door de emissie vanuit de spoelvoeistof die in de goten bleef staan na het spoelen.



Figuur 5. NH_3 -emissie uit afdeling 1 (stippellijn) en 2 (doorgetrokken lijn) gedurende enkele dagen. Van 7 nov. tot 12 nov. bleef in afdeling 2 water in de goten van staan (behandeling D).

Alle drie de emissiebronnen zoals ze in Tabel 5 vermeld staan dragen dus bij aan het piekend verloop van de emissie. Het verschil tussen de referentie en behandeling D was groter dan het verschil tussen de referentie en behandeling C. Dit werd veroorzaakt door de emissie afkomstig van de mest die in de goten terechtkwam.

Een gedeelte van de emissievermindering tijdens behandeling C zal veroorzaakt zijn door verdunning van de mest met het water dat in de goten bleef staan na het spoelen. Dit betekent dat het effect van de spoelvoeistof wat kleiner en het effect van de mest in de goten wat groter geweest zal zijn dan de verschillen in de Figuren 3 en 4 aangeven. De bijdrage van de roosters aan de emissie zal ook wat kleiner zijn geweest dan de Figuren 3 en 5 suggereren, omdat de emissie vanuit de goten niet helemaal verwaarloosbaar was. De verdunning was niet oneindig, zeker niet na enige tijd toen de mestproductie toenam en twee van de drie goten niet helemaal vol bleven staan (zie hoofdstuk 2).

4 Conclusie

De ammoniakemissie per zeug op jaarbasis, rekening houdend met 5% leegstand varieerde gedurende vier perioden van 2,1 tot 3,3 kg. Ten opzichte van de emissiefactor van 4,2 kg betekent dat het spoelgoten-systeem en reduceren van kelder- en roosteroppervlak een reductie van 21 tot 50% opleverde.

Uit dit onderzoek kwam naar voren dat het voeren invloed heeft op het verloop van de ammoniakemissie.

Een verhoging van de streeftemperatuur in de stal met 5 °C, met als gevolg een verlaging van het ventilatiedebiet met 40%, had geen aantoonbare invloed op de ammoniakemissie.

Aangetoond werd dat zowel de spoelvloeistof als de roosters en de mest in de goten bijdragen aan het nivo en het verloop van de ammoniakemissie.

Een langere spoeltijd had geen aantoonbaar effect op de ammoniakemissie.

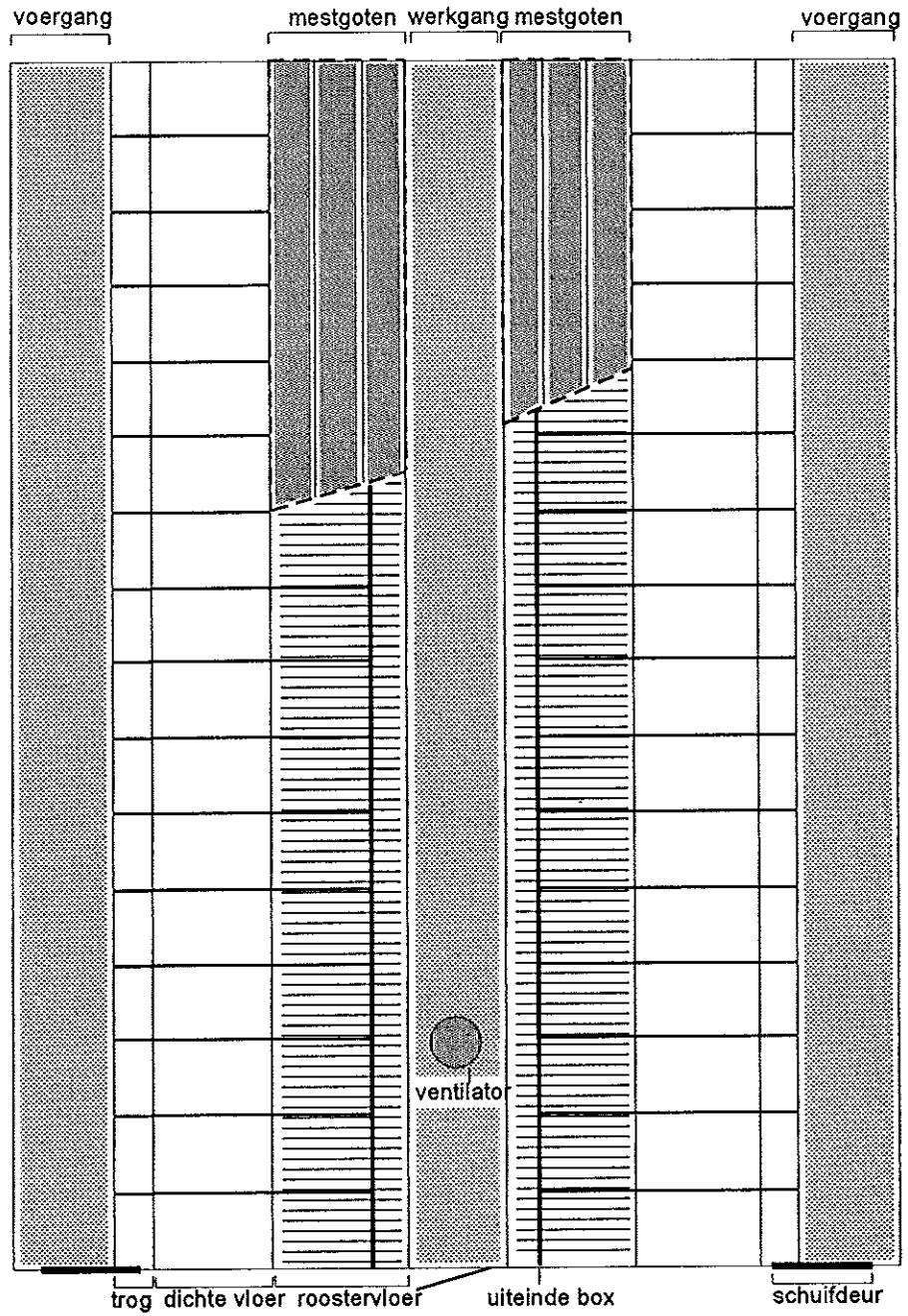
Indikatieve metingen aan de emissie van methaan gaven aan dat het spoelgoten-systeem geen verhogend effect had op de methaanemissie uit de afdeling.

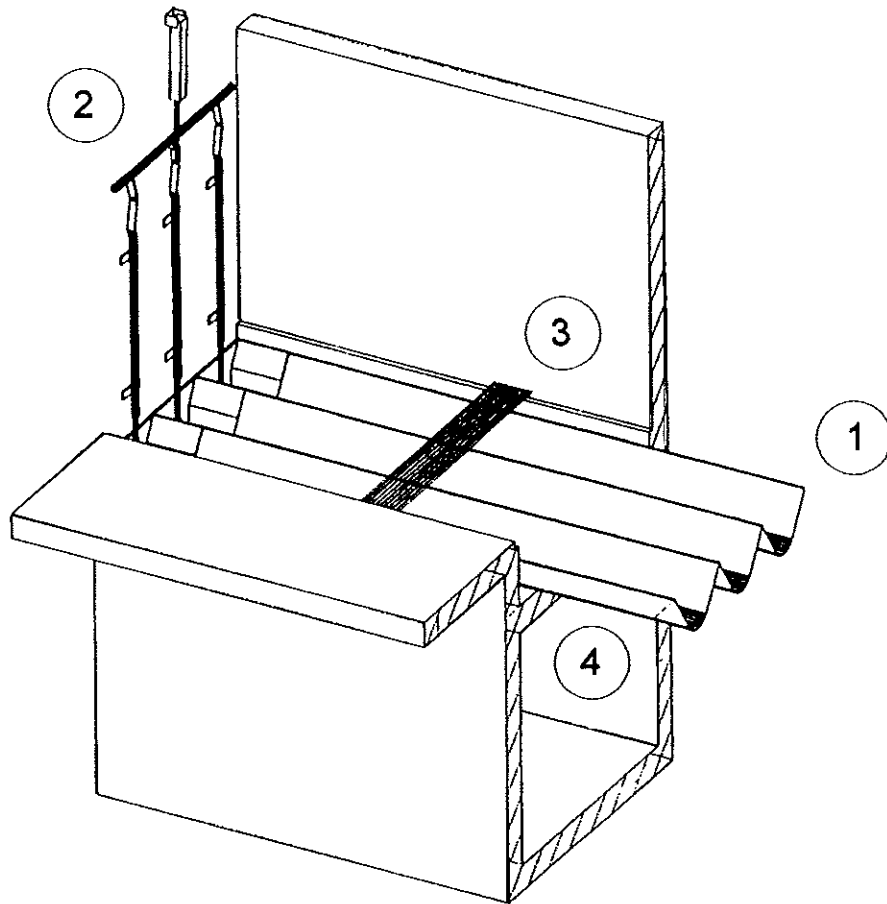
Literatuur

- Berckmans, D., Ph. Vandenbroeck & V. Goedgeels, 1991. Sensor for continuous measurement of the ventilation rate in livestock buildings. *Indoor Air* 3:323-336.
- Chemiekaarten, 1993/1994. Negende editie, NIA, VNCI en Samson H.D. Tjeenk Willink, p. 677.
- Elzing, A., W. Kroodsmma, R. Scholtens & G.H. Uenk, 1992. Ammoniakemissiemetingen in een modelsysteem van een rundveestal: Theoretische beschouwingen. IMAG-DLO Rapport 92-3, Wageningen, 25 pp.
- Groenestein, C.M., 1994. Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XIII: guste-en dragende zeugenstal met mestverwijdering door schuiven over een gecoate putvloer. Wageningen, DLO, Rapport 94-1004, 11 pp. excl. bijlage.
- Groenestein, C.M. & 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.
- Hol, J.M.G. & 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.
- Heij, G.J. & T. Schneider, 1995. Dutch priority programme on acidification. Final report third phase Additional programme on acidification no. 300-05, 160 pp.
- K.N.M.I., 1994. Maandoverzicht van het weer in Nederland. Juli 1994. Jaargang 91 nr. 7, De Bilt.
- Kwantitatieve Informatie Veehouderij 1994-1995. Informatie en Kennis Centrum Veehouderij, Publikatie nr. 6-94, Ede, 282 pp.
- Notitie Mest- en Ammoniakbeleid derde fase. Tweede kamer, vergaderjaar 1992-1993, 19882, nr. 34, SDU-Uitgeverij, 's-Gravenhage, 55 pp.
- Scholtens, R., 1993. NH₃-converter + 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. & 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.
- Uitvoeringsregeling ammoniak en veehouderij, 1994. Interimwet ammoniak en veehouderij. Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer en het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, St. crt. nr 162, Den Haag.

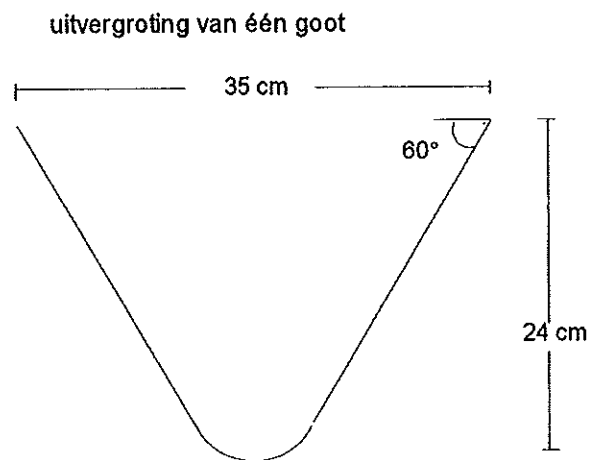
BIJLAGE A

Plattegrond van de afdeling, de mestgoten onder de roosters zijn gedeeltelijk weergegeven.



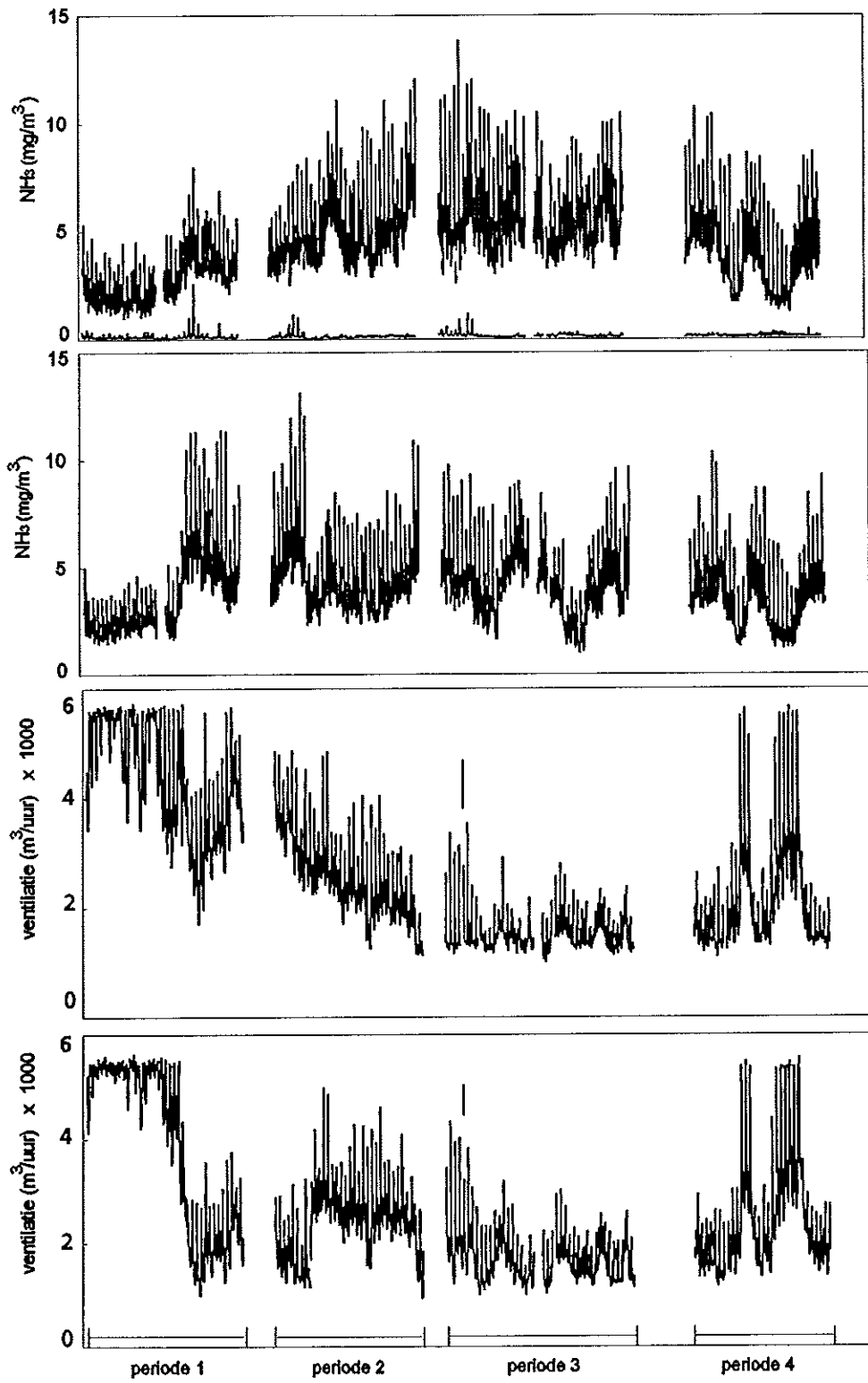


Schematische weergave spoelgotensysteem: spoelgoten (1), spoelleidingen (2), roosters (3) en kelder waar de mest bezinkt (4).

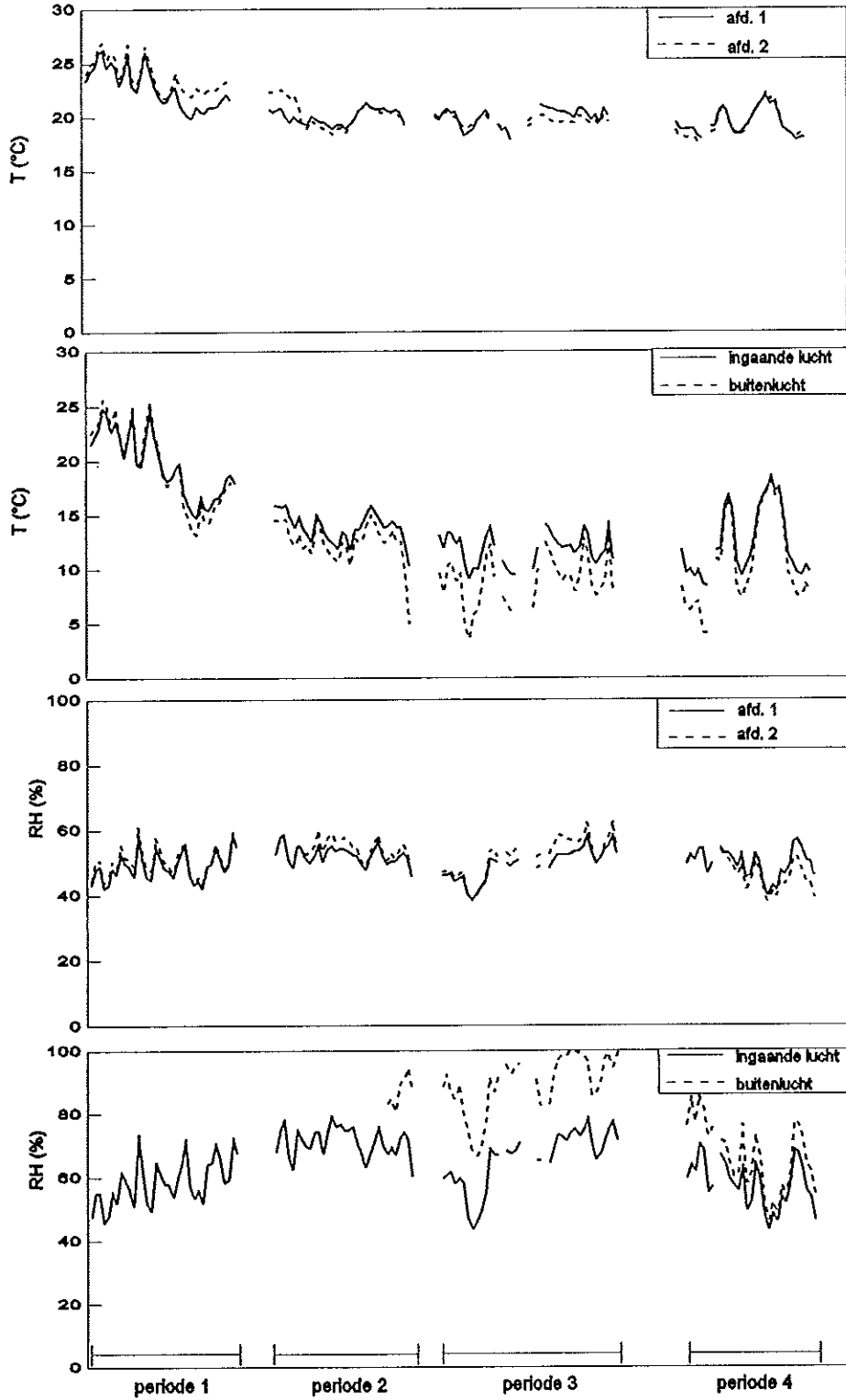


BIJLAGE C

Van boven naar beneden: NH_3 -concentratie van afdeling 1 en de ingaande lucht, van afdeling 2 en ventilatiedebiet van afdeling 1 en 2.



BIJLAGE D Daggemiddelden van temperatuur en relatieve luchtvochtigheid.



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.