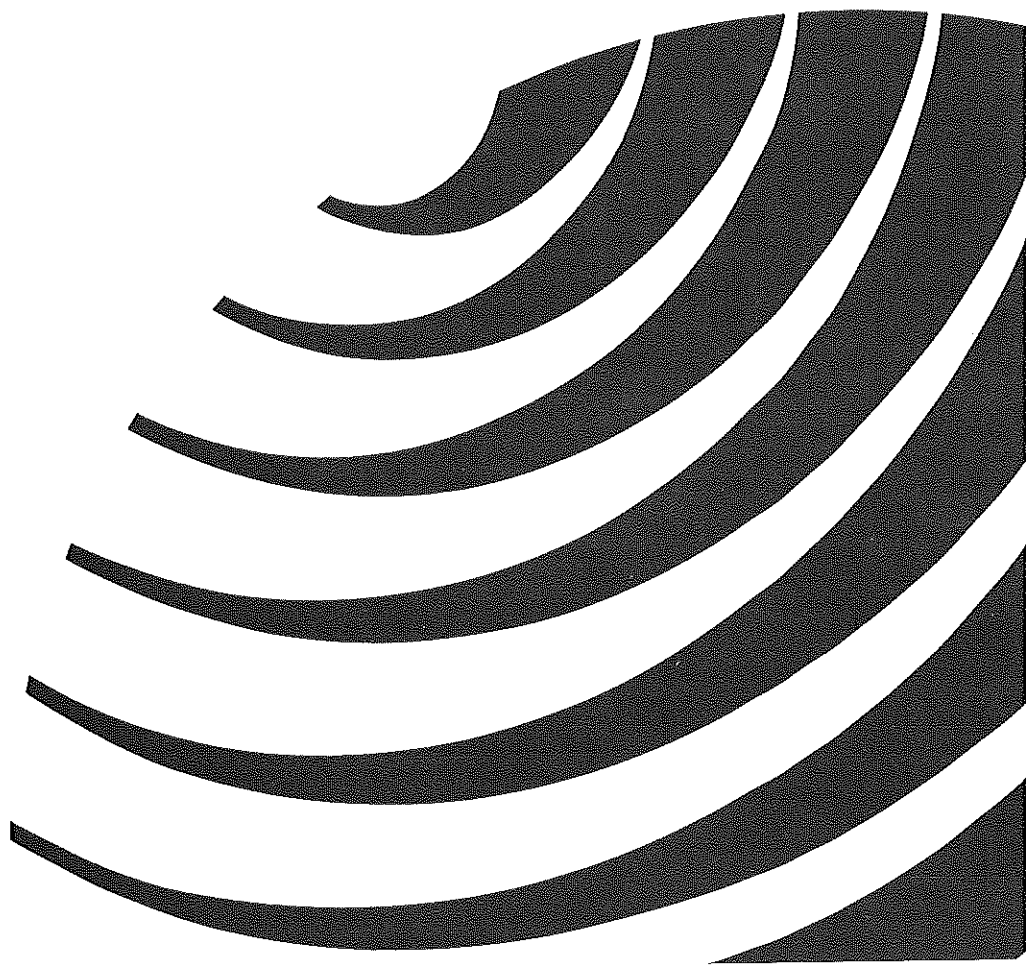
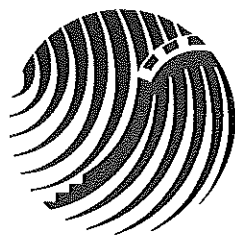


Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XXIII

Bandbatterij voor leghennen met
geoptimaliseerde mestdroging

J.M.G. Hol
J.W.H. Huis in 't Veld
C.M. Groenestein

dlo



Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XXIII

Bandbatterij voor leghennen met
geoptimaliseerde mestdroging

J.M.G. Hol
J.W.H. Huis in 't Veld
C.M. Groenestein

Rapport 95-1006

© 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
2.1 Stal en bedrijfsvoering	4
2.2 Metingen	5
3 Resultaten en discussie	8
Conclusie	11
Literatuur	12
Bijlagen	

Samenvatting

Ammoniak is naast NO_x en SO_x een van de meest belangrijke verzurende componenten in ons milieu. De overheid heeft tot doel gesteld dat de emissie van ammoniak ten opzichte van het nivo in 1980 in het jaar 2000 met 50% en in 2005 met 70% afgenomen moet zijn. In dit kader werd onderzoek verricht naar de ammoniakemissie van bandbatterij voor leghennen met optimale droging van de mest op de band en weekontmesting.

De droging werd in dit onderzoek geoptimaliseerd door het debiet van de drooglucht te verhogen tot 0,6-0,7 m^3/uur (ten opzichte van 0,5 m^3/uur) en het vergroten van het leefoppervlak per dier tot 600 cm^2 (ten opzichte van 450 cm^2) waardoor de mest meer verspreid op de band zou komen. De doelstelling was dat het drogestofgehalte van de wekelijks te verwijderen mest het gehele jaar boven de 60% zou liggen. De drooglucht was een mengsel van gefilterde stallucht en buitenlucht. Deze lucht werd door slangen in de nok van de stal over de lengte van de stal geleid, waarna de lucht in geperforeerde leidingen over de mest werd gevoerd.

In totaal werden 20.800 hennen opgehokt. Van 2 juli tot 13 oktober 1994 werd de ammoniakemissie gemeten. De leeftijd van de dieren was 47 tot 62 weken.

De doelstelling dat het drogestofgehalte van de wekelijks verwijderde mest altijd hoger dan 60% zou zijn werd niet gehaald. Gemiddeld was dit gedurende de gehele meetperiode 56% (se = 4,6). De ammoniakemissie uit deze stal was op jaarbasis, rekening houdend met 14 dagen leegstand, 42 g per dierplaats.

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 92% daarvan kwam uit de landbouw. De bijdrage van NH_x aan de totale verzuring in Nederland bedroeg in 1993 46% (Heij en Schneider, 1995). De overheid heeft tot doel gesteld dat de emissie van ammoniak in 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 huisvestingssystemen voor landbouwhuisdieren.

Behalve via onderzoek komen er ook vanuit de praktijk 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 Ammoniak-emissiemetingen, die hieruit de aanvragen selecteert 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 bandbatterij voor leghennen met optimale droging van de mest op de band en weekontmesting. De optimale droging werd gerealiseerd door een debiet van 0,6 tot 0,7 m^3 /uur per dier en een betere spreiding van de mest door een vergroting van het leefoppervlak van de dieren. De opzet was dat het drogestofgehalte van de wekelijks afgevoerde mest het hele jaar hoger was dan 60%.

2 Materiaal en methode

2.1 Stal en bedrijfsvoering

Van 2 juli 1994 tot 13 oktober 1994 werd op een bedrijf met leghennen (ISA-Brown) de ammoniakemissie gemeten. De leeftijd van de dieren was 47 tot 62 weken. Het emissie-reducerend principe beruiste op het geoptimaliseerd drogen van de mest op de band en weekontmesting. Een extra droging zou bewerkstelligd kunnen worden door het leefoppervlak van het dier te vergroten van de vanuit welzijn bepaalde minimum-norm van 450 cm² tot 600 cm². Hierdoor zou de mest meer verspreid op de band komen, wat een betere droging tot gevolg kan hebben. De doelstelling was dat het drogestofgehalte van de wekelijks te verwijderen mest het gehele jaar boven de 60% zou liggen

De dieren waren gehuisvest in een legbatterij met vijf dubbele rijen hokken met ieder vier etages (Bijlage A). Onder elke etage lag een mestband. Boven iedere mestband hing een geperforeerde leiding met een doorsnede van 120 mm. De luchtgaatjes zaten om de 10 cm met een doorsnede van 4 mm. Het debiet waarmee de mest gedroogd werd was 0,6 tot 0,7 m³/uur per hen. Dit was hoger dan het gemiddelde van 0,5 m³/uur per hen. De drooglucht was een mengsel van gefilterde stallucht (recirculatielucht) en buitenlucht. De maximale mengverhouding was 1:1. De mengverhouding werd bepaald door het verschil tussen de temperatuursensor bij de recirculatieklep en bij de centrale verwarming (CV). Wanneer de buitenlucht zo koud was dat door deze mengverhouding een bepaalde ingestelde temperatuur (verwarmingstemperatuur) niet werd bereikt, werd bij verwarmd. In Tabel 1 staan de verschillende temperatuurinstellingen gedurende de meetperiode.

Vanuit de luchtmenger werd de lucht met een radiaalventilator in drie slangen in de nok van de stal gebracht en over de gehele lengte naar de andere kant van de stal geleid. Daarna werd de drooglucht in de geperforeerde leidingen en over de mest gevoerd. Door deze constructie kon de drooglucht nog extra opgewarmd worden.

Tabel 1. Temperatuurinstellingen (°C) bij de sensoren in de luchtmenger.

	Recirculatieklep	Centrale verwarming
2 juli - 29 sept	19,5	18,5
30 sept - 13 okt	18,0	15,0

De dieren werden op 13 augustus 1993 geboren en op de leeftijd van 17 weken in de stal geplaatst (10 december 1993). De eierproductie startte op de leeftijd van 21 weken. Per kooi waren vijf hennen gehuisvest. Per kooi was één drinknippel met morsgoot aanwezig. In totaal werden 20.800 hennen opgehokt, dit was tevens het aantal dierplaatsen. De stal werd geventileerd met lengteventilatie door vier gevelventilatoren met elk een capaciteit van maximaal 43 000 m³/uur. Om ten behoeve van de NH₃-metingen het ventilatiedebiet te kunnen meten moest deze constructie worden aangepast. Daartoe werd een uitbouw aan de gevel gebouwd met 14 axiaalventilatoren met een diameter van 63 cm. De maximale ventilatiecapaciteit kwam daarmee op 140 000 m³/uur (6,7 m³/uur per hen). De luchtinlaat bevond zich over aan de gehele lengtezijden van de stal en werd geregeld met automatisch instelbare kleppen.

In de stal was het licht vanaf 6:00 uur, zestien uur aaneengesloten aan (L:D = 16:8).

Viermaal per dag werd gevoerd; om 6:00, 10:00, 14:00 en 18:00 uur. Het voer werd met behulp van een sleepketting over de voergoot verdeeld. Op dit bedrijf werd fasevoeding toegepast. Gedurende de meetperiode kregen de dieren twee verschillende voeders. In Tabel 2 staan de gemiddelde hoeveelheden opgenomen voer, energie, eiwit en water per dier per dag gedurende de meetperiode.

Tabel 2. De gemiddelde hoeveelheid omzetbare energie (OE in MJ/dag per dier), ruw eiwit (re in g/dag per dier), de hoeveelheid voer (g/dag per dier), water (ml/dag per dier), en de water/voerverhouding per meetperiode.

Fasevoer	Periode	OE	re	Voer	Water	Water/voer
I	2 juli - 25 juli	1,3	18,0	106	213	2,0
II	26 juli - 29 sept	1,3	18,3	107	207	1,9
II	30 sept - 13 okt	1,4	19,3	113	193	1,7

In de periode van 2 juli - 29 september was tussen 6:00 en 22:00 uur (de lichtperiode) continu water beschikbaar. Van 30 september - 13 oktober werd de beschikking over water verkort om het waterverbruik te verminderen; één uur voor het voeren werd de watertoevoer gestopt en na 18:30 uur bleef de toevoer dicht tot 6:00 uur 's morgens. Uit de Tabel 2 blijkt dat het rantsoeneren van het drinkwater een daling in het waterverbruik geeft. De daling in de water/voerverhouding werd ook door een toename van de voeropname verlaagd.

De eieren werden vanaf 14:00 verzameld, dit nam gemiddeld 3 uur in beslag. De inpakmachine stond in een ruimte naast de stal. 's Morgens voor 9:00 uur en 's middags na het eieren verzamelen werden de dieren en de watertoevoer gecontroleerd. In de 55^e levensweek van de kippen, dag 61 van de meetperiode, werden de dieren behandeld tegen E-coli bacteriën door azijnzuur aan het drinkwater toe te voegen. Dit had een storing in de watertoevoer tot gevolg, waardoor de dieren één dag geen water kregen. Hierdoor werd de produktie die week negatief beïnvloed (legpercentage van 77 i.p.v. 82%).

Tabel 3 geeft de technische resultaten weer van de totale produktieronde. Opvallend is de lage voederconversie. De relatief korte legperiode zal de voederconversie gunstig hebben beïnvloed aangezien het laatste deel van een legperiode een ongunstige voederconversie heeft.

Tabel 3. Gemiddelde produktiegegevens van de produktieronde (21 -69 weken) en het landelijk gemiddelde uit 1992 (Kwantitatieve informatie veehouderij 1994-1995).

	Produktieronde	Landelijk
Legperiode (dagen)	340	391
Eierproduktie per opgehokte hen (kg)	18,5	19,4
Voerverbruik per dier per dag (g)	112	117
Voederconversie ^a	2,05	2,36
Uitval%	3	8

a: (legperiode * voerverbruik) / eierproduktie

2.2 Metingen

De volgende variabelen werden continu gemeten:

- NH₃-concentratie van de uit- en ingaande lucht (mg/m³);
- ventilatiedebiet (m³/uur);
- temperatuur (T) van de stallucht, de drooglucht, en buiten (°C);
- relatieve luchtvochtigheid (RH) van de stallucht, de drooglucht, en buiten (%).

De NH₃-concentratie werd gemeten met behulp van een NO_x-monitor (Thermo Environmental Instruments's Chemiluminescence NO-NO₂-NO_x analyzer Model 42i). 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 NO te kunnen meten moet NH₃ eerst worden omgezet met een convertor. 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 de transportafstand van NH₃ tot een minimum te beperken. NH₃ adsorbeert gemakkelijk aan allerlei materialen en lost snel op in water, waardoor bij een grote afstand tussen monsternamepunt en convertor metingen kunnen worden verstoord. De stallucht werd continu aangezogen via teflonslangen. Om condens in de slangen te voorkomen werden alle slangen met een verwarmingslint en isolatie omwikkeld. Bij 4 van de 14 ventilatoren werd de concentratie gemeten. De monsternamepunten bevonden zich in de ventilatiekokers tussen de meet- en stalventilator. In Bijlage A staat aangegeven in welke kokers de luchtmonsters werden genomen. Het in de convertors gevormde stabiele NO werd door verwarmde en geïsoleerde teflonslangen naar de monitor geleid. De maximaal meetbare concentratie was 50 ppm.

Het monsternamepunt van de ingaande lucht bevond zich bij de inlaat aan de noordwestzijde van de stal, ongeveer 7 meter uit de hoek van de stal.

Het ventilatiedebiet werd gemeten met behulp van meetventilatoren in alle ventilatiekokers. Per omwenteling werden vier pulsen afgegeven. De pulsen werden geregistreerd. De relatie tussen het aantal pulsen en het debiet is 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 was:

$$V = 9,1 * (\text{aantal pulsen}/10 \text{ sec}) + 54$$

De temperatuur en de relatieve luchtvochtigheid werden continu gemeten met temperatuur- en luchtvochtigheidsensoren (Hygromer Rotronic®). De temperatuur en relatieve luchtvochtigheid van de stallucht werden op vijf verschillende plaatsen in de stal gemeten. Midden in de stal ter hoogte van de onderste etage, de derde etage en vlak boven de etages en diagonaal over de stal (3 meetpunten, waarbij 1 meetpunt in het midden dezelfde was als het meetpunt ter hoogte van de derde etage). De temperatuur en relatieve luchtvochtigheid van de drooglucht werden vlak voordat de lucht over de mest werd gebracht gemeten.

De meetapparatuur werd bestuurd door een programmeerbare datalogger. Alle verzamelde gegevens werden hierin opgeslagen. Eén keer per 3 minuten werden alle variabelen gemeten. Na een uur werden de waarden gemiddeld en weggeschreven. Elke week werd de apparatuur gecontroleerd, de monitor gekalibreerd en zonodig de filters van de convertors vervangen. Tevens werd de algemene situatie in de stal genoteerd. De convertors werden voor en na de meetperiode geijkt.

De monitor werd gekalibreerd met 41,2 ppm NO gas. De absolute afwijking tijdens de kalibratie was gemiddeld 4%. Wanneer de absolute afwijking boven de 5% lag werd hiervoor gecorrigeerd. Uit de ijking van de convertors bleek dat voor en na de metingen gemiddeld 92% van de aangeboden NH₃ als NO_x werd gemeten.

De NH₃-emissie is het produkt van de NH₃-concentratie en het ventilatiedebiet. Dit werd voor elke koker berekend. De emissie uit de stal is de som van de emissies per koker. Voor het bepalen van de concentraties in de ventilatiekokers zonder monsternamepunt werd ervan uitgegaan dat in de naburige kokers vergelijkbare concentraties heersten. De NH₃-concentratie in de stal werd gecorrigeerd voor de NH₃-concentratie van de ingaande lucht. De totale emissie werd berekend door cumulatie van de uur-gemiddelden. Bij het ontbreken van de meetgegevens door kalibraties en storingen werd, ten behoeve van de cumulatie en het berekenen van de gemiddelden, geïnterpoleerd.

De gemiddelde waarden tijdens de meetperiode voor temperatuur en ventilatie staan in Tabel 4. Voor de staltemperatuur is uitgegaan van de temperatuur midden in de stal ter hoogte van de derde etage. Het temperatuurverschil tussen de gemiddelden van de verschillende sensoren in de stal bedroeg maximaal 1,6°C en ten opzichte van de in Tabel 4 vermelde temperatuur 0,6°C.

Tabel 4. Gemiddelde temperatuur (°C) in de stal, van de drooglucht en buiten en het gemiddelde ventilatie-debiet per dierplaats (m³/uur)

Staltemperatuur	22,5
Temperatuur drooglucht	20,5
Buitemperatuur	16,6
Ventilatie-debiet	4,3

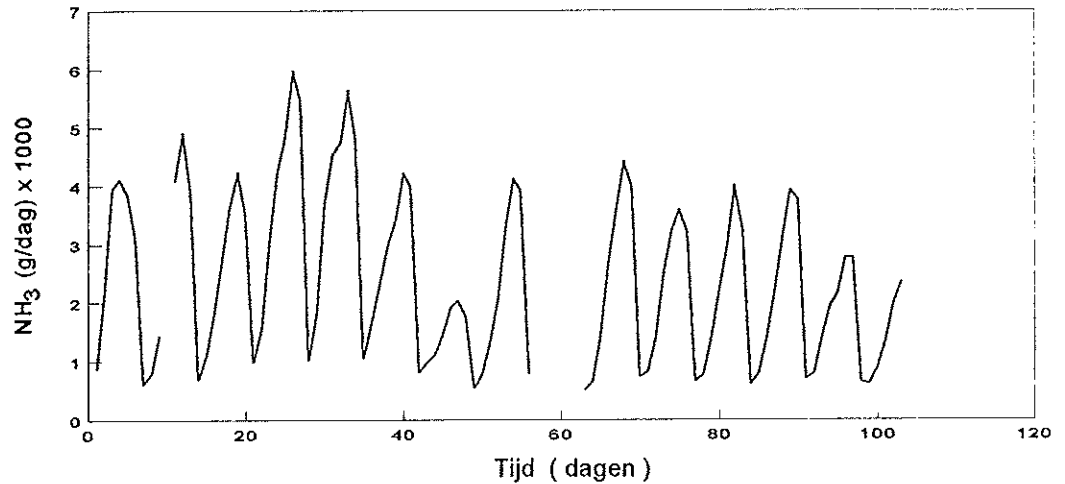
De weersomstandigheden gedurende de meetperiode werden door het K.N.M.I. (1994) als volgt omschreven:

- juli: extreem warm, zeer zonnig, en gemiddeld over het land droog;
- augustus: warm, normale hoeveelheid neerslag en normale aantal uren zonneschijn;
- september: zeer nat, koel en somber;
- oktober: koud, zonnig en gemiddeld over het land nat.

Wekelijks werd het drogestofgehalte van de mest te bepaald. Hiervoor werd de band ad random tijdens het afdraaien 9 maal stil gezet. Over een lengte van 10 cm werd een monster over de gehele breedte van de verzamelband genomen. Voor het bepalen van het gemiddelde drogestofgehalte van de mest werd een mengmonster gemaakt.

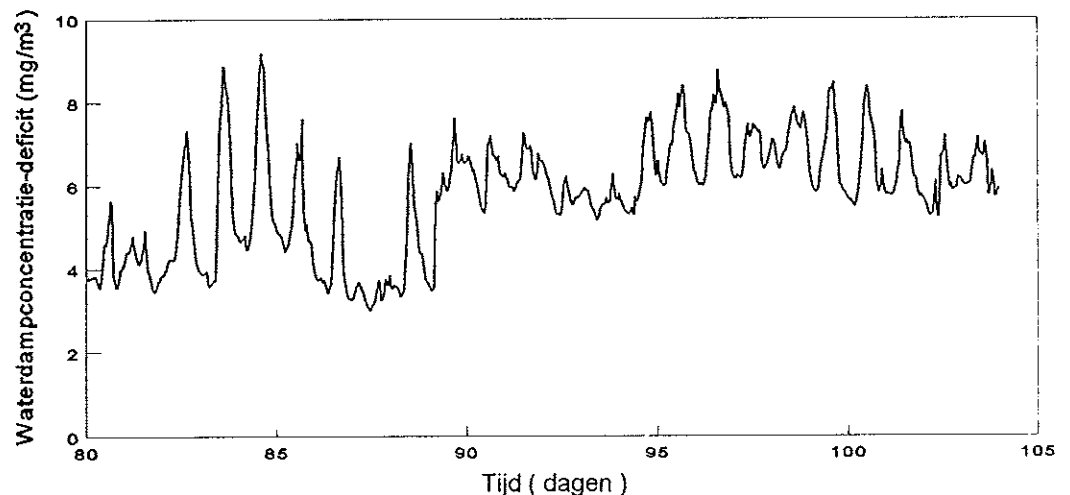
3 Resultaten en discussie

Figuur 1 geeft het verloop van de gemiddelde ammoniakemissie per dag weer. Het verloop van het ventilatiedebiet en de gemeten concentratie in één van de ventilatiekokers staan in Bijlage B. Het verloop van de concentratie was voor alle meetpunten ongeveer gelijk, maar het nivo van de middelste ventilatoren was lager dan die van de buitenste. Het verschil was absoluut gezien klein ($0,16 \text{ mg/m}^3$), maar door de lage gemiddelde concentratie ($1,22 \text{ mg/m}^3$) was dit relatief hoog (15%). De ammoniakconcentratie van de ingaande lucht was gemiddeld $0,03 \text{ mg/m}^3$ (2,5%).



Figuur 1. Gemiddelde ammoniakemissie per dag op stalnivo.

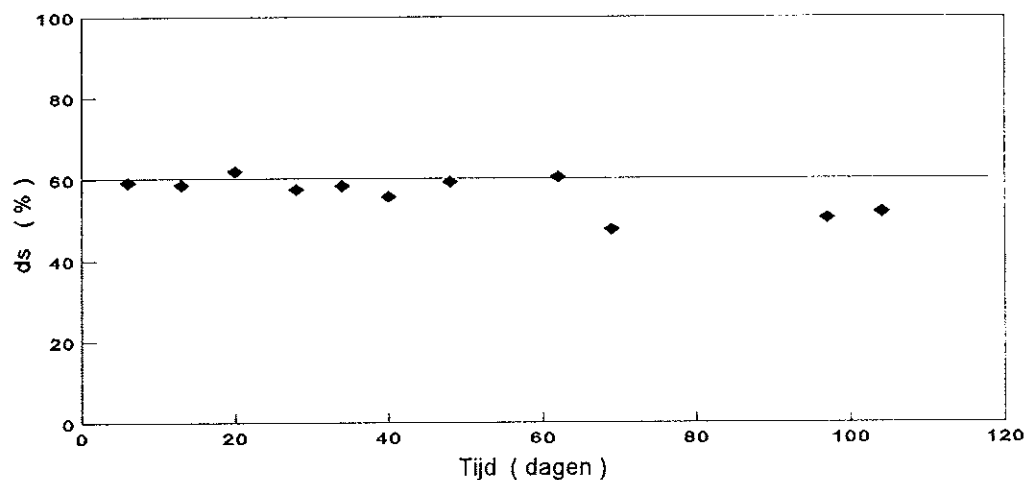
Het piekend verloop van de emissie werd veroorzaakt door het wekelijks verwijderen van de mest uit de stal; de emissie was het hoogst vlak voor de mest verwijderd werd en het laagst direct daarna. Van dag 10 en van dag 57 tot 63 waren door technische storingen geen gegevens beschikbaar. Het eventuele effect op de emissie van het toevoegen van azijnzuur en de daaropvolgende storing in de watertoevoer op dag 61 was hierdoor niet zichtbaar. De meetperiode was wat de weersomstandigheden betreft te verdelen in twee perioden: de eerste zes weken warm en droog, de periode daarna was het koud en nat (zie blz. 7 en Bijlage C). Tijdens de warme periode vallen de hoge emissies in de vierde en vijfde week op. Deze correspondeerden met de warmste gemiddelde buitentemperaturen per week van respectievelijk $24,9$ en $22,9^\circ\text{C}$. De laagste emissie trad de eerste week van de natte koude periode op, direct na de weersomslag.



Figuur 2. Potentie van de drooglucht om vocht op te nemen gedefinieerd als het verschil in het vochtgehalte van de actuele drooglucht (mg/m^3) en bij verzadiging ($\text{RH} = 100\%$) vanaf dag 80.

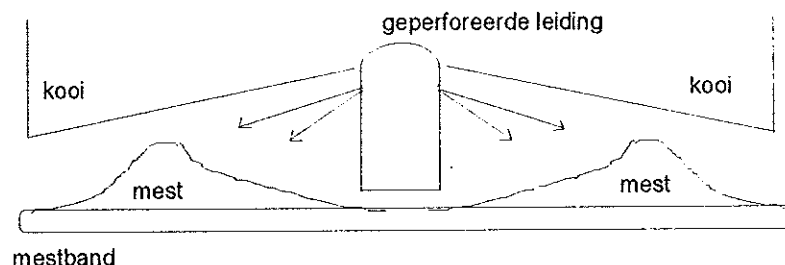
In vergelijking met de daaropvolgende weken werden in die week geen bijzondere omstandigheden geregistreerd. De laatste twee weken van de meting daalde de emissie.

Op dag 91 (30 september) was de instelling van de luchtmenger veranderd en werd de beschikking over drinkwater beperkt met het doel een hoger drogestofgehalte van de mest te verkrijgen. Vier dagen later (dag 55) daalden de buiten- en de staltemperatuur. De som van deze verstregelde effecten kan een verandering teweegbrengen in de drijvende kracht achter de verdamping van het vocht uit de mest. Deze drijvende kracht wordt in Figuur 2 gedefinieerd als waterdampconcentratie-deficit en is het verschil tussen het vochtgehalte van de drooglucht (mg/m^3) en van de drooglucht bij verzadiging ($\text{RH} = 100\%$). In Figuur 2 is zichtbaar dat dit deficit (of de potentie om vocht op te nemen) de laatste twee weken weliswaar toenam, maar dat dit niet tot uiting kwam in het drogestofgehalte van de mest. Deze werd niet hoger dan 52% (Figuur 3). Dit zou kunnen betekenen dat de drogende capaciteit van de lucht hier niet de beperkende factor was.



Figuur 3. Gemiddelde drogestofgehalten van de wekelijks verwijderde mest. De doorgetrokken streep geeft het minimum streefgehalte aan.

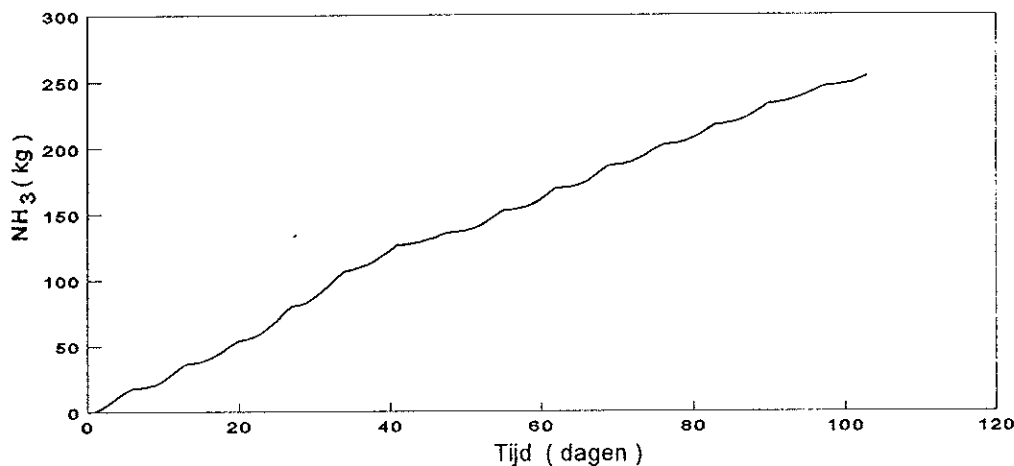
Uit Figuur 3 blijkt dat de doelstelling dat het drogestofgehalte van de wekelijks verwijderde mest altijd hoger dan 60% zou zijn werd niet gehaald. Gemiddeld was dit gedurende de gehele meetperiode 56% ($se = 4,6$).



Figuur 4. Mestband met de mestverdeling op de band en de beweging van de drooglucht (pijlen)

Het hoge debiet van de drooglucht en de grotere verspreiding van de mest hebben het doel van een efficiëntere droging niet kunnen bewerkstelligen. Een reden daarvoor kan zijn dat ondanks het $1\frac{1}{2}$ maal zo grote leefoppervlak van de kip, de mest niet evenredig méér verspreid terecht kwam omdat de mest op hopen lag.

Figuur 4 geeft aan hoe de mest over de band verdeeld was. In het midden lag niets en meer naar buiten toe vormde zich zoals in conventionele bandbatterijen een "mest-rug" omdat de kippen vaak op dezelfde plek mestten. De mest aan de lizijde van deze mestrug wordt slecht bereikt met drooglucht. Ten tweede kan het grotere leefoppervlak tot gevolg hebben dat de afstand tussen luchtbus en mestrug groter was waardoor de snelheid van de drooglucht over de mestrug lager was, wat de droging kan beïnvloeden.



Figuur 5. Cumulatieve ammoniakemissie gedurende de meetperiode.

Tabel 5. Ammoniakemissie uit de stal gedurende de meetperiode, per uur uit de stal en per dierplaats per jaar (met 14 dagen leegstand).

Lengte van de meetperiode (dagen)	103
Totale NH ₃ -emissie (kg)	254
NH ₃ -emissie per uur (g)	103
NH ₃ -emissie per dierplaats per jaar (g)	42

In Figuur 5 is de cumulatieve emissie uit de stal gegeven. Tabel 5 geeft samenvattend de resultaten van de ammoniakemissiemetingen. Voor de berekening op jaarbasis is uitgegaan van 14 dagen leegstand. De ammoniakemissie uit deze stal voor leghennen was op jaarbasis 42 g per dierplaats.

Conclusie

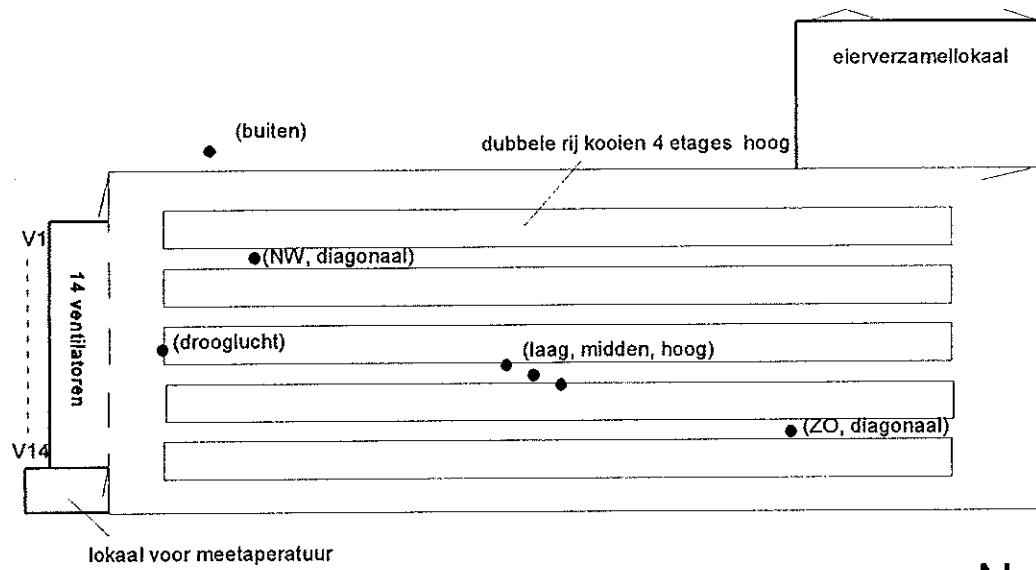
De doelstelling dat het drogestofgehalte van de wekelijks verwijderde mest altijd hoger dan 60% zou zijn werd niet gehaald.

De ammoniakemissie uit deze stal, een bandbatterij voor leghennen met geoptimaliseerde mestdroging en wekelijks ontmesten, was op jaarbasis 42 g per dierplaats.

Literatuur

- Berckmans, D., Ph. Vandenbroeck & V. Goedgeels, 1991. Sensor for continuous measurement of the ventilation rate in livestock buildings. *Indoor Air* 3: 323-336.
- 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. Jaargang 91 nrs. 7, 8, 9 en 10, 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, 1993. Tweede kamer, vergaderjaar 1992-1993, 19 882, 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.

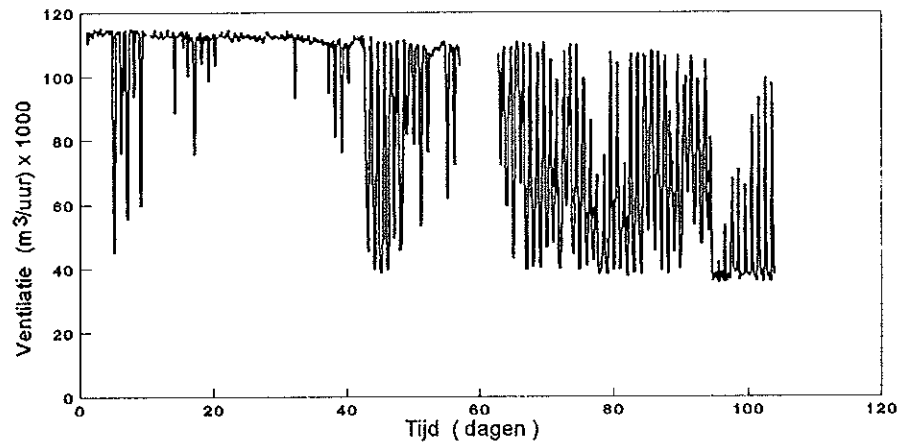
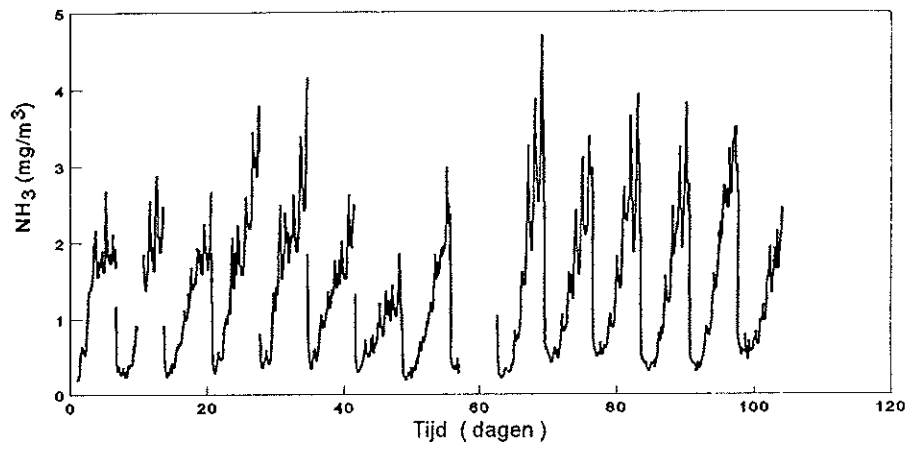
Bijlage A plattegrond van de stal



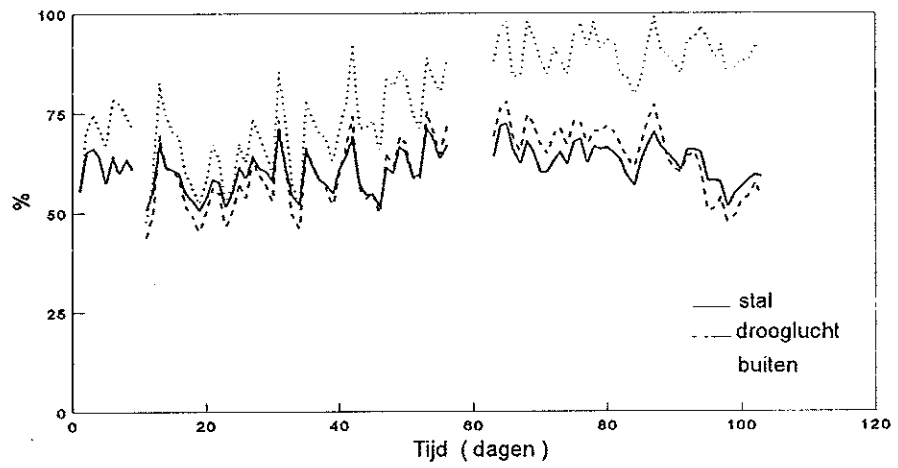
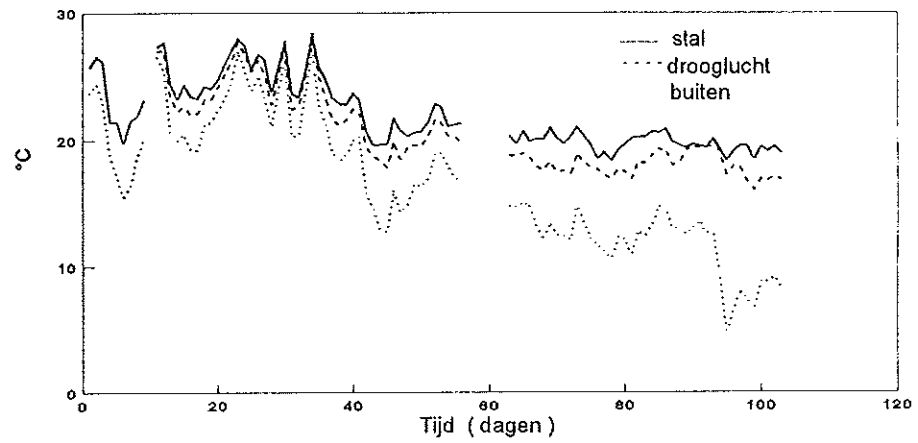
- meetpunt voor temperatuur en relatieve luchtvochtigheid
- V1 --- V14: 14 ventilatoren waarbij in V2, V5, V10 en V13 de ammoniakconcentratie werd gemeten



Bijlage B NH₃-concentratie bij één van de ventilatoren en het totale ventilatiedebiet



Bijlage C Temperatuur en relatieve luchtvochtigheid midden in de stal, van de drooglucht en buiten.



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 gladdé 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 gladdé 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.