Dienst Landbouwkundig Onderzoek
Instituut voor Milieu- en Agritechniek

Behandeling van lucht uit een traditionele stal voor vleeskuikens met een chemische wasser

Ing. J.M.G. Hol
Ing. A.C. Wever
Dr Ir P.W.G. Groot Koerkamp

imag-dlo



Nota P 99-23

Behandeling van lucht uit een traditionele stal voor vleeskuikens met een chemische wasser

Ing. J.M.G. Hol
Ing. A.C. Wever
Dr Ir P.W.G. Groot Koerkamp

Nota P 99-23
Maart 1999

DLO Instituut voor Milieu- en Agritechniek (IMAG-DLO)
Mansholtlaan 10-12
Postbus 43, 6700 AA Wageningen
Telefoon 0317 - 476300
Telefax 0317 - 425670

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar worden 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.

Voorwoord

De overheid heeft in haar milieubeleid een aanzienlijke beperking van de ammoniakemissie ten doel gesteld. Daarom wordt sinds een aantal jaren onderzoek verricht naar emissiereducerende technieken in stallen voor landbouwhuisdieren. Op basis van ammoniakemissiemetingen kan de overheid een emissiefactor voor een huisvestingssysteem vaststellen. Dit was aanleiding om in opdracht van Askové Milieutechniek BV. te Veghel de reductie van de ammoniakemissie te meten door toepassing van een chemische wasser. Deze wasser behandelde de lucht die afkomstig was uit een traditionele stal voor vleeskuikens. De resultaten van dit onderzoek worden in deze nota gepresenteerd.

Het onderzoek is uitgevoerd door IMAG-DLO op het bedrijf van Mts. de Bruijn te Achtmaal. Wij zijn mevrouw en meneer de Bruijn erkentelijk voor de goede en prettige samenwerking tijdens de periode van het onderzoek op hun bedrijf.

Peter Groot Koerkamp
projectleider

Inhoud

Samenvatting 3

1 Inleiding 4

2 Materiaal en methode 5
2.1 Stal- en bedrijfssituatie 5
2.1.1 Bedrijfssituatie 5
2.1.2 Huisvestingssysteem 5
2.1.3 Ventilatiesysteem 5
2.1.4 Ammoniakreducerend principe 5
2.2 Bedrijfsvoering 7
2.2.1 Zoötechniek 7
2.2.2 Klimaatregeling 7
2.2.3 Voeding 7
2.2.4 Gezondheid en hygiëne 8
2.3 Metingen 8
2.3.1 Algemeen 8
2.3.2 Productiekentallen 9
2.3.3 Klimaat 9
2.3.4 Ventilatiedebiet 9
2.3.5 Ammoniakconcentratie 9
2.3.6 Overige metingen 10
2.4 Dataverwerking 10

3 Resultaten 11
3.1 Produktiekentallen 11
3.2 Klimaat 11
3.3 Ammoniakreductie 12
3.4 Overige metingen 12

4 Discussie 14

5 Conclusies 15

Literatuur 16

Bijlagen

Samenvatting

Ammoniak is naast NO_x en SO_x één van de meest belangrijke verzurende componenten in ons milieu. De overheid heeft tot doel gesteld dat de emissie van ammoniak ten opzichte van het niveau van 1980 in het jaar 2000 en met 50% en in 2005 met 70% afgenomen moet zijn. In dit kader werd onderzoek verricht naar de vermindering van de ammoniakemissie door behandeling van de lucht uit een traditionele vleeskuikenstal met een chemische wasser. Het beoogde rendement bedroeg 90%. De metingen werden gedurende drie productieperioden (juli-augustus 1998, november-december 1998 en januari-februari 1999) verricht

Het stalsysteem was een traditionele grondhuisvesting met een volledige strooiselvloer. De stal werd doorgaans geventileerd door de ventilator die in de chemische wasser was geplaatst. Deze had een ventilatiecapaciteit van 75.000 m^3/uur. De 4 ventilatoren in de gevel van de stal hadden een totale ventilatiecapaciteit van 85.000 m^3/uur. Door de ventilator(en) onstond onderdruk in de stal zodat alle ventilatielucht die de stal verliet door de ventilatieopeningen ging.

Bij de productieresultaten viel op dat de rondes langer waren dan het landelijk gemiddelde, hierdoor was het aflevergewicht hoger. De voerconversie berekend naar een standaard waarde (vc 1900) was nagenoeg gelijk aan het landelijk gemiddelde.

De gebruikte chemische wasser werkte volgens het zogenaamde tegenstroomprincipe, hetgeen betekent dat in de wassectie de bewegingsrichting van de lucht tegengesteld was aan de bewegingsrichting van de wasvloeistof. In de wassectie werd de stallucht intensief in contact gebracht met de wasvloeistof waardoor de ammoniak oploste in de zure wasvloeistof. De wasvloeistof bestond uit water dat werd aangezuurd met zwavelzuur (96%) tot een zuurgraad (pH) van 4,5. Het opgeloste ammoniak werd met zwavelzuur geneutraliseerd tot ammoniumsulfaat.

De ammoniakconcentraties van de ingaande lucht vanuit de stal naar de wasser en de gewassen lucht die na behandeling door de chemische wasser werd uitgestoten werden bepaald met de nat-chemische methode. Uit de gemeten ammoniakconcentraties kon het rendement van de wasser worden berekend.

De reductie van de ammoniakemissie uit een traditionele stal voor vleeskuikens door de chemische wasser bedroeg voor meetperiode 1, 2 en 3 achtereenvolgens 93,0, 96,9 en 93,0%. Het wasrendement was daarmee hoger dan de beoogde 90%. Het effectief afvangen van druppeltjes wasvloeistof was belangrijk voor het behalen van een hoog rendement. Bij lage ventilatiedebieten (<10% van het maximum) werden druppeltjes niet goed afgevangen door de aanwezige druppelvanger als gevolg van de lage luchtsnelheid.

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 was in 1993 gelijk aan 47% (Heij en Schneider, 1995). De overheid heeft tot doel gesteld dat de emissie van ammoniak (NH_3) ten opzichte van het niveau van 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 is invoering van emissie beperkende technieken en systemen noodzakelijk.

In bovenstaand kader werd door IMAG-DLO onderzoek verricht naar de reductie van de ammoniakemissie door een chemische wasser. Deze wasser behandelde de lucht die afkomstig was uit een traditionele stal voor vleeskuikens. De wettelijk vastgestelde ammoniakreductie door biologische en chemische wassers bedraagt 70% (Groen Label,1996a en 1996b). Een chemische wasser heeft de potentie om een hogere ammoniakreductie te realiseren, omdat het invangen van ammoniak niet beïnvloed wordt door de in het algemeen gevoeligere biologische processen. Daarom werd de beoogde ammoniakreductie van deze chemische wasser gesteld op 90%.

2 Materiaal en methode

2.1 Stal- en bedrijfssituatie

2.1.1 Bedrijfssituatie

Op het vleeskuikenbedrijf waren 5 stallen voor in totaal 93.000 vleeskuikens aanwezig. De lucht uit één vleeskuikenstal werd behandeld door een chemische wasser. Deze stal werd gebouwd in 1996 en werd, evenals de chemische wasser, in 1997 in gebruik genomen. In Bijlage A is de bedrijfssituatie en de stal met de chemische wasser schematisch weergegeven. De metingen werden drie productieronden verricht.

2.1.2 Huisvestingssysteem

De stal waaraan de metingen plaats vonden was 18,25 m bij 71,60 m (binnenmaten). Het stalsysteem was een traditionele grondhuisvesting met een volledige strooiselvloer. De stal was geïsoleerd volgens de normen van het VEA-concept (Bureau TES, 1997). In de stal waren 4 voerleidingen met voerpannen en 6 waterleidingen met drinknippels (zonder lekbakjes) over de gehele lengte beschikbaar.

2.1.3 Ventilatiesysteem

Buitenlucht kwam binnen via 47 inlaatventielen aan beide lange zijden van de stal en via 6 inlaatventielen aan de voorzijde. Verder waren 6 ventilatieopeningen aanwezig in de gevel. Door twee van deze openingen werd de stallucht naar de wasser geleid. In de overige 4 openingen waren ventilatoren; twee met een diameter van 110 cm en twee met een diameter van 50 cm geplaatst. De stal werd doorgaans geventileerd door de ventilator die in de chemische wasser was geplaatst. Deze had een ventilatiecapaciteit van 75.000 m^3/uur. De 4 ventilatoren in de gevel van de stal hadden een totale ventilatiecapaciteit van 85.000 m^3/uur. Door de ventilator(en) onstond onderdruk in de stal zodat alle ventilatielucht die de stal verliet door de ventilatieopeningen ging. In de stal waren twee hete luchtkanonnen geplaatst.

2.1.4 Ammoniakreducerend principe

De gebruikte chemische wasser werkte volgens het zogenaamde tegenstroomprincipe, hetgeen betekent dat in de wassectie de bewegingsrichting van de lucht tegengesteld was aan de bewegingsrichting van de wasvloeistof. In de wassectie werd de stallucht intensief in contact gebracht met de wasvloeistof waardoor de ammoniak oploste in de zure wasvloeistof. De wasvloeistof bestond uit water dat werd aangezuurd met zwavelzuur (96%) tot een zuurgraad (pH) van 4,5. Het opgeloste ammoniak werd met zwavelzuur geneutraliseerd tot ammoniumsulfaat. De chemische reacties in de wasser kunnen als volgt worden weergegeven (aq = in waterige oplossing; g = gasvormig):

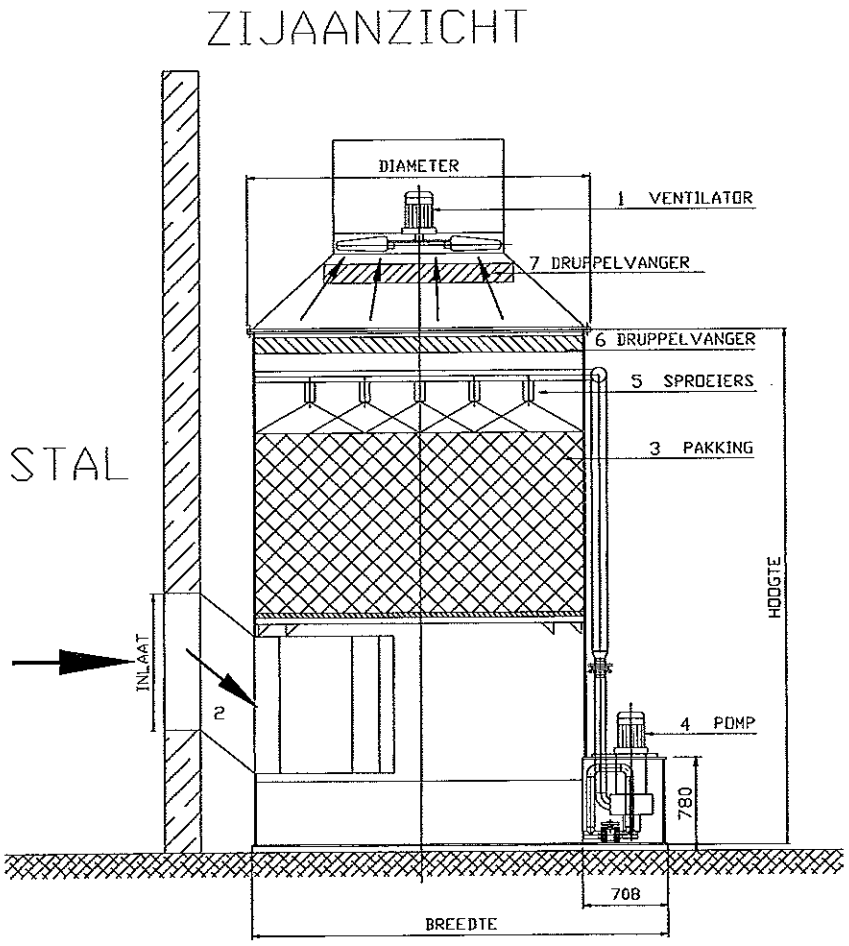
$$NH_3\,(g) \leftrightarrow NH_3(aq) \qquad (I)$$

$$SO_4^{2-}(aq) + 2\,H^+\,(aq) + 2\,NH_3\,(aq) \leftrightarrow SO_4^{2-}\,(aq) + 2\,NH_4^+\,(aq) \rightarrow (NH_4)_2SO_4\,(aq) \qquad (II)$$

De gereinigde lucht werd daarna uitgestoten naar de atmosfeer. De wasvloeistof met ammoniumsulfaat werd gerecirculeerd.

Figuur 1 toont de dwarsdoorsnede van de gebruikte chemische wasser. De stallucht werd door de ventilator (1) in de wasser aangezogen. Bij de aanzuigkanalen (2) passeerde de lucht een gordijn van naar beneden stromende wasvloeistof. Daarna kwam de stallucht via een open ruimte in de wassectie (3) met pakkingsmateriaal terecht. De circulatiepomp (4) pompte de wasvloeistof naar de sproeiers (5) boven in de wasser. De sproeiers zorgden voor een uniforme bevochtiging van het pakkingsmateriaal. De wasvloeistof liep onder natuurlijk verval naar het voorraadvat. De gewassen lucht verliet de wasser na het passeren van de druppelvanger (6, ook wel demister genoemd) en de ventilator en werd uitgestoten naar de atmosfeer. De druppelvanger had als functie de eventueel aanwezige druppels wasvloeistof in de gewassen lucht af te vangen. Uitstoot van druppels

wasvloeistof (ammoniumsulfaat) zou het ongewenste effect hebben dat zowel ammoniak als sulfaat in het milieu terecht zouden komen. Na de eerste meetperiode werd een tweede druppelvanger (7) voor de ventilator geplaatst.



Figuur 1. Doorsnede van de chemische wasser. 1: ventilator, 2: luchtinlaat, 3: wassectie, 4: recirculatiepomp, 5: sproeiers, 6: druppelvanger, 7: extra druppelvanger

Het verloop van de processen in de wasser volgens reacties (I) en (II) is onder andere afhankelijk van de grootte van het contactoppervlak tussen de stallucht en de wasvloeistof in de wassectie. Daartoe was de wassectie gevuld met pakkingsmateriaal om het contactoppervlak te vergroten. Ook zorgde een lage pH (aanwezigheid van H^+ (aq)) van de wasvloeistof voor een beter verloop van bovenstaande reacties (Satter, 1996).

De pH van de wasvloeistof werden continue gemeten. Met een automatische regeling werd de pH bijgesteld indien deze hoger was dan 4,5. Dit gebeurde door toevoeging van zwavelzuur. De hoeveelheid ammoniumsulfaat in de wasvloeistof werd gecontroleerd met behulp van de geleidbaarheid. Als de geleidbaarheid boven de 100 mS lag, werd automatisch gespuid (minimaal 30 sec) en schoon water toegevoegd. Het spuiwater kwam in een aparte opslag terecht. In Tabel 1 zijn enkele technische eigenschappen van de chemische wasser vermeld.

Tabel 1. Technische eigenschappen van de gebruikte chemische wasser.

Zuurgraad van de wasvloeistof	4,5
Oppervlak van de inlaat	1,6 m^2
Effectieve diameter wasser	2,7 m
Hoogte wasser	4,5 m
Effectieve inhoud wasser	8,59 m^3
Maximaal luchtdebiet	75.000 m^3/uur
Minimale verblijftijd van de lucht in de wasser	0,4 sec
Totale hoeveelheid spuiwater per jaar	50 m^3

2.2 Bedrijfsvoering

2.2.1 Zoötechniek

Bij aanvang van de drie ronden werden 93.000 kuikens (Hybro) geplaatst op het bedrijf waarvan 30.000 in de stal waar de metingen plaats vonden. Dit kwam neer op 23 dieren per m^2. Bij aanvang van de productieronden werd de stal ingestrooid met 2,5 cm houtkrullen. In Tabel 2 worden de start- en einddata per ronde weergegeven. Rond de vijfendertigste dag van een ronde werden een aantal kuikens tussentijds uitgeladen.

Tabel 2. De datum van opzet, uitladen en afleveren, het aantal afgeleverde dieren en het aantal productiedagen van de ronde.

Ronde	Ronde 1	Ronde 2	Ronde 3
Datum opzet	16-jul-98	11-nov-98	7-jan-99
Datum uitladen	19-aug-98	15-dec-98	10-feb-99
Aantal uitgeladen dieren	7.000	6.000	6.000
Datum afleveren	1-sep-98	28-dec-98	25-feb-99
Aantal productiedagen	47	47	49

2.2.2 Klimaatregeling

Het klimaat in de stal werd geregeld op basis van de gewenste staltemperatuur. De staltemperatuur werd op zes punten op 75 cm hoogte in de stal gemeten. De ventilatoren en de verwarming werden geregeld op basis van deze gemiddelde temperatuur. De gewenste staltemperatuur was bij opleg 35 °C en werd geleidelijk afgebouwd naar circa 18 °C op dag 40. Het minimale ventilatiedebiet was ingesteld op 5% van het maximum van de ventilator van de wasser. Indien bij hoge buitentemperaturen de ventilatiecapaciteit van de wasser volledig werd benut, werden de gevelventilatoren één voor één bijgeschakeld. Deze gevelventilatoren konden alleen aan of uit worden gezet. De fijnregeling van het totale ventilatiedebiet vond steeds plaats met de traploos regelbare ventilator van de wasser. Aan het begin van de productieronde werden de heteluchtkanonnen gebruikt om de gewenste staltemperatuur te bereiken.

2.2.3 Voeding

De dieren hadden gedurende de drie productieronden altijd voer en drinkwater tot hun beschikking. De stal werd continu verlicht. Tabel 3 toont de samenstelling van de verschillende voersoorten die gedurende de drie ronden werden gebruikt. De verschillende voersoorten werden op het bedrijf gemengd. Naast een basismengsel, met alle noodzakelijk additieven, werden andere producten zoals tarwe, maïs en koekjesmix gevoerd. Het voer bestond voor 50% uit een basismengsel en werd op aanwijzing van de voerfabrikant gecompleteerd met de overige producten.

Tabel 3. De energiewaarde (OE) en het ruw eiwit (re) van de gebruikte voersoorten tijdens de drie productieronden.

Voersoort	OE (MJ/kg)	Re (g/kg)
Fase 1 basis (dag 1-10)	12,04	221
Fase 2 basis (dag 11-26)	12,56	329
Fase 3 basis (dag 27-eind)	13,06	306
Tarwe	12,30	100
Korrelmaïs	13,55	80
Koekjesmix	12,09	110

2.2.4 Gezondheid en hygiëne

De dieren werden tweemaal per dag gecontroleerd (10:00 en 19:00 uur). Op dag 2 na opleg werden de dieren via verneveling preventief geënt tegen klassieke vogelpest. Gedurende de tweede meetperiode werd 3 dagen (direct na het uitladen) doxicicline aan het drinkwater toegevoegd om de risico's voor een infectie door het uitladen te verminderen. Na iedere productieronde werd het strooisel verwijderd en werd de stal schoongemaakt en ontsmet. De wasser werd iedere ronde van binnen schoongemaakt en de daarbij werd de wasvloeistof vernieuwd.

2.3 Metingen

2.3.1 Algemeen

Gedurende de drie productieperioden werden metingen verricht om de ammoniakconcentratie te bepalen van de stallucht die door de chemische wasser behandeld werd en van de gewassen lucht die na behandeling door de chemische wasser werd uitgestoten. In Tabel 4 zijn de start en einddata van de metingen vermeld. Een meetdag was een dag tussen het begin en einde van een meetperiode. Een meting was een periode van 3 of 4 aaneengesloten dagen, en werd gecodeerd met de leeftijd van de kuikens in weken (1-7) gevolgd door een 'a' (eerste deel van de week) of een 'b' (tweede deel van de week).

Tabel 4. De start- en einddatum van de metingen, het aantal metingen en het aantal meetdagen per productieronde.

Ronde	1	2	3
Start meting	4-aug-98	11-nov-98	11-jan-99
Einde meting	1-sept-98	28-dec-98	26-jan-99
Aantal metingen	8	14	4
Aantal meetdagen	28	47	14

In de eerste meetperiode werden de metingen gestart 2 weken nadat de dieren waren opgezet. De tweede ronde werd wel in zijn geheel gemeten. Om tweemaal de start van een ronde te meten werd gedurende de eerste twee weken van een derde ronde gemeten.

Gedurende de drie meetperioden zijn de volgende variabelen geregistreerd:
- productiegegevens (paragraaf 2.3.2);
- klimaatgegevens (RV en T in de stal en van de buitenlucht; paragraaf 2.3.3);
- ventilatiedebiet (paragraaf 2.3.4);
- NH_3-concentratie van de stallucht en de gewassen lucht (paragraaf 2.3.5);
- strooiselkwaliteit en de pH van de wasvloeistof (paragraaf 2.3.6).

De meetapparatuur voor de relatieve luchtvochtigheid, de temperatuur en de pH van de wasvloeistof werden bestuurd door een programmeerbare datalogger. Alle verzamelde gegevens werden hierin opgeslagen. Eenmaal per 3,5 minuut werden alle variabelen gemeten. Na een uur werden de waarden gemiddeld en weggeschreven. Wekelijks werd de algemene situatie in de stal vastgelegd en de meetapparatuur gecontroleerd.

2.3.2 *Productiekentallen*

Gedurende de drie productieronden werden de volgende productiegegevens geregistreerd:
- gemiddeld netto geslacht gewicht;
- voerverbruik;
- aantal opgezette kuikens;
- aantal afgeleverde kuikens;
- uitval;
- aantal productiedagen (met en zonder uitladen).

Aangezien op dit bedrijf de kuikens in alle stallen tegelijk werden opgezet en afgeleverd, werden de productiekentallen voor het gehele bedrijf berekend. In het aantal berekende groeidagen werd het tussentijds uitladen verrekend. Met behulp van de verzamelde kentallen werden de volgende productieresultaten berekend:
- groei per afgeleverd kuiken per groeidag (geslacht gewicht/aantal groeidagen);
- netto voerconversie (voerverbruik/groei);
- netto voerconversie 1900 (netto voerconversie met correctiefactor voor groei);
- uitval (aantal opgezette kuikens minus aantal afgeleverde kuikens gedeeld door het aantal opgezette kuikens maal 100%).

2.3.3 *Klimaat*

De temperatuur en de relatieve luchtvochtigheid werden continu gemeten met temperatuur- en vochtsensoren (Rotronic Hygromer®). De sensor in de stal hing vlak bij de ventilatieopeningen van de wasser. De temperatuur en de relatieve luchtvochtigheid van de buitenlucht werden aan de noordwestzijde van de stal gemeten. Aan het einde van de tweede en de derde meetperiode werden de temperatuur en de relatieve luchtvochtigheid in en buiten de stal niet meer geregistreerd door een technische storing. Vanaf dat moment werden de gegevens van de klimaatcomputer van de stal tweemaal per dag afgelezen. Voor het buitenklimaat werd gebruik gemaakt van de gegevens van het KNMI (1998; 1999).

2.3.4 *Ventilatiedebiet*

Het ventilatiedebiet werd bepaald door tweemaal per dag (10:00 en 19:00 uur) het ventilatiepercentage van de klimaatcomputer te registreren. Dit percentage gaf de verhouding weer tussen het momentane ventilatiedebiet en de ventilatiecapaciteit van de wasser. Daarnaast werd genoteerd hoeveel van de vier gevelventilatoren draaiden.

2.3.5 *Ammoniakconcentratie*

De ammoniakconcentratie werd op 2 punten gemeten te weten:
- voor één van de ventilatieopeningen van de wasser in de stal (ingaande lucht);
- in de afvoerkoker na de ventilator van de wasser (uitgaande lucht)

De ammoniakconcentratie werd gemeten volgens de nat-chemische methode (Wintjens, 1993). Hierbij werd gedurende een bekende tijdsduur een vaste hoeveelheid lucht vanaf het monsternamepunt door gaswasflessen met een zure opvangvloeistof geleid. De ammoniak in de aangezogen lucht werd ingevangen in deze vloeistof. De ammoniakconcentratie in de vloeistof werd in het laboratorium bepaald volgens NEN 6472.

In het onderhavige onderzoek werd met kritische capillairen een vaste hoeveelheid lucht (1 liter per minuut) door gaswasflessen met opvangvloeistof geleid. Dit debiet werd gecontroleerd bij wisseling van de flessen met behulp van een flowmeter (zeepvliesmeter). De opvangvloeistof in de gaswasflessen bestond uit 0,05 M salpeterzuur(HNO_3). Een extra gaswasfles was geplaatst als backup om toch alle ammoniak in te vangen bij mogelijke verzadiging van de opvangvloeistof in de eerste fles. Het percentage ammonium in de tweede fles werd doorslag genoemd. De flessen werden om de 3 of 4 dagen vervangen (tweemaal per week). De monsternameleidingen werden geïsoleerd voor aanvang van meting 4a tijdens periode 2.

De opvangvloeistof van de gaswasflessen van de uitgaande lucht werd onderworpen aan een kwalitatieve test op sulfaat. Hiermee kon worden gecontroleerd of de gewassen lucht ammoniumsulfaat bevatte.

2.3.6 Overige metingen

Naast de genoemde metingen werd wekelijks een monster van het strooisel uit de stal verzameld waarvan het drogestofgehalte werd bepaald. Het monster werd in zijn geheel in bewerking genomen en gedroogd bij 105 °C tot een constant gewicht werd bereikt. De pH van de wasvloeistof werd continu gemeten door het signaal van de pH-meter dat werd gebruikt voor de regeling van de zuurgraad van de wasvloeistof te registreren. Aan het einde van de tweede meetperiode werd de pH niet meer geregistreerd door een storing van de datalogger. Verder werd wekelijks een monster van de wasvloeistof genomen en hiervan werd de pH in het laboratorium bepaald.

2.4 Dataverwerking

De gemiddelde ammoniakconcentratie van een meting werd berekend door de hoeveelheid ammoniak (mg) in de opvangvloeistof te delen door de hoeveelheid lucht (m^3) die door de opvangvloeistof was geleid. De ammoniakreductie van de wassers werd berekend door de ammoniakconcentratie van de gewassen lucht te vergelijken met de ammoniakconcentratie van de stallucht (ingaande lucht van de wasser).

3 Resultaten

3.1 Productieresultaten

In Tabel 5 zijn de technische resultaten het gehele bedrijf en het landelijk gemiddelde tijdens de drie productieronden weergegeven. Gedurende de drie ronden kwamen geen bijzonderheden voor in de stal waar de metingen plaats vonden. In Tabel 6 is de hoeveelheid voer per dier weergegeven en uitgesplitst naar de voersoorten.

Tabel 5. Technische resultaten gedurende de drie productieronden voor het bedrijf en het landelijk gemiddelde (Kwantitatieve Informatie Veehouderij, 1998).

	Ronde 1	Ronde 2	Ronde 3	Landelijk gem.
Productieronde (dagen)	48	48	49	42
Groeidagen (dagen)	45,1	45,5	44,3	-
Uitval (%)	4,0	5,2	5,3	4,5
Aflevergewicht (g)	2143	2173	2098	1900
Groei per dier (g/dag)	47,6	47,8	47,4	45
Voerverbruik (kg/dier)	4,01	4,07	3,96	3,42
Voerconversie (1900)	1,81	1,81	1,81	1,80

Uit tabel 5 blijkt dat op dit bedrijf de dieren later werden afgeleverd dan volgens het landelijk gemiddelde. Hierdoor was het aflevergewicht hoger dan het landelijk gemiddelde. De voerconversie berekend naar een standaard waarde (vc 1900) was wel nagenoeg gelijk aan het landelijk gemiddelde.

Tabel 6. De hoeveelheid (g) opgenomen voer per dier per voersoort en per productieronde.

Productieronde	1	2	3
Fase 1 basis (dag 1-10)	213	175	166
Fase 2 basis (dag 11-26)	830	839	796
Fase 3 basis (dag 27-eind)	1074	1071	1015
Tarwe	1007	859	866
Korrelmaïs	622	790	582
Koekjesmix	261	338	292
Totaal	4007	4072	3717

3.2 Klimaat

In Tabel 7 zijn de klimaatgegevens tijdens de drie meetperioden weergegeven. Tevens zijn de ventilatiedebieten per gemiddeld aanwezig dier vermeld. De gegevens van meetperiode 1 en 3 omvatten alleen de meetresultaten gedurende de tijd dat gemeten werd, respectievelijk de laatste vier en de eerste twee weken van de mestronde. De gemiddelde staltemperatuur varieerde tussen 21 en 26 °C. De buitentemperatuur tijdens meetperiode 1 (zomer) was hoger dan tijdens meetperiode 2 (winter).

Tabel 7. Gemiddelde temperatuur (°C) en relatieve luchtvochtigheid (%) van de in- en uitgaande lucht en buiten en het gemiddelde ventilatiedebiet (% van het maximum) en de periode waarover het gemiddelde werd berekend.

Meetperiode	1	2	3
Weeknummers van de productieronde waarover werd gemiddeld	4 t/m 7	1 t/m 7	1 t/m 2
Temperatuur stal (°C)	21,3	22,2	26,0
Relatieve luchtvochtigheid stal (%)	66	69	61
Temperatuur buiten (°C)	15,4	3,1	5,4
Relatieve luchtvochtigheid buiten (%)	74	92	89
Debiet wasser (% vent. capaciteit)	88	65	32

3.3 Ammoniakreductie

In Tabel 8 wordt een overzicht gegeven van de resultaten van de ammoniakconcentratie-metingen gedurende de drie meetperioden. Deze tabel is een samenvatting van de tabel in bijlage C. De ammoniakconcentraties van de stallucht lagen globaal tussen 0 en 35 mg/m^3. De ammoniakconcentraties van de gewassen lucht lagen globaal tussen 0 en 3 mg/m^3. De gemiddelde reductie voor de drie perioden bedroeg achtereenvolgens 93,0, 96,9 en 93,0%. Tijdens de eerste meetperiode was het rendement van de wasser tweemaal lager dan 90% (meting 4a en 6b). Voor de tweede meetperiode zijn de resultaten van de eerste drie metingen niet meegenomen in de berekeningen. Het wasrendement van de wasser was tijdens deze metingen minder dan 90%, waarbij het ventilatiedebiet lager was dan 10% van het maximum. De bijdrage van deze drie metingen aan de ammoniakemissie van de gewassen lucht over de gehele periode 2 bedroeg 1,5% (0,5 + 0,8 + 0,2%, zie bijlage C). Voor de derde meetperiode zijn meting 1b en 2a niet meegenomen in de gemiddelden. De wasser heeft tijdens deze twee metingen enige tijd stilgestaan.

Tabel 8. Lengte van de productieronde en meetperiode, het aantal metingen gedurende de 3 meetperioden en de gemiddelde NH_3-concentratie in de stal en na de wasser en het gemiddelde reductiepercentage van de wasser.

Meetperiode	1	2	3
Lengte productieronde (dagen)	48	48	49
Lengte meetperiode (dagen)	28	48	14
Aantal metingen in meetperiode (-)	8	14	4
Aantal metingen gebruikt voor berekening (-)	8	9	2
NH_3-concentratie stal(mg/m^3)	9,40	20,78	6,72
NH_3-concentratie wasser (mg/m^3)	0,70	0,52	0,39
Reductie (%)	93,0	96,9	93,0

3.4 Overige metingen

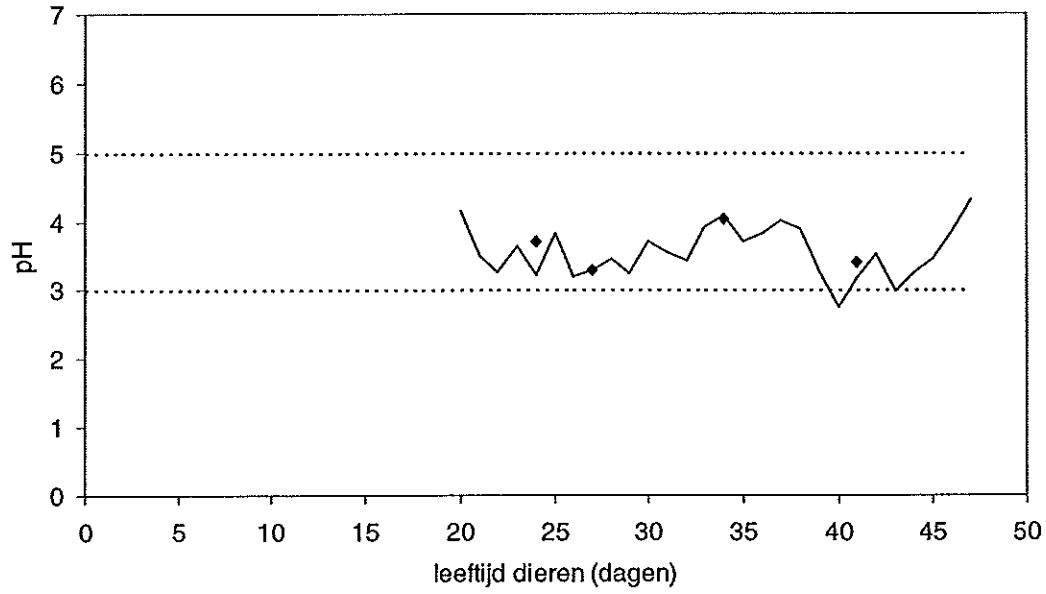
De resultaten van de drogestofbepalingen van het strooisel in de stal zijn vermeld in Tabel 9. Het gemiddelde drogestofgehalte bedroeg ca. 735 g/kg voor periode 1 en 2.

Tabel 9. Gemiddelde drogestofgehalten voor de drie meetperioden

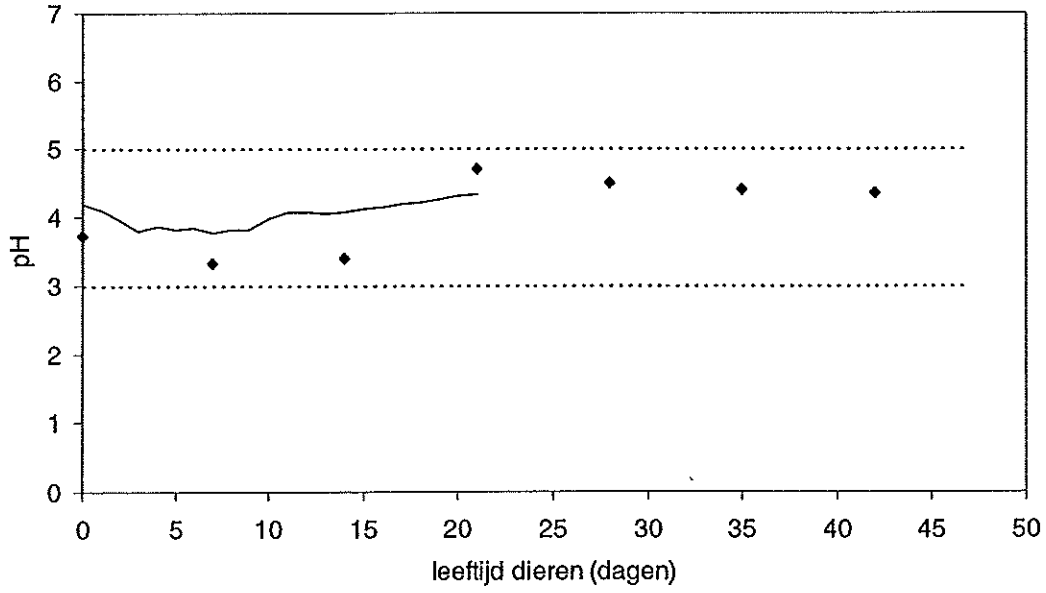
Meetperiode	1	2	3
Aantal waarnemingen (-)	2	5	0
Drogestofgehalte (g/kg)	731	738	-

De resultaten van de kwalitatieve test op sulfaat in de opvangvloeistof van de gaswasflessen van de uitgaande lucht zijn vermeld in bijlage C. Hierbij werd onderscheid gemaakt tussen duidelijke aanwezigheid van sulfaat (kwalificatie 'ja') en aanwezigheid van enige sulfaat (kwalificatie 'iets'). Hieruit blijkt dat in een aantal gevallen duidelijk sulfaat aanwezig was (periode 1 meting 4a en 6b; periode 3 meting 1b en 2a). In enkele gevallen werd slechts een geringe hoeveelheid sulfaat in de opvangvloeistof teruggevonden (periode 1 meting 6a; periode 2 meting 1a, 1b, 2a en 3a).

De resultaten van de pH-meting van de wasvloeistof tijdens meetperiode 1 en 2 zijn vermeld in respectievelijk Figuur 2 en 3. Hieruit blijkt dat de pH van de wasvloeistof varieerde tussen 3 en 5. Het resultaat van de pH-meting van het wasvloeistof dat wekelijks werd afgetapt was doorgaans niet gelijk aan de continu meting van de pH met de sensor. De belangrijkste verklaring voor dit verschil was waarschijnlijk dat het waswater werd op een andere plaats afgetapt dan waar de sensor voor de pH regeling zich bevond.



Figuur 2. Verloop van de pH van de wasvloeistof van de chemische wasser tijdens meetperiode 1 (lijn: continu meting; ◆: wekelijkse meting in afgetapt waswater).



Figuur 3. Verloop van de pH van de wasvloeistof van de chemische wasser tijdens meetperiode 2 (lijn: continu meting;◆: wekelijkse meting in afgetapt waswater).

4 Discussie

Het klimaat in de stal en de strooiselkwaliteit kwamen overeen met eerder onderzoek in een vleeskuikenstal (Hol en Groot Koerkamp, 1998).

Tijdens de eerste meetperiode was het ventilatiedebiet van de wasser hoger dan 10% van de maximale ventilatiecapaciteit. De gemiddelde reductie bedroeg 93% en lag boven het beoogde rendement van 90%. Voor twee metingen was het rendement enigszins lager dan 90% (meting 4a en 6b). Daarbij werd sulfaat aangetoond in de opvangvloeistof van de gaswasfles, doordat druppeltjes wasvloeistof die de wasser verlieten werden aanzogen. Deze druppeltjes werden blijkbaar niet afgevangen door de druppelvanger. Druppels wasvloeistof bevatten naast sulfaat ook ammoniak, waardoor een hogere ammoniakconcentratie werd gemeten in de uitgaande lucht. Hierdoor was het rendement van de wasser tijdens deze twee metingen lager dan 90%.

Voor aanvang van de tweede meetperiode werd een tweede druppelvanger gemonteerd om uitstoot van druppels wasvloeistof te voorkomen. Bij ventilatiedebieten hoger dan 10% van de maximale ventilatiecapaciteit was het rendement van de wasser altijd hoger dan 90%, terwijl slechts één keer een kleine hoeveelheid sulfaat werd aangetoond. Hieruit bleek dat door de combinatie van twee druppelvangers de uitstoot van druppels wasvloeistof effectief kon worden tegen gegaan bij ventilatiedebieten hoger dan 10% van de maximale capaciteit. Bij ventilatiedebieten lager dan 10% van het maximum tijdens periode 2 varieerde het rendement globaal tussen 40 en 90%. Daarbij werd altijd sulfaat aangetoond in de gaswasfles, hetgeen duidde op het invangen van druppeltjes wasvloeistof. De kleine hoeveelheid druppeltjes zorgde voor verhoogde ammoniak-concentraties in de uitgaande lucht en daarmee voor de lagere wasrendementen. De twee druppelvangers konden bij ventilatiedebieten lager dan 10% blijkbaar niet voorkomen dat druppeltjes wasvloeistof werden uitgestoten door de wasser. Omdat druppelvangers gebruik maken van de massatraagheid van de druppels, moet de lucht met de druppels een minimale snelheid hebben om goed te kunnen werken. Blijkbaar werd deze minimale snelheid niet gehaald bij ventilatiedebieten lager dan 10%. Overigens was de ammoniak-emissie als gevolg van de uitstoot van de druppeltjes zeer gering (1,5% van de totale emissie na de wasser), als gevolg van de combinatie van lage ventilatiedebieten en lage ammoniakconcentraties.

Het rendement tijdens periode 3 bedroeg gemiddeld 93%. Meting 1a gaf ondanks een laag debiet een hoog wasrendement. Dit in tegenstelling tot de meetresultaten in meet-periode 2. Waarschijnlijk werd tijdens deze meetperiode ook een kleine hoeveelheid druppeltjes uitgesloten (hoewel niet aangetoond), maar had dit een geringe invloed op het wasrendement door de relatief hoge ammoniakconcentratie van de stallucht. Meting 1b en 2a werden niet meegenomen in de berekeningen van deze periode omdat de wasser tijdens deze metingen stil heeft gestaan. De wasser werd handmatig uitgeschakeld in verband met werkzaamheden aan de stroomvoorziening van de stal. Hierdoor werd de lucht uit de stal gedurende een deel van de meting niet gewassen. Aangezien uit de resultaten bleek dat druppeltjes wasvloeistof werden ingevangen zal waarschijnlijk het opstarten van de wasser enige uitstoot van druppeltjes kunnen veroorzaken. Hierdoor waren meting 1b en 2a niet representatief voor de werking van de wasser.

Samenvattend kan worden gesteld dat de chemische wasser een wasrendement van meer dan 90% behaalde. Dit was hoger dan het rendement van 70% dat standaard voor biologische en chemische luchtwasser wordt gehanteerd (Wijziging UAV, 1998; Groen Label, 1996a en 1996b). Belangrijke voorwaarde voor het realiseren van een rendement van minimaal 90% was het effectief afvangen van druppeltjes wasvloeistof in de uitgaande luchtstroom.

5 Conclusies

De reductie van de ammoniakemissie uit een traditionele stal voor vleeskuikens door de chemische wasser bedroeg voor meetperiode 1, 2 en 3 achtereenvolgens 93,0, 96,9 en 93,0%. Het wasrendement was daarmee hoger dan de beoogde 90%. Het effectief afvangen van druppeltjes wasvloeistof was belangrijk voor het behalen van een hoog rendement. Bij lage ventilatiedebieten (<10% van het maximum) werden druppeltjes niet goed afgevangen door de lage luchtsnelheid.

Literatuur

Bureau Toepassing Emissie-arme Stallen (TES), 1997. Tilburg, TES info 2 (1)

Groen Label, 1996a. Groen Label nummer BB 96.10.042. Biologisch luchtwassysteem voor vleesvarkens, kraamzeugen, guste en dragende zeugen, gespeende biggen en beren, Air Totaal B.V., Koningslust, 10 oktober 1996, Stichting Groen Label, Deventer / Rijswijk

Groen Label, 1996b. Groen Label nummer BB 96.10.043 + 3 bijlagen. Chemische luchtwassysteem voor vleesvarkens, kraamzeugen, guste en dragende zeugen, gespeende biggen en beren, Bovema Konstrukties b.v. Milsbeek.10 oktober 1996, Stichting Groen Label, Deventer / Rijswijk.

Heij, G.J. en T. Schneider, 1995. Dutch priority programme on acidification. Final report third phase Additional programme on acidification no. 300-05, 160 pp.

Hol, J.M.G. en P.W.G. Groot Koerkamp, 1998. Praktijkonderzoek naar de ammoniak-emissie van stallen XXXX: Vleeskuikenstal met verwarming en koeling van de vloer met strooisel. Wageningen, DLO rapport 98-1004, 15 pp.

KNMI, 1998. Maandoverzicht van het weer in Nederland. Jaargang 95 nr. 12, De Bilt.

KNMI, 1999. Maandoverzicht van het weer in Nederland. Jaargang 96 nr. 1, De Bilt.

Kwantitatieve Informatie Veehouderij 1996-1997. Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden, KWIN-V augustus 1996, Lelystad, Drukkerij Cabri b.v., 368 pp.

Notitie Mest- en Ammoniakbeleid derde fase, 1993. Tweede kamer, vergaderjaar 1992-1993, 19882, nr. 34, SDU-Uitgeverij, 's-Gravenhage, 55 pp.

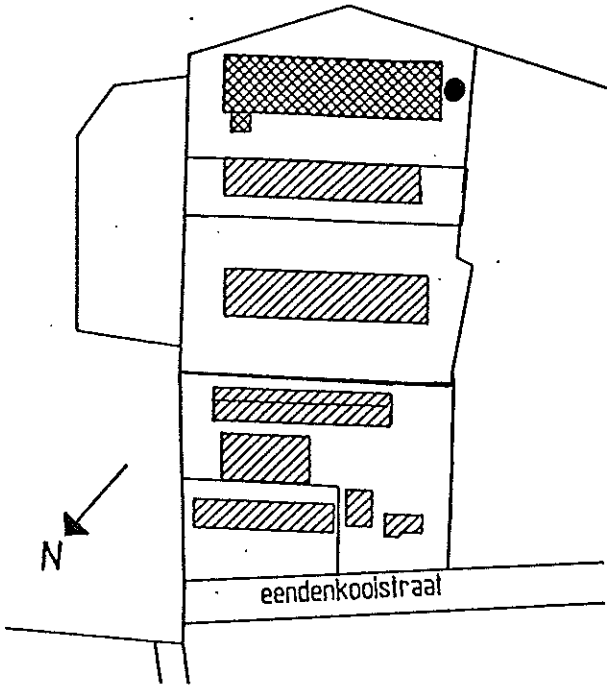
Satter, I.H.G., 1996. Biowassers in Nederland. Wageningen, Vakgroep Agrotechniek en –fysica, afstudeerscriptie.

Wijziging Uitvoeringsregeling Ammoniak en Veehouderij, 1998. Interimwet Ammoniak en Veehouderij, Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer en het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Den Haag Staatscourant nr 245: 20-22 (22 december).

Wintjes, Y., 1993. Gaswasfles. In: E.N.J. van Ouwerkerk (Ed.): Meetmethoden NH_3-emissies uit stallen. Onderzoek inzake de mest- en ammoniakproblematiek in de veehouderij 16, DLO, Wageningen, p. 38-40.

Bijlage A	Plattegrond van de bedrijfssituatie en de stal met de chemische wasser
Bijlgae B	Grafieken van stal- en buitenklimaat
Bijlgae C	Overzicht van de ammoniakconcentraties en emissiereductie

Bijlage A Plattegrond van de bedrijfssituatie en de stal met de chemische wasser



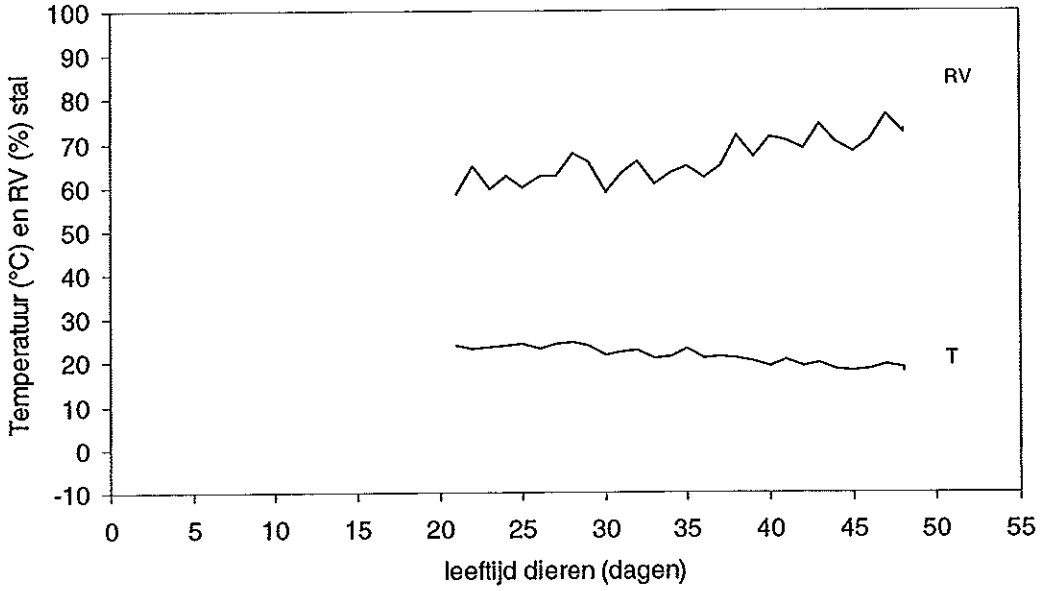
De stal waar de metingen plaatsvonden

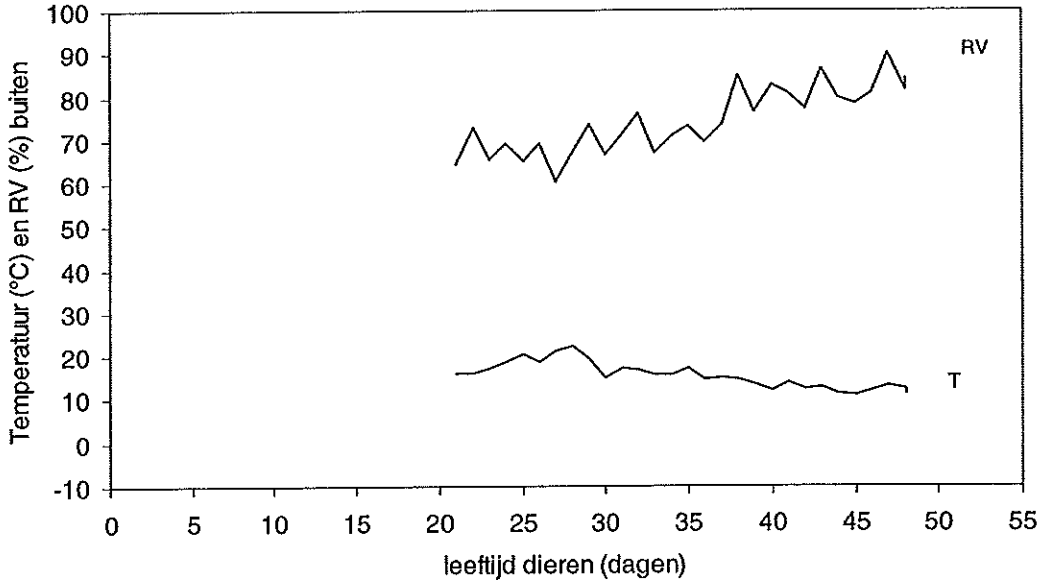
De chemische wasser

Overige bebouwing (stallen, schuur en woonhuis)

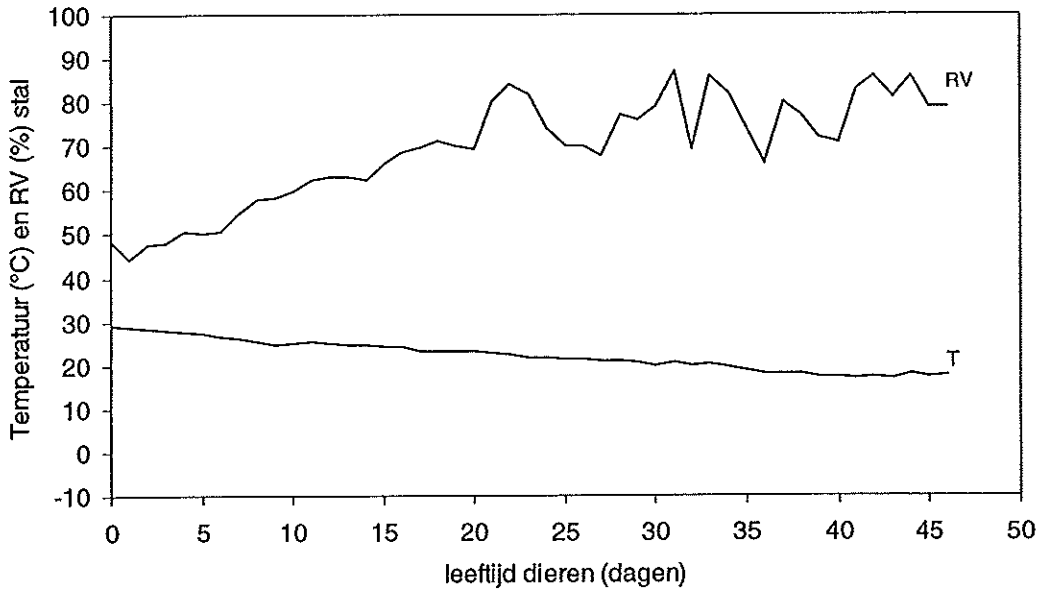
Bijlage B Grafieken van stal- en buitenklimaat (daggemiddelden).

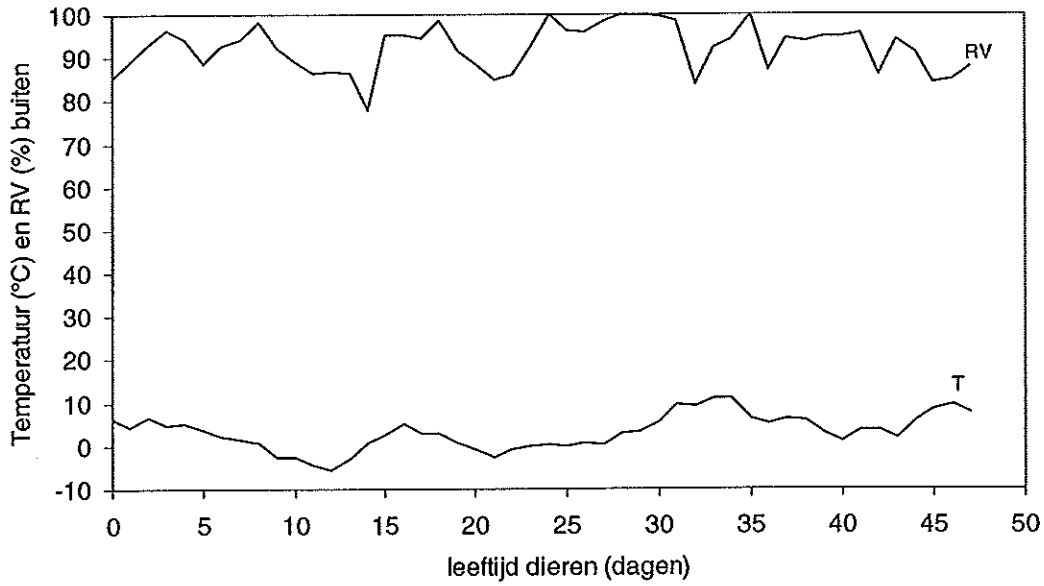
Temperatuur (T) en relatieve luchtvochtigheid (RV) voor meetperiode 1





Bijlage B Temperatuur (T)en relatieve luchtvochtigheid (RV) voor meetperiode 2





Bijlage C Overzicht van de ammoniakconcentraties en emissiereductie

Meet-periode	meting	start	eind	tijd (min)	Ammoniakconcentratie (mg/m^3)		Reductie (%)	Sulfaat aanwezig?	Ventilatie[3] (%)	Emissie na wasser (% van totaal)
					stal	wasser				
1	1a	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1b	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2a	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2b	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3a	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3b	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4a	4-8-98	8-8-98	5405	8,05	1,98	75,7	Ja	79	35,7
	4b	8-8-98	11-8-98	4440	6,32	0,06	99,1	Nee	89	0,7
	5a	11-8-98	15-8-98	5560	8,14	0,05	99,4	Nee	87	1,0
	5b	15-8-98	18-8-98	4397	7,68	0,10	98,8	Nee	86	1,6
	6a	18-8-98	22-8-98	5658	10,16	0,53	94,7	Iets	91	12,1
	6b	22-8-98	25-8-98	4334	12,44	2,64	78,8	Ja	86	43,8
	7a	25-8-98	29-8-98	5634	12,68	0,02	99,8	Nee	90	0,6
	7b	29-8-98	1-9-98	4346	9,76	0,23	97,7	Nee	96	4,3
	Gemiddelde:				9,40	0,70	93,0		Totaal:	100,0
2	1a	11-11-98	14-11-98	4214	0,57[1]	0,28[1]	43,4[1]	Iets	5	0,5
	1b	14-11-98	18-11-98	5782	0,83[1]	0,45[1]	45,5[1]	Iets	5	0,8
	2a	18-11-98	21-11-98	4181	0,63[1]	0,08[1]	87,2[1]	Iets	7	0,2
	2b	21-11-98	25-11-98	5804	-[2]	0,17	-	Nee	15	1,0
	3a	25-11-98	28-11-98	4165	12,85	1,15	91,0	Iets	41	6,8
	3b	28-11-98	2-12-98	5759	32,82	-[2]	-	-	54	-
	4a	3-12-98	5-12-98	2724[4]	35,92	0,76	97,9	Nee	82	7,1
	4b	5-12-98	9-12-98	5852	28,85	0,54	98,1	Nee	87	17,4
	5a	9-12-98	12-12-98	4265	19,20	0,35	98,2	Nee	95	9,1
	5b	12-12-98	15-12-98	6122	14,02	0,24	98,3	Nee	100	9,3
	6a	15-12-98	19-12-98	3875	11,16	0,21	98,1	Nee	96	5,1
	6b	19-12-98	23-12-98	5832	14,59	0,45	96,9	Nee	96	16,2
	7a	23-12-98	26-12-98	4306	19,33	0,45	97,7	Nee	99	12,2
	7b	26-12-98	28-12-98	2732	19,09	0,83	95,6	Nee	100	14,4
	Gemiddelde:				20,78	0,52	96,9		Totaal:	100,0
3	1a	11-1-99	15-1-99	5519	1,83	0,15	91,5	Nee	5	-[5]
	1b	15-1-99	18-1-99	4506	2,94[6]	6,45[6]	-	Ja	18	-[5]
	2a	18-1-99	22-1-99	5360	4,49[6]	3,71[6]	-	Ja	37	-[5]
	2b	22-1-99	26-1-99	6097	11,61	0,63	94,6	Nee	64	-[5]
	3a	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3b	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4a	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4b	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5a	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5b	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	6a	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	6b	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	7a	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	7b	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gemiddelde:				6,72	0,39	93,0			

- missende waarneming
1) deze resultaten werden niet meegenomen in de berekening van de gemiddelden; het debiet bedroeg minder dan 10% van het maximumdebiet (zie paragraaf 3.3 en hoofdstuk 4)
2) missende waarneming door ijs in de monsternameleiding
3) het maximale debiet bedroeg 75.000 m^3/uur
4) korte meetperiode door vervanging monsternameleiding (geïsoleerd)
5) niet berekend
6) deze resultaten werden niet meegenomen in de berekening van de gemiddelden; de wasser heeft tijdens deze metingen enige tijd stilgestaan