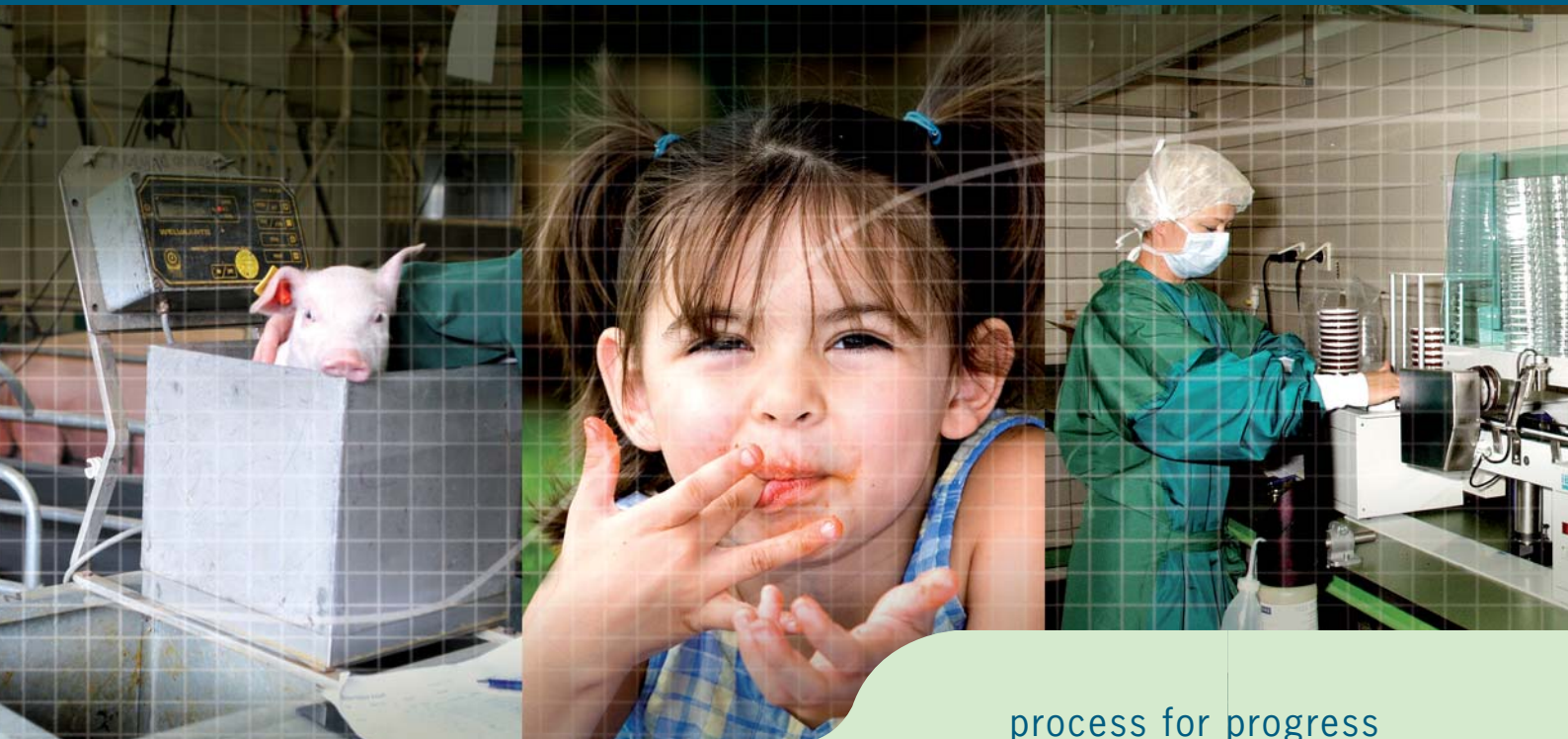


Animal Sciences Group

Divisie Veehouderij, kennispartner voor de toekomst



process for progress

Rapport 99

Geurrendement luchtwater 90/95%
ammoniakreductie Inno+ luchtwassysteem

Januari 2008



ANIMAL SCIENCES GROUP
WAGENINGEN UR

Colofon

Uitgever

Animal Sciences Group van Wageningen UR
Postbus 65, 8200 AB Lelystad
Telefoon 0320 - 238238
Fax 0320 - 238050
E-mail Info.veehouderij.ASG@wur.nl
Internet <http://www.asg.wur.nl>

Redactie

Communication Services

Aansprakelijkheid

Animal Sciences Group aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Liability

Animal Sciences Group does not accept any liability for damages, if any, arising from the use of the results of this study or the application of the recommendations.

Losse nummers zijn te verkrijgen via de website.



De certificering volgens ISO 9001 door DNV onderstreept ons kwaliteitsniveau. Op al onze onderzoeksopdrachten zijn de Algemene Voorwaarden van de Animal Sciences Group van toepassing. Deze zijn gedeponeerd bij de Arrondissementsrechtbank Zwolle.

Abstract

This report summarizes the results of odour concentration measurements performed to determine the efficiency of the 90/95% INNO+ acid scrubber for odour removal in practice. Measurements were performed at two locations with poultry and two locations with pigs. The average efficiency for all locations ranged between 10 and 88%, with an average of 40%. The efficiency of the acid scrubber at the two poultry locations was, on average, 53%. For the two locations with pigs was the average efficiency 29%.

Keywords: odour, efficiency, acid scrubber, Inno+, poultry, pigs

Referaat

ISSN 1570 - 8616

Auteurs: J. Mosquera, J.M.G. Hol, J.W.H. Huis in 't Veld, G. Nijeboer

Titel: TGeurrendement luchtwater 90/95% ammoniakreductie Inno+ luchtwassysteemT Rapport 99

Samenvatting

Dit rapport bevat de belangrijkste bevindingen en conclusies uit de metingen die uitgevoerd werden om het rendement van het 90/95% ammoniakreductie Inno+ luchtwassysteem te bepalen. Er werden metingen bij twee pluimvee en twee varkensbedrijven uitgevoerd. Het rendement van de chemische wasser voor geur varieerde van 10 tot 88%. Gemiddeld was het rendement 40%. Het rendement bij de wassystemen achter pluimveestallen was gemiddeld 53% en achter varkensstallen was gemiddeld 29%.

Trefwoorden: geur, rendement, chemische wasser, Inno+, pluimvee, varkens



Rapport 99

Geurrendement luchtwasser 90/95% ammoniakreductie Inno+ luchtwassysteem

Efficiency of the 90/95% ammonia reduction Inno+ acid scrubber to reduce odour emissions

J. Mosquera

J.M.G. Hol

J.W.H. Huis in 't Veld

G. Nijeboer

Januari 2008

Voorwoord

Om de emissies van ammoniak te reduceren is invoering van emissiebeperkende staltechnieken noodzakelijk. Luchtwassystemen behoren tot de systemen die in de Regeling ammoniak en veehouderij (Rav) opgenomen zijn als ammoniakemissiereducerende technieken. Naast de Rav bestaat er ook een regeling waarin de geuremissie per stalsysteem wordt geregistreerd. Binnen deze regeling is de geurreductie van chemische luchtwassystemen vastgesteld op 30%. Inno+ BV brengt een nieuw type chemische wasser dat gebaseerd is op het in serie plaatsen van twee wascomponenten. Het is mogelijk dat met deze wasser naast een verhoogde ammoniakreductie hiermee ook een hogere geurreductie wordt bereikt.

Het ministerie van LNV heeft de Animal Sciences Group van Wageningen UR opdracht gegeven om het geurrendement van het 90/95% ammoniakreductie Inno+ Luchtwassysteem vast te stellen. Deze metingen worden volgens het meetprotocol voor geur uitgevoerd waarbij de meetstrategie uit het nieuwe meetprotocol voor ammoniak is overgenomen. Dit rapport bevat de belangrijkste bevindingen en conclusies uit deze metingen.

Samenvatting

De geurhinder, die wordt veroorzaakt door landbouwactiviteiten, speelt een steeds belangrijkere rol in de wet- en regelgeving. Geurhinder in de landbouw wordt hoofdzakelijk veroorzaakt door twee bronnen, namelijk het toedienen van dierlijke mest en het vrijkomen van geur uit de veehouderijgebouwen. Sinds 1 januari 2007 is de Wet geurhinder en veehouderij (Wgv) van toepassing als het om geuremissie gaat. Binnen deze wet is de Regeling geurhinder en veehouderij (2006) opgenomen waarin voor verschillende stalsystemen en luchtwassystemen emissiefactoren voor geur zijn vastgesteld. In deze regeling bij staat dat een chemische wassers 30% geur reduceert en een biologische wasser 45% reduceert.

Inno+ BV heeft een nieuw type chemische wasser op de markt gebracht. Eerdere rendementmetingen volgens het nieuwe protocol voor ammoniak hebben een gemiddeld rendement van 96,9% voor ammoniak aangetoond. In opdracht van het Ministerie van LNV werden metingen uitgevoerd om het rendement van het 90/95% ammoniakreductie Inno+ Luchtwassysteem voor geur vast te stellen. Gemiddeld was het rendement 40% (met een variatie van 10 tot 88% voor individuele metingen). Het rendement bij de wassystemen achter pluimveestallen was gemiddeld 53% en achter varkensstallen was gemiddeld 29%. De variatie in geurconcentratie van zowel de ingaande (278 tot 4965 $\text{OU}_E \text{ m}^{-3}$) als de uitgaande lucht (144 tot 3499 $\text{OU}_E \text{ m}^{-3}$) was groot.

Inhoudsopgave

Voorwoord

Samenvatting

1	Inleiding	1
2	Materiaal en methode	2
2.1	Ammoniakemissiereducerend principe chemische wasser	2
2.2	Bedrijfssituatie	4
2.3	Metingen	5
2.3.1	Algemeen	5
2.3.2	Klimaat	5
2.3.3	Geurconcentratie	6
2.3.4	Waswater	6
2.3.5	Ammoniakconcentratie	6
2.4	Berekening emissiereductie (rendement)	7
3	Resultaten en discussie	8
3.1	Locatie 1: Vleeskuikenouderdieren	8
3.2	Locatie 2: Vleeskuikens	9
3.3	Locatie 3: Biggen, kraamzeugen en dragende zeugen	9
3.4	Locatie 4: Biggen en kraamzeugen	10
3.5	Samenvatting locaties	11
4	Conclusies	13
	Literatuur	14
	Bijlagen	15
	Bijlage A Foto's module concept	15
	Bijlage B Foto's wanden concept	16

1 Inleiding

De geurhinder, die wordt veroorzaakt door landbouwactiviteiten, speelt een steeds belangrijkere rol in de wet- en regelgeving. De landbouwsector is, samen met de industrie en het wegverkeer, een belangrijke bron van geurhinder in Nederland (VROM, 1998). In het Nationaal Milieubeleidsplan van 1989 is hierover opgenomen dat maximaal 750.000 woningen in 2000 geurbelast mogen zijn. Voor het jaar 2010 geldt als doelstelling “geen ernstige hinder” (VROM, 1989). Geurhinder in de landbouw wordt hoofdzakelijk veroorzaakt door twee bronnen, namelijk het toedienen van dierlijke mest en het vrijkomen van geur uit de veehouderijgebouwen. Sinds 1 januari 2007 is de Wet geurhinder en veehouderij (Wgv) van toepassing als het om geuremissie gaat. Binnen deze wet is de Regeling geurhinder en veehouderij (2006) opgenomen waarin voor verschillende stalsystemen en luchtwassystemen emissiefactoren voor geur zijn vastgesteld. In deze regeling bij staat dat een chemische wasser 30% geur reduceert en een biologische wasser 45% reduceert.

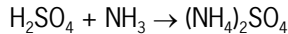
Inno+ BV heeft een nieuw type chemische wasser op de markt gebracht. Dit systeem is gebaseerd op het in serie plaatsen van twee wascomponenten die ieder 70% ammoniak reduceren. Rendementsmetingen volgens het nieuwe protocol voor ammoniak (Ogink *et al.*, 2007) hebben een gemiddeld rendement van 96,9% voor ammoniak aangetoond (Mosquera *et al.*, 2007). De wassers waren geplaatst bij 2 varkens- en 2 pluimveebedrijven.

Tegelijkertijd aan deze metingen werden er, in opdracht van het Ministerie van LNV, metingen uitgevoerd om het rendement van het 90/95% ammoniakreductie Inno+ Luchtwassysteem voor geur vast te stellen. Er werd hier gemeten volgens het meetprotocol voor geur (Ogink en Mol, 2002), waarbij de meetstrategie uit het voorgestelde nieuwe meetprotocol voor ammoniak overgenomen werd (4 locaties, 6 metingen per locatie). In dit rapport worden de resultaten van deze metingen gepresenteerd. In hoofdstuk 2 zijn de gebruikte meetmethoden beschreven. De resultaten van de metingen worden in hoofdstuk 3 weergegeven.

2 Materiaal en methode

2.1 Ammoniakemissiereducerend principe chemische wasser

Het principe van een chemische wasser is erop gebaseerd dat NH_3 die zich in de stallucht bevindt wordt gebonden door het aanwezige zuur in de wasser. De meeste chemische wassers maken gebruik van zwavelzuur zodat de volgende reactie plaats zal vinden:



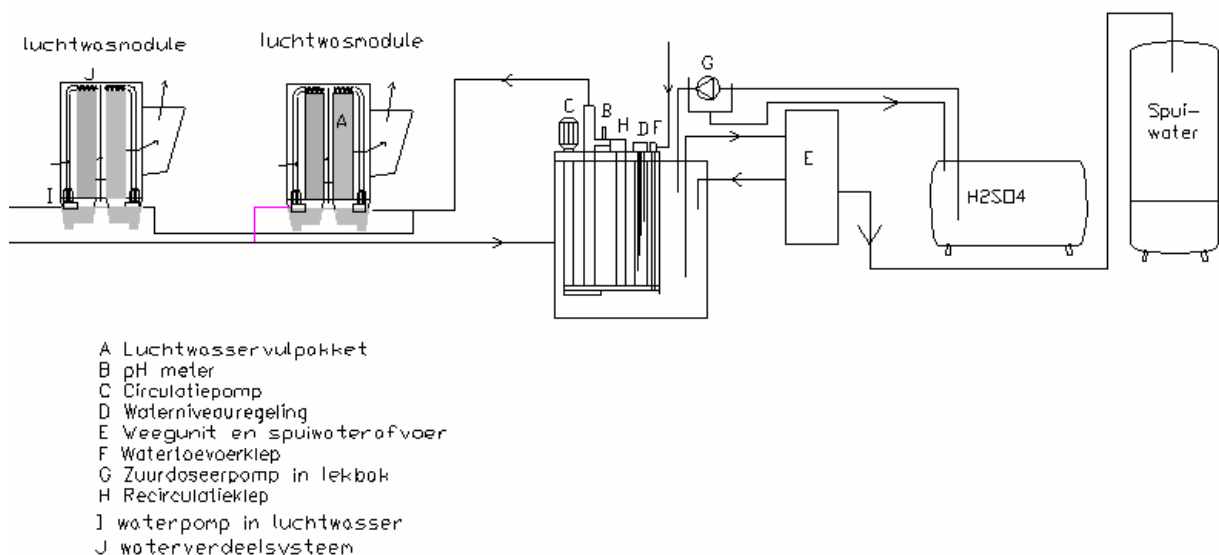
De specifieke werking van een wasser is afhankelijk van de keuzes die worden gemaakt in de manier waarop contact wordt gemaakt tussen lucht en het zure water, de zuurgraad, de hoeveelheid water, en de luchtsnelheid door de wasser. Het geheel moet zodanig om elkaar zijn afgestemd om de wasser een minimale afvanggarantie voor NH_3 te kunnen geven.

Het luchtwassersysteem 90/95% ammoniakreductie Inno+ kan worden uitgevoerd op twee verschillende manieren: het module concept en het wandenconcept.

Module concept

Het module concept is opgebouwd uit een aantal modules met een maximale ventilatiecapaciteit van 20.000 m^3/uur . Deze modules worden geplaatst achter het centrale afzuigkanaal waar de lucht van de stal naar buiten komt. Vervolgens worden er op één plaats op het bedrijf de centrale voorzieningen gerealiseerd middels een centraal regelsysteem. In figuur 1 is een weergave gemaakt van de uitvoering van het module concept met centrale voorzieningen. In Bijlage A zijn enkele foto's van de wassersystemen met het module concept weergegeven. De modules zijn opgebouwd uit 2 waspakketten die achter elkaar worden geplaatst. Het eerste pakket heeft een dikte van 30 cm en het tweede pakket heeft een dikte van 40 cm. De laatste 10 cm van het 2^e pakket worden niet bevoeid om een druppelvang effect te genereren. De modules hebben een onderbak van 2,0 meter breed x 3,0 meter diep. Het vloeiendniveau in de module is 15 cm. Dat betekent dat het effectieve watervolume in de module 0,9 m^3 is. Per module wordt er een circulatiepomp toegepast met een pompcapaciteit van 20 m^3 water per uur die continue het waspakket vochtig houdt. Het opgenomen vermogen van deze pomp is 0,37 kW per uur.

Figuur 1 Schematisch overzicht van de onderzochte chemische luchtwasser: module concept



In de modules zelf wordt enkel water gecirculeerd over het pakket door de circulatiepomp in de module. De waterkwaliteit in de modules wordt geregeld via een aan- en afvoer PVC buis die de onderbak van de module regelmatig ververs. In de centrale mengtank wordt de waterkwaliteit geregeld (waterniveau, pH, zoutgehalte). Op de centrale tank is een centrale pomp geplaatst die de circulatie verzorgt tussen de centrale tank en de modules.

De waterkwaliteit wordt op één enkele plaats op het bedrijf geregeld. De waterkwaliteit wordt gegarandeerd door continu pH controle en (in drie van de vier onderzochte wassystemen) een vast spui moment. De pH in de centrale tank ligt tussen 2 en 3 en wordt automatisch beneden een bepaalde waarde gehouden door zuur bij te doseren. In de toekomst zal gebruikt worden gemaakt van een spui moment op basis van het soortelijke gewicht van het waswater. Hiermee wordt de zoutconcentratie door middel van een weegunit bepaald. Op het vierde bedrijf (locatie 4) werd dit reeds toegepast echter door handmatige uitvoering. Bij een soortelijk gewicht van ca. 1070 g/l werd gespuid. In de modules is een overloop systeem gerealiseerd. Via een aanvoer PVC leiding vanuit de centrale tank wordt het circulatie water achter in de module gelost. Aan de voorzijde van de module is een overloop gerealiseerd. Op deze manier blijft het niveau in de onderbak van de module gelijk en is er geen niveauregelsysteem noodzakelijk in de modules.

Er kunnen in het module concept maximaal circa 25 modules aangesloten worden op de centrale voorzieningen. De inhoud van de centrale tank wordt berekend op 0,4 m³ inhoud per aanwezig module. De helft van deze inhoud wordt gebruikt als regelvolume voor het systeem en de andere helft dient als opvangbuffer in het geval het systeem stil valt. Wanneer het systeem uitschakelt (door bijvoorbeeld stroomuitval) stijgt het waterniveau in de onderbakken doordat het water dat onderweg in het pakket is, het niveau in de onderbak laat stijgen. Dit water loopt vervolgens retour naar de centrale tank die deze hoeveelheid dient te kunnen opvangen. In het pakket is ca. 160 liter water aanwezig wanneer de circulatiepomp in de module in bedrijf is. Deze 160 liter inclusief het water wat aanwezig is in het leidingensysteem dient gebufferd te worden. Het circulatievoud van de centrale pomp wordt dusdanig bepaald dat minimaal een keer per uur de volledige inhoud van de onderbakken van de modules gecirculeerd is. Hiermee wordt bereikt dat de pH van het waswater in de modules gelijk is aan de pH van het water in de centrale tank. Dit is een voorwaarde om een stabiel regelsysteem te realiseren.

Wanden concept

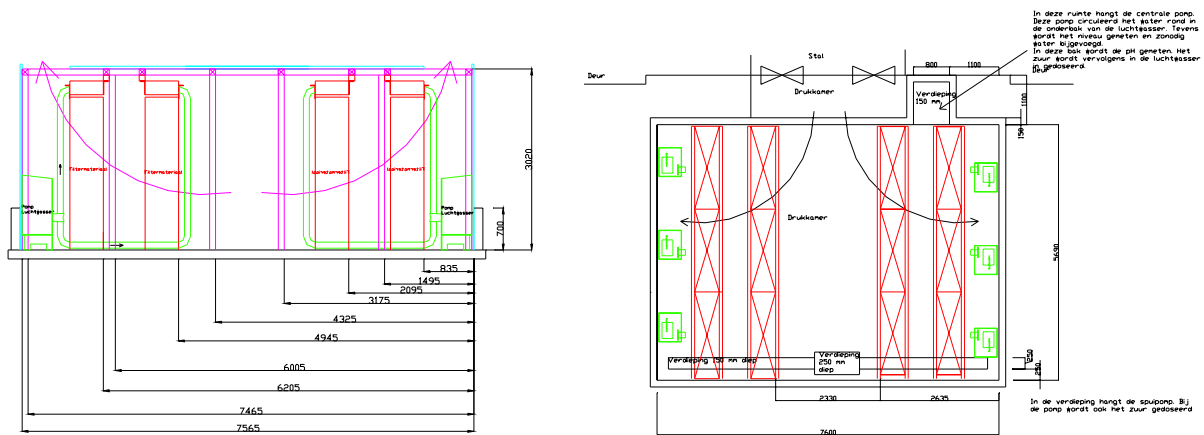
Het wanden concept (figuur 2 en bijlage B) is vooral ontwikkeld voor pluimveebedrijven en voor grotere varkensbedrijven. De onderbak dient in het werk bouwkundig uitgevoerd te worden. Op de twee pluimveebedrijven in het onderhavige onderzoek is er allereerst van beton een waterbak constructie gerealiseerd welke vervolgens met een gesloten kunststof binnenbak is uitgevoerd. In de bak worden twee wanden geplaatst, dit is een framework waarin de vulpakketten geplaatst worden. De twee wanden zijn circa 80 cm uit elkaar geplaatst waardoor het mogelijk is tussen de twee pakketten door te lopen (de pakketten van zowel de eerste wand als de tweede wand zijn dus van de voor- en achterkant bereikbaar voor onderhoud zonder dat het systeem gedemonteerd hoeft te worden). Dit omdat het risico op vervuiling in de pluimveestallen groter is vanwege de stofbelasting.

Het wandconcept is net zoals het module concept opgebouwd uit een aantal modules met een maximale ventilatiecapaciteit van 20.000 m³/uur. Het binnenwerk van de modules (vulpakket) is identiek aan het vulpakket en de uitvoering in het wanden concept. Deze wandmodules worden geplaatst achter het centrale afzuigkanaal waar de lucht van de stal naar buiten komt. In tegenstelling tot het module systeem waar de waterkwaliteit in een centrale tank wordt geregeld, wordt in het wanden concept de waterkwaliteit direct in de onderbak gerealiseerd. Deze onderbak is uitgevoerd als een gezamenlijke waterbak voor beide wanden.

In figuur 2 is een weergave gemaakt van de uitvoering van het wand concept. Net zoals de modules zijn de wanden opgebouwd uit twee rijen waspakketten. In het geval van de wanden worden deze uit elkaar geplaatst. Het eerste pakket heeft een dikte van 30 cm en het tweede pakket heeft een dikte van 40 cm. De laatste 10 cm van het tweede pakket worden niet bevoeid om een druppelvang effect te genereren. De wandmodules (framework) zijn 56 cm diep en de breedte per module is 1,87 m. Het vloeistofniveau in de onderbak van het wanden concept is 25 cm. Het effectieve watervolume varieert per project en is afhankelijk van de uitvoering. Verder in het rapport is voor de beide pluimveelocaties dit effectieve watervolume beschreven. Per wandmodule van 20.000 m³/uur wordt er een circulatiepomp toegepast met een pompcapaciteit van 20 m³ water per uur die continue het waspakket vochtig houdt. Het opgenomen vermogen van deze pomp is 0,37 kW per uur.

De waterkwaliteit in de modules wordt geregeld via een centrale unit die integraal het waterniveau en pH regelt. Deze centrale unit bevat een mengpomp die ervoor zorgt dat het water in de onderbak regelmatig gemengd wordt zodat er een homogene watermassa aanwezig is. Dit is noodzakelijk omdat wanneer op een plek zwavelzuur gedoseerd wordt in de onderbak de zuurtegraad in de onderbak niet homogeen zou zijn. Het wanden concept is regeltechnisch eenvoudiger omdat direct in de onderbak de waterkwaliteit geregeld wordt en er geen centrale tank noodzakelijk is. Enkel de 160 liter water per module die in het pakket aanwezig is dient gebufferd te worden wanneer er stroomuitval is.

Figuur 2 Schematisch overzicht van de onderzochte chemische luchtwater: wanden concept



2.2 Bedrijfsituatie

Locatie 1: stal met vleeskuikenouderdieren

De chemische wasser is geplaatst achter een stal met vleeskuikenouderdieren. Op deze locatie werd de chemische wasser geplaatst met het wanden concept. Het stalsysteem wordt in de Rav gecodeerd als E 4.9: overige huisvestingsystemen (www.infomil.nl; Staatscourant 14 mei 2007, nr. 92). Alle ventilatielucht uit de stal wordt via één van de kopgevels afgevoerd. Direct aan deze kopgevel was de chemische wasser geplaatst. Omdat de diergroep een zogenaamde stabiele groep is (geen groei) is bij de planning alleen rekening gehouden met het af- en aanvoeren van de nieuwe dieren.

Locatie 2: stal met vleeskuikens

De chemische wasser is geplaatst achter een stal met vleeskuikens. Op deze locatie werd de chemische wasser geplaatst met het wanden concept. Het stalsysteem wordt in de Rav gecodeerd als E 5.9: overige huisvestingsystemen (www.infomil.nl; Staatscourant 14 mei 2007, nr. 92). Alle ventilatielucht uit de stal wordt via één van de kopgevels afgevoerd. Direct aan deze kopgevel was de chemische wasser geplaatst. De vleeskuikens vallen onder de groep groeiende dieren. Dit betekent dat bij het bemonsteringsschema rekening wordt gehouden dat de metingen plaats vinden bij verschillende perioden van de productieronde. Bij oplevering van de dieren wordt de gehele stal gereinigd en ook de wasser wordt met behulp van de hogedrukspuit gereinigd. Om de ca. 6 tot 7 weken wordt alles gereinigd en opnieuw opgestart.

Locatie 3: stal met biggen, kraamzeugen en dragende zeugen

De chemische wasser is geplaatst achter drie stallen: één stal met biggen en kraamzeugen en twee stallen met dragende zeugen. Op deze locatie werd de chemische wasser geplaatst met het module concept. Het stalsystemen worden in de Rav gecodeerd als D1.1.16.1; D1.2.18 en D1.3.14: overige huisvestingsystemen (www.infomil.nl; Staatscourant 14 mei 2007, nr. 92). Alle ventilatielucht uit de stal wordt via centrale afzuiging bij één van de kopgevels afgevoerd. Direct aan deze kopgevel was de chemische wasser geplaatst. Door de centrale afzuiging wordt de ventilatielucht uit alle afdelingen gemengd zodat het luchtaanbod voor de chemische wasser van de verschillende diergroepen te vergelijken is met een stabiele groep, dat wil zeggen geen groei. Bij de planning van de metingen is daarom geen rekening gehouden met de productierondes in de stal.

Locatie 4: stal met biggen en kraamzeugen

De chemische wasser is geplaatst achter een stal met kraamzeugen en biggen. Op deze locatie werd de chemische wasser geplaatst met het module concept. De stalsystemen worden in de Rav gecodeerd als D1.1.16.1; D1.2.18: overige huisvestingsystemen (www.infomil.nl; Staatscourant 14 mei 2007, nr. 92). Alle ventilatielucht uit de stal wordt via centrale afzuiging bij één van de kopgevels afgevoerd. Direct aan deze kopgevel was de chemische wasser geplaatst. Door de centrale afzuiging wordt de ventilatielucht uit alle afdelingen gemengd zodat het luchtaanbod voor de chemische wasser van de verschillende diergroepen te vergelijken is met een stabiele groep, dat wil zeggen geen groei. Bij de planning van de metingen is daarom geen rekening gehouden met de productierondes in de stal.

2.3 Metingen

2.3.1 Algemeen

Het geurrendement (reductiepercentage) van de wasser wordt bepaald op basis van metingen volgens het nieuwe meetprotocol voor NH₃ (Ogink *et al.*, 2007). De metingen worden op 4 locaties uitgevoerd. Door op meerdere locaties te meten wordt het effect van onder andere verschillen in management tussen verschillende bedrijven verminderd, waarbij de nauwkeurigheid van het meetresultaat hoger is (Ogink *et al.*, 2007). De werking van de chemische wassers is in principe onafhankelijk van de diergroep. Echter, het rendement van een chemische wasser zou kunnen worden beïnvloed door o.a. stof dat uit de stal in de wasser neerslaat. Hierdoor kunnen verstoppingen ontstaan waardoor het wassende oppervlak afneemt en daarmee het rendement lager zou kunnen zijn. Deze (stof)problemen zullen vaker bij kippenstallen (hoge stofconcentraties) voorkomen. Daarom worden de metingen op twee pluimveebedrijven (hoge stofconcentraties) en op twee varkensbedrijven (lagere stofconcentraties) uitgevoerd.

Per locatie worden 6 metingen uitgevoerd. Een meting duurt 2 uur (tussen 10.00 en 12.00), zoals in het meetprotocol voor geur (Ogink en Mol, 2002) wordt aangegeven. Voor de bepaling van het rendement wordt de ingaande lucht en de uitgaande lucht van de chemische wasser bemonsterd. De ingaande lucht wordt bemonsterd vlak voor de chemische wasser meestal in de zogenaamde drukkamer. De uitgaande lucht wordt op locaties 1, 2 en 3 bij een bovenuitgang ca. 50 cm beneden de bovenrand van de wasser bemonsterd, en op locatie 4 bij een zijuitgang op ca. 25 cm afstand van de wasserunit (wel in een beschermde omgeving waarbij windinvloeden beperkt zijn).

De meetstrategie ziet er als volgt uit:

- Vier locaties (2 pluimvee- en 2 varkensbedrijven)
- Zes metingen per locatie
- Eén meting heeft een doorlooptijd van 2 uur (tussen 10.00 en 12.00)

Tijdens de meetronden zijn de volgende variabelen geregistreerd.

- Leeftijd en aantal dieren
- Klimaatgegevens van de ingaande lucht en de buitenlucht
- Samenstelling waswater

De veranderingen en werkzaamheden gedurende de meetperioden werden in een logboek bijgehouden. Het bleek praktisch onmogelijk om bij iedere meting een monster van het spuiwater te verkrijgen. Op drie van de vier locaties werd het spuiwater in een hoge torensilo opgeslagen. Naast het feit dat het fysiek niet mogelijk was, ontmengd het spuiwater in deze opslag en zal het mogelijke monster geen juiste afspiegeling geven van het spuiwater.

Naast het geurrendement werd ook het ammoniakrendement van de wasser bepaald. Samen met de samenstelling van het waswater geeft het ammoniakrendement van de wasser een idee van de werking van de wasser tijdens de uitgevoerde meetperioden.

2.3.2 Klimaat

De temperatuur (°C) en de relatieve luchtvochtigheid (%) werden continu gemeten gedurende alle meetperioden met temperatuur- en vochtsensoren (Rotronic Hygromer®). De nauwkeurigheid van deze sensoren was resp. ± 1,0 °C en ± 2 %. Eén sensor werd in de ingaande luchtstroom van de wasser gehangen, een tweede sensor in de uitgaande luchtstroom van de wasser. De sensor voor de buitenlucht was in de schaduw geplaatst. De sensoren werden vóór en na alle metingen gecontroleerd. Gedurende de verschillende metingen bleek het technisch niet altijd mogelijk een goed signaal van de sensoren te verkrijgen die in de omgeving van de agressieve zure lucht hingen. De sensoren werden hierdoor aangetast. Hierdoor ontbreken enkele meetresultaten.

2.3.3 Geurconcentratie

Het geurmonster werd tussen 10:00 en 12:00 uur aangezogen door een pomp bij de meetapparatuur. De bemonstering werd uitgevoerd volgens de zogenaamde longmethode (Ogink en Mol, 2002). Hierbij werd een leeg teflon monsterzak, die zich in een gesloten vat bevond, via een teflon slang gevuld met stallucht. Door lucht uit het vat te zuigen ($0,5 \text{ l min}^{-1}$), ontstond in het vat onderdruk en werd door een stoffilter ($1-2 \mu\text{m}$) stallucht aangezogen in de zak. Om condensvorming te voorkomen werd verwarmingslint langs de monsternameleiding aangebracht.

Het monster werd direct na bemonstering naar het geurlaboratorium van Animal Sciences Group vervoerd om binnen 30 uur te worden geanalyseerd. De geuranalyses werden uitgevoerd door het geurlaboratorium van Animal Sciences Group volgens de Europese norm EN 13725 (CEN, 2003). Het geurlaboratorium van Animal Sciences Group is onder nummer L313 geaccrediteerd door de Raad voor Accreditatie te Utrecht voor het uitvoeren van geuranalyses. Aan de geuranalyses werd deelgenomen door een groep van 4 tot 6 panelleden in wisselende samenstelling. De gevoeligheid van de panelleden werd voor de metingen getest met butanol. De geurconcentraties en -emissies worden vermeld in resp. $\text{OU}_E \text{ m}^{-3}$ en $\text{OU}_E \text{ s}^{-1}$. De eenheid 'OU_E' staat hierbij voor 'European Odour Units'. Deze aan de EN 13725 ontleende terminologie sluit aan bij de internationale literatuur op dit vakgebied.

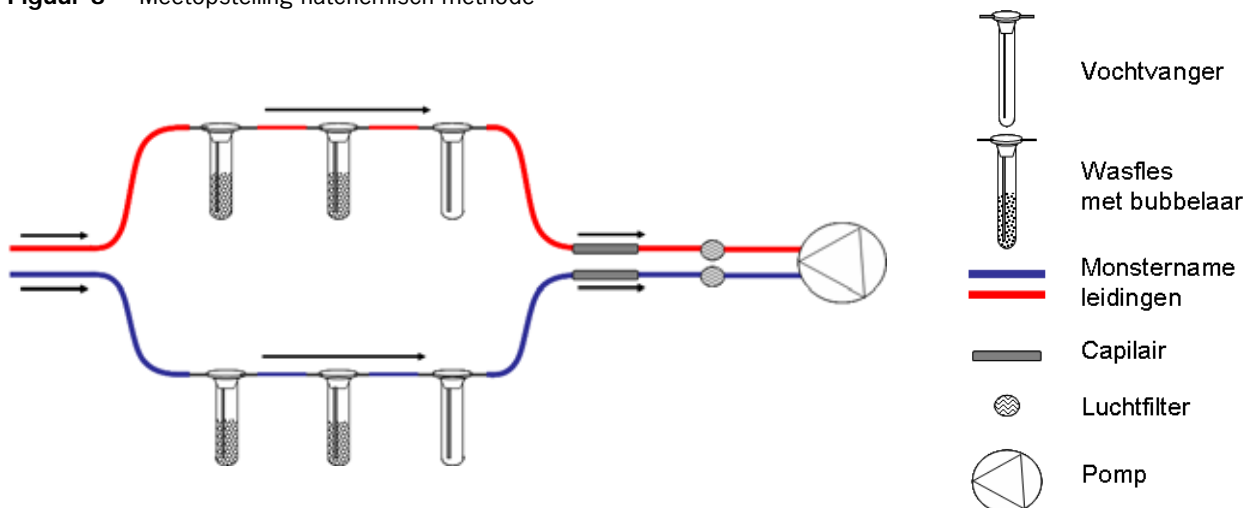
2.3.4 Waswater

Het waswater werd per meting eenmaal bemonsterd en in het chemische laboratorium van AFSG geanalyseerd op totaal-N, ammonium-N, drogestof, organische stof en pH.

2.3.5 Ammoniakconcentratie

De ammoniakconcentratie werd volgens de natchemische meetmethode voor NH_3 (Wintjes, 1993) gemeten. Bij deze meetmethode wordt de lucht via een monsternameleiding met een constante luchtstroom aangezogen met behulp van een pomp met capillair. Alle lucht wordt via een vochtvanger door een impinger (geplaatst in een wasfles met zuur) geleid, waarbij de NH_3 wordt opgevangen. Om rekening mee te houden met eventuele doorslag wordt een tweede fles in serie geplaatst. De metingen worden per meetplek in duplo uitgevoerd (figuur 3). De molariteit van de zure oplossing in de wasflessen is afhankelijk van het aanbod van NH_3 dat moet worden gebonden. Na de bemonsteringstijd (24 uur) wordt de hoeveelheid gebonden NH_3 spectrofotometrisch bepaald. Door de bemonsteringsduur, de bemonsteringsflow, het NH_4^+ gehalte en de hoeveelheid opvangvloeistof te verrekenen kan de NH_3 -concentratie in de bemonsterde lucht worden bepaald. Voordeel van deze meetmethode is dat het onder alle omstandigheden de juiste bepaling geeft. Vooral bij zeer vochtige omstandigheden biedt de methode uitkomst. Nadeel is dat alleen een verzamelmonster kan worden genomen en geen informatie beschikbaar komt over het verloop van de NH_3 -concentratie gedurende de bemonsteringsperiode.

Figuur 3 Meetopstelling natchemisch methode



De volgende punten worden op een waarnemingsformulier genoteerd.

- codering van de wasflessen per meetlocatie
- flow per capillair (start en einde meting)
- start en eindtijd van de metingen
- NH_3 -concentratie van de ingaande lucht m.b.v. kitagawa

Door de analist wordt in het laboratorium de volgende resultaten genoteerd:

- start en eindgewicht van alle wasflessen (inclusief vochtvanger)
- de hoeveelheid ingevangen NH_4^+ per wasfles (inclusief vochtvanger wanneer hier vocht in zit) (spectrofotometrische bepaling)
- aanwezigheid van sulfaat (ja/nee).

2.4 Berekening emissiereductie (rendement)

Het rendement van de wasser werd berekend door de geurconcentratie van de behandelde lucht te vergelijken met de geurconcentratie van de ingaande lucht van de wasser. Hierbij werd de volgende formule gebruikt:

$$\frac{C_{geuringaand} - C_{geuruitgaand}}{C_{geur\ ingaand}} \times 100\% \quad (2)$$

C_{geur} is de geurconcentratie (OU_E/m^3) van de ingaande of uitgaande lucht.

3 Resultaten en discussie

3.1 Locatie 1: Vleeskuikenouderdieren

Vleeskuikensouderdieren worden gehouden tussen de leeftijd van 18 en 67 weken. In april 2006 werden de dieren afgevoerd en in juni 2006 werden weer nieuwe dieren aangevoerd. In 2007 waren er vanaf juni weer dieren in de stal aanwezig. Wanneer er geen dieren in de stal aanwezig waren was de stal leeg (geen mest) en schoon, de wasser stond dan uit. Meting 2 en 3 werden uitgevoerd gedurende de hittegolf in de zomer van 2006. In tabel 1 worden de belangrijkste omgevingsfactoren per meting gepresenteerd. De resultaten van de metingen (concentraties en rendement) worden in tabel 2 weergegeven. Om inzicht te krijgen over de werking van de wasser tijdens de metingen worden in tabel 2 ook de NH₃-rendementen (NH₃ tegelijkertijd met geur gemeten) weergegeven.

Tabel 1 Omgevingsfactoren per meting

	Meting 1	Meting 2	Meting 3	Meting 4	Meting 5	Meting 6	
Startdatum meting	21-03-06	11-07-06	24-08-06	15-11-06	24-10-07	14-11-07	
Aantal dieren	8.925	8.925	8.925	8.925	9.000	9.000	
Leeftijd dieren (weken)	65	22	28	40	33	36	
Temperatuur (°C)	Buiten	3,9	22,6	18,7	14,9	9,1	4,0
	Stal	17,7	24,1	21,8	20,1	19,4	18,0
	uitgaande lucht wasser	-	19,7	-	18,4	16,5	17,0
Relatieve luchtvochtigheid (%)	Buiten	71	67	94	80	76	70
	Stal	92	-	87	78	78	70
	uitgaande lucht wasser	-	100	-	100	100	100

Tabel 2 Geurconcentratie ingaande en uitgaande lucht en rendementen voor geur en NH₃

	Meting 1	Meting 2	Meting 3	Meting 4	Meting 5	Meting 6
Startdatum meting	21-03-06	11-07-06	24-08-06	15-11-06	24-10-07	14-11-07
Geurconcentratie ingaand (OU _E /m ³)	1083	281	787	1661	2437	1527
Geurconcentratie uitgaand (OU _E /m ³)	550	207	581	261	1389	798
Rendement voor geur (%)	49,2	26,3	26,2	84,3	43,0	48,1
Rendement voor NH ₃ (%)	99,8	97,8	98,9	93,6	90,0	17

Het gemiddeld rendement van deze wasser voor geur, op basis van alle gemeten perioden, was 46%. In tabel 3 worden enkele eigenschappen van de wasser, zoals direct afgelezen van de display, en de samenstelling van het waswater weergegeven. Uit de resultaten van de NH₃ rendementen en de aflezing van het display blijkt dat de wasser bij meting 5 en 6 minder stabiel functioneerde ten opzichte van de eerder uitgevoerde metingen. Bij meting 1 t/m 4 was de wasser een enkelvoudige eenheid met een eigen aansturing. Bij de laatste twee metingen waren 2 andere stallen met ieder een vergelijkbare chemische wasser toegevoegd aan het systeem en werd het als één eenheid aangestuurd. Mogelijk was het bedrijf of de wassereenheid onvoldoende ingespeeld op de veranderde situatie.

Tabel 3 Aflezing display chemische wasser en samenstelling waswater (* resultaten nog niet beschikbaar of meting nog niet uitgevoerd)

	Meting 1	Meting 2	Meting 3	Meting 4	Meting 5	Meting 6
Startdatum meting	20-03-06	11-07-06	24-08-06	15-11-06	24-10-07	14-11-07
pH display	3,1	3,0	3,3	2,9	6,4	6,0
Temperatuur display	25	25	25	25	25	25
N-totaal (g/kg)	16,2	1,2	1,5	6,8	1,7	1,6
Ammonium-N (g/kg)	16,3	1,0	1,3	7,0	1,6	1,7
Drogestof (g/kg)	166	13	12	41	14	11
Organische stof (g/kg)	155	7	6	34	-	5
pH	3,1	3,2	3,0	6,4	3,4	7,2

3.2 Locatie 2: Vleeskuikens

Vleeskuikens worden gehouden tussen de leeftijd van 0 tot 6 weken, in deze periode groeien de dieren van enkele grammen tot bijna 2 kilo. Per jaar worden 7 productieronden gedraaid. In de periode tussen de productieronden werd alle mest uit de stal verwijderd en werd deze schoongemaakt. De wasser werd niet schoongemaakt. Bij deze locatie wordt op een vaste dag, eenmaal per week, gespuid. Meting 2 werd uitgevoerd gedurende de hittegolf in de zomer van 2006. De wasser werd in 2007 omgebouwd naar een 70% wasser, waardoor metingen 5 en 6 komen te vervallen. In tabel 4 worden de belangrijkste omgevingsfactoren per meting gepresenteerd. De resultaten van de metingen (concentraties en rendement) worden in tabel 5 weergegeven.

Tabel 4 Omgevingsfactoren per meting (n.g.: niet gemeten)

	Meting 1	Meting 2	Meting 3	Meting 4	Meting 5	Meting 6
Startdatum meting	30-03-06	19-07-06	03-10-06	14-11-06	n.g.	n.g.
Aantal dieren	35.000	35.000	27.000*	35.000	n.g.	n.g.
Leeftijd dieren (weken)	10	15	40	28	n.g.	n.g.
Temperatuur (°C)	Buiten	12,8	26,9	15,5	14,8	n.g.
	Stal	21,5	31,8	22,1	22,8	n.g.
	uitgaande lucht wasser	-	-	19,6	19,4	n.g.
Relatieve luchtvochtigheid (%)	Buiten	87	51	77	74	n.g.
	Stal	-	-	74	71	n.g.
	uitgaande lucht wasser	-	-	97	94	n.g.

* aantal dieren na uitladen

Tabel 5 Geurconcentratie ingaande en uitgaande lucht en berekende rendementen voor geur en NH₃ (n.g.: niet gemeten)

	Meting 1	Meting 2	Meting 3	Meting 4	Meting 5	Meting 6
Startdatum meting	30-03-06	20-07-06	04-10-06	14-11-06	n.g.	n.g.
Geurconcentratie ingaand (OU _E /m ³)	1531	278	1622	2045	n.g.	n.g.
Geurconcentratie uitgaand (OU _E /m ³)	433	144	808	251	n.g.	n.g.
Rendement voor geur (%)	71,7	48,2	50,2	87,7	n.g.	n.g.
Rendement voor NH ₃ (%)	84,2	85,7	98,1	96,8	n.g.	n.g.

Het gemiddeld rendement van deze wasser voor geur, op basis van alle 4 gemeten perioden, was 64%. In tabel 6 worden enkele eigenschappen van de wasser, zoals direct afgelezen van de display, en de samenstelling van het waswater weergegeven.

Tabel 6 Aflezing display chemische wasser en samenstelling waswater (n.g.: niet gemeten)

	Meting 1	Meting 2	Meting 3	Meting 4	Meting 5	Meting 6
Startdatum meting	30-03-06	19-07-06	03-10-06	14-11-06	n.g.	n.g.
pH display	2,4	1,6	3,4	1,2	n.g.	n.g.
Temperatuur display	25	25	25	25	n.g.	n.g.
N-totaal (g/kg)	0,16	11,2	22,8	20,9	n.g.	n.g.
Ammonium-N (g/kg)	0,12	11,7	22,4	20,2	n.g.	n.g.
Drogestof (g/kg)	2	84	121	107	n.g.	n.g.
Organische stof (g/kg)	1	77	115	101	n.g.	n.g.
pH	2,5	1,4	3,5	<1,0	n.g.	n.g.

3.3 Locatie 3: Biggen, kraamzeugen en dragende zeugen

De ventilatielucht van de 3 stallen wordt afgevoerd via een centraal afzuigkanaal. Aan het einde van dit kanaal is de chemische wasser geplaatst. Dit betekent dat de ventilatielucht een mengsel is van afdelingen met verschillende diergroepen. Het aantal dieren is bij de drie verschillende stallen min of meer stabiel, het aanbod van ventilatielucht is daarom afhankelijk van de weersomstandigheden. Meting 1 en 2 werden uitgevoerd gedurende de hittegolf in de zomer van 2006. In tabel 7 worden de belangrijkste omgevingsfactoren per meting gepresenteerd. De resultaten van de metingen (concentraties en rendement) worden in tabel 8 weergegeven.

Tabel 7 Omgevingsfactoren per meting

	Meting 1	Meting 2	Meting 3	Meting 4	Meting 5	Meting 6
Startdatum meting	17-07-06	16-08-06	17-10-06	29-11-06	01-02-07	08-05-07
Aantal dieren: biggen	250	250	250	250	250	250
kraamzeugen	140	140	140	140	140	140
dragende zeugen	459	459	459	459	459	459
Leeftijd dieren (weken)	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Buiten	25,1	19,3	14,5	12,8	6,8	15,2
Temperatuur (°C)						
Stal	27,4	24,3	22,3	21,2	-	21,7
uitgaande lucht wasser	21,7	21,1	18,2	18,8	16,6	20,0
Relatieve luchtvochtigheid (%)						
Buiten	58	85	91	98	77	65
Stal	58	80	66	79	-	72
uitgaande lucht wasser	100	100	100	95	100	100

Tabel 8 Geurconcentratie ingaande en uitgaande lucht en berekende rendementen (geur en NH₃)

	Meting 1	Meting 2	Meting 3	Meting 4	Meting 5	Meting 6
Startdatum meting	18-07-06	17-08-06	18-10-06	01-12-06	01-02-07	08-05-07
Geurconcentratie ingaand (OU _E /m ³)	1992	2231	4393	3656	1322	2566
Geurconcentratie uitgaand (OU _E /m ³)	115	1366	3499	1883	836	2313
Rendement voor geur (%)	44,0	38,8	20,4	48,5	36,8	9,9
Rendement voor NH ₃ (%)	99,5	98,7	98,5	99,9	mislukt	91,3

Het gemiddeld rendement van deze wasser voor geur, op basis van alle 4 gemeten perioden, was 26%. In tabel 9 worden enkele eigenschappen van de wasser, zoals direct afgelezen van de display, en de samenstelling van het waswater weergegeven.

Tabel 9 Aflezing display chemische wasser en samenstelling waswater

	Meting 1	Meting 2	Meting 3	Meting 4	Meting 5	Meting 6
Startdatum meting	18-07-06	17-08-06	18-10-06	01-12-06	01-02-07	08-05-07
pH display	2,1	1,99	2,24	2,0	-	3,0
Temperatuur display	25	25	25	25	-	25,0
N-totaal (g/kg)	11,4	19,0	27,4	30,2	19,8	28,0
Ammonium-N (g/kg)	11,5	18,6	28,3	30,7	19,9	27,1
Drogestof (g/kg)	62	151	143	158	99	137
Organische stof (g/kg)	59	146	139	155	95	130
pH	1,9	1,7	2,2	1,8	3,2	4,9

3.4 Locatie 4: Biggen en kraamzeugen

De ventilatielucht van de stal wordt afgevoerd via een centraal afzuigkanaal. Aan het einde van dit kanaal is de chemische wasser geplaatst. Dit betekent dat de ventilatielucht een mengsel is van afdelingen met verschillende diergroepen. Het aantal dieren is min of meer stabiel, het aanbod van ventilatielucht is daarom afhankelijk van de weersomstandigheden. Meting 1 en 2 werden uitgevoerd gedurende de hittegolf in de zomer van 2006. In tabel 10 worden de belangrijkste omgevingsfactoren per meting gepresenteerd. De resultaten van de metingen (concentraties en rendement) worden in tabel 11 weergegeven. Het gemiddeld rendement van deze wasser voor geur, op basis van alle 4 gemeten perioden, was 33%. In tabel 12 worden enkele eigenschappen van de wasser, zoals direct afgelezen van de display, en de samenstelling van het waswater weergegeven.

Tabel 10 Omgevingsfactoren per meting

	Meting 1	Meting 2	Meting 3	Meting 4	Meting 5	Meting 6	
Startdatum meting	11-07-06	17-08-06	11-10-06	12-12-06	25-01-07	12-04-07	
Aantal dieren: biggen	1.080	1.080	1.080	1.080	1.080	1.080	
kraamzeugen	108	108	108	108	108	108	
Leeftijd dieren (weken)	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	
Temperatuur (°C)	Buiten	22,6	17,7	15,7	8,2	0,7	-
	Stal	24,1	25,1	24,3	20,3	15,0	-
	uitgaande lucht wasser	19,7	21,6	21,5	18,4	11,8	-
Relatieve luchtvochtigheid (%)	Buiten	67	89	89	90	80	-
	Stal	-	74	71	89	85	-
	uitgaande lucht wasser	100	100	99	98	100	-

Tabel 11 Geurconcentratie ingaande en uitgaande lucht en berekende rendementen (geur en NH₃)

	Meting 1	Meting 2	Meting 3	Meting 4	Meting 5	Meting 6
Startdatum meting	11-07-06	17-08-06	11-10-06	12-12-06	25-01-07	12-04-07
Geurconcentratie ingaand (OU _E /m ³)	2713	2683	1544	3502	4965	1321
Geurconcentratie uitgaand (OU _E /m ³)	1352	1970	1364	2987	3487	1023
Rendement voor geur (%)	50,2	26,6	11,7	14,7	29,8	22,6
Rendement voor NH ₃ (%)	99,2	99,6	97,7	99,5	80,4	95,5

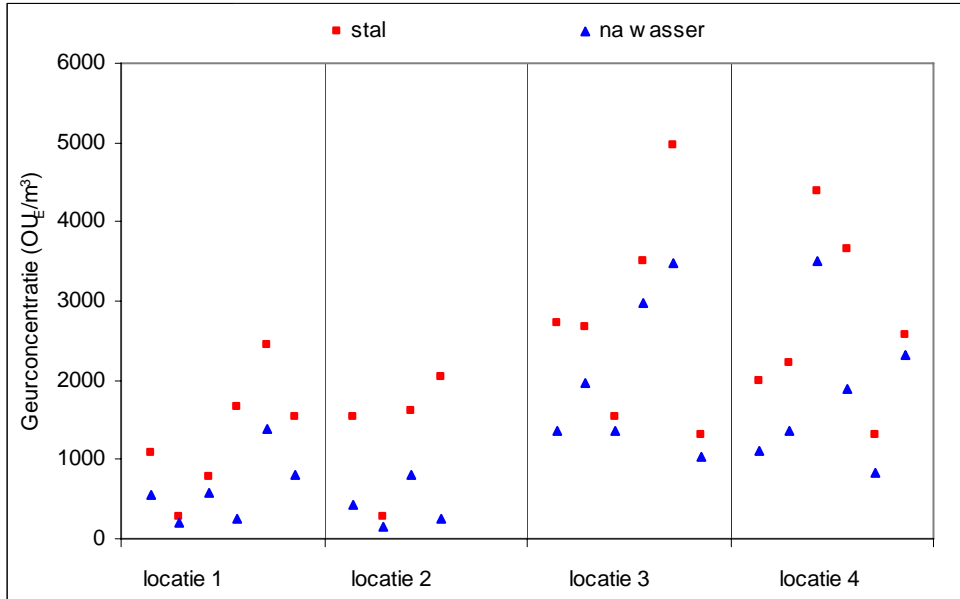
Tabel 12 Aflezing display chemische wasser en samenstelling waswater

	Meting 1	Meting 2	Meting 3	Meting 4	Meting 5	Meting 6
Startdatum meting	11-07-06	17-08-06	11-10-06	12-12-06	25-01-07	12-04-07
pH display	2,5	2,3	2,0	2,5	2,8	-
Temperatuur display	25	25	25	25	-	-
N-totaal (g/kg)	10,3	30,1	35,8	31,9	26,4	25,9
Ammonium-N (g/kg)	10,8	30,5	34,9	32,6	26,2	26,0
Drogestof (g/kg)	58,7	275	187	171	133	132
Organische stof (g/kg)	52,1	265	180	165	127	125
pH	2,4	2,2	2,0	1,6	2,4	1,8

3.5 Samenvatting locaties

Om een beeld te geven van de concentratieniveaus op alle verschillende locaties worden in figuur 4 alle gemeten geurconcentraties grafisch weergegeven. De gemiddelde geurconcentratie van de ingaande lucht was 2124 OU_E m⁻³ (278 tot 4965 OU_E m⁻³). De gemiddelde concentratie van de uitgaande lucht was 1325 OU_E m⁻³ (144 tot 3499 OU_E m⁻³). Het gemiddelde rendement over alle 4 de locaties was 40 %.

Figuur 4 Geurconcentratie stallucht en na de wasser



Figuur 4 laat een duidelijk verschil in concentratieniveau zien tussen pluimvee en varkens. Zowel de geurconcentratie van de ingaande als de uitgaande lucht bij de pluimveebedrijven (locatie 1 en 2) waren lager en de verschillen tussen de verschillende metingen waren kleiner. Het rendement bij de varkensbedrijven (locatie 3 en 4) was gemiddeld 29%, dit komt overeen met het rendement uit de regeling voor geuremissiefactoren. Het rendement bij de pluimveebedrijven lag aanzienlijk hoger, gemiddeld 53%. De verklaring in het verschil in rendement zou het verschil in concentratieniveau van de ingaande lucht of het verschil in samenstelling van de verschillende geurcomponenten van de ingaande lucht kunnen zijn. Hierdoor zou de wassende werking van de wasser beter kunnen zijn. Een andere verklaring voor het verschil in rendement zou het verschil in bouw van beide wassers kunnen zijn. De wassers bij de pluimveebedrijven waren gebouwd volgens het wandenconcept. De ruimte tussen de twee wascomponenten was groot om de waspakketten goed te kunnen reinigen. Mogelijke dat deze extra ruimte het wassende effect van de wasser vergroot.

4 Conclusies

Uit de metingen die gepresenteerd worden in dit rapport blijkt dat de variatie in geurconcentratie van de ingaande lucht groot is (278 tot 4965 $\text{OU}_E \text{ m}^{-3}$). De variatie van de uitgaande lucht is ook groot (144 tot 3499 $\text{OU}_E \text{ m}^{-3}$). Het rendement van de chemische wasser voor geur varieerde van 10 tot 88%. Gemiddeld was het rendement 40%. Het rendement bij de wassystemen achter pluimveestallen was gemiddeld 53% en achter varkensstallen was gemiddeld 29%.

Literatuur

- CEN, 2003. Air quality: Determination of odour concentration by dynamic olfactometry (EN 13725). Brussels, Belgium: European Committee for Standardization.
- Huis in 't Veld, J.W.H., S.G. van der Top, J.M.G. Hol en J. Mosquera (2005). Onderzoek naar de ammoniak- en geuremissie van stallen LXIII. Meeretagesysteem voor vleeskuikens. *A&F Rapport 367*.
- Infomil (2004). www.infomil.nl Regeling ammoniak en veehouderij.
- Mosquera, J., J.M.G. Hol, J.W.H. Huis in 't Veld en G. Nijeboer (2007). Rendementsmeting luchtwasser 90/95% ammoniakreductie Inno+ Luchtwassysteem (2007). *ASG rapport 43*.
- Ogink, N.W.M. en G. Mol (2002). Uitwerking van een protocol voor het meten van de geuremissie uit stallocaties en stalsystemen in de veehouderij. *IMAG nota P 2002-57*, 31 pp.
- Ogink, N.W.M., J.M.G. Hol, J. Mosquera en H.M. Vermeer (2007). Aanpassing van het meetprotocol NH₃-emissiemetingen voor huisvestingssystemen in de veehouderij. *ASG Rapport (in voorbereiding)*.
- VROM (1989). Nationaal Milieubeleidsplan: kiezen of verliezen. Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Den Haag.
- VROM (1998). Nationaal Milieubeleidsplan 3. Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Den Haag.
- Wintjens, Y. (1993). Gaswasfles. In Meetmethoden NH₃-emissie uit stallen. Onderzoek inzake de mest- en ammoniak- problematiek in de veehouderij 16 (eds E.N.J. van Ouwkerk), pp. 38-40. DLO, Wageningen.

Bijlagen

Bijlage A Foto's module concept



Centrale mengtank en chemische wasser met daarvoor de drukkamer (hout)



Situatie van de ingaande lucht van een chemische wasser bij het module concept en de openingen voor uitgaande lucht bij een zijwaartse uitstroming.

Bijlage B Foto's wanden concept



Chemische wasser achter de vleeskuikenouderdierenstal en de uitstroomopening van de uitgaande gewassen lucht



Binnenkant van de wasser: de opening tussen de twee units en de opening waardoor de stallucht de wasser in gaat