

# Geuremissie uit de veehouderij

Overzichtsrapportage 1996-1999

N.W.M. Ogink  
P.N. Lens

September 2001

Rapport 2001-14





# Geuremissie uit de veehouderij

Overzichtsrapportage 1996-1999

N.W.M. Ogink  
P.N. Lens

Rapport 2001-14

© 2001

IMAG

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 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

Om het beleid voor de geurhinder in te vullen wordt voor veehouderijbedrijven de Richtlijn Veehouderij en Stankhinder uit het jaar 1996 toegepast. Deze richtlijn is in de plaats gekomen van eerdere regelgeving voor de veehouderij. In de Richtlijn van 1996 zijn voor het eerst geuremissiefactoren voor Groen-Labelstallen opgenomen op basis van de toen bekende inzichten en gegevens. Tevens is bij de introductie van deze richtlijn een meetprogramma aangekondigd voor nadere onderbouwing van de gehanteerde omrekeningsfactoren.

In dit kader heeft IMAG in opdracht van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij en het Ministerie van Volksgezondheid, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer van 1996 tot begin 1999 een onderzoeksprogramma uitgevoerd naar de geuremissies van emissie-arme stalsystemen en conventionele stalsystemen. Het onderzoek is uitgevoerd in het kader van het LNV-onderzoeksprogramma Gasvormige Emissies in de Veehouderij en is begeleid door de Werkgroep Emissiefactoren.

In totaal is de geuremissie van 20 verschillende stalvormen onder praktijkomstandigheden vastgesteld. Hierbij is in goede onderlinge samenwerking gebruik gemaakt van stallen van veehouders, en van stalfaciliteiten van het Praktijkonderzoek Veehouderij. De resultaten uit dit onderzoek kunnen gebruikt worden voor de verdere onderbouwing van het geurbeleid in de veehouderij.

Ir. A.A. Jongebreur  
directeur

# Inhoudsopgave

<b>SAMENVATTING.....</b>	<b>5</b>
<b>1. INLEIDING .....</b>	<b>7</b>
1.1 HOOFDLIJNEN GEURHINDERBELEID.....	7
1.2 GEURHINDERBELEID IN DE LANDBOUW.....	8
1.3 ACHTERGRONDEN INVULLING GEUREMISSIEONDERZOEK .....	9
1.3.1 <i>De m.v.e en de olfactometrische geureenheid</i> .....	9
1.3.2 <i>Ontwikkeling standaard meetprotocol</i> .....	9
1.3.3 <i>Relatie geur- en ammoniakemissie</i> .....	10
1.4 DOELSTELLINGEN VAN HET GEUREMISSIE-ONDERZOEK .....	10
<b>2 MATERIAAL EN METHODEN .....</b>	<b>11</b>
2.1 OPZET VAN HET ONDERZOEK .....	11
2.2 OVERZICHT STALSYSTEMEN IN HET ONDERZOEK .....	11
2.3 MEETMETHODES .....	13
2.3.1 <i>Meetstrategie</i> .....	13
2.3.2 <i>Meting geurconcentratie en ammoniakconcentratie</i> .....	14
2.3.3 <i>Meting ventilatiedebiet en stalklimaatparameters</i> .....	14
2.4 VERWERKING EN ANALYSE VAN DATA.....	15
2.4.1 <i>Berekeningswijze geur- en ammoniakemissie</i> .....	15
2.4.2 <i>Analyse van de nauwkeurigheid van het toegepaste meetprotocol</i> .....	16
<b>3 RESULTATEN EN DISCUSSIE.....</b>	<b>17</b>
3.1 GEUREMISSIE STALSYSTEMEN.....	17
3.1.1 <i>Geuremissie uit stalsystemen in de varkenshouderij</i> .....	17
3.1.2 <i>Geuremissie uit stalsystemen in de rundveehouderij</i> .....	20
3.1.3 <i>Geuremissie uit stalsystemen in de pluimveehouderij</i> .....	21
3.1.4 <i>Samenhang tussen de geur- en ammoniakemissie</i> .....	23
3.2 NAUWKEURIGHEID VAN HET TOEGEPASTE MEETPROTOCOL.....	25
3.2.1 <i>Grootte van de variatiebronnen</i> .....	25
3.2.2 <i>Meetstrategie en samenhang met nauwkeurigheid</i> .....	27
3.2.3 <i>Geschatte nauwkeurigheid bij verschillende meetstrategieën</i> .....	27
3.2.4 <i>De nauwkeurigheid van de emissieniveaus in dit onderzoek</i> .....	28
<b>4 SLOTDISCUSSIE EN CONCLUSIES .....</b>	<b>30</b>
<b>REFERENTIES.....</b>	<b>33</b>
<b>BIJLAGE 1 .....</b>	<b>35</b>
<b>BIJLAGE 2 .....</b>	<b>36</b>
<b>BIJLAGE 3 .....</b>	<b>38</b>

## Samenvatting

De landbouwsector is, evenals de industrie en het wegverkeer, een belangrijke bron van geurhinder in Nederland. In het Nationaal Milieubeleidsplan van 1989 is hierover opgenomen dat maximaal 750 000 woningen in 2000 geurbelast mogen zijn. Dit komt overeen met een landelijk gemiddeld percentage van 12% geurgehinderden in 2000. Voor het jaar 2010 geldt als doelstelling geen ernstige hinder.

Om de geurhinder te reguleren wordt voor veehouderijbedrijven de Richtlijn Veehouderij en Stankhinder uit 1996 toegepast. Deze richtlijn verving eerdere regelgeving op dit gebied voor de veehouderij. In de Richtlijn van 1996 zijn voor het eerst geuremissiefactoren voor Groen-Labelstallen (stallen met geringe ammoniakemissie) opgenomen op basis van de toen bekende inzichten. Tevens werd bij de introductie van deze richtlijn een meetprogramma aangekondigd voor nadere onderbouwing van de gehanteerde omrekeningsfactoren in de Richtlijn. In dit rapport wordt een samenvattend overzicht gegeven van de resultaten uit dit meetprogramma dat van 1996 tot begin 1999 is uitgevoerd door IMAG in opdracht van de Ministeries van LNV en VROM.

Het onderzoek had de volgende twee hoofddoelstellingen:

- Het meten van de geuremissie van een twintigtal stalsystemen met daarin opgenomen conventionele en emissie-arme stalsystemen van verschillende diercategorieën, op basis van de zogenoemde 'Prioritaire lijst' opgesteld door de Werkgroep Emissiefactoren van het Ministerie van LNV en VROM. Nevendoel daarbij was meer inzicht te verkrijgen in de relatie tussen de ammoniakemissie en de geuremissie van een stalstelsel.
- Evaluatie van de nauwkeurigheid waarmee de geuremissie kan worden vastgesteld met het in dit onderzoek toegepaste meetprotocol.

Voor het vaststellen van de geuremissie van de stalsystemen werd voor elk systeem onder praktijkomstandigheden metingen verricht. De geselecteerde stalsystemen staan weergegeven in Tabel 2.1 op pagina 12. De metingen werden uitgevoerd volgens het 'Meetprotocol voor geuremissies uit stallen' van de Werkgroep Emissiefactoren. In dit protocol wordt per systeem de geuremissie van één bedrijf gemeten gedurende een voor dat systeem voorgeschreven meetperiode. Per bedrijfslocatie werd op 10 verschillende dagen de geuremissie gemeten. Hierbij werd de geurconcentratie en het volume van de uitgaande stallucht (ventilatiegebied) gemeten. De monstername voor het vaststellen van de geurconcentratie werd op elke monsterdag in duplo uitgevoerd. De emissiemeting vond plaats op een vast tijdstip, namelijk tussen 10 en 12 uur in de morgen. De geuremissie van het stalstelsel werd berekend als het geometrische gemiddelde van de emissies tijdens de meetdagen, en werd uitgedrukt in geëmitteerde geureenheden (O.U.e) per seconde per dierplaats O.U.e/(s.dp).

Om de nauwkeurigheid van het meetprotocol te kunnen beoordelen werd daarnaast voor twee conventionele stalsystemen (vleesvarkens op gedeeltelijk rooster en guste/dragende zeugen) van deze lijst een intensiever meetprogramma uitgevoerd waarbij voor elk systeem vier praktijkbedrijven werden bemeten. De opzet was gericht op het in kaart brengen van de variatiebronnen van geur en hun effect op de meetnauwkeurigheid.

De gemeten geuremissies staan, onderscheiden naar de sectoren varkenshouderij, rundveehouderij en pluimveehouderij, weergegeven in respectievelijk Tabel 3.1, 3.3 en 3.5 op pagina 16, 19 en 21. In de varkenssector lagen de geuremissies van de emissie-arme systemen alle onder die van de

bijbehorende conventionele systemen. Drie Groen Label-systemen voor vleesvarkens (IC-V, spoelgoten, koeldek) lagen meer dan de helft lager. Een kanttekening dient gemaakt te worden bij de geuremissie uit het stalsysteem met spoelgoten. Aanvullende metingen tijdens het spoelen 's nachts gaven een fors hogere geuremissie te zien dan gedurende de voorgeschreven meetperiode waarover de geuremissie werd berekend. De gemeten geuremissie voor biggenopfok was dermate hoog en afwijkend van wat verwacht mocht worden dat aanvullende metingen aan twee stallen werden verricht na afloop van de onderzoeksperiode (Bijlage 2). De aanvullende metingen gaven een veel gematigder geuremissie te zien. In de diercategorie guste/dragende zeugen liet het onderzochte groepshuisvesting-systeem een bijna factor drie lagere geuremissie zien dan conventionele huisvesting in individuele boxen. In Tabel 3.2 (pag. 18) staan ter vergelijking de huidige omrekeningsfactoren van de Richtlijn voor de varkenshouderij en de omrekeningsfactoren afgeleid van de in dit onderzoek uitgevoerde geuremissie-metingen opgenomen. ***De afgeleide omrekeningsfactoren zijn enkel ter vergelijking gegeven en hebben hier en in de rest van het rapport geen beleidsmatige status.***

In de rundveehouderij lag het niveau van vleesstieren licht boven de voor vleesvarkens gemeten emissie. De onderzochte vleeskalverenstal met mechanische ventilatie vertoonde een wat hogere emissie (Tabel 3.3, pag.19). De inschatting van de Richtlijn voor vleesstieren komt goed overeen met de gemeten waarden. De waarde voor de vleeskalveren geeft een aanzienlijke verschuiving te zien als gevolg van de hogere geuremissie van dit systeem t.o.v. vleesvarkens (Tabel 3.4, pag.20).

In de leghennen-categorie werd de hoogste geuremissie vastgesteld in het trapkooi-systeem. Het emissieniveau lag een factor 2 hoger vergeleken met de andere drie systemen. In deze groep week het ammoniak-arme systeem met geforceerde mestbanddroging niet af van conventionele grondhuisvesting en het volièresysteem. Bij de vleeskuikens gaf het emissie-arme systeem, gebaseerd op strooiseldroging, eveneens geen wezenlijk lagere geuremissie dan de twee andere conventionele systemen. Zowel bij de leghennen als de vleeskuikens bevatten de conventionele systemen volgens de huidige meetcijfers meer dierplaatsen per m.v.e. dan volgens de Richtlijn (Tabel 3.6, pag.22). Het meest saillante verschil trad op voor het stalsysteem met eenden, waar de huidige meetcijfers een veel lagere geuremissie te zien geven dan de inschatting waarop de Richtlijn 1996 is gebaseerd.

Tijdens de geurmetingen werd eveneens de ammoniakconcentratie vastgesteld. In zes van de twintig systemen was sprake van een aantoonbaar positief verband tussen beide concentraties. Het algemene beeld was dat geur en ammoniakconcentraties (binnen een systeem) positief gecorreleerd zijn, maar ook dat samenhang bij sommige systemen volledig kan ontbreken. Uit de cijfers viel geen éénduidige lijn op te maken wanneer dit laatste het geval was.

Voor de beoordeling van het meetprotocol werd de tussen-stal variatie, binnen-stal variatie en de duplo-variantie voor twee stalsystemen (vleesvarkens en zeugen) ingeschat. Het bleek dat de tussen-stal variatie voor vleesvarkens aanzienlijk groter was dan voor zeugen. Als gevolg hiervan lag de totale meetfout van het standaard meetprotocol voor het stalsysteem met vleesvarkens hoger (standaardfout 24% ) dan voor zeugen (8%). In de bespreking rond de nauwkeurigheid wordt verder beargumenteerd dat de standaardfout van het gehanteerde meetprotocol snel 20 tot 25% kan bedragen. In de discussie wordt aangegeven dat het zinvol is te overwegen het aantal stallen in het meetprotocol uit te breiden om inzicht te krijgen in de eindnauwkeurigheid van de meting.

## 1. Inleiding

Dit rapport geeft een samenvattend overzicht van de resultaten uit het geuremissie-onderzoek dat van 1996 tot begin 1999 is uitgevoerd door IMAG in opdracht van de Ministeries van LNV en VROM. Het rapport is gebaseerd op bevindingen die op een meer uitgebreide wijze zullen worden gepubliceerd in een drietal deelrapporten na afronding van vervolgonderzoek in 2002:

1. De geuremissie uit conventionele en emissiearme stalsystemen in de varkenshouderij;
2. De geuremissie uit conventionele stalsystemen in de rundveehouderij ;
3. De geuremissie uit conventionele en emissiearme stalsystemen in de pluimveehouderij

In Bijlage 1 staan de referenties van twee artikelen die over delen van dit onderzoek zijn gepubliceerd . Met nadruk wordt hier vooraf gewezen op de specifieke taak van het emissie-onderzoek dat bestond uit het aanleveren van meetcijfers voor stalsystemen. De vertaling van deze gegevens naar omrekeningsfactoren ten behoeve van de regulering van geurhinder valt hierbuiten. **Hoewel bij de bespreking van de gemeten waarden herhaaldelijk vergelijkingen worden gemaakt met de huidige omrekeningsfactoren, hebben de in het rapport genoemde geuremissieniveaus verder geen beleidsmatige status.**

In de nu volgende inleiding wordt nader ingegaan op de aanleiding van het geuremissie-onderzoek en de samenhang met de ontwikkelingen in het geurhinderbeleid. De factoren en achtergronden die een rol hebben gespeeld bij de invulling van het geuremissieonderzoek worden nader toegelicht, en de hieruit voortkomende specifieke doelstellingen voor het onderzoek.

### 1.1 Hoofdpijnen geurhinderbeleid

De landbouwsector is, evenals de industrie en het wegverkeer, een belangrijke bron van geurhinder in Nederland. Zo ervoer in 1995 16% van de bevolking geurhinder van landbouwactiviteiten, 12% van industrie en 8% van verkeer (VROM, 1998). De belangrijkste overheidsdoelstelling voor beheersing van geurhinder in 2000 is stabilisatie op het niveau van 1985. In het Nationaal Milieubeleidsplan van 1989 is hierover opgenomen dat maximaal 750 000 woningen in 2000 geurbelast mogen zijn. Dit komt overeen met een landelijk gemiddeld percentage van 12% geurgehinderden in 2000. Voor het jaar 2010 geldt als doelstelling geen ernstige hinder (VROM, 1989).

Een algemeen uitgangspunt van het regeringsbeleid is dat lokale milieuproblemen zoveel mogelijk op lokale schaal dienen te worden opgelost (VROM, 1998). Ten aanzien van geurhinder staan de thans geldende uitgangspunten voor het rijksgeurbeleid verwoord in de brief van de minister van VROM van 30 juni 1995 (VROM, 1995). In deze brief wordt aangegeven dat geursituaties niet langer worden beoordeeld op geurbelasting, zoals eerder uitgewerkt in de Herziene Nota Stankbeleid (VROM, 1994), maar op de door de geurbelasting ondervonden geurhinder. Het bevoegd gezag (vergunning-verlenende overheid vertegenwoordigd in provincies en gemeenten) bepaalt welke mate van hinder acceptabel is.



In het huidige overheidsbeleid wordt als algemeen uitgangspunt genomen dat (nieuwe) hinder moet worden voorkomen. Daarvan afgeleid gelden de volgende beleidslijnen:

- bij het ontbreken van hinder zijn geen maatregelen nodig
- bij het optreden van hinder worden maatregelen op basis van het ALARA-principe toegepast (as low as reasonable achievable)
- de mate van hinder kan op verschillende manieren bepaald worden, bijvoorbeeld door een belevingsonderzoek, een hinderenquête of een klachtenregistratie
- de mate van hinder die nog acceptabel is wordt vastgesteld door het bevoegd bestuursorgaan

Voor het geurhinderbeleid zijn diverse hulpmiddelen beschikbaar om het geurhinderniveau te bepalen. Voor een aantal bedrijven is het geurhinderniveau in bedrijfstakstudies vastgelegd, zoals in de bijzondere regeling voor 13 bedrijfstakken en in de Nederlands emissierichtlijnen NeR (Infomil, 1996). Voor de landbouw geldt eveneens een bijzondere regeling die hier verder wordt toegelicht.

## **1.2 Geurhinderbeleid in de landbouw**

Geurhinder in de landbouw wordt veroorzaakt door twee hoofdbronnen: het uitrijden en toedienen van dierlijke mest, en de geuremissie van veehouderijgebouwen. Vanaf de jaren zeventig is regelgeving ontwikkeld om de geurhinder door emissie van veehouderij-gebouwen te beteugelen. Momenteel wordt voor veehouderijbedrijven de Richtlijn Veehouderij en Stankhinder 1996 toegepast (VROM en LNV, 1996a); hier verder aangeduid als Richtlijn 1996. De huidige richtlijn beoogt een objectieve basis voor de invulling van het gemeentelijk milieubeleid te geven. De basis van de richtlijn vormt de afstandssystematiek met de volgende drie hoofdelementen:

- de geuremissie van een veehouderijbedrijf uitgedrukt in mestvarkeneenheden (m.v.e); voor elk veehouderijbedrijf wordt de geuremissie vastgesteld op basis van de tabel met omrekeningsfactoren in de Richtlijn 1996 waarin per huisvestingssysteem het aantal m.v.e's per dierplaats is vastgesteld.
- een afstandsgrafiek die de minimale afstand tot een geurgevoelig object bij een gegeven geuremissie aangeeft
- een onderverdeling van deze afstanden naar vier omgevingstypes met uiteenlopende geurhindergevoeligheid.

De Richtlijn 1996 is een herziening van eerdere richtlijnen. Deze herziening bleek noodzakelijk om knelpunten in de uitvoeringspraktijk weg te nemen. Een deel van deze knelpunten hing samen met de invoering van emissie-arme stalsystemen (Groen-Labelstallen) waarvoor geen specifieke geuremissiefactoren in de richtlijnen waren opgenomen. In de Richtlijn 1996 zijn voor het eerst voor Groen-Labelstallen geuremissiefactoren opgenomen op basis van de toen bekende inzichten. Ter onderbouwing van deze regelgeving werd een vanaf 1996 uit te voeren meetprogramma aangekondigd voor de bepaling van geuremissiefactoren van emissie-arme stalsystemen. Tevens werd in de Richtlijn 1996 een fundamentele herbezinning op het geurhinderbeleid voor de veehouderij in het vooruitzicht gesteld voor 1999. Centrale gedachte daarbij is de verdergaande aansluiting van het agrarisch geurhinderbeleid op het beleid zoals vastgelegd in de Herziene Nota Stankbeleid.

## 1.3 Achtergronden invulling geuremissieonderzoek

### 1.3.1 *De m.v.e en de olfactometrische geureenheid*

In de huidige geurhinder-regelgeving staat de 'mestvarkeneenheid' (m.v.e.) centraal. Deze eenheid vertegenwoordigt de geuruitstoot van één vleesvarkenplaats in het conventionele huisvestingssysteem met (deels) roostervloer. Voor de andere diercategorieën bestaan omrekeningsfactoren. De m.v.e. en de omrekeningsfactoren waren bij hun introductie gebaseerd op de toenmalige praktische ervaringen en kennis van geuremissie (Klarenbeek, Jongebreur en Scheltinga, 1982) en zijn later in beperkte mate mede-onderbouwd door geuremissiemetingen (Klarenbeek en van Harreveld, 1995).

De ontwikkeling van kennis over geuremissie uit stalsystemen is voor een belangrijk deel gebaseerd op de olfactometrie. Olfactometrie is de meetmethodiek waarbij de geurconcentratie van een luchtmonster d.m.v. het aanbieden van een reeks verdunningen aan een geurpanel wordt vastgesteld. Per definitie bevat die verdunning van het geurmonster waarbij de helft van het panel deze nog net kan onderscheiden van geurvrije lucht, een geurconcentratie van één geureenheid per m<sup>3</sup> lucht. Dit betekent dat wanneer de bemonsterde lucht 1000x verdund moet worden om de genoemde drempelwaarde te bereiken, de onverdunde monsterlucht 1000 geureenheden per m<sup>3</sup> bevat. Sedert de introductie van deze techniek eind jaren zeventig hebben zich hierin tal van ontwikkelingen voorgedaan. In Nederland kwam begin jaren negentig een standaardisatieproces tot stand met het doel tot beter reproduceerbare metingen te komen. Hierbij werd aandacht besteed aan de procedures rond het aanmaken en aanbieden van verdunningsreeksen en het vastleggen van de gevoeligheid van het geurpanel binnen een beperkte bandbreedte d.m.v. selectie van panelleden op hun gevoeligheid voor het referentie-gas n-butanol. Dit proces resulteerde in 1994 in een Nederlandse standaard voor geurconcentratie uitgedrukt als geureenheden (g.e.) per m<sup>3</sup> lucht, volgens het voorschrift NVN 2820 (NNI, 1995). De standaardisatie leidde tot een verschuiving van de geurconcentratie t.o.v. de metingen van vóór de standaardisatie hoofdzakelijk als gevolg van een gewijzigde hogere gevoeligheid van geurpanels. Door de variabele gevoeligheid van geurpanels vóór de standaardisatie bleek de mate van verschuiving niet eenduidig gekwantificeerd te kunnen worden.

De praktische consequentie van het standaardisatieproces was dat het bij de formulering van het onderhavige geuremissie-onderzoek niet mogelijk bleek de 'oude' m.v.e. te koppelen aan de nieuwe gestandaardiseerde geureenheid. De uit te voeren geuremissiemetingen aan emissie-arme stalsystemen, uitgedrukt in g.e./m<sup>3</sup>, kunnen daardoor niet gerelateerd worden aan de in de Richtlijn 1996 opgenomen omrekeningsfactoren voor conventionele stalsystemen, uitgedrukt in m.v.e. Dit gegeven en de eerder genoemde beperkte onderbouwing van de bestaande omrekeningsfactoren in de tabel van de Richtlijn 1996 was de aanleiding om de belangrijkste conventionele stalsystemen van de verschillende diercategorieën eveneens in het onderzoeksprogramma op te nemen.

### 1.3.2 *Ontwikkeling standaard meetprotocol*

Een belangrijk uitgangspunt bij het opzetten van het geuremissie-onderzoek was dat het kon voorzien in een tabel met stalsystemen en hun geuremissiefactoren met daarbij de mogelijkheid deze uit te breiden met toekomstige nieuw ontwikkelde stalsystemen door middel van aanvullende geuremissie-metingen. Deze benadering is alleen zinvol wanneer gemeten wordt volgens een vastgelegde

methodiek, waarin de meetstrategie wordt beschreven en de bijbehorende voorwaarden voor de bedrijfsvoering, monsternameprocedure, metingen en data-verwerking. Door de Werkgroep Emissiefactoren, ingesteld door het Ministerie van LNV en VROM, werd hiertoe een meetprotocol ontwikkeld en vastgelegd in het document 'Meetprotocol voor geuremissies uit stallen' (Werkgroep Emissiefactoren, 1995). Dit meetprotocol is in het onderhavige onderzoek toegepast.

Bij het vaststellen van de geuremissiefactor van een systeem is niet alleen het gemeten emissieniveau van belang maar ook de bijbehorende nauwkeurigheid van het steekproefsgewijs geschatte niveau. Deze nauwkeurigheid is afhankelijk van de toegepaste meetstrategie in het meetprotocol. De nauwkeurigheid die het meetprotocol oplevert was onvoldoende bekend. Voor een goede inschatting hiervan is kennis vereist van de factoren die aan de basis liggen van de variatie in geuremissie van een stalsysteem in de praktijk. Het gaat hier om factoren als bijvoorbeeld stalklimaat, groei van de diermassa en verschillen in bedrijfsvoering waarvan niet bekend is hoe deze de meetnauwkeurigheid beïnvloeden. Een deel van het onderzoek is daarom besteed aan een beoordeling van de nauwkeurigheid die het gehanteerde meetprotocol opleverde.

### *1.3.3 Relatie geur- en ammoniakemissie*

In de Richtlijn 1996 zijn omrekeningsfactoren voor GroenLabelstallen opgenomen gebaseerd op de toenmalige beperkte kennis met betrekking tot de relatie tussen ammoniak- en geuremissie. Hierbij werd een deel van de bereikte reductie in ammoniakemissie ten opzichte van conventionele stalsystemen toegerekend als reductie in geuremissie. Het verbeteren van de kennis van de relatie tussen geur- en ammoniakemissie kan een waardevolle bijdrage leveren aan de toekomstige beoordeling van de geuremissie van stalsystemen aangezien veel meer bekend is over de ammoniakemissie van stalsystemen. In het onderzoek is aandacht besteed aan deze relatie door tijdens de geurmonstername-periodes eveneens ammoniakmetingen te verrichten.

## **1.4 Doelstellingen van het geuremissie-onderzoek**

Het onderzoek bevat de volgende twee hoofddoelstellingen:

1. Het meten van de geuremissie van een twintigtal stalsystemen met daarin opgenomen conventionele en emissie-arme stalsystemen van verschillende diercategorieën, op basis van de zogenoemde 'Prioritaire lijst' opgesteld door de Werkgroep Emissiefactoren van de Ministeries van LNV en VROM. Nevendoel daarbij is meer inzicht te verkrijgen in de relatie tussen de ammoniakemissie en de geuremissie van een stalsysteem.
2. Evaluatie van de nauwkeurigheid waarmee de geuremissie kan worden vastgesteld met het toegepaste meetprotocol.

Deze rapportage geeft een samenvattend overzicht van de resultaten en conclusies uit het geuremissie-onderzoek en is gebaseerd op een viertal deelrapporten waarin de verschillende onderdelen van het onderzoek in detail worden verslagen. In dit rapport worden eerst de toegepaste methodes voor metingen en dataverwerking toegelicht, waarna de onderzoeksresultaten volgen. De behandeling van de resultaten en bijbehorende discussie is ingedeeld volgens de twee hoofddoelstellingen van het onderzoek. Het rapport wordt afgesloten met algemene conclusies.

## 2 Materiaal en Methoden

### 2.1 Opzet van het onderzoek

Voor het vaststellen van de geuremissie van twintig stalsystemen werd voor elk systeem op een praktijkbedrijf of op proefaccommodaties van het Praktijkonderzoek onder praktijkomstandigheden metingen verricht. De metingen werden uitgevoerd volgens de methoden opgenomen in het 'Meetprotocol voor geuremissies uit stallen' (Werkgroep Emissiefactoren, 1995). De meetstrategie in dit protocol is afgeleid van de gangbare werkwijze voor het vaststellen van ammoniak-emissiefactoren voor stalsystemen zoals vastgelegd in de 'Beoordelingsrichtlijn Emissie-arme stalsystemen' (VROM en LNV, 1996b). In het geurmeet-protocol wordt per systeem de geuremissie van één bedrijf gemeten gedurende een voor dat systeem voorgeschreven meetperiode.

Om de nauwkeurigheid van het meetprotocol te kunnen beoordelen werd daarnaast voor twee stalsystemen van deze lijst een intensiever meetprogramma uitgevoerd waarbij voor elk systeem vier praktijkbedrijven werden bemeten. De opzet was gericht op het in kaart brengen van de variatiebronnen van geur en hun effect op de meetnauwkeurigheid. Uitgangspunt daarbij was dat een systeem met een naar verwachting sterk variabel geuremissiepatroon en een systeem met een naar verwachting stabiel emissiepatroon diende te worden vergeleken. Hierbij viel de keus op respectievelijk het conventionele stalstelsel voor vleesvarkens op gedeeltelijk rooster (UAV-code: D 3.2.1.1), en het conventionele huisvestingssysteem voor guste en dragende zeugen (UAV-code: D 1.3.9).

Het meetprogramma met 20 stalsystemen startte in 1996 en werd afgerond in maart 1999. De aanvullende metingen voor het nauwkeurigheidsonderzoek werden in 1996 uitgevoerd. Voor een deel konden de geuremissie-metingen gecombineerd worden met ammoniak-emissie metingen voor Groen Label.

### 2.2 Overzicht stalsystemen in het onderzoek

Op basis van de Prioritaire lijst van de Werkgroep Emissiefactoren werden stalsystemen uit de varkenshouderij, rundveehouderij en pluimveehouderij in het onderzoeksprogramma opgenomen. Tabel 2.1 geeft een overzicht van de bemeten stalsystemen ingedeeld naar productiesector, diercategorie en conventioneel/ammoniakemissie-arm. Bij de beschrijving is verkort aangegeven om welk emissie-arm systeem het gaat en waar nodig is het conventionele systeem eveneens nader beschreven. Voor elk van de systemen is de code opgenomen van de Uitvoeringsregeling ammoniak en veehouderij (UAV-code) *conform de bij het samenstellen van dit rapport meest recente wijziging gedateerd 26 juni 1999 (VROM en LNV, 1999). Bijlage 3 bevat een overzicht van de UAV-coderingen van juni 1999 en de versie december 2000 die bij het verschijnen van dit rapport het meest recent is.* De in Tabel 2.1 als emissie-arm aangemerkte systemen hebben niet in alle gevallen de Groen Label status maar hebben door toepassing van emissiebeperkende technieken wel een lagere ammoniakemissie dan conventionele systemen, zoals aangegeven in de UAV-lijst.

Tijdens de meetperiode dienden de stalsystemen te voldoen aan de landbouwkundige randvoorwaarden die zijn opgenomen in de Beoordelingsrichtlijn voor Groen Label metingen (VROM en LNV, 1996b). Op deze wijze werd een representatief bedrijfsmanagement voor het betreffende stalstelsel nagestreefd.

**Tabel 2.1** Overzicht van de gemeten stalsystemen onderscheiden naar productiesector, diercategorie en conventioneel/emissie-arm

Nr.	Productiesector	Diercategorie	Conv./Em.arm	Omschrijving	UAV-code 1999
1	<b>Varkenshouderij</b>	Vleesvarkens	Conventioneel	Gedeeltelijk rooster	D 3.2.1.1
2			Emissie-arm	IC-V-systeem	D 3.2.7.1
3			Emissie-arm	Koeldek 200%	D 3.2.6.1
4			Emissie-arm	Spoelgoten	D 3.2.13.2
5			Emissie-arm	Chemische wasser	D 3.2.9.1
6		Zeugen	Conventioneel	Standaard huisvesting	D 1.3.9
7			Emissie-arm	Groepshuisv.,voerstation	D 1.3.10
8		Biggenopfok	Conventioneel	Standaard huisvesting	D 1.1.13.1
9		Kraamzeugen	Conventioneel	Standaard huisvesting	D 1.2.14
10	<b>Rundveehouderij</b>	Vleesstieren	Conventioneel	Groepshuisvesting	A 5
11		Vleeskalveren	Conventioneel	Groepshuisvesting	A 4.1
12	<b>Pluimveehouderij</b>	Leghennen	Conventioneel	Batterij, trapkooi	E 2.1
13			Conventioneel	Grondhuisvesting	E 2.6
14			Convent.*	Volierehuisvesting	E 2.8
15			Emissie-arm	Mestband geforc.droging	E 2.5.2
16			Vleeskuikens	Conventioneel	Grondhuisvesting
17			Convent.*	VEA-stal	E 5.4
18			Emissie-arm	Strooiseldroging	E 5.2
19		Ouderd. Vleesk.	Emissie-arm	Volière mest en strooiseldr.	E 4.3
20		Eenden	Conventioneel	Binnenhuisvesting	G 2.1

\*\* Aanvankelijk in het programma opgenomen als potentieel ammoniakemissie-arme systemen (zie hoofdstuk 3.1.3)

## 2.3 Meetmethodes

### 2.3.1 Meetstrategie

Van elk stalsysteem werd op één stallocatie de geuremissie gemeten. Per locatie werd op 10 verschillende dagen de geuremissie gemeten. Hierbij werd de geurconcentratie en het volume van de uitgaande stallucht (ventilatie debiet) gemeten. De monsternamen voor het vaststellen van de geurconcentratie werden op elke monsterdag in duplo uitgevoerd. De emissiemeting vond plaats op een vast tijdstip, namelijk tussen 10 en 12 uur in de morgen. Dit vaste tijdstip was gekozen om variatie in geuremissie binnen de dag zoveel mogelijk buiten te sluiten. De metingen vonden plaats binnen vastgestelde meetperiodes die per diercategorie verschillen conform de beoordelingsrichtlijn (VROM en LNV, 1996b). Een overzicht van de uitgangspunten voor deze meetperiodes is voor elk van de diercategorieën opgenomen in Tabel 2.2. Door binnen deze periodes te meten kunnen de effecten van seizoensinvloeden op de geuremissie worden verminderd.

**Tabel 2.2** Meetperiodes per diercategorie voor het vaststellen van de geuremissie.

Diercategorie	Meetperiode
<b>Vleesvarkens</b>	2 opeenvolgende mestrondes, waarvan één ronde begint in het tweede kwartaal
<b>Guste/dragende zeugen</b>	2 periodes van een maand, waarvan één maand moet liggen tussen 1 juni en 1 september
<b>Biggenopfok</b>	2 opfokperiodes, waarvan één opfokperiode moet liggen tussen 1 juni en 1 september
<b>Kraamzeugen</b>	2 kraamperiodes, waarvan één periode moet liggen tussen 1 juni en 1 september
<b>Vleesstieren</b>	1 periode van 6 maanden, welke moet beginnen in de maand januari of de maand juli
<b>Vleeskalveren</b>	2 opeenvolgende mestrondes (voorlopig)
<b>Leghennen</b>	2 periodes van elk 2 maanden, waarvan één tussen 1 juni en 1 sept., en één tussen 1 okt. en 1 jan.
<b>Vleeskuikens</b>	2 mestperiodes, waarvan één tussen 1 juni en 1 sept., en één tussen 1 okt. en 1 jan.
<b>Ouderdieren vleesras</b>	2 periodes van elk 2 maanden, waarvan één tussen 1 juni en 1 sept., en één tussen 1 okt. en 1 jan.
<b>Eenden</b>	2 mestperiodes, waarvan één tussen 1 juni en 1 sept., en één tussen 1 okt. en 1 jan.

Zoals uit de tabel blijkt is in het merendeel van de systemen sprake van meetperiodes met twee opfokrondes/mestrondes/kraamperiodes. De 10 beschikbare monsterdagen werden hierover gelijk verdeeld (2x5). Binnen deze blokken werden de dagen zoveel mogelijk gespreid.

### *2.3.2 Meting geurconcentratie en ammoniakconcentratie*

Tijdens de monsternamming werd over een periode van 2 uur een representatief monster van de uitgaande stallucht in duplo genomen en in twee geurmonsterzakken van 60 liter (FEP-Teflon) opgeslagen. De bemonstering vond plaats via de zgn. longmethode. Hierbij wordt een lege monsterzak, die zich in een gesloten vat bevindt, via een slang verbonden met de bron. Door het vat vacuum te pompen wordt de zak direct gevuld met lucht uit de geurbron zonder een pomp te passeren. Door verwarming van de geurmonsterleiding werd condensvorming in de monsterzak vermeden.

De geurmonsters werden binnen 30 uur na monsternamming geanalyseerd door het geaccrediteerde geurlaboratorium van IMAG. De geuranalyses werden uitgevoerd conform de Nederlandse Voornorm 'Luchtkwaliteit-Sensorische geurmetingen met een olfactometer NVN 2820/A1 (1996)'. De geurconcentratie werd uitgedrukt in O.U.e /m<sup>3</sup> (European Odour Unit), waarmee wordt aangesloten op de in te voeren Europese CEN-norm.

De eenheid voor geurconcentratie is gebaseerd op het vaststellen van die verdunning van het luchtmonster waarbij de helft van een geurpanel de aangeboden verdunning nog net kan onderscheiden van geur-neutrale lucht (drempelwaarde). De hoeveelheid geurstof in een m<sup>3</sup> van deze verdunde lucht wordt per definitie gelijkgesteld aan 1 O.U.e. Indien een luchtmonster 1000 maal moet worden verdund om de drempelwaarde te bereiken, betekent dit dus dat het monster 1000 O.U.e /m<sup>3</sup> bevat.

Gedurende de geurmonsterperiode tussen 10.00 en 12.00 uur werd eveneens de ammoniakconcentratie gemeten. De hierbij toegepaste methode hing af van het gegeven of de geurmeting kon worden gecombineerd met een meting van de ammoniakemissie in het kader van Groen Label. In het geval van een gecombineerde meting werd gebruik gemaakt van de aanwezige NO<sub>x</sub>-monitor voor continue ammoniakmeting, en werd de concentratie gemeten conform de methode beschreven door Bleijenbergh en Ploegaert (1994). Indien geen monitor aanwezig was werd gebruik van een nat-chemische ammoniak meting. Hiertoe werd een bekende hoeveelheid van de bemonsterde lucht door twee in serie gekoppelde wasflessen met zuuroplossingen geleid, waarna de ingevangen ammoniak naderhand nat-chemisch in het laboratorium werd bepaald. Op basis van de hoeveelheid ammoniak en het doorgevoerde luchtvolume kon de ammoniakconcentratie in de bemonsterde stallucht berekend worden.

Bij de diercategorie vleesvarkens is een stalsysteem met een chemische luchtwasser onderzocht. In dit geval is de uitgaande stallucht afzonderlijk bemonsterd vóór het binnentreden van de wasser en ná het passeren van de wasser. De beide monsters werden tegelijkertijd tussen 10 en 12 uur in enkelvoud genomen.

### *2.3.3 Meting ventilatiedebiet en stalklimaatparameters*

Gedurende de geurbemonstering werd het ventilatiedebiet van de betreffende afdeling van de stal vastgelegd door registratie op een datalogger van de puls-frequentie van onder de uitlaatkokers aangebrachte meetventilatoren. De ventilatiedebieten (/m<sup>3</sup>uur) konden hieruit worden berekend met behulp van de ijklijnen die in het luchtlaboratorium van IMAG voor de betreffende

meetventilatoren waren vastgesteld. De temperatuur en de RV van de uitgaande lucht en de buitenlucht werden eveneens vastgelegd op een datalogger.

In het geval van de natuurlijk geventileerde stal voor vleesstieren was het niet mogelijk gebruik te maken van meetventilatoren. Het ventilatie-debiet werd hier bepaald volgens de tracergas-methode zoals beschreven door Scholtens & Huis in 't Veld (1998).

Bij de diercategorie vleesvarkens is een stalsysteem met een chemische luchtwasser onderzocht. In dit geval is het ventilatie-debiet niet gemeten omdat het doel hier was het geurreductie-rendement van de wasser vast te leggen.

## 2.4 Verwerking en analyse van data

### 2.4.1 Berekeningswijze geur- en ammoniakemissie

De geur- en ammoniakemissie is gelijk aan het produkt van de geur- en NH<sub>3</sub>-concentratie van de uitgaande lucht en het ventilatie-debiet.

$$\begin{aligned} GE &= Q_v \cdot C_g \\ AE &= Q_v \cdot C_{nh3} \end{aligned}$$

Met:	GE	=	Geuremissie,	O.U.e/(s.dierplaats <sup>1</sup> )
	AE	=	Ammoniakemissie,	g NH <sub>3</sub> /(s.dierplaats)
	Q <sub>v</sub>	=	Ventilatie-debiet,	m <sup>3</sup> /(s.dierplaats)
	C <sub>g</sub>	=	Geurconcentratie,	O.U.e/ m <sup>3</sup>
	C <sub>nh3</sub>	=	Ammoniakconcentr.	g NH <sub>3</sub> / m <sup>3</sup>

Voor elk stalsysteem is de emissie op deze wijze voor de 10 meetdagen afzonderlijk berekend. In deze berekening is voor de geurconcentratie het geometrisch gemiddelde van de beide duplo's gebruikt. Vervolgens is de geuremissie van het stalsysteem berekend als het geometrische gemiddelde van de emissies op de 10 meetdagen. Dit geometrische gemiddelde komt overeen met de geschatte mediaan-waarde van de emissies uit een stal. De mediaan is te interpreteren als die waarde waarbij 50% van de optredende emissies (tussen 10 en 12 uur) onder deze waarde ligt en 50% daarboven.

De berekening van geometrische gemiddeldes is gebaseerd op de volgende procedure: log-transformatie (ln) van de dagemissies, berekening van de gemiddelde ln-waarde hieruit en omrekening van dit gemiddelde naar de originele schaal m.b.v. de exponentiële functie (e<sup>x</sup>).

De reeks geuremissiewaarden die per stalsysteem zijn verkregen is op te vatten als een steekproef uit de verzameling emissies tussen 10 en 12 uur. De bijbehorende verdeling van deze verzameling is asymmetrisch van aard. De verdeling is immers aan één zijde begrensd door de waarde 0, omdat negatieve emissiewaarden niet voorkomen. Het asymmetrische karakter wordt eveneens veroorzaakt door onderliggende variatie- en foutenbronnen met een proportioneel effect op het emissieniveau. Hierdoor wordt de verdeling als het ware 'scheef' getrokken met uitschieters naar boven. In tegenstelling tot een standaard-normale verdeling komen in dit type verdeling het gemiddelde (de verwachtingswaarde) en de mediaan niet met elkaar overeen, maar heeft het

<sup>1</sup> In het rapport wordt 'dierplaats' afgekort als dp



gemiddelde een hogere waarde dan de mediaan. De ervaring leert dat in het algemeen dit type verdelingen normaal kunnen worden gemaakt door een log-transformatie toe te passen. Het gemiddelde van de getransformeerde waarden komt op originele schaal overeen met de mediaan waarde van de asymmetrische verdeling. Door te normaliseren kunnen statistische standaardprocedures worden toegepast.

Voor de dataset met de geurconcentraties van het varkensbedrijf met de chemische luchtwasser, werd de procentuele geurreductie berekend per meting en gemiddeld over de metingen.

#### *2.4.2 Analyse van de nauwkeurigheid van het toegepaste meetprotocol*

De analyse was gericht op het kwantificeren van variatiebronnen die ten grondslag liggen aan de spreiding rond de mediaan-waarde van de geuremissie van een stalsysteem, en daarmee de steekproef-nauwkeurigheid beïnvloeden. Met deze inschatting is het mogelijk de nauwkeurigheid van de steekproefmethode die in het meetprotocol is vastgelegd te beoordelen. De groottes van deze variatiebronnen kunnen per stalsysteem verschillen, waardoor één en hetzelfde meetprotocol kan leiden tot mediaan-schattingen met sterk verschillende nauwkeurigheden. In het meetprogramma zijn voor twee stalsystemen (conventionele zeugenstal en vleesvarkenstal) op vier bedrijven metingen volgens het protocol verricht om de variatiebronnen in kaart te brengen.

Met behulp van een statistisch model (gemengd model met variantie-componenten en covariabelen) werd per stalsysteem een schatting gemaakt van het effect van de volgende variatiebronnen op de geuremissie:

- variatie tussen bedrijven met hetzelfde stalsysteem (tussen-stalvariatie)
- variatie tussen meetdagen binnen een bedrijf (binnen-stalvariatie)
- variatie tussen duplo-metingen op één meetdag (duplo-fout)
- effect van ventilatiedebiet op geuremissie
- effect van ammoniakemissie op geuremissie

De analyse werd op de log-getransformeerde emissiewaarden uitgevoerd. Om wille van de interpreteerbaarheid werden de resultaten omgewerkt naar de originele schaal. Het effect van de eerste drie variatiebronnen is daarbij uitgedrukt in de vorm van variatiecoëfficiënten (procentuele standaarddeviatie) omdat het hier om proportionele effecten gaat.

De modeluitkomsten leverden eveneens informatie over de nauwkeurigheid waarmee het geuremissieniveau van beide stalsystemen konden worden geschat. De geschatte nauwkeurigheid van andere meetstrategieën kunnen uit de modeluitkomsten worden afgeleid.

### 3 Resultaten en Discussie

#### 3.1 Geuremissie stalsystemen

##### 3.1.1 Geuremissie uit stalsystemen in de varkenshouderij

In Tabel 3.1 zijn de emissiewaarden opgenomen van de bemeten conventionele en emissie-arme systemen, met daarin het geometrisch gemiddelde (mediaan) van de geuremissie per systeem, en als maat voor de spreiding de minimum en maximum waarden en de variatiecoëfficiënt behorende bij de meetdagen. De nummering correspondeert met die in Tabel 2.1

**Tabel 3.1** Overzicht van de geuremissie van stalsystemen in de varkenshouderij met het geometrisch gemiddelde, de minimum en maximum geuremissie uitgedrukt in O.U.e/(s.dierplaats) en de variatiecoëfficiënt VC (%) behorende bij de variatie tussen meetdagen.

Nr	Dier-categorie	Conventioneel /Emissie-arm	Omschrijving	Geom.Gem. Geuremissie	Min.- Max	VC %
1	<b>Vleesvarkens</b>	Conventioneel	Gedeeltelijk rooster	22,4*	7 – 85	57**
2		Emissie-arm	IC-V-systeem	9,6	7 – 15	25
3		Emissie-arm	Koeldek 200%	10,8	6 – 18	36
4		Emissie-arm	Spoelgoten	10,9	5 – 23	49
5		Emissie-arm	Chemische wasser	29% reductie	3 - 50%	57
6	<b>Zeugen</b>	Conventioneel	Standaard huisvesting	19,0*	8 – 37	47**
7		Emissie-arm	Groepshuisv., Voerstation	6,8	3 – 19	69
8	<b>Biggenopfok***</b>	Conventioneel	Standaard huisvesting	16,3	8 – 35	53
9	<b>Kraamzeugen</b>	Conventioneel	Standaard huisvesting	17,8	7 – 35	47

\* Gebaseerd op geometrisch gemiddelde van 4 locaties (zie hoofdstuk 2.1)

\*\* Afzonderlijk berekend per locatie en daarna gemiddeld over de 4 locaties

\*\*\* Gebaseerd op één stal, na afloop van het onderzoek zijn aanvullend 2 stallen met biggen gemeten, zie toelichting in de tekst en Bijlage 2

De metingen voor de conventionele systemen geven een beeld waarin de emissies per dierplaats van de vier diercategorieën dicht bij elkaar liggen, variërend van 16,3 O.U.e/(s.dp) voor biggen in opfok tot 22,4 O.U.e/(s.dp) voor

vleesvarkens. Factoren die een rol spelen bij de omvang van geuremissie zijn diersmassa en daarmee samenhangend de voeropname, de mestproductie, het ventilatieniveau, en de grootte van de geur-emitterende oppervlaktes. Gelet op deze factoren ligt het niet buiten de lijn der verwachting dat de categorieën vleesvarkens, gaste/dragende zeugen en kraamzeugen geuremissie-niveaus laten zien die redelijk met elkaar overeenkomen. Minder voor de hand liggend is dat de geuremissie uit de biggenopfok-stal hier maar licht van afwijkt. Het veel lagere gemiddelde diergewicht van gespeende biggen in de opfok heeft blijkbaar een gering effect. Mogelijk dat hier voor biggenopfok typische factoren als eiwitrijk voer en een relatief hoge staltemperatuur, maar ook verteringsstoornissen bij de rantsoenomschakeling, een rol spelen. De ervaring, gebaseerd op het meten van ammoniakemissie in biggenopfok-stallen, leert dat biggenafdelingen relatief sterk kunnen variëren in ammoniakemissie. In dit licht bezien is niet voldoende duidelijk of het huidige op één locatie gebaseerde geuremissie-cijfer een representatief beeld geeft van de geuremissie uit biggenopfoksystemen. Op basis van deze overwegingen is na afloop van het onderzoek besloten aanvullende metingen uit te voeren aan twee biggenopfokstallen, de resultaten hiervan zijn in Bijlage 2 opgenomen.

De geuremissies van de emissie-arme systemen lagen alle onder die van de bijbehorende conventionele systemen. Drie Groen Label-systemen voor vleesvarkens (IC-V, spoelgoten, koeldek) lagen meer dan de helft lager dan het conventionele stalsysteem. De metingen steunen de hypothese dat beperking van het emitterend oppervlak (IC-V, spoelgoten) en koeling van de toplaag van de mest in het mestkanaal niet alleen de ammoniakemissie terugbrengt maar tevens de geuremissie.

Een kanttekening dient gemaakt te worden bij de geuremissie uit het stalsysteem met spoelgoten. Inherent aan dit systeem is dat de goten dagelijks worden gespoeld. Op de gemeten locatie vond dit 's nachts plaats, hetgeen betekent dat de effecten van spoelen op de geuremissie niet in de meetcijfers zijn verwerkt aangezien deze betrekking hadden op de gestandaardiseerde monsterperiode tussen 10 en 12 uur in de morgen. Om inzicht te krijgen in de effecten van spoelen zijn tijdens twee nachten indicatieve metingen verricht gedurende twee elkaar opeenvolgende periodes van 2 uur. De eerste periode hiervan diende als referentie voor de tweede periode waarin het enige minuten durende spoelproces was opgenomen. Bij beide meetdagen gaf de spoelperiode een fors hogere geuremissie te zien. Ten opzichte van de referentieperiode was de gemiddelde geurconcentratie tijdens de 2 uur waarin het spoelen plaats vond 5 tot 6 maal hoger. Gerekend met een spoelduur van 10 minuten betekent dit dat tijdens het spoelen zelf de geuremissie kortstondig met een factor 55 tot 60 moet zijn toegenomen ten opzichte van de voorafgaande emissie.

De via de chemische wasser bereikte geurreductie van 29% wijkt sterk af van het reductieniveau van 70% en hoger dat gewoonlijk voor ammoniakemissie kan worden bereikt. De zure wasser is ingericht op het afvangen van gassen die in oplossing basisch reageren zoals ammoniak. De beperkte geurreductie toont aan dat het geurprofiel van stallucht uit de vleesvarkenafdelingen tal van niet-basische componenten bevat. Chemisch-analytisch onderzoek aan het geurprofiel van varkensstallucht heeft aangetoond dat een aantal vluchtige vetzuren en sulfide-achtige verbindingen hier een belangrijke rol spelen (Hobbs, Misselbrook en Pain, 1995 en 1998). Waters gebaseerd op biologische verwijdering van de geurcomponenten beperken zich niet tot de verwijdering van enkel de basische componenten en bieden in dat opzicht meer mogelijkheden voor geurreductie.

Het rendement van zure wassers is afhankelijk van de samenstelling van het geurprofiel. Dit betekent dat de huidige reductie-cijfers met terughoudendheid moeten worden geïnterpreteerd waar het de mogelijke toepassing in andere diercategorieën betreft met andere geurprofielen.

In de diercategorie guste/dragende zeugen laat het onderzochte groepshuisvesting-systeem een bijna factor drie lagere geuremissie zien dan conventionele huisvesting in individuele boxen. In het betreffende groepshuisvesting-systeem kan door een strikt functionele scheiding tussen het ingestrooide liggedeelte en het mestgedeelte op roosters, het mestgedrag zodanig worden gestuurd dat het emitterende mestoppervlak aanzienlijk kan worden teruggebracht. Evenals voor vleesvarkenssystemen ondersteunt ook deze meting de stelling dat een beperking in het emitterend mestoppervlak de geuremissie beduidend kan terugbrengen.

De gemeten geuremissiecijfers laten verhoudingen tussen stalsystemen zien die kunnen worden vergeleken met de verhoudingen die worden gehanteerd in de tabel met omrekeningsfactoren in de huidige richtlijn (VROM en LNV, 1996a). In Tabel 3.2 zijn de huidige omrekeningsfactoren en omrekeningsfactoren afgeleid van de geuremissie-metingen opgenomen. De gemeten geuremissie van het conventionele vleesvarkensstelsel is hier als basis genomen, en conform de systematiek in de omrekeningstabel is voor elk systeem het aantal dierplaatsen weergegeven die een emissie hebben gelijk aan dat van een conventionele vleesvarkenplaats.

**Tabel 3.2** Tabel met omrekeningsfactoren voor stalsystemen in de varkenshouderij volgens de Richtlijn 1996 en volgens de geuremissiemetingen

Nr	Diercategorie	Conventioneel /Emissie-arm	Omschrijving	Aantal dierpl. per m.v.e Richtlijn 1996	Aantal dierpl. volgens meetprogr.*
1	<b>Vleesvarkens</b>	Conventioneel	Gedeeltelijk rooster	1,0	1,0
2		Emissie-arm	IC-V-systeem	1,4	2,3
3		Emissie-arm	Koeldek 200%	1,4	2,1
4		Emissie-arm	Spoelgoten	1,4	2,1
5		Emissie-arm	Chemische wasser	1,4	1,4
6	<b>Zeugen</b>	Conventioneel	Standaard huisvesting	3,0	1,2
7		Emissie-arm	Groepshuisv.,voerstat.	4,2	3,3
8	<b>Biggenopfok</b>	Conventioneel	Standaard huisvesting	11	1,4
9	<b>Kraamzeugen</b>	Conventioneel	Standaard huisvesting	1,5	1,3

\* aantal is berekend ter vergelijking en heeft geen beleidsmatige status

Het algemene beeld uit deze tabel is dat van een redelijke mate van overeenstemming gekenmerkt door beperkte verschuivingen tussen de stalsystemen. Duidelijke uitzonderingen op dit beeld vormen de conventionele huisvestingssystemen voor guste/dragende zeugen en biggenopfok.

### 3.1.2 Geuremissie uit stalsystemen in de rundveehouderij

In Tabel 3.3 staan de resultaten vermeld van de in het meetprogramma opgenomen stalsystemen in de rundveehouderij. De opgenomen nummering correspondeert met die in Tabel 2.1.

**Tabel 3.3** Overzicht van de geuremissie van stalsystemen in de rundveehouderij met het geometrisch gemiddelde, de minimum en maximum geuremissie uitgedrukt in O.U.e/(s.dp), en de variatiecoëfficiënt VC (%) behorende bij de variatie tussen meetdagen.

Nr	Diercategorie	Conventioneel /Emissie-arm	Omschrijving	Geom.Gem. Geuremissie	Min.- Max	VC %
10	<b>Vleesstieren</b>	Conventioneel	Groepshuisvesting	25,6	17 - 61	22
11	<b>Vleeskalveren</b> (witvleesprod.)	Conventioneel	Groepshuisvesting	37,7	21 - 97	46

De geuremissie van de vleesstieren (250-600 kg) werd gemeten in een stal met volledig onderkelderde roostervloeren en natuurlijke ventilatie. Het niveau ligt licht boven de voor vleesvarkens gemeten emissie. De onderzochte vleeskalverenstal met mechanische ventilatie en dieren in de gewichtsrang 45-200 kg vertoonde een nog wat hogere emissie. Een belangrijk deel van dit verschil is ongetwijfeld toe te schrijven aan de sterk uiteenlopende rantsoenen. De vleesstieren werden gevoerd met een rantsoen van mais aangevuld met krachtvoer. De vleeskalveren kregen het gangbare volledige melkrantsoen. Als gevolg hiervan zullen de fermentatie-patronen in het verteringsstelsel van beide groepen dieren uiteenlopen en zal de mestsamenvatting met daarin aanwezige en te vormen geurcomponenten sterk verschillen.

In Tabel 3.4 staan de geuremissie-verhoudingen van beide stalsystemen uitgedrukt volgens de systematiek in de huidige Richtlijn en volgens de waarden van het meetprogramma.

Als basis is hier, evenals voor de stalsystemen in de varkenshouderij, genomen de gemeten geuremissie uit het conventionele systeem voor vleesvarkens. De inschatting van de Richtlijn voor vleesstieren komt goed overeen met de gemeten waarden. De waarde voor de vleeskalveren geeft een aanzienlijke verschuiving te zien als gevolg van de hogere geuremissie van dit systeem t.o.v. vleesvarkens.

**Tabel 3.4** Tabel met omrekeningsfactoren voor twee stalsystemen in de rundveehouderij volgens de Richtlijn 1996 en volgens de geuremissiemetingen

Nr	Diercategorie	Conventioneel /Emissie-arm	Omschrijving	Aantal dierpl. per m.v.e Richtlijn 1996	Aantal dierpl. volgens meetprogr.*
10	<b>Vleesstieren</b>	Conventioneel	Groepshuisvesting	1,0	0,9
11	<b>Vleeskalveren</b> (witvleesprod.)	Conventioneel	Groepshuisvesting	1,0	0,6

\* aantal is berekend ter vergelijking en heeft geen beleidsmatige status

### 3.1.3 Geuremissie uit stalsystemen in de pluimveehouderij

In Tabel 3.5 staan de resultaten vermeld van de in het meetprogramma opgenomen stalsystemen in de pluimveehouderij. De opgenomen nummering correspondeert met die in Tabel 2.1. Voor de diercategorieën leghennen en vleeskuikens zijn meerdere conventionele en emissie-arme stallen doorgemeten, daarnaast was een emissie-arm systeem voor vleeskuiken-ouderdieren en een conventionele eendenstal met het twee-leeftijden systeem in het programma opgenomen. In beide hoofdcategorieën leghennen en vleeskuikens was een stalsysteem (respectievelijk nr. 14 en nr. 17 in Tabel 3.5) opgenomen waarvan de verwachting bestond dat deze een lage ammoniakemissie had, maar waarvan de ammoniakemissiefactor nog niet vastgesteld was. Gegeven dit perspectief werden zij in het geurmeetprogramma opgenomen. In beide gevallen werden de geurmetingen gecombineerd met reguliere ammoniakemissie-metingen ter vaststelling van de (ammoniak)emissiefactor. Tijdens de ammoniakmetingen bleek voor nr.14 dat het systeem, gebaseerd op strooiseldroging in de stal, niet functioneerde als gevolg van operationele problemen. Hierdoor kon de ammoniakemissie niet worden teruggedrongen. Omdat wel werd voldaan aan het normale management voor een volièrestal worden de geurmetingen voor dit systeem als representatief beschouwd voor een conventionele volièrestal. In geval van nr.17 bleek de reductie van de ammoniakemissie niet beneden die van conventionele stallen te liggen. Ook dit stalsysteem voldeed verder aan de management-eisen voor conventionele strooiselstallen voor vleeskuikens en is hier verder als een conventioneel systeem beschouwd.

In de leghennen-categorie werd de hoogste geuremissie vastgesteld in het trapkooi-systeem. Het emissieniveau lag een factor 2 hoger vergeleken met de andere drie systemen. Op zich is dit niet verwonderlijk gezien de langdurige opslag van (relatief) natte mest onder de kooien, waarmee het systeem zich onderscheidt van de andere waarin sprake is van droge mest. Dit systeem was ook het minst stabiel in geuremissie met een variatiecoëfficiënt van 81%. Opmerkelijk is dat de overige drie systemen zich op een min of meer gelijk niveau binnen een beperkte bandbreedte bevinden. De geuremissie van het batterijsysteem met mestbanddroging en regelmatige verwijdering van de mest uit de stal (nr.15) lag zelfs iets hoger dan die uit de grondhuisvestingsstal met permanent strooisel (nr.13). De verschillen zijn in verhouding tot de meetnauwkeurigheid (zie

**Tabel 3.5** Overzicht van de geuremissie van stalsystemen in de pluimveehouderij met het geometrisch gemiddelde, de minimum en maximum geuremissie uitgedrukt in O.U.e/(s.dp), en de variatiecoëfficiënt VC (%) behorende bij de variatie tussen meetdagen.

Nr	Dier-categorie	Conventioneel /Emissie-arm	Omschrijving	Geom. Gem. Geuremissie.	Min.-Max	VC %
12	<b>Leghennen</b>	Conventioneel	Batterij, trapkooi	0,69	0,17 – 1,32	81
13		Conventioneel	Grondhuisvesting	0,26	0,08 – 0,52	54
14		Convent.*	Volierehuisvesting	0,31	0,15 – 0,77	67
15		Emissie-arm	Mestband geforc.droging	0,35	0,20 – 0,76	39
16		<b>Vleeskuikens</b>	Conventioneel	Grondhuisvesting	0,17	0,06 – 0,36
17	Convent.*		VEA-stal	0,19	0,07 – 0,41	66
18	Emissie-arm		Strooiseldroging	0,16	0,08 – 0,32	42
19	<b>Ouderdieren</b>	Emissie-arm	Volière mest en	0,53	0,21 – 1,02	51
	<b>Vleeskuikens</b>		strooiseldr.			
20	<b>Eenden</b>	Conventioneel	Binnenhuisvesting	0,49	0,18 - 0,99	54

\*oorspronkelijk in het programma opgenomen als emissie-arm (zie toelichting tekst)

paragraaf 3.2.4) zodanig gering dat systematische verschillen tussen deze drie systemen niet aantoonbaar zijn. In afwijking van het beeld bij de stalsystemen in de diercategorie varkens vertoont het ammoniak-arme systeem dus geen duidelijk lagere geuremissie. Opmerkelijk is verder dat de grondhuisvestingsstal met een t.o.v. de andere huisvestingsystemen voor leghennen fors hogere ammoniakemissiefactor qua geuremissie zeer dicht bij de volièresstal en stal met mestbandbeluchting zit.

Bij de vleeskuikens zien we eveneens dat het emissie-arme systeem, gebaseerd op strooiseldroging, geen wezenlijk lagere geuremissie kent dan de twee andere conventionele systemen. Wat wel opvalt is dat zowel voor de leghennen als de vleeskuikens het emissie-arme systeem het meest stabiel in geuremissie is. De emissieniveaus van de vleeskuikensystemen liggen dicht bij elkaar, variërend van 0,16 tot 0,19 O.U.e/(s.dp). Het niveau ligt daarmee wat lager dan voor het gelijksoortige grondhuisvestingsstelsel voor leghennen. De gemiddeld grotere diersmassa van de leghennen speelt hier mogelijk een rol, evenals de aanwezigheid van een beun met mestophoping onder de roosters.

Het volièresstelsel voor de ouderdieren van vleeskuikens laat met 0,53 O.U.e(s.dp) een beduidend hogere geuremissie zien dan het volièresstelsel voor leghennen (0,31). Ook hier speelt het verschil in gemiddeld gewicht tussen leghennen (1,7 – 2,2 kg) en vleeskuiken-ouderdieren (4 – 6 kg) waarschijnlijk een belangrijke rol.

Het geuremissieniveau van de eenden ligt met 0,49 O.U.e/(s.dp) duidelijk hoger dan voor de drie andere pluimveesystemen met groeiende dieren in de vleeskuikenscategorie. Het gemiddeld hogere gewicht van deze dieren (eindgewicht 3 - 3,5 kg t.o.v. 1,7 - 2,2 kg bij vleeskuikens) en het hogere vochtgehalte van het stromateriaal op de stalvloer bij eenden zullen hier van invloed zijn geweest.

In Tabel 3.6 worden de omrekeningsfactoren volgens de Richtlijn 1996 en volgens de huidige metingen weergegeven, waarbij de m.v.e. is gebaseerd op het conventionele vleesvarkensysteem (22,4 O.U.e/(s.dp)). Zowel bij de leghennen als de vleeskuikens bevatten de conventionele systemen volgens de huidige meetcijfers meer dierplaatsen per m.v.e. dan volgens de Richtlijn. Het meest saillante verschil treedt op voor het stalsysteem met eenden, waar de huidige meetcijfers een veel lagere geuremissie te zien geven dan de inschatting waarop de Richtlijn 1996 is gebaseerd.

**Tabel 3.6** Tabel met omrekeningsfactoren voor stalsystemen in de pluimveehouderij volgens de Richtlijn 1996 en volgens de geuremissiemetingen

Nr	Diercategorie	Conventioneel /Emissie-arm	Omschrijving	Aantal dierpl. per m.v.e Richtlijn 1996	Aantal dierpl. volgens meetprogr. *
12	<b>Leghennen</b>	Conventioneel	Batterij, trapkooi	15	32
13		Conventioneel	Grondhuisvesting	45	86
14		Convent.*	Volierehuisvesting	-	72
15		Emissie-arm	Mestband geforc.droging	60	64
16	<b>Vleeskuikens</b>	Conventioneel	Grondhuisvesting	100	132
17		Convent.*	VEA- stal/grondhuisv.	100	118
18		Emissie-arm	Strooiseldroging	200	140
19	<b>Ouderdieren</b>	Emissie-arm	Volière mest en strooiseldr.	60	42
20	<b>Eenden</b>	Conventioneel	Binnenhuisvesting	7	46

\* aantal is berekend ter vergelijking en heeft geen beleidsmatige status

#### 3.1.4 Samenhang tussen de geur- en ammoniakemissie

Tijdens de periodes voor het nemen van geurmonsters tussen 10 en 12 uur in de morgen is eveneens gelijktijdig de ammoniakconcentratie van de geventileerde



stallucht vastgesteld. Op deze wijze kon inzicht worden verkregen in de samenhang tussen beide vormen van emissie. In Tabel 3.7 wordt per stalsysteem een tweetal correlaties vermeld die betrekking hebben op de samenhang tussen factoren die binnen een gegeven stallocatie de geur- en ammoniakemissie beïnvloeden. De correlaties tussen de geurconcentratie en de ammoniakconcentratie bewegen zich van in enkele gevallen licht negatief tot sterk positief. Alleen in het geval van positieve correlatie zijn een zestal systemen statistisch significant. Dit betekent dat in zes van de twintig systemen sprake is van een aantoonbaar positief verband tussen beide concentraties.

**Tabel 3.7** Correlaties per stalsysteem tussen de geur- en ammoniakconcentratie (GC-NH3C), en de geur- en ammoniakemissie (GE-NH3E); correlaties met \* zijn significant ( $p < 0,05$ ) afwijkend van 0.

Nr.	Diercategorie	Omschrijving	Correlaties	
			GC-NH3C	GE-NH3E
1	<b>Vleesvarkens</b>	Gedeeltelijk rooster <sup>1</sup>	-0,06	0,46*
2		IC-V-systeem	0,33	0,22
3		Koeldek 200%	0,60*	0,63*
4		Spoelgoten	0,56	0,19
5		Chemische wasser	-	-
6	<b>Zeugen</b>	Standaard huisvesting <sup>1</sup>	0,49*	0,53*
7		Groepshuisv.,voerstation	0,37	0,78*
8	<b>Biggenopfok</b>	Standaard huisvesting	-0,23	0,79*
9	<b>Kraamzeugen</b>	Standaard huisvesting	0,15	0,71*
10	<b>Vleesstieren</b>	Groepshuisvesting	0,90*	0,56
11	<b>Vleeskalveren</b>	Groepshuisvesting	0,51	0,48
12	<b>Leghennen</b>	Batterij, trapkooi	0,72*	0,70*
13		Grondhuisvesting	0,68*	0,65*
14		Volierehuisvesting	0,72*	-0,02
15		Mestband geforc.droging	-0,28	0,30
16	<b>Vleeskuikens</b>	Grondhuisvesting	-0,19	0,61*
17		VEA-stal	-0,16	0,93*
18		Strooiseldroging	0,10	0,36
19	<b>Ouderd.</b>	Volière mest en	0,51	0,43
	<b>Vleesk.</b>	strooiseldr.		
20	<b>Eenden</b>	Binnenhuisvesting	-0,19	0,54

1) correlaties gepoold over de 4 stallocaties

Het algemene beeld is dat beide concentraties positief gecorreleerd zijn, maar ook dat samenhang bij sommige systemen volledig kan ontbreken. Uit de cijfers valt geen éénduidige lijn op te maken wanneer dit laatste het geval is.

De beide vormen van emissies waren, op één uitzondering na, alle positief gecorreleerd, waarbij in de helft van de gevallen sprake was van een significant positieve correlatie. Het algemene beeld is hier dat van een beperkt tot sterk positieve samenhang tussen beide emissies. Omdat hetzelfde ventilatiedebiet onderdeel vormt van de berekening van beide emissies en sterk kan variëren, vergeleken met de samenhang tussen de concentraties, een sterkere positieve samenhang tussen beide emissies voor de hand. Doordat in incidentele gevallen debieten en concentraties echter sterk negatief gecorreleerd zijn kunnen correlaties tussen beide emissies ook veel lager uitvallen, zoals de tabel illustreert in het geval van volièrehuisvesting voor leghennen.

Gemeenschappelijke factoren zoals luchtsnelheid over emitterende oppervlaktes, grootte van emitterende oppervlaktes, temperatuur en rantsoen zullen ongetwijfeld bijdragen aan de positieve samenhang tussen geur- en ammoniakemissie. De aard en het effect van deze gemeenschappelijke factoren zullen uiteraard per systeem variëren, maar kunnen niet afgeleid worden van de hier vermelde correlaties. De interpretatie van deze vorm van correlaties binnen stallocaties dient verder met de nodige terughoudendheid te worden uitgevoerd waar het gaat om doorvertaling naar systeemniveau. De gemeenschappelijke factoren die ten grondslag liggen aan de genoemde positieve samenhang binnen een stallocatie enerzijds, en de factoren die stalsystemen doen verschillen in geur- en ammoniakemissie anderzijds, zullen lang niet altijd met elkaar overeenkomen. Zo is het voorstelbaar dat ventilatiedebiet in veel gevallen bijdraagt aan de positieve samenhang binnen een stalsysteem. In het algemeen echter onderscheiden ammoniakemissie-arme systemen zich niet door een structureel lager ventilatiedebiet, en valt op basis hiervan geen effect op de geuremissie te verwachten. Niettemin kan de geconstateerde samenhang op stalniveau een goed uitgangspunt vormen voor een gerichte ontwikkeling van stalsystemen met lage geuremissie. Noodzakelijk hierbij is dat de aard van de gemeenschappelijke factoren in de onderliggende emitterende processen duidelijk in beeld worden gebracht.

### **3.2 Nauwkeurigheid van het toegepaste meetprotocol**

Door herhaalde toepassing van het meetprotocol op vier verschillende bedrijfslocaties kon voor twee stalsystemen een analyse uitgevoerd worden van de fouten- en variatiebronnen die de nauwkeurigheid van het toegepaste meetprotocol beïnvloeden. Op basis van de uitkomsten van deze analyse kunnen meetstrategieën voor de betreffende systemen worden beoordeeld op de nauwkeurigheid waarmee de mediaan kan worden vastgesteld.

#### *3.2.1 Grootte van de variatiebronnen*

In Tabel 3.8 worden de geschatte groottes van de onderscheiden variatiebronnen voor beide stalsystemen weergegeven. De aard van deze bronnen en de factoren die de omvang beïnvloeden kunnen als volgt worden omschreven:

- tussen-stalvariatie: het gaat hier om factoren die systematische verschillen tussen de gemiddelde gemiddelde geuremissie-niveaus van stallen binnen hetzelfde systeem opleveren. Te denken valt aan verschillen in stalinrichting/uitvoering die binnen een systeem kunnen voorkomen, en

verschillen in bedrijfsmanagement met name in relatie tot voer- en ventilatieregim.

- **binnen-stalvariatie:** factoren die, gegeven een gemiddeld emissie-niveau van een stal, variatie van de één op de andere dag rond dit niveau veroorzaken. Hieraan ten grondslag liggen factoren als variatie in voeropname, mestuitscheiding en ventilatieniveau als gevolg van variatie in diermassa bij b.v. een koppel vleesvarkens of vleeskuikens. Seizoensfactoren die het stalklimaat en het ventilatieniveau beïnvloeden hebben eveneens effect op de geuremissie van de één op de andere dag.
- **duplo-variatie:** factoren die verschillen veroorzaken tussen duplo-monsters. Het betreft hier hoofdzakelijk factoren die de meetnauwkeurigheid van het geurlab binnen een meetdag beïnvloeden, zoals variatie in gevoeligheid over de dag van de individuele panelleden. Van een andere categorie zijn mogelijke verschillen als gevolg van variatie in de gevoeligheid van geurpanelen door wisselende personele samenstelling van dag tot dag. Dit soort variatie is hoofdzakelijk verstrengeld met de binnenstal-variatie en maakt bij de geschatte waarden deel uit van deze post .

**Tabel 3.8** Overzicht van de geschatte variatiecoëfficiënten (%) behorende bij de drie onderscheiden variatiebronnen voor de beide onderzochte stalsystemen

Variatiebron	Stalsysteem	
	Guste/dragende zeugen*	Vleesvarkens op gedeeltelijk rooster*
tussen-stalvariatie	2	22
binnen-stalvariatie	19	34
duplo-fout (lab-fout)	23	14

\* geschat uit model waarin eveneens staldebiet als verklarende variabele is opgenomen

Bij de interpretatie van de cijfers in Tabel 3.8 dient men zich te realiseren dat het hier om schattingen gaat met een beperkte nauwkeurigheid die niet meer dan een vergelijking van de onderlinge orde van grootte toelaat. Uit een oogpunt van kosten was het niet mogelijk meer dan vier verschillende stalllocaties per systeem op te nemen waardoor met name de schatting van de tussen-stalvariatie een sterk benaderend karakter heeft.

Uit de cijfers komt een fors verschil naar voren tussen beide systemen waar het gaat om de tussen-stalvariatie (2 versus 22%). Stalrichtings- en managementeffecten spelen klaarblijkelijk een veel prominenter rol binnen het conventionele systeem voor vleesvarkens dan bij zeugen, en veroorzaken hierdoor relatief veel sterkere verschillen tussen individuele bedrijven.

Bij de binnen-stalvariatie treedt eveneens een sterkere variatie voor het vleesvarkensysteem aan de dag. Dit valt deels te verklaren uit de variatie als gevolg van de toename in diermassa gedurende een mestrunde van vleesvarkens, versus de relatief constante hoeveelheid diermassa in een stal met

volwassen zeugen. De variatie tussen duplo's bevindt zich op een niveau van circa 20% en valt daarmee ruim binnen de toegelaten herhaalbaarheidsgrens die in NVN2820 aan geurmetingen wordt gesteld.

### 3.2.2 Meetstrategie en samenhang met nauwkeurigheid

De cijfers uit Tabel 3.8 krijgen betekenis als men de samenhang beschouwt met de nauwkeurigheid van het geschatte emissie-niveau (mediaan) van de stalsystemen in de toegepaste meetstrategie. Uitgangspunt bij deze beschouwing is dat het hier gaat om meetstrategieën met een vaste structuur waarbij men steeksproefgewijs een aantal stallocaties ( $k$ ) selecteert en binnen deze locaties een vast stramien volgt qua aantal meetdagen ( $l$ ) en aantal metingen ( $m$ ) binnen een dag. Het aantal herhalingen op tussenstal-niveau bedraagt  $k$ , op binnenstal-niveau  $k \times l$ , en op duplo-niveau  $k \times l \times m$ . Het totaal aantal metingen bedraagt dan  $k \times l \times m$ , waarbij men moet kiezen hoeveel metingen men wil uitvoeren en hoe men deze over  $k$ ,  $l$  en  $m$  verdeelt. In het standaard in dit project toegepaste meetprotocol bedraagt  $k=1$ ,  $l=10$  en  $m=2$ , in totaal 20 metingen.

De nauwkeurigheid nu van het geschatte geuremissie-niveau hangt af van de grootte en onderlinge verhouding van de variatiebronnen en de gekozen waarden voor  $k$ ,  $l$  en  $m$ . Deze nauwkeurigheid is af te leiden van de som van de nauwkeurigheden die op de onderscheiden variatieniveaus kunnen worden bereikt. Herhalingen zijn het meest effectief op het niveau waar zich de meeste variatie bevindt. Juist op dit niveau is het aantal herhalingen cruciaal. Een dominante rol wordt hierbij gespeeld door parameter  $k$  (aantal locaties), deze beïnvloedt het aantal herhalingen op elk van de drie onderscheiden niveaus ( $k$ ,  $k \times l$ , en  $k \times l \times m$ ). Bovendien is dit de parameter die als enige effect heeft op de tussen-stalvariatie.

In het algemeen zal men bij de keuze van de meetstrategie een afweging maken tussen de te bereiken nauwkeurigheid en de kosten die daarvoor gemaakt moeten worden. Vanuit dit perspectief zal men parameter  $k$  ten opzichte van de parameters  $l$  en  $m$  het liefst zo klein mogelijk houden, omdat het installeren van meetapparatuur op een locatie een relatief hoge kostenpost met zich meebrengt. Indien b.v. binnen een systeem stallen nauwelijks van elkaar afwijken kan men volstaan met een lage waarde voor parameter  $k$  en kan men de herhalingen het best koppelen aan parameters  $l$  en  $m$ . Anderzijds is het zo dat bij een relatief grote variatie tussen stallen, intensieve meetinspanningen op de stallocaties zelf van beperkte betekenis zijn zolang dit niet gepaard gaat met metingen op meerdere locaties. Metingen binnen een stal kunnen immers niet compenseren voor de onnauwkeurigheid die samenhangt met variaties tussen stallocaties. Van belang bij de keuze van een meetstrategie is dus de orde van grootte van de variatiebronnen in te schatten, waarbij vooral kennis van het niveau van tussenstal-variatie relevant is.

### 3.2.3 Geschatte nauwkeurigheid bij verschillende meetstrategieën

Op basis van de schattingen in Tabel 3.8 kan de procentuele standaardfout worden afgeleid voor de schattingen van het geuremissie-niveau (mediaan) van beide onderzochte systemen. Ter vergelijking wordt de nauwkeurigheid voor de standaard meetstrategie gebaseerd op selectie van één locatie ( $k=1$ ,  $l=10$ ,  $m=2$ ) gegeven, en de nauwkeurigheid van een strategie met hetzelfde aantal metingen maar nu op twee locaties ( $k=2$ ,  $l=5$ ,  $m=2$ ). Hier wordt nogmaals benadrukt dat de onderliggende inschatting van de variatiebronnen vooral voor de tussenstal-variatie indicatief is, het gaat echter met name om de samenhang en de effecten op de overall nauwkeurigheid.

De standaardfouten gebaseerd op het standaard meetprotocol levert voor het conventionele stalsysteem met vleesvarkens een waarde van 24% op, en voor de conventionele zeugenstal 8%. Wanneer een strategie wordt gehanteerd op basis van twee locaties, levert dit voor de conventionele vleesvarkenstal 19% en voor de conventionele zeugenstal 8%. Door de hoger geschatte tussen-stal en binnen-stalvariatie bij vleesvarkens ligt voor beide meetstrategieën de nauwkeurigheid van de geschatte mediaan ongunstiger. De alternatieve strategie met twee locaties levert alleen voor de vleesvarkenstallen een duidelijke verbetering op omdat hier de tussen-stalvariatie groter is dan bij het conventionele zeugenstalsysteem.

De geschatte standaardfouten voor de systemen en bijbehorende meetstrategieën kunnen doorvertaald worden naar betrouwbaarheidsintervallen behorende bij de geschatte geurniveaus. Zo geeft het 95%-betrouwbaarheidsinterval de onder- en bovengrens waarbinnen met 95% waarschijnlijkheid de werkelijke waarde (verwachtingswaarde) van het geuremissieniveau ligt, d.w.z. dat in 95 van de 100 maal dat men een dergelijke steekproef uitvoert het geconstrueerde interval de verwachtingswaarde bevat. De standaardfouten dienen met een factor 2 (bij benadering) te worden vermenigvuldigd om de onder- en bovengrens te bepalen. Dit betekent voor de standaard-metstrategie dat een ruim interval ontstaat liggend tussen - 49% en +49% van de geschatte mediaan voor de conventionele vleesvarkenstal, en - 16% en +16% voor het zeugenstalsysteem<sup>2</sup>.

Hetzelfde meetprotocol levert voor het ene systeem een aanzienlijk betere nauwkeurigheid op dan het andere. Uiteindelijk hangt het van het doel van de meting af welke mate van nauwkeurigheid gewenst wordt. Het doel in het onderhavige project is een bijdrage te leveren aan een samen te stellen lijst met geuremissiefactoren van stalsystemen, en deze dienen daarom met een nauwkeurigheid te worden bepaald die voldoende onderscheidend is. In het genoemde voorbeeld is het standaard meetprotocol voor het vleesvarkensysteem slecht onderscheidend, maar voldoet veel beter voor het zeugenstalsysteem. Een gevolg van een slecht onderscheidend vermogen is dat het resultaat van een meting aan een alternatief stalsysteem bijzonder sterk dient af te wijken om statistisch gezien met een bevredigende betrouwbaarheid te verschillen van het conventionele systeem.

#### *3.2.4 De nauwkeurigheid van de emissieniveaus in dit onderzoek*

De geuremissie-niveaus van de twee in het nauwkeurigheidsonderzoek opgenomen stalsystemen konden met een grotere nauwkeurigheid worden bepaald dan wanneer ze via het standaard meetprotocol zouden zijn gemeten omdat dit standaard protocol voor vier stallocaties werd herhaald. De basis voor deze hogere nauwkeurigheid wordt gevormd door het groter aantal waarnemingen en de beschikbaarheid van informatie over meerdere stallocaties. Voor het conventionele vleesvarkensysteem bedroeg de procentuele standaardfout van de geschatte geuremissie 13%. Wanneer bovendien gecorrigeerd zou worden voor effecten van ventilatieniveau (en andere daarmee gecorreleerde effecten) bedraagt deze 12%. Voor het conventionele zeugensysteem bedroegen de procentuele standaardfouten respectievelijk 3 en 4%.

Alle andere metingen aan stalsystemen in het onderzoek waren gebaseerd op het standaard protocol met één stallocatie. Op basis van de verzamelde data zelf

---

<sup>2</sup> Deze getallen hebben geen betrekking op de feitelijke nauwkeurigheid waarmee het geuremissieniveau voor beide systemen is bepaald omdat die zijn berekend op basis van de cijfers van vier locaties (zie 3.2.4 )

kan geen uitspraak worden gedaan over de nauwkeurigheid van de verkregen schatting voor het emissieniveau van het systeem. Hiervoor dient immers informatie verzameld te worden op alle variatieniveaus, inclusief de variatie die betrekking heeft op verschillen tussen stallen, en deze ontbreekt nu juist. Wel kunnen uitspraken gedaan worden als het niveau van tussenstal-variantie op een andere wijze wordt ingeschat. Per systeem dient dan beoordeeld te worden hoe groot deze is.

Een andere benadering is uit te gaan van hoe groot de standaardfout minimaal is op basis van de beschikbare informatie informatie over binnenstal-variantie en duplo-variantie, en uitgaande van het niet aanwezig zijn van tussenstal-variantie. Voor de duplo-variantie kan uitgegaan worden van een relatief constante variatiecoëfficiënt van 20% (Ogink en Klarenbeek, 1997). De binnenstal-variantie wisselt per systeem. In Tabel 3.1 worden de geschatte variatiecoëfficiënten per gemeten stal weergegeven. De onderkant van dit niveau ligt rond de 20%. Uitgaande van een waarde van 20% voor beide foutenbronnen kan een minimale standaardfout van 8% worden afgeleid voor de stalsystemen die volgens het standaardprotocol zijn doorgemeten. Wanneer uitgegaan wordt in deze berekening van een meer gemiddeld niveau van binnen-stalvariantie van 50% (zie de variatiecoëfficiënten in de tabellen) resulteert dit in een standaardfout van minimaal 16%. Toevoeging van een ingeschat niveau van tussen-stalvariantie van 10 en 20% levert in dit laatste geval een uiteindelijke nauwkeurigheid van respectievelijk 19 en 26% op. Bij de gedachtenvorming rond de nauwkeurigheid van het meetprotocol dient men zich dus te realiseren dat de standaardfout van de aldus bepaalde mediaan al snel 20 tot 25% kan bedragen.

## 4 Slotdiscussie en Conclusies

### *De rol van het geuremissie-onderzoek in de stankhinderregulering*

De processen die ten grondslag liggen aan geuremissies uit stallen, de verspreiding van deze geur in de omgeving, en de beleving en eventuele hinder hiervan door omwonenden zijn complex en doorweven met tal van zowel objectieve als meer persoonsgebonden factoren. De regulering ter voorkoming van niet-aanvaardbare geurhinder uit de veehouderij is ten gevolge van deze complexiteit tot dusver voor een belangrijk deel gebaseerd geweest op inschattingen van bronsterktes en gerelateerde hinder met de toenmalig beschikbare kennis. Bij de totstandkoming in 1996 van de laatste versie van de Richtlijnen voor de regulering van stankhinder uit de veehouderij kwam nadrukkelijk de wenselijkheid aan de orde van een zo objectief mogelijke kwantificering van geuremissies gebaseerd op metingen van stallocaties. Een dergelijke basis versterkt de maatschappelijke acceptatie van de regelgeving, en biedt de mogelijkheid op een voor iedereen heldere en objectieve wijze bestaande en nieuwe veehouderijsystemen in de regelgeving op te nemen. Dit driejarige onderzoeksproject legt het fundament voor deze benadering, en vertegenwoordigt daarmee een mijlpaal in de stankhinderregulering in de veehouderij. Voor het eerst kon in een integraal meetprogramma op een gestandaardiseerde wijze de geuremissie van conventionele en nieuwe emissiearme stalsystemen worden vastgesteld.

Bij de aanvang van het programma dienden tal van keuzes te worden gemaakt ten aanzien van hoe de geuremissie moest worden gekarakteriseerd, en welke meetstrategie en methodieken dienden te worden toegepast. Hierbij moest een lastige afweging gemaakt worden tussen de kosten enerzijds en de opbrengsten in termen van meetcijfers anderzijds, met de bijkomende moeilijkheid dat deze opbrengst gezien de onzekere nauwkeurigheid op voorhand moeilijk was in te schatten. Voor een belangrijk deel is bij de invulling van de onderzoeksmethodiek gebruik gemaakt van de ervaringen en benaderingswijze die bij het meten van de ammoniakemissie in voorgaande jaren is opgedaan. Omdat het vaststellen van een meetgetal zonder informatie over diens nauwkeurigheid weinig zin heeft, werd in het programma tevens capaciteit ingeruimd voor een beoordeling van het gevolgde standaardmeetprotocol. Op deze wijze kon een basis worden gecreëerd voor evaluatie en, indien gewenst, toekomstige aanscherping van de toegepaste methoden. De gekozen benadering sluit hiermee aan op huidige ontwikkelingen waarin aandacht voor de onderbouwing en validiteit van beleidsondersteunende onderzoekscijfers meer naar de voorgrond treedt.

### *De gemeten geuremissies van de stalsystemen*

De vastgestelde meetresultaten hebben betrekking op de drie belangrijkste diercategorieën in de veehouderij, waarbij in de varkenscategorie en in de pluimvee-categorie zowel conventionele als emissie-arme systemen zijn opgenomen. De resultaten leveren antwoord op de twee vragen die in de context van het onderzoek het meest relevant en interessant zijn, namelijk:

1. In hoeverre stemmen de omrekeningstabel voor m.v.e.'s in de Richtlijn en de gevonden meetcijfers met elkaar overeen?
2. Op welk niveau ligt de geuremissie van Groen Labelsystemen t.o.v. van die van conventionele systemen?

Voor wat betreft de eerste vraag zal het geen verwondering wekken dat de onderlinge verhoudingen van de stalsystemen volgens de meetcijfers afwijkt van de omrekeningstabel. Waar het om gaat echter is de mate waarin deze

verhoudingen van elkaar verschillen. Door als enigzins arbitrair criterium de afwijking in dierplaatsen/m.v.e. t.o.v. de bestaande omrekeningstabel met meer dan een factor 2 naar boven of een factor 0,5 naar beneden te nemen, kan een indruk worden verkregen van de frequentie van forse verschillen. Uit Tabel 3.2, Tabel 3.4 en Tabel 3.6 kan worden afgeleid dat deze overschrijding plaatsvond voor 2 van de 9 varkensstalsystemen, geen van beide rundveesystemen, en voor 2 van de 9 pluimveesystemen. Het algemene beeld hieruit is dat forse verschillen in beperkte mate aan de orde zijn, en dat de bestaande omrekeningstabel en de huidige meetcijfers in grote lijnen een redelijk overeenkomend beeld leveren. De twee grootste verschillen traden op voor het stalsysteem met biggenopfok met een veel hoger gemeten geuremissie dan volgens de tabel ingeschat, en voor de eendenstal die een verhoudingsgewijs veel lager dan verwachte emissie te zien gaf. Juist in dit soort gevallen is het raadzaam na te gaan in hoeverre hier sprake kan zijn geweest van een stalspecifieke meting met een mogelijk sterke afwijking van het systeemgemiddelde, en kunnen zonodig aanvullende metingen worden overwogen. Op basis van deze overwegingen zijn in 1999 aanvullende metingen uitgevoerd voor het stalsysteem met biggenopfok (zie Bijlage 2).

Het gemeten geuremissieniveau van de Groen Labelsystemen lag voor de stalsystemen in de varkenshouderij beduidend lager, meer dan 50%, dan het niveau van de conventionele systemen. Uitzondering hierop vormde de chemische wasser met een beperkte geurreductie van gemiddeld 30%. De metingen maken duidelijk dat de technische mogelijkheden aanwezig zijn om door emissiebeperkende stalinrichtingsmaatregelen zowel de geur- als de ammoniakemissie uit varkensstallen terug te dringen. Wel zal telkens per emissiebeperkend principe moeten worden onderzocht of het daadwerkelijk effect op de geuremissie heeft. Het huidige onderzoek naar de samenhang tussen ammoniak- en geuremissie binnen stallen toont aan dat een lagere ammoniakemissie geenszins vanzelfsprekend hoeft te resulteren in een lagere geuremissie. Hoewel in veel gevallen sprake was van positieve correlatie, hetgeen duidt op het optreden van gemeenschappelijke factoren, bleek correlatie soms ook volledig afwezig te zijn. De kennis van de mechanismen en betrokken factoren van het geuremissie-proces is tot dusver te beperkt om op voorhand nauwkeurig aan te geven wanneer en in welke mate maatregelen in een lagere geuremissie resulteren.

Dit soort kennis is met name gewenst om te verklaren waarom de onderzochte NH<sub>3</sub>-emissiearme pluimveesystemen zowel bij de leghennen als bij de vleeskuikens geen duidelijke verlaging in geuremissie te zien geven t.o.v. het merendeel van hun conventionele tegenhangers. Het was niet onaannemelijk te verwachten dat het geforceerd drogen van de af te voeren mest bij leghennen respectievelijk het drooghouden van strooiselmateriaal bij vleeskuikens niet alleen de ammoniakemissie zou terugdringen maar ook effect zou hebben op de geuremissie. Bestudering van het betreffende geuremissieproces op laboratoriumschaal onder geconditioneerde omstandigheden kan hier het nodige inzicht verschaffen. Dit soort kennis is tevens onontbeerlijk wanneer overgegaan wordt tot een doelgerichte ontwikkeling van stankarme stalsystemen.

*Meetprotocol: de nauwkeurigheid en de gemeten geurkarakteristiek*

Het in het onderzoek toegepaste standaard meetprotocol is afgestemd op de meting van één stallocatie. In hoofdstuk 3.2 is uiteengezet dat deze meetstrategie niet effectief is in het terugdringen van de meetfout ten gevolge van mogelijke variatie tussen stallen. Een essentieel aandachtspunt is daarbij tevens dat deze benadering geen enkele informatie levert over de orde van grootte van dergelijke verschillen. Het is het daardoor niet mogelijk om op basis van de gegevens sec een uitspraak te doen over de nauwkeurigheid van de geschatte mediaan.



Herhalingen op het hoogste variatieniveau ontbreken immers. In dit onderzoek konden wel dergelijke uitspraken gedaan worden voor de twee systemen waarvoor wel meerdere stallocaties waren bemonsterd. Het verschil in nauwkeurigheid tussen beide systemen toonde duidelijk aan dat de consequenties van deze aanpak sterk kunnen verschillen. Gezien deze achtergrond is het aanbevelenswaardig de opname van minimaal twee stallocaties in het meetprotocol te overwegen. Dit verschaft in ieder geval een basis voor de beoordeling van de nauwkeurigheid van het verkregen eindresultaat. Een routine-matige uitvoering van een dergelijk aangepast geurmeetprotocol verschaft op termijn voldoende inzicht per diercategorie in de orde van grootte van tussen-stalvariatie. Uiteindelijk kan deze informatie leiden tot op diercategorie en type productiesystemen afgestemde meetprotocollen.

Bij de beoordeling van meetprotocollen dient zich tevens de vraag aan welke nauwkeurigheid uiteindelijk gewenst is. In hoofdstuk 3.2.4 is aangegeven dat een realistische inschatting van de standaardfout van het volgens het standaard protocol vastgestelde geuremissie-niveau al gauw in de range van 20-25% kan liggen. Het onderscheidend vermogen tussen de geuremissies van stalsystemen is afhankelijk van de grootte van deze onnauwkeurigheid. Het aantonen van verschillen met een acceptabele betrouwbaarheid is alleen mogelijk in gevallen waar het systematische verschil dan voldoende groot is. Uitgaande van de genoemde range gaat het dan om systematische verschillen in de orde van grootte van 50% en meer. De uiteindelijke afweging van wat wenselijk en acceptabel is dient uiteraard afgestemd te worden op de doeleinden waarvoor getallen gebruikt worden.

De huidige meetmethodiek is afgestemd op de vaststelling van de mediaan van de geuremissie van een systeem gemeten op een vast tijdstip, gelegen tussen 10 en 12 uur in de morgen. Deze waarde geeft aan dat 50% van de optredende emissiewaarden in zo'n systeem kleiner zijn dan het betreffende getal en 50% groter. Vanuit het perspectief van geurhinder speelt echter niet alleen het niveau van geuremissie uit een stal een rol, zoals uitgedrukt door de mediaan of het gemiddelde, maar ook de spreiding rond dat niveau. Geurhinder in de omgeving gaat optreden bij het overschrijden van een bepaald minimum concentratieniveau. De kans dat een dergelijke drempelwaarde overschreden wordt, wordt niet alleen bepaald door het emissieniveau van de bron maar ook door de variabiliteit van die bron. Het is daardoor mogelijk dat twee bronnen met een gelijke mediaan, maar sterk verschillend in stabiliteit, kunnen verschillen in de frequentie waarmee drempelwaardes worden overschreden en daarmee verschillen in de hinder die ze veroorzaken. De metingen in dit project tonen een beeld waarin de variabiliteit van een systeem tussen meetdagen onderling soms fors kunnen afwijken. Het opnemen van dit facet in de beoordeling van een systeem vereist dus niet alleen een maat voor het emissieniveau maar ook voor een methode om de hinder die samenhangt met de variabiliteit van een systeem uit te drukken.

## Referenties

Bleijenberg, R, en J.P.M. Ploegaert, 1994. Handleiding voor de IMAG-DLO meetmethode ter bepaling van ammoniakemissies uit mechanisch geventileerde stallen. IMAG-DLO rapport 94-1, Wageningen.

Hobbs, P.J., T.H. Misselbrooks and B.F. Pain, 1995. Assesment of odours from livestock wastes by a photoionization detector, an electronic nose, olfactometry and gas chromatography-mass spectometry. J. agric. Engng Res. 60:137-144.

Hobbs, P.J., T.H. Misselbrooks and B.F. Pain, 1998. Emission rates of odorous compounds from pig slurries. J.Sci Food Agric. 77:341-348

Infomil, 1996. Nederlandse emissie Richtlijnen lucht, NeR. Infomil, Den Haag.

Klarenbeek, J.V., A.A. Jongebreur en H.M.J. Scheltinga, 1982. Legislation and research related to odour problems due to intensive livestock operations in the Netherlands. IMAG Research Report 80-4, Wageningen.

Klarenbeek, J.V. en A.Ph. van Harreveld, 1995. On the regulations, measurement and abatement of odours emanating from livestock housing in the Netherlands. In: New knowledge in Livestock Odor, Proceedings of the International Livestock Odor Conference '95. Iowa State University, College of Agriculture, Ames.

NNI, 1995. NVN 2820 Luchtkwaliteit, sensorische geurmetingen met een olfactometer. Nederlands Normalisatie Instituut, Delft, Maart 1995.

Ogink, N.W.M. en J.V. Klarenbeek, 1997. Evaluation of a standard sampling method for determination of odour emission from animal housing sytems and calibration of the Dutch pig odour unit into standardized odour units. Proceedings of the international symposium: Ammonia and odour control from animal production facilities. Vinkeloord, The Netherlands, October 6-10, 1997, p.231-238

Ogink, N.W.M., C. ter Beek en J.V. Klarenbeek, 1997. Odor emissions from traditional and low-emitting swine housing systems. ASAE Annual meeting, Minneapolis, USA, August 9-16, 1997, Paper no. 974036

Scholtens, R. en J.W.H. Huis in 't Veld, 1998. Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XXXXI. Natuurlijk geventileerde vleesstierenstal met betonroosters. DLO, Rapport 98-1005, Wageningen.

VROM, 1989. Nationaal Milieubeleidsplan: kiezen of verliezen. Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Den Haag.

VROM, 1994. Herziene Nota Stankbeleid. Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Directie Lucht en Energie, Den Haag.

VROM, 1995. Uitkomst algemeen overleg minister van VROM met vaste commissie VROM, EZ en LNV over stankbeleid. Brief dd 30 juni aan alle bevoegde gezagen, Den Haag.

VROM, 1998. Nationaal Milieubeleidsplan 3. Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Den Haag.

VROM en LNV, 1996a. Richtlijn Veehouderij en Stankhinder 1996. Publicatie van de Ministeries van Volksgezondheid, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer en Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Den Haag.

VROM en LNV, 1996b. Beoordelingsrichtlijn in het kader van Groen Label stallen, uitgave maart 1996. Publicatie van de Ministeries van Volksgezondheid, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer en Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Den Haag.

VROM en LNV, 1999. Wijziging Uitvoeringsregeling ammoniak en veehouderij. Staatscourant 1999, 139/pag.16

Wergroep Emissiefactoren, 1995. Meetprotocol voor geuremissies uit stallen. Verkrijgbaar via het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Den Haag.

## **Bijlage 1**

Delen van dit onderzoek zijn gepubliceerd in:

Ogink, N.W.M. en J.V. Klarenbeek, 1997. Evaluation of a standard sampling method for determination of odour emission from animal housing systems and calibration of the Dutch pig odour unit into standardized odour units. Proceedings of the international symposium: Ammonia and odour control from animal production facilities. Vinkeloord, The Netherlands, October 6-10, 1997, p.231-238

Ogink, N.W.M. and P.W.G. Groot Koerkamp, 2001. Comparison of odour emissions from animal housing systems with low ammonia emissions. Proceedings: 1<sup>st</sup> IWA International Conference on Odour and VOCs: Measurement, Regulation and Control Techniques. The University of NSW, Sydney, Australia, 25-28<sup>th</sup> March 2001.

## Bijlage 2

De in het onderzoeksprogramma gemeten geuremissie van de stal met gespeende biggen was dermate hoog dat aanvullend in 1999 de geuremissie van twee andere stallen met gespeende biggen werd gemeten. Het betrof hier:

- een conventionele stal met ca. 65% roostervloer en 0,30 m<sup>2</sup> hokoppervlak per dierplaats (UAV-code D 1.1.13.1),
- een stal ingedeeld volgens het eilandhok-principe met 40% roostervloer, en 0,40 m<sup>2</sup> hokoppervlak per dierplaats (UAV-code D 1.1.5.2).

De stal met het eilandhok-principe en beperkt emitterend mestoppervlak wordt in de UAV-lijst een wat lagere ammoniakemissiefactor toegekend (0,43 kg NH<sub>3</sub> per dierplaats per jaar) dan de conventionele stallen met UAV-code 1.1.13.1 (0,60 kg NH<sub>3</sub>) waaronder zowel de eerstgenoemde biggenstal als de stal uit het reguliere onderzoeksprogramma vielen.

In Tabel A staan de gemeten geuremissies vermeld. Ter vergelijking staan hierin eveneens de meting aan conventionele vleesvarkensstallen en de eerder gemeten biggenstal vermeld. Beide aanvullend gemeten biggenstallen lieten een aanzienlijk lagere geuremissie zien dan de biggenstal die eerder is gemeten in het onderzoeksprogramma. Het niveau van de geuremissies van deze stallen liggen t.o.v. de vleesvarkensstallen meer in de lijn der verwachting zoals besproken in hoofdstuk 3.1.1.

Uitgedrukt als dierplaatsen per m.v.e. blijft er echter een sterke afwijking bestaan t.o.v. de eerder ingeschatte verhouding in de Richtlijn (Tabel B). In Tabel C staan de correlaties vermeld tussen ammoniak- en geurconcentratie en ammoniak- en geuremissie.

**Tabel A** Vergelijking tussen aanvullende metingen voor biggenopfokstallen (nr. 21 en 22) en metingen uit het eerdere programma (nr 1 en 8) met het geometrisch gemiddelde van de geuremissie, de minimum en maximum geuremissie uitgedrukt in O.U.e/(s.dierplaats) en de variatiecoëfficiënt VC (%) behorende bij de variatie tussen meetdagen.

Nr	Dier-categorie	Conventioneel /Emissie-arm	Omschrijving	Geom.Gem. Geuremissie	Min.- Max	VC %
1	<b>Vleesvarkens</b>	Conventioneel	Gedeeltelijk rooster	22,4*	7 - 85	57**
8	<b>Biggenopfok</b>	Conventioneel	Standaard huisvesting	16,3	8 – 35	53
21***		Conventioneel	Standaard Huisvesting	5,0	0,9 – 11	79
22***		Emissiearm	Eilandhok	4,0	0,4 – 16	140

- \* Gebaseerd op geometrisch gemiddelde van 4 locaties (zie hoofdstuk 2.1)
- \*\* Afzonderlijk berekend per locatie en daarna gemiddeld over de 4 locaties
- \*\*\* Aanvullende meting

**Tabel B** Omrekeningsfactoren voor stalsystemen in de varkenshouderij volgens de Richtlijn 1996 en volgens de geuremissiemetingen

Nr	Diercategorie	Conventioneel	Omschrijving	Aantal dierpl.	Aantal dierpl.
		/Emissie-arm		per m.v.e	volgens
				Richtlijn 1996	meetprogr.*
1	<b>Vleesvarkens</b>	Conventioneel	Gedeeltelijk rooster	1,0	1,0
8	<b>Biggenopfok</b>	Conventioneel	Standaard huisvesting	11	1,4
21**		Conventioneel	Standaard huisvesting	11	4,5
22**		Emissiearm	Eilandhok	11	5,6

\* aantal is berekend ter vergelijking en heeft geen beleidsmatige status

\*\* Aanvullende meting

**Tabel C** Correlaties per stalsysteem tussen de geur- en ammoniakconcentratie (GC-NH3C), en de geur- en ammoniakemissie (GE-NH3E); correlaties met \* zijn significant ( $p < 0,05$ ) afwijkend van 0.

Nr.	Diercategorie	Omschrijving	Correlaties	
			GC-NH3C	GE-NH3E
1	<b>Vleesvarkens</b>	Gedeeltelijk rooster <sup>1</sup>	-0,06*	0,46*
8	<b>Biggenopfok</b>	Standaard huisvesting	-0,23	0,79*
21	<b>Biggenopfok</b>	Standaard huisvesting	-0,28	-0,22
22	<b>Biggenopfok</b>	Eilandhok	0,51	0,82*

1) correlaties gepoold over de 4 stallocaties

## Bijlage 3

Aanpassing UAV-codes: bij de samenstelling van dit rapport is gebruik gemaakt van de versie juni 1999; bij het verschijnen van dit rapport was de versie van december 2001 het meest recent, de versies verschillen voor enkele categorieën

Nr.	Productiesector	Diercategorie	Omschrijving	UAV-code	UAV-code
				Juni 1999	December 2001
1	<b>Varkenshouderij</b>	Vleesvarkens	Gedeeltelijk rooster	D 3.2.1.1	D 3.2.1.1
2			IC-V-systeem	D 3.2.7.1	D 3.2.7.1
3			Koeldek 200%	D 3.2.6.1	D 3.2.6.1
4			Spoelgoten	D 3.2.13.2	D 3.2.13.2
5			Chemische wasser	D 3.2.9.1	D 3.2.14.1
6		Zeugen	Standaard huisvesting	D 1.3.9	D 1.3.11
7			Groepshuisv.,voerstation	D 1.3.10	D 1.3.10
8			Biggenopfok	D 1.1.13.1	D 1.1.15.1
9		Kraamzeugen	Standaard huisvesting	D 1.2.14	D 1.2.16
10	<b>Rundveehouderij</b>	Vleesstieren	Groepshuisvesting	A 5	A 5
11		Vleeskalveren	Groepshuisvesting	A 4.1	A 4
12	<b>Pluimveehouderij</b>	Leghennen	Batterij, trapkooi	E 2.1	E 2.1
13			Grondhuisvesting	E 2.6	E 2.7
14			Volierehuisvesting	E 2.8	E 2.10
15			Mestband geforc.droging	E 2.5.2	E 2.5.2
16		Vleeskuikens	Grondhuisvesting	E 5.4	E 5.4
17			VEA-stal	E 5.4	E 5.4
18			Strooiseldroging	E 5.2	E 5.2
19		Ouderd. Vleesk.	Volière mest en strooiseldr.	E 4.3	E 4.3
20		Eenden	Binnenhuisvesting	G 2.1	G 2.1

