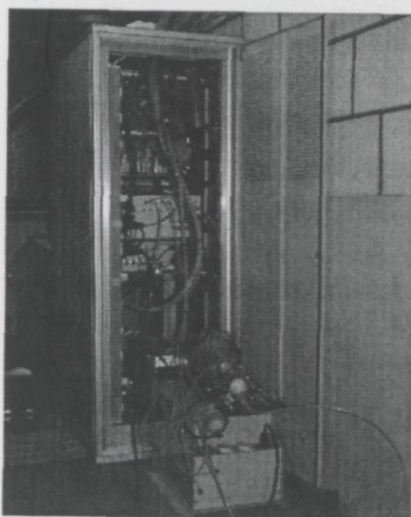


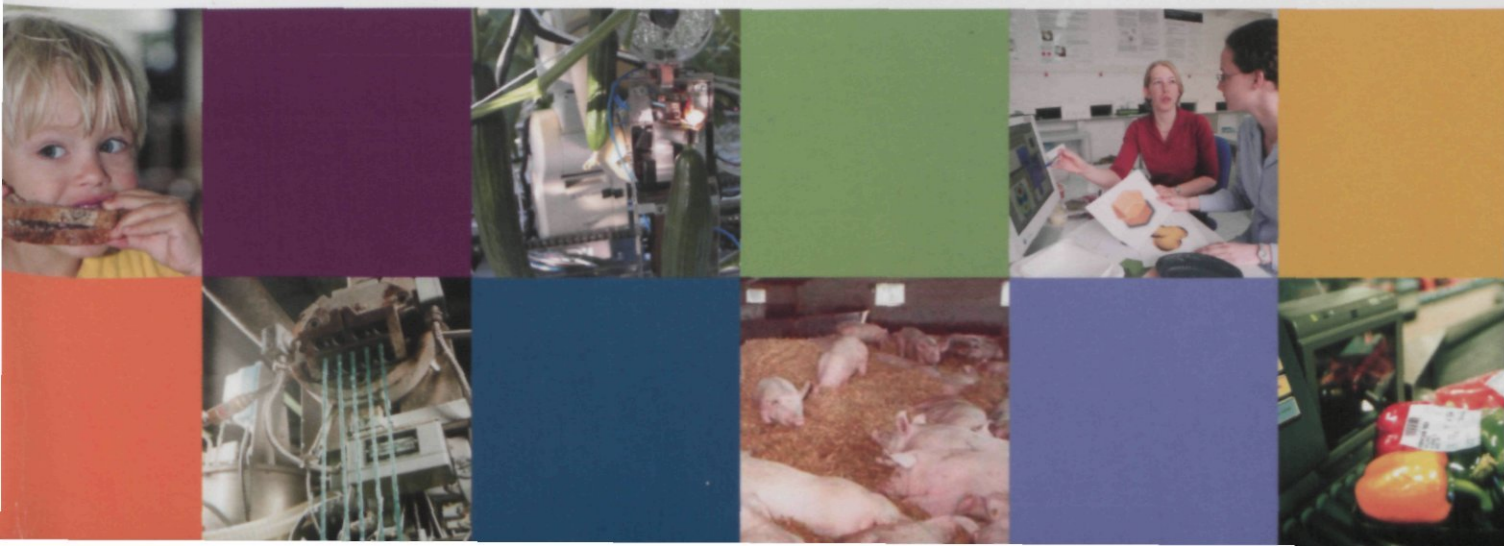


Gasvormige emissies, mesttoediening en mestsamenstelling in de veehouderij

Ex post evaluatierapportage van onderzoeksprogramma 309



G. Mol
G.J. Monteny



Gasvormige emissies, mesttoediening en mestsamenstelling in de veehouderij

Ex post evaluatierapportage van onderzoeksprogramma 309:

*Metten en monitoren van emissies van ammoniak, geur en
broeikasgassen uit veehouderijgebouwen, ammoniakemissie-
metingen bij mesttoediening in de praktijk en ontwikkeling
van innovatieve methoden voor het meten van de
mestsamenstelling*

G. Mol
G.J. Monteny



Colophon

Title	Gasvormige emissies, mesttoediening en mestsamenstelling in de veehouderij
Author(s)	G. Mol, G.J. Monteny
A&F number	Report nr. 077
ISBN-number	90-6754-751-4
Date of publication	Februari 2004
Confidentiality	N/A
Project code.	N/A
Price	□

Agrotechnology and Food Innovations B.V.
P.O. Box 17
NL-6700 AA Wageningen
Tel: +31 317 475 024
E-mail: info.agrotechnologyandfood@wur.nl
Internet: www.agrotechnologyandfood.wur.nl

© 2004 Agrotechnology & Food Innovations B.V

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, hetzij mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.
De uitgever aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele fouten of onvolkomenheden.

*All right 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 permission of the publisher.
The publisher does not accept any liability for the inaccuracies in this report.*

Voorwoord

De emissies van gasvormige componenten zoals broeikasgassen, ammoniak en geur verwerven een steeds belangrijker plaats in het landbouwbeleid vanwege de milieuaspecten die aan deze emissies zijn verbonden. Ammoniak heeft sinds de ontdekking van de relatie tussen ammoniak-emissies uit landbouwactiviteiten en milieuproblemen zoals verzuring en vermisting medio jaren '80 van de vorige eeuw de aandacht. Vanaf eind jaren '70 bestaat al aandacht voor de problematiek van de geuroverlast op het platteland, maar pas halverwege de jaren '90 is deze aandacht weer toegenomen vanwege de mogelijkheden om geuroverlast te kwantificeren door gebruik te maken van betere methoden voor het meten van geur. Op dit moment zijn de emissies van ammoniak en geur zelfs zo belangrijk in het beleid dat de uitbreidingsmogelijkheden voor veehouders direct zijn gekoppeld aan de hoogte van deze emissies. Eveneens een groeiend veld is de aandacht voor broeikasgassen in relatie tot de landbouw in Nederland. Deze aandacht ontstaat in de jaren '90 en richt zich met name op de methaanproductie in de rundveesector.

Naast emissies direct afkomstig uit de veehouderijgebouwen is een andere belangrijke emissiebron het opslaan en aanwenden van mest. Met name het toedienen van mest levert voor geur en ammoniak piekmissies op die, afhankelijk van de specifieke omgevingskenmerken, vanuit milieuoogpunt van belang kunnen zijn.

Naar aanleiding van deze ontwikkelingen en het bijbehorende complex aan vragen is in 1999 het vierjarige onderzoeksprogramma 309 van start gegaan. De belangrijkste aandachtspunten in dit programma waren het meten en monitoren van emissies van ammoniak, geur en broeikasgassen uit veehouderijgebouwen, het uitvoeren van ammoniakonderzoek bij mesttoediening in de praktijk en de ontwikkeling van innovatieve methoden voor het meten van de mestsamenstelling. Gedurende de afgelopen vier jaar is er onderzoek verricht aan de geschetste problematiek binnen diverse projecten; in dit rapport wordt het totale onderzoek uit die periode samenvattend beschreven en geëvalueerd. Het rapport zal het voor ex-post rapportages gebruikelijke format volgen.

De financiering van het programma was afkomstig van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij. Het aanvullende geuronderzoek is medegefinancierd door het Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer. Op incidentele basis werd onderzoek medegefinancierd door het bedrijfsleven.

Dr. Ph.J. van der Heijden
Directeur

Inhoud

Voorwoord	3
1 Algemeen	7
2 Inhoudelijke rapportage over de gehele looptijd van het programma	1
2.1 Probleemstelling en beleidsachtergrond	1
2.2 Doelstelling	4
2.3 Resultaten	5
2.3.1 De projectresultaten en hun maatschappelijk belang	5
2.3.2 De projectresultaten en hun wetenschappelijk belang	6
2.3.3 Planning en realisatie: inhoudelijk	7
2.3.4 Kennisoverdracht	9
2.3.5 Gebruik van kennisproducten in beleid	11
2.4 Organisatie en samenwerking	12
2.5 Conclusie en perspectief	14
3 Financiële rapportage over de gehele looptijd van het programma	17
4 Bijlagen	20
4.1 Projecten 53.307 en 53.011: Meetploeg mechanisch geventileerde stallen natuurlijk geventileerde stallen	21
4.2 Project 53.022 Stalemissiemetingen Koeien & Kansen	27
4.3 Projecten 53.026, 53341, 53342: Inventarisatie van emissies van de broeikasgassen CH ₄ en N ₂ O uit stallen, het uitwerken van een extensieve meetmethode en het bestuderen van emissiereductieopties.	30
4.4 Projecten 51.408 en 52.408: Verificatie emissiefactoren mesttoediening en ALFAM	35
4.5 Project 53.021: N-balansen op stalniveau	37
4.6 Project 53.410: On-line meten van de mestsamenvestelling	40
4.7 Project 53.020: Meetmethoden en –strategieën	43
4.8 Project 53.309: EU-demoproject welzijnsvriendelijke varkenshouderij (co-financiering)	44
4.9 Project 53.344 Werkgroep Meetmethoden en meetstrategieën (co-financiering)	46
4.10 Project 54.345: Biologisch luchtfilter voor methaan uit stallen en mestopslagen (co-financiering)	47
4.11 Project 53.346: Foto-katalytisch filter voor methaan (co-financiering)	49
4.12 Project 53.347: Voermaatregelen in de veehouderij i.r.t. NH ₃ -regelgeving (co-financiering)	50
4.13 Project 53.349: Kerngroep Visie op toekomstig emissie-onderzoek	51
4.14 Project 53.017: Pythia geuremissie-onderzoek aan conventionele en NH ₃ -emissiearme stalsystemen (financiering VROM en LNV)	53
4.15 Projecten 53751: Mestvergisting op boerderijschaal in bestaande opslagsystemen.	59
4.16 Project 53.348: Geurreductie in de veehouderij (financiering LNV)	62

4.17	Project 53027: Geurreductie-technieken voor bestaande en nieuwe veehouderijsystemen: raamplan voor onderzoek	65
5	Lijst van publicaties in het kader van onderzoeksprogramma 309	67

1 Algemeen

1. *Programmanummer:* 309
2. *Titel:* Meten en monitoren van emissies van ammoniak, geur en broeikasgassen uit veehouderijgebouwen, ammoniak-emissiemetingen bij mesttoediening in de praktijk en ontwikkeling van innovatieve methoden voor het meten van de mestsamenstelling
3. *Werktitel:* Gasvormige emissies in de veehouderij
4. *Programmaleider en trekkerinstituut/instelling:* Dr.ir. Gert-Jan Monteny (A&F)
5. *Uitvoerende instituten/instelling:* A&F (voorheen IMAG)
6. *Looptijd:* 1999 t/m 2002
7. *Budget:* 2,7 Mf per jaar (1,25 Meuro per jaar)
8. *Karakter van het programma (gebruiker/sponsor/WDT):* gebruikersprogramma
9. *(Potentiële) gebruikers van de onderzoeksresultaten:* DL-LNV, VROM, EC-LNV, landbouwbedrijfsleven, primaire sector, DLV
10. *Contactpersonen EC-LNV en Beleidsdirectie LNV (resp. secr. en vz. Begeleidingscommissie):*
Drs. J. Verkerk (DL-LNV, voorzitter)
Dr. T. Breimer (DWK, secretaris)
Ing. H. Hendriks (EC-LNV, secretaris)

2 Inhoudelijke rapportage over de gehele looptijd van het programma

2.1 Probleemstelling en beleidsachtergrond

In 1999 is programma 309 van start gegaan als inhoudelijk vervolg op de uitkomsten van programma 241 dat liep van 1995 tot 1998. Naast direct uit het voorgaande onderzoek voortkomende redenen om vervolgonderzoek uit te voeren waren er ook diverse maatschappelijke, politieke en (deels daaruit voortvloeiende) beleidsmatige redenen om te komen tot het nader onderzoeken van een aantal vraagstukken met betrekking tot de gasvormige emissies vanuit de landbouw. In veel gevallen zijn deze twee soorten redenen met elkaar verstrengeld. Belangrijke direct aan te wijzen redenen voor het vervolgonderzoek binnen programma 309 waren:

- De (waarschijnlijke) aanscherping van het emissiebeleid, met name met betrekking tot ammoniak, en de betekenis daarvan voor zowel de emissies uit veehouderijgebouwen als die tijdens het opslaan en aanwenden van mest. Hierbij moet met name worden gedacht aan het vergroten van de kennis omtrent het gedrag van ammoniak; er was nog steeds een discrepantie tussen de berekende nationale ammoniak-emissiereductie (-40%) en de schatting van de emissiereductie op basis van de ammoniakconcentraties in de buitenlucht (max. -10%). Bovendien bestond er vanuit andere programma's (o.a. 315 en 317, resp. Milieu-planbureau en Nutriëntenonderzoek) een toenemende behoefte aan geïntegreerde kennis op het gebied van de basisprocessen met betrekking tot ammoniak.
- Ondanks het hierboven gesignaleerde gebrek aan kennis op het gebied van de processen die de emissie van ammoniak bepalen was de kennis van mogelijkheden om tot emissiereductie te komen door aanpassingen in de stal aanzienlijk toegenomen. Het probleem was echter dat een substantiële introductie in de veehouderijpraktijk vooralsnog achterwege bleef.
- Naast emissiereductie door aanpassingen van de stal bleek uit onderzoek binnen programma 241 dat emissiebeperkende maatregelen op het gebied van veevoeding en management potentie hadden. Een vertaalslag naar de praktijk voor zowel de implementatie als mogelijkheden voor controle en handhaving was gewenst.
- De zich ontwikkelende brede kijk op emissiereductie werd onderdeel van het streven naar integrale huisvestingsoplossingen in de veehouderij met gelijktijdige aandacht voor emissies, mineralenbalansen, dierwelzijn en diergezondheid, en een kwalitatief hoogwaardig product.
- Mede in het kader van de bovenstaande ontwikkelingen was er een blijvende vraag naar Groen Label-metingen, hetgeen resulteerde in een continuering van de activiteiten van de stalmeetploeg op het gebied van het meten van ammoniak emissies uit potentieel emissiearme veehouderijsystemen.

- Naast de uitgebreide aandacht voor de emissies van ammoniak uit de veehouderij nam ook de aandacht voor het belang van geuremissie uit de veehouderij toe. Enerzijds lag hieraan een steeds grotere suburbanisatie ten grondslag; mensen zonder agrarische wortels gaan in het agrarisch gebied wonen en zij klagen nu eenmaal eerder over stank dan mensen met agrarische wortels. Anderzijds is sinds medio jaren '90 een grote sprong voorwaarts gemaakt in het kwantitatief en reproduceerbaar meten van geurconcentraties. Door deze combinatie van een toenemend maatschappelijk belang en de technische ontwikkeling van de olfactometrie werd het reeds in programma 241 ingezette geuronderzoek verder geïntensiveerd.
- Een nieuw element in de aandacht voor gasvormige emissies werd gevormd door de broeikasgassen. Sinds de Kyoto conferentie in 1997 bleek er een sterk toegenomen politieke aandacht voor de broeikasproblematiek. Daardoor was bij de beleidsmakers de wens ontstaan om te komen tot een bredere monitoring van gasvormige emissies, waarbij naast ammoniak en geur ook de broeikasgassen methaan (CH_4), lachgas (N_2O), kooldioxide (CO_2), en stikstofoxiden (NO_x) werden meegenomen.
- In het kader van de problematiek van de mineralenoverschotten (MINAS) werd een goede kennis van de mestsamenvatting als voorwaarde gesteld voor een verbeterde aanwending en een bevordering van de afzet. Ontwikkelingen op het gebied van mestbemonstering en -analyse werden in compacte vorm ondersteund.

In het kader van de geschetste ontwikkelingen is de concrete toespitsing op de kennisvragen vormgegeven binnen een aantal structurele, meerjarige projecten, en binnen vrije ruimte projecten. In de structurele, meerjarige projecten werden de centrale onderzoeksvragen voortvloeiend uit de bovenstaande punten aangepakt, in de vrije ruimte projecten kon aanvullend worden gekeken naar specifieke vragen die opkwamen naar aanleiding van de structurele projecten of anderszins. De structurele, meerjarige projecten en de bijbehorende kennisvragen waren:

Stalmeetploeg

Centraal hierbij staat het meten van de ammoniakemissie van de geselecteerde systemen voor dierhuisvesting, met als resultaat de opname van die systemen in wettelijke kaders (Groen Label, later UAV/RAV) met bijbehorende emissiefactoren. Daarnaast zijn binnen dit project aan de meeste objecten ook de emissies van geur en broeikasgassen gemeten.

Broeikasgassen

Vaststellen van de emissie van de niet- CO_2 broeikasgassen (methaan, lachgas) om na te gaan of er op systeemniveau sprake is van win-win-situaties (reductie van meerdere gasvormige emissies) c.q. om aan te geven of er afwenteling plaatsvindt naar andere systemen/compartimenten.

Geuronderzoek: het Pythia-project

Het doel van dit project is tweeledig. Enerzijds het opbouwen van een zo compleet mogelijke dataset met geuremissiemetingen in alle diersectoren en diercategorieën, voor zowel conventionele als NH₃-emissiereducerende huisvestingssystemen. Anderzijds een beoordeling van de betrouwbaarheid en reproduceerbaarheid van de geuremissiemetingen op basis waarvan een onderbouwde systematiek voor geurhinderregulering kan worden opgezet.

On-line meten van mestsamenvestelling

De vraag die in dit project centraal staat is of het mogelijk is een snelle meetmethode te ontwikkelen voor het meten van de mestsamenvestelling, zodat een boer meteen weet hoeveel mest hij moet toedienen om de gewenste hoeveelheid N, P, en K op zijn land te brengen, en niet pas achteraf na analyse in een laboratorium.

Mesttoediening

De vraagstelling van dit project was erop gericht na te gaan wat de mogelijkheden zijn voor NH₃-emissiearme toediening van mest op zowel grasland als bouwland. Speciale aandacht ging daarbij uit naar kritische succesfactoren als mestgift, afstelling van de machines, en het al dan niet slordig omgaan met de toedieningstechniek.

N-balansen op stalniveau

De centrale vraag van dit project was of het mogelijk is om de volledige N-balans van een stal in kaart te brengen.

Ontwikkeling nieuwe meetstrategieën

De kennisvragen die in dit project aan de orde kwamen, waren gericht op het ontwikkelen en valideren van nieuwe (veelal eenvoudiger en goedkoper) methoden om de emissies van zowel oppervlaktebronnen als die van mechanisch en natuurlijke geventileerde stallen te meten. Uiteindelijk zouden deze methoden ertoe moeten leiden dat met bestaande middelen meer emissiebronnen kunnen worden bemeaten waardoor een groter inzicht zal ontstaan in de spreiding tussen emissiebronnen.

Koeien en Kansen

Binnen Koeien en Kansen was de centrale doelstelling om aan te tonen of het in de praktijk mogelijk is om versneld, maar tegen acceptabele kosten, de MINAS-eindnormen (verliezen aan N en P) te halen. Specifiek had de programmacomponent tot doel om:

- vanuit NH₃-emissieperspectief mee te helpen bij de ontwikkeling en introductie van optimale bedrijfsplannen
- de NH₃-emissie op bedrijfsniveau te volgen (monitoring) bij realisatie van die plannen

2.2 Doelstelling

De *probleemstelling* die in de vorige paragraaf werd geschetst en waarop programma 309 werd gebaseerd, werd als volgt kort verwoord in het Plan van Aanpak: "de lacune tussen onderzoek enerzijds en beleid en praktijk anderzijds op het gebied van gasvormige emissies uit en nutriënten in de veehouderij". Het onderzoek had derhalve als *doelstelling* gedegen informatie beschikbaar te maken voor nadere invulling en sturing van het overheidsbeleid op het gebied van vermindering van gasvormige emissies uit de veehouderij, en op het gebied van het beter beheersbaar maken van nutriëntenstromen.

In algemene termen dient het onderzoek kennis en oplossingen aan te leveren die kunnen worden geïmplementeerd in beleid en landbouwpraktijk. Concreet betekent dit dat de beoogde resultaten per onderzoeksproject als volgt zijn geformuleerd:

Projecttitel	Beoogd resultaat
Stalmeetploeg mechanische ventilatie	jaarlijkse meting en rapportage NH ₃ -emissie van 5 stalsystemen (addit. geur en broeikasgassen en soms mestsamenvatting) t.b.v. opname van de emissiefactoren in wettelijke kaders ^{*1}
Stalmeetploeg natuurlijke ventilatie	jaarlijkse meting en rapportage NH ₃ -emissie van 1 stalstelsel (addit. geur en broeikasgassen en soms mestsamenvatting) t.b.v. opname van de emissiefactoren in wettelijke kaders ^{*1}
Broeikasgassen	data verzamelen over de emissie van broeikasgassen bij NH ₃ -arme stalstelsels om win-win c.q. afwentelingssituaties in beeld te krijgen
Geurproject: Pythia	meting en rapportage van de geuremissies van conventionele en emissiearme huisvestingsstelsels, ter invulling van geurbeleid
On-line meten mest	rapportage over de mogelijkheden om on-line mest te meten, alsmede methoden voor praktische toepassing
Mesttoediening	rapportage over de mogelijkheden tot emissiearme mesttoediening, met als doel een verbeterde toepassing in de praktijk en het verkennen van mogelijke verklaringen van het NH ₃ -gat
N-balansen	verkenning van mogelijkheden om N-balans op stalniveau in kaart te brengen, om inzicht te krijgen in de totale gasvormige N-verliezen op stalniveau
Meetstrategieën	ontwikkeling van nieuwe meetmethoden en -strategieën, teneinde met minder inspanning (personeel, financieel) emissies vast te stellen met acceptabele nauwkeurigheid
Koeien en Kansen	vanuit NH ₃ -emissies vormgegeven bedrijfsplannen en trends in de NH ₃ -emissie op bedrijfsniveau bij het uitvoeren ervan

^{*1} Indirect leveren deze activiteiten ook een bijdrage aan de implementatie van emissiearme systemen in de praktijk.

De doelgroep van het programma wordt voornamelijk gevormd door de rijksoverheid, met name de Ministeries van LNV - inclusief het Expertisecentrum (voorheen: IKC) - en VROM, maar daarnaast wordt ook aandacht besteed aan de betekenis van de uitkomsten van het onderzoek voor veehouders, landbouwvoorlichting, onderwijs, en het landbouwbedrijfsleven (stalbouwers en -inrichters, machinefabrikanten).

2.3 Resultaten

In dit deel worden de resultaten van 4 jaar onderzoek binnen het programma beschreven. Dit zal zoveel mogelijk integraal gebeuren om de onderlinge samenhang van de projecten aan te geven en daarmee de centrale programmadoelstelling te adresseren. Naast een overzicht van de geplande en gerealiseerde resultaten (§ 2.3.3) zal aandacht worden besteed aan het maatschappelijk en het wetenschappelijk belang van de resultaten (§2.3.1 en §2.3.2), aan de inspanningen die zijn geleverd op het gebied van de kennisoverdracht (§2.3.4) en aan de concrete toepassing van resultaten in het beleid (§2.3.5).

2.3.1 De projectresultaten en hun maatschappelijk belang

De maatschappelijke component van het uitgevoerde onderzoek en de daaruit voortgekomen resultaten worden gediend door het feit dat agrarische ondernemers en het landbouwbedrijfsleven worden bijgestaan bij de ontwikkeling en de introductie van emissiearme systemen voor huisvesting van landbouwhuisdieren en mesttoediening. In dit verband was het voor de agrarische ondernemers van belang om te laten zien dat in het kader van de ammoniak- en stankwetgeving (Groen Label, emissiearme mesttoediening, geurhinder) daadwerkelijk invulling wordt gegeven aan de doelstellingen die op het gebied van verzuring en hinder door de overheid zijn geformuleerd. Hoewel binnen het programma geen 'meting' is gedaan naar de mate van introductie van emissiearme technieken (en de manier waarop ze worden gebruikt), kan worden gesteld dat het onderzoek in ieder geval heeft geleid tot een grote keuzemogelijkheid voor de agrarische ondernemer voor het opzetten van een emissiearm systeem. Hiermee is voldaan aan een belangrijke doelstelling binnen het programma. Daarnaast is de kennis die door de stalmeetploeg is verzameld, aangevuld met andere relevante informatie (o.a. regelingen, protocollen) voor een breed publiek toegankelijk gemaakt via de website www.stalemissies.nl.

Tijdens de uitvoering van het programma bleek de reductie van de NH₃-emissie via de veevoeding in de melkveehouderij een belangrijk thema te worden. Daarop is in een compacte, maar breed gedragen actie, een rapportage opgesteld over de jaarrond-emissie uit melkveestallen als functie van voeding, vloersysteem en beweidingssysteem. De uitkomsten zijn gebruikt in de discussies tussen beleidsmakers en boerenorganisaties in het kader van de AMvB Huisvesting.

Met name het onderzoek binnen Koeien en Kansen heeft aangetoond dat door slimme combinaties van maatregelen (o.a. management, voeding, bemesting) lage NH_3 -emissies mogelijk zijn. Deze resultaten, in combinatie met de overige bevindingen vanuit het project (o.a. melkvee houden binnen strenge verliesnormen) dragen bij aan vergroting van het maatschappelijk draagvlak voor de moderne melkveehouderij.

Bij de aanvang van het programma waren de verwachtingen rond het onderzoek naar emissiearme mesttoediening (accenten op verificatie in de praktijk, kritische succesfactoren en het eerder beschreven NH_3 -gat) hooggespannen. De resultaten van het onderzoek zijn echter zodanig, dat nog niet gesproken kan worden van een doorbraak in termen van maatschappelijke relevantie (m.n. verklaring NH_3 -gat), waarmee niet wordt gezegd dat de wetenschappelijke en beleidsmatige vragen van het onderzoek niet voldoende zijn beantwoord. De complexiteit van de problematiek en het grotendeels ontbreken van een adequate wijze van meten en monitoren in de praktijk zijn hieraan vooral debet geweest. Wel heeft het onderzoek de perspectieven op een succesvolle aanpak in de toekomst vergroot en is een belangrijke bijdrage geleverd aan de discussie van voorjaarstoediening van dierlijke mest bij verbouwing van graan. Verder zijn uitgangspunten voor berekeningen in het kader van de jaarlijkse Milieubalans en Milieuverkenningen opgesteld.

Het onderzoek naar nieuwe methoden met mestbemonstering en -analyse voor de praktijk is gedurende de looptijd van het programma versneld afgebouwd. Belangrijkste reden hiervoor was dat de begeleidingscommissie onvoldoende voortgang zag om een praktijktoepassing binnen afzienbare tijd te mogen verwachten. Het betreffende onderzoek heeft derhalve geresulteerd in een aantal uitgewerkte technische concepten op experimenteel niveau en laboratoriumschaal.

Wat betreft de geurproblematiek en het onderzoek binnen het Pythia-project kan worden gesteld dat de resultaten van het onderzoek en de discussies hierover in de begeleidingscommissie hebben geleid tot een nieuwe kijk op de benodigde regelgeving voor de regulering van geurhinder. Op grond van de geconstateerde variatie tussen bedrijven (en dus ook binnen (Groen Label) systemen), werd geconcludeerd dat voor een realistische regelgeving voor geur, het zeer gedetailleerde onderscheid zoals dat wordt gemaakt in de Regeling Ammoniak en Veehouderij (RAV) niet zinvol is. In plaats daarvan wordt gedacht aan een clustering van systemen die statistisch niet van elkaar te onderscheiden zijn, en het toekennen van een zelfde geur-emissiefactor voor de gehele cluster. Een eerste versie van deze aanpak wordt op dit moment uitgewerkt voor de binnenkort te verschijnen Stankwet.

2.3.2 De projectresultaten en hun wetenschappelijk belang

Een aanzienlijk deel van het onderzoek is gepubliceerd in wetenschappelijke tijdschriften en gepresenteerd op wetenschappelijke congressen. Dit geldt met name op het gebied van

het NH₃-proces- en modelonderzoek, alsmede voor het onderzoek naar emissiearme mesttoediening. Ook het onderzoek naar de invloed van veevoeding op de NH₃-emissie is gepubliceerd in peer-reviewed tijdschriften. Gesteld kan worden dat, onder impuls van het onderzoekprogramma, een belangrijke bijdrage is geleverd aan de kennis op het gebied van NH₃-emissies (m.n. binnen de rundveehouderij) en de mogelijkheden tot vermindering ervan. Dit valt af te leiden uit de rol die de onderzoekers spelen in het internationaal kader, o.a. bij het reviewen van manuscripten, uitnodigingen tot 'invited-papers' en als 'invited speaker' en de reacties op gepubliceerd materiaal.

Ook op het gebied van geuremissies (enkele papers op congressen), broeikasgassen (één wetenschappelijk artikel, enkele congrespapers en overige publicaties) en meetmethoden (één congrespaper) is bijgedragen aan vergroting van de wetenschappelijke kennis, zij het in mindere mate dan op het gebied van NH₃-emissies. Voor de geuremissies heeft dat vooral te maken met het latere moment van uitvoering van het grootste deel van het onderzoek; op het gebied van de ontwikkeling van meetmethoden heeft het deels ontbroken aan personele capaciteit. Over de wetenschappelijke relevantie van het geuronderzoek kan worden opgemerkt dat zeer veel kennis is verzameld over de niveaus van geuremissie van verschillende stalsystemen, alsmede over de relatie tussen geuremissies en verklarende c.q. samenhangende variabelen. Daarmee is een zeer aanzienlijke bijdrage geleverd aan het inzicht in de complexe problematiek van geur op stalniveau.

Het onderzoek naar emissiearme mesttoediening in de praktijk heeft met name een belangrijke wetenschappelijke impact gehad. Zo werd een zeer aanzienlijke bijdrage geleverd aan een Europese database met gegevens (emissiecijfers, economische data, technische data) op het gebied van milieuvriendelijk toedienen van mest. Daarbij bleek Nederland over zeer waardevolle informatie (o.a. emissiemodel voor mesttoediening op grasland en op bouwland, inclusief werkorganisatie) te beschikken rond invloedsfactoren (mestgift, gewashoogte, mestsoort, toedieningstechniek, weer, grondsoort).

2.3.3 Planning en realisatie: inhoudelijk

Inhoudelijk is de planning de afgelopen 4 jaar grotendeels gerealiseerd. Met name het meettempo van de stalmeetploeg (mechanisch en natuurlijk geventileerde stallen) was conform de planning, hoewel de afrondende rapportage van enkele meetrapporten iets was vertraagd (oplevering 1e kwartaal 2003). Met name door de ondersteuning van de metingen vanuit het gespecialiseerde luchtlaboratorium konden de metingen veelal probleemloos worden uitgevoerd en werden storingen snel verholpen. Alleen tijdens de uitbraak van MKZ in 2001 is vertraging opgelopen, zij het in beperkte mate. Door een binnen het programma deels ontwikkeld en strikt toegepast hygiëneprotocol konden de metingen daarna zonder problemen worden voortgezet. Uit voorzorg werden een aantal meetunits

voorzien van data-uitlezing 'op afstand', zodat het aantal bedrijfsbezoeken tot een minimum kon worden beperkt.

Het onderzoek naar de emissie van broeikasgassen (varkens- en pluimveestallen vanuit het programma; rundveestallen vanuit ROB-Agro) hield gelijke tred met de meetploegactiviteiten. Derhalve werd de oorspronkelijke planning rond dit thema gerealiseerd.

De MKZ-crisis heeft met name het onderzoek op de Koeien en Kansen-bedrijven (stalemissies en veldemissies) vertraagd. In samenspraak met de begeleidingscommissie werd besloten om meer aandacht te besteden aan de data-analyse en (wetenschappelijke) rapportage, met name voor het veldemissie-onderzoek. De complexe problematiek van emissiearme mesttoediening in de praktijk (de veelheid aan invloedsfactoren, het deels ontbreken van een goede meetmethode) heeft geleid tot een meer wetenschappelijke aanpak van het onderzoek, waarbij in mindere mate praktijk- en praktisch onderzoek is uitgevoerd.

Het geuronderzoek, deels vanuit het programma en deels additioneel gefinancierd, is zo goed als volgens planning uitgevoerd, met dien verstande dat, in samenspraak met de begeleidingscommissie, tussentijds tweemaal een aanpassing van de onderzoeksstrategie heeft plaatsgevonden. Daarnaast zal de afrondende rapportage op korte termijn gereed zijn. Tussentijds zijn de nodige resultaten met de opdrachtgevers gecommuniceerd; ze worden grotendeels ook al gebruikt, met name in de voor bereiding van de nieuwe Stankwet.

Het onderzoek naar het on-line meten van mestsamenstelling werd, om reeds genoemde redenen, eerder dan gepland beëindigd en is volgens afspraak afrondend gerapporteerd.

Overige, veelal kleinere projecten (m.n. vanuit de vrije ruimte), werden steeds volgens planning uitgevoerd en afgerond. Een uitzondering is de deskstudie naar methoden om gasvormige N-verliezen uit strooiselstallen te meten. De deskstudie is als zodanig nog niet afgerond, hoewel de nodige kennis en informatie reeds is verzameld.

Tenslotte werden de voorgenomen activiteiten rond meetmethoden en –strategieën inhoudelijk uitgevoerd. Dit heeft geresulteerd in een aantal publicaties (o.a. een geactualiseerde overzichtspublicatie rond meetmethoden en –strategieën voor NH₃-emissies). De beoogde vertaling van deze kennis in concrete nieuwe, c.q. geoptimaliseerde protocollen en meetsystemen is echter nog niet geheel afgerond. Hiervoor zijn voorzieningen getroffen binnen Programma 415.

2.3.4 Kennisoverdracht

Bij de aanvang van het programma – in 1999 – is geen concreet communicatieplan opgesteld. Pas vanaf 2000 is aangegeven op welke wijze de communicatie en kennisoverdracht vorm en inhoud zouden krijgen. In algemene zin kan worden geconcludeerd dat vooral op ad-hoc basis, via nauwe samenspraak met de begeleidingscommissie in het algemeen en de voorzitter en secretaris in het bijzonder, toegewerkt is naar een zo optimaal mogelijke wijze van kennisoverdracht. Daarbij werd vooral uitgegaan van de afzonderlijke projecten en in mindere mate van een aanpak op programmaniveau.

Naast het leveren van relevantie informatie aan beleidsmakers, iets dat explicieter aan bod komt in de volgende paragraaf, bestaat deze kennisoverdracht vaak uit het organiseren van platforms waar de uitwisseling van kennis centraal staat. Zo zijn bijvoorbeeld in 2001 twee bijeenkomsten georganiseerd waar betrokken partijen en andere belangstellenden van gedachten konden wisselen over de geurproblematiek op het platteland. Allereerst een themamiddag over de geurproblematiek in de veehouderijsector, gehouden in het WICC in Wageningen. Op deze middag waren zo'n 50 personen aanwezig van diverse instituten (IMAG, Alterra, Universiteit), maar ook van provincies en ministeries. Er waren 4 voordrachten en een afsluitende discussie. De andere bijeenkomst was een dagvullend symposium over de geurproblematiek op het platteland in congrescentrum de Reehorst in Ede. Op deze dag waren zo'n 160 personen aanwezig van diverse instituten, adviesbureaus, landbouworganisaties, agrarisch bedrijfsleven (stallenbouwers e.d.), gemeentes, ministeries, en een enkele boer. De ochtend was plenair met voordrachten door ministerie VROM, Theo Meijer als Tweede Kamerlid, en LTO. De middag kende twee parallelle sessies waarbij 1 een beleidsgerichte invulling had en de andere een meer technisch-inhoudelijke invulling. Tijdens deze tweede bijeenkomst was voor iedere deelnemer ook een congresmap beschikbaar met daarin het programma, achtergrond materiaal en een IMAG geurkalender voor 2002.

Het platform voor kennisuitwisseling binnen het project Koeien en Kansen kent diverse vormen. De belangrijkste daarvan zijn een maandbrief, een nieuwsbrief en een jaarlijks gehouden tweedaagse bijeenkomst van betrokken boeren en onderzoekers. De maandbrief en de nieuwsbrief geven een regelmatig overzicht van de stand van zaken van het project en alles wat daar direct mee te maken heeft. Meestal wordt per brief ook uitgebreider aandacht besteed aan een specifiek aspect van het onderzoek. De nieuwsbrief wordt ook gepubliceerd op de website van het project (<http://www.koeienenkansen.nl>). De jaarlijkse tweedaagse bijeenkomst heeft tot doel om de betrokken boeren en onderzoekers intensief met elkaar in contact te brengen en zodoende de discussie en kennisuitwisseling te stimuleren. Het programma van dergelijke bijeenkomsten bestaat doorgaans uit voordrachten, posters, discussies, en bedrijfsbezoeken.

Dat het binnen het Koeien en Kansen platform niet blijft bij kennis die alleen uit dit project voortkomt blijkt wel uit het feit dat een van de bulletins van Koeien en Kansen gewijd is aan de uitkomsten van het project over mesttoediening (51.408). Hiermee wordt dus ook kennis en informatie uit dit mesttoedieningsonderzoek beschikbaar gemaakt voor de boeren die participeren in Koeien en Kansen (en via die weg hopelijk ook breder). Het mesttoedieningsproject levert ook een bijdrage aan het inzichtelijk maken van de totale bedrijfsemissie op het proefbedrijf 'De Marke' en van enkele bedrijven binnen Koeien en Kansen. Tenslotte is binnen het mesttoedieningsonderzoek deelgenomen aan een internationale (ALFAM)-workshop in Brussel in september 2001. Aan deze workshop namen, naast de participanten van het project, beleidsvertegenwoordigers van de lidstaten (o.a. LNV en EC-LNV) en EU- vertegenwoordigers uit Brussel deel. Hierbij bleek dat de er internationale consensus groeit over de wijze waarop mesttoediening kan bijdragen aan een verlaging van de ammoniakemissie, alsmede over de emissie(-reductie) van verschillende nieuwe toedieningstechnieken.

Een derde project waarbij het organiseren van een platform ter stimulering van de kennisuitwisseling een belangrijke rol heeft gespeeld is het Meetmethoden en Meetstrategieën project. In het voorjaar van 2002 werd een workshop georganiseerd waarin twee IMAG sprekers voordrachten hielden over meetmethoden en -strategieën. De daarop volgende gedachtewisselingen hadden (mede) tot doel om te voorkomen dat IMAG methoden en strategieën zou ontwikkelen die zouden vallen buiten de kaders van het maatschappelijke speelveld.

Naast het organiseren van bovengenoemde platforms is er ook sprake geweest van kennisoverdracht die meer het karakter draagt van 'kennis beschikbaar stellen'. Een duidelijk voorbeeld daarvan is de website over stalemissies (<http://www.stalemissies.nl>) die is opgezet om informatie te bieden over de uitkomsten van emissiemetingen welke aan diverse stalsystemen zijn gedaan in het kader van de activiteiten van de stalmeetploeg (en deels ook het Pythia geuronderzoek).

In het kader van de kennisoverdracht werd ook regelmatig een bijdrage geleverd aan open dagen van bedrijven die een nieuw of vernieuwd systeem presenteerden, en waar IMAG metingen uitvoert om emissiekenmerken vast te stellen. Een goed voorbeeld van dit soort activiteiten was de stalmeetploeg die de afgelopen jaren op diverse open dagen met informatie, posters en flyers over metingen aanwezig is geweest.

Binnen het broeikasgassen project vond de kennisoverdracht voornamelijk plaats in de vorm van bijdragen aan platforms georganiseerd door andere organisaties. Voorbeelden hiervan zijn de NOVEM ROB workshops van 2001, de NOVEM discussie over omissies in het ROB onderzoek 2002, de SENSE global change, Cool conference 2001, de workshop EU ECCP Working Group 7 (Agriculture) 2002, en de workshop Non-CO₂-

greenhouse-gas-network meeting 2002. Vastgesteld kan worden dat de binnen het programma opgedane kennis rond broeikasgasemissies een brede, internationale belangstelling kent. In dit verband is de programmaleider in 2001 toegetreden door het bestuur van CCB (Climate Change and Biosphere) van Wageningen UR. Het CCB is een voorportaal naar een brede nationale en internationale gemeenschap van onderzoekers op het gebied van klimaatsverandering. Deelname heeft o.a. geleid tot een project "Ruimte voor Klimaat; Klimaat voor Ruimte", dat momenteel in ICES-KIS-kaders wordt beoordeeld.

2.3.5 Gebruik van kennisproducten in beleid

De resultaten van de stalmeetploeg zijn door het beleid gebruikt bij het opstellen en invullen van de regeling rond GroenLabel-stallen, de Uitvoeringsrichtlijn Ammoniak en Veehouderij (UAV; thans Handreiking Regeling Ammoniak en Veehouderij (RAV) geheten) en de AMvB Huisvesting. Verslagen van de meetploeg werden daartoe door een Werkgroep Emissiefactoren vertaald in bij de stalsystemen behorende emissiefactoren (kg NH₃ per dier of dierplaats per jaar).

Het geuremissie-onderzoek heeft bijgedragen aan een verdere vormgeving van het geurbeleid. Zo werd duidelijk dat er geen eenduidige relatie is tussen NH₃- en geuremissiereductie voor de meeste stalsystemen, in tegenstelling tot een tot die tijd aangenomen vaste verhouding. Ook werd duidelijk dat het moeilijk is om éénduidige geuremissiefactoren te koppelen aan stalsystemen. Daarom werden in samenspraak met het beleid suggesties uitgewerkt voor een categorisering van vergelijkbare typen systemen en die per categorie te voorzien van een geuremissie-factor.

Het onderzoek naar veldemissies is voor het beleid relevant gebleken doordat de binnen het programma ontwikkelde kennis (o.a. emissie- en werkorganisatiemodel bouwland) kon worden gebruikt voor het opstellen van adviezen die zijn uitgebracht voor verfijning van de regelgeving op het gebied van mesttoediening op bouwland. De resultaten hebben met name geleid tot een heroverweging van mesttoediening in twee werkgangen.

Gegevens over broeikasgasemissies en de resultaten van het onderzoek naar het on-line meten van mestsamenstelling zijn door het beleid (tot nu toe) niet gebruikt. Dit heeft vooral te maken met het niet aanwezig zijn van een direct beleidsmatig kader (broeikasgassen) c.q. met het ontbreken van perspectieven (on-line meten mestsamenstelling).

Voor VROM en LNV is in het voorjaar van 2002 een rapport geschreven waarin de mogelijkheden van voedingsmaatregelen ter beperking van de ammoniakemissie uit de melkveehouderij zijn beschreven. Bij de behandeling van de wet ammoniakemissie en

veehouderij in het voorjaar van 2002 is door een ruime meerderheid van de Tweede Kamer middels een motie voor de melkveehouderijsector het groene licht gegeven om binnen een jaar het voerspoor uit te werken. Recentelijk zijn de stalemissiefactoren voor melkvee herzien door VROM (2002). Op basis van het hier gerapporteerde onderzoek zijn de stalemissiefactoren van melkvee met circa 10% verminderd omdat het melkureumgehalte in Nederland in 2001 gemiddeld circa 5 eenheden lager was dan in 1998.

Ook in indirecte zin zijn de resultaten van onderzoek dat binnen Programma 309 is uitgevoerd gebruikt in het beleid. In samenwerking met andere onderzoekprogramma's, met name 315/385 (Milieuplanbureau-functie) en 317/398 (Nutriëntenonderzoek), zijn gegevens over emissies van ammoniak (vervluchtigingspercentages, informatie over stalsystemen en toedieningstechnieken) en broeikasgassen gebruikt voor beleidsstudies. Te noemen zijn: Milieubalans/Milieuverkenningen (achterliggende documenten), scenario-studies en andersoortige modelberekeningen op nationale schaal. Voor de komende jaren is een verdergaande integratie voorzien van emissieonderzoek enerzijds, en model- en scenariostudies anderzijds.

2.4 Organisatie en samenwerking

Qua organisatie was het programma betrekkelijk eenvoudig, aangezien IMAG de enige uitvoerder was. Dat maakte de lijnen voor aansturing vanuit de begeleidingscommissie naar de programmaleiding en vanuit de programmaleiding naar de uitvoerders (projectleiders) kort.

De begeleidingscommissie van het programma wist zich bijgestaan door een aparte, onderliggende organisatiestructuur van de meetploegactiviteiten. Daarvoor was een aparte begeleidingscommissie ingesteld (Begeleidingscommissie Stalmeetploeg), die een selectie maakte van de vanuit externe kaders (bedrijfsleven, praktijk) ingediende meetaanvragen. Via IKC-Landbouw (later: EC-LNV) werden prioriteiten afgestemd met LNV. De resultaten van emissiemetingen werden door de Werkgroep Emissiefactoren (later alleen door EC-LNV) vertaald naar emissiecijfers voor de regelgeving (i.c. UAV/RAV).

Het geuronderzoek werd op projectniveau begeleid door beleidsmedewerkers vanuit VROM en LNV (ook EC-LNV). Daarbij werd gedurende de uitvoering van het onderzoek intensief gecommuniceerd met de opdrachtgevers.

Op programmaniveau werd, door personele unies (programmaleider maakt deel uit van programmateams van o.a. Programma 315/385 en Programma 317/398), gezorgd voor een optimale samenwerking met collega-onderzoekers. Afspraken werden gemaakt over samenwerkingsprojecten c.q. over de doorstroom van kennis (bijv. parameters zoals een vervluchtigingspercentage) voor model- en scenariostudies.

Voor het uitvoeren van metingen werd veelvuldig samengewerkt met agrarische ondernemers, landbouwbedrijfsleven en boerenorganisaties, aangezien het onderzoek in de praktijk werd uitgevoerd. Met name het hygiëneprotocol, dat tijdens de MKZ-crisis tot stand kwam, zorgde voor een samenwerking met minimale risico's en maximaal onderling vertrouwen.

Tenslotte werd op projectniveau, bijv. bij het onderzoek naar de jaarrond-emissie van melkveestallen en bij het onderzoek naar meetmethoden en -strategieën, nauw samengewerkt met kennispartners (PV, CLM, ECN, TNO-MEP) en opdrachtgevers om te komen tot een optimaal toepasbaar resultaat.

Onderstaand is – op hoofdlijnen – aangegeven hoe de kennisoverdracht en de samenwerking binnen het programma waren georganiseerd, voor de belangrijkste projecten.

Project/activiteit	Output naar	Input van	Samenwerking met
<i>Meetploeg mechanisch/natuurlijk geventileerde stallen</i>	Werkgroep Emissiefactoren Begeleidings-commissie stalmeetploeg P315/385 e.d.	Werkgroep Emissiefactoren	Veehouders IKC-Landbouw (EC- LNV) Praktijkonderzoek Bedrijfsleven Collega-onderzoekers
<i>Geuronderzoek</i>	Beleidsdirecties VROM en LNV Werkgroep VIAS	Werkgroep Emissiefactoren Beleidsdirecties VROM en LNV Werkgroep VIAS	Veehouders IKC-Landbouw (EC- LNV) Praktijkonderzoek
<i>Verificatie-onderzoek, STOP en meetmethoden</i>	Beleidsdirecties VROM en LNV RIVM, LEI P315/385 en 317/398 EU	Beleidsdirecties VROM en LNV Gemeenten EU-partners	Veehouders TNO-MEP, ECN, Wageningen UR e.a. EU-partners
<i>Broeikasgassen</i>	Beleidsdirecties VROM en LNV RIVM IPCC-kaders Novem	RIVM, Novem	Veehouders Bedrijfsleven
<i>On-line meten mestsamenstelling</i>	beleidsdirecties LNV bedrijfsleven EU	Beleidsdirecties LNV Bedrijfsleven EU-partners	Bedrijfsleven RIKILT, CPRO EU-partners

Gedurende de looptijd van het programma werd éénmaal een klanttevredenheidsmeting uitgevoerd onder de leden van de begeleidingscommissie. Aangezien daarop maar 1, overwegend positieve, reactie kwam, kunnen aan dit resultaat geen conclusies worden verbonden. Geadviseerd wordt om hieraan in het vervolg meer en breder aandacht te besteden.

2.5 Conclusie en perspectief

Doelstelling

Na 4 jaar onderzoek kan worden geconcludeerd dat de doelstelling van het programma is gerealiseerd: er is een substantiële basis gelegd onder het beleid op het gebied van

gasvormige emissies (ammoniak, geur). De UAV/RAV (huisvestingssystemen) is zo goed als gecompleteerd en ook op de gebieden van emissiearme mesttoediening, veevoedingsmaatregelen en geur zijn belangrijke bijdragen geleverd.

Er is echter nog het nodige te doen. Het perspectief voor een vervolg op Programma 309 is geschetst door een Kerngroep die zich heeft gebogen over een visie op het emissieonderzoek. De conclusies van die studie zijn gebruikt voor formulering van Programma 415, dat in 2003 is gestart. Enkele belangrijke punten daaruit zijn:

- toenemende aandacht voor management als emissiebeperkende 'maatregel'
- aandacht voor de menselijke component bij toekomstig beleid ('acceptatie', 'prikkel', 'belemmeringen') en oplossingen (bèta/gamma-interactie)
- vereenvoudiging van meetsystemen en ontwikkeling van monitoring
- intensivering van communicatie met belanghebbenden (stakeholders)

Producten

Ten aanzien van de beoogde producten kan worden geconcludeerd dat deze nagenoeg volgens planning zijn gerealiseerd. Gedurende de looptijd van het programma zijn, met name vanuit de vrije ruimte en door additionele financiering, een groot aantal specifieke studies en rapportages opgeleverd, die een duidelijke verrijking hebben betekend ten opzichte van de geplande output.

Het perspectief op dit vlak is dat het beleid minder behoefte krijgt aan specifieke rapportages per stalsysteem (of meer in het algemeen: afzonderlijke maatregel). Momenteel wordt, in het kader van Programma 415, gewerkt aan een verdere omschrijving van gewenste nieuwe producten.

Organisatie en samenwerking

Geconcludeerd kan worden dat Programma 309 een centrale rol is gaan spelen in het geheel van het milieuonderzoek. Ondanks dat het programma een IMAG-programma was, is gedurende de looptijd een toenemende mate van samenwerking gezocht met andere relevante programma's, zowel binnen als buiten WUR (o.a. VROM, ECN, ROB/Novem, EU).

De begeleidingscommissie van Programma 309 heeft steeds tweemaal per jaar vergaderd, volgens planning en afspraak. De opkomst was over het algemeen goed, hoewel een aantal (3-4) BC-leden niet of minder frequent de vergaderingen heeft bezocht. Derhalve was er sprake van een kern-BC, bestaande uit vertegenwoordigers van LNV, VROM, EC-LNV, landbouwbedrijfsleven en GLTO. Dit heeft over het algemeen zeer goed gefunctioneerd.

Financiële zaken

Belangrijkste conclusie is dat de geplande inspanningen per jaar steeds nagenoeg geheel werden gerealiseerd. Ook over de periode van 4 jaar is dit het geval geweest. De vrije ruimte werd steeds tijdig en aan het einde van elk jaar volledig ingevuld en benut, in nauw overleg met – met name – de voorzitter en de secretaris van de Begeleidingscommissie. Gedurende de looptijd van het programma werden een toenemend aantal projecten ge-co-financierd, terwijl ook additionele projecten (o.a. geur) aan het programma werden toegevoegd. Dit maakt dat de omvang van het programma toenam en dat het geheel aan onderzoeksactiviteiten een groter domein en bereik had dan oorspronkelijk was gepland, hetgeen ontegenzeggelijk heeft geleid tot een breder belang en draagvlak van onderzoek en resultaten.

3 Financiële rapportage over de gehele looptijd van het programma

Tabel IIIa. Overzicht projecten gedurende de looptijd van het programma.

Projecttitel	Projectnr.	Projectleider + instituut	Start- en eind
REGULIERE PROJECTEN:			
Meetploeg mechanisch geventileerde stallen	53.307	P.W.G. Groot Koerkamp (later: G. Mol) – IMAG	1999-2002
Meetploeg natuurlijk geventileerde stallen	53.011	P.W.G. Groot Koerkamp (later: G. Mol) – IMAG	1999-2002
Afronding inhaal geur	53.005	N.W.M. Ogink – IMAG	1999
Ondersteuning luchtlaboratorium	53.308	P.W.G. Groot Koerkamp (later: G. Mol) – IMAG	1999 (vanaf 2000 onder meetploegen)
Verificatie mesttoediening	51.408	J.F.M. Huijsmans – IMAG	1999-2002
Emissie broeikasgassen	53.026	C.M. Groenestein (later: M.A. Hilhorst) – IMAG	1999-2002
On-line meten mestsamenvatting	53.410	D.A.J. Starmans - IMAG	1999-2000
N-balansen op stalniveau	53.021	C.M. Groenestein - IMAG	2001-2002
Stalmissiemetingen binnen Koeien en Kansen	53.022	G.J. Monteny - IMAG	2000 (vanaf 2001 als regulier project)
Meetmethoden en meetstrategieën	53.020	P.W.G. Groot Koerkamp - IMAG	2000 (vanaf 2001 als regulier project)
PROJECTEN IN DE VRIJE RUIMTE:			
Afronding Stikstof Onderzoek Programma STOP	53.711	G.J. Monteny - IMAG	1999
Geuronderzoek biggenopfok – herhalingsmetingen	Binnen 53.307		1999
EU-project ALFAM	miv. 2001 binnen 51.408		1999-2002
Beoordelingsprotocol tbv Cie van Deskundigen	53.243	P.W.G. Groot Koerkamp - IMAG	1999
Simulatie emissie bouwland bij onderwerken	51.409	J.F.M. Huijsmans - IMAG	1999
Zomer-emissiefactor melkvee op sleufvloer	53.337	G.J. Monteny - IMAG	1999
Raamplan Geurreductie	53.027	N.W.M. Ogink - IMAG	2000
EU-demoproject varkenshouderij	53.309	A.J.A. Aarnink	2001-2002
CH ₄ -emissie mestop- en -overslag	53.341	M.A. Hilhorst	2001-2002
EU-project MIDAIR	53.342	M.A. Hilhorst	2001
Werkgroep Meetmethoden	53.344	C.E. van 't Klooster	2001
Biologisch luchtfilter	53.345	M.A. Hilhorst/ R. Melse	2001
Fotokatalytisch luchtfilter	53.346	M.A. Hilhorst/R. Melse	2001
Voermaatregelen in de veehouderij	53.347	G.J. Monteny (later: M.C.J. Smits)	2001
Kerngroep Visie op het emissie-onderzoek	53.349	G.J. Monteny (later: N.W.M. Ogink)	2001-2002
Additionele programmacoördinatie ivm MKZ	Zie 53.241	G.J. Monteny	2001
Geuronderzoek Pythia	53.017	N.W.M. Ogink	2001-2002
CH ₄ -emissies mestopslag De Marke	53.029	M.A. Hilhorst	2002-2002
N-management via veevoeding	53.031	M.C.J. Smits	2002
Voersamenstelling en geuremissie	53.350	N.W.M. Ogink	2002
Kleine opdrachten Alterra en LEI	nvt	nvt	2002
Programmacoördinatie	53.241	G.J. Monteny - IMAG	1999-2002

Tabel IIIb: Gerealiseerde DLO-inzet vanuit LNV-programmagelden gedurende de gehele duur van het programma (* 1000 Euro).

Projecttitel – verkort	1999	2000	2001	2002	TOTAAL voor looptijd
REGULIER:					
Meetploeg mechanisch	310	539	687	408	1944
Meetploeg natuurlijk	140	184	138	120	582
Afronding inhaal geur	35				35
Ondersteuning luchtlaboratorium	184				184
Verificatie mesttoediening	138	183	93	145	559
Emissie broeikasgassen	76	125	62	87	350
On-line meten meststamstelling	130	52			182
N-balans stallen			55	16	71
Meetmethoden		Vrije ruimte; Onder meetploeg	74	185	259
Koeien en Kansen		34 (vrije ruimte)	48 (vrije ruimte)	71 (regulier)	153
VRIJE RUIMTE:					
Afronding STOP	84				84
Geur biggen	Onder meetploeg				
EU-ALFAM	8	14	Onder Verificatie		22
Protocol NH ₃	5				5
Bouwlandsimulatie	7				7
Zomer-emissie	12				12
Raamplan geur		25			25
EU-demo varkens			11	14	25
CH ₄ mestopslag			24	28	52
EU-MIDAIR			34		34
Wg Meetmethoden			29		29
Biol. Luchtfiler			4		4
Fotokat. Filter			1		1
Voermaatregelen			3		3
Kerngroep Visie			(44 k ² doorschuif)	44 + 60 = 104	104
Pythia					0
CH ₄ De Marke					0
N-management voeding					0
Voersamenstelling en geur				43	43
Rekeningen Alterra en LEI				3	3
Coördinatie	31	40	35	68	174
TOTAAL	1160	1196	1298 (excl. Doorschuif)	1248 + 44 = 1292	4946
BESCHIKBAAR	1245 ^{*)}	1192	1235	1250	4922

^{*)}: bestemming verschil niet te achterhalen; waarschijnlijk doorgeschoven.

Tabel IIIC. Overzicht verworven co-financiering gedurende de looptijd van het programma.

Projecttitel – verkort	1999	2000	2001	2002	TOTAAL voor looptijd
Meetploeg mechanisch		15 ^{*4)}	33 ^{*4)}		48
Meetploeg natuurlijk					
Afronding inhaal geur					
Ondersteuning luchtlaboratorium					
Verificatie mesttoediening					
Emissie broeikasgassen					
On-line meten mestsamenstelling	136 ^{*1)}	2 ^{*1)}			138
Afronding STOP	34 ^{*2)}				34
Geur biggen					
EU-ALFAM Protocol					
Bouwlandsimula.	7 ^{*3)}				7
Zomer-emissie					
Raamplan geur					
Meetmethoden					
Raamplan geur			38 ^{*2)}		38
Koeien en Kansen			11 ^{*5)}	22 ^{*5)}	33
Meetmethoden					
EU-demo varkens				18 ^{*7)}	18
CH ₄ mestopslag			54 ^{*6)}	65 ^{*6)}	119
EU-MIDAIR			36 ^{*7)}		36
Wg Meetmethoden			74 ^{*3)}	96 ^{*3)}	170
Biol. Luchtfiler			35 ^{*6)}		35
Fotokat. Filter			11 ^{*6)}		11
Voermaatregelen			24 ^{*3)}	3 ^{*3)}	27
Kerngroep Visie					
Pythia			217 ^{*2)}	208 ^{*2)}	425
CH ₄ De Marke				11 ^{*8)}	11
N-management via voeding				14 ^{*3)}	14
Voersamenstelling en geur				17 ^{*9)}	17
Opdrachten Alterra en LEI					
TOTAAL	177	17	533	454	1181

*1): Eikelkamp en EU; *2): VROM en LNV; *3): LNV; *4): Stalinrichters/bedrijfsleven;

*5): Nitraatgelden LNV, via PV; *6): Novem; *7): EU; *8): Novem-gelden (ROB), via CLM;

*9): VROM

Opmerkingen:

- 1999: bedrag is co-financiering door derden
- 2000: bedrag is co-financiering door derden
- 2001: 353 kEuro additionele (LNV-) projectgelden en 180 kEuro co-financiering door derden (96 kEuro ingezet vanuit programma voor deze projecten)
- 2002: 360 kEuro additionele (LNV-) projectgelden en 94 kEuro co-financiering door derden (46 kEuro ingezet vanuit programma voor deze projecten)

4 Bijlagen

INHOUDSOPGAVE

Reguliere projecten:

- Project 53.307: Meetploeg mechanisch geventileerde stallen
- Project 53.011: Meetploeg natuurlijk geventileerde stallen
- Project 53.022: Stalemissiemetingen in Koeien en Kansen
- Project 53.026: Broeikasgasemissies bij NH₃-emissiearme stalsystemen
- Project 51.408: Verificatie emissiefactoren mesttoediening (incl. EU-project ALFAM 52.408)
- Project 53.021: N-balansen op stalniveau
- Project 53.020: Meetmethoden en –strategieën
- Project 53.241: Programmacoördinatie en –sturing (53.241)

Projecten binnen de vrije ruimte:

- Project 53.309: EU-demoproject Welzijnsvriendelijke Varkenshouderij (co-financiering)
- Project 53.341: Inventarisatie methaanemissies en –reductie bij mesttransport en mestopslag (co-financiering)
- Project 53.342: EU-project MIDAIR – methaanemissies melkveehouderij (co-financiering)
- Project 53.344: Werkgroep Meetmethoden en meetstrategieën (co-financiering)
- Project 54.345: Biologisch luchtfilter voor methaan uit stallen en mestopslagen (co-financiering)
- Project 53.346: Foto-katalytisch filter voor methaan (co-financiering)
- Project 53.347: Voermaatregelen in de veehouderij i.r.t. NH₃-regelgeving (co-financiering)
- Project 53.349: Kerngroep Visie op toekomstig emissie-onderzoek

Additioneel gefinancierde projecten, met een inhoudelijke relatie:

- Project 53.017: Pythia geuremissie-onderzoek aan conventionele en NH₃-emissie arme stalsystemen (financiering VROM en LNV)
- Project 53.751: Haalbaarheidsstudie vergisting van mest in bestaande opslag systemen (i.s.m. CLM; financiering Novem)
- Project 53.348: Geurreductie in de veehouderij (financiering LNV)

4.1 Projecten 53.307 en 53.011: Meetploeg mechanisch geventileerde stallen natuurlijk geventileerde stallen

Projectleider: Dr. ir. Gerben Mol

Startdatum: 01-01-1999

Einddatum: 31-12-2002

Inleiding en doelstelling

De emissie van ammoniak (NH_3) als gevolg van agrarische activiteiten zoals het houden van vee en het aanwenden van mest is één van de belangrijke oorzaken van de verzurings- en de vermistingsproblematiek. Sinds de jaren '80 van de vorige eeuw worden daarom pogingen ondernomen om deze emissies terug te dringen. Omdat agrarische activiteiten de belangrijkste bron van NH_3 emissies zijn, wordt ook in de agrarische wereld gezocht naar mogelijkheden om deze emissies te verminderen. In de veehouderij gebeurt dit door de ontwikkeling van NH_3 emissiearme stalsystemen. In vrijwel alle diersectoren wordt aan dergelijke systemen gewerkt. Om de effectiviteit van deze systemen vast te stellen wordt al sinds begin jaren '90 gewerkt aan een serie metingen aan perspectiefrijke emissiearme stalsystemen met als uiteindelijk doel een complete lijst van stalsystemen met een bijbehorende ammoniakemissiewaarde op te stellen. De metingen uitgevoerd in het kader van Programma 309 vormen een voortzetting van de metingen die zijn begonnen begin jaren '90.

Werkwijze

De gevolgde procedure houdt in het kort het volgende in. Bij de Begeleidingscommissie Ammoniakemissiemetingen (onderdeel van EC-LNV) komen aanvragen binnen van ondernemers die graag een emissiewaarde willen laten vaststellen voor een nieuw of gewijzigd veehouderijsysteem. Uit deze aanvragen wordt door de commissie een selectie van perspectiefvolle systemen gemaakt en vervolgens gaat de meetploeg van IMAG aan de slag om geschikte bedrijven met een dergelijk systeem te vinden. Soms wordt een dergelijk bedrijf ook aangedragen door de aanvrager. Wanneer een geschikt bedrijf is gevonden dan wordt volgens een vastgesteld protocol (Beoordelingsrichtlijn, 1996) een meting uitgevoerd in de daarvoor aangegeven perioden in het jaar. In de meeste gevallen betekent dit twee meetronden waarbij aandacht wordt geschonken aan de invloed van de seizoenen. De meting zelf houdt in dat van de te meten stal de volgende centrale parameters worden gemeten: het ventilatiedebiet, de NH_3 -concentratie van de ingaande en uitgaande lucht. Daarnaast worden nog enkele omgevingsparameters gemeten als de temperatuur en relatieve luchtvochtigheid in de stal en buiten. Het ventilatiedebiet bij mechanisch geventileerde stallen wordt met behulp van meetventilatoren bepaald, deze worden na afloop op een windtunnel gekalibreerd. In natuurlijk geventileerde stallen wordt veelal gebruik gemaakt van tracergasmethoden om het debiet vast te stellen. De

ammoniakconcentraties worden met behulp van een NO_x monitor gemeten nadat de NH₃ in een convertor is geoxideerd tot NO_x. De temperatuur en de relatieve luchtvochtigheid worden gemeten met een Rotronic sensor. Voor een deel van de bemeten stalsystemen is ook een geuremissiewaarde vastgesteld.

Resultaten

De resultaten staan samengevat in tabel 4.1.

Publicaties en overige producten

A.G.C. Beurskens, J.M.G. Hol en G. Mol, 2002 - Onderzoek naar de ammoniak- en geuremissie van stallen LIII: Stal voor vleeskalkoenen met frequente strooiselverwijdering. Wageningen, IMAG, Rapport 2002-14, 29 pp. excl. bijlage.

A. Scheer, J.M.G. Hol en G. Mol, 2002 - Onderzoek naar de ammoniak- en geuremissie van stallen LIV: stal voor vleeskuikenouderdieren met continue drogen van mest. Wageningen, IMAG, Rapport 2002-15, 23 pp. excl. bijlage.

A.G.C. Beurskens, J.M.G. Hol en G. Mol, 2002 - Onderzoek naar de ammoniak- en geuremissie van stallen LV: Volièrestal voor leghennen. Wageningen, IMAG, Rapport 2002-16, 28 pp. excl. bijlage.

A. Scheer, J.M.G. Hol en G. Mol, 2002 - Onderzoek naar de ammoniak- en geuremissie van stallen LVI: Scharrelstal voor leghennen met frequente mest- en strooiselverwijdering. Wageningen, IMAG, Rapport 2002-17, 22 pp. excl. bijlage.

Huis in 't Veld, J.W.H., E. Evers en G. Mol, 2002 - Onderzoek naar de ammoniak- en geuremissie van stallen LVII: Natuurlijk geventileerde potstal voor melkgeiten. Wageningen, IMAG, Rapport 2002-18, 19 pp. excl. bijlage.

A. Scheer, J.M.G. Hol en G. Mol, 2002 - Onderzoek naar de ammoniak- en geuremissie van stallen LVIII: Vleeskuikenstal met strooisel/mestdroging door mengventilatoren en vloerverwarming. Wageningen, IMAG, Rapport in voorbereiding

A. Scheer, J.M.G. Hol en G. Mol, 2002 - Onderzoek naar de ammoniak- en geuremissie van stallen LIX: Stal voor voedsters en vleeskonijnen. Wageningen, IMAG, Rapport in voorbereiding

S.G. van den Top, J.M.G. Hol en G. Mol, 2002 - Onderzoek naar de ammoniak- en geuremissie van stallen LX: Vleesvarkenstal met koeldekstelsysteem. Wageningen, IMAG, Rapport in voorbereiding

A.G.C. Beurskens, M.J.M. Wagemans, J.M.G. Hol en G. Mol, 2002 - Onderzoek naar de ammoniak- en geuremissie van stallen LXI: Mechanisch geventileerde stal voor vleeskalveren (wit). Wageningen, IMAG, Rapport in voorbereiding

A.G.C. Beurskens, M.J.M. Wagemans, J.M.G. Hol en G. Mol, 2002 - Onderzoek naar de ammoniak- en geuremissie van stallen LXII: Natuurlijk geventileerde stal voor vleeskalveren (rose). Wageningen, IMAG, Rapport in voorbereiding

Tabel 4.1 Overzicht resultaten ammoniak- en geuremissiemetingen meetploegen in 1999-2002.

Statomschrijving	Emissie-reducerend principe	Meetperiode 1			Meetperiode 2			Werkzaamheden
		Datum	NH ₃ -emissie (kg/jr/dier)	Geuremissie (OU _e /s/dier)	Datum	NH ₃ -emissie (kg/jr/dier)	Geuremissie (OU _e /s/dier)	
Mechanisch geventileerde vleeseendenstal	Tweeleeftijden systeem	03-06-98 tot 21-07-98	0,223	-	07-10-98 tot 25-11-98	0,175	-	Rapport '99 XLIII
Mechanisch geventileerde vleeseendenstal	Geen	03-06-98 tot 21-07-98	0,252	-	07-10-98 tot 25-11-98	0,202	-	Rapport '99 XLIII
Mechanisch geventileerde stal voor dragende zeugen	Rondloopstal, voerstation en stroibed	23-06-98 tot 23-07-98	3,0	-	14-11-98 tot 20-12-98	2,1	-	Rapport '99 XLIV
Mechanisch geventileerde stal voor vleeskuikens	VEA-concept	21-07-98 tot 31-08-98	0,077	-	15-10-98 tot 23-11-98	0,083	-	Rapport '99 XLV
Mechanisch geventileerde stal voor legouderdieren	Geen	10-06-98 tot 30-10-98	0,080	-	09-09-98 tot 14-12-98	0,114	-	Rapport '99 XLVI
Natuurlijk geventileerde droogtunnel achter stal voor legouderdieren	Drogen van mest met stallucht	10-06-98 tot 30-10-98	0,0023	-	09-09-98 tot 14-12-98	0,0018	-	Rapport '99 XLVI
Mechanisch geventileerde chemische wasser achter droogunit bij leghennemest	Wassen met zure vloeistof	10-08-98 tot 23-09-98	0,0060	-	17-11-98 tot 28-12-98	0,0008	-	Rapport '99 XLVII
Natuurlijk geventileerde ligboxenstal voor melkvee, zomer	Sleufvloer	08-07-99 tot 05-10-99	5,5	-	-	-	-	Rapport '00 XLVIII
Mechanisch geventileerde vleesvarkensstal	Lage staltem-peratuur door warme ligbedden	22-06-99 tot 13-10-99	2,7	27,1	27-10-99 tot 03-04-00	1,1	23,0	Rapport '01 XLIX
Natuurlijk geventileerde ligboxenstal voor melkvee	Geprofileerde vloer	12-01-00 tot 27-02-00	10,7	-	-	-	-	Rapport '01 L
Mechanisch geventileerde biggensenstal	Lage staltem-peratuur door warme ligbedden	01-04-00 tot 09-05-00	0,17	2,1	22-06-00	0,30	2,9	Rapport '01 LI
Natuurlijk geventileerde potstal voor geiten	Geen	13-04-99 tot 07-07-99	5,4	18,2	06-10-99 tot 01-03-00	2,1	18,3	Rapport '02 LVII
Natuurlijk geventileerde stal voor kleine groepen met ingestrooide ruimtes	Beperking emitterend oppervlak	01-08-00 tot 31-08-00	6,29	27,9	14-11-00 tot 14-12-00	5,54	23,4	Rapportage
Mechanisch geventileerde volierestal voor opfokleghennen	Mestdroging en weketijks verwijderen bandmest	24-02-00 tot 20-06-00	0,029	0,18	30-06-00 tot 24-10-00	0,030	0,23	Rapport '01 LII
Mechanisch geventileerde scharrelstal voor vleeskuikenouderdiern	mestdroging onder de beun met opgewarmde buitenlucht	14-10-00 tot 11-12-00	0,343	-	02-06-01 tot 31-08-01	0,526	0,93	Rapport '02 LIV

Vervolg Tabel 4.1

Statomschrijving	Emissie-reducerend principe	Meetperiode 1			Meetperiode 2			Werkzaamheden
		Datum	NH ₃ -emissie (kg/jr/dier)	Geuremissie (OU _s /dier)	Datum	NH ₃ -emissie (kg/jr/dier)	Geuremissie (OU _s /dier)	
Mechanisch geventileerde scharrelstal voor vleeskuikenouderdieren	Referentie	14-10-00 tot 11-12-00	0,515	-	02-06-01 tot 31-08-01	0,648	1,02	Rapport '02 LIV
Mechanisch geventileerde scharrelstal voor vleeskalkoenen	Frequent verwijderen van gehele strooisellaag	20-01-01 tot 09-05-01	0,14	mkz	19-05-01 tot 05-09-01	0,31	1,49	Rapport '02 LIII
Mechanisch geventileerde scharrelstal voor vleeskalkoenen	Frequent verwijderen van gehele strooisellaag	17-02-01 tot 10-06-01	0,20	mkz	16-06-01 tot 10-10-01	0,40	1,61	Rapport '02 LIII
Mechanisch geventileerde scharrelstal voor leghennen	Wekelijks verwijderen van mest onder de beun en de strooisellaag	05-07-01 tot 31-08-01	0,098	0,62	01-10-01 tot 27-11-01	0,075	0,31	Rapport '02 LVI
Mechanisch geventileerde volierstal voor leghennen	Mestdroging en wekelijks verwijderen bandmest, specifieke statinrichting	28-06-01 tot 31-08-01	0,053	0,72	01-10-01 tot 29-11-01	0,049	0,35	Rapport '02 LV
Mechanisch geventileerde vleeskuikenstal	Strooisel droging en beluchting	24-06-02 tot 05-08-02	0,0086 (voorlopig)	0,41 (voorlopig)	02-10-02 tot 08-11-02	0,0102 (voorlopig)	0,11 (voorlopig)	Rapportage
Mechanisch geventileerde vleeskonijnenstal	Verwijderen van de mest uit de stal	07-07-02 tot 07-09-02	0,015 (voorlopig)	0,36 (voorlopig)	08-09-02 tot 13-11-02	0,0096 (voorlopig)	0,25 (voorlopig)	Rapportage
Mechanisch geventileerde stal voor voedsters (konijnen)	Verwijderen van mest uit de stal	07-07-02 tot 07-09-02	0,011 (voorlopig)	0,98 (voorlopig)	08-09-02 tot 13-11-02	0,015 (voorlopig)	1,1 (voorlopig)	Rapportage
Mechanisch geventileerde vleesvarkensstal	Koelen van de mest in de kelder	08-06-02 tot 26-09-02	3,4 (voorlopig)	32,4 (voorlopig)	28-09-02 tot 08-01-03	4,5 (voorlopig)	-	Rapportage
Mechanisch geventileerde vleesvarkensstal	referentie	03-06-02 tot 11-10-02	4,5 (voorlopig)	30,0 (voorlopig)	22-10-02 tot 31-01-03	4,5 (voorlopig)	-	Rapportage
Mechanisch geventileerde vleeskalverenstal (wit)	Geen	25-04-02 tot 22-09-02	3,1 (voorlopig)	47,3 (voorlopig)	22-10-02 tot april 03	-	-	Meten
Natuurlijk geventileerde vleeskalverenstal (rose)	geen	03-06-02 tot 11-10-02	-	-	22-10-02 tot juni 03	-	-	Meten

4.2 Project 53.022 Stalemissiemetingen Koeien & Kansen

Projectleider: Dr. ir. Gert-Jan Monteny

Startdatum: 01-01-1999

Einddatum: 31-12-2002

Inleiding, doelstelling en werkwijze

Koeien en Kansen is een breed project dat als hoofddoel heeft om aan te tonen dat de – in 1999 bekende - eindnorm voor nutriëntenverliezen binnen MINAS op melkveehouderijbedrijven kan worden gerealiseerd of onderschreden, tegen acceptabele kosten. De in totaal 17 melkveehouderijbedrijven, verspreid over Nederland (zand, klei, veen, löss), worden daartoe intensief begeleid door kennisinstellingen. In dat kader is door IMAG deelgenomen met als doel om:

- vanuit NH₃-gelieerde kennis mee te helpen om bedrijfsplannen te optimaliseren
- de NH₃-emissie van de verschillende bedrijfsonderdelen (m.n. stal en toediening) in de tijd te volgen.

De meetinspanning dit hiervoor wordt geleverd houdt in dat op de bedrijven periodiek wordt gemeten aan de stalemissie, gebruik makend van de SF₆-tracergasmethode (debiet) en een NO_x-analyser (NH₃-concentratie).

Resultaten

De bijdrage vanuit Programma 309 aan het tweede doel is het meest zichtbaar geworden, met dien verstande dat op slechts een beperkt aantal bedrijven herhaald is gemeten. Dit is vooral veroorzaakt door de uitbraak van MKZ in 2001, waardoor gedurende langere tijd niet kon worden gemeten en waarna besloten werd om over te gaan op langere meetperioden. Uitspraken over de invloed van de vanuit minimale nutriëntenverliezen ingezette bedrijfsvoering op de NH₃-emissie kunnen derhalve op dit moment (op basis van de tot nu toe verrichte metingen) niet worden gedaan. De uitgevoerde metingen aan de stalemissie, waarvan de resultaten in tabel 4.2 staan weergegeven, laten het volgende beeld zien (alleen de bedrijven waar sprake was van wel en geen beweiding; Huis in 't Veld et al., 2003).

Tabel 4.2 Gemiddelde ammoniakemissie tijdens de stalperiode per bedrijfstype.

Bedrijfstype	Ammoniakemissie (g/dag per koe)		RAV emissiefactor (g/dag per dierplaats)
	Gemeten	Gemeten, gecorrigeerd naar 15 °C staltemperatuur	
Ligboxenstal, zonder beweiding	27,9	30,4	30,1
Ligboxenstal, met beweiding	33,3	26,3	26,0

In de laatste kolom staat de NH₃-emissie voor traditionele ligboxenstallen met roostervloer, zoals die onlangs is vastgesteld op basis van de – tevens in het kader van Programma 309 tot stand

gekomen – rapportage “Naar een jaarrondemissie van ammoniak uit melkveestallen” (Monteny et al., 2001). Een vergelijking van de voor temperatuur gecorrigeerde, gemiddelde emissie van de Koeien-en-Kansen-bedrijven met deze RAV-emissiefactor laat zien dat de gemiddelden over bedrijven van de emissiemetingen redelijk overeenstemmen met de emissiefactoren volgens de RAV. Hierbij moet opgemerkt worden dat het mineralenmanagement op de K&K bedrijven beter is dan gemiddeld in Nederland. Dit blijkt o.a. uit een lager tankmelkureumgehalte op K&K bedrijven dan op het gemiddelde bedrijf in Nederland. In alle gevallen is de emissie overigens lager dan de oorspronkelijke factor van 8,8 kg per koe per stalperiode (46 g/dag per koe).

Hoewel het tankmelkureumgehalte tussen bedrijven slechts in een beperkte range varieerde werd een relatie gevonden tussen de NH_3 -emissie en het ureumgehalte van de tankmelk (bedrijfs-gemiddelden per meetperioden). Op enkele bedrijven was sprake van een sterke afwijking (hoge emissie – laag ureumgehalte). Meteo-omstandigheden en ventilatiekarakteristieken kunnen in korte meetperioden een (storende) rol spelen.

Voorts bleek dat de met het IMAG-stalemissiemodel (Monteny, 2000; Monteny et al., 2002) berekende NH_3 -emissie redelijk overeen kwam met de metingen. De emissies werden berekend uitgaande van voedingsgegevens en daaruit berekende excreties in urine en mest. Het emissiemodel is daartoe, in samenwerking met de leerstoelgroep Dierlijke Productiesystemen van Wageningen Universiteit uitgebreid met een module om het ureumgehalte van de urine te voorspellen op basis van de samenstelling van het rantsoen (De Boer et al., 2002).

Parallel aan de NH_3 -emissiemetingen werden – via de Novem gefinancierd (ROB-Agro) – metingen uitgevoerd aan de methaanemissie (CH_4) vanuit de stallen. De belangrijkste conclusie uit dat onderzoek (Huis in 't Veld en Monteny, 2003) was dat de CH_4 -emissie uit de ligboxenstal (dieren + mest) aanzienlijk hoger ligt dan tot nu toe werd aangenomen in het kader van nationale en internationale emissie-monitoring (IPPC). Gemiddeld produceerde een koe en haar mest ca. 500 g CH_4 per dag, hetgeen bij permanent opstallen neerkomt op 180 kg per jaar (volgens de IPPC-rekenmethodiek: ca. 100 kg per jaar). Daarbij dient te worden opgemerkt dat de stalemissie afneemt bij beweiding. Op het biologische melkveebedrijf werden emissies gemeten van rond de 1 kg per dier per dag.

De gebruikte meetmethode voor CH_4 -emissies, op basis van luchtmonstering met behulp van canisters (zie rapportage Meetmethoden; Mosquera et al., 2002), kan worden gezien als een spin-off van het onderzoek dat binnen het programma is uitgevoerd.

Publicaties en overige producten

Monteny, G.J., 2000. Modelling of ammonia emissions from dairy cow houses. Proefschrift Wageningen Universiteit, 156 pp.

Monteny, G.J., M.C.J. Smits, G. van Duinkerken, H. Mollenhorst en I.J.M. de Boer, 2002. Prediction of ammonia emission from dairy barns using feed characteristics Part II: Relation between urinary urea concentration and ammonia emission. *Journal of Dairy Science* 85: 3389-3394.

De Boer, I.J.M., M.C.J. Smits, H. Mollenhorst, G. van Duinkerken en G.J. Monteny, 2002. Prediction of ammonia emission from dairy barns using feed characteristics. Part I: relation between feed characteristics and urinary urea concentration. *Journal of Dairy Science* 85: 3382-3388.

Huis in 't Veld, J.W.H., M.C.J. Smits en G.J. Monteny, 2003. Metingen van de ammoniakemissie uit melkveestallen van Koeien en Kansen bedrijven; korte meetperioden per bedrijf. IMAG-rapport (in voorbereiding).

Huis in 't Veld, J.W.H. en G.J. Monteny, 2003. Methaanemissie uit natuurlijk geventileerde melkveestallen. IMAG-rapport 2003-01, Wageningen, 42 pp.

Monteny, G.J., J.W.H. Huis in 't Veld, G. van Duinkerken, G. André en F. van der Schans, 2001. Naar een jaarrond-emissie van ammoniak uit melkveestallen. IMAG-PV-CLM-rapport, 27 pp.

4.3 Projecten 53.026, 53341, 53342: Inventarisatie van emissies van de broeikasgassen CH₄ en N₂O uit stallen, het uitwerken van een extensieve meetmethode en het bestuderen van emissiereductieopties.

Projectleider: Dr. M.A. Hilhorst

Startdatum: 01-01-1999

Einddatum: 31-12-2002

Inleiding en doelstelling

Modelmatig zijn schattingen gemaakt van broeikasgasemissies uit stallen en mestopslagen. Op basis van deze schattingen zijn beleidsdoelstellingen geformuleerd. Het doel van dit project was een beter beeld te krijgen van de werkelijke actuele emissies. Daartoe is een inventarisatie gemaakt van broeikasgasemissies op basis van zowel metingen als literatuur en modellen. Om metingen aan stallen en mestsilos mogelijk te maken zijn extensieve meetmethoden ontwikkeld. Op basis van nieuw ontwikkelde modellen en actuele emissiefactoren zijn reductie opties uitgewerkt en gecommuniceerd. Reductieopties voor broeikasgassen zijn steeds beschouwd in het licht van ammoniakemissies en kosten aspecten voor de boer.

Werkwijze en resultaten

Meetmethoden

Vacuüm samplers: Luchtmonsters uit een stal of mestsilos kunnen worden genomen via een monsternamingleiding die direct on line door een gaschromatograaf wordt geanalyseerd. Deze methode is betrouwbaar maar duur en arbeidsintensief. Goedkoper is het met een spuitje een monster te nemen van de stallucht. Dit is echter slechts een puntmeting; een momentopname. Om aan deze bezwaren tegemoet te komen is een methode ontwikkeld waarbij gebruik gemaakt wordt van een canister die vacuüm is getrokken. De monsternametijd wordt ingesteld met een capillair die de snelheid waarmee de canister zich vult bepaalt.

De vacuümsamplers zijn op praktijkschaal beproefd op melkveebedrijven met natuurlijke en mechanisch geventileerde stallen en mestsilos. Er worden zowel 6 liter samplers als 0,5 liter samplers gebruikt voor zowel het bemonsteren gedurende een uur, een dag en een week. De vergelijking was steeds met spuitjes en direct met een gaschromatograaf. De gemiddelde emissies gemeten door de GC's waren opvallend gelijk (binnen 1%) aan de emissies gemeten met de vacuümsamplers voor CH₄, CO₂, N₂O en SF₆. Ammoniak is niet getest omdat de canister op voorhand niet geschikt geacht wordt voor ammoniak.

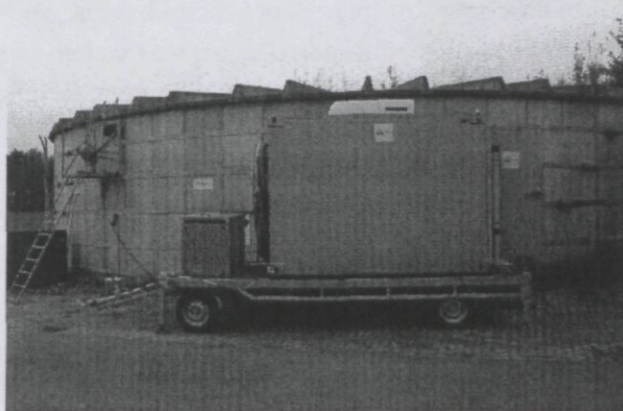
Rond de vacuümsampler is een infrastructuur opgezet voor het analyseren, onderhouden, schoonmaken en vacuüm trekken waardoor we de canister routinematig kunnen inzetten.



Figuur 4.1 Vacuümsampler voor het meten van wekelijks gemiddelden van broeikasgasemissies uitstallen of mestopslagen.

Meetmethode voor emissies uit mestsilos:

Meetmethoden zijn onderzocht voor het bepalen van de emissies uit mestsilo's. Daarbij werd gebruik gemaakt van SF_6 als tracergas. Dit is de meest bekende methode voor de bepaling van de emissiesnelheid van het gas uit een mestsilo. Dit was succesvol voor zover het tracergas aan de buitenkant van een silo of in een open silo kon worden aangebracht en er voldoende vrije ruimte rond de silo was om de silo als een puntbron te kunnen beschouwen. Op enige afstand kan dan de emissiepluim worden gemeten. Er zijn vraagtekens ontstaan bij de meting aan afgedekte silo's waar niet voldoende ruimte omheen is. In die gevallen moest het tracergas in de silo worden geïnjecteerd. In deze gevallen verliep de meting niet goed. Mogelijk mengt in een afgedekte mestsilo de lucht niet voldoende om een betrouwbare meting mogelijk te maken en is de emissiesnelheid van een gas uit een silo gasspecifiek zodat gebruik van een tracergas dat geïnjecteerd wordt in de silo niet mogelijk is.



Figuur 4.2 Foto van de mestsilo's op de proefboerderij op De Marke die gebruikt is voor de ontwikkeling van een meetmethode voor gasvormige emissies uit afgedekte mestopslagen. Op de voorgrond is de meetshelter van het IMAG te zien. De shelter bevat onder andere een injectie systeem voor tracergassen, een gaschromatograaf en een computer voor dataopslag.

Een alternatieve methode is ontwikkeld. De lucht in een silo wordt zo goed mogelijk geventileerd zodat de gasconcentraties laag zijn geworden in vergelijking met de evenwicht situatie. Dan wordt de geforceerde ventilatie gestopt. Uit de toename snelheid van de concentraties van de verschillende gassen direct na het stoppen van de ventilatie kan de gasemissie uit de mest worden berekend. De methode moet nog gevalideerd worden met SF₆. Dit is echter een probleem omdat de natuurlijke variatie van de gasconcentraties in een mestsilo sterk variëren met het weer.

Inventarisatie

Varkens

Data is verzameld op 6 locaties voor biggen (118 metingen), 13 locaties voor Zeugen, dragende zeugen en guste zeugen (164 metingen), 1 locatie voor kraamzeugen (11 metingen) en 2 locaties voor vleesvarkens (31 metingen gedurende 2 ronden in 4 afdelingen op de ene locatie en een jaar rond continue metingen op de andere locatie).

Een verkort overzicht voor varkens is gegeven in Tabel 4.3. Opvallend was dat alleen sprake is van N₂O emissies waar in de stal stro wordt gebruikt. Verwijdering van de mest met een mestschuif gaf in een geval N₂O emissies en in enkele andere gevallen niet.

Tabel 4.3 Gemiddelde methaan- en ammoniakemissies uit stallen voor verschillende type varkens.

Diersoort	CH ₄ (g/dier dag)	NH ₃ (g/dier dag)	Temperatuur (°C)
Vleesvarkens	11	6	21
Kraamzeugen	154	10	24
Zeugen, guste & dragende zeugen	21	8	22
biggen	5	1	23

Melkkoeien

Voor melkkoeien is gemeten op Koeien & Kansen bedrijven (zie ook beschrijving project 53022) waarvan tot nu toe van 7 bedrijven voorlopige data beschikbaar is. Met vacuümsamplers is de gemiddelde emissie per week bepaald gedurende drie tot vier weken per bedrijf. Ook zijn op twee bedrijven met een GC continue metingen gedaan om een indruk te krijgen van het emissiepatroon per dag.

Opvallend is dat de emissies voor alle bedrijven belangrijk hoger was (gemiddeld 530 g/dier per dag dan op grond van de literatuur (meest buitenlands) mag worden verwacht (250 g/dier per dag).

Modellen

Het model REM is ontwikkeld om de broeikasgas emissies te kunnen berekenen voor het totale logistieke traject van de mest, van uitscheiding tot aanwending. Daarin opgenomen is een nieuw dynamisch model voor de emissie van methaan uit mestopslagen dat rekening houdt met mestmanagement factoren. Tot nu toe werd gebruik gemaakt van een statisch IPCC model.

Emissiereductieopties

Op basis van dit nieuwe model en van actuele meetgegevens moeten we concluderen dat de emissie van broeikasgassen uit mest tot nu onderschat zijn. Tevens bleek uit het model dat de reductie van methaan emissies door over te gaan op biogas tegenvalt. De meest kansrijke reductie optie is een verandering in het mestmanagement; sneller de mest in de stal overhevelen naar een afgedekte buitenopslag.

Publicaties en overige producten

Hilhorst M.A., H.C. Willers, C.M. Groenestein & G.J. Monteny, 2001. Effective Strategies to reduce methane emissions from livestock. ASAE Annual international meeting, Sacramento, California, USA. Paper nr. 01-4070

Hilhorst, M.A., februari 2001. Broeikasgasemissie door veehouderij blijft afnemen. IMAG persbericht.

Hilhorst, M.A., 2001. Veehouderij stoot minder broeikasgas uit. Wb (Wageningen-UR weekblad), 7, 22 februari 2001.

Hilhorst, Max A. & Gert-Jan Monteny, 2001. Some notes on anaerobic digestion of manure and other organic waste in Europe. Bijdrage aan WG7 van ECCP.

Hilhorst, M.A., 2001. Kansrijke thema's voor het vervolgonderzoek binnen het ROB-AGRO programma naar emissiereductie opties in de landbouw. IMAG Nota P 2001-108.

Hilhorst, M.A., R.W. Melse, H.C. Willers, C.M. Groenestein, G.J. Monteny, 2002. Reduction of Methane Emissions from Manure. Proceedings of the NCGG-3, Millpress Rotterdam, The Netherlands 2002:435-440

Hilhorst, M.A. & R.M. de Mol, 2002. On the impact of inventory uncertainties on Non-CO2 greenhouse gas emissions reduction options. Proceedings of the NCGG-3, Millpress Rotterdam, The Netherlands 2002:575-576

Hilhorst, M.A. & R.M. de Mol, 2002. Dynamic model for the methane emission from manure storage. Sixth International Conference on Greenhouse Gas Control Technologies, Kyoto, October 2002. Paper H5-3.

Mol, R. de, en M.A. Hilhorst, 2003. Methaan-, lachgas- en ammoniakemissies bij productie, opslag en transport van mest. IMAG Rapport 2003-03, Wageningen, 252 pp.

Deelname (meestal met bijdragen) aan de volgende bijeenkomsten:

NOVEM ROB workshops 2001;

NOVEM discussie over omissies in het ROB onderzoek 2002-2002;

SENSE global change, Cool conference 2001;

workshop EU ECCP WG7 2002;

workshop Non-CO2-greenhouse-gas-network meeting 2002;

ASAE meeting 2001; NCGF-3 Maastricht 2002;

GHGT-6 Kyoto 2002.

4.4 Projecten 51.408 en 52.408: Verificatie emissiefactoren mesttoediening en ALFAM

Projectleider: Ir. Jan Huijsmans

Startdatum: 01-01-1999

Einddatum: 31-12-2002

Inleiding, doelstelling, werkwijze en resultaten van de diverse deelonderzoeken

Veldmetingen grasland

Bij de mesttoediening is onderzoek verricht naar de ammoniakemissie gedurende het bemestingsseizoen en het verschil in ammoniakemissie wanneer goed of slordig gewerkt wordt met een zodebemester. Het onderzoek werd op twee locaties uitgevoerd gedurende twee jaar verspreid over de bemestingsseizoenen (Huijsmans et al., 2003a). De metingen op zandgrond vonden plaats op het proefbedrijf de Marke. De metingen na goed en slordig werken werden op kleigrond op de proefboerderij de Vijf Roeden uitgevoerd. De resultaten wijzen er op dat de emissies na zodebemesting op kleigrond hoger zijn dan op zandgrond. Het effect van slordig werken op de kleigrond kon niet eenduidig worden aangetoond. De metingen geven echter een grote spreiding te zien. Om tot heldere uitspraken te komen over de verwachte hoogte van de emissie en de belangrijkste invloedsfactoren is een nader statistische analyse nodig. Hierbij zouden ook de resultaten van de serie emissiemetingen op K&K bedrijven (praktijk) in 2002 kunnen worden meegenomen (Hol et al., 2003).

Modelering NH₃-emissie bij mesttoediening op gras- en bouwland

Nationaal

Een analyse is uitgevoerd op de factoren die een rol spelen bij de NH₃-emissie bij mesttoediening op grasland en bouwland. Hiertoe zijn beschikbare metingen (begin jaren '90) verzameld in een database. De analyse heeft geresulteerd in empirische modellen voor verschillende toedieningstechniek op grasland en onderwerkmethode op bouwland. De invloed van de toedieningstechniek of onderwerkmethode, en de belangrijkste invloedsfactoren op de emissie zijn geïdentificeerd. De toedieningsmethode, weersomstandigheden, mestgift en samenstelling van de mest bleken van significante invloed te zijn op de hoogte van de ammoniakemissie (Huijsmans et al., 2001; Huijsmans et al., 2003b). De resultaten tonen aan dat bij emissie-evaluaties naast de toedieningsmethode ook rekening gehouden moet worden met de invloedsfactoren die een rol spelen bij de NH₃-emissie. Voor de verdere validatie van de modellen zullen recente emissiemetingen nog geanalyseerd moeten worden. O.a. de meetreeksen op zand- en kleigrasland en de K&K metingen kunnen hierbij betrokken worden. Na de validatie kunnen vervolgens scenariostudies opgezet worden om tot een goede inschatting van de ammoniakemissie te komen.

Internationaal (EU)

De grasland metingen (begin jaren '90) zijn ook ingebracht in het EU-project ALFAM (Ammonia Losses from Field Applied Manure). In dit project zijn alle beschikbare NH₃ data van veldmetingen in de EU verzameld in een database. Een (statistische) methodiek is uitgewerkt om de data te analyseren. In de analyse werden weer, bodem, mest en toedieningstechniek als invloedsfactoren op de ammoniakemissie betrokken (Sogaard et al., 2002). Voor de verschillende EU-landen is een economische analyse uitgevoerd van de kosten van emissiearme mesttoediening (Huijsmans et al., 2002). Een website is ontworpen om alle resultaten publiek te kunnen maken. De resultaten van het project zijn uitgewerkt en gepresenteerd in een internationale workshop in Brussel (Sommer et al., 2001; Sogaard et al., 2001; Huijsmans et al., 2001). Aan deze workshop namen, naast de participanten van het project, beleidsvertegenwoordigers van de lidstaten (o.a. LNV en EC-LNV) en EU-vertegenwoordigers uit Brussel deel. Het project is afgerond met een rapportage over alle bevindingen.

Aanpassing regelgeving bij onderwerken van mest op bouwland

Een studie is uitgevoerd naar de ammoniakemissie(reductie) bij het onderwerken van dierlijke mest in een tweede werkgang op bouwland met het doel het effect van aanpassing van de regelgeving te kwantificeren. De berekeningen zijn uitgevoerd met het door het IMAG ontwikkelde model CAESAR (Huijsmans en De Mol, 1999) voor een groot aantal mesttoedienings- en onderwerksituaties. Op basis van de resultaten lijkt de voorgestelde verscherping van de regelgeving in beperkte mate de emissiereductie te verhogen (Huijsmans et al., 2000).

Mesttoediening in het voorjaar op bouwland

IMAG is betrokken geweest bij de discussie tussen LTO, VROM, LNV en CUMELA over de methoden waarop mest uitgereden mag worden in het voorjaar in graan in relatie tot de verwachte emissie. Om deze discussie goed te voeren is een notitie opgesteld over alle IMAG metingen die in het verleden uitgevoerd zijn bij mesttoediening in graan (Huijsmans en Hol, 2001). Belangrijkste conclusies waren dat de gemeten emissies en emissiereducties een grote spreiding vertonen en dat de onderzochte technieken een lagere emissiereductie geven dan bij mesttoediening op grasland. Inwerken met een onkruideg leek bij te dragen aan een verlaging van emissie. Aan de hand van deze conclusies zijn in samenspraak met LNV, VROM, LTO en CUMELA metingen uitgevoerd in graan bij zodebemesting eventueel gevolg door inwerken met een onkruideg. De resultaten zijn met de betrokkenen besproken waarbij geconcludeerd is dat aanpassing van de regelgeving niet direct noodzakelijk is. Onkruidегgen kan wel bijdragen aan een goed werkresultaat in de praktijk en daarmee een hogere emissiereductie (Huijsmans et al. 2002; Huijsmans en Dekker, 2003).

Publicaties en overige producten: Zie voor een compleet overzicht de centrale literatuurlijst.

4.5 Project 53.021: N-balansen op stalniveau

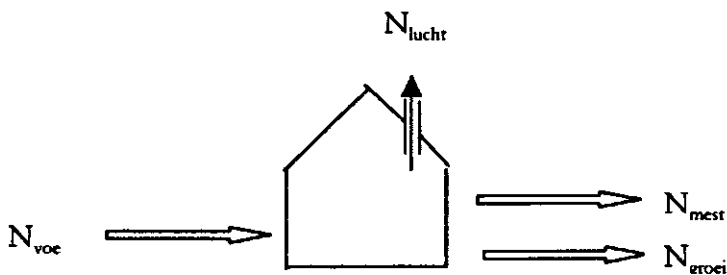
Projectleider: Ir. Karin Groenestein

Startdatum: 01-01-2001

Einddatum: 31-12-2002

Inleiding en doelstelling

De N-balans is te verbeelden door figuur 4.3. Wanneer een stal is uitgerust met dichte vloer, roosters en mestopslag onder de roosters bestaat N_{lucht} uit $\text{NH}_3\text{-N}$. Zonder de moeilijkheid te bagatelliseren om zo'n balans kloppend te krijgen zijn in een dergelijke situatie alle elementen van de balans te meten of te berekenen.



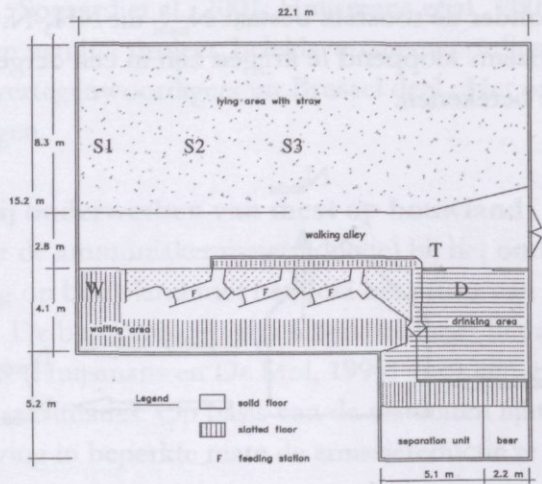
Figuur 4.3 N_{input} en N_{output} van een dierhouderijsysteem zonder strobed

Het verhaal wordt anders wanneer een strobed in het huisvestingssysteem aanwezig is. De input van N behelst dan naast N uit voer ook N uit stro en N_{lucht} bestaat dan uit meerdere componenten. Naast $\text{NH}_3\text{-N}$ kan in een strobed waar mest in terecht komt ook $\text{N}_2\text{O-N}$, NO-N en $\text{N}_2\text{-N}$ ontstaan. Omdat het stikstofgehalte in het stro en $\text{N}_2\text{O-N}$ en NO-N te meten zijn wordt het verschil in de balans gevormd door $\text{N}_2\text{-N}$. Een nadeel van deze methode is de controle op de juistheid van de cijfers omdat alle fouten culminerend in de berekening van $\text{N}_2\text{-N}$. Om daar meer grip op te krijgen is het van belang meer bij de bron van de productie van N_2 te blijven. Daarom is het van belang het aandeel van N_2 aan de N-emissie uit het strobed te kunnen koppelen. Een methode om dat te bewerkstelligen is hieronder kort samengevat.

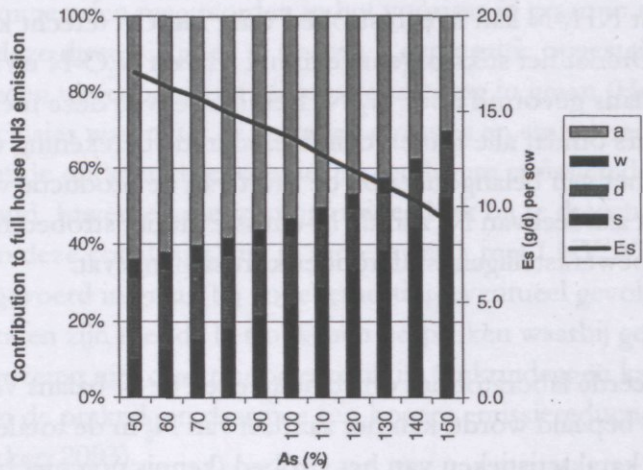
Werkwijze

Als onder gecontroleerde laboratorium omstandigheden de N-balans van een strobed (zoals die in de stal voorkomt) bepaald wordt, kan het aandeel van N_2 in de totale N-emissie berekend worden, gegeven de karakteristieken van het strobed (kennis nog niet beschikbaar). Bij stalmetingen kunnen NO en N_2O en NH_3 gemeten worden. De stikstofoxiden zijn afkomstig van het strobed, maar de NH_3 kan van de roosters, de dichte vloer, de mestkelder of het strobed komen. Het aandeel van het strobed aan de totale NH_3 -emissie is bepaald aan de hand van een experiment op labschaal en een model. Uitgangspunt van het model is dat de stalemissie gevormd wordt door de som van de emissies van de urinelozingen. Hierbij wordt rekening gehouden met de duur van de emissie per lozing, deze hangt af van het moment waarop een volgende

urinelozing op de zelfde plaats terecht komt en zo de vorige verdringt. M.a.w., het model is afhankelijk van de hoeveelheid urine, het aantal urinelozingen per dag en de plaats waar het dier urineert (samengevat 'het urineergedrag' (kennis nog niet beschikbaar)). Figuur 4.4 illustreert een stal (in dit geval een zeugenstal) met een strobed, een roosteroppervlak met drinknippels (d), de wachtruimte voor de voerstations (w) en de loopgang naar de wachtruimte toe (a). Figuur 4.5 illustreert wat de gemodelleerde bijdrage is van de verschillende emissiebronnen in deze stal aan de totale emissie bij een toenemend oppervlakte van het strobed. Het blijkt dat een groter strobed betekent dat weliswaar meer emissie van het strobed afkomstig is, maar dat de totale stalemissie afneemt.



Figuur 4.4 Plattegrond van een varkensstal met strobed (S1, S2, S3), dichte vloer (T) roosters (D en W), voerstations (F), separatieluimte en berenhok.



Figuur 4.5 Gesimuleerde stalemissie per dier (Es) en de relatieve bijdrage van het strobed (s), het roosteroppervlak met drinknippels (d), de wachtruimte voor de voerstations (w) en de loopgang naar de wachtruimte toe (a) afhankelijk van de grootte van het oppervlak van het strobed uitgedrukt t.o.v. de oorspronkelijke grootte (Figuur 4.4).

Resultaten

Op basis van de resultaten van de N-balans (N_2 -produktie), het urineergedrag en de berekeningen van het model kan in combinatie met de gemeten N-emissies van NH_3 , NO en N_2O de N-produktie van het bed berekend worden.

Publicaties en overige producten

Groenestein et al., 200x. Ammonia emission from straw, pit, slatted- and solid floors in a sow house. Part 2 Model assessment. (to be published)

4.6 Project 53.410: On-line meten van de meststoffen

Projectleider: Dr. ir. Dick Starman

Startdatum: 01-01-1999

Einddatum: 31-12-2001

Inleiding en doelstelling

Binnen het mineralenangiftesysteem (MINAS), de mestwetgeving die per 1 januari 1998 intensieve veehouders verplicht een mineralenbalans bij te houden voor fosfor en stikstof, kan de veehouder de afvoer van mineralen in dierlijke mest het meest nauwkeurig via bemonstering en analyse in kaart (laten) brengen. Elke vracht afgevoerde mest moet worden bemonsterd en geanalyseerd om over een jaar een mineralenbalans te kunnen opstellen. In het huidige mineralenangiftesysteem (MINAS) worden de mestmonsters naar een laboratorium gestuurd voor analyse. Het resultaat van deze analyse is dan pas na 5-10 werkdagen bekend. Bij rechtstreeks transport naar de plaats van aanwending kan met de analyse-uitslag geen rekening gehouden worden bij het bepalen van de uit te rijden dosis. Deze gang van zaken bemoeilijkt het verantwoord gebruik van dierlijke mest, zowel gezien vanuit milieuhygiënisch als vanuit bemestingsoogpunt. Bovendien legt de tijdsduur tussen bemonstering en analyse-uitslag extra druk op de mestafzetmarkt, omdat de gebruikers van mest niet het risico van een heffing achteraf willen lopen op een teveel aan gebruikte fosfor en stikstof. Het project 'on-line meten van de meststoffen' is opgezet met als doel een meetinstrument te ontwikkelen, dat ter plekke ingezet kan worden om snel het totale stikstof- en fosforgehalte in monsters van drijfmestvrachten te bepalen. Hierdoor moet het in de toekomst mogelijk worden om met behulp van de Mineralenangifte (MINAS) Systematiek het gebruik van drijfmest te optimaliseren.

Werkwijze

Er is binnen dit project aan een drietal deelprojecten gewerkt, namelijk,

1. Ontwikkeling en realisatie van een volautomatische en snelle titrimetrische bepaling van gehalten aan totaal stikstof en fosfor in dierlijke mest (FASTNAP).
2. Ontwikkeling en realisatie van een marktrijpe veldkit voor de bepaling van het gehalte aan stikstof en fosfor in drijfmest (VELDKIT).
3. Nabij-Infrarood Spectrometrie voor de bepaling van de meststoffen: een haalbaarheidsstudie (NIR & MEST).

Ad. 1 In 1998 is FASTNAP gestart. FASTNAP heeft de eureka status. De partners in het project zijn IMAG en Eijkelkamp uit Nederland en de RUG, VLM en HEMMIS uit België. De Belgen hebben het analyse gedeelte ontwikkeld (titrimeter) en de Nederlanders de monstervoorbehandeling (monsternamen en destructie). Tot slot zijn alle onderdelen gekoppeld.

Ad. 2 Het VELDKIT-project is gestart omdat het nog enige jaren zal duren voordat een commercieel volautomatisch titrimetrisch meetinstrument (FASTNAP) op de markt zal komen. Marktonderzoek heeft aangetoond dat er vraag is naar een tussentijdse oplossing. De partners in

dit project zijn Eijkelkamp en Dr. Lange. IMAG heeft de veldkit in samenwerking met Dr. Lange ontwikkeld. Eijkelkamp heeft het project volledig gefinancierd.

Ad. 3 Uit een inventarisatie naar potentiële meettechnieken voor on-line analyse van de mestsamenstelling is gebleken dat NIR een geschikte techniek zou kunnen zijn. Voordeel van NIR boven andere technieken is het niet-destructie en zeer snelle karakter van de techniek. IMAG heeft in samenwerking met RIKILT en CPRO een literatuurstudie en een haalbaarheidsstudie uitgevoerd.

Resultaten

Ad. 1 Het beoogde resultaat is een prototype meetinstrument. Dit is ook gerealiseerd. Op het meetinstrument zal octrooi worden aangevraagd

Ad. 2 Het beoogde resultaat is een marktrijp meetinstrument. Dit is ook gerealiseerd. De VELDKIT is onder de naam ‘mestanalyse-set’ te koop bij Eijkelkamp.

Ad. 3 IMAG heeft de toepasbaarheid van Nabij Infrarood (NIR) spectroscopie getest voor het meten van stikstof, fosfor, kalium, as en droge stof in varkensdrijfmest. Met deze techniek kunnen in principe gewoon op de wagen tijdens laden of lossen de gehalten worden bepaald uit de spectra. Er hoeven hiervoor geen monsters genomen te worden die vervolgens naar een laboratorium gestuurd dienen te worden voor analyse. De opgenomen spectra zijn geanalyseerd en het bleek dat de percentuele afwijking van de gemiddelde meetwaarde (de variatiecoëfficiënt, CV) voor het meten met 95% betrouwbaarheid voldoende klein is om te kunnen voldoen voor een aantal doelen.

Tabel 4.4 Enkele resultaten uit het NIR deelproject.

Parameter	CV NIR (%)	CV MINAS analyses (%)	CV MINAS heranalyse (%)
Totaal N	6.8	6	8.4
Totaal P	27.6	8	11.2
Totaal K	9.2	-	

Uit tabel 4.4 volgt dat NIR spectroscopie een goed perspectief biedt voor de voorspelling van stikstof, maar dat de voorspelling van fosfor onvoldoende nauwkeurig is om als een volwaardig alternatief voor analyses volgens MINAS protocol te gebruiken. De aangegeven waarden voor MINAS heranalyse zijn de vastgelegde grenzen waarbinnen een eenmaal uitgegeven analyse waarde niet wordt herroepen.

Echter, de toepassing van NIR spectroscopie als een snelle methode voor de eerstelijns voorspelling (CV»25%) van de hoeveelheid mineralen in varkensdrijfmest is veelbelovend. Hoewel verdere ontwikkeling van de meetstrategie nog nodig is, lijkt ook de toepassing van NIR

analyse in de precisielandbouw (CV»15%) mogelijk, temeer omdat deze techniek zich leent voor toepassing in systemen waarbij plaatsspecifiek wordt gedoseerd.

Publicaties en overige producten

Starmans D.A.J, Hemming J., Kornet J.G., Kupers G., and Slangen J. (2001) Analysis of minerals in manure by near infrared (NIR) spectroscopy. IMAG, Wageningen, Nota V 2001-16, 31 pp.

Mest-analyse-set te koop bij Eijkelkamp

4.7 Project 53.020: Meetmethoden en –strategieën

Projectleider: Dr. Julio Mosquera Losada

Startdatum: 01-01-2001

Einddatum: 31-12-2002

Inleiding en doelstelling

Het doel van dit project is de ontwikkeling van nieuwe meetmethoden en meetstrategieën om ammoniakemissies uit de landbouw te bepalen. Hiertoe werden de beschikbare methoden/strategieën voor de bepaling van ammoniakemissie onderzocht en vergeleken.

Kernpunten die binnen het project moesten worden bepaald waren:

Emissie van oppervlakkenbronnen:

- Veldemissie na de toediening van mest
- Na (en tijdens) weiden

Emissie uit stallen:

- Natuurlijk geventileerde stallen
- Mechanisch geventileerde stallen

Werkwijze

De publicaties van Van Ouwerkerk (1993) en Mosquera et al. (2002) waren het uitgangspunt voor de selectie van de beschikbare methoden. In dit project werden nieuwe meetmethoden en meetstrategieën ontwikkeld en vergeleken met bestaande technieken. Een aantal verschillende methoden werden samen in de praktijk getest en vergeleken om de ammoniakemissie te bepalen:

1. Gradiënt techniek (concentratie metingen)
 - Denuders
 - Willems badges
 - NH_3 -converter + NO_x - analyser
 - Passieve Flux Monsternemers (flux metingen)
2. Passieve Flux Monsternemers vast in de meetmast op verschillende hoogten
3. Passieve Flux Monsternemers op een windvaan
4. Pluimmetingen met de NH_3 snelle sensor en de AMANDA systemen (ECN)

Resultaten

Het projectresultaat is een uitgebreid rapport met de resultaten en hoofdconclusies van dit onderzoek. Daarbij worden ook aanbevelingen voor toekomstige verbetering van de ontwikkelde meetmethoden genoemd.

Publicaties en overige producten

J. Mosquera, P. Hofschreuder en A. Hensen. 2002. Application of new measurement techniques and strategies to measure ammonia emissions from agricultural activities. IMAG Rapport 2002-11, 114 pp.

4.8 Project 53.309: EU-demoproject welzijnsvriendelijke varkenshouderij (co-financiering)

Projectleider: Dr. ir. Andre Aarnink

Projecttitel: Ontwikkeling van een procedure voor het meten van lokale emissies in biologische varkensstallen.

Startdatum: 2001

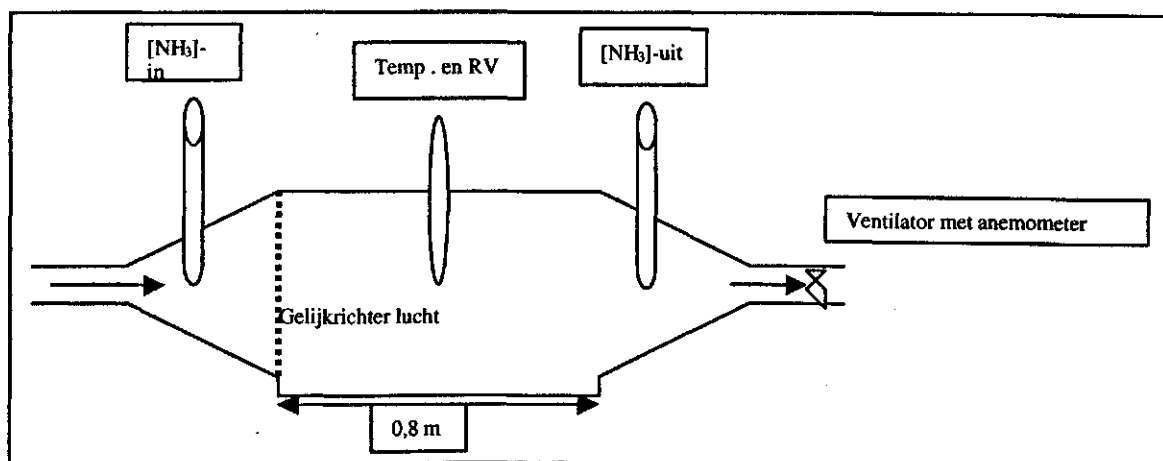
Einddatum: 2002

Inleiding en doelstelling

De doelstelling van dit project was om voor biologische open stalsystemen een meetmethode te ontwikkelen die de ammoniakemissie van de verschillende bronnen in de stal (met uitloop) onder standaardomstandigheden kan meten.

Werkwijze

Hiertoe is een ontwerp gemaakt van een meetdoos zoals weergegeven in figuur 4.6.



Figuur 4.6 Doos voor het meten van lokale ammoniakemissies onder standaardcondities.

Onder gecontroleerde labomstandigheden is het volgende bepaald:

- luchtsnelheidsprofiel over de gehele doos bij verschillende debieten;
- Wat is de minimale duur van één ammoniakmeting? De vraag hierbij is hoe snel een stabiele ammoniakconcentratie wordt verkregen. De meetduur moet zo kort mogelijk worden gehouden om te voorkomen dat de bron uitput in de tijd.
- De invloed van luchtdebiet, temperatuur en bronsterkte op de ammoniakemissie.

Resultaten

Uit dit onderzoek konden de volgende conclusies worden getrokken:

1. De meetdoos laat een vrij uniforme verdeling van de lucht zien boven het te meten oppervlak. De luchtsnelheid bij de afvoeropening wijkt wat meer af (is hoger) dan op andere locaties.
2. De meetdoos, gekoppeld aan een NO_x-meetsysteem, geeft binnen enkele minuten een stabiele waarde van de ammoniakconcentratie van de uitgaande lucht, er van uitgaande dat het NO_x-systeem reeds opgewarmd is bij de start van de metingen.
3. Effecten van temperatuur en ventilatiedebiet op de ammoniakemissie gemeten met de meetdoos zijn wat lager dan op basis van modelberekeningen werden verwacht. De oorzaak ligt waarschijnlijk in de laminaire luchtstroming in de meetdoos ten opzichte van een meer turbulente luchtstroming in de praktijk. Er werd geen effect gevonden van ventilatiedebiet op het verschil in ammoniakconcentratie tussen uitgaande en ingaande lucht. De oorzaak ligt waarschijnlijk ook bij de laminaire luchtstroming.
4. Verschillen in bronsterkte lijken met de meetdoos goed aangetoond te kunnen worden. Vertaling van deze bronsterkten naar emissies op stal- of bedrijfsniveau is echter moeilijk, aangezien de vertaling van de gestandaardiseerde luchtstroming in de meetdoos naar de werkelijke luchtstroming onder praktijkomstandigheden niet eenvoudig is en voor verschillende praktijkomstandigheden anders kan zijn.

Relevantie resultaten:

Met de ontwikkelde meetdoos zijn bronsterkten onder standaardomstandigheden te bepalen. Dit biedt mogelijkheden om in praktijksituaties de relatieve bijdrage van de verschillende emissiebronnen te bepalen en op deze manier effectief te werken aan emissiereductie, b.v. in de biologische varkenshouderij met uitloop van dieren.

Aanbevelingen vervolgonderzoek:

- Voor metingen aan open systemen, zoals in de biologische varkens- op pluimveehouderij, kan de relatieve bijdrage van de verschillende bronnen met behulp van de ontwikkelde meetdoos worden bepaald. In combinatie met modelberekeningen moet een redelijke schatting van de totale emissie te maken zijn.
- Modelmatige schattingen van emissies in combinatie met regelmatige toetsing van deelemissies of totale emissies kunnen voor de toekomst een goede manier vormen voor monitoring van bedrijven.

Publicaties en overige producten

Aarnink, A., Wagemans, M. en Beurskens, A. (2002). Ontwikkeling procedure voor meten lokale ammoniakemissies in biologische varkensstallen. Nota P 2002-54, IMAG Wageningen, 17 pp.

4.9 Project 53.344 Werkgroep Meetmethoden en meetstrategieën (co-financiering)

Projectleider: Dr. Julio Mosquera Losada

Startdatum: 01-01-2001

Einddatum: 31-12-2002

Inleiding en doelstelling

Doel van dit project is te komen tot een beschrijving van gangbare meetmethoden en strategieën voor gasvormige emissies uit de veehouderij (stallen, mestopslagen, toediening), op basis van beschikbare kennis en bestaande meetmethoden/protocollen.

Werkwijze

Voor dit project werd een werkgroep ingesteld. Het projectresultaat is een herziene uitgave van de publicatie van Van Ouwerkerk uit 1993 met een uitwerking van de thans beschikbare meetmethoden en strategieën voor gasvormige emissies (ammoniak, geur, broeikasgassen) voor de belangrijkste brontypen in de veehouderij. Daarbij wordt er informatie opgenomen over praktische toepasbaarheid en nauwkeurigheid.

Resultaten

De resultaten van het project kunnen worden gebruikt door de overheid, het onderzoek en de praktijk. Het project levert voor de overheid een duidelijk omschreven beeld op van de meettechnische mogelijkheden voor emissies vanuit de veehouderij. Met name worden de witte vlekken aangegeven, die de komende jaren vanuit het onderzoek moeten worden aangepakt om de belangrijkste emissies vanuit de veehouderij volgens vastgestelde normen en protocollen te kunnen meten. Voor het onderzoek wordt de uitdaging voor toekomstig onderzoek zichtbaar gemaakt. De praktijk zal kunnen profiteren van de resultaten, omdat naar verwachting betaalbare meetsystemen beschikbaar komen die voldoende nauwkeurigheid hebben om de uitkomsten van metingen te kunnen gebruiken, bijvoorbeeld voor regelgeving/vergunningverlening.

Publicaties en overige producten

J. Mosquera, P. Hofschreuder, J.W. Erisman, E. Mulder, C.E. van 't Klooster, N. Ogink, D. Swierstra en N. Verdoes. 2002. Meetmethode gasvormige emissies uit de veehouderij. IMAG rapport 2002-12.

Workshop "Meten van gasvormige emissies uit de veehouderij" georganiseerd door IMAG.
Presentaties:

- Nieuwe methodes voor het meten van emissies uit de veehouderij (Peter Hofschreuder)
- Naar nieuwe strategieën voor emissiemetingen (Nico Ogink)

4.10 Project 54.345: Biologisch luchtfilter voor methaan uit stallen en mestopslagen (co-financiering)

Projectleider: Dr. M.A. Hilhorst / Ir. R.W. Melse

Startdatum: 01-01-2001

Einddatum: 31-12-2002

Deelnemende instellingen: IMAG, STORK-SPE, BIOCLEAR

Inleiding en doelstelling

Het doel van het project is het ontwikkelen van een biologisch luchtfilter dat gebruikt kan worden voor de verwijdering van methaan uit lucht afkomstig van stallen en/of mestopslagen. Er wordt gestreefd naar het bereiken van een reductie van de emissie van broeikasgassen van ten minste 50%.

Werkwijze en Resultaten

Er is een pilot-scale biofilter ontwikkeld dat in staat is om tot 85% van de methaan uit de ventilatielucht van een mestopslag te verwijderen. Het biofilter is eenvoudig van uitvoering en heeft nauwelijks processturing. Een rekenvoorbeeld leert dat voor een mestopslag van 1000 m³ en een methaanverwijdering van 50%, een biofilter nodig is met een volume van 20 - 80 m³ (mits de methaanconcentratie voldoende hoog ingesteld wordt). Het benodigde grondoppervlak bedraagt ongeveer 1/3 van het biofiltervolume.

Behalve methaan worden ook andere verbindingen uit de lucht verwijderd. De verwijdering van ammoniak (NH₃) uit de ventilatielucht bedraagt 90 - 100%. De verwijdering van waterstofsulfide (H₂S) uit de ventilatielucht bedraagt 100%. Het geurkarakter van de ventilatielucht verandert door het biofilter van 'mestlucht' in 'bosgeur'.

De behandeling van stallucht in een biofilter wordt op dit moment niet haalbaar geacht, ook al is de emissie uit stallen vele malen hoger dan de emissie uit mestopslagen. Alleen wanneer een biofilter wordt ontwikkeld met een hoge oplosbaarheid van methaan kan stallucht (relatief lage methaanconcentratie) worden behandeld. Een aanbeveling voor nader onderzoek is dan ook om een biofilter te ontwikkelen met een hoge oplosbaarheid voor methaan zodat de potentie voor de verwijdering van overige broeikasgassen sterk zal toenemen.

Op dit moment wordt een haalbaarheidsstudie uitgevoerd naar de technische en economische haalbaarheid van het biofilter voor de behandeling van ventilatielucht uit mestopslagen.

Publicaties en overige producten

Bemmel van JBM; AW van der Werf (2002) Haalbaarheidsstudie naar de toepassing van biologische technieken voor de behandeling van methaan houdende lucht uit stallen en mestopslagen. Projectcode 2000-1366. Bioclear, Groningen.

Brunink JAJ (2003) Methaanemissie-reductie in de veeteelt. Toepasbaarheid van biologische luchtfiltratie. Document no. SPE-MTV-RP001. Stork Product Engineering, Amsterdam. In druk.

Melse RW (2003) Verwijdering van methaan uit ventilatielucht van mestopslag met behulp van biofilter. Rapport 2003-xx. IMAG, Wageningen. In druk.

Werf van der AW (2002) Resultaten van het laboratoriumonderzoek naar de toepassing van biologische technieken voor de behandeling van methaan houdende lucht uit stallen en mestopslagen. Projectcode 2000-1366. Bioclear, Groningen.

4.11 Project 53.346: Foto-katalytisch filter voor methaan (co-financiering)

Projectleider: Dr. M.A. Hilhorst / Ir. R.W. Melse

Startdatum: 08-01-2001

Einddatum: 01-06-2003

Deelnemende instellingen: IMAG en OFFIS

Inleiding en doelstelling

De Nederlandse veestapel is verantwoordelijk voor een betrekkelijk hoge emissie van niet-CO₂-broeikasgassen. Deze emissie bestaat voornamelijk uit methaan (CH₄) en bedraagt ca. 10 Mton CO₂-eq. per jaar. Tachtig procent afkomstig van pensvergisting in herkauwers en twintig procent van mestvergisting gedurende mestopslag. Het doel van het project is het ontwikkelen van een fotokatalytisch luchtfilter dat gebruikt kan worden voor verwijdering van methaan uit lucht afkomstig van stallen en mestopslagen. Er wordt gestreefd naar een emissiereductie van ten minste 50%.

Werkwijze en Resultaten:

In een laboratoriumopstelling zijn uitgebreide testen gedaan naar de verwijdering van methaan onder fotokatalytische omstandigheden (filtermateriaal met TiO₂-coating, UV-365 straling). De methaanverwijdering die werd gevonden was echter erg laag. Uit nader onderzoek is gebleken dat het gebruikte filtermateriaal verouderd was hetgeen de lage methaanverwijdering verklaart. Vervolgens is in samenwerking met de firma ISOVER een materiaal gezocht dat deze verouderingsverschijnselen niet vertoont. Met dit materiaal zijn kortgeleden oriënterende proeven uitgevoerd die erop wijzen dat organische verbindingen hiermee in principe afgebroken worden. Op dit moment wordt experimenteel vastgesteld in welke mate methaan kan verwijderd worden met het nieuwe materiaal.

Afhankelijk van de resultaten van deze experimenten wordt vastgesteld of het zinvol is het concept verder te ontwikkelen tot een in de praktijk toepasbare installatie. In principe is het proces zowel toepasbaar voor ventilatielucht van stallen als voor ventilatielucht van mestopslagen waardoor het systeem een hoge potentie voor emissiereductie heeft.

4.12 Project 53.347: Voermaatregelen in de veehouderij i.r.t. NH3-regelgeving (co-financiering)

Projectleider: Ir. Michel Smits

Startdatum: 01-01-1999

Einddatum: 31-12-2002

Inleiding en doelstelling

Voor LNV en VROM is in 2001 een concept adviesrapport geschreven over de mogelijkheden om via voermaatregelen de ammoniakemissie uit de melkveehouderij te verlagen (het zogenaamde voerspoor). Dit concept is voor de behandeling van de ammoniakwet in de tweede kamer in Den Haag besproken met beleidsambtenaren van LNV en VROM. De rapportage heeft als achtergronddocumentatie gefungeerd bij het invullen van de WAV m.b.t. melkvee. Het rapport is in 2002 in definitieve vorm uitgebracht en een persbericht erover heeft geleid tot een openingsartikel op de voorpagina van het agrarisch dagblad. Ook in Oogst heeft dit rapport aandacht gehad. Het rapport is als pdf-file beschikbaar op <http://www.stalemissies.nl/PDF/EC%20LNV%20voer%20NH3%20melkvee6.pdf>

Werkwijze

Om het effect van voersamenstelling op de ammoniakemissie vast te stellen is een 2-jarig experiment uitgevoerd door PV en IMAG. Hierbij werden op een bedrijf verschillende rantsoenen gevoerd en getest op hun effect op de ammoniakemissie.

Resultaten

Op basis van de in dit rapport beschreven relatie tussen melkureum en ammoniakemissie zijn de emissiefactoren voor melkvee in de WAV 2002 met ongeveer 10% gecorrigeerd omdat het landelijke gemiddelde tankmelkureumgehalte tussen 1998 en 2001 gedaald is van ca. 30 tot ca. 25 mg/100 mg melk. De aangetoonde mogelijkheden om de ammoniakemissie in de melkveehouderij te beperken door voedingsmaatregelen met melkureum als controleerbare parameter, hebben er toe geleid dat middels een motie in de Tweede Kamer (motie Ter Veer, overgenomen door kabinet Kok II) aan de sector is aangeboden om tot het jaar 2010 via het voerspoor een emissiereductie te bereiken, mits de sector daartoe een deugdelijk plan uitwerkt.

Publicaties en overige producten

Smits, M.C.J., van Duinkerken, G. en G.J. Monteny, 2002. Mogelijkheden van ammoniakemissie beperkende voermaatregelen in de melkveehouderij. Wageningen, IMAG-nota P 2002-36 i.s.m. Praktijkonderzoek Veehouderij, 37 pp.

<http://www.stalemissies.nl/PDF/EC%20LNV%20voer%20NH3%20melkvee6.pdf>

4.13 Project 53.349: Kerngroep Visie op toekomstig emissie-onderzoek

Projectleider: Ir. Roland Melse

Startdatum: 01-01-1999

Einddatum: 31-12-2002

Inleiding en doelstelling

De Nederlandse veehouderij bevindt zich op een belangrijk kruispunt: de veehouderij kan niet aan consumenten- en milieuwensen voldoen en tegelijkertijd voortgaan op de huidige weg. Een belangrijke vraag is hoe milieubelasting door gasvormige emissies (ammoniak, geur, broeikasgassen (lachgas, methaan en kooldioxide) en fijn stof) uit de veehouderij kan worden teruggedrongen in een nieuw vormgegeven veehouderij die bijdraagt aan de ontwikkeling van een duurzame Nederlandse landbouw.

Om inzicht te krijgen in de vraag welk onderzoek hiervoor noodzakelijk is, is in opdracht van de Ministeries van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij en Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer een onderzoek uitgevoerd met als doel een visie te ontwikkelen op toekomstig onderzoek naar gasvormige emissies uit de Nederlandse Veehouderij.

Werkwijze

Belangrijke informatie voor de vorming van deze visie is verzameld in interviews met verschillende maatschappelijke groeperingen.

Resultaten

Het emissieonderzoek dat in de toekomst noodzakelijk geacht wordt, kan worden ingedeeld naar vijf onderzoeksthema's:

- | | |
|----------|---|
| Thema 1: | Draagvlak, participatie en motivatie |
| Thema 2: | Monitoring en ontwikkeling meetmethoden |
| Thema 3: | Beleidsondersteuning |
| Thema 4: | Technologie-ontwikkeling en optimalisatie bedrijfsvoering |
| Thema 5: | Procesonderzoek |

Het eerste thema wordt gezien als leidend principe voor de overige thema's: het vergaren van meer inhoudelijke kennis alleen is niet voldoende: draagvlak, participatie en motivatie van de agrarische sector is essentieel voor het bereiken van de gewenste emissiereductie. Thema's 2 t/m 5 richten zich op het vergroten van inhoudelijk kennis en de toepassing hiervan in techniek en beleid. In het rapport wordt elk thema uitgewerkt en voor elk thema wordt aangegeven welke kennisleemtes bestaan en welke onderzoeksvragen daaruit volgen voor de komende jaren.

Publicaties en overige producten

Melse, R.W., Erisman, J.W., Kuikman, P.J., Meer, H.G. van der, Monteny, G.J., Ogink, N.W.M. en N. Verdoes, 2002. Visie op toekomstig onderzoek naar gasvormige emissies uit de Nederlandse veehouderij, IMAG rapport 2002-10, Wageningen, 55 pp.

4.14 Project 53.017: Pythia geuremissie-onderzoek aan conventionele en NH₃-emissiearme stalsystemen (financiering VROM en LNV)

Projectleider: Dr. ir. Gerben Mol/Dr. ir. Nico Ogink

Startdatum: 01-01-1999

Einddatum: 31-12-2002

Inleiding en doelstelling

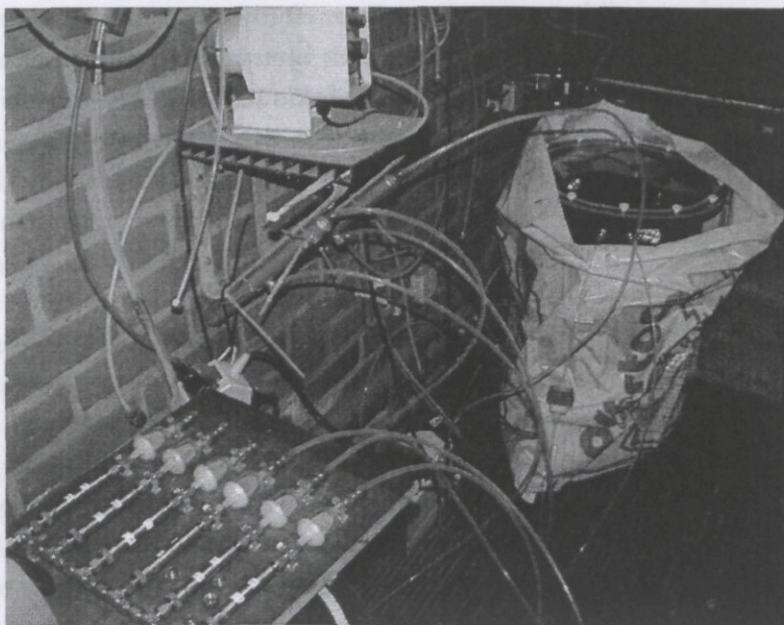
Dit onderzoek vond plaats in het kader van de onderbouwing van de wet- en regelgeving op het terrein van de geurhinder in de landbouw. Geurhinder in de landbouw wordt veroorzaakt door twee hoofdbronnen: het uitrijden en toedienen van dierlijke mest, en de geuremissie van veehouderijgebouwen. Het geurinstrumentarium dat gemeentes op dit moment ter beschikking staat om geurhinder te reguleren staat beschreven in de Richtlijn Veehouderij en Stankhinder 1996, door jurisprudentie aangevuld met de Brochure Veehouderij en Hinderwet uit 1985 en de uitgave uit de serie Lucht over de beoordeling van cumulatieve stankhinder door intensieve veehouderij (VROM, 1985). De basis wordt hierbij gevormd door een systematiek waarbij de geuremissies van de diverse diercategorieën worden uitgedrukt relatief t.o.v. een mestvarken met behulp van de zogenaamde mestvarkeneenheid. Voorts wordt deze relatieve maat voor de geuremissie gekoppeld aan een afstandsgrafiek op basis waarvan belaste objecten een minimale afstand moeten hebben t.o.v. de veehouderijgebouwen die de geur veroorzaken.

Sinds 1995 zijn de technische mogelijkheden om goed reproduceerbaar geur te meten aanzienlijk verbeterd. Met deze verbeterde meettechniek, de olfactometrie, werd de vraag naar een nadere getalsmatige onderbouwing van het geurinstrumentarium actueel. Een belangrijk uitgangspunt bij deze onderbouwing was dat naast een lijst met geuremissiefactoren voor de thans beschikbare (conventionele en (ammoniak)emissie-reducerende) stalsystemen, ook in de toekomst te ontwikkelen systemen zouden moeten kunnen worden opgenomen. Een gestandaardiseerd meetprotocol en een goed reproduceerbare meettechniek zijn daarbij essentieel. De doelstelling van dit onderzoek was daarom tweeledig. Enerzijds het opbouwen van een zo compleet mogelijke dataset met geuremissiemetingen in alle diersectoren en diercategorieën. Anderzijds de beoordeling van de betrouwbaarheid en reproduceerbaarheid van de geuremissiemetingen.

Werkwijze

De algemene benadering bij het bepalen van de geuremissie van een veehouderijgebouw bestaat uit het schatten van het niveau en de spreiding van de geuremissie. Dit gebeurt aan de hand van een steekproef van 10 monsters van goed gemengde ventilatie lucht waaraan de geurconcentratie wordt gemeten, en aan de hand waarvan de mediaan en de spreiding van de geuremissie worden berekend. De steekproef vindt plaats volgens een vast protocol en zoveel mogelijk op praktijkbedrijven. De geuremissiemeting is gebaseerd op een representatieve bepaling van de geurconcentratie in de ventilatielucht door middel van olfactometrie, en bepaling van het ventilatie-debiet.

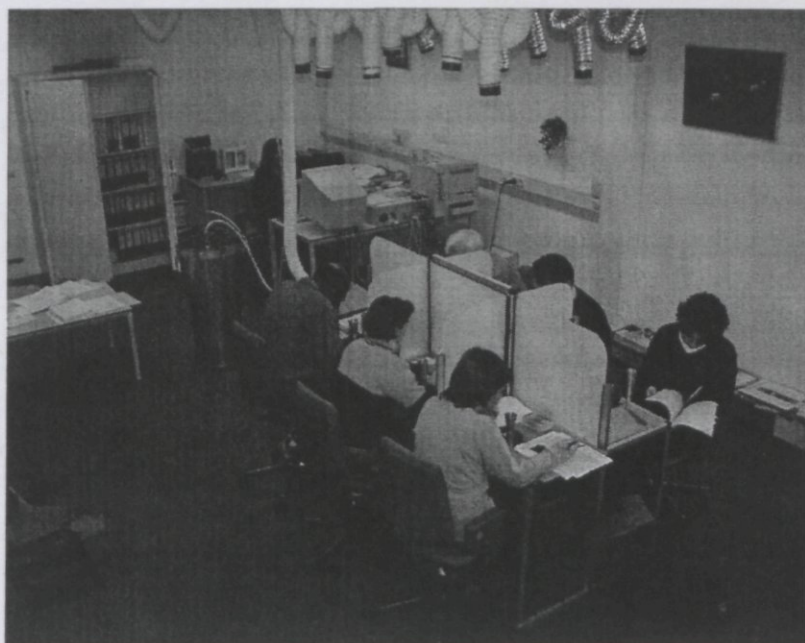
De bepaling van het ventilatiedebiet ging volgens dezelfde procedure als beschreven voor de projecten 53.307 en 53.011. Het nemen van een geurmonster bestond eruit dat tussen 10 en 12 uur 's ochtends continue en met constant debiet (500 ml/min) een zak van 60 liter werd volgezogen met stallucht (zie figuur 4.7). Dit gebeurde volgens de zogenaamde longmethode waarbij in het vat waarin de zak zich bevond een onderdruk werd gecreëerd waardoor de zak die was aangesloten op de leiding uit de stal (en die aanvankelijk dus leeg was) zich langzaam vulde met stallucht. Alle vaten waren uitgerust met verwarmingslint dat indien nodig kon worden aangezet om condensvorming te voorkomen. Sommige geurcomponenten hebben namelijk de neiging op te lossen en verdwijnen daardoor uit de lucht, hetgeen ongewenst is. Bij het inlaatpunt van de monsternamaleiding in de stalruimte was een stoffilter (1 mm poriegrootte) geplaatst om de leidingen schoon te houden, en vervuiling van de geurmonsterzak en de olfactometer met stof te voorkomen.



Figuur 4.7 Geurbemonsteringssituatie: duidelijk zichtbaar op de voorgrond zijn de kritische capillairen die voo de pomp zijn gemonteerd op het bemonsteringsdebiet te regelen, het geurvast (zwart, en geplaatst in een plastic zak die op het bedrijf blijft om hygiene redenen), en de diverse teflonslangen tussen pomp en geurvast en tussen stal (linksboven) en geurvast.

Het monster werd direct na bemonstering naar het geurlaboratorium vervoerd om binnen 30 uur gemeten te worden conform de Nederlands voornorm NVN2820/A1. Bij het meten van een geurmonster werd de zogenaamde geurdrempel vastgesteld. Voor deze meting werd gebruik gemaakt van een olfactometer (zie figuur 4.8). Dit apparaat bestaat grofweg uit twee delen, een verdunningsapparaat en een paneltafel. Het verdunningsapparaat zorgde er voor dat het monster kon worden verdund met geurvrije omgevingslucht die vervolgens aan het geurpanel (bestaande uit 4-6 personen) werd aangeboden. De personen die deel uitmaakten van het geurpanel waren getest met behulp van een referentiegas (butanol) waarbij de eis was dat zij in een bepaald gevoeligheidsgebied vielen, extremen (zowel extreem goede als extreem slechte neuzen) werden

niet goedgekeurd als geurpanellid. Tijdens de geuraanbieding zaten de panelleden aan de tafel met ieder twee met de olfactometer verbonden bekertjes voor zich waarbij gerandomiseerd uit de ene beker geurvrije en uit het andere de geurbevattende lucht kwam. Panelleden moesten aan beide ruiken en aangeven uit welke beker de geur kwam alsmede of zij dit zeker wisten, of zij gokten, of dat zij nog twijfelden. De geuraanbieding voor het bepalen van de geurdrempel begon met de hoogste verdunning waarbij praktisch gezien geen enkele neus in staat was de lucht met geur te onderscheiden van de geurvrije lucht. De concentratie liep bij iedere aanbieding op (de verdunningsfactor wordt gehalveerd) net zolang tot alle panelleden hem met zekerheid onderscheidden van de geurvrije lucht. De berekening van de geurdrempel was vervolgens de bepaling van een gemiddeld verdunningsniveau voor het panel. Deze verdunningsfactor leverde lucht op die per definitie 1 geureenheid per kubieke meter bevat. De oorspronkelijke lucht bevatte dus zoveel geureenheden als de verdunningsfactor aangaf.



Figuur 4.8 Een kijkje in het geurlaboratorium: te zien zijn de 6 panelleden met voor zich de trechtertjes waaruit de lucht komt, achter de computer zit de operator, en rechts van de operator is het metalen vat zichtbaar dat bij de olfactometer hoort en waarin de geurzakken worden overgebracht wanneer ze worden gemeten.

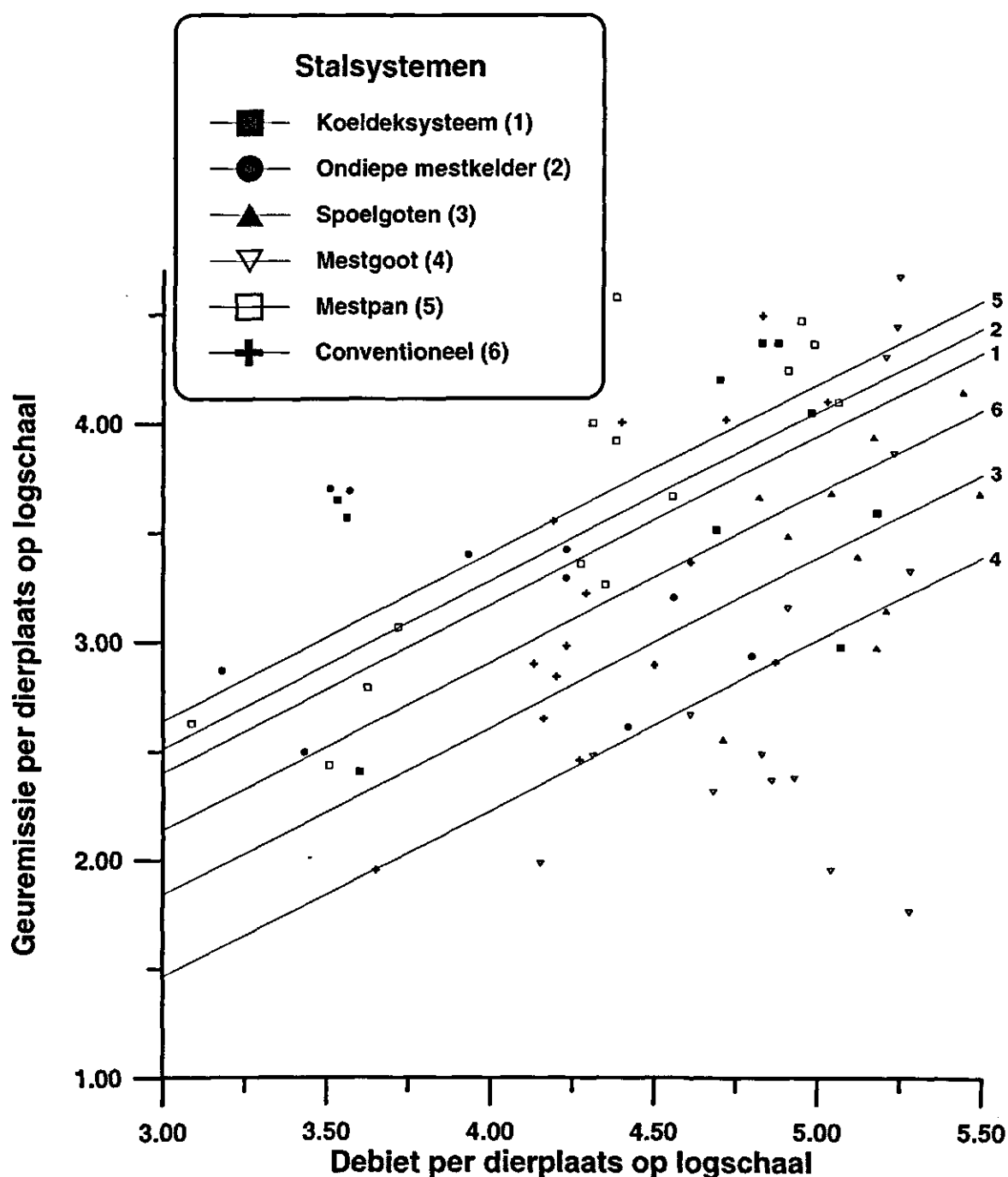
Resultaten

Het onderzoek is uitgevoerd in drie fasen. In fase 1 was het uitgangspunt dat op systematisch wijze de lijst met de stalsystemen zou worden bemeaten, zowel conventionele als NH₃-emissie-reducerende. In het eerste jaar zijn 25 stallen geselecteerd en gemeten, de nadruk lag hierbij op stallen in de varkenssector. Een eerste constatering over het meten van geurconcentraties is dat de olfactometrie een volwassen, goed reproduceerbare meettechniek is gebleken; de geuremissieniveaus die in dit onderzoek zijn gemeten, zijn goed vergelijkbaar met de niveaus uit eerder onderzoek. Een opvallend fenomeen bij het meten van geuremissies dat duidelijk naar voren komt in fase 1, is de grote spreiding van de resultaten, zowel binnen de diverse locaties als

tussen de verschillende locaties per diercategorie. Uit een nadere analyse van gegevens uit de varkenssector bleek dat er voor alle varkensdiercategorieën een significant debieteffect is. De waarden voor de geuremissies van de verschillende systemen kunnen na deze analyse voor dit debieteffect worden gecorrigeerd. Het voordeel van deze debietgecorrigeerde waarden is dat zij direct met elkaar te vergelijken zijn zonder dat het debiet een verstorend effect heeft. Wat verder uit de analyse blijkt is dat het onderscheidend vermogen op systeemniveau tekort schiet, systemen moeten in de orde van grootte van 40-60% van elkaar verschillen om significant van elkaar af te wijken. Bovendien kunnen zonder herhalingen locatie- en systeemeffecten niet van elkaar worden onderscheiden. Twee andere belangrijke conclusies uit deze fase zijn: 1) ammoniak-emissiereducerende principes reduceren niet noodzakelijkerwijs ook de geuremissie en 2) ammoniak-emissiereducerende systemen gedragen zich wat betreft hun geuremissie over verschillende varkensdiercategorieën niet consistent.

In fase 2 werd ingestoken op het vergroten van het onderscheidend vermogen door herhalingsmetingen aan diverse systemen uit te voeren. De tien herhalingsmetingen aan varkensstalsystemen die in deze fase zijn uitgevoerd hebben wederom de geuremissieniveaus uit eerdere metingen bevestigd, maar het onderscheidend vermogen niet of nauwelijks kunnen vergroten. De bandbreedte die per systeem aanwezig is komt op de meeste bemeten locaties overeen met de totale bandbreedte voor de betreffende diercategorie. Dit fenomeen wordt duidelijk geïllustreerd in figuur 4.9. Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt doordat naast een invloed van het NH₃-emissiereducerende systeem ook andere factoren, zoals bedrijfshygiëne, voedertypen en voerregime, water-voerverhouding, een significante invloed uitoefenen op de geuremissie van stallen. Deze managementfactoren verschillen tussen bedrijven en kunnen op die manier verstorend werken op het onderscheidend vermogen van de NH₃-emissiereducerende systemen.

In fase 3 was de insteek van de begeleidingscommissie om de potentie van stalsystemen wat betreft geuremissiereductie beter in beeld te krijgen. Daarom is in deze fase gekozen



Figuur 4.9 Grafische weergave van het effect van de co-variabele ventilatiedebiet (m^3/uur per dierplaats) op de geuremissie (OU_E/s per dierplaats) voor Kraamzeugen per systeem.

voor een onderzoeksopzet waarbij managementfactoren zoveel mogelijk werden uitgeschakeld. Om dit in de praktijk te kunnen uitvoeren is geopteerd voor het meten van verschillende systemen op dezelfde praktijklocatie zodat de managementfactoren identiek zijn. Hiervoor zijn stallen geselecteerd in de vleesvarkenscategorie, met droogvoer gevoerd, met gelijke opleg in de te meten afdelingen, en zodanig op een bedrijf aanwezig dat naast een stal waarin een NH_3 -

emissiereducerend systeem was geplaatst ook een stal aanwezig was die nog in conventionele staat verkeerde. De resultaten van deze gepaarde waarnemingen, gemeten aan 5 bedrijven, wijzen uit dat het uitschakelen van zoveel

mogelijk ongewenste variatie er toe leidt dat NH₃-emissiereducerende systemen significant van conventionele systemen kunnen worden onderscheiden.

Systemen waarbij de mest zeer frequent uit de stal wordt verwijderd, zoals spoelgoten en sommige mestgoten, hebben wanneer niet wordt gespoeld een geuremissie vergelijkbaar met andere systemen in dezelfde diercategorie. Tijdens het wegspoelen van de mest ontstaat in het uur van spoelen een piek in de geuremissie die ongeveer 3 - 3.5 maal zo hoog is. De resultaten van dit onderzoek wijzen niet op een andere geuremissie wanneer natte bijproducten worden gevoerd in plaats van droogvoer.

Biologische luchtwassers leveren een geurverwijderings-rendement van 40 - 50%. Ze lijken daarmee in potentie beter te kunnen presteren dan chemische luchtwassers, maar door de grote spreiding in de rendementen was geen enkel verschil tussen wassers (ook biologisch onderling) significant ($p < 0.05$). Het fenomeen van de grote spreiding in het verwijderingsrendement van luchtwassers wordt voor het grootste deel (80%) veroorzaakt door schommelingen in de prestaties van de wassers. Dit blijkt uit een correctie van de totale variantie voor de meetfout. Tot slot kan geconcludeerd worden dat, hoewel minder gedetailleerd dan oorspronkelijk voorzien, dit onderzoek in combinatie met de resultaten uit het eerdere onderzoek tussen 1996 en 1999 voor het eerst een onderbouwd beeld heeft geleverd van de onderlinge verhoudingen in geuremissie tussen de verschillende diercategorieën. Aangetoond is dat emissie-reducerende principes, die zijn ontwikkeld voor het terugdringen van ammoniak, de geuremissie kunnen terugdringen, zij het dat het beeld niet consistent is over de diercategorieën. Tal van andere factoren, waarbij met name bedrijfsmanagement een belangrijke rol speelt, hebben een grote invloed op de geuremissie uit stallen.

Publicaties en overige producten

Mol, G. en N.W.M. Ogink, 2002. Geuremissies uit de veehouderij II. Overzichtsrapportage 2000 - 2002. IMAG Rapport 2002-09, Wageningen, 57 pp.

Drie technische rapportages voor de diersectoren Varkens, Pluimvee en Rundvee met daarin de details van alle stalsystemen waaraan in het verleden geuremissies zijn gemeten (in totaal zo'n 75 stalsystemen).

4.15 Projecten 53751: Mestvergisting op boerderijschaal in bestaande opslagsystemen.

Projectleider: Dr. M.A. Hilhorst

Startdatum: 01-01- 2001

Einddatum: 31-12-2001

Inleiding en doelstelling

In samenwerking tussen Ecofys, CLM en IMAG is in opdracht van de NOVEM een onderzoek uitgevoerd naar de haalbaarheid van mestvergisting in bestaande opslagsystemen. Hierbij is gekeken naar:

- de technische haalbaarheid: m.n. geschiktheid van diverse opslagsystemen voor ombouw tot mestvergister, aansluiting van diverse stalsystemen of opslagsystemen op het vergistingsproces;
- de gevolgen van technische vergistingsopties op de emissies van methaan, lachgas, en ammoniak en stank.
- de bedrijfseconomische consequenties: kosten van ombouw en aansluiting versus kosten voor nieuwbouw, te verwachten bedrijfskosten, te realiseren opbrengsten en besparingen.
- de inpasbaarheid van het vergistingsstelsel op (meerdere) bedrijfstypen;

Het accent van dit project lag op varkens- en rundveemest.

Resultaten

In het kader van het Reductieplan Overige Broeikasgassen heeft het consortium van Ecofys, CLM en IMAG een onderzoek gedaan naar de haalbaarheid van het ombouwen van bestaande mestopslagen tot mestvergister.

Vergisting in de kelder is relatief duur, voornamelijk vanwege de grote afmetingen ervan. Ook praktisch zijn er de nodige nadelen, zoals het gevaar voor de dieren en het werken in de kelder tijdens de bouw van de vergister.

Koude vergisting is economisch niet rendabel onder de huidige omstandigheden. Verwarming van de mest tot 20°C, zonder isolatie, is energetisch, en hierdoor ook economisch, niet rendabel. Mesofiele vergisting is een betere optie.

De investeringskosten bij kleine bedrijfsomvang, oftewel bij een kleine hoeveelheid te vergisten mest, zijn lager voor de optie ombouw dan voor nieuwbouw. Bij grotere bedrijfsomvang is nieuwbouw goedkoper. Een terugverdiëntijd van 7 jaar wordt (ten opzichte van de levensduur van 15 jaar) vaak als rendabel beschouwd door veehouders. Om een vergistingsinstallatie van alleen mest rendabel te bedrijven is een relatief grote bedrijfsomvang vereist. In tabel 4.5 is bij alle combinaties van diersoorten en opslagsystemen de economisch optimale keuze tussen nieuwbouw en ombouw gemaakt. Door co-vergisting van organische producten is het mogelijk om de biogasopbrengst te verhogen. Dit kan de economische rentabiliteit van deze projecten sterk verbeteren.

Tabel 4.5 Minimale bedrijfsomvang voor de verschillende systemen voor het rendabel respectievelijk kostendekkend bedrijven van een vergistingsinstallatie van alleen mest, met keuze voor om- of nieuwbouw

Bedrijfssoort	Mestopslag-systeem	Minimale omvang (aantal dieren)		Ombouw/ nieuwbouw
		Rendabel ¹	Kostendekkend ¹	
Melkvee	Kelder	>400	300	Nieuwbouw
Melkvee	Combi	>400	200	Ombouw
Melkvee	Silo	250	140	Nieuwbouw
Vleesvarkens	Kelder	3400	2000 ³	Nieuwbouw
Vleesvarkens	Combi	2400	1500	Ombouw
Vleesvarkens	Silo	2100	1500 ⁴	Nieuwbouw
Zeugen	Kelder	>1000	800	Nieuwbouw
Zeugen	Combi	>1000	> 1000	Ombouw
Zeugen	Silo	>1000	650	Nieuwbouw
Gesloten	Kelder	2900 ²	2100 ⁵	Nieuwbouw
Gesloten	Combi	2000 ²	1150	Ombouw
Gesloten	Silo	1600 ²	1100	Nieuwbouw

1 Rendabel is gedefinieerd als hebbende een terugverdiëntijd van 7 jaar, kostendekkend als 11 jaar

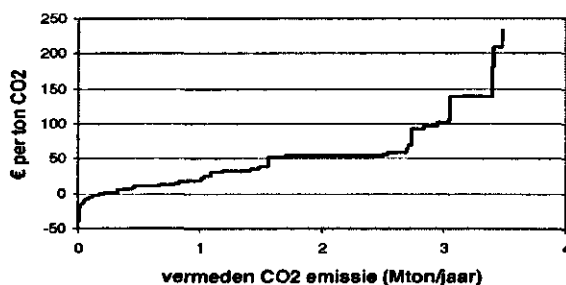
2 Aantal vleesvarkens; voor elke 15 vleesvarkens zijn er 2 zeugen op het gesloten bedrijf.

3 Ombouw is gunstiger voor dit systeem tot een bedrijfsomvang van 3250 vleesvarkens en kostendekkend vanaf 1250 vleesvarkens.

4 Ombouw is gunstiger voor dit systeem tot een bedrijfsomvang van 1800 vleesvarkens en kostendekkend vanaf 1250 vleesvarkens.

5 Ombouw is gunstiger voor dit systeem tot een bedrijfsomvang van 2100 vleesvarkens (en bijbehorend 280 zeugen) en kostendekkend vanaf 1250 vleesvarkens.

Uit de ketenanalyse van broeikasgasemissies (volgens de TEWI methodiek) blijkt dat bij varkensbedrijven de vermeden emissie aanzienlijk groter is dan bij melkveehouderijen. Ieder systeem, bepaald door zijn diersoort, type opslagsysteem en bedrijfsgrootte, heeft zijn eigen potentieel voor CO₂ emissie met bijbehorende inkomsten of kosten per ton gereduceerde emissie. In figuur 4.10 zijn deze systemen van economisch meest rendabel naar minst rendabel geordend.



Figuur 4.10 Kosten voor mogelijk te reduceren tonnen CO2-equivalent per jaar, geaggregeerd voor alle rundvee en varkenshouderijen in Nederland.

Samenvattend kan er geconcludeerd worden dat ombouw van de bestaande mestopslagsystemen alleen aantrekkelijk is indien er zowel een kelder als een silo aanwezig zijn (combinatiesysteem). In alle andere gevallen is het gunstiger om voor een nieuwe vergister te kiezen, waarbij de bestaande opslag eventueel als na-opslag voor de uitgegiste mest kan worden gebruikt. Rendabele vergisting van mest (zonder co-vergisting) is slechts op een beperkt aantal bedrijven mogelijk. Door het co-vergisten van organisch materiaal is rendabele vergisting op een substantieel deel van de Nederlandse veehouderijen mogelijk.

Publicaties en overige producten

Deelname (meestal met bijdragen) aan de volgende bijeenkomsten: NOVEM ROB workshops 2001; NOVEM discussie over omissies in het ROB onderzoek 2002-2002; SENSE global change, Cool conference 2001; workshop EU ECCP WG7 2002; workshop Non-CO2-greenhouse-gas-network meeting 2002; ASAE meeting 2001; NCGF-3 Maastricht 2002; GHGT-6 Kyoto 2002.

4.16 Project 53.348: Geurreductie in de veehouderij (financiering LNV)

Projectleider: Dr. ir. Nico Ogink

Startdatum: 01-01-1999

Einddatum: 31-12-2002

Inleiding en doelstelling

Rond het thema geurhinder door de veehouderij hebben zich recentelijk op diverse terreinen, waaronder het geurhinderbeleid, nieuwe ontwikkelingen voorgedaan. In het aangekondigde nieuwe beleid speelt de toepassing van emissiereducerende technieken in stallen een prominente rol. Voorgesteld wordt op korte termijn, vanaf 2003, in de AMvB huisvesting in aanvulling op grenswaarden voor ammoniakemissie eveneens eisen te gaan stellen aan de geuremissie op basis van het ALARA-principe. Uit onderzoek naar de geuremissie uit Groen Label stallen (zie project 53017) blijkt dat een beperkt deel van deze systemen een lagere emissie heeft dan conventionele systemen, en dat sommige Groen Label systemen in het geheel niet geurarm zijn. Bovendien bestaan er sterke verschillen tussen bedrijven met gelijksoortige stalsystemen, waarschijnlijk als gevolg van voedings- en bedrijfsmanagementfactoren.

Om enerzijds de gestelde beleidsdoelstellingen te halen en anderzijds voldoende ruimte beschikbaar te houden voor bedrijfsontwikkeling zijn sterk geurreducerende stalsystemen gewenst die een robuust lage emissie paren aan bedrijfseconomisch verantwoord functioneren. De beschikbaarheid van efficiënte, goed inpasbare en betaalbare geurreductie-technieken voor zowel bestaande als nieuwe veehouderij-systemen is momenteel echter zeer beperkt. Op basis van een inventariserende literatuurstudie door het IMAG is in 2000 een eerste analyse uitgevoerd van de belangrijkste knelpunten en is een concept-raamplan opgesteld voor een innovatietraject waarin geurreducerende stalsystemen kunnen worden ontwikkeld. Om dit innovatietraject van de grond te krijgen wordt in dit project op drie verschillende terreinen activiteiten gestart, die hieronder zullen worden toegelicht.

- **Geurreductie biologische luchtwassers:** Geurreducerende oplossingen die op korte termijn kunnen worden gerealiseerd verdienen met voorrang te worden uitgewerkt. Binnen het huidige geuremissie-programma zijn metingen uitgevoerd aan luchtwassers, die reeds waardevolle nieuwe inzichten opleverden. Met gebruikmaking van huidige meetlocaties kan de geurverwijdering door luchtwassers diepgaander worden onderzocht en kan zo een kennisbasis worden gevormd voor betere en stabielere geurverwijderingsrendementen.
- **Analyse geurreductie-factoren:** een tweede aspect waarmee een directe impuls kan worden gegeven aan de ontwikkeling van geurreductie-methoden betreft een detail-analyse van de dataset die vanuit het geuremissie-onderzoek naar stalsystemen in de veehouderij is opgebouwd.
- **Platform voor ontwikkeling innovatietraject:** van belang voor het welslagen van het genoemde innovatietraject is een intensieve interactie met alle partijen (stakeholders) rond dit

thema. Als zodanig bestaat dan ook de behoefte om een platform te creëren waar deze interactie tot stand kan komen, met als doel de mogelijkheid te bieden om de meningen, wensen en behoeften van verschillende partijen goed op elkaar af te stemmen en draagvlak te creëren voor innovaties.

Werkwijze

Om bovenstaande doelstellingen te realiseren zijn de volgende drie activiteiten binnen dit project opgenomen.

1. Het schrijven van een IMAG-nota met daarin een inventarisatie van verbeterpunten voor luchtwassers. Dit gebeurde aan de hand van metingen aan één concrete luchtwasser die was geplaatst op de ventilatie-uitlaat van een varkensstal.
2. Een detailanalyse van de hoofdfactoren in de beschikbare geuremissie-dataset waarbij de effecten van management en stalsysteem kunnen worden gekwantificeerd. Dit was een onderdeel mede ter ondersteuning van de data-analyse van project 53.017.
3. De organisatie van een platform in de vorm van een symposium rond het thema geurhinder in de veehouderij waarvoor vertegenwoordigers van alle stakeholders worden uitgenodigd. De bijdragen op het symposium zullen mede via een website naar buiten worden uitgedragen. Het resultaat behelst tevens de bijdrage tot de vorming van een Europees kennis-netwerk met daarin vertegenwoordigd de belangrijkste expertise-centra rond het genoemde thema.

Resultaten

Luchtwassers

Uit dit onderdeel van het onderzoek zijn de volgende conclusies getrokken:

- a) Het blijkt dat, ondanks het in dit geval niet optimaal verlopende nitrificatie/denitrificatieproces, het ammoniakverwijderingsrendement gemiddeld 79% bedraagt.
- b) Het gemiddelde geurverwijderingsrendement van het biowassersysteem bedraagt 49%. De geurverwijdering verloopt dus moeizamer dan de ammoniakverwijdering. Het gemeten geurverwijderingsrendement verschilt niet significant van dat van andere biologische wassers die tot nu toe door IMAG zijn bemeaten.
- c) Het geurverwijderingsrendement van het biowassersysteem vertoont een grote spreiding (-29 tot 87%). De grootte van deze spreiding komt overeen met die van andere biologische wassers, chemische wassers lijken een iets lagere spreiding te hebben. De gemeten spreiding wordt voor 20% veroorzaakt door de olfactometrische geurmeetmethode en voor 80% door de wasser.
- d) Het onderzoek kan geen uitsluitsel geven op de vraag waarom de werking van de biologische wasser zo sterk varieert. Nader onderzoek is noodzakelijk om de schommelingen in het geurverwijderingsrendement verder te analyseren en oplossingsrichtingen te ontwikkelen. Mogelijk kan optimalisatie van de waterhuishouding een positief effect hebben op de geurverwijdering van bestaande luchtwassersystemen.

Anderzijds is het wellicht noodzakelijk nieuwe luchtwassystemen te ontwikkelen waarmee wel de gewenste stabiele geurverwijderingsrendementen kunnen worden gerealiseerd.

- e) Om een goede werking van een biowasser te garanderen, is het noodzakelijk om het proces regelmatig te controleren (analyse van het spuiwater op ammonium, nitriet, nitraat en pH). Hieraan ontbrak het bij het onderzochte systeem.
- f) Het onderzoek is uitgevoerd aan een biowassersysteem dat bij nader inzien niet stabiel bleek te werken. De meetresultaten en conclusies moeten daarom met de nodige voorzichtigheid worden gehanteerd.

Data-analyse geurdataset

Zie de rapportage van project 53.017.

Geursymposium

Een dagvullend symposium over de geurproblematiek op het platteland in congrescentrum de Reehorst in Ede. Op deze dag waren zo'n 160 personen aanwezig van diverse instituten, adviesbureaus, landbouworganisaties, agrarisch bedrijfsleven (stallenbouwers e.d.), gemeentes, ministeries, en een enkele boer. De ochtend was plenair met voordrachten door ministerie VROM, Theo Meijer als Tweede Kamerlid, LTO. De middag kende twee parallelle sessies waarbij 1 een beleidsgerichte invulling had en de andere een meer technisch inhoudelijke.

Publicaties en overige producten

Melse, R.W. en G. Mol, 2002. Geur- en ammoniakverwijdering uit ventilatielucht van een varkensstal met behulp van een biowasser. IMAG Nota V 2002-53, Wageningen, 17 pp.

Mol, G. en N.W.M. Ogink, 2002. Geuremissies uit de veehouderij II. Overzichtsrapportage 2000 - 2002. IMAG Rapport 2002-09, Wageningen, 57 pp.

4.17 Project 53027: Geurreductie-technieken voor bestaande en nieuwe veehouderijsystemen: raamplan voor onderzoek

Projectleider: Dr. ir. Nico Ogink

Startdatum: 01-05-2000

Einddatum: 31-04-2001

Inleiding en doelstelling

Momenteel wordt door een werkgroep van VROM en LNV voorstellen ontwikkeld voor een aangepaste stankhinderregulering in de veehouderij. Uitgangspunt daarbij is dat de voorgestelde richtlijn aansluit op de NMP-doelstelling (maximaal 12% gehinderden in 2000 en geen ernstige hinder in 2010) en dat de voorgestelde systematiek voldoende onderbouwd is. In het kader hiervan is door IMAG onderzoek uitgevoerd naar de geuremissie van gangbare veehouderijsystemen, en heeft een geurbelevingsonderzoek plaatsgevonden. Het behoort tot de mogelijkheden dat implementatie van de aangepaste systematiek leidt tot een verscherpte vergunningssituatie voor veehouderijbedrijven. In het kader van de reconstructie varkenshouderij speelt de (aangepaste) stankhinderregulering een belangrijke rol. Hierbij bestaat de zorg dat er door de (aangepaste) stankhinderregelgeving onvoldoende ruimte beschikbaar is voor bedrijfsontwikkeling.

Voorziene knelpunten kunnen opgelost worden door de ontwikkeling van efficiënte, goed inpasbare en betaalbare geurreductie-technieken voor bestaande en nieuwe veehouderij-systemen. Terugdringing van de geuremissie uit de veehouderij is mogelijk door een integrale aanpak met gebruikmaking van multidisciplinaire onderzoekskennis en beschikbare praktijkkennis. De doelstelling van dit project was het opzetten van een raamplan voor geurreductie in de veehouderij. In het raamplan wordt ingegaan op de volgende hoofdelementen:

- Overzicht van thans beschikbare kennis op het terrein van geurvorming, processen en factoren, en kennis-leemten.
- Aangeven van de huidige stand van de techniek en andere maatregelen voor geurreductie. Aangeven van perspectieven voor praktijkimplementatie van deze maatregelen (technisch, economisch).
- Aangeven welk onderzoek er nog nodig is om perspectiefvolle technieken en maatregelen voor geurreductie in de veehouderijsystemen op (korte, middellange of lange) termijn in de praktijk te implementeren.

Werkwijze

In overleg met de begeleidingscommissie vanuit LNV en VROM is een inhoudsopgave van het rapport samengesteld. De verschillende onderdelen van het rapport werden ingevuld via een uitgebreide literatuurstudie en via kennis van specialisten op het gebied van geuremissies in de veehouderij.

Resultaten

De belangrijkste conclusie van het rapport 'Geurreductie-technieken en maatregelen voor bestaande en nieuwe veehouderij-systemen: raamplan voor onderzoek' is:

- Een effectieve aanpak van geurreductie in de veehouderij vereist inspanningen over een lange periode, gericht op meerdere schakels in de productieketen, met inzet van uiteenlopende disciplines, en kennis verkregen uit zowel fundamenteel en toegepast onderzoek als uit het bedrijfsleven. Dit betekent dat een breed, en goed onderling afgestemd onderzoeksprogramma noodzakelijk is, waarin onderzoek op meerdere sporen met diverse betrokken partijen op elkaar wordt afgestemd. De volgende doelstellingen zijn hierbij van belang:
 1. Ontwikkel en optimaliseer maatregelen en technieken waarmee de geuruitstoot in de veehouderij uiteindelijk met 80 tot 95% kan worden teruggedrongen t.o.v. de geuruitstoot uit traditionele stalsystemen.
 2. Breng de relatie in beeld tussen de eigenschappen van geuruitstoot (geurkwaliteit, distributiepatroon geuremissie, piekmissies, geurcumulatie) en de daadwerkelijk ondervonden hinder, wat als kennisbasis kan dienen voor het oplossen van lokale probleemgevallen.
 3. Ontwikkel zowel oplossingen die op korte termijn inpasbaar zijn in thans gangbare stalsystemen als oplossingen op stalsysteemniveau voor de lange termijn.
 4. Ontwikkel en optimaliseer oplossingen die betrouwbaar en robuust zijn, goed zijn in te passen in het bedrijfsmanagement en kosteneffectief zijn, en bovendien aansluiten bij huidige en toekomstige regelgeving voor geurreductie.

Het voorgestelde raamplan voor onderzoek bevat een zestal hoofdonderdelen (werkpakketten) die elk op zich een zelfstandig geheel vormen met een eigen toegesneden doelstelling, aansturing en doorlooptijd. De werkpakketten ondersteunen elkaar en zijn qua fasering op elkaar afgestemd. De werkpakketten worden in hoofdstuk 10 van het rapport beschreven.

Publicaties en overige producten

Ogink, N.W.M. en A.J.A. Aarnink, 2003. Geurreductie-technieken en maatregelen voor bestaande en nieuwe veehouderij-systemen: raamplan voor onderzoek. IMAG-rapport, in druk.

Symposium 'Naar een geurvrij platteland', Reehorst Ede.

5 Lijst van publicaties in het kader van onderzoeksprogramma 309

Aardenne, J. Van, B. Amon, A. Van Amstel, K. Groenestein, O. Heinemeijer & O. Oenema. 2001 - N₂O emissions from manure management. IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories. Chapter 4.4: p. 4.40-4.48.

Arkhipchenko, I.A., I.I. Barbolona, J.N. Popova, I.E. Solntseva & P.J.L. Derikx. 1999, Microbiological and biochemical parameters - Criteria for evaluating the quality of the composts. Abstract International Composting Symposium, 19-23 September, Halifax, Nova Scotia (Canada), 1 pp.

Arkhipchenko, I.A. & P.J.L. Derikx. 1999, Nitrogen, phosphorus and potassium balance under the aerobic treatment of pig-farm wastes. Abstract International Congress Regulations in Animal Production in Europe, 9-12 May, Wiesbaden (D), 1 pp.

Bemmel van JBM; AW van der Werf (2002) Haalbaarheidsstudie naar de toepassing van biologische technieken voor de behandeling van methaan houdende lucht uit stallen en mestopslagen. Projectcode 2000-1366. Bioclear, Groningen.

A.G.C. Beurskens, J.M.G. Hol en G. Mol, 2002 - Onderzoek naar de ammoniak- en geuremissie van stallen LIII: Stal voor vleeskalkoenen met frequente strooiselverwijdering. Wageningen, IMAG, Rapport 2002-14, 29 pp. excl. bijlage.

A.G.C. Beurskens, J.M.G. Hol en G. Mol, 2002 - Onderzoek naar de ammoniak- en geuremissie van stallen LV: Volièrestal voor leghennen. Wageningen, IMAG, Rapport 2002-16, 28 pp. excl. bijlage.

A.G.C. Beurskens, M.J.M. Wagemans, J.M.G. Hol en G. Mol, 2002 - Onderzoek naar de ammoniak- en geuremissie van stallen LXI: Mechanisch geventileerde stal voor vleeskalveren (wit). Wageningen, IMAG, Rapport in voorbereiding

A.G.C. Beurskens, M.J.M. Wagemans, J.M.G. Hol en G. Mol, 2002 - Onderzoek naar de ammoniak- en geuremissie van stallen LXII: Natuurlijk geventileerde stal voor vleeskalveren (rose). Wageningen, IMAG, Rapport in voorbereiding

Brunink JAJ (2003) Methaanemissie-reductie in de veeteelt. Toepasbaarheid van biologische luchtfiltratie. Document no. SPE-MTV-RP001. Stork Product Engineering, Amsterdam. In druk.

De Boer, I.J.M., M.C.J. Smits, H. Mollenhorst, G. van Duinkerken en G.J. Monteny, 2002. Prediction of ammonia emission from dairy barns using feed characteristics. Part I: relation between feed characteristics and urinary urea concentration. Journal of Dairy Science 85: 3382-3388.

Derikx, P.J.L., 2000. Mineral bookkeeping, new manure legislation in the Netherlands. Proceedings of the International Conference "Microbial Ecotechnology in Processing of Organic and Agricultural Wastes", 16-18 August, St. Petersburg, Russia, p. 54-60.

Erisman, J.W. en G.J. Monteny, 1999. Consequences of new scientific findings for future abatement of ammonia emissions. *Environmental Pollution* 201 (S1): 275-282.

Erisman, J.W. en G.J. Monteny, 1999. Mogelijke oorzaken van tegenvallende afname van de ammoniakemissie in Nederland. *Milieu* 1(1): 2-10.

Groenestein, K. 2001 - Organic farming, system thinking and the future. Beschouwing van een driedaagse internationale workshop, IAC, Wageningen, 21-23 februari, 4 pp.

Groot Koerkamp, P.W.G., A.C. Wever, J.H.W. Huis in 't Veld en J.M.G. Hol, 1999. Ammoniakemissie uit een batterijstal voor leghennen met droging van de mest in een droogtunnel boven de kooien in de stal. IMAG, Wageningen, nota P 99-06, 17 pp excl. bijlagen

Groot Koerkamp, P.W.G., 1999. Principes voor nieuwe stalconcepten voor milieuvriendelijke huisvesting. Lezing Studiedag Toekomstgerichte Stallenbouw, Melle (B), 2 juni.

Groot Koerkamp, P.W.G., 1999. Onderzoek naar de ammoniakemissie van twee traditionele huisvestingssystemen voor eenden. *Pluimveehouderij* 29 (41), p. 23.

Groot Koerkamp, P.W.G., 1999. Onderzoek naar de ammoniakemissie van twee traditionele huisvestingssystemen voor eenden. Lezing en hand-out PP-studiedag Eenden, 21 september, Beekbergen.

Groot Koerkamp, P.W.G., 1999. Milieu-aspecten van volieresystemen: probleem of uitdaging? Lezing Mini-symposium volierehuisvesting, ID Lelystad, 15 december.

Groot Koerkamp, P.W.G., J.H.W. Raaben, L. Speelman en J.H.M. Metz, 1999. Litter composition and ammonia emission in aviary houses for laying hens. Part III: Water flow to the litter through fresh droppings. *Journal of Agricultural Engineering Research* 73: 363-371.

Groot Koerkamp, P.W.G., L. Speelman en J.H.M. Metz, 1999. Litter composition and ammonia emission in aviary houses for laying hens. Part II: Modelling of the evaporation of water. *Journal of Agricultural Engineering Research* 73: 353-362.

Groot Koerkamp, P.W.G. en J.M.G. Hol. Pythia – Onderzoek naar de geuremissie van stallen in de Nederlandse veehouderij. IMAG factsheet, 1 pp.

Groot Koerkamp, P.W.G. en W. Kroodsma, 2000. Milieuwinst bij verbranding van stapelbare pluimveemest. IMAG-rapport 2000-04, 13 pp.

Groot Koerkamp, P.W.G. en W. Kroodsmā, 2000. Ammoniak- en geuremissie tijdens opslag en aanwending van stapelbare pluimveemest. IMAG-nota P2000-04, 13 pp.

Groot Koerkamp, P.W.G., J.H. van Middelkoop, J. van Harn en H. Gunnink. Oriënterend onderzoek naar de effecten van beluchting van toplaag van strooisel in een vleeskuikenstal. IMAG-nota P2000-16/PP-rapport No. 20002, 15 pp.

Groot Koerkamp, P.W.G., 2000. Stalruimte voor pluimvee. Octrooinummer 19.35.80, Bureau voor Industriële Eigendom (ingediend 17 mei 1994).

Groot Koerkamp, P.W.G., J.H. van Middelkoop en E. Evers, 2000. Ammoniakemissie vleeskuikenstallen toegenomen. Pluimveehouderij 30 (21), p. 10-11.

Groot Koerkamp, P.W.G., 2000. Behandlung von Geflügelkot in den Niederlanden. Lezing studiedag Lehr- und Versuchsstation Kleintiere, Bayerische Landesanstalt für Tierzug, 27 Mai.
Groot Koerkamp, P.W.G., J.H. van Middelkoop en H.H. Ellen, 2000. Air quality management and requirements in Europe. Proceedings National Poultry Waste Management Symposium, Ocean City, Marland (USA), 16-18 October.

Groot Koerkamp, P.W.G. 2001 - Van beleid tot praktijk - de vele facetten van de NH₃-emissieproblematiek in de veehouderij. Lezing: College Capita Selecta Landbouwbedrijfsgebouwen, Wageningen, 1 februari.

Groot Koerkamp, P.W.G. 2001 - Effective strategies to reduce methane emissions from livestock. Lezing: ASAE Annual International Meeting, Sacramento, California (USA), 30 July - 1 August.

J.W. van der Haar, J.H. Middelkoop, H.H. Ellen, P.W.G. Groot Koerkamp en A.C. Wever, 2000.
De invloed van strooiselbeluchting en strooiselmanagement op de uitstoot van ammoniak en stofconcentraties in twee typen huisvestingsystemen voor vleeskuikenouderdieren.
Beekbergen, Praktijkonderzoek Pluimveehouderij/IMAG, Wageningen. PP-rapport No. R 0009, 30 pp.

E. Hartung en G.J. Monteny, 2000. Emission von Methan und Lachgas aus der Tierhaltung -eine Literaturstudie. Landtechnik 55 (4), p. 288 - 289.

E. Hartung en G.J. Monteny, 2000. Emission von Methan (CH₄) und Lachgas (N₂O) aus der Tierhaltung. Agrartechnische Forschung 6 (heft 4), p. 62 - 69.

Hilhorst, M.A., H.C. Willers, C.M. Groenestein & G.J. Monteny. 2001 - Effective strategies to reduce methane emissions from livestock. Proceedings ASAE Annual International Meeting, Sacramento, California (USA), 30 July - 1 August. Paper number: 01-4070, 10 pp.

Hilhorst, M.A. & G.J. Monteny. 2001 - Some notes on anaerobic digestion of manure and other organic waste in Europe. Wageningen, IMAG-interne nota EU-Workshop, 5 april, 3 pp.

Hilhorst, M.A. & L. Noordduyn. 2001 - Veehouderij stoot minder broeikasgas uit. WB - Weekblad voor Wageningen UR 3 (7), p. 7.

Hilhorst, M.A. 2001 - Broeikasgasemissie door veehouderij blijft afnemen. Wageningen, IMAG-persbericht, 2 februari.

Hilhorst, M.A. 2001 - Kansrijke thema's voor het vervolgonderzoek naar emissiereductie opties in de landbouw. Wageningen, IMAG-nota P 2001-108, 5 pp.

Hilhorst, M.A., R.W. Melse, H.C. Willers, C.M. Groenestein, G.J. Monteny, 2002. Reduction of Methane Emissions from Manure. Proceedings of the NCGG-3, Millpress Rotterdam, The Netherlands 2002:435-440

Hilhorst, M.A. & R.M. de Mol, 2002. On the impact of inventory uncertainties on Non-CO2 greenhouse gas emissions reduction options. Proceedings of the NCGG-3, Millpress Rotterdam, The Netherlands 2002:575-576

Hilhorst, M.A. & R.M. de Mol, 2002. Dynamic model for the methane emission from manure storage. Sixth International Conference on Greenhouse Gas Control Technologies, Kyoto, October 2002. Paper H5-3.

Hol, J.M.G. en P.W.G. Groot Koerkamp, 1999. Onderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XLIV: Rondloopstal voor dragende zeugen met voerstation en strobed. IMAG, Wageningen, rapport 99-08, 22 pp.

Hol, J.M.G. en P.W.G. Groot Koerkamp, 1999. Onderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XLVII: Behandeling van lucht uit een biothermische droogunit voor voorgedroogde leghennenmest door een chemische wasser. IMAG, Wageningen, rapport 99-11, 24 pp.

Hol, J.M.G., P.W.G. Groot Koerkamp en A.C. Wever, 1999. Behandeling van lucht uit een traditionele stal voor vleeskuikens met een chemische wasser. IMAG, Wageningen, nota P 99-23, 16 pp excl. bijlagen

Hol, J.M.G., P. de Gijsel & P.W.G. Groot Koerkamp. 2001 - De ammoniak- en geuremissie van een scharrelstal met twee verdiepingen met mestbanden onder de roosters. Wageningen, IMAG-rapport 01-01, 26 pp. excl. bijlagen.

Hol, J.M.G., A.C. Wever en A.J.A. Aarnink, 2001 - Onderzoek naar de ammoniak- en geuremissie van stallen XLIX: Beddenstal voor vleesvarkens. Wageningen, IMAG, Rapport 2001-04, 24 pp. excl. bijlage.

Hol, J.M.G., C.M. Groenestein en E. Evers, 2001 - Onderzoek naar de ammoniak- en geuremissie van stallen LI: Beddenstal voor biggen. Wageningen, IMAG, Rapport 2001-09, 21 pp. excl. bijlage.

Huis in 't Veld, J.W.H., G.J. Monteny en R. Scholtens, 2000. Onderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XLVIII. Natuurlijk geventileerde ligboxenstal met sleufvloer tijdens de zomerperiode. IMAG-nota P2000-84, 18 pp.

Huis in 't Veld, J.W.H. & P.W.G. Groot Koerkamp. 2001 - Onderzoek naar de ammoniakemissie van stallen L. Natuurlijk geventileerde ligboxenstal met een geprofileerde vloer voor melkvee; winterperiode. Wageningen, IMAG-rapport 2001-08, 15 pp. excl. bijlagen.

Huis in 't Veld, J.W.H., M.C.J. Smits en G.J. Monteny, 2003. Metingen van de ammoniakemissie uit melkveestallen van Koeien en Kansen bedrijven; korte meetperioden per bedrijf. IMAG-rapport (in voorbereiding).

Huis in 't Veld, J.W.H. en G.J. Monteny, 2003. Methaanemissie uit natuurlijk geventileerde melkveestallen. IMAG-rapport 2003-01, Wageningen, 42 pp.

Huis in 't Veld, J.W.H., P.W.G. Groot Koerkamp en R. Scholtens, 1999 - Onderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XLVI: Voletage volièresysteem voor legouderdieren en een droogtunnel. Wageningen, IMAG, Rapport 99-10, 22 pp. excl. bijlage.

Huis in 't Veld, J.W.H., G.J. Monteny en R. Scholtens, 2001 - Onderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XLVIII: Natuurlijk geventileerde ligboxenstal met sleufvloer voor melkvee; zomerperiode. Wageningen, IMAG, Rapport 2001-03, 18 pp. excl. bijlage.

Huis in 't Veld, J.W.H. en P.W.G. Groot Koerkamp, 2001 - Onderzoek naar de ammoniakemissie van stallen L: Natuurlijk geventileerde ligboxenstal met een geprofileerde vloer voor melkvee; winterperiode. Wageningen, IMAG, Rapport 2001-08, 16 pp. excl. bijlage.

Huis in 't Veld, J.W.H., E. Evers en G. Mol, 2002 - Onderzoek naar de ammoniak- en geuremissie van stallen LVII: Natuurlijk geventileerde potstal voor melkgeiten. Wageningen, IMAG, Rapport 2002-18, 19 pp. excl. bijlage.

Huijsmans, J.F.M., 1999. Constraints which prevent more widespread recycling of organic solids in the Netherlands. Paper presented at the meeting of the ROSA project in Silsoe (UK).

Huijsmans, J.F.M. and D.W. Bussink, 1999. Ammonia emission from animal manure in the Netherlands. Paper presented at start meeting ALFAM, Wexford, Ireland.

Huijsmans, J.F.M. and P. Hoeksma, 1999. Sampling and application of solid manure. Paper presented at start meeting of the ROSA project, Oldenburg, Germany.

Huijsmans, J.F.M. and R.M. de Mol, 1999. Costs of manure application. Paper presented at start meeting ALFAM, Wexford, Ireland.

Huijsmans, J.F.M. and R.M. de Mol, 1999. A model for ammonia volatilization after surface application and subsequent incorporation of manure on arable land. *Journal of Agricultural Engineering Research* 74: 73-82.

Huijsmans, J.F.M. en G.J. Monteny, 1999 - Nieuwe aandacht voor ammoniakemissie. Thema mesttoediening, *Landbouwmechanisatie* 50 (6/7), p. 30-31.

Huijsmans, J.F.M. & R.M. De Mol, 1999. A model for ammonia volatilization after surface application and subsequent incorporation of manure on arable land. *Journal of Agricultural Engineering Research* 74: 73-82.

Huijsmans, J.F.M. en Hol, J.M.G. 1999 – Ammoniakemissie bij mesttoediening in boomgaarden; Deel 2 Windsnelheid, IMAG-DLO Nota P99-13, Wageningen, pp. 9.

Huijsmans, J.F.M., Monteny, G.J., Hol, J.M.G. en Ettema, F.H. 1999 – Ammoniakemissie na bovengronds toedienen van FIR-rundermest, IMAG-DLO Nota P99-24, Wageningen, pp. 16.

Huijsmans, J.F.M., Jong, A. de, Mol, R.M. de, 2000 – Ammoniakemissie bij het onderwerken van mest op bouwland in een tweede werkgang; Effect van aanpassingen in de regelgeving. IMAG Nota P2000-71, Wageningen, pp. 28.

Huijsmans, J.F.M., Hol J.M.G., Hendriks M.M.W.B., 2000 - Effect of application technique and external factors on ammonia volatilisation from manure applied to grassland. Recycling of Agricultural Municipal and Industrial Residues in Agriculture, RAMIRAN 2000. Proceedings of the 9th International Workshop of the Network, Gargnano, 6-9 September 2000, University of Milan, 357-360

Huijsmans, J.F.M., 2000 - Field application aspects of organic material on farmland. Recycling of Agricultural Municipal and Industrial Residues in Agriculture, RAMIRAN 2000. Keynote, proceedings of the 9th International Workshop of the Network, Gargnano, 6-9 September 2000, University of Milan, 225-229

Huijsmans, J.F.M., J.M.G. Hol, J.H. Duyzer & A. Hensen. 2001 - Ammonia emission after application of manure. Various measuring methods. Wageningen, IMAG-nota P 2001-24, 31 pp. excl. bijlagen.

Huijsmans, J.F.M. and J.M.G. Hol, 2001. Ammoniakemissie na zodebemesting, De Marke, 1999 en 2000. Conceptrapportage De Marke.

Huijsmans, J.F.M. and J.M.G. Hol, 2001. Mesttoediening voorjaar bouwland; beschikbare metingen voorjaarsmesttoediening in graan. IMAG-Notitie voor discussie rondom 12 technique, manure characteristics, weather and field conditions on ammonia volatilization from manure applied to grassland. Netherlands Journal of Agricultural Science 49: 323-342.

Huijsmans, J.F.M., Verwijs, B., Rodhe, L. Smith, K., 2001. Costs of field application of manure in Europe. In Sommer, S.G., Hutchings and Carton, O.T. (Eds.), Ammonia losses from field applied manure. DIAS report No. 60, pp. 81-93.

Huijsmans, J.F.M. & J.M.G. Hol, 2001. Mesttoediening voorjaar bouwland. Notitie rondom discussie mesttoediening voorjaar in graan, IMAG, 20-8-2001, pp. 3

Klooster, C.E. van 't. 2001 - Environmental technology in pig and poultry production. Proceedings Simposio Intenacional en Producción Animal y Medio Ambiente. Sociedad Chilena de Producción Animal XXVI Reunión anual, Santiago (Chili), 25-27 July, p. 123-131.

Kortekaas, S., 1999. Papierloze aangifte van MINAS-gegevens. Landbouwmechanisatie 59 (6/7), p. 26-27.

Kowalchuk, G.A., Z.S. Naoumenko, P.J.L. Derikx, A. Felske, J.R. Stephen & A. Arkhipchenko. 1999. Molecular Analysis of Ammonia-Oxidizing Bacteria of the B Subdivision of the Class Proteobacteria in Compost and Composted Materials. Applied and Environmental Microbiology 65 (2), p. 396-403.

Lens, P., N.W.M. Ogink en L. Hulshoff, 1999. Measurement and monitoring of odour emissions from animal production facilities and sewage treatment. Abstract for the 6th FAO/SREN Workshop Aerobic Conversions for the Third Millennium, 2-4 June, Athens (Greece).

Melse, R.W. en G. Mol, 2002. Geur- en ammoniakverwijdering uit ventilatielucht van een varkensstal met behulp van een biowasser. IMAG Nota V 2002-53, Wageningen, 17 pp.

Melse, R.W., Erisman, J.W., Kuikman, P.J., Meer, H.G. van der, Monteny, G.J., Ogink, N.W.M. en N. Verdoes, 2002. Visie op toekomstig onderzoek naar gasvormige emissies uit de Nederlandse veehouderij, IMAG rapport 2002-10, Wageningen, 55 pp.

Melse RW (2003) Verwijdering van methaan uit ventilatielucht van mestopslag met behulp van biofilter. Rapport 2003-xx. IMAG, Wageningen. In druk.

Mol, G. en N.W.M. Ogink, 2002. Geuremissies uit de veehouderij II. Overzichtsrapportage 2000 - 2002. IMAG Rapport 2002-09, Wageningen, 57 pp.

Mol, R. de, en M.A. Hilhorst, 2003. Methaan-, lachgas- en ammoniakemissies bij productie, opslag en transport van mest. IMAG Rapport 2003-03, Wageningen, 252 pp.

- Monteny, G.J., C.M. Groenestein en M.A. Hilhorst, 1999. Interaction and coupling in the emission of greenhouse gases from animal husbandry. Paper presented at the International Conference on Greenhouse Gas Emissions from Arable and Animal Farming, October 1999, Stuttgart, Germany and paper submitted to Nutrient Cycling in Agroecosystems.
- Monteny, G.J., 1999. Bijdrage aan: J.W. Erisman en L. van der Eerden (Red.). Stikstofonderzoekprogramma (STOP); de stikstofproblematiek op lokale en regionale schaal nader onderzocht. ECN rapport no. C—99-094/RIVM rapport no. 72 56 01 002, 100 pp.
- Monteny, G.J. en J.W. Erisman, 1999. Ammonia emission from dairy cow buildings: a review of measurement techniques, influencing factors and possibilities for reduction. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 46 (1999): 225-247.
- Monteny, G.J., J.G.M. Hol, A.C. Wever en R. Scholtens, 1999. Ammoniakemissie op gebiedsniveau binnen het Stikstofonderzoekprogramma (STOP). Wageningen, IMAG-rapport 99-16, 36 pp.
- Monteny, G.J., 2000. IMAG - thuis in gasvormige emissies. Flyer.
- G.J. Monteny, 2000. Modelling of ammonia emissions from dairy cow houses. PhD Thesis, Wageningen University, 156 pp.
- Monteny, G.J., C.M. Groenestein & M.A. Hilhorst. 2001 - Interaction and coupling in the emission of greenhouse gases from animal husbandry. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 60, p. 123-132.
- Monteny et al., 2001. Naar een jaarrond-emissie voor ammoniak uit melkveestallen. IMAG/PV/CLM-rapport ...
- Monteny, G.J., 2000. Modelling of ammonia emissions from dairy cow houses. Proefschrift Wageningen Universiteit, 156 pp.
- Monteny, G.J., M.C.J. Smits, G. van Duinkerken, H. Mollenhorst en I.J.M. de Boer, 2002. Prediction of ammonia emission from dairy barns using feed characteristics Part II: Relation between urinary urea concentration and ammonia emission. *Journal of Dairy Science* 85: 3389-3394.
- Monteny, G.J., J.W.H. Huis in 't Veld, G. van Duinkerken, G. André en F. van der Schans, 2001. Naar een jaarrond-emissie van ammoniak uit melkveestallen. IMAG-PV-CLM-rapport, 27 pp.
- O. Oenema, G.L. Velthof, N. Verdoes, P.W.G. Groot Koerkamp, G.J. Monteny, A. Bannink, H.G. van der Meer en K.W. van der Hoek (Eds.), 2000. Forfaitaire waarden voor gasvormige

stikstofverliezen uit stallen en mestopslagen. Alterra-rapport 107 (gewijzigde druk), 185 pp.

Ogink, N.W.M. Ogink, 1999. Overzicht van geurmetingen aan veehouderijsystemen. Voordracht VIAS-werkgroep, mei 1999.

N.W.M. Ogink en J.M.G. Hol, 2000. Pythia - Onderzoek naar de geuremissie van stallen in de nederlandse veehouderij - Flyer.

N.W.M. Ogink, 2000. Onderzoek naar stankoverlast van veehouderijbedrijven. Lezing Themadag "Stank, een probleem voor de veehouder ?", Arnhem, 12 december.

N.W.M. Ogink en P.N. Lens, 2000. Geuremissies uit de veehouderij. IMAG-nota V 2000-11, 36 pp.

Ogink, N.W.M. & P.W.G. Groot Koerkamp. 2001 - Comparison of odour emissions from animal housing systems with low ammonia emission. Proceedings 1st IWA International Conference on Odour and VOCs: Measurement, Regulation and Control Techniques, Sidney (Australia), 25-28 March, p. 479-487.

Ogink, N.W.M. en A.J.A. Aarnink, 2001. Geurreductietechnieken en maatregelen voor bestaande en nieuwe veehouderijsystemen: raamplan voor onderzoek. IMAG Nota, Wageningen, 49 pp.

Phillips, V.R., R. Scholtens, D.S. Lee, J.A. Garland & R.W. Sneath. 2001 - A review of methods for measuring emission rates of ammonia from livestock buildings and slurry or manure stores, Part 1: assessment of basic approaches. J. agric. Engng Res. 77 (4), p. 355-364.

Phillips, V.R., D.S. Lee, R. Scholtens, J.A. Garland & R.W. Sneath. 2001 - A review of methods for measuring emission rates of ammonia from livestock buildings and slurry or manure stores, Part 2: monitoring flux rates, concentrations and airflow rates. J. agric. Engng Res. 78 (1), p. 1-14.

Satter, I.H.G., D.A.J. Starman, H.C. Willers, N.W.M. Ogink en P.W.G. Groot Koerkamp, 2000. Use of Life Cycle Assessment in development processes illustrated with a manure treatment system. In: S. Hartmans & P. Lens (Eds.), Proceedings of the 4th International Symposium on Biotechnology, Noordwijkerhout, 10-12 April, p. 157 - 160

Scheer, A., J.M.G. Hol & P.W.G. Groot Koerkamp. 2001 - Onderzoek naar de ammoniak- en geuremissie van stallen LII; Volièrestal voor opfokhennen. Wageningen, IMAG rapport 2001-12, 24 pp, excl. bijlagen.

A. Scheer, J.M.G. Hol en P.W.G. Groot Koerkamp, 2001 - Onderzoek naar de ammoniak- en geuremissie van stallen LII: Volièrestal voor opfokleghennen. Wageningen, IMAG, Rapport 2001-12, 25 pp. excl. bijlage.

A. Scheer, J.M.G. Hol en G. Mol, 2002 - Onderzoek naar de ammoniak- en geuremissie van stallen LIV: stal voor vleeskuikenouderdieren met continue drogen van mest. Wageningen, IMAG, Rapport 2002-15, 23 pp. excl. bijlage.

A. Scheer, J.M.G. Hol en G. Mol, 2002 - Onderzoek naar de ammoniak- en geuremissie van stallen LVI: Scharrelstal voor leghennen met frequente mest- en strooiselverwijdering. Wageningen, IMAG, Rapport 2002-17, 22 pp. excl. bijlage.

A. Scheer, J.M.G. Hol en G. Mol, 2002 - Onderzoek naar de ammoniak- en geuremissie van stallen LVIII: Vleeskuikenstal met strooisel/mestdroging door mengventilatoren en vloerverwarming. Wageningen, IMAG, Rapport in voorbereiding

A. Scheer, J.M.G. Hol en G. Mol, 2002 - Onderzoek naar de ammoniak- en geuremissie van stallen LIX: Stal voor voedsters en vleeskonijnen. Wageningen, IMAG, Rapport in voorbereiding

Sommer, S.G., Sogaard, H.T., Nicholson, F.A., Hutchings, N.J., Huijsmans, J. F.M. and Bussink, W. , 2001. Ammonia losses from field applied manure- The ALFAM databases. In Sommer, S.G., Hutchings and Carton, O.T. (Eds.), Ammonia losses from field applied manure. DIAS report No. 60, pp. 21-24.

Sogaard, H.T., Sommer, S.G., Hutchings, N.J., Huijsmans, J.F.M., Bussink, D.W. and Nicholson, F.A., 2001. Ammonia volatilisation from field applied animal manure- The ALFAM statistical model. In Sommer, S.G., Hutchings and Carton, O.T. (Eds.), Ammonia losses from field applied manure. DIAS report No. 60, pp. 30-44.

Steenvoorden, J.H.A.M., W.J. Bruins, M.M. van Eerdt, M.W. Hoogeveen, N. Hoogervorst, J.F.M. Huijsmans, H. Leneman, H.G. van der Meer, G.J. Monteny en F.J. de Ruijter 1999 – Monitoring van nationale ammoniakemissies uit de landbouw, Op weg naar een verbeterde rekenmethodiek. Reeks Milieuplanbureau 6, SC-DLO, Wageningen, pp. 141.

Swierstra, D. 2001 - Scheiding van rundveemest op een sleufvloer met mestschuif in een ligboxenstal. Wageningen, IMAG-nota V 2001-04, 9 pp.

Tijmensens, M.J.A., R.C.A. van den Broek, R. Wasser, A. Kool, R. de Mol, M.A. Hilhorst, 2001. Mestvergisting op boerderijschaal in bestaande opslagsystemen. Rapportage in opdracht van de NOVEM door Ecofys, CLM en IMAG. In concept stadium.

S.G. van den Top, J.M.G. Hol en G. Mol, 2002 - Onderzoek naar de ammoniak- en geuremissie van stallen LX: Vleesvarkenstal met koeldeksysteem. Wageningen, IMAG, Rapport in voorbereiding

Walraven, N., en P.J.L. Derikx, 1999. Automatische monsternamen van vaste mest. Landbouwmechanisatie 50 (6/7), p. 24-25.

Walraven N. (1999). De storende werking van kopersulfaatpentahydraat op de bepaling van het fosforgehalte volgens ontwerp NEN 7435 (mei 1998). IMAG-DLO nota V 99-09, Wageningen, 13 pp.

Walraven, N., A.M. Bransen, P.J. Nijenhuis en D.A.J. Starmans, 1999. Ontwerp en realisatie van een prototype meetinstrument voor de snelle titrimetrische bepaling van gehalten aan totaal stikstof en fosfor in dierlijke mest; eindrapportage FASTNAP. IMAG, Wageningen, nota 99-145, 30 pp.

Walraven N. en Starmans D.A.J. (1999). Ontwikkeling van een prototype veldkit voor de bepaling van het gehalte aan N, P en K in drijfmest. IMAG nota 99-121, Wageningen, 20 pp.

Walraven N. en Starmans D.A.J. (1999). Optimalisatie en realisatie van een marktrijpe veldkit voor de bepaling van het gehalte aan N en P in drijfmest. IMAG nota 99-122, Wageningen, 16 pp.

Walraven N. (1999). Ontwikkeling van een monsternametechniek voor het nemen van analysemonsters voor de bepaling van het stikstof- en fosforgehalte in drijfmest. Onderdeel van het FASTNAP project. IMAG nota 99-124, Wageningen, 14 pp.

Walraven N., Nijenhuis P., Bransen A. en Starmans D.A.J. (1999). Eindrapport FASTNAP (concept).

Walraven, N., H.C. Willers, J.H. Slangen, P.J.L. Derikx en N.W.M. Ogink, 1999. Perspectives for on-line measurement of manure composition. In: Proceedings of the Dutch-Japanese workshop in precision dairy farming, 8-11 September in Wageningen, p. 113-118.

Werf van der AW (2002) Resultaten van het laboratoriumonderzoek naar de toepassing van biologische technieken voor de behandeling van methaan houdende lucht uit stallen en mestopslagen. Projectcode 2000-1366. Bioclear, Groningen.

Wever, A.C. en J.M.G. Hol, 1999 - Onderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XLIII: Twee traditionele huisvestingssystemen voor vleeseenden. Wageningen, IMAG, Rapport 99-07, 25 pp. excl. bijlage.

Wever, A.C. en J.W.H. Huis in 't Veld, 1999 - Onderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XLV: Vleesluikenstal met isolatie en ventilatie volgens het VEA-concept. Wageningen, IMAG, Rapport 99-09, 21 pp. excl. bijlage.