

Emissies uit een welzijnsvriendelijke stal voor vleesvarkens; het ‘Canadian Bedding System’

André Aarnink
Martin Wagemans
Guus Nijeboer

Rapport 084

Colophon

Dit onderzoek is mogelijk gemaakt door financiering vanuit het LNV-programma 'Nieuwe Veehouderijsystemen'.

Title	Emissies uit een welzijnsvriendelijke stal voor vleesvarkens; het 'Canadian Bedding System'
Author(s)	A.J.A. Aarnink, M.J.M. Wagemans & G.M. Nijeboer
A&F number	084
ISBN-number	90-6754-759-X
Date of publication	February 2004
Confidentiality	Non
Project code.	650.53619

Agrotechnology & Food Innovations B.V.
P.O. Box 17
NL-6700 AA Wageningen
Tel: +31 (0)317 475 024
E-mail: info.agrotechnologyandfood@wur.nl
Internet: www.agrotechnologyandfood.wur.nl

© 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.

This report is authorised by: A.J.A. Aarnink



The quality management system of Agrotechnology & Food Innovations B.V. is certified by SGS International Certification Services EESV according to ISO 9001:2000.

Abstract

A.J.A. Aarnink, M.J.M. Wagemans & G.M. Nijeboer, 2004. Emissies uit een welzijnsvriendelijke stal voor vleesvarkens; het 'Canadian Bedding System'. Report 084, Agrotechnology and Food Innovations, Wageningen UR, 19 pp.

In Canada a new housing system for growing-finishing pigs was developed, the so-called 'Canadian Bedding System'. The principle of the system is the use of a lot of sawdust in pens with fully solid floors. The animals themselves move the sawdust, mixed with manure, to a gutter. In the framework of developing new, social sustainable livestock production systems, within this study indicative measurements on gaseous emissions were done.

From the study it is concluded that the emissions of ammonia and methane were relatively low when compared to traditional housing systems. Also the emission of nitrous oxide was low. Beside its welfare friendly character the 'Canadian Bedding System' seems to be environmental friendly as well.

Keywords: *pigs, housing, bedding, animal welfare, environment*

Inhoudsopgave

Abstract	2
1 Inleiding	4
2 Materiaal en methoden	5
2.1 Stal en dieren	5
2.2 Meten emissies van NH ₃ , N ₂ O en CH ₄ op stalniveau	6
2.3 Meten lokale ammoniakemissie	7
3 Resultaten	8
3.1 Algemeen	8
3.1.1 Meetperiode mei	8
3.1.2 Meetperiode december	8
3.2 Emissies van NH ₃ , N ₂ O en CH ₄ op stalniveau	10
3.3 Lokale emissies van ammoniak en kooldioxide	12
4 Discussie	14
5 Conclusies	16
Referenties	17
Samenvatting	18

1 Inleiding

Ten aanzien van de emissie van stikstof uit mengmest in varkensstallen in de vorm van ammoniak is de laatste 15 jaar veel kennis verkregen. De effecten van huisvestingssystemen, het emitterend oppervlak, het ventilatiesysteem, de temperatuur en de voersamenstelling op de ammoniakemissie zijn onderzocht. Relatief weinig onderzoek is nog gedaan aan emissies in systemen met vaste mest. Hoewel dit systeem tegemoet komt aan veel criteria voor een duurzaam mestmanagement (Burton, 1997) bleek uit andere studies dat NH_3 -emissies weliswaar verlaagd konden worden, maar dat andere milieu-onvriendelijke gassen als N_2O en CH_4 emitterden (Groenestein en Van Faassen, 1996).

In een diepstrooiselstal, waar nitrificatie en denitrificatie werden gestimuleerd, vonden Groenestein en Van Faassen (1996) wel een reductie van de ammoniakemissie uit het strooiselbed ten opzichte van traditionele mengmestsystemen, maar veel hogere emissies van stikstofoxiden. Op dit moment is nog onduidelijk hoe de emissies van zowel ammoniak, methaan als van stikstofoxiden uit strooiselmest kunnen worden voorkomen.

In Canada is een nieuw huisvestingssysteem ontwikkeld voor vleesvarkens, het zogenaamde 'Canadian Bedding System'. Het principe van het systeem is het gebruik van veel zaagsel in hokken met een volledig dichte vloer, waarbij de dieren zelf het zaagsel gemengd met mest en urine naar een mestgoot toewerken. Het zaagsel zorgt voor een aangenaam ligbed voor de varkens. Dit huisvestingssysteem is in Nederland voor het eerst toegepast op het bedrijf van maatschap Leers in het Zuid Limburgse Schimmert. In het kader van onderzoek naar nieuwe, maatschappelijk verantwoorde veehouderijsystemen, werd onderzocht of dit huisvestingssysteem ook aan milieu-eisen van lage emissies kon voldoen.

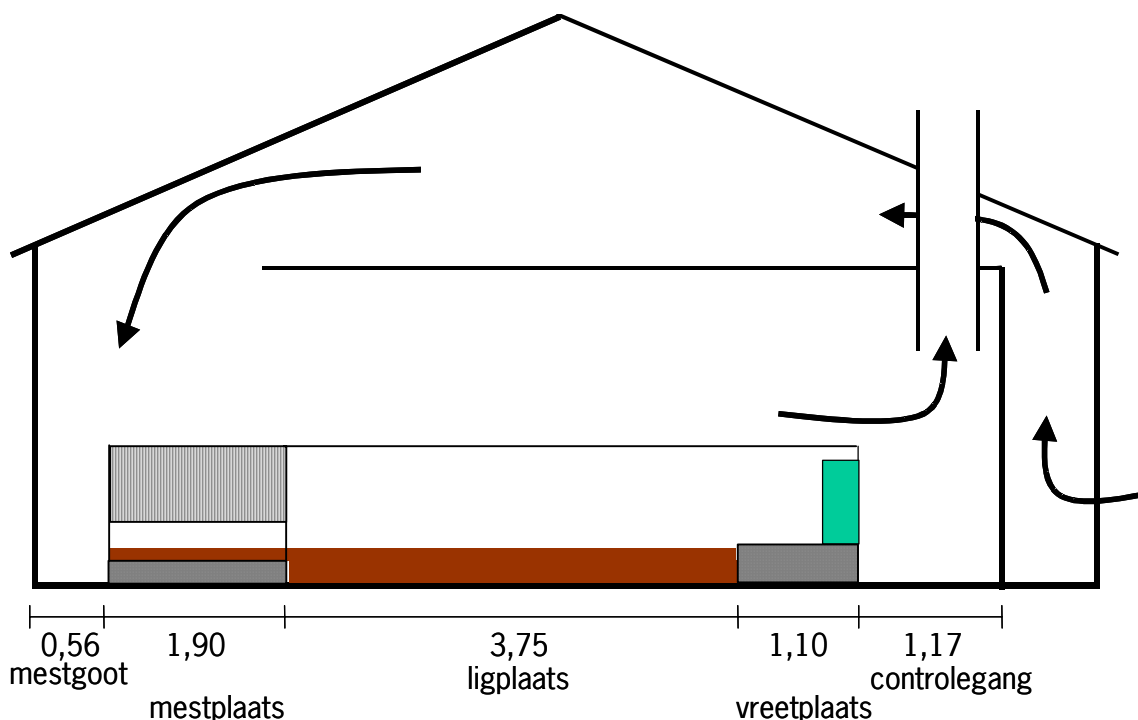
De specifieke doelstellingen van dit onderzoek waren:

- Het indicatief meten van de emissies van NH_3 , N_2O en CH_4 uit het 'Canadian Bedding System'.
- Het bepalen van de relatieve bijdrage van de verschillende locaties in de stal (ligruimte, mestruimte) aan de totale emissie van ammoniak.

2 Materiaal en methoden

2.1 Stal en dieren

In de stal waren 14 hokken met netto afmetingen van 2,49 x 6,75 m². Er werden ca. 40 varkens per hok opgelegd. Bij een gewicht van ca. 40 kg werden de varkens verdeeld over twee hokken met ieder ca. 20 dieren. De vreetplaats en de mestplaats waren iets verhoogd t.o.v. de ligruimte. Een dwarsdoorsnede van stal en hok wordt gegeven in Figuur 1.



Figuur 1. Schematische weergave van de doorsnede van de stal met pijlen voor de luchtstroming

Figure 1. Schematic drawing of a cross section of the pig house with arrows indicating air flow

In twee hokken was de hokafscheiding achter in het hok verwijderd en was een roostervloer boven de mestgoot aangebracht, waardoor het hok doorliep tot de buitenmuur. De mestplaats had een helling van ca. 2% naar de mestgoot. De vloer van de mestgoot lag 10 cm lager dan de vloer van de mestplaats. In de ligruimte lag ca. 15 cm zaagsel. In de mestruimte ca. 5 cm. Het zaagselgebruik was gemiddeld 2,25 L/d per varken. Eén liter zaagsel woog ca. 0,18 kg. Drie maal per week werd zaagsel bijgevuld. Het zaagsel was afkomstig van inlands hout (o.a. vuren, dennen).

De hokafscheidingen ter hoogte van de ligruimte waren volledig dicht, terwijl de hokafscheidingen voor en achter in het hok gemaakt waren van spijlen. De hokafscheiding bij de mestruimte was voor de onderste 47 cm dicht, daarboven was de hokafscheiding open met spijlen.

Voor de luchtverversing waren 5 ventilatoren, verdeeld over de lengte van de voergang, aangebracht. De laatste ventilatiekoker was afgesloten. De ventilatoren werden op basis van de staltemperatuur geregeld. Verse lucht kwam binnen via openingen in de buitengevel van de smalle voorruimte die evenwijdig aan de voergang gelegen was en zich uitstrekte over nagenoeg de hele lengte van de stal. Van hieruit kon de lucht naar de ruimte boven het verlaagde plafond en het dak stromen. Boven de mestruimte van de hokken was geen plafond aangebracht en hier kon de lucht dus ongehinderd in de hokken stromen.

2.2 Meten emissies van NH_3 , N_2O en CH_4 op stalniveau

Bepaling NH_3 -concentratie

Van elk van de 4 ventilatiekokers en van de inkomende lucht werd gedurende 7 dagen een constante hoeveelheid lucht aangezogen (ca. 500 ml/min) en met zogenaamde impingers door een oplossing van zwavelzuur geleid waarbij ammoniak werd afgevangen in het zuur. De hoeveelheid aangezogen lucht werd constant gehouden met behulp van een kritische opening. De werkelijke hoeveelheid aangezogen lucht werd vooraf gecontroleerd met een flow-meter. De ammoniak concentratie in de zure oplossing werd in het IMAG milieulaboratorium spectro-fotometrisch bepaald. Vermenigvuldiging met de hoeveelheid zuur gaf de hoeveelheid afgevangen ammoniak. Door deze hoeveelheid te delen door de aangezogen hoeveelheid lucht werd de gemiddelde ammoniakconcentratie in de stallucht verkregen.

Bepaling concentratie lachgas (N_2O) en methaan (CH_4)

Op dezelfde meetpunten van de ammoniakconcentratie werd m.b.v. zogenaamde canisters via een kritische opening een constante hoeveelheid lucht van ca. 0,4 ml/min. gedurende 7 dagen aangezogen. Op deze manier werd gedurende 7 dagen een luchtmonster van ca. 3 liter verzameld. De concentraties lachgas en methaan in de lucht werden vervolgens door het IMAG Milieulaboratorium met een gaschromatograaf (GC) bepaald.

Bepaling ventilatiedebiet

Voor de bepaling van het ventilatiedebiet in de stal werd de CO_2 -balans methode gebruikt. Deze methode wordt beschreven in Pedersen et al. (1998). De CO_2 -concentraties werden bepaald in dezelfde luchtmonsters als lachgas en methaan. De CO_2 -concentraties werden eveneens via GC bepaald. De CO_2 -productie van de dieren werd modelmatig benaderd op basis van het gewicht, de groei, de voeropname en de voersamenstelling. Hiervoor werd rekenmodel ANIPRO (Van Ouwkerk, 1999) gebruikt. Uit de geschatte CO_2 -productie en

de concentraties van CO₂ in de stallucht en de buitenlucht kon het ventilatie-debiet worden bepaald. Met behulp van de metingen met de meetdoos, zoals hieronder beschreven, werd gecontroleerd of de CO₂-productie uit het strooisel verwaarloosd mocht worden. De verwachting was dat de CO₂-productie vanuit het strooisel gering zou zijn (<5%).

Bovenstaande metingen werden één maal herhaald. De eerste meetperiode vond plaats in het voorjaar, in de maand mei, en de tweede meetperiode in de winter, in de maand december.

2.3 Meten lokale ammoniakemissie

Vlak voordat bovengenoemde metingen in de eerste meetperiode werden gestart werden de lokale ammoniak- en CO₂-emissies in de stal gemeten m.b.v. de meetbox die ontwikkeld is op het IMAG (Aarnink e.a., 2002). De procedure van de emissiemetingen wordt hierna beschreven.

Procedure lokale emissiemetingen varkensstal

Het hok in de stal werd ingedeeld in de volgende zones:

- Voergang
- Vreetplaats
- Ligplaats
- Mestplaats

Op de voergang en bij de vreetplaats werd één meting per hok uitgevoerd, terwijl op de ligplaats en op de mestplaats twee metingen per hok werden uitgevoerd. De metingen werden gedaan in 3 hokken.

In de stal werd de ammoniakemissie op elke locatie bij een luchtsnelheid in de meetbox gemeten van ca. 0,10 m/s.

De relatieve bijdrage van de verschillende zones in de stal aan de ammoniakemissie is als volgt berekend:

$$\%NH_3emissie_i = \frac{emisopp_i * oppervlak_i}{\sum_{zone1}^{zone4} emisopp_j * oppervlak_j} \times 100\%$$

Waarin: %NH₃-emissie_i is de relatieve ammoniakemissie van zone i ten opzichte van de totale emissie van de verschillende zones.

emisopp_i is de ammoniakemissie per m² van zone i

oppervlak_i is de totale oppervlakte van zone i in de stal

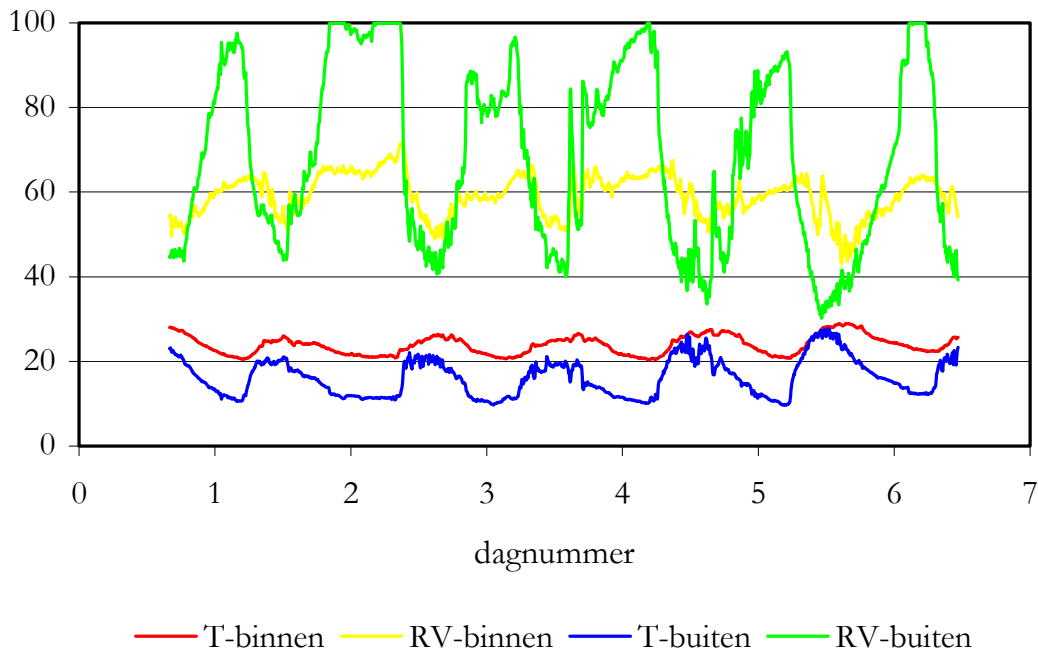
i en j zijn zones 1 tot 4 (voergang, vreetplaats, ligplaats, mestplaats)

3 Resultaten

3.1 Algemeen

3.1.1 Meetperiode mei

Er waren in totaal 298 varkens aanwezig. De gemiddelde temperatuur van de ingaande lucht in de stal was 18,7°C met een luchtvochtigheid van 69,5%. De gemiddelde temperatuur van de uitgaande lucht uit de stal was 24,3°C met een luchtvochtigheid van 60,2%. Het verloop van temperatuur en luchtvochtigheid wordt weergegeven in Figuur 2.



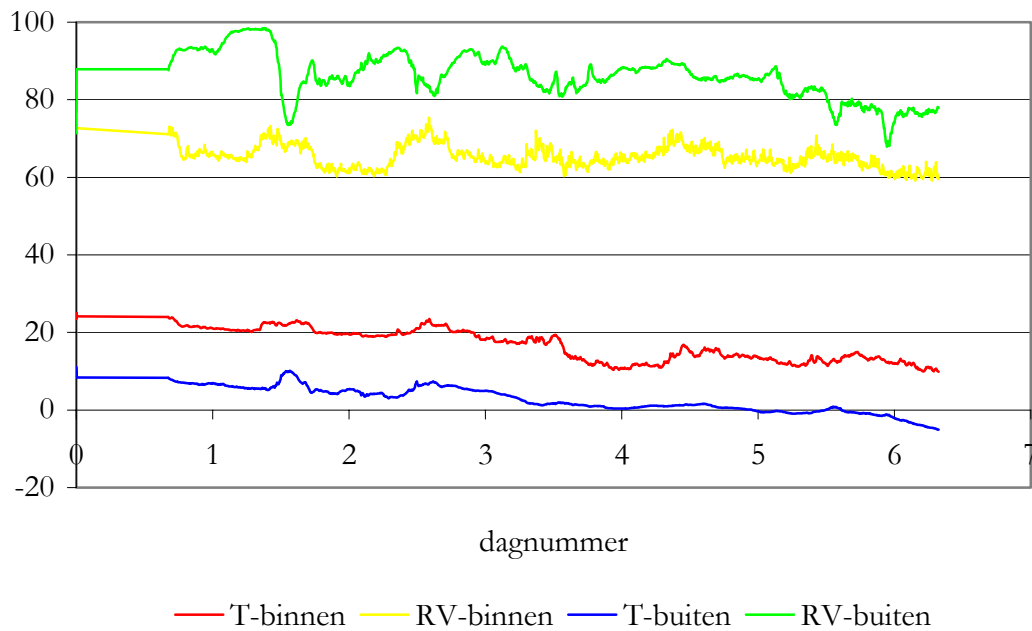
Figuur 2. Verloop van temperatuur (T in °C) en luchtvochtigheid (RV in %) tijdens de metingen van 22 – 29 mei

Figure 2. Course of temperature (T in °C) and relative humidity (RV in %) during the measurements from 22 – 29 May

3.1.2 Meetperiode december

Er waren in totaal 328 varkens aanwezig. De gemiddelde temperatuur van de ingaande lucht in de stal was 1,3°C met een luchtvochtigheid van 83,1%. De gemiddelde temperatuur

van de uitgaande lucht uit de stal was 15,3°C met een luchtvochtigheid van 64,7%. Het verloop van temperatuur en luchtvochtigheid wordt weergegeven in Figuur 3.



Figuur 3. Verloop van temperatuur (T in °C) en luchtvochtigheid (RV in %) tijdens de metingen van 3 - 10 december

Figure 3. Course of temperature (T in °C) and relative humidity (RV in %) during the measurements from 3 – 10 December

3.2 Emissies van NH₃, N₂O en CH₄ op stalniveau

Concentraties

In Tabel 1 worden de concentraties van NH₃, N₂O, CH₄ en CO₂ gegeven voor de ingaande lucht (1 meetpunt) en uitgaande lucht (gemiddelde van 4 meetpunten/ventilatoren) voor beide meetperioden (mei en december).

Tabel 1. Concentraties van NH₃, N₂O en CH₄ en CO₂ van de in- en uitgaande lucht van de meting in mei en december; de standaardafwijkingen van het gemiddelde van de uitgaande lucht (n=4) staan tussen haakjes

Table 1. Concentrations of supply and exhaust air in May and December; the standard errors of the average value of the exhaust air (n=4) are given between brackets

Gas	Concentratie ingaaende lucht (ppm) ¹⁾	Concentratie uitgaande lucht (ppm)
Meetperiode mei		
Ammoniak, NH ₃	0,22	9,5 (1,5)
Lachgas, N ₂ O	0,15	0,59 (0,09)
Methaan, CH ₄	4,9	16,4 (1,9)
Kooldioxide, CO ₂	384	1070 (92)
Meetperiode december		
Ammoniak, NH ₃	0,47	14,8 (2,0)
Lachgas, N ₂ O	0,18	0,60 (0,13)
Methaan, CH ₄	2,1	18,6 (6,4)
Kooldioxide, CO ₂	396	1550 (164)

¹⁾ Dit zijn enkelvoudige metingen en daardoor konden geen standaardafwijkingen worden bepaald.

Ventilatie

Het ventilatie-debiet is berekend aan de hand van de geschatte CO₂-productie van de dieren en de gemeten CO₂-concentraties van de in- en uitgaande lucht:

$$\text{Ventilatie-debiet} = \text{CO}_2\text{-productie} / ([\text{CO}_2]_{\text{uit}} - [\text{CO}_2]_{\text{in}}) \quad (1)$$

De CO₂-productie is geschat m.b.v. het rekenprogramma ANIPRO (Van Ouwkerk, 1999). Voor een goede schatting is input in het model nodig van het gewicht, de groei, voeropname en voersamenstelling. In Tabel 2 zijn de gebruikte gegevens weergegeven. Voor de mei-periode zijn voor de groei en voeropname gemiddelden van Mts. Leers-Schrijnemaekers gebruikt over de periode 01-07-2001 tot 30-05-2002. Voor de december metingen zijn voor de groei en voeropname schattingen gedaan, aangezien de jonge dieren

in de stal gedurende de meetweek wat ziekelijk waren. Voor de voersamenstelling is een gewogen gemiddelde berekend op basis van de gehalten en de hoeveelheid verbruikt startvoer en afmestvoer. Het gewicht is berekend op basis van het startgewicht, de gemiddelde groei en het aantal dagen in het hok.

Tabel 2. Invoerparameters voor het model ANIPRO om de CO₂-productie van de varkens in dit onderzoek te schatten

Table 2. Input parameters for the ANIPRO model to estimate the CO₂-production of the pigs in the experiments

Parameter	Mei-periode	December-periode
Gewicht (kg)	54	56
Groei (g/d)	796	593
Voeropname (kg/d)	2,07	1,88
% ruw eiwit	15,2	16,6
% ruw vet	6,47	6,15
% ruwe celstof	5,29	4,08
EW	1,12	1,15

Op basis van deze invoerparameters is met ANIPRO een CO₂-productie per varken berekend van 30,5 L/u in de mei-periode en van 26,9 L/u in de december-periode. Met behulp van formule 1 is vervolgens het gemiddelde ventilatiedebiet berekend. Deze was gemiddeld 44,5 m³/u per varken voor de mei-periode en 23,3 m³/u per varken voor de december-periode.

Emissies

De emissies van ammoniak, lachgas en methaan kunnen nu als volgt worden berekend:

$$\text{Emissie} = \text{ventilatiedebiet} \times ([\text{gas}]_{\text{uit}} - [\text{gas}]_{\text{in}}) \quad (2)$$

Voordat deze berekening werd uitgevoerd, werden eerst de concentraties omgerekend van ppm naar mg/m³. Voor ammoniak, lachgas en methaan zijn omrekeningsfactoren van respectievelijk 0,71, 1,84 en 0,67 (20 °C en 1013 mbar) gehanteerd. In Tabel 3 worden de berekende emissies gegeven.

Tabel 3. Emissies van ammoniak, lachgas en methaan in g/d per varken en in kg/jaar per varken in beide meetperioden

Table 3. Emissions of ammonia, nitrous oxide and methane in g/d per pig and in kg/y per pig for both measuring periods

Gas	Mei-periode		December-periode	
	(g/d)	(kg/jaar) ¹⁾	(g/d)	(kg/jaar) ¹⁾
Ammoniak, NH ₃	7,1	2,32	5,7	1,88
Lachgas, N ₂ O	0,87	0,29	0,43	0,14
Methaan, CH ₄	8,3	2,7	6,2	2,0

1) Hierbij is rekening gehouden met een leegstand van 10%.

3.3 Lokale emissies van ammoniak en kooldioxide

In Tabel 4 wordt het gemiddeld gemeten concentratieverschil tussen in- en uitgaande lucht van de meetdoos weergegeven voor de verschillende meetlocaties. Tevens wordt de berekende emissie gegeven per m² oppervlak. Het debiet over het oppervlak was constant, namelijk 124 m³/u. Het meetoppervlak van de meetdoos was 0,40 m² (0,8 x 0,5 m).

Table 4. Concentratieverschil van ammoniak over de meetdoos en de berekende emissie per m² voor de betreffende locatie en de relatieve bijdrage van de verschillende zones in de stal aan de stalemissie (standaardafwijking tussen haakjes)

Table 4. Concentration difference of ammonia over the measuring box and the calculated emission per m² for the specified location and the relative contribution of the different zones to the total emission of the house (standard error between brackets)

Locatie ¹	[NH ₃] _{uit} - [NH ₃] _{in} (ppm)	NH ₃ -emissie (g/(d.m ²))	NH ₃ -emissie (%)
Controlegang	0,83 (0,53)	4,4 (2,8)	1,9
Vreetplaats	2,10 (0,77)	11,1 (4,1)	4,5
Ligplaats	4,22 (0,91)	22,3 (4,8)	30,6
Mestplaats ²	13,27 (1,03)	70,1 (5,5)	63,1

¹ Zie Figuur 1 voor de locaties in het hok.

² Inclusief de mestgoot.

Uit Tabel 4 blijkt dat de mestplaats voor ca. 2/3 deel verantwoordelijk was voor de ammoniakemissie uit de stal. Het aandeel vanaf de ligplaats was ca. 30%. De bijdrage van de ammoniakemissie vanaf de controlegang en vanaf de vreetplaats is relatief gering.

In Tabel 5 wordt het gemiddelde concentratieverschil gegeven over de meetdoos voor kooldioxide. Uit de metingen blijkt dat er slechts een zeer geringe toename plaatsvindt van kooldioxide over de meetdoos. Deze verschillen waren niet significant verschillend van nul.

Tabel 5. Concentratieverschil van kooldioxide over de meetdoos (standaardafwijking tussen haakjes)

Table 5. Concentration difference of carbon dioxide over the measuring box (standard error between brackets)

Locatie ¹	$[\text{CO}_2]_{\text{uit}} - [\text{CO}_2]_{\text{in}}$ (vol.%)
Controlegang	0,003 (0,002)
Vreetplaats	0,007 (0,005)
Ligplaats	0,002 (0,002)
Mestplaats	0,006 (0,004)

¹ Zie Figuur 1 voor de locaties in het hok

4 Discussie

De resultaten laten gemiddelde emissies over beide perioden zien van respectievelijk 2,10, 0,22 en 2,35 kg/jaar per varkensplaats voor ammoniak (NH_3), lachgas (N_2O) en methaan (CH_4). Voor ammoniak ligt de waarde onder de emissiefactoren voor gedeeltelijk roostervloerstallen. De emissiefactoren zijn 2,5 kg/jaar bij een hokoppervlakte per varken van maximaal $0,8 \text{ m}^2$ en 3,5 kg/jaar bij een hokoppervlakte per varken groter dan $0,8 \text{ m}^2$. In de meetperiode in mei was de gemiddelde oppervlakte per dier $0,79 \text{ m}^2$ en in de decemberperiode was deze gemiddeld $0,72 \text{ m}^2/\text{varken}$. De gemiddelde ammoniakemissie over beide perioden is echter wel hoger dan de Groen Label norm van 1,5 kg/jaar. Bij het vergelijken van deze getallen moet men zich echter bewust zijn van het feit dat het hier om oriënterende metingen gaat. De meetmethode (nat-chemisch) en de meetperiode (slechts 2 perioden van 1 week) in dit onderzoek voldeden niet aan het protocol voor het bepalen van emissiefactoren. De resultaten laten echter zien dat dit systeem de potentie heeft om een relatief lage ammoniakemissie te bewerkstelligen.

Lachgas is een broeikasgas en tast tevens de ozonlaag aan (Groenestein en Van Faassen, 1996). Een hoge lachgasemissie is daarom zeer ongewenst. Lachgas is een tussenproduct dat vrij kan komen in een onvolledig proces van nitrificatie en denitrificatie. In dit onderzoek was de lachgasemissie echter beperkt tot, in massa, ca. 10% van de ammoniakemissie. Groenestein en Van Faassen vonden in twee diepstrooiselsystemen lachgasemissies van omgerekend 3,7 en 2,5 kg/jaar. Dit is meer dan een factor 10 hoger dan in het 'Canadian Bedding System'. In traditionele mengmestsystemen komt vrijwel geen lachgas vrij, aangezien lachgas alleen vrij komt onder aërobe omstandigheden. In mengmestkelders heersen anaërobe omstandigheden.

De methaanemissie is veel lager in het 'Canadian Bedding System' dan in gedeeltelijk roostervloerstallen. Groot Koerkamp en Uenk (1997) maten een methaanemissie van omgerekend 10,0 kg/jaar per varken. Methaan is ook een broeikasgas en de emissie hiervan moet daarom worden voorkomen.

De metingen aan het 'Canadian Bedding System' zijn gedaan gedurende een zeer warme periode in mei en gedurende een zeer koude periode in december. De gemiddelde cijfers zijn daarom waarschijnlijk redelijk representatief voor het gemiddelde over het gehele jaar.

De CO_2 -balans methode lijkt een goede methode te zijn om het ventilatiedebiet te bepalen. Tijdens de tweede meetperiode is het ventilatiedebiet tevens gemeten door aan het begin van de meetperiode het ventilatiedebiet van alle ventilatoren met behulp van een meetventilator te bepalen. Vervolgens werd deze meetventilator onder één van de ventilatoren gehangen en werd het debiet van deze ventilator gedurende de gehele meetperiode gemeten. Aangezien alle ventilatoren op dezelfde manier werden geregeld,

mag ervan uit worden gegaan dat alle ventilatoren in gelijke mate harder of zachter gaan draaien afhankelijk van de temperatuur in de stal. Op deze manier kon het ventilatiedebiet redelijk nauwkeurig worden gemeten. Op deze manier werd een ventilatiedebiet bepaald van 23,0 m³/h per varken tegenover 23,3 m³/h per varken met de CO₂-methode. Belangrijk bij de CO₂-methode is dat de CO₂-productie van de varkens goed wordt berekend. Hiervoor zijn goede inputcijfers nodig.

De metingen met de meetdoos geven aan dat ca. 2/3 deel van de ammoniakemissie afkomstig is van de mestruimte (inclusief de mestgoot). Dit is in de mei-periode bepaald bij hoge omgevingstemperaturen. Het is de verwachting dat bij normale en lage omgevingstemperaturen dit aandeel nog groter zal zijn, aangezien varkens bij temperaturen binnen de comfortzone hun ligruimte minder bevuilen dan bij hoge omgevingstemperaturen (Aarnink et al., 2002). Alhoewel het moeilijk is om emissiecijfers gemeten met de meetdoos op lokaal niveau om te rekenen naar emissies op stalniveau, kunnen deze metingen wel aangeven wat het relatieve belang is van de verschillende emissiebronnen in de stal.

Tijdens de tweede meetperiode was een belangrijk deel van de varkens in meer of minder mate ziek. Wat hiervan precies het effect is geweest op de emissies is moeilijk te zeggen. Wanneer de emissie in de december-meting wordt vergeleken met die van de mei-meting dan is de lagere emissie in december zeer goed te verklaren uit de lagere staltemperatuur, het lagere ventilatiedebiet en de wat hogere bezetting. Een hogere bezetting, met meer dieren per m² geeft i.h.a. een lagere ammoniakemissie per varken.

Het 'Canadian Bedding System' is opgezet als een welzijnsvriendelijk huisvestingssysteem voor varkens. Er vanuit gaande dat het welzijn van de dieren inderdaad vooruit gaat met dit systeem, mag op basis van deze oriënterende metingen geconcludeerd worden dat het 'Canadian Bedding System' ook op het gebied van emissies naar het milieu zeer behoorlijk lijkt te scoren.

5 Conclusies

Uit dit onderzoek kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- De oriënterende metingen in dit onderzoek laten voor het 'Canadian Bedding System' lagere emissies van ammoniak en methaan zien dan die in het verleden zijn gemeten voor traditionele gedeeltelijk roostervloer stallen. De gemeten ammoniakemissie ligt wel boven de Groen Label norm.
- De mestplaats was voor ca. 2/3 deel verantwoordelijk voor de ammoniakemissie uit de stal. De rest was vooral afkomstig van de ligplaats.
- De emissie van lachgas was detecteerbaar, maar was zeer laag wanneer deze wordt vergeleken met de emissie van lachgas uit diepstrooiselsystemen.
- Naast het welzijnsvriendelijke karakter van het systeem, lijkt het 'Canadian Bedding System' ook op het gebied van milieu zeer behoorlijk te scoren.

Referenties

- Aarnink, A.J.A., M.J.M. Wagemans & A. Beurskens, 2002. Ontwikkeling procedure voor meten lokale ammoniak-emissies in biologische varkensstallen. IMAG Nota P 2002-54, 17 pp.
- Burton, C.H., 1997. Manure management. Treatment strategies for sustainable agriculture. Silsoe Research Institute, Wrest Park, Silsoe, Bedford, UK, 181 pp.
- Groenestein, C.M. & H.G. van Faassen, 1996. Volatilization of ammonia, nitrous oxide and nitric oxide in deep-litter systems for fattening pigs. *J. Agric. Engng Res.* 65: 269-274.
- Groot Koerkamp, P.W.G. & G.H. Uenk, 1997. Climatic conditions and aerial pollutants in and emissions from commercial production systems in the Netherlands. In: J.A.M. Voermans & G.J. Monteny (Eds), *Ammonia and odour control from animal production facilities. Proceedings of the International Symposium*, pp. 139-144. Research Station for Pig Husbandry (PV), Rosmalen.
- Pedersen, S. e.a., 1998. A comparison of three balance methods for calculating ventilation rates in livestock buildings. *J. Agric. Engng Res.* 70(1): 25-37.
- Van Ouwerkerk, E.N.J., 1999. ANIPRO: Klimaat- en energiesimulatiesoftware voor stallen. Nota V99-109, IMAG Wageningen.

Samenvatting

In Canada is een nieuw huisvestingssysteem ontwikkeld voor vleesvarkens, het zogenaamde 'Canadian Bedding System'. Het principe van het systeem is het gebruik van veel zaagsel in hokken met een volledig dichte vloer, waarbij de dieren zelf het zaagsel gemengd met mest en urine naar een mestgoot toewerken. Het zaagsel zorgt voor een aangenaam ligbed voor de varkens. Dit huisvestingssysteem is in Nederland voor het eerst toegepast op het bedrijf van maatschap Leers in het Zuid Limburgse Schimmert. In het kader van onderzoek naar nieuwe, maatschappelijk verantwoorde veehouderijssystemen, werd onderzocht of dit huisvestingssysteem ook aan milieu-eisen van lage emissies kon voldoen.

De specifieke doelstellingen van dit onderzoek waren:

- Het indicatief meten van de emissies van NH_3 , N_2O en CH_4 uit het 'Canadian Bedding System'.
- Het bepalen van de relatieve bijdrage van de verschillende locaties in de stal (ligruimte, mestruimte) aan de totale emissie van ammoniak.

In de stal waren 14 hokken met netto afmetingen van 2,49 x 6,75 m. Er werden ca. 40 varkens per hok opgelegd. Bij een gewicht van ca. 40 kg werden de varkens verdeeld over twee hokken met ieder ca. 20 dieren. In de ligruimte lag ca. 15 cm zaagsel en in de mestruimte ca. 5 cm. Het zaagselgebruik was gemiddeld 2,25 L/d per varken. Drie maal per week werd zaagsel bijgevoerd.

Het onderzoek werd uitgevoerd gedurende twee meetperioden van één week, één in mei en de andere in december. Emissies werden bepaald door het verschil in gemeten concentraties tussen uitgaande en ingaande lucht te vermenigvuldigen met het ventilatiedebiet. De ammoniakconcentratie van de luchtmonsters uit de ventilatiekokers werd nat chemisch bepaald. Voor lachgas en methaan werd gedurende het experiment een constante (kleine) hoeveelheid lucht verzameld met behulp van een vacuüm gezogen canister. De concentraties lachgas en methaan werden vervolgens in het IMAG milieulaboratorium bepaald.

Het ventilatiedebiet werd bepaald m.b.v. de CO_2 -balans methode waarbij de CO_2 -productie in de stal aan de hand van een aantal bedrijfsgegevens modelmatig benaderd werd. De CO_2 -concentratie werd op dezelfde wijze als voor lachgas en methaan verkregen. Door de CO_2 -productie in de stal te delen door de CO_2 -concentratietoename in de stal kan het ventilatiedebiet worden berekend.

In mei werd de lokale ammoniakemissie bepaald m.b.v. een op het IMAG ontwikkelde meetdoos. Locale emissies werden gemeten op de voergang, de vreetplaats, de ligplaats en de mestplaats.

De ammoniakemissie was omgerekend 2,32 kg/jaar per varken in de mei-periode en 1,88 kg/jaar in de december-periode. De lachgasemissie was respectievelijk 0,29 en 0,14 kg/jaar per varken voor de mei- en december-periode. Voor methaan was de emissie 2,7 kg/jaar in de mei-periode en 2,0 kg/jaar in de december periode.

Uit de lokale ammoniakmetingen blijkt dat in de mei-periode ca. 2% van de ammoniak emitterde vanaf de controlegang, ca. 5% vanaf de vreetplaats, ca. 30% vanaf de ligplaats en ca. 63% vanaf de mestplaats.

Uit dit onderzoek kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- De oriënterende metingen in dit onderzoek laten voor het 'Canadian Bedding System' lagere emissies van ammoniak en methaan zien dan die in het verleden zijn gemeten voor traditionele gedeeltelijk roostervloer stallen. De gemeten ammoniakemissie ligt wel boven de Groen Label norm.
- De mestplaats was voor ca. 2/3 deel verantwoordelijk voor de ammoniakemissie uit de stal. De rest was vooral afkomstig van de ligplaats.
- De emissie van lachgas was detecteerbaar, maar was zeer laag wanneer deze wordt vergeleken met de emissie van lachgas uit diepstrooiselsystemen.
- Naast het welzijnsvriendelijke karakter van het systeem, lijkt het 'Canadian Bedding System' ook op het gebied van milieu zeer behoorlijk te scoren.