

# Gasvormige emissies uit het melkveebedrijf van de familie Spruit

III. Mestopslag buiten de stal

J. Mosquera  
J.M.G. Hol  
P. Hofschreuder

Rapport 566





# **Gasvormige emissies uit het melkveebedrijf van de familie Spruit**

III. Mestopslag buiten de stal

J. Mosquera  
J.M.G. Hol  
P. Hofschreuder

Rapport 566

## Colophon

Dit project werd uitgevoerd in opdracht van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV).

Title	Gasvormige emissies uit het melkveebedrijf van de familie Spruit. III. Mestopslag buiten de stal.
Author(s)	J. Mosquera, J.M.G. Hol, P. Hofschreuder
A&F number	Rapport 566
ISBN-number	90-6754-983-5
Date of publication	December 2005
Confidentiality	non
Project code.	630.53099.02

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](mailto:info.agrotechnologyandfood@wur.nl)  
Internet: [www.agrotechnologyandfood.wur.nl](http://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: N.W.M. Ogink



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

## **Abstract**

This report is part III of a series reporting the gaseous emissions (ammonia, greenhouse gases, odor) from the dairy farm Spruit. This farm was monitored for a period of 2 years because the management for N-efficiency was very different from a traditional dairy farm. Here, gaseous emissions from the manure storage outside the barn are presented. Measurements by using the gradient method were performed during 1 day in 2004 before and after mixing the manure, and during two consecutive days in 2005, without any special treatment. In general, emissions of  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CH}_4$  and  $\text{N}_2\text{O}$  from the manure storage were significant when compared to the emissions from the cubical house.  $\text{NH}_3$  (18.6-52.5  $\text{g day}^{-1}$  per livestock unit) and  $\text{CH}_4$  (329  $\text{g day}^{-1}$  per livestock unit) emissions were in the same order of magnitude as those from the animal house.  $\text{N}_2\text{O}$  emission (7.9  $\text{g day}^{-1}$  per livestock unit) from the manure storage was even a factor 2 higher than from the animal house. In contrast,  $\text{CO}_2$  emissions (2.9  $\text{kg day}^{-1}$  per livestock unit) were a factor 10 lower than from the barn, pointing to the animals as the main source of  $\text{CO}_2$  from the farm.

Keywords: manure storage, emissions, ammonia, greenhouse gases, nitrous oxide, methane, carbon dioxide



# **Inhoud**

<b>Abstract</b>	<b>3</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>7</b>
<b>2 Materiaal en methode</b>	<b>9</b>
2.1 Meetlocatie: mestopslag voor vaste mest buiten de stal	9
2.2 Meetstrategie	11
2.3 Meetmethoden	12
2.3.1 Uitwisselingscoëfficiënt	12
2.3.2 Concentraties	13
<b>3 Resultaten en discussie</b>	<b>15</b>
3.1 Ammoniakemissie	15
3.2 Emissie van broeikasgassen	17
<b>4 Conclusies</b>	<b>19</b>
<b>Literatuur</b>	<b>21</b>
<b>Samenvatting</b>	<b>23</b>
<b>Bijlage A Bepaling van de wrijvingsnelheid (u<sub>s</sub>)</b>	<b>25</b>





## **1 Inleiding**

In 2004 zijn verschillende metingen begonnen om de nutriëntenstromen op het melkveebedrijf Spruit (Zegveld) te karakteriseren. Gedurende twee jaar (2004-2005) werden onder andere de gasvormige emissies (ammoniak, broeikasgassen, geur) uit verschillende bronnen (stal, mesttoediening, mestopslag) gemeten, de kwaliteit van de grond- en oppervlaktewater bepaald (totaal N, totaal P; nitraat), de samenstelling van het grasgewas bepaald en een integrale schatting van de N-stromen op het bedrijf Spruit uitgevoerd. Daarnaast werd een inschatting van de microbiologische activiteit van de bodem gemaakt en enkele fysisch-chemische parameters gemeten.

Dit rapport is deel III van het project die door Agrotechnology and Food Innovations werd uitgevoerd om de gasvormige emissies van het melkveehouderijbedrijf van de familie Spruit te meten. Hier worden de ammoniakemissies uit de mestopslag buiten de stal gepresenteerd. Naast de mestopslag onder de roostervloer van de ligboxenstal wordt een deel van de mest, afkomstig van de grupstal en de jongveehuisvesting op stro, opgeslagen in een vaste mestopslag. De bereiding van het uiteindelijke bemestingsproduct (gecomposteerde vaste mest) bestaat uit het regelmatig omscheppen van de mest waarbij deze gemengd wordt met mengmest vanuit de ligboxenstal, aangevoerde paardenmest en koolstof. Naast de vorming van ammoniak kan bij compostering ook een aanzienlijke hoeveelheid methaan en lachgas vrijkomen. Hieraan zijn ook metingen uitgevoerd.

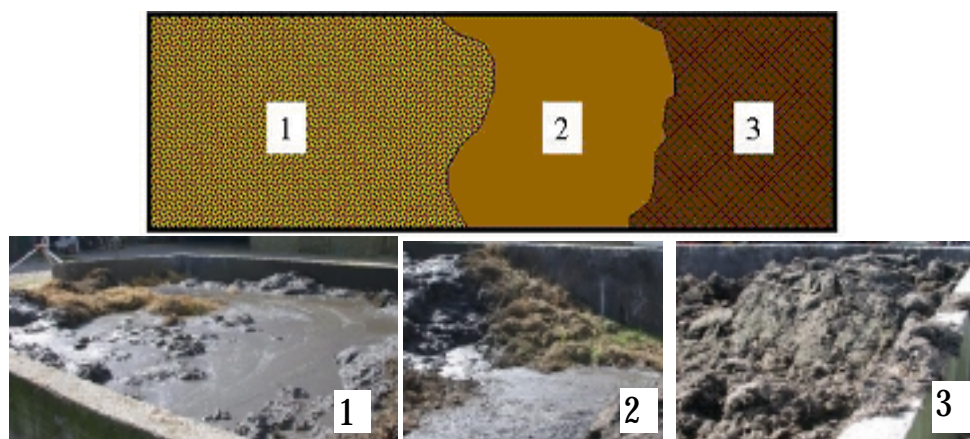


## 2 Materiaal en methode

### 2.1 Meetlocatie: mestopslag voor vaste mest buiten de stal

Mestopslagen kunnen belangrijke bronnen zijn van zowel ammoniak- als broeikasgassen. Ammoniakvervluchtiging treedt op als de uitgescheiden urine en mest wordt blootgesteld aan de lucht. De vervluchtiging is groter naar mate er meer stikstof aanwezig is in de urine en faeces, de temperatuur en pH van de mest hoger zijn en het contactoppervlak tussen enerzijds urine en mest en anderzijds de lucht groter is. Lachgas ( $N_2O$ ) vervluchtigt uit de mest als een tussenproduct in de processen nitrificatie en denitrificatie. Nitrificerende bacteriën zetten ammoniumstikstof om in nitraatstikstof wanneer de omstandigheden in de mest aëroob zijn. Wanneer de omstandigheden in de mest anaëroob zijn, kunnen denitrificerende bacteriën nitraatstikstof omzetten in stikstofgas ( $N_2$ ), en methanogenic bacteriën de productie van methaan stimuleren.

In figuur 1 wordt schematisch en met behulp van foto's een indruk gegeven van de opbouw van de mesthoop (foto 1 geeft een vertekent beeld omdat vlak daarvoor een tank mengmest uit de ligboxenstal over de verse storrijke mest was gestort). De mesthoop is globaal op te delen in 3 fases te weten: verse mest, mest die nog verdere behandeling nodig heeft en het eindproduct. In tabel 1 wordt een overzicht gegeven van de chemische samenstelling van de mest in de 3 verschillende fases.



Figuur 1 Mestopslag met vaste mest: schematische weergave en praktische uitvoering tijdens een van de gemeten perioden; (1): verse mest; (2): mest 1-2 keer omgezet; (3): oude mest (klaar voor toediening).

Ad. 1. De verse mest: deze mest wordt dagelijks (uit de grupstal) en in een grotere hoeveelheid eenmaal per 3 maanden (strohokken voor het jongvee) in de mesthoop gestort. De verse mest is te herkennen aan het grote aandeel stro (geel van kleur) en de warme dampen die ervan afkomen. Voordat deze mest voor de eerste maal met behulp van een kraan wordt omgezet wordt een

hoeveelheid mengmest uit de stal toegevoegd. Het mengsel van stromest en mengmest is het uitgangspunt voor fase 2. Het moment van mengen en de hoeveelheid mest die wordt gemengd is sterk afhankelijk van de intuïtie van de uitvoerder.

Ad. 2. De mest die nog verder moet worden bewerkt (tussenfase): deze mest verkeerd in een rustige fase waar bacteriën en insecten de verdere compostering uitvoeren. Van deze mest komen nauwelijks meer warme dampen af, maar intern is de mesthoop nog wel warm. Afhankelijk van de intuïtie van de uitvoerder wordt deze mest nog enkele malen omgezet, vaak ook nog gemengd met de verse mest. Uiteindelijk ontstaat er een wat ingedroogde mesthoop die niet meer warm wordt. Dit is het eindproduct en daarmee is fase 3 bereikt.

Ad. 3. Het eindproduct: deze mest wordt gebruikt als bemestingsproduct en wordt na de eerste maaisnede (half mei) gebruikt, daarna wordt het gedurende het gehele seizoen op verschillende percelen indien mogelijk gebruikt als meststof. Vanaf eind augustus wordt er niet meer bemest en wordt gestart met de opslag voor het nieuwe bemestingsseizoen.

Tabel 1 Mestsamenstelling vaste mest en gier.

	Totaal-N (g/kg)	NH <sub>4</sub> -N (g/kg)	pH (-)	Droge stof (g/kg)	As (g/kg)
Verse mest					
21-02-05	6,5	1,4	8,7	225	-
05-04-05	5,7	0,8	7,5	200	47,1
13-07-05	7,0	1,2	8,2	202	45,6
Tussenproduct					
21-02-05	5,7	0,7	8,5	251	-
05-04-05	6,8	0,5	8,4	279	65,7
13-07-05	14,4	1,6	8,2	466	106,7
Eindproduct					
21-02-05	5,2	0,5	8,4	243	-
05-04-05	6,9	0,4	8,5	277	81,7
13-07-05	11,8	1,1	8,7	438	127,7
Gier					
21-02-05	1,4	0,8	7,5	-	-
05-04-05	-	-	-	-	-
13-07-05	2,1	1,0	7,7	39	19,5

Door het wegzakken van urine en regenwater uit de mest bestaat een deel van de vulling van de mesthoop uit gier. De resultaten uit tabel 1 geven aan dat de benaming gier zeker terecht is omdat de hoeveelheid meststoffen niet verwaarloosbaar is. Het gierwater wordt daarom ook regelmatig weggepompt naar één van de mestkelders. De gegevens moeten met enige voorzichtigheid worden geïnterpreteerd, omdat de wijze van monsternamen niet garant staat voor een voldoende representatieve steekproef uit alle op dat moment aanwezige mest. De verhouding tussen de gehalten aan NH<sub>4</sub>-N en totaal-N zijn in dit verband belangrijker dan de absolute waarden. Uit de (totaal-N en droge stof) gegevens op 13 juli kan worden afgeleid dat de mest sterk was ingedroogd, waardoor beide gehalten hoog waren. Met uitzondering van 13 juli laat de verhouding tussen het ammoniumgehalte en het totaal-N gehalte een dalende tendens zien.

Hieruit kan worden afgeleid dat een aanzienlijke ammoniakemissie zou moeten hebben plaatsgevonden.

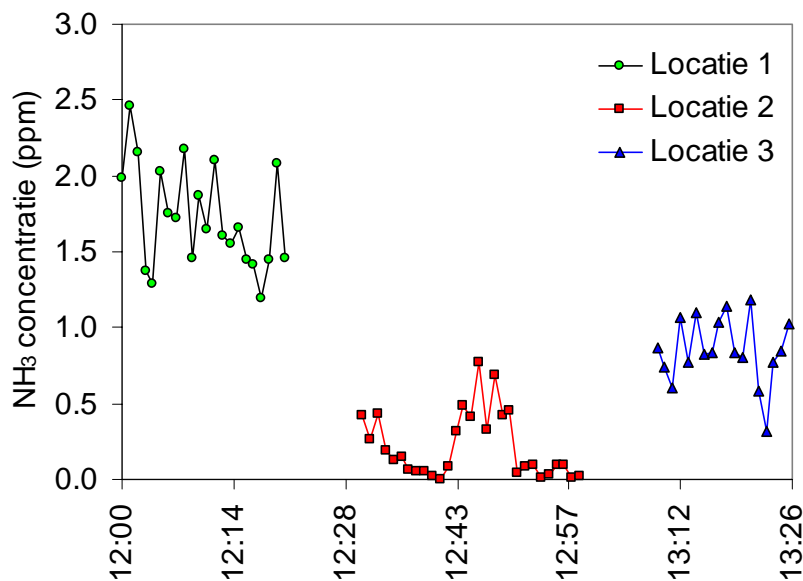
## 2.2 Meetstrategie

De ammoniakemissie uit de vaste mestopslag werd met de gradiëntmethode gemeten. Door het verticale ammoniakconcentratie profiel ( $dC_{NH_3}(z)/dz$ ) en het uitwisselingscoëfficiënt ( $K_c(z)$  [ $m^2 \cdot s^{-1}$ ]) te meten kan de fluxdichtheid van ammoniak ( $E_{NH_3}$  [ $\mu g \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ ]) worden berekend (Mosquera *et al.*, 2002) volgens:

$$E_{NH_3} = -K_c(z) \cdot \frac{dC_{NH_3}(z)}{dz}; \quad K_c(z) = k \cdot u_* \cdot z$$

Met  $k$ : Von Karman constante (0,4)  
 $u_*$ : wrijvingsnelheid  
 $z$ : hoogte waarbij de metingen worden uitgevoerd

Om een resultaat te krijgen dat representatief is voor de emissies van de gehele mestopslag, is de selectie van de locatie waarbij de metingen worden uitgevoerd van groot belang. De verwachting is dat hoe verser de mest, hoe hoger de emissies/concentraties zouden zijn. Dit werd getest door op drie locaties in de mestopslag (zoals in figuur 1 aangegeven) de concentraties in de breedte van de mestopslag met een open-pad tunable diode laser (zie 2.3.2) te meten. De resultaten van deze analyse worden in figuur 2 weergegeven. De ammoniakconcentraties variëren sterk tussen de verschillende locaties. De verschillen worden door verschillen in mestsamenstelling en in de hoogte van de mesthoop veroorzaakt. Zo was op locatie 2 een zeer klein mesthoop in tegenstelling tot locatie 3, waarbij de mesthoop tot aan de rand van de mestopslag kwam. De verdunning van de  $NH_3$ -concentratie met de buitenlucht die langs de mesthoop kwam is bij de lage mesthoop vele malen groter dan bij de hoge mesthoop, waardoor het verklaarbaar is dat de gemeten concentraties (de metingen werden op dezelfde hoogte uitgevoerd) bij een ingedroogde mesthoop hoger waren dan bij een natte mesthoop. Uit figuur 2 kunnen we concluderen dat, om de verschillende emissies uit de verschillende locaties in de mestopslag uit te middelen en een representatieve monster te krijgen, metingen in de lengte en niet in de breedte van de mestopslag moeten worden uitgevoerd.



Figuur 2 Ammoniakconcentratie op drie verschillende locaties in de mestopslag. Locaties zoals in figuur 1 aangegeven.

## 2.3 Meetmethoden

### 2.3.1 Uitwisselingscoëfficiënt

De uitwisselingscoëfficiënt werd bepaald met behulp van een sonische anemometer (figuur 3). De sonische anemometer meet de drie componenten (longitudinaal ( $u_i$ ), lateraal ( $v_i$ ) en verticaal ( $w_i$ ); zie figuur 4) van de windsnelheid, en met een verwerkingsprogramma is het mogelijk om turbulente grootheden, zoals de wrijvingsnelheid  $u_*$ , te bepalen (zie bijlage A voor een gedetailleerde beschrijving van het protocol dat werd gebruikt om  $u_*$  te bepalen). Wanneer niet mogelijk is om een sonische anemometer te gebruiken, kan de wrijvingsnelheid  $u_*$  indirect worden geschat uit de windsnelheidsprofiel (Hofschreuder, 2002; Mosquera *et al.*, 2002) volgens:

$$u(z) = \frac{u_*}{k} \cdot \ln\left(\frac{z-d}{z_o}\right)$$

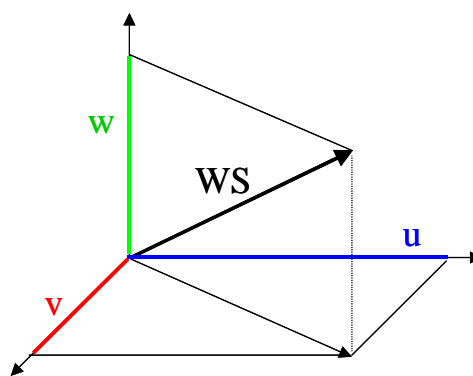
Met  $z$ : hoogte van de metingen [m]

$u(z)$ : windsnelheid op hoogte  $z$  [ $\text{m s}^{-1}$ ]

$z_o$ : ruwheidslengte [m]



Figuur 3 Sonische anemometer



Figuur 4 Windsnelheid stromingsrichtingen

### 2.3.2 Concentraties

Twee verschillende meetmethodes werden gebruikt (en getest) om de concentraties op verschillende hoogtes boven de mestopslag te meten:

1. Een open-pad systeem, waarbij een gemiddelde concentratie over de hele padlengte wordt gemeten. In deze studie werd een open-pad tuneable diode laser (TDL; Boreal Laser Inc. Gasfinder 2.0) gebruikt.
2. Een verzamelleiding (in de lengte van de mestopslag) met verschillende monsternamenpunten. Bij deze optie werd een fotoakoestische monitor (Innova 1312) gebruikt, met als voordeel dat niet alleen  $\text{NH}_3$ , maar ook broeikasgassen ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ) kunnen worden gemeten.

#### **ad. 1. Open-pad tuneable diode laser**

Met deze methode wordt een laserlicht vanuit de laser (TDL) langs de emitterende oppervlakte (mestopslag) naar een reflector geleid, die het licht terug naar de TDL stuurt. De golflengte van het laserlicht is specifieke voor  $\text{NH}_3$ , met andere woorden het laserlicht wordt door alleen  $\text{NH}_3$  moleculen geabsorbeerd. Door de intensiteit van het uitgaande laserlicht en het reflecterende licht te meten is de ammoniakconcentratie langs de hele pad te berekenen. Om het verticale ammoniakconcentratie profiel te meten werd ieder 5-10 minuten de meethoogte van de laser tussen 40 cm en 110 cm boven de rand van de mestopslag verwisseld. De meetopstelling wordt in figuur 5 weergegeven.



Figuur 5 Meetopstelling 1 voor emissiemetingen uit de mestopslag met vaste mest: open-pad tunable diode laser

### **ad. 2. Verzamelleiding en fotoakoestische monitor**

In deze opstelling werden twee verzamelleidingen boven de mestopslag op twee verschillende hoogten (1,40 en 1,95 m) in de lengte van de mestopslag geplaatst (figuur 6a). Per leiding werden 4 monsternapenpunten aangebracht om verschillen in mesthoogte en –samenstelling in de mestopslag uit te middelen. Elke verzamelleiding werd met een fotoakoestische monitor (Innova 1312; figuur 6b) verbonden om de concentraties van  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  en  $\text{CO}_2$  te meten.



Figuur 6 Meetopstelling 2 voor emissiemetingen uit de mestopslag met vaste mest: verzamelleiding en fotoakoestisch monitor



### 3 Resultaten en discussie

De gasvormige emissies uit de mestopslag werden gedurende twee meetperioden succesvol gemeten (tabel 2, een tussenliggende meetperiode mislukte doordat de turbulentie boven de mestopslag te groot bleek te zijn waardoor dit binnen de gekozen meetstrategie onbetrouwbare resultaten opleverde). In periode 1 werd gedurende een dag alleen de ammoniakemissie uit de mestopslag gemeten, maar onder twee verschillende situaties:

- 1) geen extra behandelingen in de mestopslag;
- 2) menging van de mest in de mestopslag.

Tijdens meetperiode 2 zijn er geen extra behandelingen in de mestopslag uitgevoerd, hoewel niet alleen NH<sub>3</sub>-, maar ook CH<sub>4</sub>-, N<sub>2</sub>O- en CO<sub>2</sub>-emissies werden gemeten. In beide meetperioden werden metingen op twee verschillende hoogten uitgevoerd. Door technische problemen zijn geen resultaten van de sonische anemometer beschikbaar gedurende meetperiode 1. De noodzakelijke uitwisselingscoëfficiënt werd met behulp van meteorologische gegevens van het KNMI meteorologische station in Schiphol berekend.

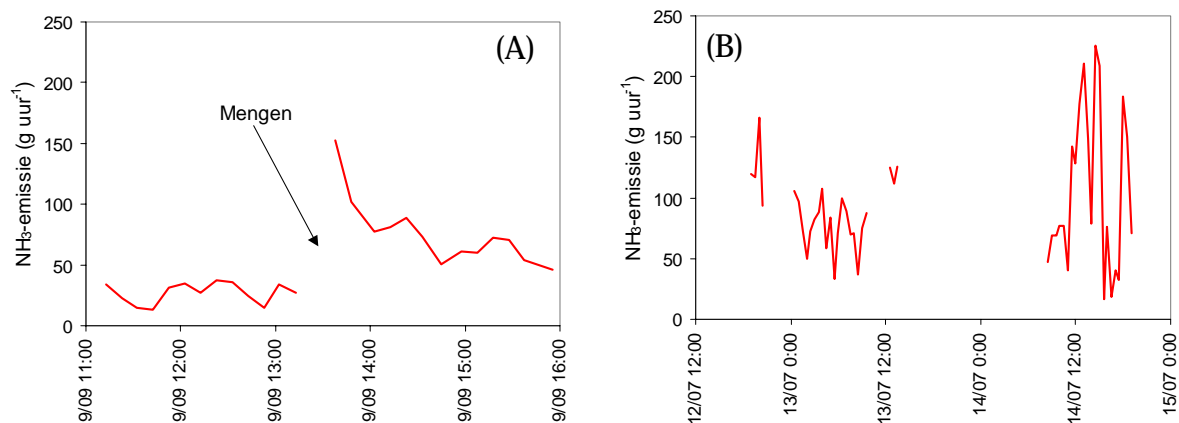
Tabel 2 Meetmethoden en –omstandigheden

	Periode 1	Periode 2
Meetperiode	09/09/04 11:00 – 09/09/04 16:00	12/07/05 19:00 – 14/07/05 20:00
Status mestopslag	Onder de rand (zie figuur 5)	Boven de rand (zie figuur 6)
Gemeten gas	NH <sub>3</sub>	NH <sub>3</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, CO <sub>2</sub>
Meetmethode concentraties	Open-pad tunable diode laser	Fotoakoestische monitor
Meetmethode uitwisselingscoëfficiënt	Windsnelheidsprofiel (KNMI)	Sonische anemometer
Hoogten [m]	1,4; 2,1	1,4; 1,95
Gemiddelde windsnelheid [m s <sup>-1</sup> ] (*)	4,4	1,3
Gemiddelde temperatuur [°C] (*)	22,2	20,0

(\*) KNMI gegevens

#### 3.1 Ammoniakemissie

Tijdens meetperiode 1 werd, gedurende ongeveer 2 uren, de ammoniakemissie uit de mestopslag gemeten. Vervolgens werd de mest in de mestopslag gemengd en de ammoniakemissie gedurende nog 2 uren gemeten. De resultaten worden in figuur 7a gepresenteerd. Na het mengen van de mest stijgt de ammoniakemissie snel door, om vervolgens (langzaam) af te nemen. De berekende emissies vóór en na het mengen van de mest waren 18,6 en 52,5 g dag<sup>-1</sup> NGE<sup>-1</sup>, respectievelijk. Hierbij is het uitgegaan van de aanname dat de vaste mest in de mestopslag afkomstig was van 35 NGE (3 koeien, 34 kalveren (<1 jaar) en 6 jongvee (>1 jaar en < 2jaar) gedurende het gehele jaar (365 dagen); 45 jongvee gedurende 215 dagen (grupstal); omrekeningsfactor volgens Tamminga *et al.* (2000): jongvee=0.644 koe, kalveren=0.324 koe). Deze emissies geven aan dat de contributie van de mestopslag aanzienlijk kan zijn, vooral in perioden waar de mest wordt gemengd. Vergelijkbare conclusies kunnen uit de resultaten van meetperiode 2 worden getrokken (figuur 7b), waarin een gemiddelde NH<sub>3</sub>-emissie van 38,0 g dag<sup>-1</sup> NGE<sup>-1</sup> werd gemeten. De onderbrekingen in de lijn worden veroorzaakt doordat de sonische anemometer gedurende deze periode geen signaal gaf (windstil).



Figuur 7 Ammoniakemissie tijdens (A) meetperiode 1 (09/09/04) vóór en na het mengen van de mest, en (B) meetperiode 2

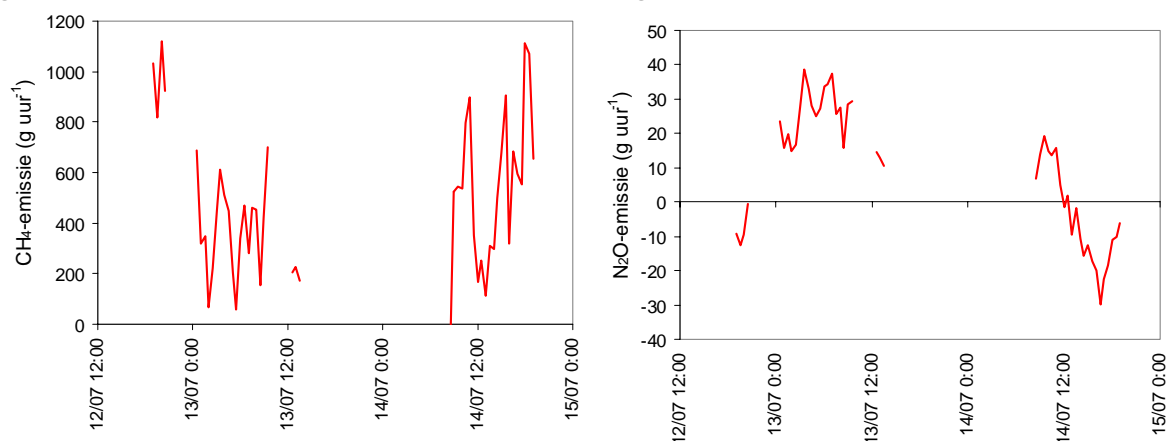
De berekende emissie per dag voor de mestopslag zonder menging is vergelijkbaar met de emissie uit de op het bedrijf aanwezige ligboxenstal (20 tot 27 g/dag per NGE; Mosquera *et al.*, 2005). Het is waarschijnlijk wel terecht om de emissie uit de mestopslag rechtstreeks door te rekenen naar een emissie op jaarbasis. Beide metingen zijn uitgevoerd bij een relatief hoge buitentemperatuur. Waarschijnlijk zal dit de emissie hebben *verhoogd*. Echter de emissie uit de mesthoop ontstaat met name door een intern proces (broei) zodat het effect van de buitentemperatuur toch beperkt zal zijn. De metingen zijn uitgevoerd bij zeer lage windsnelheden, waarschijnlijk zal dit de emissie hebben *verlaagd*. Hiervoor geldt echter hetzelfde als voor de buitentemperatuur, het proces van emissie wordt met name intern geactiveerd zodat de invloed van externe factoren beperkt zal zijn. De vulling van de mesthoop met verschillende soorten en hoeveelheden mest zullen de totale emissie sterk beïnvloeden. Gedurende het stalseizoen (november tot mei) zal het aandeel verse mest groot zijn en het aandeel eindproduct relatief klein. Voor het overige deel van het jaar bestaat het aandeel verse mest alleen uit de mest uit de klaverhokken die eens per 2 maanden worden uitgemest. Daarnaast wordt in deze periode het eindproduct op het land gebracht, zodat het grootste aandeel in de mesthoop bestaat uit tussenproduct. Het omscheppen van de mest zal ook het totale emissieniveau beïnvloeden alhoewel de toename in emissie slechts van beperkte duur is.

Uiteindelijk is de NH<sub>3</sub>-emissie 8,9 kg/jaar per NGE (of 6,5 kg/jaar per dier). Hierbij is de hogere emissie tijdens het mengen van de mest niet meegenomen. Het betreft een berekening van de emissie die gebaseerd is op slechts 2 metingen. Dit resultaat is daarmee een inschatting van de emissie uit een vaste mestopslag. Voorts kan worden opgemerkt dat de omstandigheden tijdens de metingen (hoge temperatuur, lage windsnelheid) nauwelijks van invloed zullen zijn geweest op de gemeten waarden, omdat de gasvormige emissies vooral afhankelijk zijn van de omstandigheden in de mestopslag.

In de onderhavige situatie zal met name de toevoeging van de gier, die rijk is aan minerale, vluchtige stikstof (ammonium/ammoniak), hebben bijgedragen aan de hoge emissie tijdens de mestbewaring. Hoewel slechts beperkte metingen zijn uitgevoerd aan de emissies tijdens het mestbewerken (mengen/keren), zullen ook de daarbij ontstane pieken een emissieverhoging tot gevolg hebben. De mate waarin dat het geval is geweest zal sterk afhangen van de meng-/keerfrequentie, de hoogte van de piek en de duur van de verhoogde emissie. Deze factoren zijn in dit onderzoek onvoldoende gekwantificeerd om een uitspraak te kunnen maken.

### 3.2 Emissie van broeikasgassen

In meetperiode 2 werden ook de emissies van CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O en CO<sub>2</sub> uit de mestopslag gemeten. De resultaten worden in figuur 8 weergegeven. Opvallend is de negatieve N<sub>2</sub>O flux midden in de dag, in tegenstelling met CH<sub>4</sub> als CO<sub>2</sub>, die altijd een emissiepatroon laten zien. De gemeten CH<sub>4</sub>-emissies uit de mestopslag (gemiddeld: 329 g dag<sup>-1</sup> NGE<sup>-1</sup>) waren in dezelfde orde van grote als uit de ligboxenstal (Mosquera *et al.*, 2005). Dit betekent dat de emissie uit de mest hoog was omdat de emissie uit de stal met name wordt gevormd door de endogene uitstoot van methaan van de dieren. De CO<sub>2</sub>-emissies (gemiddeld: 2,9 kg dag<sup>-1</sup> NGE<sup>-1</sup>) lag een factor 10 lager dan die uit de stal, dit is te verklaren door de afwezigheid van de dieren. Voor de stalemissie van CO<sub>2</sub> geldt ook dat deze met name door de dieren wordt gevormd.



Figuur 8 CH<sub>4</sub>- en N<sub>2</sub>O-emissie tijdens meetperiode 2 (12/07/05-14/07/05)

De gemiddelde N<sub>2</sub>O-emissie uit de mestopslag (gemiddeld: 7,9 g dag<sup>-1</sup> NGE<sup>-1</sup>) was een factor 4 hoger dan uit de stal. Ook dit is volgens verwachting aangezien de biologische activiteit in de mengmest onder de roostervloer van de ligboxenstal beperkt is en daar mee de emissie beperkt zal zijn, is juist bij de vaste mestopslag de biologische activiteit hoog (en wordt ook het management hierop aangepast om deze te verhogen) waardoor een hogere emissie van N<sub>2</sub>O kan worden verwacht. Voor de negatieve N<sub>2</sub>O flux in meetperiode 2 werd geen verklaring gevonden.



## 4 Conclusies

De ammoniakemissie uit de vaste mestopslag kan goed worden gemeten met gradiëntmethode, mits een doorsnede van mestopslag kan worden gemeten waarmee alle verschillende emissieniveau's worden meegenomen. Met deze methode kan bij beperkte windsnelheden onder praktijkomstandigheden worden gemeten.

De  $\text{NH}_3$ -emissie uit de mestopslag is vergelijkbaar met de emissie uit een ligboxenstal. Zonder behandeling van de mest (mengen van de mesthoop) was de emissie 18,6 en 52,5 g  $\text{NH}_3$  per dag per NGE. De emissie van de broeikasgassen werd eenmaal bepaald en was 329 g  $\text{CH}_4$ , 7,9 g  $\text{N}_2\text{O}$  en 2,9 kg  $\text{CO}_2$  per dag per NGE.



## Literatuur

- Hofschreuder, P., 2002. Development of a measuring method to measure gaseous emissions from agricultural surface sources. Part 1: overview of measurement and calculation methods(in Dutch). *IMAG Report 2002-13*.
- Mosquera, J., Hofschreuder, P., Erisman, J.W., Mulder, E., van 't Klooster, C.E., Ogink, N., Swierstra, D. en Verdoes, N., 2002. Meetmethode gasvormige emissies uit de veehouderij. *IMAG rapport 2002-12*.
- Mosquera, J., Hol, J.M.G., Huis in 't Veld, J.W.H. en Monteny, G.J., 2005. Gasvormige emissies uit het melkveebedrijf van de familie Spruit. I. Praktijkmetingen in een ligboxen- en grupstal. *A&F Rapport (in voorbereiding)*.
- Tamminga, S., Jongbloed, A.W., van Eerdt, M.M., Aarts, H.F.M., Mandersloot, F., Hoogervorst, N.J.P. en Westbroek, H. [2000]. De forfaitaire excretie van stikstof door landbouwhuisdieren. *Rapport ID Lelystad 00-2040R*.





## Samenvatting

In 2004 zijn verschillende metingen begonnen om de nutriëntenstromen op het melkveebedrijf Spruit (Zegveld) te karakteriseren. Gedurende twee jaar (2004-2005) werd, onder andere, de gasvormige emissies (ammoniak, broeikasgassen, geur) uit verschillende bronnen (stal, mesttoediening, mestopslag) gemeten. Dit rapport is deel III van het project die door Agrotechnology and Food Innovations werd uitgevoerd om de gasvormige emissies van het melkveehouderijbedrijf van de familie Spruit te meten. Hier worden de ammoniakemissies uit de mestopslag buiten de stal gepresenteerd. Aangezien bij compostering ook een aanzienlijke hoeveelheid methaan en lachgas vrij kan komen, worden deze emissies ook gerapporteerd.

De ammoniakemissie uit de vaste mestopslag werd met de gradiëntmethode gemeten. Hierbij moeten het verticale ammoniakconcentratieprofiel en het uitwisselingscoëfficiënt tegelijkertijd worden gemeten. De uitwisselingscoëfficiënt werd direct bepaald met behulp van een sonische anemometer, of indirect geschat uit de windsnelheidsprofiel. Om de ammoniakconcentratie te bepalen werden twee verschillende methoden gebruikt: 1) een open-pad systeem (open-pad TDL, periode 1), en 2) een verzamelleiding (in de lengte van de mestopslag) met verschillende monsternamepunten en een fotoakoestische monitor (periode 2). De emissies van methaan en lachgas werden ook met de gradiëntmethode gemeten, waarbij de concentraties met een fotoakoestische monitor (meetopstelling 2) werden bepaald.

De ammoniakemissie uit de mestopslag ( $16\text{-}33 \text{ g dag}^{-1} \text{ NGE}^{-1}$ ; zonder menging) was vergelijkbaar met de emissie uit de ligboxenstal ( $20\text{-}27 \text{ g dag}^{-1} \text{ NGE}^{-1}$ ; Mosquera *et al.*, 2005). Na het mengen stijgde de  $\text{NH}_3$ -emissie snel door, om vervolgens (langzaam) af te nemen. Op jaarbasis was de  $\text{NH}_3$ -emissie 8,9 kg per NGE (hierbij is de hogere emissie tijdens het mengen van de mest niet meegenomen). Dit is echter alleen een inschatting van de werkelijke emissie, aangezien het resultaat gebaseerd is op slechts 2 metingen.

De gemiddelde  $\text{CH}_4$ -emissie uit de mestopslag ( $286 \text{ g dag}^{-1} \text{ NGE}^{-1}$ ) was in dezelfde orde van grote als uit de ligboxenstal ( $120\text{-}780 \text{ g dag}^{-1} \text{ NGE}^{-1}$ ; Mosquera *et al.*, 2005). De gemiddelde  $\text{N}_2\text{O}$ -emissie uit de mestopslag ( $6,8 \text{ g dag}^{-1} \text{ NGE}^{-1}$ ) was een factor 4 hoger dan uit de ligboxenstal ( $1,0\text{-}2,9 \text{ g dag}^{-1} \text{ NGE}^{-1}$ ; Mosquera *et al.*, 2005).



## Bijlage A Bepaling van de wrijvingsnelheid ( $u_*$ )

De wrijvingsnelheid  $u_*$  wordt op de volgende wijze bepaald:

1. Bepaling van de gemiddelden en afwijkingen van het gemiddelde voor alle drie stromingsrichtingen ( $u$ ,  $v$ ,  $w$ ) gedurende een bepaalde middelingstijd (30 minuten in deze studie):

$$\bar{u} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n u_i; \quad \bar{v} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n v_i; \quad \bar{w} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n w_i$$

$$\sigma_u^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (u_i^2) - \bar{u}^2; \quad \sigma_v^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (v_i^2) - \bar{v}^2; \quad \sigma_w^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (w_i^2) - \bar{w}^2$$

$$\sigma_{uv} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (u_i \cdot v_i) - \bar{u} \cdot \bar{v}; \quad \sigma_{uw} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (u_i \cdot w_i) - \bar{u} \cdot \bar{w}; \quad \sigma_{vw} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (v_i \cdot w_i) - \bar{v} \cdot \bar{w}$$

2. De coördinaten worden gedraaid om de gemiddelden van de verticale en laterale componenten op nul te zetten:

$$\theta = \arctan\left(\frac{\bar{v}}{\bar{u}}\right); \quad \phi = \arctan\left(\frac{\bar{w}}{\sqrt{\bar{u}^2 + \bar{v}^2}}\right)$$

$$u' = \bar{u} \cos(\theta) \cos(\phi) + \bar{v} \sin(\theta) \cos(\phi) + \bar{w} \sin(\phi)$$

$$v' = \bar{v} \cos(\theta) - \bar{u} \sin(\theta) = 0$$

$$w' = \bar{w} \cos(\phi) - \bar{u} \cos(\theta) \sin(\phi) - \bar{v} \sin(\theta) \sin(\phi) = 0$$

3. De wrijvingsnelheid ( $u_*$ ) wordt bepaald volgens:

$$u_* = \sqrt{-\sigma_{u'w'}}$$

Met:

$$\sigma_{u'w'} = \sigma_{uw} \cos(\theta) (\cos^2(\theta) - \sin^2(\theta)) + \sigma_{vw} \sin(\theta) (\cos^2(\theta) - \sin^2(\theta)) - 2\sigma_{uv} \sin(\theta) \cos(\theta) \sin(\phi) \cos(\phi) - \sigma_u^2 \cos^2(\theta) \sin(\phi) \cos(\phi) - \sigma_v^2 \sin^2(\theta) \sin(\phi) \cos(\phi) + \sigma_w^2 \sin(\phi) \cos(\phi)$$