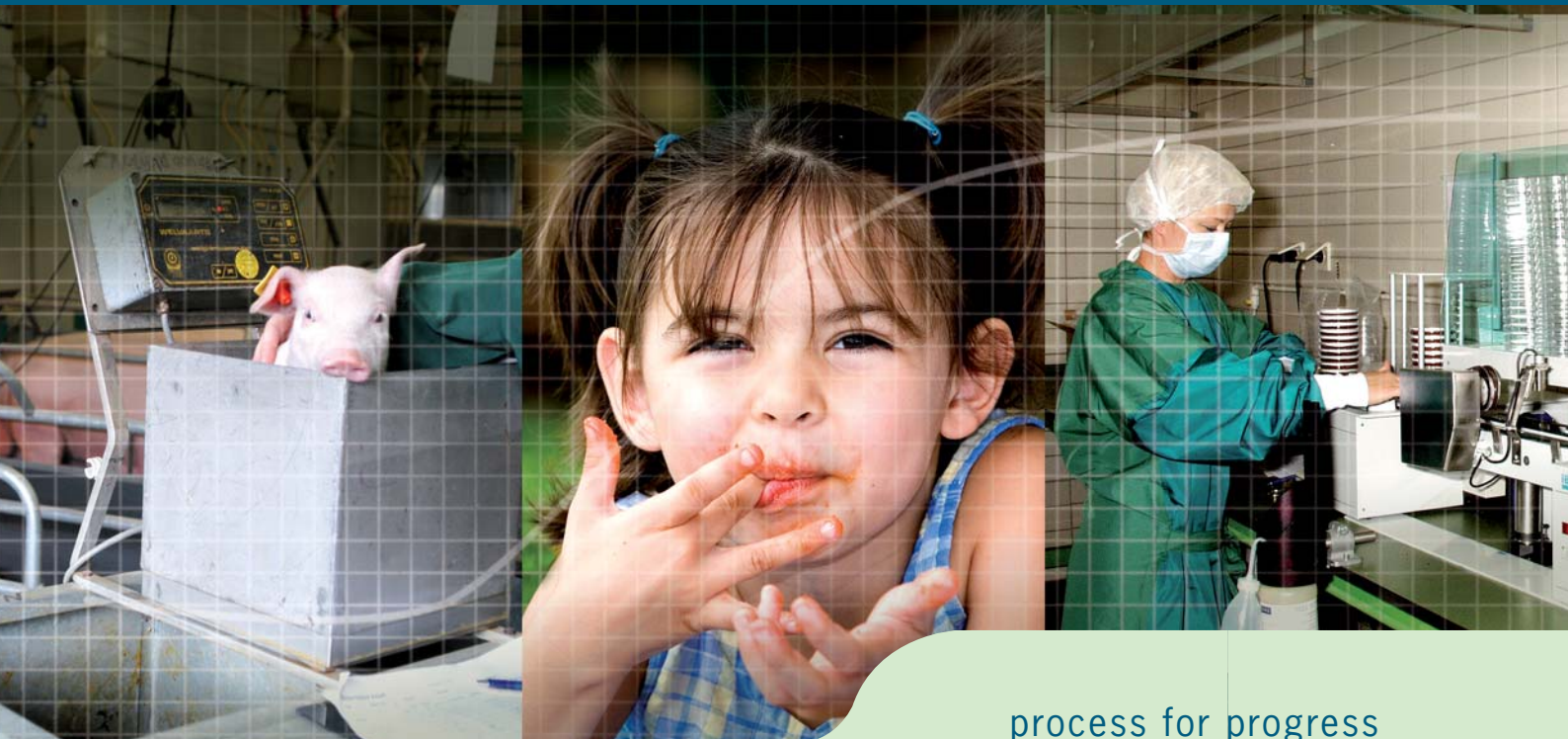


Animal Sciences Group

Divisie Veehouderij, kennispartner voor de toekomst



process for progress

Rapport 225

Oriënterende emissiemetingen aan de Comfort Slat Mats voor melkvee

Mei 2009



ANIMAL SCIENCES GROUP
WAGENINGEN UR

Colofon

Uitgever

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

Redactie

Communication Services

Aansprakelijkheid

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

Liability

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

Losse nummers zijn te verkrijgen via de website.



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

Abstract

Emissions of ammonia and methane from the comfort slat mats (a new floor type for dairy cattle) were measured with a dynamic box method. Emissions were reduced up to 50% for ammonia and for 75% for methane.

Keywords

Ammonia, methane, gaseous emission, dairy farming, floors

Referaat

ISSN 1570 - 8616

Auteurs

H.J.C. van Dooren
K. Blanken
H. Gunnink

Titel

Oriënterende emissiemetingen aan de Comfort Slat Mats voor melkvee, rapport 225, 36 pagina's

Samenvatting

De ammoniak- en methaanemissie van de 'comfort slat mats', een nieuw vloertype voor melkvee, zijn indicatief gemeten met een dynamische boxmethode. Ammoniakemissie wordt gereduceerd met circa 50% ten opzichte van een betonroostervloer. Methaanemissie reductie vanuit de mestkelder is circa 75%.

Trefwoorden:

Ammoniak emissie, methaan emissie, melkveehouderij, vloeren



Rapport 225

Oriënterende emissiemetingen aan de Comfort Slat Mats voor melkvee

Explorative emission measurements on Comfort Slat Mats for dairy cattle

H.J.C. van Dooren

K. Blanken

H. Gunnink

Mei 2009

Voorwoord

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit en is verder financieel ondersteund door ICE Comfort Slat Mats Ltd. en Holcim Betonproducten BV.

Samenvatting

De melkveehouderij is in Nederland een van de belangrijkste bronnen van ammoniak- en methaanemissie. In het verleden zijn een aantal emissiearme huisvestingssystemen ontwikkeld. Bij praktijktoepassing is naar voren gekomen dat deze systemen knelpunten kunnen geven op het gebied van dierenwelzijn. Met name de beloopbaarheid van deze systemen neemt op den duur af. Een recente ontwikkeling komt uit Ierland. Het bedrijf ICE Comfort Slat Mats Ltd. heeft de 'Comfort Slat Mats' of 'Mat&Valve' ontwikkeld en in 2008 aangelegd op het melkveebedrijf van de Waiboerhoeve in Lelystad, onderdeel van de Animal Sciences Group van Wageningen UR. De vloer heeft als doel de beperking van ammoniak- en methaanemissie te combineren met een verbeterd dierenwelzijn door een rubber loopoppervlak te bieden dat zachter is in vergelijking met een betonnen roostervloer. Aan de vloer zijn oriënterende emissiemetingen met de dynamische boxmethode gedaan. Doel van de metingen was het verkrijgen van inzicht in het milieuperspectief van het Mat&Valve vloersysteem. Voor de metingen van ammoniak- en methaanemissie is gebruik gemaakt van een kleine dynamische open box. Daarbij zijn verschillende behandelingen en herhalingen toegepast. Op basis van de resultaten kunnen we de volgende conclusies trekken:

- Toepassing van de Comfort Slat Mats in een ligboxenstal voor melkvee draagt bij aan een vermindering van de ammoniak- en methaanemissie vanaf loopvloeren en mestopslag.
- Het betreft hier oriënterende metingen die niet zondermeer vertaald mogen worden naar emissies op stalniveau en die alleen van toepassing zijn voor de geldende omstandigheden.
- De emissiereductie voor ammoniak van de Comfort Slat Mat ten opzichte van de referentievloer (betonnen roosters) bedroeg bij gebruik van de 'Mat' 21-36% en bij gebruik van de 'Mat&Valve' 41-52%.
- De emissiereductie voor methaan van de Comfort Slat Mat ten opzichte van de referentievloer (betonnen roosters) bedroeg bij gebruik van de 'Mat' 43-60% en bij gebruik van de 'Mat&Valve' 56-76%.
- Bij de beoordeling van de resultaten van de methaanemissie moet bedacht worden dat de methaanemissie uit de kelder slechts een beperkte bijdrage (circa 25%) levert aan de totale stalemissie.
- Het verloop van de ammoniakemissie na de verschillende behandelingen was zoals theoretisch verwacht kon worden.
- Het verloop van de ammoniakemissie na de verschillende behandelingen was consistent over de verschillende vloertypen en de herhalingen.
- De verschillen in ammoniakemissie van de Mat en de Mat&Valve vloer ten opzichte van de referentievloer zijn voldoende groot voor onderscheidende emissiemetingen op stalniveau.
- Bij verdere ontwikkeling van een meetbox voor snelle beoordeling van vloertypen wordt aanbevolen maar één ventilator te gebruiken.
- Bij verdere ontwikkeling van een meetmethode wordt aanbevolen niet twee keer een behandeling met kunsturine toe te passen op dezelfde meetlocatie.
- Bij verdere ontwikkeling van een meetmethode wordt aanbevolen om voor het vaststellen van een betrouwbare emissie van een onbehandelde vloer ('behandeling 1') zoveel mogelijk metingen per dag uit te voeren.

Summary

Introduction

Between May and July 2008 the Animal Sciences Group of Wageningen-UR (WUR-ASG) performed ammonia and methane volatilization measurements from walking floors in a dairy house equipped with the Comfort Slat Mats from ICE Comfort Slat Mats Ltd.. Ammonia is formed from urea (present in urine) by the enzyme urease (present in faeces and with faeces contaminated surfaces) . The urea is transformed into ammonia (NH₃) that is dissolved in water. The dissolved ammonia can emit to the air. Urease activity, urea concentration, urinate patterns and quantities, size of contaminated area, temperature and air velocity are factors in the ammonia forming and emission process. Because ammonia lead to acidification, Dutch legislation states maximum emission levels from dairy houses. New systems need to be developed to combine ammonia emission reduction with acceptable animal welfare.

Methane is a product of micro-biological activity in the slurry and of rumen activity. Rumen activity accounts for around 75% of total emissions on farm level and is not affected and measured in this project. Methane production rates from slurry are temperature dependant. There is no legislation regulating emissions on farm level.

The Comfort Slat Mats consists of two parts. A mat that is clipped onto the concrete slats and a valve can be attached to that mat to close the slots between the slats. The intention of the Comfort Slat Mats is to improve drainage of urine to the slurry pit (mat) and minimize the air exchange from the slurry pit by closing the slats (valve). The use of rubber also aims to improve animal welfare by providing a softer and more comfortable floor surface compared to concrete rubber slats.

The mats can be used in new built barns and can also be retrofitted to concrete slats in existing barns. At Waiboerhoeve Experimental Dairy Farm in Lelystad (part of WUR-ASG) a serie of experiments were carried out in which the ammonia volatilization from slatted floors with the Comfort Slat Mats was measured in order to get an impression of the NH₃ reduction perspective of these new floors. The project was financed by the Dutch Ministry of Agriculture, Nature and Food Quality (LNV), ICE Comfort Slat Mats Ltd. and HOLCIM betonproducten BV. This report summarizes the results.

Material

Table 1 gives an overview of the different floor types used for ammonia measurement. Codes in following figures refer to this table.

Table 1 Description of different floor types

Code		Description
R	Reference	Concrete slatted floor
M	Mat	Concrete slatted floor with rubber mats on the slats
MV	Mat&Valve	Concrete slatted floors with mats on the slats and valves closing the slots

Table 2 gives an overview of the days that emission measurement were performed.

Table 2 Measuring dates

Date	Mat	Mat & Valve	Reference
6-5-2008	X		
8-5-2008		X	
9-5-2008			X
14-5-2008			X
23-5-2008		X	
26-5-2008	X		
30-6-2008			X
2-7-2008	X		
3-7-2008		X	
7-7-2008		X	
8-7-2008	X		
11-7-2008			X

Method

Two walking alleys in one of four sections of the dairy research farm Waiboerhoeve were equipped with the Mat&Valve system. Roughly half of both alleys with the Mat and the Valve, and the other half of both alleys with only the mat. This results in four measuring location in two alleys. On all four locations two measurements were performed. The concrete slatted floor of another section was used as a reference. Two measuring locations in similar alleys of this section were chosen. Both sections are identical apart from the floor type. Also these two locations were measured twice. One series of measurements took one day. Each series of measurements consisted of three treatments (see Table 3). In treatment one the floor was measured as it was found that day. That measurement lasted for around 1 hour. In treatment 2 and 3 a sample of N-solution resembling dairy cow urine was applied in the floor. In treatment 2 it was applied on the floor before scraping and in treatment 3 on the floor after scraping. In all three treatments the ammonia emission was measured using the dynamic box method (Mosquera *et al.*, 2008.) . A laminar airflow is created in the box that is placed on the floor. The section of the slurry pit right below the box is separated from the rest of the pit by sheets of polycarbonate. Air temperature and relative humidity is monitored during measurements. The concentration of ammonia and methane and the airflow is measured in the outgoing air in ppm and m³/h respectively. Before and after the background concentrations for both ammonia and methane were measured. For gas measurement a photo-acoustic gas monitor was used (Innova 1312). A typical ammonia volatilization pattern shows a rapidly increasing ammonia concentration in outgoing air that after a peak dies out slowly. Measurements on a floor section are continued at least until a certain peak in ammonia concentration is noticed and lasted approximately 3 hours.

Table 3 Overview of different treatments

Treatment code	Treatment description
1	Floor as it is without further treatment
2	Applying urine like N-solution
3	Scraping and applying second urine like N-solution



Figure 1 Measuring box on slatted floor



Figure 2 Separating a part of the slurry pit

Results

Ammonia and methane concentrations were measured about twice per minute and combined in 5 minutes averages. Each measurement was corrected for background concentration. Concentrations of ammonia measured in ppm were calculated to mg/m³. Ventilation rate and temperature were measured every 5 minutes. Outgoing air volume was constant throughout the day. Ammonia emission in mg/h was calculated by multiplying concentrations and ventilation rate. This concentration was corrected for temperature differences between and within the measuring days standardizing the emission for a temperature of 15 °C. Emission was corrected using the method described in Duinkerken *et al.* (2003). Finally results were synchronized on start of measurements for reason of comparison. Figure 3 gives the ambient temperature during all measurements. In Table 4 and figure 4 the emission results are expressed as absolute levels and as a percentage of the reference (=concrete slats). Reference is 100% and emission of Mat and Mat&Valve can only be compared with the reference *within* one treatment.

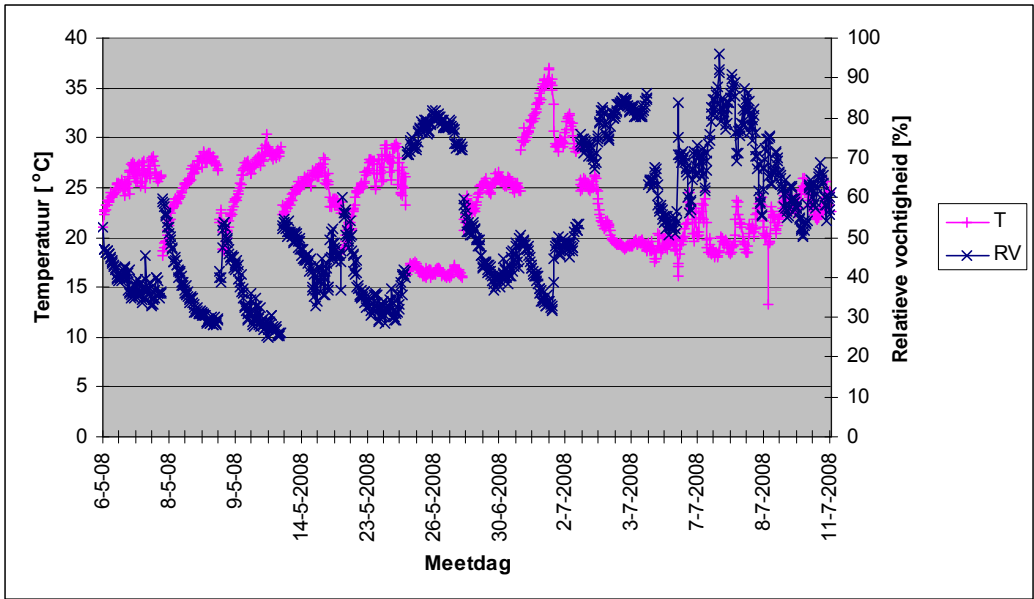


Figure 3 Development of ambient temperature (T in °C) and relative Humidity (RV, in %) during the measuring days

Table 4 Ammonia emission in emission related to reference floor type

Treatment	1			2			3		
	R	M	MV	R	M	MV	R	M	MV
Emission [mg NH ₃ *h ⁻¹ *m ²]	939	597	513	4813	3343	2298	6192	4862	3658
Relative emission	100%	64%	55%	100%	69%	48%	100%	79%	59%
Emission [mg CH ₄ *h ⁻¹ *m ²]	11019	5846	2632	12161	6928	3157	15247	6110	68691
Relative emission	100%	53%	24%	100%	57%	26%	100%	40%	45%

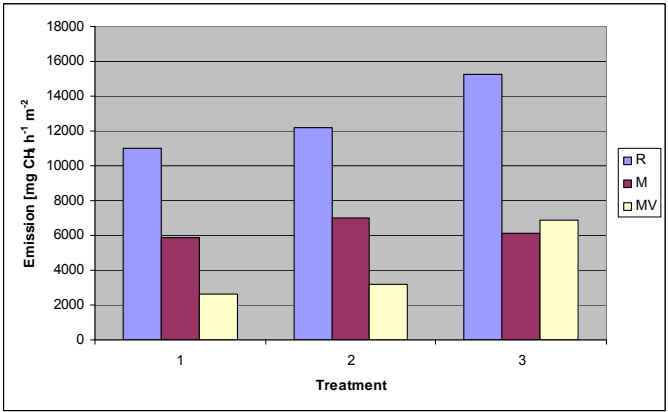
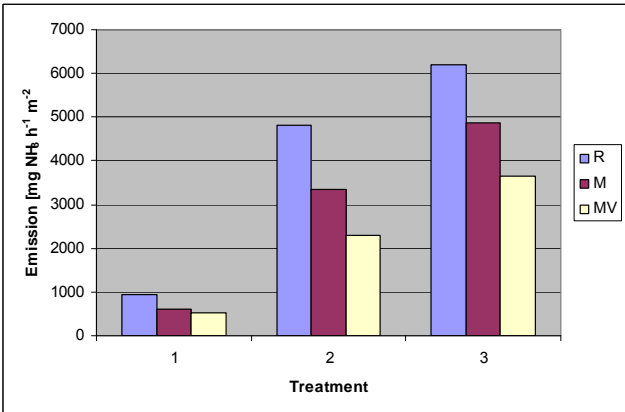


Figure 4 Emission of ammonia and methane in mg h⁻¹ m²

Figure 5 and 6 gives the emission pattern after the treatment 1 and treatments 2 and 3 for ammonia and methane respectively when averaged over all measurements.

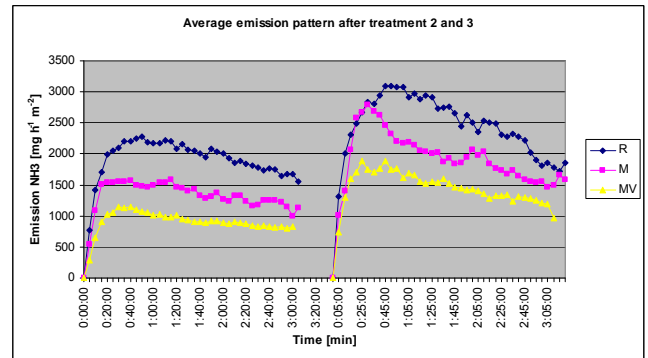
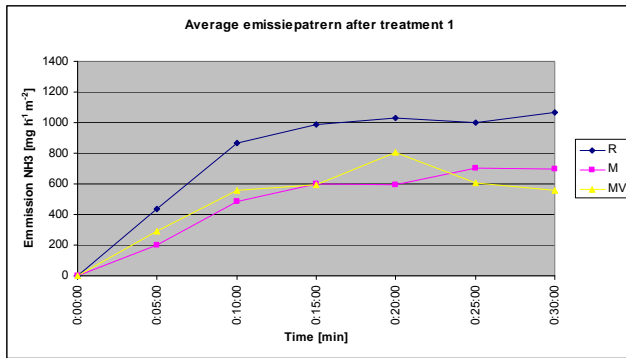


Figure 5 Ammonia emission pattern after treatment 1 (left) and treatments 2 and 3 (right)

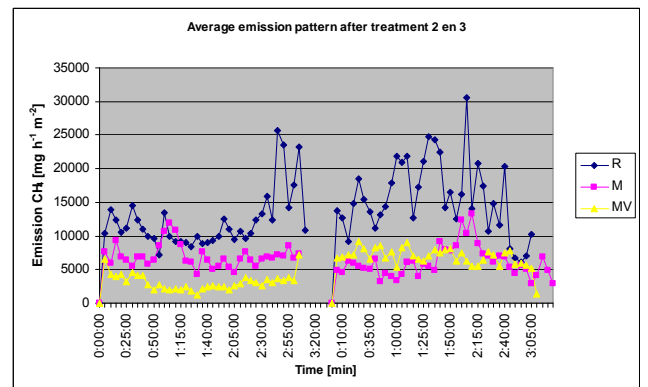
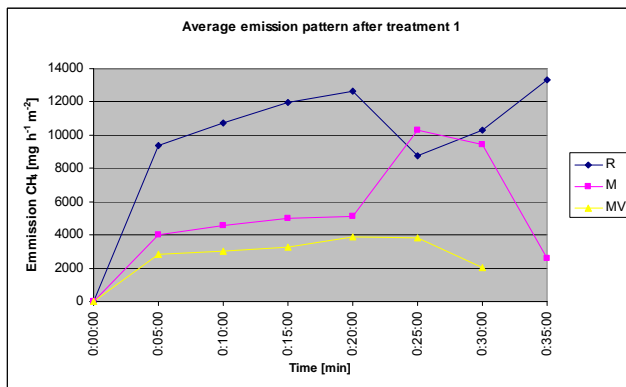


Figure 6 Methane emission pattern after treatment 1 (left) and treatments 2 and 3 (right)

There is a clear reaction of the ammonia emission on treatments 2 and 3 (application of urea). This reaction is as could be expected. Such reaction was not measured for the methane emission. Analyses of different methods for correction of background concentrations of ammonia en methane did not affect the general results.

Conclusion

- Ammonia emission patterns during measurements are in accordance with expected patterns.
- The ammonia emission pattern is consistent over the several measuring days, floor types and treatments.
- The ammonia emission reduction of the Comfort Slat Mat compared to the reference (concrete slatted floor) was 21-36% when only the 'Mat' was used and was 41-52% when 'Mat&Valve' was used, depending on treatment.
- The methane emission reduction of the Comfort Slat Mat compared to the reference (concrete slatted floor) was 43-61% when only the 'Mat' was used and was 56-76% when 'Mat&Valve' was used, depending on treatment
- However the comfort slat mats only affect the 25% share from slurry of the of the total methane emission form a barn.
- The higher levels of ammonia emission after treatment 3 are probably caused by changed circumstances in the slurry pit after application of the urine in the third treatment and not necessarily caused by the treatment itself.
- Using the reduction percentages calculated above and taking the emission values from the RAV annex 1 for concrete slats of 11 kg NH₃ per year per animal place as a reference, the emission values for the Mat and Mat&Valve will range between 7,1-8,7 and 5,3-6,8 kg NH₃ per year per animal place respectively.
- However, these results at the level of a whole building need to be validated by full scale measurements.

Inhoudsopgave

Voorwoord

Samenvatting

Summary

1	Inleiding	1
2	Materiaal en methode	2
2.1	Comfort slat mats	2
2.2	Dieren	3
2.3	Meetmethode	3
2.4	Onderzoeksprotocol	4
3	Resultaten en discussie	6
3.1	Temperatuur en relatieve vochtigheid	6
3.2	Ventilatie	7
3.3	Ammoniakemissie	8
3.4	Analyse achtergrondconcentratie ammoniak in de stal	9
3.5	Methaanemissie	11
3.6	Analyse achtergrondconcentratie methaan	12
3.7	Indicatieve vertaling van meetresultaten naar emissies op stalniveau	13
4	Conclusies en aanbevelingen	15
4.1	Conclusies	15
4.2	Aanbevelingen	15
Literatuur		16
Bijlagen		17
Bijlage 1	Foto's van emissiemetingen op Comfort Slat Mats en Referentievloer	17
Bijlage 2	Verloop ammoniakemissie per vloertype en herhaling	18
Bijlage 3	Verloop methaanemissie per vloertype en herhaling	20
Bijlage 4	Gegevens regressieanalyse van achtergrondemissies	22

1 Inleiding

De melkveehouderij is in Nederland een van de belangrijkste bronnen van ammoniak- en methaanemissie. Binnen de melkveehouderij geldt dat voor de huisvesting (stallen) en de opslag van mest.

Tabel 1 geeft een overzicht van de bijdragen van landbouw, melkvee en huisvesting en mestopslag aan de nationale emissies naar de lucht van ammoniak en methaan in 2007 (Bron: www.emissieregistratie.nl)

Tabel 1 Overzicht van bijdrage landbouw, melkveehouderij en huisvesting in nationale emissies naar de lucht in 2007

	NH3 [%]	CH4 [%]
Aandeel landbouw in totale nationale emissie	90,3	51,5
Aandeel melkvee in totaal landbouw	29,1	56,2
Aandeel huisvesting en mestopslag melkvee in totaal melkvee	48,8	22,6

Melkvee wordt overwegend in natuurlijk geventileerde ligboxenstallen gehuisvest. Onderzoek naar vermindering van ammoniakemissie heeft zich tot dusver ook op dit huisvestingssysteem geconcentreerd, en heeft in het verleden een aantal emissiearme systemen opgeleverd die opgenomen zijn in bijlage 1 van de Regeling ammoniak en veehouderij (Rav). Bij praktijktoepassing is naar voren gekomen dat deze systemen knelpunten kunnen geven op het gebied van dierenwelzijn. Met name de betrouwbaarheid van deze systemen neemt op den duur af. Dit is een van de redenen waarom emissiearme systemen tot dusver niet op grote schaal zijn toegepast in de melkveehouderij. De sector heeft, in samenspraak met de overheid, de afgelopen jaren ingezet op emissiereductie via voeding- en managementmaatregelen. Emissiereductie via voeding en management alleen lijkt echter niet toereikend. De afgelopen jaren zijn daarom aangepaste loopvloeren voor ligboxenstallen ontwikkeld, veelal met als eerste doel om de betrouwbaarheid te verbeteren. Van een aantal van deze ontwikkelingen wordt verwacht dat deze ook effect zullen hebben op de uitstoot van ammoniak. Dit kan zowel positief als negatief zijn. Ontwikkelingen van recente datum zijn weer gericht op vermindering van de ammoniakemissie. Voor de overheid, ontwikkelaars en de praktijk is het van belang om tijdig inzicht te hebben in de te verwachten milieueffecten van deze vloeren. Perspectievolle ontwikkelingen kunnen dan snel en met vertrouwen verder worden opgepakt en mogelijk extra stimulans krijgen. Verder wordt voorkomen dat aan minder kansrijke initiatieven veel geld zal worden besteed.

Een van deze recente ontwikkelingen komt uit Ierland. Het bedrijf ICE Comfort Slat Mats Ltd. heeft een vloer ontwikkeld die tot nu toe vooral in de vleesstierhouderij wordt toegepast. Deze 'Comfort Slat Mats' of 'Mat&Valve' is in 2008 aangelegd op het melkveebedrijf van de Waiboerhoeve in Lelystad, onderdeel van de Animal Sciences Group van Wageningen UR. De vloer heeft als doel de beperking van ammoniak- en methaanemissie te combineren met een verbeterd dierenwelzijn door een rubber loopoppervlak te bieden dat zachter is in vergelijking met de een betonnen roostervloer.

Aan de vloer zijn oriënterende emissiemetingen met de dynamische boxmethode gedaan. Doel van de metingen was het verkrijgen van inzicht in het milieuperspectief van het Mat&Valve vloersysteem.

Dit rapport doet verslag van dit project. In hoofdstuk 2 wordt de opzet van het onderzoek beschreven. In hoofdstuk 3 worden de resultaten weergegeven en besproken en in hoofdstuk 4 volgen conclusies en aanbevelingen.

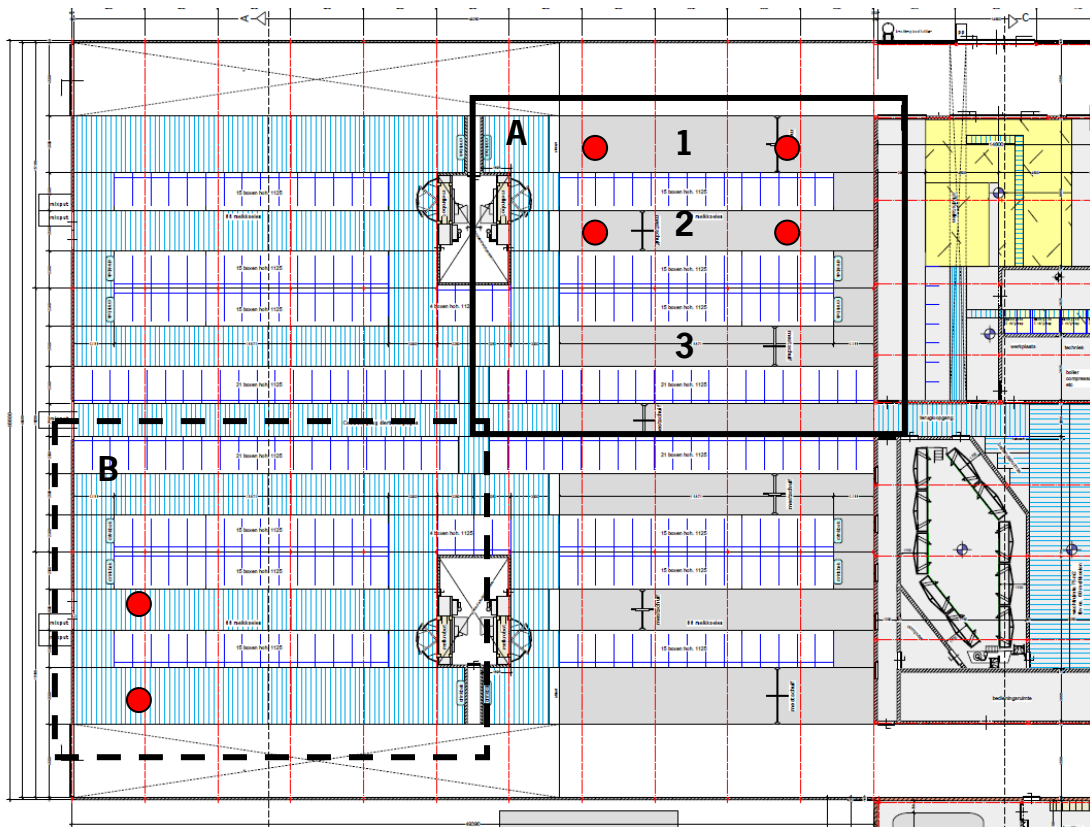
2 Materiaal en methode

2.1 Comfort slat mats

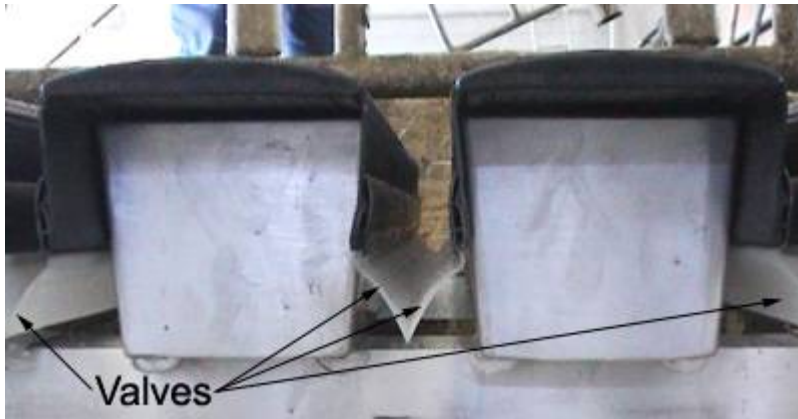
Het onderzoek aan de Comfort Slat Mats vond plaats in een gedeelte van het melkveebedrijf van de Waiboerhoeve dat is uitgerust met melkrobots (zie figuur 1). Elk van de vier afdelingen is voorzien van 1 melkrobot. De bestaande vloer in afdeling 4 (het omkaderde gedeelte A) is verwijderd en daarvoor in de plaats zijn éénlingroosterbalken van beton geplaatst. Om deze balken zijn de Comfort Slat Mats geplaatst (zie figuur 2). De Comfort Slat Mats bestaan uit een 'Mat' die over de roosterbalk wordt bevestigd en een 'Valve' die aan deze 'Mat' is bevestigd en de roosterspleet afsluit. Werkingsprincipe van de Mat is gebaseerd op een snelle afvoer van de urine naar de kelder. Het werkingsprincipe van de Valve is gebaseerd op het voorkomen van luchtuitwisseling tussen de kelder en de stal. De Comfort Slat Mats zouden in principe zowel in een nieuwbouwsituatie als in bij een renovatie van een bestaande stal toegepast kunnen worden.

De maatvoering van en de afstand tussen de roosterbalken op de Waiboerhoeve was zodanig dat na montage van de Comfort Slat Mats de breedte van de roosterbalk 140 mm en de breedte van de roosterspleet 35 mm was. In de loopgang achter het voerhek (1) en in de middelste loopgang (2) is, kruislings, bij de helft van het vloeroppervlak de kelderafsluitende flap (Valve, zie figuur 2) achterwege gelaten. Hierdoor ontstaan vier meetlocaties globaal aangegeven door de rode punten in figuur 1. Ook loopgang 3 was voorzien van Mat&Valve maar metingen hebben alleen plaatsgevonden in loopgang 1 en 2. Als referentie zijn op vergelijkbare plekken als in afdeling vier metingen gedaan in afdeling 2 (kader B). Deze afdeling was voorzien van een betonnen roosterplaten met gelijke spleet- en balkbreedtes.

De loopgang achter het voerhek had een breedte van 3,5 meter. De loopgangen tussen de boxen hadden een breedte van 2,5 meter. Het totale met mest besmeurde oppervlak in de afdeling bedroeg 240 m². Dat komt overeen met 3,5 m² per dierplaats en 4,5 m² per aanwezig dier.



Figuur 1 Plattegrond van gedeelte van melkveebedrijf Waiboerhoeve



Figuur 2 Roosterbalken voorzien van Comfort Slat Mats inclusief kelderafsluitende 'Valves'

2.2 Dieren

De afdeling is voorzien van 68 ligboxen. Gedurende de waarnemingen waren gemiddeld 53 dieren aanwezig. OP 28 mei, 25 juni en 23 juli is melkcontrole uitgevoerd. De gemiddelde melkproductie op die dagen was 34,83 kg. De gemiddelde verwachte 305-dagen productie van de lopende lactatie voor de dieren aanwezig in de groep bedroeg 10296 kg met 4,28% vet en 3,39% eiwit. Het gemiddelde melkureumgetal was 23,0. In de waarnemingsperiode zijn twee rantsoenen gevoerd: rantsoen 1 tussen 6 en 26 mei en rantsoen 2 gedurende de rest van de periode. Beide rantsoenen bestonden voornamelijk uit grassilage, maïssilage, graszaadstro en sojaschroot. Enkele kenmerken van de rantsoenen zijn weergegeven in tabel 2.

Tabel 2 Overzicht van rantsoenkenmerken

Kenmerk	Rantsoen 1	Rantsoen 2
DS	51%	47%
VEM	965 /kg DS	954 /kg DS
DVE	91 g/kg DS	89 g/kg DS
OEB	127 g	203 g
RE	154 g/kg DS	154 g/kg DS

2.3 Meetmethode

Voor de metingen van ammoniak- en methaanemissie is gebruik gemaakt van een kleine dynamische open box. De methode is beschreven in Mosquera *et al.*, 2008. De box (zie figuren 3 en 4) heeft van onderen een open oppervlak van 0,50 x 0,80 m en een hoogte van 0,28 m (0,25 m dooshoogte + 0,03 m hoogte van de rubberen rand die geplaatst werd om lekkages te voorkomen). Voldoende aanstroamlengte van de lucht en gelijkrichters in de bocht naar het emitterend oppervlak zorgen voor een gelijkmatige verdeling van de lucht over de meetdoos. Door middel van een aan- en afvoerventilator werd een luchtstroom (170 - 190 m³ uur⁻¹) met een lage snelheid over het te meten oppervlak gestuurd (0,3 - 0,4 m s⁻¹). Er werd een aan- en afvoerventilator gebruikt om een gelijkdruk te creëren in de meetdoos om op die manier leklucht zoveel mogelijk te voorkomen. Lekdichtheid is met een rookproef gecontroleerd. In de box werd zodoende een laminaire luchtstroom gecreëerd. In de uitgaande luchtstroom werd de concentratie van methaan en ammoniak gemeten. Concentratiemetingen zijn uitgevoerd met een fotoakoestische gasmonitor (Inova 1312). De meetfrequentie van de gasmonitor is ongeveer 2 minuten. Aan de ventilator van zowel de uitgaande als de ingaande luchtstroom is een meetwaaier gekoppeld voor vastlegging van het debiet. Deze meetwaaier geeft een voltsignaal. Met een bekende factor is het aantal pulsen om te rekenen naar een aantal omwentelingen per minuut. Per 5 minuten is het gemiddelde signaal vastgelegd. Met de ijklijn van de ventilator en het vastgelegde pulssignaal is het debiet in m³/uur berekend. De temperatuur (°C) en relatieve vochtigheid (%) van de stallucht is in de directe omgeving van de meetbox gemeten met een temperatuur- en vochtsensor (Rotronic Hygromer®). De nauwkeurigheid van deze sensor was resp. ± 1,0 °C en ± 2%. Per 5 minuten is het gemiddelde van temperatuur, relatieve vochtigheid en ventilatiedebiet vastgelegd in een datalogger van het type Koenders CR10.



Figuur 3 De meetbox op de roostervloer



Figuur 4 Een gedeelte van de kelder wordt afgeschermd

2.4 Onderzoeksprotocol

Tijdens een meting is de meetbox op het te meten vloergedeelte geplaatst. Het onderliggende keldergedeelte werd met platen van polycarbonaat afgescheiden van de rest van de kelder (zie figuur 4). Per meting zijn drie behandelingen uitgevoerd. De eerste behandeling bestond uit het meten van de vloer zoals die werd aangetroffen. Bij de tweede behandeling werd voorafgaand aan de meting 2 liter ureumoplossing gelijkmatig over de vloergedeelte gesprend. Deze 'kunsturine' had de volgende samenstelling (tabel 3).

Tabel 3 Samenstelling van 'kunsturine'

Samenstelling	Hoeveelheid	Eenheid
Totaal N	8	g/kg
Ureum	12	g/kg

De derde behandeling bestond uit het schoonschuiven van het vloeroppervlak en het opnieuw besprenkelen van het vloeroppervlak met eenzelfde hoeveelheid ureumoplossing. Achtergrond van deze procedure was het simuleren van een urinelozing op het te meten vloergedeelte bij zowel een vervuilde als net geschoven vloer. Na elke behandeling is de box verwijderd om het vloeroppervlak voor te bereiden op de volgende behandeling. Voorafgaand en na afloop van elke behandeling is de achtergrondconcentratie van ammoniak en methaan in de omgevingslucht gemeten.

De metingen hebben in twee periodes plaatsgevonden: van 6 tot 26 mei en van 30 juni tot 8 juli 2008. In elke periode zijn alle zes locaties gemeten, vier in de afdeling met de Comfort Slat Mats en twee in de referentieafdeling (zie tabel 4).

Tabel 4 Meetschema

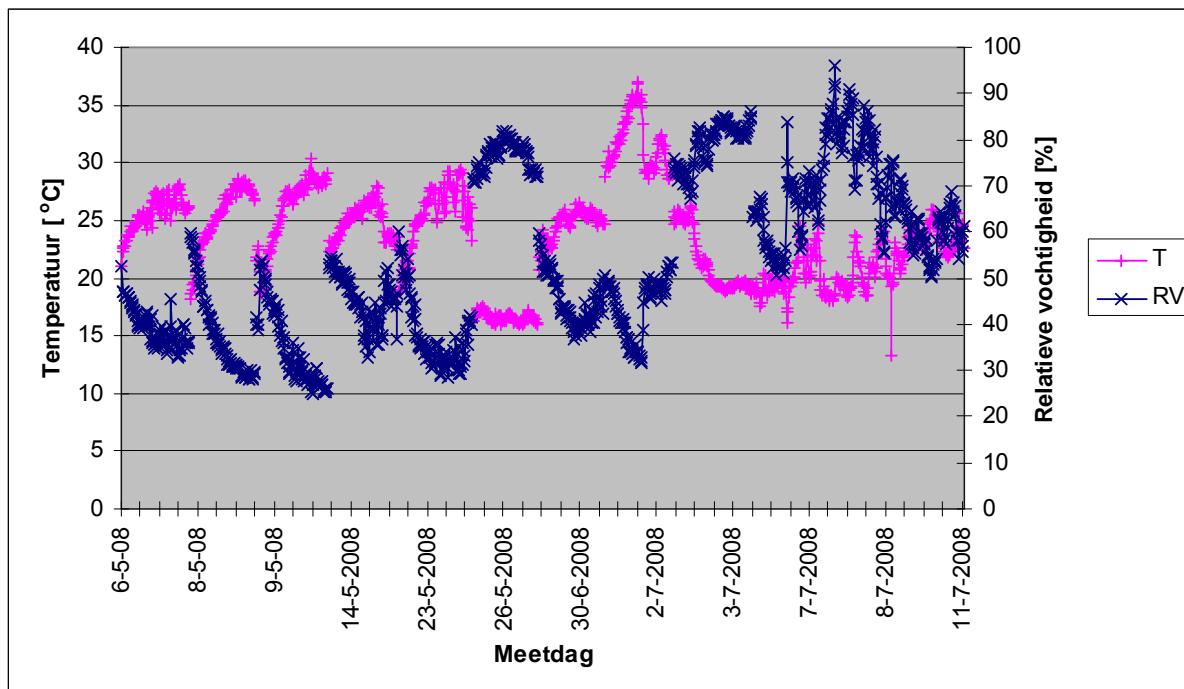
Date	Mat	Mat & Valve	Reference
6-5-2008	X		
8-5-2008		X	
9-5-2008			X
14-5-2008			X
23-5-2008		X	
26-5-2008	X		
30-6-2008			X
2-7-2008	X		
3-7-2008		X	
7-7-2008		X	
8-7-2008	X		
11-7-2008			X

Gasconcentraties worden vastgelegd in ppm (parts per million) en later omgerekend naar mg/m^3 . De uiteindelijke emissie wordt uitgedrukt in mg per uur per m^2 vloeroppervlak. De emissie wordt berekend door het gemiddelde van de minimumwaarde per achtergrondmeting op een meetdag af te trekken van het gemiddelde per vijf minuten van de gasconcentratie in de uitgaande lucht en het resultaat te vermenigvuldigen met het gemeten ventilatiedebiet. Voor de berekening van de emissie is het signaal van de ventilator in de uitgaande luchtstroom gebruikt. Voor een goede vergelijking tussen de metingen is vervolgens een temperatuurscorrectie toegepast. Alle emissie zijn berekend bij een temperatuur van $15\text{ }^\circ\text{C}$. Daarvoor is de methode gebruikt die beschreven is in Duinkerken *et al.*, 2003)

3 Resultaten en discussie

3.1 Temperatuur en relatieve vochtigheid

In figuur 5 is het verloop van de omgevingstemperatuur gedurende de verschillende meetdagen weergegeven.



Figuur 5 Verloop van omgevingstemperatuur en relatieve vochtigheid gedurende de metingen

In de eerste meetperiode is een duidelijk stijgende temperatuur gedurende de dag te zien. Tijdens de tweede meetperiode lag de omgevingstemperatuur op een wat lager niveau en was er geen duidelijk patroon gedurende een dag herkenbaar. De relatieve vochtigheid vertoont een tegengesteld verloop. De tabellen 5 en 6 geven de gemiddelde omgevingstemperatuur en relatieve vochtigheid per dag en per vloertype weer.

Tabel 5 Daggemiddelde van temperatuur en relatieve vochtigheid

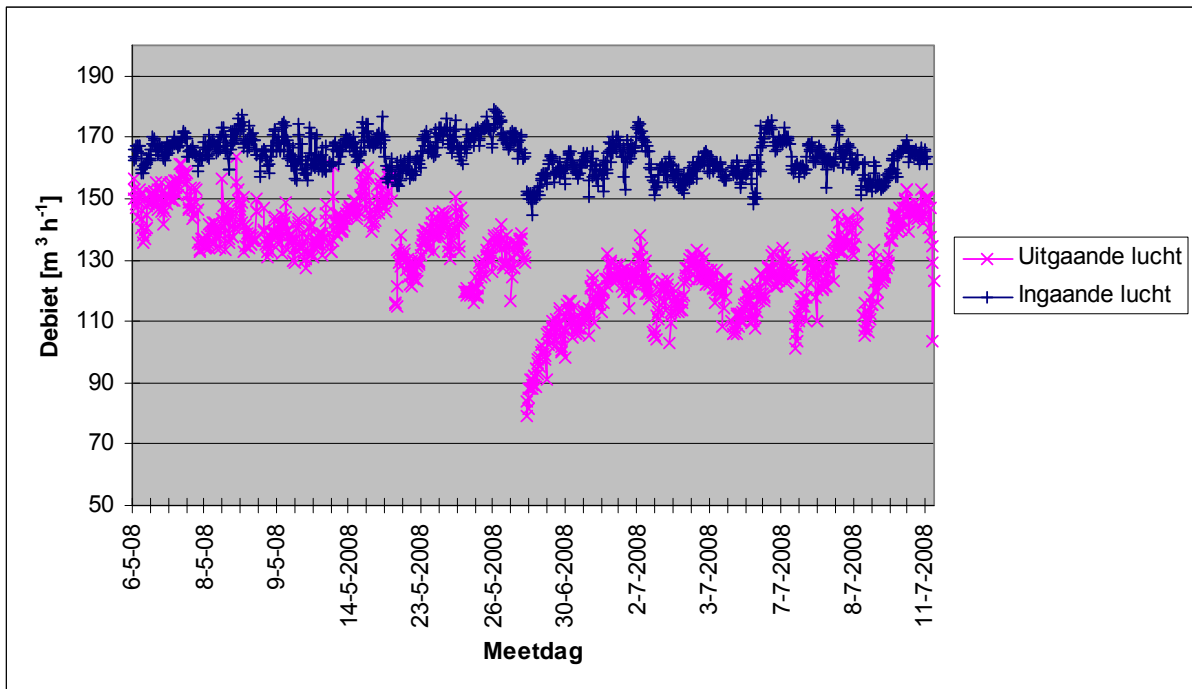
Datum	T [°C]	RV [%]
6 mei 2008	25,6	39,4
8 mei 2008	25,3	37,6
9 mei 2009	25,8	35,1
14 mei 2008	24,9	45,3
23 mei 2008	25,6	37,5
26 mei 2008	16,6	76,5
30 juni 2008	24,7	45,2
2 juli 2008	31,7	43,6
3 juli 2008	21,4	78,8
7 juli 2008	20,2	63,0
8 juli 2008	20,2	78,5
11 juli 2008	23,0	61,1

Tabel 6 Behandelings- en totaal gemiddelde van temperatuur en relatieve vochtigheid

Datum	T [°C]	RV [%]
Mat	23,6	59,3
Mat & Valve	23,0	55,1
Referentie	24,6	46,8
Gemiddelde	23,7	53,7

3.2 Ventilatie

In figuur 6 is het verloop van het ventilatiedebiet van ingaande en uitgaande luchtstroom tijdens de verschillende meetdagen weergegeven.



Figuur 6 Verloop van ventilatiedebiet van uitgaande en ingaande luchtstroom gedurende de metingen

Het debiet van de in- en uitgaande luchtstroom is redelijk constant maar vertoont op 30 juni een onverwachte daling en stijgt daarna weer richting het oude niveau. Er is geen duidelijke verklaring voor deze variatie in het ventilatiedebiet van de uitgaande luchtstroom. Het heeft wel geresulteerd in lager snelheden van de uitgaande luchtstroom en daardoor mogelijk lagere luchtsnelheden over het roosteroppervlak. De tabellen 7 en 8 geven het gemiddelde ingaande en uitgaande debiet en luchtsnelheid in de box per dag en per vloertype weer. Daaruit blijkt ook een verschil tussen ingaand en uitgaand debiet. Uit de rookproef bleek dat de afdichting tussen meetbox en vloeroppervlak voldoende was. Er is mogelijk lucht ontsnapt uit het afgescheiden kelderdeelte.

Tabel 7 Daggemiddelde van debiet en luchtsnelheid

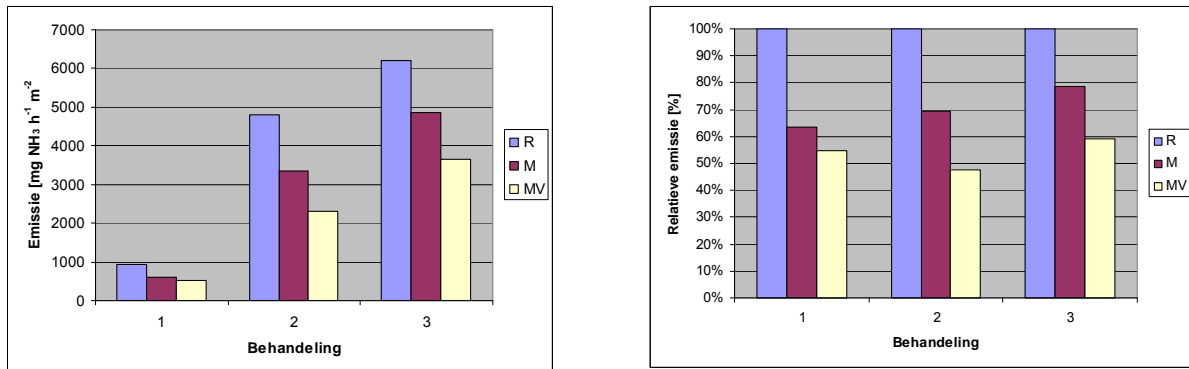
Datum	Debiet uit [m ³ /h]	Debiet in [m ³ /h]	Luchtsnelheid uit [m/s]
6 mei 2008	151,0	165,9	0,34
8 mei 2008	140,4	167,9	0,31
9 mei 2009	137,3	164,7	0,31
14 mei 2008	147,3	166,5	0,33
23 mei 2008	134,6	165,2	0,30
26 mei 2008	129,1	170,6	0,29
30 juni 2008	103,4	158,1	0,23
2 juli 2008	123,1	164,3	0,27
3 juli 2008	120,6	159,0	0,27
7 juli 2008	119,6	163,9	0,27
8 juli 2008	127,7	163,5	0,28
11 juli 2008	134,6	160,4	0,30

Tabel 8 Behandelings- en totaal gemiddelde van debiet en luchtsnelheid

Datum	Debiet uit [m ³ /h]	Debiet in [m ³ /h]	Luchtsnelheid uit [m/s]
Mat	132,8	166,0	0,30
Mat & Valve	128,5	163,8	0,29
Referentie	130,9	162,5	0,29
Gemiddelde	130,7	164,1	0,29

3.3 Ammoniakemissie

In figuur 7 zijn de absolute en relatieve ammoniakemissies van de verschillende vloertypen weergegeven. Bijbehorende cijfers zijn weergegeven in tabel 9. In alle behandelingen is een duidelijke vermindering van de ammoniakemissie waargenomen bij zowel de Mat als de Mat&Valve ten opzichte van de referentievloer. Het absolute emissieniveau is bij elke volgende behandeling hoger. Voor de behandelingen 2 en 3 ten opzichte van behandeling 1 is dat zoals kon worden verwacht omdat in behandeling 2 en 3 een stikstofbron in de vorm van een ureumoplossing werd toegevoegd. De stijging van de emissie bij behandeling 3 ten opzichte van behandeling 2 komt waarschijnlijk doordat de stikstofbron van behandeling 2 nog niet is uitgeput. De ureumoplossing die in behandeling 2 is toegediend draagt dus nog bij aan de emissie die in behandeling 3 wordt gemeten.



Figuur 7 Absolute en relatieve ammoniakemissie van Referentie (R), Mat (M) en Mat&Valve (MV)

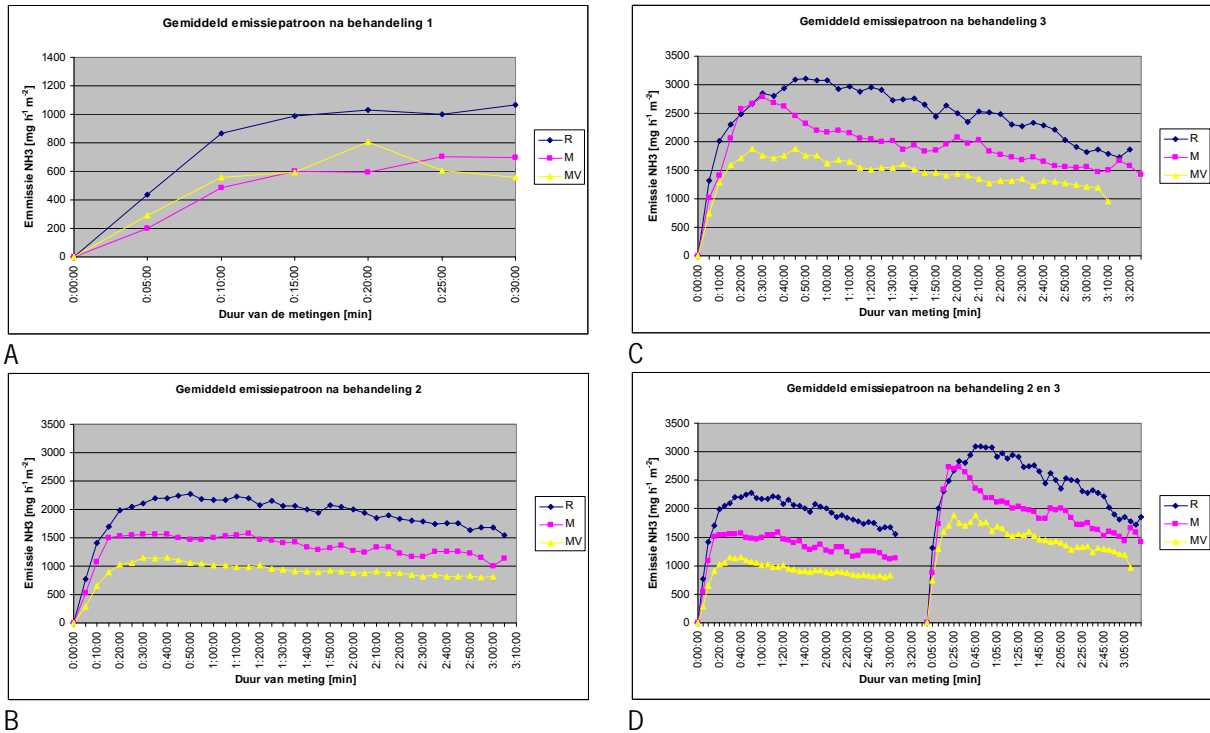
Tabel 9 Absolute en relatieve ammoniakemissie van de verschillende vloeruitvoeringen

Behandeling Vloertype	1			2			3		
	R	M	MV	R	M	MV	R	M	MV
Emissie [mg NH ₃ · h ⁻¹ · m ⁻²]	939	597	513	4813	3343	2298	6192	4862	3658
Relatieve emissie binnen behandeling	100%	64%	55%	100%	69%	48%	100%	79%	59%

Het verloop van de emissies tijdens de verschillende behandelingen is weergegeven in figuur 8. Het verloop van de emissie bij behandeling 1 is zoals vooraf verwacht kon worden. Wanneer het ventilatiedebiet en de emissie constant blijven zal na verloop van tijd een evenwichtsconcentratie gemeten worden in de dynamische boxmeting. Tijdens behandelingen 2 en 3 wordt een stikstofbron opgebracht in de vorm van een ureumoplossing. De emissie is daardoor niet constant. In het eerste, steile, gedeelte van de curve (zie figuur 8) wordt de emissie bepaald door de vorming van ammoniak uit ureum door het enzym urease. De helling van dat gedeelte is een maat voor de ammoniakproductie. Het tweede gedeelte van de curve wordt bepaald door het transport van ammoniak van de vloeistoffase naar de gasfase. De aanwezige ammoniak raakt langzaam uitgeput waardoor ook de concentratie ammoniak in de lucht afneemt. Op de top van de curve is de productie van ammoniak in evenwicht met de verdamping (Groenestein *et al.*, 2006).

Het emissieniveau na behandeling 1 bereikt voor alle drie vloertypen een min of meer constante waarde. Het niveau van de referentievloer is enigszins hoger dan van de overige twee vloertypen. Er lijkt geen duidelijk verschil te zijn tussen de Mat en de Mat&Valve.

Het algemene niveau van de curven ligt bij behandeling 3 hoger dan bij behandeling 2. Dat wordt vooral duidelijk wanneer de curven in één grafiek worden gezet. Het patroon is echter gelijk. Zoals gezegd wijst dit er op dat bij behandeling 3 nog ammoniak beschikbaar was uit de vorige behandeling die op hetzelfde vloergedeelte was uitgevoerd. In beide behandelingen ligt het niveau van de curve van de Mat en de Mat&Valve duidelijk onder die van de referentievloer en die van de Mat&Valve onder die van de Mat.



Figuur 8 Emissiepatroon voor ammoniak van de vloertypen na verschillende behandelingen (A=behandeling 1; B=behandeling 2; C=behandeling 3; D=behandelingen 2 en 3)

Het gebruik van de ventilator voor de ingaande lucht voor de bepaling van het debiet geeft weliswaar hogere emissiewaarden, de relatieve emissie ten opzicht van de referentievloer wijkt echter nauwelijks af (tabel 10).

Tabel 10 Absolute en relatieve ammoniakemissie van de verschillende vloeruitvoeringen wanneer debiet van ingaande ventilator wordt gebruikt

Behandeling Vloertype	1			2			3		
	R	M	MV	R	M	MV	R	M	MV
Emissie [mg NH ₃ * h ⁻¹ * m ⁻²]	1229	790	680	6171	4303	2947	7485	5936	4630
Relatieve emissie binnen behandeling	100%	64%	55%	100%	70%	48%	100%	79%	62%

3.4 Analyse achtergrondconcentratie ammoniak in de stal

Na elke behandeling is de meetbox tijdelijk verplaatst om het vloergedeelte voor te bereiden op de volgende meting. Tijdens deze handelingen is de achtergrondconcentratie gemeten. Datzelfde is gedaan in de tijd dat de meetbox verplaatst moest worden naar een nieuwe meetlocatie en bij het begin en einde van een meetdag. Voor het meten van de achtergrondconcentratie is de monsternamleiding tussen de uitgaande luchtpijp en de gasmonitor losgekoppeld van de meetbox. In de leiding en in de meetkamer van de gasmonitor is op dat moment nog lucht aanwezig van de laatste meting van de vorige behandeling. Daardoor zal de waarde van de meting door de gasmonitor niet direct de waarde van de achtergrond hebben maar zal pas na verloop van tijd op het achtergrondniveau uitkomen. Aangenomen is dat de afname van de achtergrondconcentratie volgens een exponentieel verloop uitdooft. Bij uitvoering van de metingen was onbekend hoe snel de achtergrondwaarde bereikt zou worden. De tijd die nodig was voor het voorbereiden van een nieuwe meetlocatie is leidend geweest. Voor het berekenen van de emissies zijn de gemeten concentraties in de meetbox gecorrigeerd voor de achtergrondconcentratie. In de hierboven beschreven resultaten (paragraaf 3.3) is daarvoor het gemiddelde over een meetdag van de laagste waarden per achtergrondmeting genomen. Daarbij is aangenomen dat de afname van de achtergrondconcentratie volgens een exponentieel verloop uitdooft. De laagste waarde van de een meetreeks geeft in dat geval de beste schatting van de achtergrondconcentratie (zie figuur 9). Deze waarde is voor alle metingen tijdens de meetdag gebruikt als achtergrondconcentratie. Een andere mogelijkheid is het corrigeren van een meting met de minimumwaarde van de voorafgaande achtergrondmeting (en dus deze

minimumwaardes niet te middelen over een meetdag). Voor beide methoden geldt echter dat de meting van de achtergrondconcentratie in veel gevallen niet lang genoeg was. Er is onvoldoende lang gemeten om de stabiele achtergrondconcentratie te bereiken. Als illustratie daarvan figuur 9 geeft vier voorbeelden van het concentratieverloop van een achtergrondmeting. Daaruit blijkt dat lang niet altijd voldoende lang gemeten is om de juist achtergrondconcentratie te bepalen. In curve A is dat wel het geval maar in voorbeeld B en C niet. Curve D geeft een voorbeeld van een afwijkend verlopend patroon. Hierdoor kan een overschatting van de achtergrondconcentratie plaatsvinden. Daarom is per meting een niet lineaire regressieanalyse toegepast op de meetresultaten met als fitcurve:

$$Y = A + B \times R^X$$

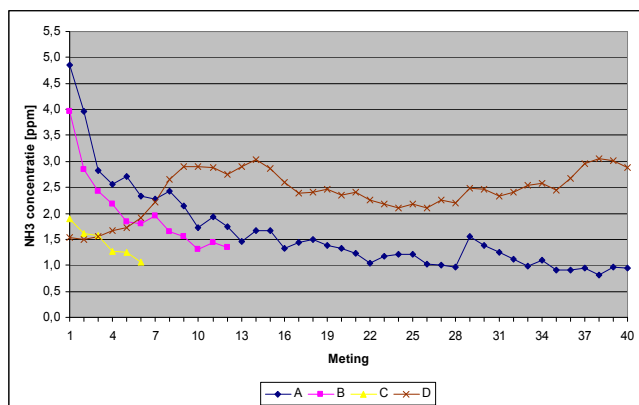
met

Y = ammoniakconcentratie in ppm

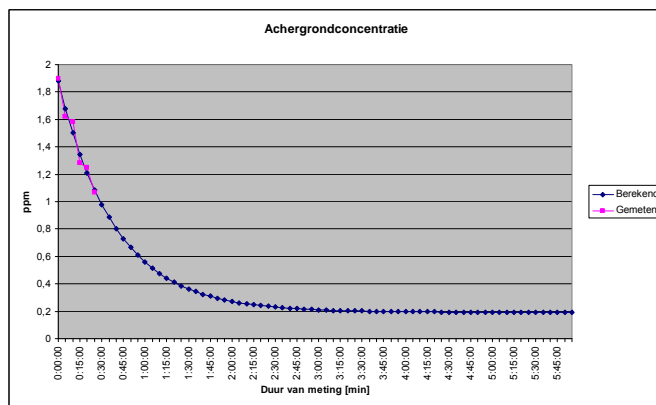
X = volgnummer 5-minuten meting

A, B, R = parameters

In Figuur 10 is een voorbeeld van een achtergrondmeting met fitcurve opgenomen. Berekende parameters zijn opgenomen in de bijlage 4. Een overzicht van de verschillen per dag tussen gemeten en berekende achtergrondwaarden is opgenomen in tabel 11.



Figuur 9 Vier voorbeelden van het verloop van de meting van de achtergrondconcentratie



Figuur 10 Voorbeeld van een achtergrondmeting en fitcurve

Tabel 11 Overzicht van verschillen tussen gemeten en berekende achtergrondconcentraties

Datum	NH ₃ concentratie [ppm]		Verschil
	Gemeten	Berekend	
6-mei	1,28	1,39	9%
8-mei	1,24	1,34	8%
9-mei	1,38	1,63	19%
14-mei	1,41	0,99	-30%
23-mei	2,02	2,06	2%
26-mei	1,40	0,91	-35%
30-jun	1,47	1,35	-8%
2-jul	1,85	1,92	4%
3-jul	1,35	1,69	25%
7-jul	1,62	1,61	-1%
8-jul	3,08	3,41	10%
11-jul	1,57	1,69	8%

De berekende asymptoot is daarna gebruikt bij de herberekening van de ammoniakemissie zoals beschreven in paragraaf 3.3. Daarnaast is de ammoniakemissie ook herberekend met een achtergrondconcentratie die gelijk is aan de minimumwaarde van de voorafgaande achtergrondmeting (in plaats van het daggemiddelde van de minimumwaarde per meting). De uitkomsten van de verschillende berekeningswijzen zijn opgenomen in Tabel 12. De verschillen zijn klein en een andere berekening van de achtergrondconcentratie heeft slechts beperkt invloed op de emissies. De verhouding tussen de behandelingen en vloeruitvoeringen wijzigen niet.

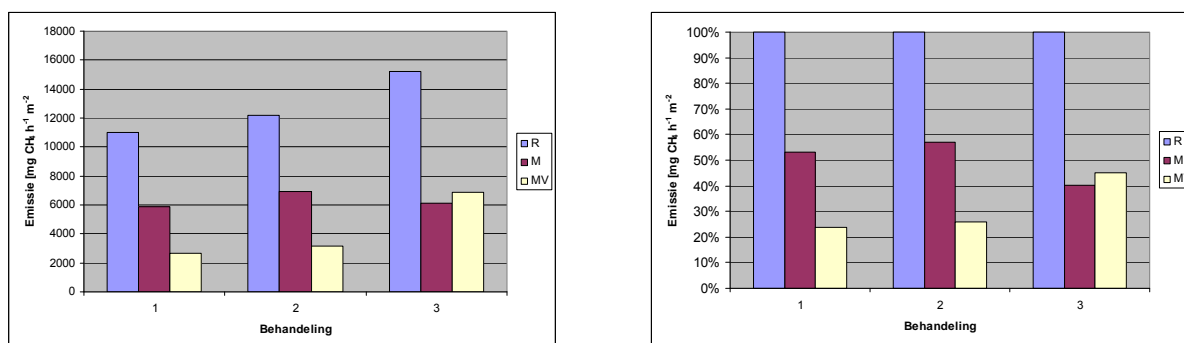
Tabel 12 Vergelijking van de ammoniakemissie bij verschillende manieren van correctie voor achtergrondconcentratie

	Behandeling Vloertype	1			2			3		
		R	M	MV	R	M	MV	R	M	MV
Emissie [mg NH ₃ x h ⁻¹ x m ²]	Daggemiddelde	939	597	513	4813	3347	2298	6192	4862	3658
	Berekend	909	595	540	4746	3333	2336	6129	4848	3689
	Voorafgaande meting	1002	695	564	4736	3270	2342	6056	4566	3478
Relatieve emissie binnen behandeling	Daggemiddelde	100%	64%	55%	100%	69%	48%	100%	79%	59%
	Berekend	100%	65%	59%	100%	70%	49%	100%	79%	60%
	Voorafgaande meting	100%	69%	56%	100%	69%	49%	100%	75%	57%

3.5 Methaanemissie

In figuur 11 is de absolute en relatieve methaanemissie van de verschillende vloertypen weergegeven. Bijbehorende cijfers zijn opgenomen in Tabel 13. Hieruit komt een positief effect van de Comfort Slat Mats op de methaanemissie naar voren. Het reductiepercentage van de vloer met alleen de rubber 'Mat' (M) is ongeveer 50%, terwijl de 'Mat' en de 'Valve' samen een emissiereductie van ongeveer 75% bereiken. De hoeveelheid mest op de vloer is een mogelijke verklaring voor het emissiereducerend effect. Op een relatief ruwe betonnen oppervlakte is mogelijk meer mest aanwezig dan op het gladdere rubberoppervlak. Het aanvullende effect van de Valve ligt, net als bij de emissie van ammoniak, waarschijnlijk in de afsluiting van de kelder waardoor luchtuitwisseling voorkomen wordt.

De reactie van de verschillende vloertypen op behandeling 3 is afwijkend. De methaanemissie van de referentievloer (R) en de 'Mat&Valve' (MV) stijgt terwijl de emissie van de 'Mat' (M) ongeveer gelijk blijft. Het reductiepercentage van zowel de Mat als de Mat&Valve komen daardoor bij behandeling 3 ongeveer gelijk uit op 60%. Er is geen goede verklaring voor de resultaten bij behandeling 3 ten opzichte van de andere behandelingen. De behandelingen zijn gericht op de emissie van ammoniak en hebben niet als doel de methaanemissie te verminderen. De extra reiniging zou de verdere daling van de methaanemissie bij de 'Mat' kunnen verklaren maar reden van de stijging van de methaanemissie bij de 'Mat&Valve' is onduidelijk.

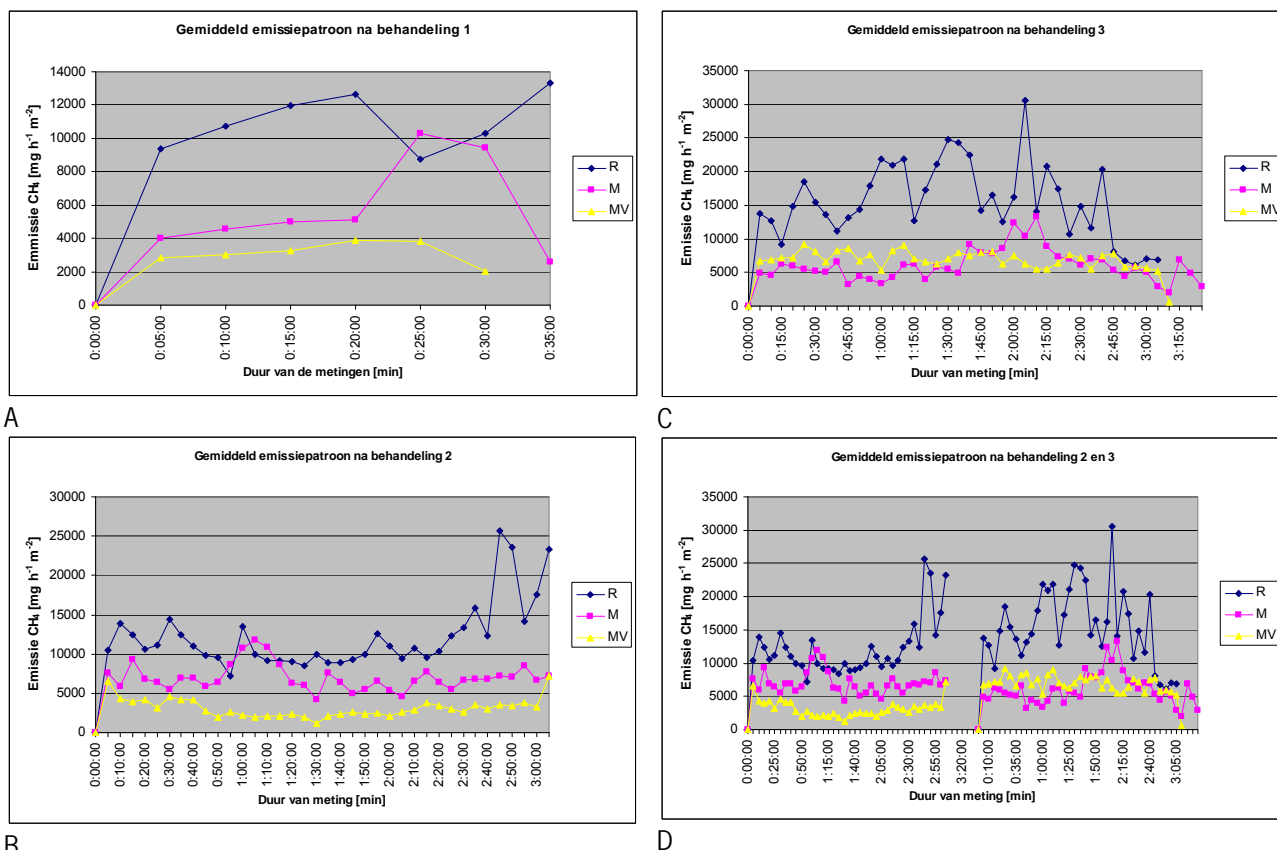


Figuur 11 Absolute en relatieve methaanemissie van de verschillende vloertypen

Tabel 13 Absolute en relatieve methaanemissie van de verschillende vloeruitvoeringen

Behandeling Vloertype	1			2			3		
	R	M	MV	R	M	MV	R	M	MV
Emissie [mg CH ₄ * h ⁻¹ * m ²]	11019	5846	2632	12161	6928	3157	15247	6110	6869
Relatieve emissie binnen behandeling	100%	53%	24%	100%	57%	26%	100%	40%	45%

Het verloop van de emissies tijdens de verschillende behandelingen is weergegeven in figuur 12. Daaruit komt zoals verwacht geen duidelijke reactie van de methaanemissie op de toegepaste behandelingen naar voren.



Figuur 12 Emissiepatroon voor methaan van de vloertypen na verschillende behandelingen (A=behandeling 1; B=behandeling 2; C=behandeling 3; D=behandelingen 2 en 3)

Het gebruik van de ventilator voor de ingaande lucht voor de bepaling van het debiet geeft weliswaar hogere emissiewaarden, de relatieve emissie ten opzicht van de referentievloer wijkt echter nauwelijks af (zie tabel 14).

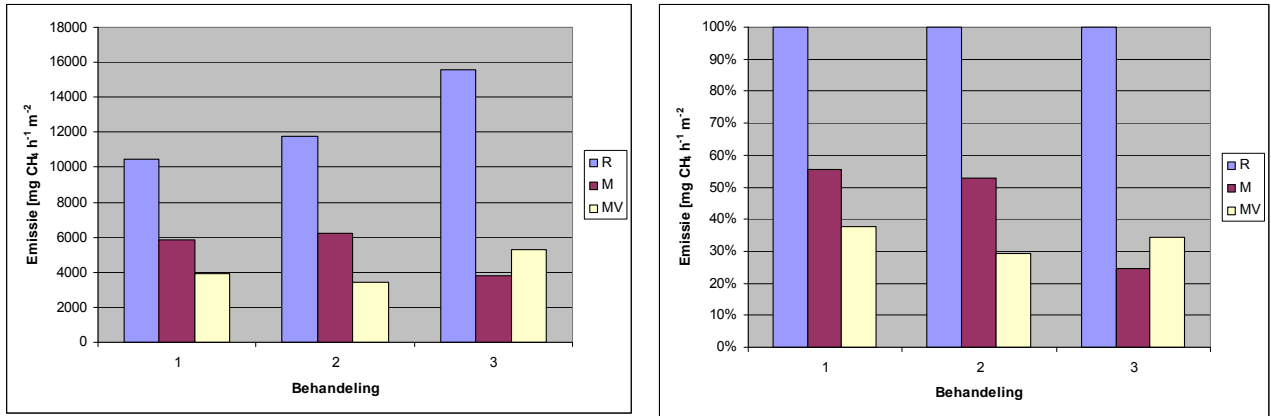
Tabel 14 Absolute en relatieve methaanemissie van de verschillende vloeruitvoeringen wanneer debiet van ingaande ventilator wordt gebruikt

Behandeling Vloertype	1			2			3		
	R	M	MV	R	M	MV	R	M	MV
Emissie [$\text{mg CH}_4 \times \text{h}^{-1} \times \text{m}^{-2}$]	14575	7943	3426	15863	9091	3989	19171	7333	8891
Relatieve emissie binnen behandeling	100%	54%	24%	100%	57%	25%	100%	38%	46%

3.6 Analyse achtergrondconcentratie methaan

Het verloop van de achtergrondconcentratie van methaan vertoont geen duidelijk patroon zoals bij de ammoniakconcentratie. Er is geen sprake van uitdoving van de concentratie. Er is dan ook geen reden om de asymptoot van de curve door middel van regressieanalyse te achterhalen.

Wel zijn de twee methoden om de gemeten methaanconcentratie voor achtergrondconcentratie te corrigeren met elkaar vergeleken. In paragraaf 3.5 is, net als bij de berekening van de ammoniakemissie, het gemiddelde over een meetdag van de minimum methaanconcentratie per achtergrondmeting gebruikt als achtergrondconcentratie voor die meetdag. In figuur 13 en tabel 15 worden de resultaten weergegeven voor deze alternatieve correctieberekening.



Figuur 13 Absolute en relatieve methaanemissie van de verschillende vloertypen bij alternatieve correctie voor achtergrondconcentratie

Tabel 15 Absolute en relatieve methaanemissie van de verschillende vloeruitvoeringen bij alternatieve correctie voor achtergrondconcentratie

Behandeling Vloertype	1			2			3		
	R	M	MV	R	M	MV	R	M	MV
Emissie [mg CH ₄ * h ⁻¹ * m ⁻²]	10475	5825	3935	11790	6222	3449	15540	3827	5321
Relatieve emissie binnen behandeling	100%	56%	38%	100%	53%	29%	100%	25%	34%

De resultaten van de verschillende correctiemethoden leiden niet tot een andere conclusies ten aanzien van emissiereductie voor methaan.

3.7 Indicatieve vertaling van meetresultaten naar emissies op stalniveau

In iedere stal heerst op elk moment een grote variatie aan omstandigheden. De totale stalemissie is op elk moment een optelsom van de emissies onder deze omstandigheden die verschillen in de hoeveelheid mest op de vloer, de tijd die verstreken is na een urinelozing, de hoeveelheid en samenstelling van de urine, de luchtsnelheid over de vloer, de luchtuitwisseling tussen kelder en stal etc.

Voor de metingen is gekozen voor twee typen behandelingen. Behandeling 1 bestaat uit het meten van de vloer zoals die wordt aangetroffen zonder verdere beïnvloeding. Omstandigheden zoals hierboven genoemd zijn daarbij grotendeels onbekend. Deze meting is per vloertype maar 1 keer per meetdag uitgevoerd.

Door het opbrengen van een ureumoplossing bij behandelingen 2 en 3 wordt een urinelozing gesimuleerd en wordt de reactie van de verschillende vloertypen op deze behandeling vergeleken. Bij deze behandelingen wordt invloed uitgeoefend op een deel van de omstandigheden en worden de dan optredende emissies gemeten. Onbekend is echter voor welk deel van de hele stal en voor welke periode deze emissies van toepassing zijn. Dat is onder andere afhankelijk van de bezetting in de stal.

Resultaten van beide behandelingen kunnen dus niet zondermeer vertaald worden naar stalemissies. Vertaling naar emissies op stalniveau op basis van de metingen aan de vloeren zoals dat in tabel 16 toch gedaan wordt is slechts indicatief en heeft een beperkte waarde. In tabel 16 is de emissie van de referentie vloer (R) gesteld op 11,0 en 9,5 kg NH₃ per dierplaats per jaar respectievelijk zonder en met beweiding. Deze waarde komt overeen met de waarde in bijlage 1 van de Rav voor een roostervloer met kelders (overige systemen). De andere 'emissiefactoren' zijn berekend met de gemeten reductiepercentages.

Ervaringen met deze meetbox en de meetresultaten hebben bijgedragen aan een verdere ontwikkeling van een meetmethode voor vergelijkend emissieonderzoek op vloerniveau waarover apart gerapporteerd zal worden.

Tabel 16 Indicatieve emissiefactoren volgens Rav bijlage 1 berekend op basis van resultaten vloermetingen.
Referentie (R) is daarbij gesteld op overeenkomstige waarden in Rav bijlage 1

Behandeling Vloertype		1			2			3		
		R	M	MV	R	M	MV	R	M	MV
Zonder beweiding	Daggemiddelde	11,0	7,1	6,1	11,0	7,7	5,3	11,0	8,7	6,8
	Bereken	11,0	7,2	6,5	11,0	7,7	5,4	11,0	8,7	6,6
	Voorafgaande meting	11,0	7,6	6,2	11,0	7,6	5,4	11,0	8,3	6,3
Met beweiding	Daggemiddelde	9,5	6,1	5,3	9,5	6,6	4,5	9,5	7,5	5,9
	Bereken	9,5	6,2	5,6	9,5	6,7	4,7	9,5	7,5	5,7
	Voorafgaande meting	9,5	6,6	5,3	9,5	6,6	4,7	9,5	7,2	5,5

4 Conclusies en aanbevelingen

4.1 Conclusies

- Er zijn sterke aanwijzingen dat toepassing van de Comfort Slat Mats in een ligboxenstal voor melkvee bijdraagt aan een vermindering van de ammoniak- en methaanemissie vanaf loopvloeren en mestopslag.
- Het betreft hier oriënterende metingen die niet zondermeer vertaald mogen worden naar emissies op stalniveau en die alleen van toepassing zijn voor de omstandigheden tijdens de proef.
- De emissiereductie voor ammoniak van de Comfort Slat Mat ten opzichte van de referentievloer (betonnen roosters) bedroeg bij gebruik van de 'Mat' 21-36% en bij gebruik van de 'Mat&Valve' 41-52%.
- De emissiereductie voor methaan van de Comfort Slat Mat ten opzichte van de referentievloer (betonnen roosters) bedroeg bij gebruik van de 'Mat' 43-60% en bij gebruik van de 'Mat&Valve' 56-76%.
- Bij de beoordeling van de resultaten van de methaanemissie moet bedacht worden dat de methaanemissie uit de kelder slechts een beperkte bijdrage (circa 25%, VROM, 2008 a en b) levert aan de totale stalemissie.
- Het verloop van de ammoniakemissie na de verschillende behandelingen was zoals theoretisch verwacht kon worden.
- Het verloop van de ammoniakemissie na de verschillende behandelingen was consistent over de verschillende vloertypen en de herhalingen.
- De verschillen in ammoniakemissie van de Mat en de Mat&Valve vloer ten opzichte van de referentievloer lijken voldoende groot voor onderscheidende emissiemetingen op stalniveau.

4.2 Aanbevelingen

- Bij verder ontwikkeling van een meetbox voor snelle beoordeling van vloertypen wordt aanbevolen maar één ventilator te gebruiken.
- Bij verdere ontwikkeling van een meetmethode wordt aanbevolen niet twee keer een behandeling met kunsturine toe te passen op dezelfde meetlocatie.
- Bij verdere ontwikkeling van een meetmethode wordt aanbevolen om voor het vaststellen van een betrouwbare emissie van een onbehandelde vloer ('behandeling 1') zoveel mogelijk metingen per dag uit te voeren.

Literatuur

Duinkerken, G. van, G. André, M.C.J. Smits, G.J. Monteny, K. Blanken, M.J.M. Wagemans, L.B.J. Šebek (2003) Relatie tussen voeding en ammoniakemissie uit de melkveestal, PraktijkRapport Rundvee 25, Praktijkonderzoek Veehouderij, Lelystad, 66p.

Groenestein, C.M., L.A. den Hartog, J.H.M. Metz (2006) Potential ammonia emissions from straw bedding, slurry pit and concrete floors in een group-housing system for sows, Biosystems Engineering 95 (2) pp.: 235-243.

Mosquera, J., J.M.G. Hol, J.W.H. Huis in 't Veld (2008) Meetmethode voor ammoniakemissiemetingen uit stallen met uitloop, ASG Rapport 100, Animal Sciences Group, Lelystad, 27 p.

VROM, 2008a, Protocol 8127 Pensfermentatie rundvee ten behoeve van NIR 2008. 4A: CH₄ ten gevolge van pens- en darmfermentatie, (zie www.broeikasgassen.nl)

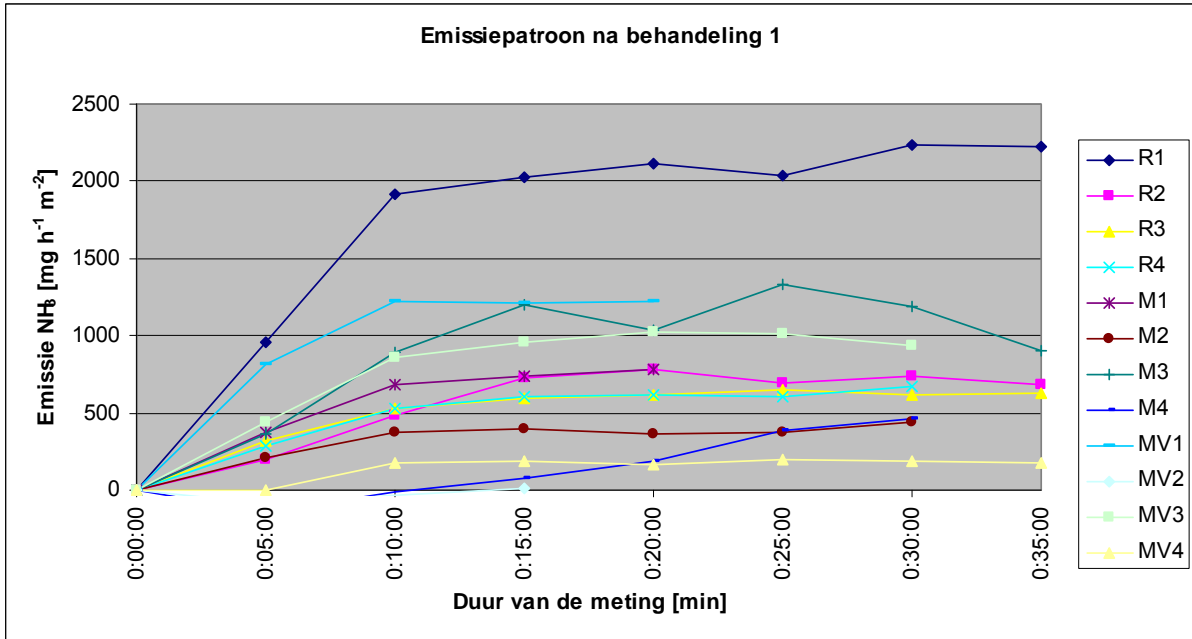
VROM, 2008b, Protocol 8130 Mest CH₄, tbv NIR 2008, 4B: CH₄ uit mest, (zie www.broeikasgassen.nl)

Bijlagen

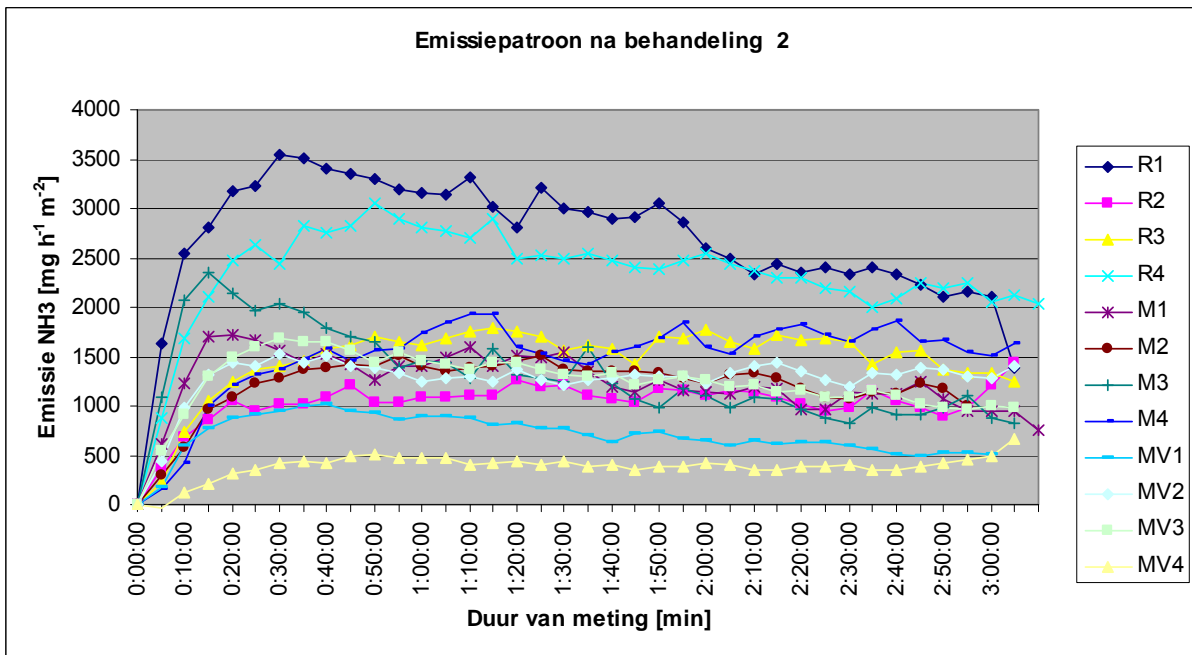
Bijlage 1 Foto's van emissiemetingen op Comfort Slat Mats en Referentievloer



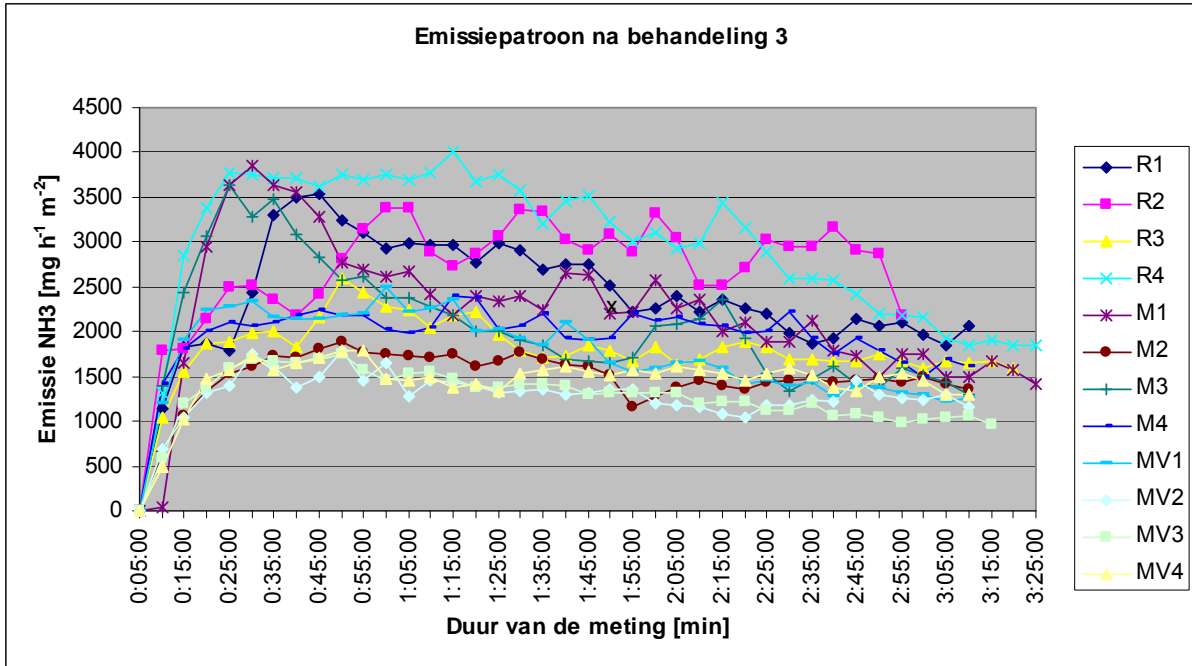
Bijlage 2 Verloop ammoniakemissie per vloertype en herhaling



Figuur 14 Emissiepatroon voor ammoniak per vloertype en herhaling na behandeling 1

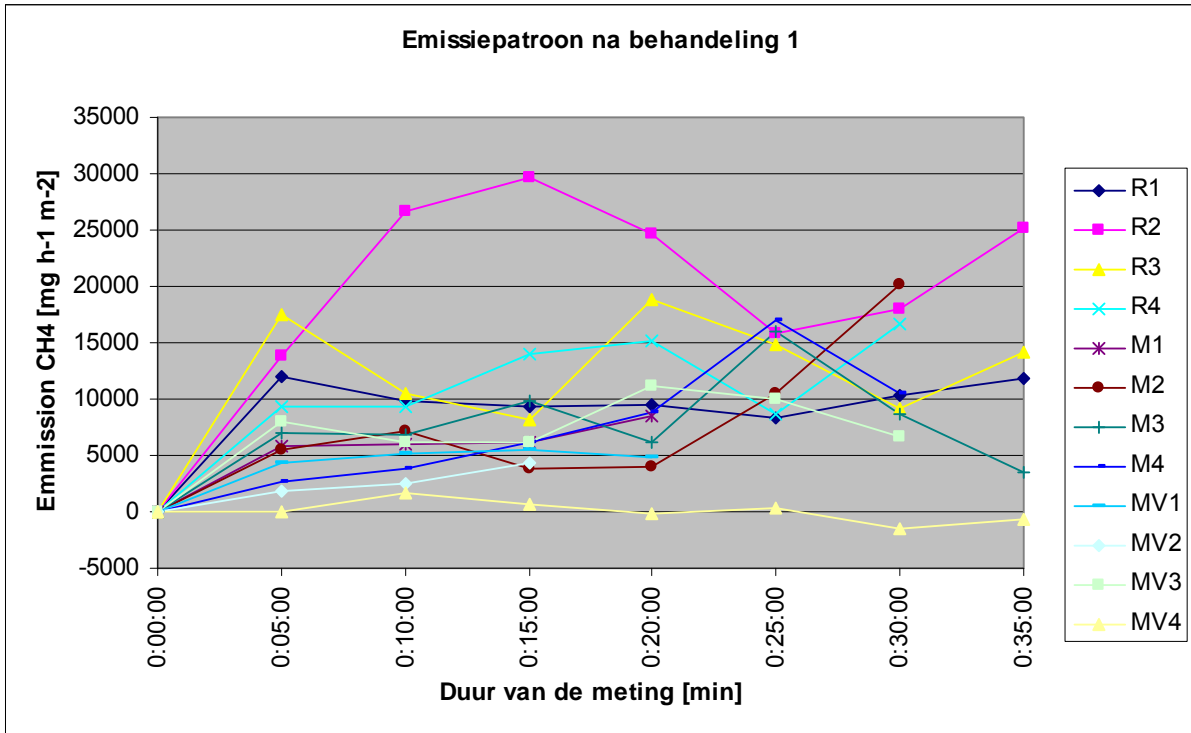


Figuur 15 Emissiepatroon voor ammoniak per vloertype en herhaling na behandeling 2

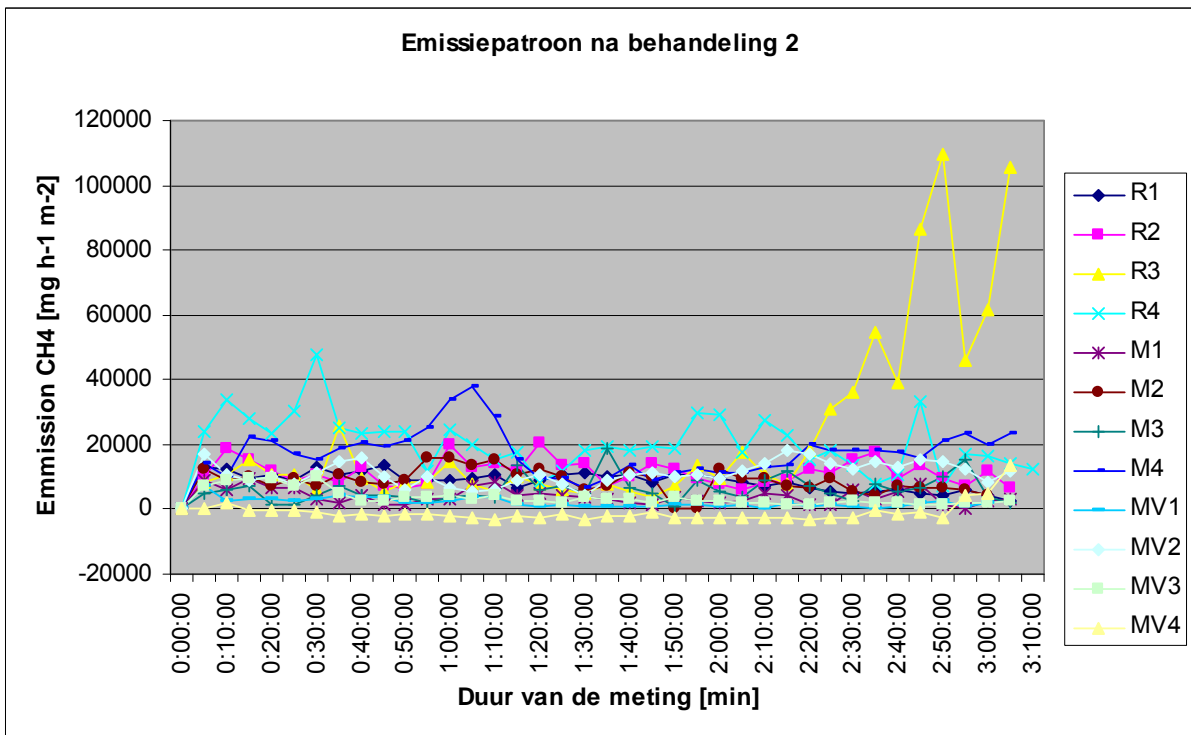


Figuur 16 Emissiepatroon voor ammoniak per vloertype en herhaling na behandeling 3

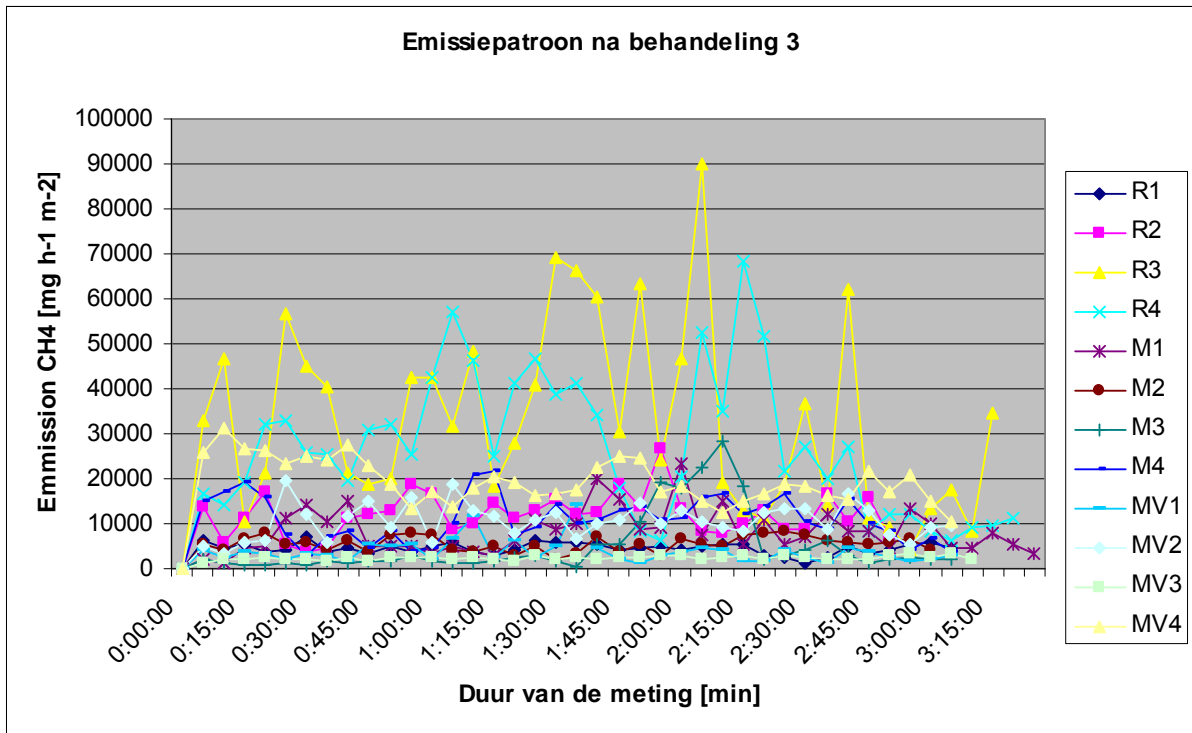
Bijlage 3 Verloop methaanemissie per vloertype en herhaling



Figuur 17 Emissiepatroon voor methaan per vloertype en herhaling na behandeling 1



Figuur 18 Emissiepatroon voor methaan per vloertype en herhaling na behandeling 2



Figuur 19 Emissiepatroon voor methaan per vloertype en herhaling na behandeling 3

Bijlage 4 Gegevens regressieanalyse van achtergrondemissies

Meting	Datum	R	B	A	Y (x=72)	Gemeten	Afwijking meting	Fprob	Verklaarde variantie
1	6-mei	0,701	1,407	1,1288	1,13	1,05	-8%	<0,001	95,2%
2	6-mei	0,620	3,105	1,4099	1,41	1,34	-5%	<0,001	96,9%
3	6-mei	0,706	3,247	1,6194	1,62	1,44	-12%	<0,001	93,0%
4	8-mei	0,423	1,444	1,2561	1,26	1,23	-2%	0,001	94,2%
5	8-mei	0,665	3,419	1,2349	1,23	1,26	2%	<0,001	98,7%
6	8-mei	0,536	2,205	1,4617	1,46	1,34	-9%	<0,001	89,0%
7	8-mei	0,675	3,504	1,3891	1,39	1,13	-23%	<0,001	93,1%
8	9-mei	0,565	1,397	1,1742	1,17	0,99	-18%	<0,001	43,1%
9	9-mei	0,767	4,522	1,4612	1,46	1,28	-14%	<0,001	96,4%
10	9-mei	0,498	2,285	2,5456	2,55	1,95	-31%	0,111	25,0%
11	9-mei	0,748	4,335	1,3516	1,35	1,28	-6%	<0,001	95,4%
12	14-mei	0,563	0,344	0,8931	0,89	0,96	7%	0,944	NB
13	14-mei	0,642	1,783	1,7198	1,72	1,91	10%	0,032	93,6%
14	14-mei	0,900	4,603	0,2829	0,29	1,98	86%	0,065	77,0%
15	14-mei	0,856	3,783	1,0518	1,05	0,80	-32%	<0,001	92,6%
16	23-mei	0,950	2,776	1,5210	1,59	1,88	15%	<0,001	78,4%
17	23-mei	0,445	9,667	2,3591	2,36	2,00	-18%	<0,001	98,5%
18	23-mei	0,787	3,468	2,6530	2,65	2,27	-17%	<0,001	58,0%
19	23-mei	0,959	2,030	1,5423	1,64	1,91	14%	<0,001	55,5%
20	26-mei	0,720	0,280	0,9287	0,93	0,85	-10%	0,53	35,3%
21	26-mei	0,932	2,586	0,4338	0,45	2,14	79%	0,291	26,8%
22	26-mei	0,766	3,396	1,3396	1,34	1,22	-10%	<0,001	97,1%
23	30-jun	0,770	1,493	1,0901	1,09	1,52	28%	0,014	97,6%
24	30-jun	0,660	3,656	1,4370	1,44	1,30	-11%	<0,001	95,9%
25	30-jun	0,752	4,127	1,5315	1,53	1,58	3%	<0,001	95,5%
26	2-jul	0,755	1,203	1,9122	1,91	1,99	4%	<0,001	96,6%
27	2-jul	0,609	4,701	2,2792	2,28	2,27	0%	<0,001	98,4%
28	2-jul	0,576	5,302	1,9338	1,93	1,79	-8%	<0,001	98,4%
29	2-jul	0,745	4,666	1,5498	1,55	1,36	-14%	<0,001	93,3%
30	3-jul	0,727	-1,698	2,4553	2,46	1,49	-65%	<0,001	21,6%
31	3-jul	0,720	4,630	1,8503	1,85	1,51	-23%	<0,001	95,9%
32	3-jul	0,734	4,039	1,5268	1,53	1,63	6%	<0,001	99,2%
33	3-jul	0,841	4,203	0,9262	0,93	0,77	-21%	<0,001	98,0%
34	7-jul	0,643	2,123	0,9254	0,93	0,91	-1%	<0,001	93,8%
35	7-jul	0,880	1,919	0,1929	0,19	1,07	82%	0,007	94,1%
36	7-jul	0,563	1,557	3,1430	3,14	2,56	-23%	0,014	50,5%
37	7-jul	0,693	5,467	2,1807	2,18	1,95	-12%	<0,001	96,0%
38	8-jul	0,875	0,865	1,2577	1,26	1,35	7%	<0,001	84,4%
39	8-jul	0,487	3,101	2,6177	2,62	2,55	-3%	<0,001	96,3%
40	8-jul	0,671	5,747	5,5323	5,53	4,76	-16%	<0,001	84,6%
41	8-jul	0,368	4,887	4,2152	4,22	3,67	-15%	<0,001	48,3%
42	11-jul	0,811	0,824	1,0722	1,07	0,97	-10%	<0,001	89,6%
43	11-jul	0,648	3,260	1,9040	1,90	1,94	2%	<0,001	99,1%
44	11-jul	0,688	5,351	1,7792	1,78	1,62	-10%	<0,001	98,2%
45	11-jul	0,540	9,884	2,0054	2,01	1,75	-15%	<0,001	98,0%