

# Wageningen UR Livestock Research

*Partner in livestock innovations*



Rapport 332

Deskstudie naar de potentiële verlaging van de methaanemissie bij het comfort slat mats systeem en het balansballen systeem voor rundveestallen

Februari 2010



**LIVESTOCK RESEARCH**

**WAGENINGEN UR**

## Colofon

### Uitgever

Wageningen UR Livestock Research  
Postbus 65, 8200 AB Lelystad  
Telefoon 0320 - 238238  
Fax 0320 - 238050  
E-mail [info.livestockresearch@wur.nl](mailto:info.livestockresearch@wur.nl)  
Internet <http://www.livestockresearch.wur.nl>

### Redactie

Communication Services

### Copyright

© Wageningen UR Livestock Research, onderdeel van Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek, 2010

Overname van de inhoud is toegestaan, mits met duidelijke bronvermelding.

### Aansprakelijkheid

Wageningen UR Livestock Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Wageningen UR Livestock Research en Central Veterinary Institute, beiden onderdeel van Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek vormen samen met het Departement Dierwetenschappen van Wageningen University de Animal Sciences Group van Wageningen UR (University & Research centre).

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 gedeponneerd bij de Arrondissementsrechtbank Zwolle.

### Abstract

Research on the comfort slat mats and the balance ball system for cattle houses showed an emission reduction of methane. Additional research is necessary to be able to conclusively explain this.

### Keywords

Emission reduction, methane, cattle

### Referaat

ISSN 1570 - 8616

### Auteurs

Dick Starmans  
Roland Melse

### Titel

Deskstudie naar de potentiële verlaging van de methaanemissie bij het comfort slat mats systeem en het balansballen systeem voor rundveestallen  
Rapport 332

### Samenvatting

Uit onderzoek naar het comfort slat mats en het balansballen systeem voor rundveestallen is een emissieverlaging voor methaan. Aanvullend experimenteel onderzoek is nodig om dit afdoende te kunnen verklaren.

### Trefwoorden

Emissiereductie, methaan, rundvee



LIVESTOCK RESEARCH

WAGENINGEN UR

Rapport 332

Deskstudie naar de potentiële verlaging van de methaanemissie bij het comfort slat mats systeem en het balansballen systeem voor rundveestallen

Desk study regarding the lowered methane emission from animal houses using either the comfort slat mat or balance ball system for cattle houses

Dick Starmans  
Roland Melse

Februari 2010



## Voorwoord

De rundveehouderij vormt een belangrijke bron van methaanuitstoot uit de landbouw. Methaan (CH<sub>4</sub>) is een broeikasgas. Broeikasgassen hebben tot gevolg dat de aarde geleidelijk opwarmt (global warming). Het global warming potentieel (GWP) van broeikasgassen wordt uitgedrukt in CO<sub>2</sub> equivalenten. Methaan heeft een GWP van 21 CO<sub>2</sub> equivalenten. De totale emissie van broeikasgassen in Nederland was in 2005 212,1 Mton CO<sub>2</sub> equivalenten. Daarvan is 16,7 Mton afkomstig van methaan. Hoewel het aandeel van de landbouw in de totale broeikasgasemissie beperkt is (8,6%) wordt wel meer dan de helft van de methaanemissie in de landbouw uitgestoten. Er zijn wat betreft de emissie van methaan twee belangrijke bronnen aan te wijzen: pens- en darmfermentatie en emissie uit mest. Voor beide bronnen geldt dat de rundveehouderij de grootste bijdrage levert: 5,7 respectievelijk 1,4 Mton oftewel respectievelijk 90% en 56%.

Vermindering van de methaanemissie uit de veehouderij is een belangrijk beleidsitem van de Ministeries van LNV en VROM. Binnen het beleidsondersteunend onderzoek heeft dit aandacht in het BO-programma Luchtkwaliteit, thema gasvormige emissies.

Tijdens oriënterend onderzoek naar het ammoniakemissieperspectief van twee nieuwe emissiereducerende technieken, kwam ook een afname van de methaanemissie naar voren. Hoewel het onderzoek daar niet op gericht was, was dit wel een belangwekkende, en bovenal in beide onderzoeken consistente, observatie. Op verzoek van en met financiering door het ministerie van LNV heeft Wageningen UR Livestock Research een nadere deskstudie uitgevoerd om een mogelijke verklaring voor de gevonden methaanreducties te achterhalen.

We bedanken René Asbreuk en de Firma Havadi dat we gebruik mochten maken van de gegevens uit het onderzoek naar het emissieperspectief van balansballen bij melkvee, en Holcim Beton en ICE voor het gebruik van de meetgegevens van de Comfort Slat Mats.

Sjoerd Bokma  
Cluster Milieu Huisvesting Energie



## Samenvatting

In 2008 en 2009 zijn door Wageningen UR Livestock Research oriënterende ammoniakmetingen uitgevoerd aan het balansballen-systeem en het Comfort Slat Mats-systeem (ook wel Mat&Valve genoemd); deze systemen hebben als doel emissiebeperking te bereiken in een rundveestal (Van Dooren et al., 2008 en 2009). Hoewel de focus gericht was op het bepalen van het ammoniak-reductieperspectief van beide systemen, zijn ook (indicatieve) metingen uitgevoerd van de methaanuitstoot van deze systemen. De methaanmetingen wijzen uit dat zowel de toepassing van het balansballen- als het Comfort Slat Mats-systeem een verlaging van de emissie tot gevolg lijken te hebben.

In onderliggend rapport zijn deze resultaten nader onder de loep genomen met als doel een adequate verklaring te vinden voor de verlaagde emissie van methaan, zoals die werd gevonden. Hierbij is gekeken naar zowel mogelijke fysisch-chemische verklaringen als naar mogelijke biologische verklaringen.

Op grond van de uitgevoerde analyse worden de volgende conclusies getrokken:

1) Er kan geen fysisch-chemische of biologische mechanisme aangewezen worden dat de omvang van de gemeten methaanemissiereductie bij het balansballen- of Mat&Valve-systeem afdoende kan verklaren. Met andere woorden: er zijn mechanismen bekend die de methaanemissie kunnen doen afnemen, maar het is onwaarschijnlijk dat deze een dusdanig hoge emissiereductie tot gevolg hebben als in beide onderzoeken is gevonden.

2) Er zijn kritische kanttekeningen geplaatst bij de gebruikte meetapparatuur, sampletechniek en meetprocedure. Desalniettemin zijn er geen duidelijke aanwijzingen dat hierdoor grote systematische verschillen zijn geïntroduceerd in de metingen tussen de 'behandelingen' (het emissiebeperkende systeem versus het referentiesysteem). In ieder geval is onvoldoende aangetoond dat de gemeten verschillen in emissiereductie tussen de behandelingen zijn terug te leiden op de wijze waarop de metingen zijn uitgevoerd.

Kortom: wij kunnen de reductie van de methaanemissie zoals die gevonden is voor het balansballen- en Mat&Valve-systeem niet afdoende verklaren; ook kunnen we de stelling niet hard maken dat de gevonden emissiereducties zijn veroorzaakt door de opzet en uitvoering van de experimenten.

Desalniettemin is de in het onderzoek gevonden methaanemissiereductie zo hoog dat het interessant wordt geacht om deze systemen nader experimenteel te onderzoeken. Hiervoor zou het onderzoek onder beter gecontroleerde omstandigheden herhaald moeten worden en uitgevoerd moeten worden met een verbeterde techniek wat betreft monsternamen en analyse. De huidige meetrapporten zijn vooralsnog onvoldoende om te kunnen concluderen of de geteste systemen potentie hebben voor vergaande methaanemissiereductie en nader onderzoek is gewenst.





# Inhoudsopgave

## Voorwoord

## Samenvatting

<b>1</b>	<b>Inleiding</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Principes van methaan- en ammoniakemissie</b> .....	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Metingen aan het balansballen systeem</b> .....	<b>3</b>
3.1	Beschrijving balansballen systeem .....	3
3.2	Analyse van het systeem .....	4
3.3	CH <sub>4</sub> bron – Aanwezige mest in de put .....	5
3.4	CH <sub>4</sub> bron – Verschillen tussen oppervlak roostervloer .....	5
3.5	Transport – emitterend oppervlak .....	5
3.6	Transport – Putventilatie .....	6
3.7	Transport – Meetperiode en ophoping CH <sub>4</sub> .....	6
3.8	Sample techniek – Afdichting meetbox .....	6
3.9	Sample techniek – Verandering meetobject door installatie .....	6
3.10	Detectie – Meting met Innova .....	6
3.11	Biologische afbraak van methaan .....	7
<b>4</b>	<b>Metingen aan het comfort slat mats systeem</b> .....	<b>8</b>
4.1	Beschrijving comfort slat mats systeem .....	8
4.2	Analyse van het systeem .....	9
4.3	CH <sub>4</sub> bron – Aanwezige mest in de put .....	9
4.4	CH <sub>4</sub> bron – Verschillen tussen roostervloer met en zonder comfort slat mat .....	10
4.5	Transport – Spleetgrootte tussen de balken .....	10
4.6	Transport – Fysieke hindering CH <sub>4</sub> flux door de aanwezigheid van het mat systeem .....	10
4.7	Sample techniek – Afdichting meetbox .....	11
4.8	Sample techniek – Verandering meetobject door installatie .....	11
4.9	Detectie – Meting met Innova en berekening achtergrond .....	11
4.10	Biologische afbraak van methaan .....	12
<b>5</b>	<b>Conclusies en aanbevelingen</b> .....	<b>13</b>
	<b>Literatuur</b> .....	<b>14</b>



## 1 Inleiding

In een tweetal recentelijk uitgevoerde projecten is gekeken naar verschillende maatregelen om de ammoniakemissie uit rundveestallen te verminderen. In het ene project is gekeken naar de toepassing van het balansballensysteem (Van Dooren *et al.*, 2009) en in het andere project is gekeken naar het zogenaamde Mats & Valve systeem Van Dooren *et al.*, 2008).

Het balansballensysteem is gebaseerd op verkleining van het emitterende oppervlak van de mestkelder door op het mestoppervlak drijvende ballen. Het Mats & Valve systeem (ook wel Comfort Slat Mats systeem genoemd) bestaat uit twee onderdelen: het "Mat" principe is gebaseerd op snelle afvoer van urine door een bolle vorm van de rubberen hoes over de roosterbalken, het "Valve" principe is gebaseerd op verkleining van de luchtuitwisseling tussen mestput en stal door toepassing van afsluitende rubberen slabben in de roosterspleten.

In beide twee studies zijn oriënterende metingen gedaan van de optredende ammoniakemissie en bleek dat beide systemen een emissiereductie voor ammoniak bewerkstelligen.

Daarnaast leek ook de methaanemissie gereduceerd te worden.

In deze deskstudie wordt gezocht naar de reden en/of achterliggende mechanismen van de gevonden reductie in de methaanemissie.

In hoofdstuk 2 worden de principes van methaan- en ammoniakemissie nader toegelicht en in hoofdstuk 3 en 4 worden de emissiemetingen aan het balansballen systeem respectievelijk aan het comfort slat mats systeem nader besproken. Tenslotte wordt in hoofdstuk 5 een aantal conclusies en aanbevelingen geformuleerd.

## 2 Principes van methaan- en ammoniakemissie

In de mest wordt methaan geproduceerd door zogenaamde methanogene bacteriën. Dit proces, waarbij organische stof wordt omgezet in methaan (CH<sub>4</sub>) en kooldioxide (CO<sub>2</sub>), wordt ook wel vergisting genoemd. De snelheid waarmee methaan wordt geproduceerd hangt af o.a. van de afbreekbaarheid van de organische stof en de omgevingscondities (temperatuur, pH, aanwezigheid remmende componenten etc.). Methaan is een zeer slecht wateroplosbare stof wat als gevolg heeft dat het geproduceerde methaan in de vorm van belletjes opstijgt in de mestvloeistof en ontwijkt naar de omgevingslucht. Daarmee is het principe van methaanemissie geheel anders dan het principe van ammoniakemissie.

Ammoniak (NH<sub>3</sub>) bevindt zich in de mest hoofdzakelijk in de vorm van opgelost ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>). Aan het mestoppervlak is de mest in contact met buitenlucht en zal zich een evenwicht willen instellen tussen de ammoniakconcentratie in de mest en de ammoniakconcentratie in de lucht. Hierdoor zal een deel van het opgelost ammonium worden omgezet in ammoniak en vervluchtigen. Een en ander wordt beïnvloed door de temperatuur en de pH van de mestvloeistof. Wanneer de lucht aan het mestoppervlak wordt verversd en de ammoniakconcentratie hierdoor daalt, zal zich steeds weer een nieuw evenwicht instellen.

*De drijvende kracht voor ammoniakemissie is de verversing van de lucht aan het mest/lucht grensvlak.*

De ammoniakemissie is daarom evenredig met de grootte van dit emitterende oppervlak.

*De drijvende kracht voor methaanemissie is het feit dat methaan wordt geproduceerd, slecht oplost en daarom als belletjes ontwijkt.*

De methaanemissie hangt in het algemeen dan ook niet samen met de grootte van het emitterend oppervlak van de mest (zoals het geval is bij ammoniak), maar met de hoeveelheid mest (het volume mest in de mestkelder).

Hierbij moet bedacht worden dat de in de mest opstijgende methaanbelletjes soms gemakkelijker en soms moeilijker ontwijken naar de omgevingslucht. Wanneer het oppervlak van de mest bedekt is (bijvoorbeeld met een korst of drijvende ballen), kan verondersteld worden dat belletjes zich (deels) kunnen ophopen onder deze afdekking. Op de lange duur kan echter aangenomen dat er een evenwicht ontstaat tussen de hoeveelheid gas die geproduceerd wordt en de hoeveelheid gas die ontwijkt naar de omgevingslucht. Metingen aan de methaanemissie van een dergelijk systeem dienen dan ook uitgevoerd te worden over een voldoende lang tijdpad om te voorkomen dat tijdelijke ophoping van gassen onder het oppervlakte geen rol speelt bij de uiteindelijk gemeten emissie. Ook de viscositeit en dichtheid van de mest kan invloed hebben op de snelheid waarmee de belletjes opstijgen.

Behalve de productie van methaan door bacteriën (methanogenen) onder zuurstofloze omstandigheden, kan methaan in de aanwezigheid van zuurstof door bacteriën worden afgebroken tot kooldioxide (methanotrofen).

In diverse studies is aangetoond dat in een biofilter (bijv. Melse en Van der Werf, 2005) of in een drijfslag bovenop de mest (een natuurlijke korst dan wel een speciaal voor dit doeleinde aangebrachte laag, bijv. een laag stro) methaanafbraak kan plaatsvinden door de aanwezigheid van methanotrofen (Petersen *et al.*, 2005; Petersen en Ambus, 2006).<sup>1</sup>

Tenslotte is het zo dat een deel van de geproduceerde methaan niet meteen emitteert maar zich ophoopt in of boven de mestvloeistof (bijv. omdat een deel van de methaanbellen niet kan ontwijken naar de lucht, maar 'vastzit' onder een drijfslag).

Bovenstaande in acht nemend, kan de emissie van methaan worden voorgesteld op deze wijze:

$$\text{Methaanemissie} = \text{Productie} - \text{Ophoping} - \text{Afbraak}$$

In hoofdstuk 3 en 4 worden deze aspecten besproken met betrekking tot het balansballen en het comfort slat mats systeem.

<sup>1</sup> In een aantal recente studies wordt gesuggereerd dat in dergelijke 'korsten' ook afbraak van ammoniak kan plaatsvinden (Nielsen *et al.*, submitted for publication; Hansen *et al.*, 2009)

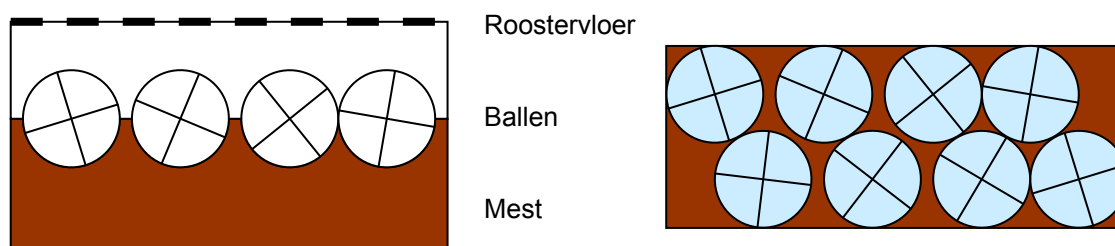
### 3 Metingen aan het balansballen systeem

#### 3.1 Beschrijving balansballen systeem

##### Resultaten uitgevoerd onderzoek

In Van Dooren *et al.*, 2009 zijn de metingen aan het balansballen systeem beschreven. Onderstaand worden de belangrijkste elementen uit dit rapport nader besproken.

Onder de roostervloer van de rundveestal bevindt zich de mestkelder waarin de geproduceerde mest en urine wordt verzameld. Het balansballen systeem bestaat uit een afdekking van het mestoppervlak door holle plastic ballen, welke voor ongeveer de helft zijn gevuld met water voor een diepere ligging. Wanneer mest van bovenaf op de ballen valt, draaien de ballen om hun middelpunt, waardoor de mest onder de ballen kan komen. De ballen stijgen met het mestniveau. Een dwarsdoorsnede is getekend in figuur 1.



**Figuur 1** Balansballen systeem in doorsnede (links) en van bovenaf (rechts)

De emissies werden in het onderzoek gemeten met een dynamische fluxkamer (meetoppervlak is 5,5 m<sup>2</sup>) welke bovenop de stalvloer werd geplaatst. Bovendien werd het onderliggende keldergedeelte van de rest van de kelder afgescheiden door het plaatsten van verticale schotten die tot onder het mestniveau reiken. Het idee hierachter is dat op deze wijze alleen de emissie van kelder en vloer wordt gemeten van het deel dat zich onder de fluxkamer bevindt. Door de fluxkamer wordt lucht gezogen en het verschil tussen de concentraties in de ingaande en uitgaande lucht geeft aan hoe hoog de emissie is voor het afgesloten oppervlak; de emissie die op deze wijze wordt gemeten is de som van de emissie uit de kelder en de emissie van de vloer. In Mosquera *et al.* (2008; 2009) wordt deze meetmethode in nader detail beschreven.

De mestkelder is een langgerekt kanaal dat met behulp van vertikaal geplaatst betongaas was opgedeeld in verschillende compartimenten. Eén compartiment van de mestkelder werd gevuld met kleine ballen, één compartiment werd gevuld met grote ballen en één compartiment werd ongemoeid gelaten (referentie). Voorafgaand aan de metingen werd de mest in de gehele kelder intensief gemixt. In alle drie de compartimenten is vervolgens op een aantal dagen de emissie gemeten. De weergegeven meetwaarden in tabel 1 zijn het gemiddelde van een aantal metingen op één dag.

**Tabel 1** Resultaten onderzoek Methaanemissie bij toepassing van balansballen, gemiddelde waarden van verschillende meetdagen (Van Dooren *et al.*, 2009)

Behandeling	Geen ballen (referentie)	Grote ballen (Ø 27 cm)	Kleine ballen (Ø 22,5 cm)
CH <sub>4</sub> Emissie (mg hr <sup>-1</sup> m <sup>-2</sup> )	2750 <sup>1</sup>	meting dag 1: 1760 meting dag 2: 1500	meting dag 1: 1950 meting dag 2: 1500
CH <sub>4</sub> Emissiereductie t.o.v. referentie (mg hr <sup>-1</sup> m <sup>-2</sup> )	n.v.t.	meting dag 1: 990 meting dag 2: 1250	meting dag 1: 800 meting dag 2: 1250
CH <sub>4</sub> Emissie (%)	100	meting dag 1: 64 meting dag 2: 54	meting dag 1: 71 meting dag 2: 54

<sup>1</sup> In vergelijking met de referentiemeting bij het mat&valve onderzoek (zie tabel 2 in §4.1) is de referentiemeting bij het balansballen-onderzoek 5 - 7 maal zo laag

Beoordeling van de emissiepatronen, met in acht neming van variaties en uitschieters op de vierde meetdag, laat zien dat er nauwelijks verschil is tussen de gemeten emissies in de systemen met grote of kleine ballen. Wél is het duidelijk dat er een verschil is tussen de referentiemeting zonder ballen, en de metingen mét ballen. De methaanemissie wordt door het gebruik van de balansballen voor ongeveer 40% teruggedrongen, waarmee de emissiereductie ongeveer 1100 mg CH<sub>4</sub>/m<sup>2</sup>/uur bedraagt.

*Pakking van cirkels in een tweedimensionaal vlak*

Zoals beschreven wordt het mestoppervlak bedekt met ballen.

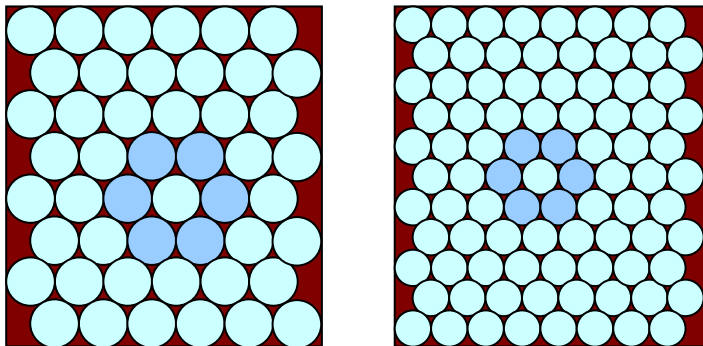
De meest dichte pakking van ballen (of cirkels in een twee-dimensionaal vlak) is de hexagonale pakking (figuur 2), waarbij elke cirkel wordt omringd door 6 andere cirkels.

Natuurlijk zijn de openingen tussen de balansballen afhankelijk van de straal. Echter, bij toepassing van kleinere ballen zullen er meer van dergelijke openingen aanwezig zijn. Als gevolg daarvan is de totale bedekkingsgraad altijd gelijk, onafhankelijk van de grootte van de ballen.

Zoals bewezen is door Carl Friedrich Gauss (van de curve) is de bedekkingsgraad of pakking van cirkels in deze rangschikking in alle gevallen  $(\frac{1}{2} \cdot \pi) / \sqrt{3} \approx 0.907$ , dus 91% van het oppervlak is bedekt, onafhankelijk van de straal van de cirkel.

In een stal dient rekening gehouden te worden met de randen van de kelder. Randen van een tweedimensionaal vlak worden beter afgedekt door kleinere cirkels. Als illustratie hiervoor zijn in figuur 2 twee even grote rechthoeken bedekt met een maximaal aantal passende ballen. De grote cirkels bedekken 82.8% van het oppervlak, terwijl de kleine cirkels 85.4% van het oppervlak bedekken. Afhankelijk van het totale mestoppervlak zal de invloed van de rand een groter of kleiner effect hebben op het totale oppervlak dat afgedekt is.

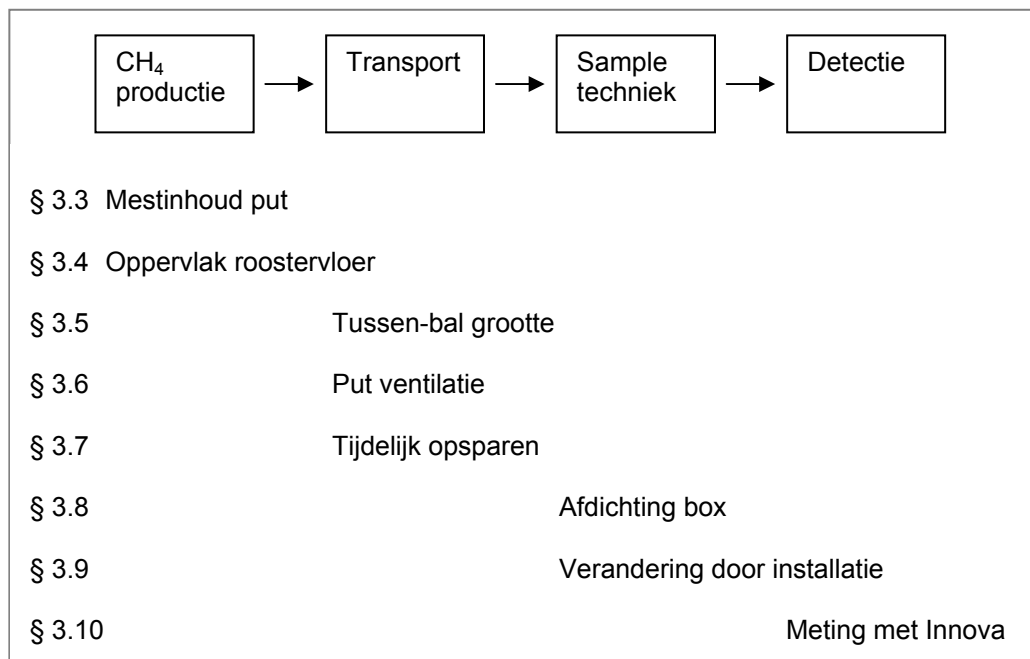
Omdat de ballen niet helemaal strak tegen elkaar geplaatst waren zal het bedekte oppervlak ca 75% van het totale kelderoppervlak hebben benaderd.



**Figuur 2** Hexagonale dichtste pakking van cirkels met grote en kleine cirkels, en figuur voor afleiding van de maximale bedekkingsgraad

**3.2 Analyse van het systeem**

De methaanemissie uit het balansballen systeem kan worden opgedeeld in verschillende onderdelen of stappen. Achtereenvolgens kan per onderdeel onderzocht worden op welke wijze de methaanemissie beïnvloed kan worden en/of te verklaren valt dat de gemeten methaanemissie lager is dan in de referentiemeting. In figuur 3 is het systeem nader uitgewerkt en is aangegeven in welke paragrafen de betreffende onderdelen worden besproken.



**Figuur 3** Analyse balansballen systeem

Tenslotte wordt in § 3.11 nog besproken in hoeverre eventuele biologische afbraak van methaan een rol kan spelen in de gemeten emissieverlaging van methaan.

### 3.3 CH<sub>4</sub> bron – Aanwezige mest in de put

In de mest in de mestkelder wordt methaan geproduceerd. Drie dagen voordat de emissiemetingen werden uitgevoerd is de mest in de gehele kelder gemixt. Het is daarom onwaarschijnlijk dat er grote verschillen zullen zijn in mestsamenstelling, zoals deze onder de bemeten vloerdelen van de verschillende compartimenten aanwezig is. Als gevolg hiervan is het niet waarschijnlijk dat de productie van methaan verschillend is voor de verschillende bemeten compartimenten. Er zijn echter geen mestmonsters geanalyseerd van de mest in de verschillende compartimenten.

### 3.4 CH<sub>4</sub> bron – Verschillen tussen oppervlak roostervloer

De balansballen liggen onder de roostervloer, drijvend op de mest. Op plaatsen waar niet werd gemeten, konden koeien vrijelijk bewegen. Er werd zodanig tussen de meetobjecten gewisseld dat er zo min mogelijk overlap van vloeroppervlak tussen de experimenten voorkwam. Mede hierdoor zijn er geen grote verschillen te verwachten die te wijten zijn aan preferentiële vervuilingen of verstoringen van het oppervlak van de vloer wanneer we de verschillende delen van de vloer vergelijken. De verschillende vloerdelen zullen naar verwachting eenzelfde vervuilingsgraad vertonen.

### 3.5 Transport – emitterend oppervlak

De toepassing van balansballen gaat gepaard met een afname van het emitterende mestoppervlak. Afdekking tot 90% is mogelijk (zie 3.1), een effectieve afdekking van ca 75 % is waarschijnlijk. Het is echter onwaarschijnlijk dat een vermindering van het emitterende oppervlak op zichzelf leidt tot een verlaagde methaanemissie (zie hoofdstuk 2).

Als feces door de roosterspleten op de ballen valt, dan zullen deze, als gevolg van de zwaartekracht gaan draaien. Er komt dan een relatief dunne film mest bovenop de bal te staan. Het is denkbaar dat zich op het oppervlak van de ballen dat zich onder het mestoppervlak belletjes methaan ophopen, belletjes die anders zouden ontwijken. Het is echter de vraag of dit de methaanemissie zou

verminderen aangezien na enige tijd toch weer een 'steady state' zou ontstaan met een constante hoeveelheid bellen onder de balansballen (zie ook paragraaf 3.7).

### 3.6 Transport – Putventilatie

Als gevolg van de aanwezigheid van de balansballen is de put meer gevuld, en is het oppervlak minder vlak. Hierdoor kunnen er veranderingen optreden in de putventilatie, zoals veranderingen in de snelheid van de luchtverplaatsingen en hun turbulentie. Het is echter onwaarschijnlijk dat de methaanemissie zou verminderen uit een afgesloten keldergedeelte, zoals in het onderzoek is gemeten. Zoals in hoofdstuk 2 is toegelicht heeft de uitwisseling van lucht aan het mest/lucht grensvlak naar verwachting geen invloed op de methaanemissie.

### 3.7 Transport – Meetperiode en ophoping CH<sub>4</sub>

De anaërobe gasproductie in mest is onafhankelijk van het feit of deze wel/niet is afgedekt (vergelijk met de omstandigheden in vergisters). De aanwezigheid van balansballen zorgt in eerste instantie voor een 75-90% afscherming van de normale route waarlangs de emissie plaatsvindt. Vanwege deze obstructie, zal er zich methaan in de bulk van de mest gaan ophopen. Als er voldoende methaan onder de balansballen verzameld is, ligt het in de verwachting dat de emissie uit de kelder weer op het oude niveau, van vóór de plaatsing van de balansballen, zal komen. Als de tijdspanne waarover wordt gemeten korter is dan de tijdspanne die nodig is voor het opbouwen van de benodigde methaanconcentratie onder de ballen, dan zal er een verlaging van de methaanemissie worden gemeten. Dit speelt mogelijk een rol in onderliggend onderzoek: 3 dagen voordat werd gestart met metingen zijn de ballen flink in beweging gebracht omdat de mest werd gemixt. Bovendien werd de dag voorafgaand aan de eerste meting een aantal ballen toegevoegd en werden de ballen herverdeeld. Het is onduidelijk hoe lang het duurt voordat een 'steady-state' wordt bereikt met betrekking tot eventuele ophoping van methaan onder de ballen.

### 3.8 Sample techniek – Afdichting meetbox

Bij de voorbereiding van de meting worden onder de roostervloer houten platen gehangen om het aanzuigen van valse lucht door de meetbox tegen te gaan. De platen zijn lang genoeg om tot in de mest te hangen, en worden tussen de roosterspleten door geïnstalleerd. De afdichting tussen zowel de perspex platen en de vloer als de afdichting tussen de meetbox en de vloer zijn cruciaal voor het meten van een juiste emissiewaarde.

Daarnaast kunnen fluctuaties in de ventilatie in de stal kunnen hun invloed hebben op de grootte van de hoeveelheid lucht die door de meetbox wordt gezogen met de ventilator.

Er is geen reden om te veronderstellen dat er systematische verschillen waren in de afdichting van de meetbox wanneer we de metingen aan de balansballen vergelijken met de referentiemeting.

### 3.9 Sample techniek – Verandering meetobject door installatie

Bij het installeren van de platen onder de roostervloer wordt het mestoppervlak beroerd. De mate waarin dit gebeurt, kan in principe invloed hebben op de emissie van methaan. Het is onduidelijk hoe groot een dergelijk effect is. Er is geen reden om te veronderstellen dat er systematische verschillen waren wanneer we de metingen aan de balansballen vergelijken met de referentiemeting.

### 3.10 Detectie – Meting met Innova

De metingen van de concentratie methaan zijn uitgevoerd met een zogenaamde fotoakoestische multigas-monitor (Innova 1312), met filter UA-0987 (centre wavelength: 3.4  $\mu\text{m}$ ; centre wave number: 2950  $\text{cm}^{-1}$ ). In dit gebied van het infra-rode spectrum treedt er echter een sterke interferentie op met waterdamp. De Innova doet daarom een dauwpuntmeting ( $^{\circ}\text{C}$ ) en corrigeert met behulp daarvan de gemeten methaanconcentratie automatisch. De lucht die is bemonsterd tijdens het onderzoek is erg vochtig (80-90% relatieve vochtigheid). Onduidelijk is in hoeverre de automatische correctie van de



Innova betrouwbaar is bij deze vochtgehalten. Vanwege deze problematiek wordt het noodzakelijk geacht om de met de Innova gemeten methaanconcentraties op regelmatige basis te controleren met een GC (gaschromatograaf). Dit is bij onderliggen oriënterende onderzoek niet gebeurd.

Geconcludeerd kan worden dat onduidelijk is in hoeverre de methaanmetingen betrouwbaar zijn. Het is niet duidelijk of de mogelijk storende effecten een even sterke invloed hebben gehad bij alle uitgevoerde metingen (er is namelijk sprake van wisselende luchtsamenstelling m.b.t. temperatuur, relatieve vochtigheid en methaanconcentratie); hierdoor kunnen systematische verschillen zijn ontstaan tussen de verschillende metingen.

### 3.11 Biologische afbraak van methaan

Zoals in hoofdstuk 2 is aangegeven is de methaanemissie gelijk aan de methaanproductie minus eventuele ophoping en afbraak van methaan. Zoals toegelicht kan methaan afgebroken door aerobe bacteriën, zogenaamde methanotrofen. In diverse onderzoeken is aangetoond dat afdekking van mest met een 'korst' een emissiereductie van methaan tot gevolg heeft die veroorzaakt wordt door afbraak door methanotrofen (Petersen *et al.*, 2005; Petersen en Ambus, 2006; Berg en Brunsch, 2006). Het is denkbaar dat deze bacteriën in mindere mate ook groeien aan het mestoppervlak wanneer geen sprake is van een duidelijke korst. Daarnaast zouden deze bacteriën ook kunnen groeien op het deel van de balansballen dat in contact is met de lucht. Het is echter de vraag of de balansballen een geschikt medium zijn voor bacteriën om zich aan te hechten en om op te groeien. Verwacht wordt dat de bacteriële activiteit van een organische korst veel hoger zal zijn dan van het oppervlak van de balansballen.

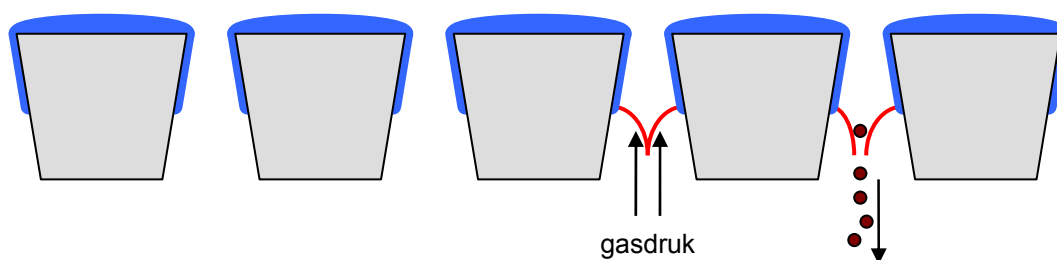
De maximale methaanoxidatie die tot op heden is gevonden in natuurlijk gevormde korsten op drijfmest bedraagt 4,5 g CH<sub>4</sub>/m<sup>2</sup>/dag (Petersen en Ambus, 2006), oftewel ca. 200 mg/m<sup>2</sup>/uur. Het lijkt onwaarschijnlijk dat de emissiereductie van ca. 1100 mg/m<sup>2</sup>/uur die gerapporteerd wordt voor het balansballen systeem (zie tabel 1) veroorzaakt wordt door methaanoxidatie.

## 4 Metingen aan het comfort slat mats systeem

### 4.1 Beschrijving comfort slat mats systeem

In Van Dooren *et al.*, 2008 zijn de metingen aan het comfort slat mats systeem beschreven. Onderstaand worden de belangrijkste elementen uit dit rapport nader besproken.

Het comfort slat mats systeem is in principe een laag synthetisch rubber (TPE) over de betonnen roostervloer, waarbij de roosterspleten behouden blijven. De laag rubber ligt dus op de betonbalkjes. In een speciale versie van deze vloer kunnen "valves" worden geleverd. Deze bestaan uit twee geplooide lamellen die over de lengte van de spleten kunnen worden vastgemaakt aan de rubberen afdekking. Door hun v-vormige plooiing zijn deze valves goed voor het doorlaten van mest en urine van boven naar beneden, maar zullen de valves uitwisseling van lucht tussen kelder en stalruimte deels voorkomen. Bij tegendruk vanuit de kelder worden de lamellen nog dichter op elkaar gedrukt (figuur 4).



**Figuur 4** Kopse kant van een betonnen roostervloer met spleten tussen de liggers (grijs). De comfort slat mats (blauw) dekken de bovenkant van de liggers af en zorgen voor een gemakkelijker schoon te maken bovenkant van de vloer. De mats kunnen worden uitgerust met valves (rood) die werken als een één-richtings klep.

De mestkelder is een langgerekt kanaal bestaande uit verschillende compartimenten. De emissie van een stalvloer werd gemeten met een dynamische fluxkamer (meetoppervlak is 0,4 m<sup>2</sup>). In Mosquera *et al.* (2008) wordt deze meetmethode in nader detail beschreven. Er werd geen simultane meting van ingaande (achtergrondconcentratie) en uitgaande lucht uitgevoerd. De achtergrondconcentratie werd achteraf bepaald door middel van extrapolatie van het exponentiële verval van de meetwaarde van de losgekoppelde monsterslang, welke in de ligboxen een neutrale achtergrond bemonsterde. Voor de methaanwaarde werd géén exponentieel verval gemeten. Als achtergrondwaarde werd in dit geval het daggemiddelde van de laatste metingen gebruikt die werden verricht voor hernieuwde meting van de vervuilde vloer. Met dit protocol werden de meetresultaten verzameld zoals weergegeven in tabel 2. De metingen aan het Mat systeem en het Mat+Valve systeem werden uitgevoerd aan hetzelfde compartiment van de mestkelder; de metingen aan de kale roostervloer (referentie) werden uitgevoerd aan een ander compartiment; de voeding van de dieren was gelijk bij beide compartimenten.

**Tabel 2** Resultaten onderzoek Methaanemissie bij toepassing van het comfort slat mats systeem (Van Dooren *et al.*, 2009)

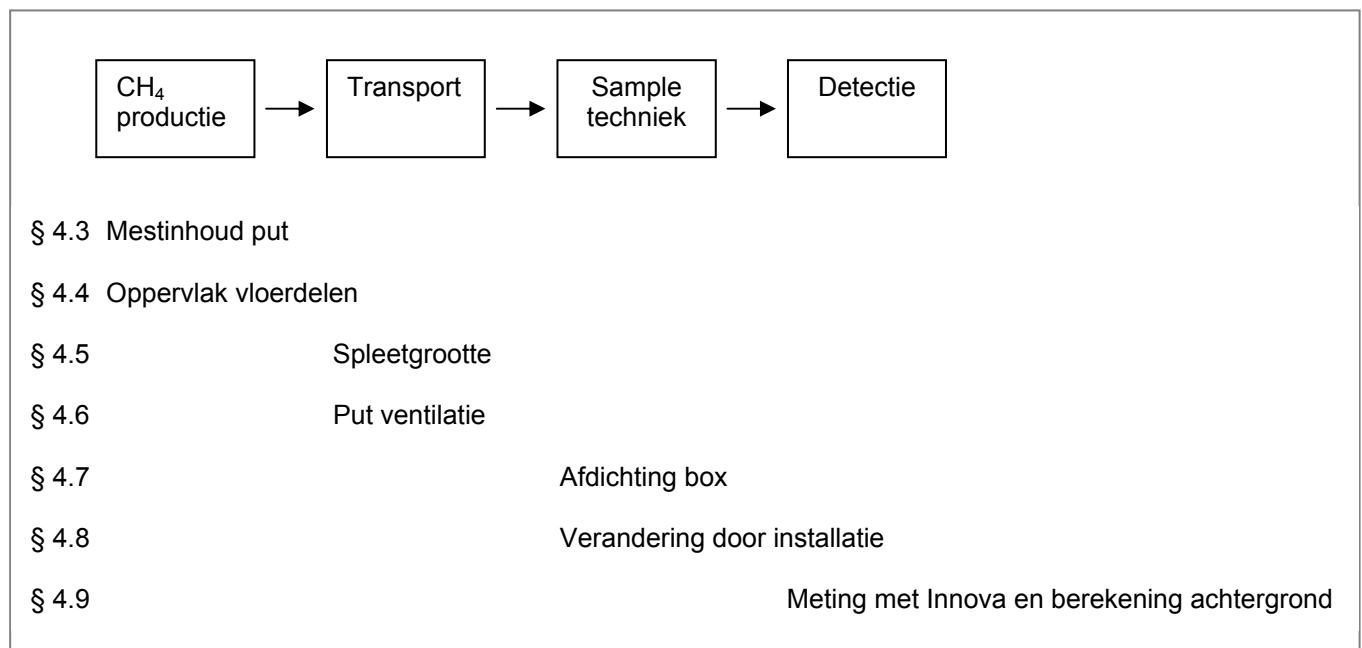
Behandeling	Geen – vloer zoals hij was			Bevuiling met kunsturine			2 <sup>e</sup> bevuiling met kunsturine na handmatig schuiven van de vloer		
	Kaal (referentie)	Mat	Mat +Valve	Kaal (referentie)	Mat	Mat +Valve	Kaal (referentie)	Mat	Mat +Valve
CH <sub>4</sub> Emissie (mg hr <sup>-1</sup> m <sup>2</sup> )	14.575	7.943	3.426	15.863	9.091	3.989	19.171	7.333	8.891
CH <sub>4</sub> Emissie-reductie t.o.v. referentie (mg hr <sup>-1</sup> m <sup>2</sup> )	n.v.t.	6.632	11.149	n.v.t.	6.772	11.874	n.v.t.	11.838	10.280
CH <sub>4</sub> Emissie (%)	100	54	24	100	57	25	100	38	46

Bij het kale vloertype<sup>1</sup> worden emissiewaarden gevonden die liggen tussen 15.000 en 20.000 mg hr<sup>-1</sup> m<sup>-2</sup>, bij de met het mat-systeem uitgeruste vloer 7.000 en 9.000 mg hr<sup>-1</sup> m<sup>-2</sup>, en bij de met het mat&valve systeem uitgeruste vloer waarden tussen de 3.000 en 9.000 mg hr<sup>-1</sup> m<sup>-2</sup>.

Bij middeling van de meetwaarden lijkt toepassing van de Mat de methaanemissie met de helft terug te brengen, dus een emissiereductie van 7.000 - 12.000 mg.hr<sup>-1</sup>.m<sup>-2</sup>. Worden daar nog de valves aan toegevoegd, dan kan mogelijk nog een kleine extra reductie in de emissie worden gemeten.

## 4.2 Analyse van het systeem

De emissie uit het comfort slat mats systeem kan worden opgedeeld in verschillende onderdelen of stappen. Achtereenvolgens kan per onderdeel onderzocht worden op welke wijze de methaanemissie beïnvloed kan worden en/of te verklaren valt dat de gemeten methaanemissie lager is dan in de referentiemeting. In figuur 5 is het systeem nader uitgewerkt en is aangegeven in welke paragrafen de betreffende onderdelen worden besproken.



**Figuur 5** Analyse comfort slat mats systeem

Tenslotte wordt in § 4.10 besproken in hoeverre eventuele biologische afbraak van methaan een rol kan spelen in de gemeten emissieverlaging van methaan.

## 4.3 CH<sub>4</sub> bron – Aanwezige mest in de put

Het is bekend dat methaan ontstaat onder anaërobe condities in de vloeibare mest die onder de roostervloer is opgeslagen. Navraag naar de voorgeschiedenis van de mest in de put bij de bedrijfsleider leverde op dat er geen mest speciaal voor de installatie van de slat mats op de gebruikte individuele betonbalkjes is afgevoerd. Verlaging van de emissie op grond van een lagere hoeveelheid bezinsel op de bodem in de put met daardoor minder methanogene bacteriën in de mest is dan ook onwaarschijnlijk.

Anderzijds is de mest in de kelder, in tegenstelling tot bij het onderzoek naar de balansballen dat besproken is in het vorige onderzoek, niet gemixt voordat het onderzoek werd gestart. Het is daarom

<sup>1</sup> In vergelijking met de referentiemeting bij het balansballen-onderzoek (zie tabel 1 in §3.1) is de referentiemeting bij het mat&valve onderzoek 5 - 7 maal zo hoog

mogelijk dat er verschillen bestaan in mestsamenstelling op de verschillende plaatsen in de stal, zoals deze onder de bemeten vloerdelen van de verschillende compartimenten aanwezig is.

Verder is het zo dat de metingen aan het Mat systeem en aan het Mat & Valve systeem plaatsvonden aan het zelfde compartiment van de mestkelder en dat de metingen aan de kale roostervloer (referentie) plaatsvonden aan een ander compartiment. Er zouden dan mogelijk verschillen kunnen optreden tussen referentie enerzijds en Mat of Mat & Valve anderzijds, dan tussen Mat en Mat & Valve onderling.

Als gevolg hiervan zou de productie van methaan verschillend kunnen zijn voor de verschillende bemeten compartimenten. Er zijn echter geen mestmonsters geanalyseerd van de mest in de verschillende compartimenten.

#### **4.4 CH<sub>4</sub> bron – Verschillen tussen roostervloer met en zonder comfort slat mat**

Navraag bij Hendrik Jan van Dooren, de projectleider van het comfort mat slat onderzoek, leverde nog additionele informatie over de uitvoering van het project, welke niet is meegenomen in de rapportage. Zo is er een verschil in de uitvoering van de betonnen vloerelementen die zijn gebruikt. Om namelijk een gelijke breedte van de spleten te krijgen zijn de comfort mat slats bevestigd op individuele betonnen balkjes, in plaats van over bestaande vloerelementen met meerdere balken en spleten.

Hierdoor kan de aard of graad van vervuiling van het blootliggende betonnen deel van de vloerelementen en balkjes verschillend zijn. Vervuiling van de onderkant van geïnstalleerde vloerelementen is vaak moeilijk te controleren omdat deze elementen vaak erg vast op hun plaats liggen (niet op te lichten zonder het schoonmaken van de vloer).

De mate van vervuiling en de soort ondergrond kan invloed hebben op de nesteling en groei van bacteriën op de vloer. Wellicht zou dit tot gevolg kunnen hebben dat er bij het ene vloertype meer methanotrofe bacteriën actief zijn op de vloer dan bij het andere vloertype. Het is echter de vraag of een dergelijk effect (als het al zou optreden) een dusdanig grote invloed zou kunnen hebben als de in tabel 2 weergegeven emissiereductie.

#### **4.5 Transport – Spleetgrootte tussen de balken**

Doordat er individuele betonnen balkjes zijn gebruikt is de speetbreedte tussen de balkjes met en zonder comfort mat slat systeem hetzelfde. Bij een gelijke spleetbreedte is er geen grond voor emissieverschillen tussen de bemeten vloerdelen als gevolg van uitwisseling van gassen met de kelder. De gevonden emissieverschillen tussen het Mat systeem en de referentiemeting kunnen daarom moeilijk op basis van de genoemde uitvoeringsverschillen worden verklaard.

Bij vergelijking van het Mat & Valve systeem en de referentiemeting kunnen wel (tijdelijke) verschillen optreden in de methaanemissie aangezien het Mat & Valve systeem juist is bedoeld om luchtuitwisseling tussen kelder en stal te voorkomen.

#### **4.6 Transport – Fysieke hindering CH<sub>4</sub> flux door de aanwezigheid van het mat systeem**

De bulk van de CH<sub>4</sub> emissie komt uit de mest. Als de lokale ventilatie onder de roostervloer verandert door het Mat & Valve systeem, kan er een situatie optreden waarbij er minder methaan boven de vloer komt om te worden gedetecteerd door de meetbox.

Het is echter de vraag of dit de methaanemissie zou verminderen aangezien na enige tijd toch weer een 'steady state' zou ontstaan met misschien wel een hogere concentratie methaan onder de roostervloer (omdat er minder verdunning is met buitenlucht), maar netto toch met dezelfde emissie uit de mest (mg methaan/uur) omdat de productie van methaan niet beïnvloed wordt door de aanwezigheid van de matten.

Daarnaast werd in een tweetal proefbehandelingen kunsturine aangebracht op de vloer (zie tabel 2), wat gevolgen heeft voor de ammoniakemissie. Er worden echter geen chemische reacties verwacht of anderszins waardoor de methaanproductie zou veranderen. Het is wel denkbaar dat de Valves beter gaan afsluiten wanneer deze bevochtigd worden (met kunsturine).

Zoals in hoofdstuk 2 is toegelicht heeft de uitwisseling van lucht aan het mest/lucht grensvlak naar verwachting geen invloed op de uiteindelijke methaanemissie maar kunnen bij kortdurende meettrajecten wel afwijkende methaanemissies gemeten worden. Dit speelt mogelijk een rol bij de metingen die zijn uitgevoerd.

#### 4.7 Sample techniek – Afdichting meetbox

Bij de voorbereiding van de meting worden onder de vloer perspex platen gehangen om het aanzuigen van valse lucht door de meetbox tegen te gaan. De platen zijn lang genoeg om tot in de mest te hangen, en worden tussen de spleten door geïnstalleerd. De platen loodrecht op de richting van de vloerspleten zijn uitgerust met een grove vertanding, welke op maat gemaakt is om ook de spleten zelf af te sluiten. De afdichting tussen zowel de perspex platen en de vloer als de afdichting tussen de meetbox en de vloer zijn cruciaal voor het meten van een juiste emissiewaarde.

Daarnaast kunnen fluctuaties in de ventilatie in de stal kunnen hun invloed hebben op de grootte van de hoeveelheid lucht die door de meetbox wordt gezogen met de ventilator.

Er is geen reden om te veronderstellen dat er systematische verschillen waren in de afdichting van de meetbox wanneer we de metingen aan de balansballen vergelijken met de referentie-meting.

#### 4.8 Sample techniek – Verandering meetobject door installatie

Bij het installeren van de perspex platen onder de roostervloer worden deze tussen de spleten door gemaneuvreerd, en worden onder de vloer draaibewegingen gemaakt met de platen om deze op de juiste plek te krijgen. De platen zijn langer dan de hoogte tussen de onderkant van de roostervloer en de bovenkant van het mest nivo. Bij de installatie zullen deze platen de mest altijd beroeren. De mate waarin dit gebeurt, kan invloed hebben op de emissie van methaan. Ook bij het laten afzakken van de perspex platen tussen de spleten door kunnen er veranderingen optreden op het vloeroppervlak.

Er is echter geen reden om te veronderstellen dat er systematische verschillen waren in de afdichting van de meetbox wanneer we de metingen aan het Mat en Mat&Valve systeem vergelijken met de referentie-meting.

#### 4.9 Detectie – Meting met Innova en berekening achtergrond

De metingen van de concentratie methaan in de meetbox zijn uitgevoerd met een zogenaamde fotoakoestische multigas-monitor (Innova 1312), met filter UA-0987 (centre wavelength: 3.4  $\mu\text{m}$ ; centre wave number: 2950  $\text{cm}^{-1}$ ). In dit gebied van het infra-rode spectrum treedt er echter een sterke interferentie op met waterdamp. De Innova doet daarom een dauwpuntmeting ( $^{\circ}\text{C}$ ) en corrigeert met behulp daarvan de gemeten methaanconcentratie automatisch. De lucht die is bemonsterd tijdens het onderzoek is erg vochtig (80-90% relatieve vochtigheid). Onduidelijk is in hoeverre de automatische correctie van de Innova betrouwbaar is bij deze vochtgehalten. Vanwege deze problematiek wordt het noodzakelijk geacht om de met de Innova gemeten methaanconcentraties op regelmatige basis te controleren met een GC (gaschromatograaf). Dit is bij onderliggen oriënterende onderzoek niet gebeurd.

Daarnaast is het zo dat er slechts één Innova Multigasmeter gebruikt is om sequentieel de ingaande en uitgaande lucht van de fluxkamer te meten. De Innova zuigt het te bemonsteren gas aan, sluit het monster af in een meetcuveet voor analyse en zuigt weer nieuw monster aan na de analyse. Als gevolg van de verversing van de inhoud van het meetcuveet is de meting enigszins traag en sterk afhankelijk van de gebruikte bemonsteringstijd en analysetijd. Voor ammoniak bleek dit effect sterk aanwezig (dit wordt verklaard door condensatie in de meetleiding en de relatief goede oplosbaarheid van ammoniak in water, waardoor ammoniak in de meetleiding niet instantaan met de monsterstroom wordt ververst). Voor methaan speelde deze meetvertraging echter niet. Om de achtergrondconcentratie van methaan en ammoniak te bepalen werd de meetbox na elke meting aan het mat&valve of referentiesysteem van de vloer af gehaald en werd de meetleiding naar een neutrale (achtergrond) locatie tussen de ligboxen in de stal geleid. Vervolgens werd gedurende enige tijd de achtergrondconcentratie gemeten; vanwege de meetvertraging (in het bijzonder voor ammoniak) werd de gemeten concentratie aan het einde van deze meting gebruikt als achtergrondconcentratie voor de berekening van de ammoniak- en methaanemissie.

Voor een adequate meting van de vloeremissie is het beter om een meetopstelling te gebruiken waarmee een simultane verschilmeting van ingaande en uitgaande CH<sub>4</sub> concentratie kan worden uitgevoerd. Hiervoor dienen dan twee Multigasmeters gebruikt te worden, één aangesloten op de ingaande omgevingslucht (achtergrond), één aangesloten op de uitgaande lucht.

Tenslotte heeft de gebruikte meetbox slechts een oppervlak van 0,4 m<sup>2</sup> (ter vergelijking: de meetbox in het balansballen onderzoek had een oppervlak van 5,5 m<sup>2</sup>), wat de nauwkeurigheid van de metingen niet ten goede komt.

Geconcludeerd kan worden dat onduidelijk is in hoeverre de methaanmetingen betrouwbaar zijn. Het is niet duidelijk of de mogelijk storende effecten een even sterke invloed hebben gehad bij alle uitgevoerde metingen (er is namelijk sprake van wisselende luchtsamenstelling m.b.t. temperatuur, relatieve vochtigheid en methaanconcentratie); hierdoor kunnen systematische verschillen zijn ontstaan tussen de verschillende metingen (referentie versus Mat en Mat & Valve).

#### **4.10 Biologische afbraak van methaan**

Zoals in hoofdstuk 2 is aangegeven is de methaanemissie gelijk aan de methaanproductie minus eventuele ophoping en afbraak van methaan. Zoals toegelicht kan methaan afgebroken worden door aerobe bacteriën, zogenaamde methanotrofen. Zoals ook in het voorgaande hoofdstuk voor het balansballenonderzoek is besproken, is in diverse onderzoeken aangetoond dat afdekking van mest met een 'korst' een emissiereductie van methaan tot gevolg heeft die veroorzaakt wordt door afbraak door methanotrofen (Petersen et al., 2005; Petersen en Ambus, 2006; Berg en Brunsch, 2006). Zoals in de voorgaande paragrafen is besproken kan het toepassen van de comfort slat mats en/of de experimentele uitvoering van het onderzoek in enige mate invloed hebben op vervuiling van de vloerdelen of korstvorming in de kelder. Als gevolg hiervan zou eventuele microbiële afbraak door methaan ook beïnvloed kunnen worden.

De maximale methaanoxidatie die tot op heden is gevonden in natuurlijk gevormde korsten op drijfmest bedraagt 4,5 g CH<sub>4</sub>/m<sup>2</sup>/dag (Petersen en Ambus, 2006), oftewel ca. 200 mg/m<sup>2</sup>/uur, en is daarmee een maat voor het maximale effect wat je zou kunnen verwachten per m<sup>2</sup> vloeroppervlak. De gemeten emissiereductie (zie tabel 2) bedraagt echter 7.000 tot 12.000 mg CH<sub>4</sub>/m<sup>2</sup>/uur. Het lijkt onwaarschijnlijk dat deze emissiereductie veroorzaakt kan worden door methaanoxidatie.

## 5 Conclusies en aanbevelingen

In 2008 en 2009 zijn twee rapporten gepubliceerd met oriënterende ammoniakmetingen aan het balansballen-systeem en het Comfort Slat Mats-systeem (ook wel Mat&Valve genoemd); deze systemen hebben als doel emissiebeperking te bereiken in een rundveestal (Van Dooren *et al.*, 2008 en 2009). Tevens is in deze rapporten een indicatieve meting opgenomen van de methaanemissie van deze systemen. De methaanmetingen wijzen uit dat zowel het balansballen- als het Comfort Slat Mats-systeem een verlaging van de missie tot gevolg lijken te hebben.

In onderliggend rapport zijn deze rapporten nader onder de loep genomen met als doel een adequate verklaring te vinden voor de verlaagde emissie van methaan, zoals die werd gevonden. Hierbij is gekeken naar zowel mogelijke fysisch-chemische verklaringen als naar mogelijke biologische verklaringen.

Op grond van de uitgevoerde analyse worden de volgende conclusies getrokken:

- 1) Er kan geen fysisch-chemische of biologische mechanisme aangewezen worden dat de omvang van de gemeten methaanemissiereductie bij het balansballen- of Mat&Valve-systeem afdoende kan verklaren. Met andere woorden: er zijn mechanismen bekend die de methaanemissie kunnen doen afnemen, maar het is onwaarschijnlijk dat deze een dusdanig hoge emissiereductie tot gevolg hebben als in beide rapporten is gevonden.
- 2) Er zijn kritische kanttekeningen geplaatst bij de gebruikte meetapparatuur, sampletechniek en meetprocedure. Desalniettemin zijn er geen duidelijke aanwijzingen dat hierdoor grote systematische verschillen zijn geïntroduceerd in de metingen tussen de 'behandelingen' (het emissiebeperkende systeem versus het referentiesysteem). In ieder geval is onvoldoende aangetoond dat de gemeten verschillen in emissiereductie tussen de behandelingen zijn terug te leiden op de wijze waarop de metingen zijn uitgevoerd.

Kortom: wij kunnen de reductie van de methaanemissie zoals die gevonden is voor het balansballen- en Mat&Valve-systeem niet afdoende verklaren; ook kunnen we de stelling niet hard maken dat de gevonden emissiereductie is veroorzaakt door de opzet en uitvoering van de experimenten.

Desalniettemin is de in het onderzoek gevonden methaanemissiereductie zo hoog dat het interessant wordt geacht om deze systemen nader experimenteel te onderzoeken. Hiervoor zou het onderzoek onder beter gecontroleerde omstandigheden herhaald moeten worden en uitgevoerd moeten worden met een verbeterde techniek wat betreft monsternamen en analyse. De huidige meetrappporten zijn vooralsnog onvoldoende om te kunnen concluderen of de geteste systemen potentie hebben voor vergaande methaanemissiereductie en nader onderzoek is gewenst.

## Literatuur

Berg, W.; R. Brunsch; I. Pазsiczki (2006) Greenhouse gas emissions from covered slurry compared with uncovered during storage. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 112: 129-134.

Hansen, R.R.; D.A. Nielsen; A. Schramm; L.P. Nielsen; N.P. Revsbech; M.N. Hansen (2009) Greenhouse gas microbiology in wet and dry straw crust covering pig slurry. *J. Environ. Qual.* 38: 1311-1319.

Melse, R.W.; A.W. van der Werf (2005) Biofiltration for mitigation of methane emission from animal husbandry. *Environ. Sci. Technol.* Vol 39 No 14 pp 5460-5468. doi:10.1021/es048048q.

Mosquera, J.; J.M.G.Hol; J.W.H. Huis in 't Veld. (2008). Measurement method for ammonia emissions from animal houses with an outdoor yard. Report 100. Animal Sciences Group, Wageningen UR, Lelystad 21p. In Dutch with English Summary.

Mosquera, J.; G.J. Kasper; K. Blanken; F. Dousma; A.J.A. Aarnink. (2009). Development of a fast measurement method for the determination of ammonia emission reduction from floor related measures. Report 291, Wageningen UR Livestock Research, 15p. In Dutch with English summary.

Nielsen, D.A.; L.P. Nielsen; A. Schramm; N.P. Revsbech (submitted for publication) Oxygen distribution and potential ammonia oxidation in floating, liquid manure crusts.

Petersen, S.O.; Amon, B.; Gattinger, A. (2005) Methane oxidation in slurry storage surface crusts. *J Environ Qual.*, 34 (2), 455-461.

Petersen, S.O.; P. Ambus (2006) Methane oxidation in pig and cattle slurry storages, and effects of surface crust moisture and methane availability. *Nutr.Cycl.Agroecosys.* 74:1-11.

Petersen, S.O.; D.N. Miller (2006) Perspective. Greenhouse gas mitigation by covers on livestock slurry tanks and lagoons? *J. Sci. Food. Agric.* 86:1407-1411.

Van Dooren, H.J.C.; K. Blanken; H. Gunnink (2008) Oriënterende metingen van ammoniakemissie bij balansballen voor melkvee. Vertrouwelijk rapport 139. Animal Sciences Group van Wageningen UR, Lelystad.

Van Dooren, H.J.C.; K. Blanken; H. Gunnink (2009) Oriënterende metingen aan de Comfort Slat Mats voor melkvee. Rapport 225. Animal Sciences Group van Wageningen UR, Lelystad.







Wageningen UR Livestock Research

Edelhertweg 15, 8219 PH Lelystad T 0320 238238 F 0320 238050

E [info.livestockresearch@wur.nl](mailto:info.livestockresearch@wur.nl) | [www.livestockresearch.wur.nl](http://www.livestockresearch.wur.nl)