

Wageningen UR Livestock Research

Partner in livestock innovations



Rapport 493

Protocol voor meting van methaanemissie uit huisvestingssystemen in de veehouderij 2010

September 2011



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
Internet <http://www.livestockresearch.wur.nl>

Redactie

Communication Services

Copyright

© Wageningen UR Livestock Research, onderdeel van Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek, 2011

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 gedeponeerd bij de Arrondissementsrechtbank Zwolle.

Abstract

This report describes a measurement protocol for methane emissions from animal housing systems. The protocol is based on sampling periods of 24 hours spread over one year and can be applied in specified animal categories.

Keywords

Methane, emission, animal production

Referaat

ISSN 1570 - 8616

Auteurs

C.M. Groenestein, J. Mosquera, N.W.M. Ogink

Titel

Protocol voor meting van methaanemissie uit huisvestingssystemen in de veehouderij 2010

Rapport 493

Samenvatting

Dit rapport beschrijft een meetprotocol voor methaanemissies uit huisvestingssystemen in de veehouderij. Het protocol is afgestemd op aaneengesloten bemonsteringsperioden van 24 uur, verspreid over een jaar. Het protocol kan toegepast worden in gespecificeerde diercategorieën.

Trefwoorden

Methaan, emissie, veehouderij



LIVESTOCK RESEARCH
WAGENINGEN UR

Rapport 493

Protocol voor meting van methaanemissie uit huisvestingssystemen in de veehouderij 2010

Measurement protocol for methane emission from housing systems in livestock production 2010

C.M. Groenestein, J. Mosquera, N.W.M. Ogink

September 2011

Voorwoord

In opdracht van de toenmalige ministeries van LNV (thans het ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie) en van VROM (thans het ministerie van Infrastructuur en Milieu) heeft Wageningen UR Livestock Research een studie uitgevoerd naar een geschikt meetprotocol voor het bepalen van de methaanemissie uit stallen in de veehouderij. Het resultaat van dit werk wordt in dit rapport weergegeven. Het voorliggende protocol is onderdeel van de dit jaar uitgebrachte serie meetprotocollen gericht op het vaststellen van emissies van verschillende milieucomponenten uit stallen in de veehouderij. De inhoud van het nieuwe meetprotocol is bepaald aan de hand van de huidige stand van zaken wat betreft kennis van de technische eigenschappen en emissies uit veel voorkomende huisvestingssystemen in Nederland.

Dit meetprotocol bevat de meest recente inzichten in het meten van methaanemissie uit huisvestingssystemen. Voortschrijdende kennis en ervaringen kunnen het echter wenselijk maken dit meetprotocol aan te passen. Om noodzakelijke verbeteringen te kunnen doorvoeren, zal dit meetprotocol met enige regelmaat worden herzien. In bijzondere gevallen is afwijking van de in dit meetprotocol voorgeschreven werkwijze wenselijk of zelfs noodzakelijk. Als een huisvestingssysteem qua inrichting te zeer afwijkt van gebruikelijke stalsystemen waarop dit protocol is gebaseerd, zal een alternatieve, op dat specifieke geval toegesneden meetmethode moeten worden ontwikkeld, waarbij de meetnauwkeurigheid vergelijkbaar is met het voorliggende protocol. De noodzaak tot het hanteren van een alternatieve meetstrategie kan zich onder andere voordoen bij systemen die moeilijk te bemeten zijn qua ventilatiedebiet (zoals zeer open stallen) en bij huisvestingssystemen waarbij het emissieverloop moeilijk voorspelbaar is (zoals in bijzonder vernieuwende concepten).

De overheid kan dit meetprotocol voorschrijven voor het vaststellen van emissiefactoren of anderszins gebruiken voor regelingen. Bij gebruik van het protocol voor dit doel wordt geadviseerd om in geval van twijfel over de toepasbaarheid van dit meetprotocol, of in geval de wens bestaat van dit protocol af te wijken, het (aangepaste) meetplan en/of het onderliggende protocol nog vóór aanvang van de metingen te laten toetsen. Hiertoe kan een verzoek worden ingediend bij Agentschap NL, t.a.v. het secretariaat Rav, Postbus 8242, 3503 RE Utrecht. Een standaard format voor het indienen van een dergelijk verzoek vindt u op de website van Agentschap NL (www.agentschapnl.nl/rav).

Tot slot wil ik mijn dank uitspreken voor de waardevolle en deskundige inbreng van alle betrokken collega's van Livestock Research. Deze inbreng heeft in belangrijke mate bijgedragen aan de uiteindelijke kwaliteit van dit nieuwe meetprotocol.

Karin Groenestein

Projectleider
Wageningen UR Livestock Research

Inhoudsopgave

Voorwoord

1	Inleiding	1
2	Meetstrategie	4
3	Meetmethoden	5
	3.1 Meetmethoden voor concentratiemetingen	5
	3.2 Meetmethoden voor debietmetingen	7
4	Landbouwkundige randvoorwaarden	8
5	Berekening emissiefactor	9
6	Meetrapport	11
	Literatuur	13
	Bijlagen	15
	Bijlage A Onderverdeling van diercategorieën naar drie types emissiepatronen	15
	Bijlage B Landbouwkundige randvoorwaarden	16
	Bijlage C Leegstandspercentages per diercategorie	28
	Bijlage D Vaststelling van de term dierplaats voor verschillende diercategorieën	29
	Bijlage E Aanpassing van het meetprotocol voor luchtwassers, biofilters, en luchtwassers met bypassventilatoren	30

1 Inleiding

Dit rapport beschrijft een meetprotocol voor het meten van de emissie van methaan(CH_4) van een huisvestingssysteem ten behoeve van een emissiefactor. Met het begrip 'huisvestingssysteem' wordt in dit protocol hetzelfde bedoeld als omschreven in de Wet ammoniak en veehouderij. In deze wet wordt een huisvestingssysteem gedefinieerd als "een gedeelte van een dierenverblijf, waarin dieren van één diercategorie op dezelfde wijze worden gehouden". Dat betekent dat een huisvestingssysteem altijd is gekoppeld aan één diercategorie. Een huisvestingssysteem is meestal een stal of deel van een stal (afdeling) met bijbehorende, specifiek omschreven stalinrichting, maar kan ook een nageschakelde techniek voor luchtzuivering of mestdroging omvatten.

De werkwijze in dit protocol omvat het meten van de emissie, het berekenen van de emissiefactor en het rapporteren over meting en berekening. Met de emissiefactor van een huisvestingssysteem wordt de jaargemiddelde emissie bedoeld van dat systeem per dierplaats, met inachtneming van leegstandsperiodes. Emissie is het product van de concentratie (van methaan) en het ventilatie-debiet. Het protocol schrijft de bemonsteringsstrategie voor, de toegestane meetmethoden en de meetapparatuur, de randvoorwaarden aan de bedrijfsvoering tijdens metingen, en de wijze van berekenen en het rapporteren van de emissiefactoren. De gemaakte keuzes voor de inrichting van dit protocol zijn gebaseerd op kennis van de technische eigenschappen van de momenteel in de praktijk voorkomende huisvestingssystemen. In dit protocol zijn bovendien de ervaringen verwerkt van het meetprotocol voor de emissie van ammoniak (NH_3) uit huisvestingssystemen (Ogink e.a., 2011), dat tevens als uitgangspunt wordt gebruikt om dit meetprotocol voor methaanemissie uit huisvestingssystemen te formuleren. De inrichting van het protocol wordt hieronder op hoofdlijnen toegelicht.

De meetstrategie bepaalt de wijze waarop metingen verdeeld worden binnen de dimensies tijd en ruimte. De te hanteren meetstrategie bestaat in essentie uit een steekproef waarin de beschikbare middelen zo efficiënt mogelijk moeten worden ingezet om een zo groot mogelijke nauwkeurigheid van de vast te stellen gemiddelde emissie per jaar te behalen. De steekproef dient gericht te zijn op alle belangrijke variatiebronnen, zodat de spreiding van het uiteindelijke steekproefgemiddelde zo klein mogelijk wordt gemaakt. Stalemissies kunnen grote variaties in de tijd vertonen, zowel binnen een dag als over meerdaagse perioden en seizoenen heen. Deze variaties worden veroorzaakt door weersfactoren die het stalklimaat beïnvloeden, wisselende factoren met betrekking tot bedrijfsmanagement zoals voerkwaliteit, ventilatiemanagement en mestmanagement, en diervariatie zoals groei. Dat betekent dat verschillen in emissie tussen bedrijfslocaties met hetzelfde huisvestingssysteem, eveneens moeten worden beschouwd.

Het protocol is gericht op het meten van de emissie van een huisvestingssysteem. Dat betekent dat verschillen in emissie tussen bedrijfslocaties met hetzelfde huisvestingssysteem, eveneens moeten worden beschouwd. Voor een goede analyse ter bepaling van de optimale meetstrategie is een groot aantal datasets nodig. Het aantal beschikbare datasets met CH_4 is te beperkt om een dergelijke analyse uit te voeren. Daarom wordt voorgesteld om de resultaten voor NH_3 als uitgangspunt voor CH_4 te gebruiken. In een studie naar NH_3 -emissiereeksen uit varkensstallen zijn de groottes van verschillende variatiebronnen met behulp van statistische modellen geanalyseerd (Mosquera en Ogink, 2008). Daaruit bleek dat in elk van de onderzochte varkenscategorieën aanzienlijke spreidingen in emissies optreden, zowel binnen als tussen bedrijven. Gezien de factoren die de variaties in emissies bepalen is er geen reden om te veronderstellen dat de variatiestructuren bij andere diercategorieën anders zal zijn. De basisopzet qua meetstrategie is daarom voor alle diercategorieën gericht op een over het gehele jaar verdeeld bemonsteringsschema om de variatie in de tijd binnen een bedrijf te bemonsteren en is in eerste instantie generiek geformuleerd voor alle diercategorieën. Om de variatie tussen bedrijven in kaart te brengen wordt dit schema toegepast op vier bedrijven. Specifieke aanvullende informatie kan in sommige gevallen leiden tot een verbeterde benadering die afwijkt van de algemene lijn. Een voorbeeld hiervan is het beperkte effect van bedrijfslocaties op het methaanrendement van luchtzuiveringsinstallaties, waarbij volstaan kan worden met twee in plaats van vier bedrijfslocaties. Dergelijke verbijzonderingen van het protocol zullen in een aanvullende bijlage aan het protocol worden toegevoegd. Met het beschikbaar komen van meer informatie door het gebruik van dit protocol is het mogelijk dat in toekomstige versies meer aanvullingen worden toegevoegd.

Het meetschema is onderdeel van de meetstrategie en bestaat per bedrijfslocatie uit een aantal waarnemingen gedurende 24 uur die over het jaar verdeeld worden. Dit sluit aan bij de bevindingen uit de analyse van beschikbare datasets voor NH_3 (Ogink e.a., 2011) en uit een studie van methaanemissies uit vleesvarkensstallen (Groenestein e.a., 2005), waarin geconcludeerd werd dat het tijdsinterval van monsternamen betrouwbaar genoeg was wanneer gedurende een hele dag (24 uur) een verzamelmonster genomen werd. Eerder toegepaste strategieën met lange aaneengesloten bemonsteringsperiodes over meerdere dagen en weken worden niet toegepast omdat waarnemingen binnen deze periodes sterk met elkaar gecorreleerd kunnen zijn. Hierdoor wordt veel inspanning nodeloos gericht op dezelfde waarneming. Door waarnemingen in de tijd te spreiden worden zij in steekproeftechnische zin onafhankelijker en levert dit per inspanning veel meer informatie op over de variatie in emissie. Een steekproef dient volgens het toevalsprincipe te worden uitgevoerd, maar wordt effectiever wanneer rekening wordt gehouden met bekende en verwachte invloedsfactoren op de CH_4 -emissie. Dit protocol hanteert een opzet waarin wordt uitgegaan van over de seizoenen heen optredende reguliere emissiepatronen die kunnen verschillen per diercategorie. De verdeling van metingen over het jaar wordt daarom gebonden aan waarnemingen die dienen plaats te vinden binnen opeenvolgende tweemaandelijks periodes. Bij het spreiden van waarnemingen over een jaar dient voor een aantal diercategorieën bovendien rekening te worden gehouden met cyclische emissiepatronen die samenhangen met de groei van dieren. Dit treedt bijvoorbeeld op bij de diercategorieën vleesvarkens en vleeskuikens. Het protocol schrijft daarom specifiek voor dergelijke categorieën een gerichte verdeling binnen de productierondes voor.

Het meten van methaanemissies uit dierverblijven stelt hoge eisen aan toe te passen meetprincipes voor het vaststellen van ventilatiedebieten en methaanconcentraties. Ervaringen en inzichten rond in te zetten meetmethoden en apparatuur zijn door een breed samengestelde technische werkgroep eerder gebundeld in het rapport 'Meetmethode gasvormige emissies uit de veehouderij' (Mosquera e.a. 2002). In dit protocol wordt gebruik gemaakt van dit technisch overzicht en wordt voorgeschreven welke methoden en bijbehorende meetapparatuur kunnen worden ingezet. Daarbij wordt een onderscheid gemaakt naar hoofdgroepen van voorkomende stalventilatiesystemen.

De uit de metingen vast te stellen emissiefactor weerspiegelt het gemiddelde emissieniveau van een systeem in de praktijk. De omstandigheden tijdens de metingen dienen daarom representatief te zijn qua bedrijfsvoering. In theorie zou getracht kunnen worden exact die bedrijfsvoering tijdens metingen voor te schrijven die de gemiddelde emissie oplevert, ware het niet dat deze gemiddelde bedrijfsvoering voor een gemiddelde emissie niet gedefinieerd is. Een evenwichtige steekproef waarbinnen variaties in bedrijfsvoering binnen en tussen bedrijfslocaties tot uiting komt is daarom noodzakelijk. Voor een zo nauwkeurig mogelijk steekproefgemiddelde is het echter wel van belang de spreiding van bedrijfsparameters te limiteren die mogelijk effect hebben op de emissie. Op deze manier wordt voorkomen dat extreme toevalsituaties een te grote invloed hebben op de uiteindelijke emissiefactor. In het protocol wordt daarom voor elke diercategorie gebruik gemaakt van de zogenoemde landbouwkundige randvoorwaarden. Hierin wordt de gangbare bedrijfsvoering omschreven en worden, waar nodig, bandbreedtes aangegeven waarbinnen bedrijfsparameters mogen variëren. Bovendien wordt hierin vastgesteld welke bedrijfsparameters tijdens het uitvoeren van de metingen dienen te worden geregistreerd en gerapporteerd, om naderhand te kunnen verifiëren of de metingen hebben plaatsgevonden onder representatieve omstandigheden. De in dit meetprotocol opgenomen landbouwkundige randvoorwaarden zijn geactualiseerd naar de huidige bedrijfsomstandigheden (2010).

De meetresultaten vormen de basis voor de berekening van de emissiefactor. Het protocol geeft aan hoe dit dient te worden uitgevoerd. Tevens wordt beschreven hoe moet worden omgegaan met ontbrekende waarnemingen als gevolg van mogelijke technische storingen, en hoe moet worden omgegaan met eventueel extreem afwijkende waarnemingen (uitbijters). Bij het berekenen van een emissiefactor dient een correctie plaats te vinden voor de gemiddelde leegstand van huisvestingssystemen gedurende het jaar. In het protocol wordt per diercategorie aangegeven welke leegstandscorrecties representatief zijn voor de huidige bedrijfsvoering en moeten worden gebruikt voor de berekening van de emissiefactor. Het protocol omschrijft tevens op welke wijze de rapportage van de metingen en berekeningen moet worden uitgevoerd. Hierin zijn voorschriften voor de indeling en de te behandelen inhoudelijke aspecten opgenomen.

De onderdelen van het protocol worden in de volgende hoofdstukken nader beschreven. Om de hoofdlijn in de uitvoering helder te kunnen neerzetten wordt gebruik gemaakt van bijlagen voor de meer gedetailleerde (landbouw)technische informatie. Deze technische bijlagen maken overigens wel integraal deel uit van het protocol. Zoals eerder aangegeven zijn de verbijzonderingen van het meetprotocol voor specifieke techniegroepen eveneens in de bijlage opgenomen.

2 Meetstrategie

De meetstrategie behelst het aantal metingen en de verdeling van dit aantal in tijd, binnen en over bedrijfslocaties. De meetstrategie dient op de volgende wijze te worden ingericht:

1. Een meting heeft een minimum duur van 24 uur of een veelvoud daarvan. Bij verzamelmonsters (1 monster in 24 uur) moet de meting in duplo worden uitgevoerd.
2. De metingen moeten worden uitgevoerd op minimaal 4 verschillende bedrijfslocaties die voldoen aan de van toepassing zijnde landbouwkundige randvoorwaarden, zoals nader omschreven in hoofdstuk 4 van dit protocol.
3. Op elk van de 4 bedrijfslocaties moet 6 maal verdeeld over een jaar een meting worden uitgevoerd. De bemonsteringsperiodes van de bedrijfslocaties hoeven niet samen te vallen met het kalenderjaar, en de aanvang mag verschillen per locatie.
4. De verdeling over het jaar van de 6 metingen hangt af van het emissiepatroon van de betreffende diercategorie. Hierbij wordt een onderscheid gemaakt tussen diercategorieën met een gemiddeld stabiel emissiepatroon, diercategorieën met een rechtlijnig toenemend emissiepatroon als gevolg van groei gedurende een productieronde, en diercategorieën met een exponentieel toenemend emissiepatroon. In Bijlage A staat de verdeling van de diercategorieën over deze groepen opgenomen. De metingen bij diergroepen met een stabiel emissiepatroon dienen plaats te vinden in opeenvolgende tijdvakken van twee maanden, waarbij binnen een tijdvak een meting op een steekproefsgewijs (at random) gekozen dag dient te worden uitgevoerd.
5. Bij diergroepen met een rechtlijnig toenemend emissiepatroon dienen de metingen in opeenvolgende tweemaandelijks periodes te worden uitgevoerd. Aanvullend geldt de voorwaarde dat binnen elke bedrijfslocatie de metingen zodanig verdeeld zijn dat de helft van de metingen in het eerste deel en de andere helft in het tweede deel van de productieperiode valt. De metingen in het tweede deel van de productieperiode ($4 \times 3 = 12$ metingen) dienen gelijkmatig over de jaarkwartalen te worden verdeeld (drie per kwartaal).
6. Bij diergroepen met een exponentieel toenemend emissiepatroon dienen de metingen in opeenvolgende tweemaandelijks periodes te worden uitgevoerd. Aanvullend geldt de voorwaarde dat binnen elke bedrijfslocatie de metingen over de productieronde op de volgende wijze moet worden verdeeld: de productieronde wordt onderverdeeld in drie opeenvolgende gelijke tijdvakken, in het eerste tijdvak dient één meting plaats te vinden, in het tweede tijdvak twee metingen, en in het derde tijdvak drie metingen. De metingen in het derde tijdvak van de productieperiode ($4 \times 3 = 12$ metingen) dienen gelijkmatig over de jaarkwartalen te worden verdeeld (drie per kwartaal).
7. Wanneer er sprake is van repeterende management activiteiten die de emissie kunnen beïnvloeden (bijv. mestverwijdering) dient het meetschema hier op zodanige wijze te worden afgestemd dat een representatief gemiddelde uit de waarnemingen kan worden berekend.
8. Bij metingen aan melkveestallen met beweiding dienen de metingen tijdens de weideperiode plaats te vinden gedurende het deel van de dag dat de dieren staan opgesteld. De volledige dagemissie wordt naderhand berekend op basis van een in eerder onderzoek vastgestelde relatie tussen emissie tijdens opstallen en beweiden (zie hoofdstuk 5).

3 Meetmethoden

Voor de bepaling van de methaanemissie is de meting van de CH₄-concentratie en het ventilatiedebiet noodzakelijk. In het meetplan wordt afhankelijk van het huisvestingssysteem en de meetlocaties een keuze gemaakt uit de beschikbare meetmethodes. Bij luchtzuiveringssystemen wordt het rendement van de zuivering bepaald. Hiervoor moet de CH₄-concentratie van de ingaande en uitgaande lucht worden bepaald, alsmede het ventilatiedebiet.

De te gebruiken meetmethoden worden mede bepaald door het type stalsysteem. Voor de vaststelling van het ventilatiedebiet in natuurlijk geventileerde stallen kunnen geen meetventilatoren worden gebruikt en zal een tracergas methode moeten worden ingezet. Bij het gebruik van tracergas methoden is het vereist dat de stalgemiddelde concentratieverhouding tussen tracergas en methaan voldoende representatief kan worden bemonsterd. Een homogene menging van het tracergas in de stallucht is hier belangrijk. Bij toepassing van alle tracergasmethodes dient in het meetrapport de aannemelijkheid van homogene menging en representatieve bemonstering tijdens de metingen expliciet te worden onderbouwd.

In open natuurlijke geventileerde stallen met grote ventilatieopeningen kunnen in een aantal weersituaties de inlaat- en uitlaatstromingspatronen sterk wisselen tijdens de meting waardoor geen representatieve verhouding tussen tracergas en methaan kan worden vastgesteld. De oriëntatie van de stal en de windrichting spelen hier een belangrijke rol. Metingen kunnen ook worden verstoord door de directe nabijheid van andere stallen. Hier zijn oriëntatie, windrichting en afstand van belang. In voorkomende gevallen is het niet aannemelijk te maken dat tijdens de metingen sprake is van homogene menging en representatieve bemonstering. Emissiemetingen zijn in deze specifieke situaties volgens dit protocol niet mogelijk.

Hieronder worden de toegestane methodes besproken voor de vaststelling van de CH₄-concentratie en het ventilatiedebiet. De onderliggende meetprincipes van deze methodes en de wijze waarop zij moeten worden toegepast staat omschreven in technische documenten waarnaar voor elke methode wordt verwezen in Tabel 1. Gedurende alle metingen dient tevens de buitentemperatuur, staltemperatuur en relatieve luchtvochtigheid in de stal te worden vastgelegd.

Tabel 1 Toegestane meetmethodes voor vaststelling CH₄-concentratie en ventilatiedebiet

Meetmethoden	Omschrijving in literatuur
<p>CH₄-Concentratie</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gaschromatographie + vlamionisatie detector (FID) • Optische methoden <ul style="list-style-type: none"> ○ Fourier Transform InfraRed (FTIR) ○ Tunable Diode Laser (TDL) ○ FotoAkoestisch Spectroscopie (FAS) 	<p>CH₄-Concentratie</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mosquera e.a. (2002) • Arogo e.a. (2001), Mosquera e.a. (2002), Ni en Heber. (2001), Phillips e.a. (2001)
<p>Ventilatiedebiet</p> <ul style="list-style-type: none"> • Meetventilator • Geinjecteerd tracergas • Natuurlijk aanwezig tracergas (CO₂), berekend met CIGR-rekenmethodiek (2008), met inachtneming van extra CO₂ uit verwarmingssystemen 	<p>Ventilatiedebiet</p> <ul style="list-style-type: none"> • van Ouwkerk (1993); Bleijenberg en Ploegaert (1994); Mosquera e.a. (2002); Anonymus (1996) • Mosquera e.a. (2002) • CIGR (2002); Mosquera e.a. (2002); Pedersen e.a. (2008)

3.1 Meetmethoden voor concentratiemetingen

Methaanconcentraties worden over het algemeen met gaschromatografie of met optische instrumenten bepaald. **Gaschromatografie** maakt gebruik van de scheiding van verschillende chemische stoffen (componenten) in een speciaal geprepareerde kolom, op basis van hun verdelingscoëfficiënt over de mobiele fase (het gebruikte dragergas) en de stationaire fase (het

materiaal van de kolom). Eerst wordt het luchtmonster in de injectieport geïnjecteerd. Door verhitting in de injectieport verdampt het monster en worden alle componenten in de mobiele fase gebracht. Het draaggas stroomt in de richting van de kolom, die geplaatst is in een oven. Daar worden de verschillende componenten verdeeld tussen de mobiele en de stationaire fase, afhankelijk van hun affiniteit met het materiaal van de stationaire fase. Dit betekent dat componenten die bij voorkeur in de mobiele fase blijven snel door de kolom zullen stromen. Componenten die bij voorkeur in de stationaire fase verblijven, zullen later van de kolom stromen. Door de temperatuur van de oven te verhogen zullen steeds meer componenten (met een hoger kookpunt) van de kolom afgehaald kunnen worden. Na de kolom bevindt zich de detector. Deze zet de gescheiden componenten om in een elektrisch signaal, die omgezet kan worden in een te registreren piek (specifiek voor elk component). De concentratie van de component in het luchtmonster is evenredig met de oppervlakte van deze piek. Door verschillende detectoren te gebruiken kunnen verschillende componenten tegelijkertijd worden gemeten. Voor CH₄ wordt een vlamionisatie detector (FID) gebruikt.

Voordelen van gaschromatografie zijn een lage detectiegrens en de mogelijkheid meerdere gassen tegelijkertijd gemeten kunnen worden wanneer meerdere kolommen en detectoren aangesloten zijn. Nadelen zijn de hoge aanschafkosten en gekwalificeerde personeel voor onderhoud.

Gaschromatografie wordt veel gebruikt voor de bepaling van CH₄ concentraties in stallen (Groenestein en Reitsma, 1993; Groenestein en Huis in 't Veld, 1994; Guiziou en Béline, 2005; Huis in 't Veld en Monteny, 2003; Kaharabata e.a., 2000; Marik en Levin, 1996; Monteny e.a., 2005; Mosquera e.a., 2004; Osada e.a., 1998; Stout en Richard, 2003) en in het open veld (mestopslag, uitloop, mesttoediening, gehele landbouwbedrijf (boerderij); Amon e.a., 2006; Chadwick, 2005; Clemens e.a., 2006; Sneath e.a., 2006; Wassmann e.a., 1996; Yamulki, 2006).

Optische methoden maken gebruik van het principe dat verschillende gassen elektromagnetische straling in verschillende golflengtegebieden kunnen absorberen. Voor CH₄ worden er vooral drie optische methoden gebruikt: Fourier Transform InfraRed (FTIR), Tunable Diode Laser (TDL), en FotoAkoestisch Spectroscopie (FAS, ook wel Non Dispersive InfraRed-methode (NDIR)). FTIR en FAS systemen hebben als voordeel dat met hetzelfde instrument meerdere componenten simultaan kunnen meten, in tegenstelling met TDL systemen (wel mogelijk, maar meerdere lasers nodig). Deze drie systemen gebruiken een energiebron om straling in het infrarode golflengtegebied te genereren (een laser met smalle golflengtebreedte voor TDL systemen, een infrarode bron met een specifieke spectrale band van het infrarode spectrum voor FAS systemen, en met het gehele spectrum voor FTIR systemen).

Er bestaan optische systemen die gebaseerd zijn op doorstroom cellen (meetcel) en systemen die gebaseerd zijn op lange open weglengten (openpad). In meetcel gebaseerde systemen (FTIR, TDL, FAS) wordt lucht eerst in een meetcel (in het instrument) gezogen. De gassen in het luchtmonster absorberen een deel van het licht. Dit resulteert in een afname van de intensiteit van het licht (voor elk specifieke golflengte) die gemeten kan worden m.b.v. een detector. FAS systemen gebruiken een eenvoudige microfoon als detector. FTIR en TDL maken gebruik van infrarood detectoren met een golflengte afhankelijke respons. Systemen met een meetcel hebben als voordeel dat de metingen onder gecontroleerde omstandigheden (onder andere padlengte, temperatuur en druk in de cel) uitgevoerd kunnen worden. Soms kunnen deze parameters worden aangepast om een beter signaal te krijgen. Dit resulteert in een lagere detectiegrens t.o.v. openpad systemen. Nadeel van deze systemen is de vertraging tussen monsternamen en metingen, en verliezen die in het instrument zelf kunnen optreden. In openpad systemen (FTIR, TDL) wordt de afname van de intensiteit tussen twee punten (bron en detector) buiten het apparaat gemeten. Deze systemen hebben als voordeel dat er een gemiddelde concentratie kan worden bepaald over de hele padlengte (er wordt als het ware meer lucht bemonsterd). Het nadeel is dat metingen door wisselende weer- en stalklimaatomstandigheden (regen, mist, stof...) kunnen worden beïnvloed.

Optische systemen kunnen toegepast worden voor het meten van CH₄ concentraties in stallen (Amon e.a., 2001; Guiziou en Béline, 2005; Haeussermann e.a., 2006; Jungbluth e.a., 2001; Kinsman e.a., 1995; Nicks e.a., 2003; Osada e.a., 1998; Snell e.a., 2003; Zhang e.a., 2005) en in het open veld (mestopslag, uitloop, mesttoediening, gehele landbouwbedrijf (boerderij); Amon e.a., 2006; Clemens e.a., 2006; Coates e.a., 2004; Ellis e.a., 2001; Harper e.a., 1999; Hellebrand en Kalk, 2001; Hensen e.a., 2006; Monteny e.a., 2005).

3.2 Meetmethoden voor debietmetingen

Om het ventilatiedebiet te bepalen worden er momenteel drie verschillende methoden toegepast:

- 1) Meetventilator
- 2) Interne tracergas ratiomethode
- 3) CO₂ massabalansmethode

Een **meetventilator** (Van Ouwerkerk, 1993; Bleijenberg en Ploegaert, 1994; Mosquera e.a., 2002; Anonymous, 1996) is een groot formaat anemometer die geplaatst wordt onder elke ventilatiekoker in de afdeling. De diameter van de meetventilator moet gelijk zijn aan de diameter van de ventilatiekoker. De meetventilator is aangedreven door de luchtstroom in de ventilatiekoker en is daardoor niet gekoppeld aan de motor van de ventilator. De meetventilator wordt in een windtunnelopstelling gekalibreerd om de relatie tussen debietmetingen en de frequentie van de meetventilator (aantal pulsen per minuut) vast te stellen. Om het werkelijke ventilatiedebiet in de stal te bepalen wordt, per uur, het aantal pulsen per minuut op een datalogger geregistreerd. Via de ijklijn van de kalibratie wordt daarna het ventilatiedebiet bepaald.

De **interne tracergas ratiomethode** (Mosquera e.a., 2002) gaat uit van de aanname dat een tracergas, dat kunstmatig geïnjecteerd wordt in de stal, en het gas waarvan de emissie bepaald moet worden, zich op dezelfde manier door de stal verspreiden en zo een vergelijkbaar concentratieprofiel in de stal geven. Er wordt dus geen ventilatiedebiet gemeten maar gebruik gemaakt van een mengverhouding. Onder deze aanname is de verhouding van de bronsterkten van beide gassen direct terug te vinden in de verhouding van de gemeten gasgehalten. Randvoorwaarden voor de interne tracergas ratiomethode zijn dat:

- 1) een goede menging plaatsvindt tussen het tracergas en het te bemeten gas. Dit is meestal het geval voor gebouwen met een gerichte lucht-uitlaat of met een duidelijk in- en uitlaat. Voor zeer open stallen (gebouwen met een onduidelijk in- en uitlaat) kan dit een probleem zijn.
- 2) het tracergas nabij de bron wordt geïnjecteerd, om de bronverdeling voor beide gassen (tracergas en het te bemeten gas) vergelijkbaar te maken.
- 3) een representatief luchtmonster wordt genomen. De afstand tussen de emitterende oppervlakte en de plaats van bemonstering moet zodanig zijn dat de lucht goed gemengd is.

De **CO₂ massabalansmethode** (CIGR, 2002; Mosquera e.a., 2002; Pedersen e.a., 2008) is een speciale vorm van de interne tracergas ratiomethode. Het grootste verschil met tracergas experimenten is dat gebruik wordt gemaakt van de natuurlijke CO₂-productie in de stal. Deze methode heeft als voordeel t.o.v. meetventilatoren dat het goedkoop en eenvoudig toe te passen is (ook in gebouwen met een duidelijk in- en uitlaat). De onnauwkeurigheid van deze methode is echter groter dan in de interne tracergas ratiomethode. Bovendien moet de CO₂-productie in de stal worden ingeschat.

Voor gebouwen met een gerichte uitlaat van lucht wordt meestal gekozen om meetventilatoren te gebruiken (Amon e.a., 2001; Blanes en Pedersen, 2005; Groenestein en Huis in 't Veld, 1994; Groenestein en Reitsma, 1993; Groenestein en Van Faassen, 1996; Haeussermann e.a., 2006; Kinsman e.a., 1995; Li e.a., 2004; Nicks e.a., 2003; Osada e.a., 1998; Xin e.a., 2006), hoewel de tracergas ratiomethode (Kaharabata e.a., 2000; Marik en Levin, 1996) en de CO₂ massabalansmethode (Blanes en Pedersen, 2005; Li e.a., 2004; Pedersen e.a., 1998; Xin e.a., 2006) ook worden toegepast. Voor gebouwen met een duidelijk in- en uitlaat worden de interne tracergas ratiomethode (Huis in 't Veld en Monteny, 2003; Monteny e.a., 2005; Mosquera e.a., 2004; Snell e.a., 2003; Stout en Richard, 2003; Zhang e.a., 2005) en de CO₂ massabalansmethode (Van 't Klooster en Heitlager, 1994; Zhang e.a., 2005) gebruikt.

4 Landbouwkundige randvoorwaarden

In de landbouwkundige randvoorwaarden wordt per diercategorie de gangbare bedrijfsvoering omschreven en worden, waar nodig de bandbreedtes aangegeven waarbinnen bedrijfsparameters mogen variëren tijdens de meetperiode. De bedrijfsvoering op de meetlocaties dient te voldoen aan de geldende wettelijke welzijnsnormen. De minimale gebruiksduur van het huisvestingssysteem voorafgaand aan metingen staat beschreven. Deze gebruiksduur is opgenomen om tijdelijke nieuwheidseffecten op de emissie buiten te sluiten.

In de landbouwkundige randvoorwaarden staat opgenomen welke bedrijfsparameters tijdens het uitvoeren van de metingen dienen te worden geregistreerd en gerapporteerd, om naderhand te kunnen verifiëren of de metingen hebben plaatsgevonden onder representatieve omstandigheden. De registratie en rapportage betreffen in ieder geval de geldende welzijnsnormen en de wijze waarop daar aan wordt voldaan. De in dit meetprotocol opgenomen landbouwkundige randvoorwaarden zijn geactualiseerd naar de huidige bedrijfsomstandigheden en staan opgenomen in Bijlage B.

Voor zover de te bemeten diercategorie niet in deze bijlage voorkomt, wordt geadviseerd contact op te nemen met Agentschap NL (secretariaat Rav) als de metingen bedoeld zijn voor het vaststellen van emissiefactoren en er twijfel is over de representativiteit van de meetlocatie.

5 Berekening emissiefactor

Basisgegevens

Voor de berekeningen van de emissiefactor zijn de volgende basisgegevens vereist:

CH₄-concentratie: gemiddelde waarden uitgedrukt in mg/m³ over 24 uur (1 meetdag)

Ventilatiedebit, afhankelijk van toegepaste meetmethode:

- Totaal ventilatiedebit (m³/uur) op basis van meting met meetventilator over 24 uur
- Totaal ventilatiedebit (m³/uur), berekend op basis van interne tracergasratiomethode (gem. injectieniveau en gem. tracergasconcentratie uitgaande lucht over 24 uur)
- Totaal ventilatiedebit (m³/uur), berekend op basis van CO₂-balansmethode (gem. CO₂-concentratie ingaand en uitgaande lucht over 24 uur en invoergegevens CO₂-balansmodel).

Dieren:

- Aantal opgelegde dieren bij start productieronde
- Aantal aanwezige dieren per meetdag
- Aantal dierplaatsen

Randvoorwaarden voor berekening emissiefactor

Voor de berekening van de emissiefactor gelden de volgende voorwaarden:

- Alle meetresultaten van het volledige bemonsteringschema worden opgenomen in de berekening met uitzondering van:
 - meetgegevens die door technische storingen achteraf onbruikbaar zijn en niet meer tijdig opnieuw vastgesteld kunnen worden;
 - meetgegevens waarbij niet voldaan wordt aan de landbouwkundige randvoorwaarden, waaronder het voldoen aan welzijnsnormen;
 - meetgegevens die bij beschouwing van de gehele dataset op basis van een statistische toets als uitbijter kunnen worden beschouwd.
- Bij een te groot aantal onbruikbare meetgegevens, zoals hierboven gedefinieerd, kan geen emissiefactor worden berekend. Voor de emissiefactor moet per locatie minimaal 4 van de 6 voorgeschreven metingen bruikbaar zijn en van het totaal aantal metingen op alle locaties moet minimaal 80% bruikbaar zijn.
- De emissiefactor wordt gecorrigeerd voor de gemiddelde leegstand over het jaar voor de betreffende diercategorie. Bijlage C bevat de leegstandspercentages die bij de berekening moet worden toegepast.
- Voor de berekening van de emissie per stal naar emissie per dierplaats wordt voor de vaststelling van het aantal dierplaatsen uitgegaan van het minimum leefoppervlak per dier dat in welzijnsregelgeving staat voorgeschreven. Als er voor een diercategorie (nog) geen welzijns-eisen gelden, wordt uitgegaan van geldende adviesnormen voor de minimumoppervlakte per dier (Anonymous, 2007). Voor diercategorieën waarvoor de overheid geen welzijnsregels heeft vastgesteld en geen adviesnormen voorhanden zijn, wordt bij de vaststelling van het aantal dierplaatsen uitgegaan van het aantal dieren dat aan het begin van een productieronde wordt geplaatst bij een gangbare bedrijfsvoering in de betreffende sector. In bijlage D wordt per diercategorie aangegeven waarmee moet worden gerekend.

Berekening emissiefactor algemeen

De emissiefactor wordt per dierplaats uitgedrukt in kg CH₄ per jaar, en als volgt berekend:

- Voor alle bedrijven (j=1, 2, 3, 4) worden per meetdag (i=1, 2, ..., 6) de emissies van methaan E_{ij} (g/(dierplaats) per dag) berekend op basis van het gemiddeld ventilatiedebit V_{ij} (m³/(dierplaats) per dag) en de gemiddelde methaanconcentraties van de uitgaande lucht C_{uit,ij} en de ingaande lucht C_{in,ij}, (beide in g/m³):
- $E_{ij} = V_{ij} \times (C_{uit,ij} - C_{in,ij})$
- Vervolgens wordt het gemiddelde van alle dagemissies E_{ij} berekend en vermenigvuldigd met 365 dagen en [(100 – leegstandspercentage)/100] om de emissiefactor te berekenen.

Berekening emissiefactor bij exponentieel toenemende emissiepatronen

In afwijking van bovenstaande algemene berekeningswijze wordt voor de diercategorieën met een exponentieel toenemend emissiepatroon (zie bijlage A) de emissiefactor op de volgende wijze stapsgewijs berekend:

1. De productieronde bevat 3 gelijke tijdvakken, zoals gedefinieerd in hoofdstuk 2. Voor elk tijdvak afzonderlijk wordt de gemiddelde dagemissie berekend op basis van de binnen dit tijdvak beschikbare meetresultaten.
2. De emissiefactor wordt vervolgens berekend als het gemiddelde van de tijdvakgemiddeldes, en dit gemiddelde vermenigvuldigd met 365 en $[(100 - \text{leegstandspercentage})/100]$.

Berekening emissiefactor bij melkvee met weidegang en permanent opstallen

Bij de berekening van emissiefactoren voor huisvestingssystemen van melkvee wordt de emissiefactor berekend voor zowel de bedrijfsvoering met beweiding als de bedrijfsvoering met permanent opstallen. Voor de bedrijfsvoering met beweiding dient de emissiefactor te zijn gebaseerd op 190 staldagen en 175 weidedagen. Bovendien dient de berekende emissiefactor te worden gestandaardiseerd naar 10 uur weidegang tijdens de weidedagen. Bij het uitvoeren van metingen kan zowel sprake zijn van een bedrijfsvoering met beweiding als een bedrijfsvoering met permanent opstallen. De berekeningswijze wordt hierna voor beide uitgangssituaties toegelicht:

Bedrijfsvoering met beweiding:

Bij metingen gedurende weidedagen wordt alleen de emissie tijdens opstallen gemeten en vervolgens wordt hieruit de gehele dagemissie (opstallen + beweiden) berekend. In de Nationale Emissieberekening (Maas e.a., 2010) wordt er van uitgegaan dat tijdens een stalperiode 75% van de CH₄ in melkveestallen afkomstig is van de dieren en 25% van de mest. De standaardisatie voor dagemissie tijdens weidegang en de berekening van beide emissiefactoren (weidegang en permanent opstallen) wordt als volgt uitgevoerd:

1. Berekening dagemissie tijdens weideperiode: (gemiddeld gemeten emissie/dierplaats per uur) * $(0,25 * 24 + 0,75 * (24 - \text{aantal weide uren}))$.
2. Berekening emissiefactor met weidegang: $190 * \text{gemiddelde dagemissie stalperiode} + 175 * \text{gemiddelde dagemissie weideperiode}$.
3. Berekening emissiefactor met permanent opstallen: gemiddelde dagemissie van metingen tijdens de weidegangperiode wordt gelijkgesteld aan de gemiddelde emissie tijdens de opstaluren, vervolgens wordt het gemiddelde van alle dagemissies per dierplaats berekend en vermenigvuldigd met 365.

Bedrijfsvoering met permanent opstallen:

Bij metingen met permanent opstallen dienen voor de emissiefactor met beweiding de metingen gedurende de weideperiode omgerekend te worden naar de bedrijfsvoering met beweiding:

1. Berekening dagemissie tijdens weideperiode: (gemiddeld gemeten emissie/dierplaats per uur) * $(0,25 * 24 + 0,75 * (24 - \text{aantal weide uren}))$.
2. Berekening emissiefactor met weidegang: $190 * \text{gemiddelde dagemissie stalperiode} + 175 * \text{gemiddelde dagemissie weideperiode}$.
3. Berekening emissiefactor met permanent opstallen: berekening overall gemiddelde van alle dagemissies per dierplaats en vermenigvuldiging met 365 voor de emissie op jaarbasis.

6 Meetrapport

Het meetrapport bevat in ieder geval de volgende elementen:

Inleiding en doelstelling

Hierin wordt de aanleiding, context, opdrachtverlening en uitvoering, en doel van de metingen beschreven.

Materiaal en methoden

Emissiereducerend principe onderzocht huisvestingsysteem

Het toegepaste emissiereducerende principe wordt in chemisch/fysische termen toegelicht.

Beschrijving meetlocaties:

- Omschrijving stallen/afdelingen, oriëntatie N/Z
- Uitvoering emissiereducerend systeem op meetlocaties
- Afmetingen (lxbxh), oppervlak en inhoud, lay-out met indeling
- Mestmanagement: fysieke beschrijving van de mestopslag in de stal en buiten de stal, verwijderingsdata en verwijderingsmethode van mest uit de stal naar de (buiten)opslag alsmede de verblijftijden van de mest in de stal en de (buiten)opslag.
- Mestroosteroppervlak, mestbesmeurd oppervlak*
- Uitvoering roostervloer*
- Aantal dieren en bezetting tijdens meting, conformiteit met dierwelzijnseisen
- Systeem luchtinlaat
- Systeem luchtuitlaat
- Ventilatoren en capaciteit*
- Ventilatie-in stellingen*
- Temperatuurinstellingen*
- Verwarming*
- Speciale klimaatvoorzieningen*
- Voersysteem, voersoorten
- Voeraanbod, voertijden
- Drinkstelsel
- Strooisel*
- Lichtregeling
- Productie-eigenschappen
- Technische parameters die op basis van de landbouwkundige randvoorwaarden moeten worden geregistreerd

*Indien van toepassing

Meetperiodes

Bevat schema met data waarop de metingen hebben plaatsgevonden, en bespreekt conformiteit meetschema met meetprotocol en eventuele afwijkingen van de voorgeschreven meetstrategie.

Meetmethode en meetapparatuur

- Beschrijving toegepaste meetmethoden
- Meetapparatuur
- Schema meetpunten, inclusief bespreking keuze meetpunten
- IJkingsprocedure meetapparatuur, kwaliteitsbewaking tijdens metingen
- Controles van niveau metingen
- Eventueel aanvullende metingen indien nodig voor controle emissiereducerend principe (bv. waswatereigenschappen bij luchtwassers)
- Dataverwerking meetgegevens en berekeningswijze

Resultaten

Dit hoofdstuk bevat de volgende onderdelen:

- Alle relevante zoötechnische parameters en omgevingsparameters tijdens de metingen, inclusief de wijze waarop tijdens de meetperiode voldaan wordt aan de welzijnsnormen voor de betreffende diercategorie
- Verslag van de gemeten debieten, concentraties en emissies in samenvattende tabel- of grafiekvorm
- Bespreking van afwijkende omstandigheden die de meetresultaten kunnen hebben beïnvloed
- Informatie over het emissiereducerend systeem, voor zover relevant voor de interpretatie van de meetgegevens
- Toelichting op de bruikbaarheid van meetresultaten voor berekening emissiefactor (zie hoofdstuk 5)
- Berekening van de emissiefactor

Discussie en conclusies

De resultaten worden besproken in relatie tot het werkingsprincipe van het emissiereducerend systeem en uit de literatuur bekende emissieniveaus van vergelijkbare huisvestingsystemen. In de discussie moet met argumenten onderbouwd worden of de resultaten betrouwbaar en plausibel mogen worden verondersteld en representatief voor het onderzochte systeem. Ter afsluiting dienen de hoofdelementen van de resultaten en de discussie in concluderende zin worden samengevat.

Literatuur

- Amon, B., Th. Amon, J. Boxberger en Ch. Alt (2001). Emissions of NH₃, N₂O and CH₄ from dairy cows housed in a farmyard manure tying stall (housing, manure storage, manure spreading). *Nutrient Cycling in Agroecosystems* **60**, 103-113.
- Amon, B., V. Kryvoruchko, T. Amon en S. Zechmeister-Boltenstern (2006). Methane, nitrous oxide and ammonia emissions during storage and after application of dairy cattle slurry and influence of slurry treatment. *Agriculture, Ecosystems and Environment* **112**, 153-162.
- Anonymus (1996). Beoordelingsrichtlijn in het kader van Groen Label stallen, uitgave maart 1996. Publicatie van de Ministeries van Volksgezondheid, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer en Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Den Haag.
- Anonymus (2007). Informatiedocument Leefoppervlaktes in de Intensieve Veehouderij. Via adres (januari 2011): <http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/rapporten/2007/04/05/informatiedocument-leefoppervlaktes-in-de-intensieve-veehouderij.html>
- Arogo, J., P.W. Westerman, A.J. Heber, W.P. Robarge en J.J. Classen (2001). Ammonia in animal production. A review. In 2001 ASAE Annual International Meeting, July 30- August 1, Sacramento, California, USA.
- Blanes, V. en S. Pedersen (2005). Ventilation flow in pig houses measured and calculated by carbon dioxide, moisture and heat balance equations. *Biosystems Engineering* **92(4)**, 483-493.
- Bleijenberg, R. en Ploegaert, J.P.M. (eds.) (1994). Handleiding meetmethode ammoniakemissies uit mechanisch geventileerde stallen: Apparatuur, installatie en gegevensverwerking. Wageningen, IMAG-DLO report 94-1.
- Chadwick, D.R. (2005). Emissions of ammonia, nitrous oxide and methane from cattle manure heaps: effect of compaction and covering. *Atmospheric Environment* **39**, 787-799.
- CIGR (2002). 4th Report of Working Group on Climatization of animal houses. Heat and moisture production at animal and house levels (eds. Pedersen, S.; K. Sällvik).
- Clemens, J., M. Trimborn, P. Weiland en B. Amon (2006). Mitigation of greenhouse gas emissions by anaerobic digestion of cattle slurry. *Agriculture, Ecosystems and Environment* **112**, 171-177.
- Coates, T., S.M. McGinn en J. Bauer (2004). Application of open-path TDL analysers for determination of methane and ammonia emissions from livestock facilities. In 26th Conference on Agricultural and Forest Meteorology, 22-26 August, Vancouver, Canada.
- Ellis, S., J. Webb, T. Misselbrook en D. Chadwick (2001). Emission of ammonia (NH₃), nitrous oxide (N₂O) and methane (CH₄) from a dairy hardstanding in the UK. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* **60**, 115-122.
- Groenestein, C.M. en J.W.H. Huis in 't Veld (1994). Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XV. Potstal voor zoogkoeien. *DLO Rapport 94-1006*.
- Groenestein, C.M. en B. Reitsma (1993). Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen X. Potstal voor melkvee. *DLO Rapport 93-1005*.
- Groenestein, C.M. en H.G. Van Faassen (1996). Volatilization of ammonia, nitrous oxide and nitric oxide in deep-litter systems for fattening pigs. *Journal of Agricultural Engineering Research* **65**, 269-274.
- Groenestein, C.M., A.V. Wagenberg en J. Mosquera (2005). Methaanemissie uit vleesvarkensstallen: ontwikkeling meetprotocol en plan van aanpak voor het meten van het effect van mestkoelen in de praktijk. A&F-rapport 503.
- Guizou, F. en F. Béline (2005). In situ measurement of ammonia and greenhouse gas emissions from broiler houses in France. *Bioresource Technology* **96**, 203-207.
- Haeussermann, A., E. Hartung, E. Gallmann en T. Jungbluth (2006). Influence of season, ventilation strategy, and slurry removal on methane emissions from pig houses. *Agriculture, Ecosystems and Environment* **112**, 115-121.
- Harper, L.A., O.T. Denmead, J.R. Freney en F.M. Byers (1999). Direct measurements of methane emissions from grazing and feedlot cattle. *American Society of Animal Science* **77**, 1392-1401.
- Hellebrand, H.J. en W.D. Kalk (2001). Emissions of methane, nitrous oxide, and ammonia from dung windrows. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* **60**, 83-87.
- Hensen, A., T.T. Groot, W.C.M. van den Bulk, A.T. Vermeulen, J.E. Olesen en K. Schelde (2006). Dairy farm CH₄ and N₂O emissions, from one square metre to the full farm scale. *Agriculture, Ecosystems and Environment* **112**, 146-152.
- Huis in 't Veld, J.W.H. en G.J. Monteny (2003). Methaanemissie uit natuurlijk geventileerde melkveestallen. *IMAG Rapport 2003-01*.
- Jungbluth, T., E. Hartung en G. Brose (2001). Greenhouse gas emissions from animal houses and manure stores. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* **60**, 133-145.
- Kaharabata, S.K., P.H. Schuepp en R.L. Desjardins (2000). Estimating methane emissions from dairy cattle housed in a barn and feedlot using an atmospheric tracer. *Environmental Science and Technology* **34**, 3296-3302.

- Kinsman, R., F.D. Sauer, H.A. Jackson en M.S. Wolynetz (1995). Methane and carbon dioxide emissions from dairy cows in full lactation monitored over a six-month period. *Journal of Dairy Science* **78**, 2760-2766.
- Li, H., H. Xin, Y. Liang, R.S. Gates, E.F. Wheeler en A.J. Heber (2004). Comparison of direct vs. indirect ventilation rate determination for manure belt laying hen houses. In *2004 ASAE/CSAE Annual International Meeting*, 1-4 August, Ottawa, Ontario, Canada.
- Marik, T. en I. Levin (1996). A new tracer experiment to estimate the methane emissions from a dairy cow shed using sulfur hexafluoride (SF₆). *Global Biogeochemical Cycles* **10(3)**, 413-418.
- Melse, R.W. en J.C.T.J. Franssen (2010). Elektronische monitoring van luchtwassers op veehouderijbedrijven. Wageningen UR Livestock Research Rapport 349.
- Monteny, G.J., A. Hol en J. Mosquera (2005). Gasvormige emissies. In *Nutriënten management op het melkveebedrijf van de familie Spruit. Studie naar bedrijfsvoering en milieukwaliteit, synthese rapport* (eds. Sonneveld, M.P.W. en J. Bouma), Wageningen UR Rapport 2005-049.
- Mosquera, J. en N.W.M. Ogink (2008). Analyse ammoniakemissieniveaus van praktijkbedrijven in de varkenshouderij (1990-2003). Lelystad, Rapport / Animal Sciences Group 135.
- Mosquera, J., P. Hofschreuder, J.W. Erisman, E. Mulder, C.E. van 't Klooster, N. Ogink, D. Swierstra en N. Verdoes (2002). Meetmethoden gasvormige emissies uit de veehouderij. *IMAG Rapport 2002-12*.
- Mosquera, J., J.M.G. Hol en J.W.H. Huis in 't Veld (2004). Onderzoek naar de emissies van een natuurlijk geventileerde potstal voor melkvee. I. Stal. *A&F Rapport 324*.
- Mosquera, J., J.M.G. Hol, A. Winkel, J.W.H. Huis in 't Veld, F. Dousma, N.W.M. Ogink en C.M. Groenestein (2011). Fijnstofemissie uit stallen: nertsen. Lelystad, Wageningen UR Livestock Research, Rapport 340.
- Ni, J.Q. en A.J. Heber (2001). Sampling and measurement of ammonia concentration at animal facilities. A review. In *2001 ASAE Annual International Meeting*, July 30- August 1, Sacramento, California, USA.
- Nicks, B., M. Laitat, M. Vandenheede, A. Désiron, C. Verhaeghe en B. Canart (2003). Emissions of ammonia, nitrous oxide, methane, carbon dioxide and water vapor in the raising of weaned pigs on straw-based and sawdust-based deep litters. *Animal Research* **52**, 299-308.
- Ogink, N.W.M., J. Mosquera en J.M.G. Hol (2011). Protocol voor meting van ammoniakemissie uit huisvestingsystemen in de veehouderij 2010. Wageningen UR Livestock Research Rapport 454.
- Osada, T., H.B. Rom en P. Dahl (1998). Continuous measurement of nitrous oxide and methane emission in pig units by infrared photoacoustic detection. *Transactions of the ASAE* **41(4)**, 1109-1114.
- Pedersen, S., V. Blanes-Vidal, M. J. W. Heetkamp, and A. J. A. Aarnink. 2008. Carbon dioxide production in animal houses: A literature review. *Agricultural Engineering International: CIGR Ejournal*. Manuscript BC 08 008, Vol. X. December, 2008.
- Pedersen, S., H. Takai, J.O. Johnsen, J.H.M. Metz, P.W.G. Groot Koerkamp, G.H. Uenk, V.R. Phillips, M.R. Holden, R.W. Sneath, J.L. Short, R.P. White, J. Hartung, J. Seedorf, M. Schröder, K.H. Linkert en C.M. Wathes (1998). A comparison of three balance methods for calculating ventilation rates in livestock buildings. *Journal of Agricultural Engineering Research* **70**, 25-37.
- Phillips, V.R., R. Scholtens, D.S. Lee, J.A. Garland en R.W. Sneath (2001). A review of methods for measuring emission rates of ammonia from livestock buildings and slurry or manure stores. Part 2: Monitoring flux rates, concentrations and airflow rates. *Journal of Agricultural Engineering Research* **78(1)**, 1-14.
- Sneath, R.W., F. Beline, M.A. Hilhorst en P. Peu (2006). Monitoring GHG from manure stores on organic and conventional dairy farms. *Agriculture, Ecosystems and Environment* **112**, 122-128.
- Snell, H.G.J., F. Seipelt en H.F.A. van den Weghe (2003). Ventilation rates and gaseous emissions from naturally ventilated dairy houses. *Biosystems Engineering* **86(1)**, 67-73.
- Stout, V.L. en T.L. Richard (2003). Swine methane emissions using the tracer gas ratio method. In *2003 ASAE Annual International Meeting*, 27-30 July, Las Vegas, Nevada, USA.
- Van Ouwkerk, E.N.J. (ed.) (1993). Meetmethoden NH₃-emissie uit stallen. *Onderzoek inzake de mest- en ammoniakproblematiek in de veehouderij* **16**, DLO, Wageningen.
- Van 't Klooster, C.E. en B.P. Heitlager (1994). Determination of minimum ventilation rate in pig houses with natural ventilation based on carbon dioxide balance. *Journal of Agricultural Engineering Research* **57**, 279-287.
- Wassmann, R., H.U. Neue, M.C.R. Alberto, R.S. Lantin, C. Bueno, D. Llenaresas, J.R.M. Arah, H. Papen, W. Seiler en H. Rennenberg (1996). Fluxes and pools of methane in wetland rice soils with varying organic inputs. *Environmental Monitoring and Assessment* **42**, 163-173.
- Xin, H., H. Li, R.T. Burns, R.S. Gates, D.G. Overhults, J.W. Earnest, L.B. Moody en S.J. Hoff (2006). Use of CO₂ concentrations or CO₂ balance to estimate ventilation rate of modern commercial broiler houses. In *2006 ASABE Annual International Meeting*, 9-12 July, Portland, Oregon, USA.
- Yamulki, S. (2006). Effect of straw addition on nitrous oxide and methane emissions from stored farmyard manures. *Agriculture, Ecosystems and Environment* **112**, 140-145.
- Zhang, G., J.S. Strøm, B. Li, H.B. Rom, S. Morsing, P. Dahl en C. Wang (2005). Emission of ammonia and other contaminant gases from naturally ventilated dairy cattle buildings. *Biosystems Engineering* **92(3)**, 355-364.

Bijlagen

Bijlage A Onderverdeling van diercategorieën naar drie types emissiepatronen

Tabel A1 Diercategorieën uit de Rav met een een stabiel emissiepatroon.

Hoofdcategorie	Diercategorie
A. Rundvee	Melk- en kalfkoeien > 2 jaar Zooikoeien > 2 jaar Vrouwelijk jongvee tot 2 jaar Fokstieren en overig rundvee > 2jaar
B. Schapen	Schapen > 1 jaar inclusief lammeren tot 45 kg
C. Geiten	Geiten > 1 jaar
D. Varkens	Guste en dragende zeugen
E. Kippen	Legkippen en (groot)-ouderdieren van legrassen (Groot)-ouderdieren van vleeskuikens
F. Kalkoenen	Ouderdieren van vleeskalkoenen > 30 weken
G. Eenden	Ouderdieren van vleeseenden tot 2 jaar
I. Konijnen	Voedsters inclusief 0,15 ram en bijbehorende jongen tot spenen
K. Paarden	Volwassen paarden > 3jaar Paarden in opfok < 3 jaar Volwassen pony's > 3 jaar Pony's in opfok < 3 jaar
L. Struisvogels	Struisvogelouderdieren

Tabel A2 Diercategorieën met een groeicurve, en een naar verwachting rechtlijnig toenemend emissiepatroon

Hoofdcategorie	Diercategorie	Gemiddelde groeiperiode (dg)
A. Rundvee	Vleeskalveren tot circa 8 maande Vleesstieren en overige vleesvee van circa 8 tot 24 maanden	180 tot 248 548
C. Geiten	Opfokgeiten van 61 dagen tot 1 jaar Opfokgeiten en afmestlammeren tot 60 dagen	304 60
D. Varkens	Biggenopfok (gespeende biggen) Kraamzeugen (incl. biggen tot spenen) Vleesvarkens van 25 kg tot 110 kg (ook opfokberen en opfokzeugen)	42 40 110
E. Kippen	Opfokhennen en hanen < 18 weken Opfok grootkuikenouderdieren < 19 weken	126 133
F. Kalkoenen	Opfok ouderdieren vleeskalkoenen tot 6 weken Opfok ouderdieren vleeskalkoenen van 6 tot 30 weken	42 168
H. Pelsdieren	Nertsen*	122
I. Konijnen	Vlees en opfokkonijnen tot dekleeftijd	60
L. Struisvogels	Opfokstruisvogels tot 4 maanden Vleesstruisvogels 4 tot 12 maanden	120 240

* Nertsenproductie bevat drie stadia over het jaar: periode met teven zonder pups, dracht- en kraamperiode, groeiperiode pups. Metingen dienen over deze stadia verspreid te worden

Tabel A3 Diercategorieën met een groeicurve, en een naar verwachting exponentieel toenemend emissiepatroon

Hoofdcategorie	Diercategorie	Gemiddelde groeiperiode (dg)
E. Kippen	Vleeskuikens	42
F. Kalkoenen	Vleeskalkoenen	115 tot 144
G. Eenden	Vleeseenden	42
J. Parelhoenders	Vleesparelhoenders	42

Bijlage B Landbouwkundige randvoorwaarden

Landbouwkundige randvoorwaarden			
Code:	Categorie:	Subcategorie:	Datum:
A1	Melkveehouderij gangbaar	Melk- en kalfkoeien ouder dan 2 jaar	December 2010
Huisvesting	<p>In de melkveestal waarin de metingen plaatsvinden kunnen naast de lacterende dieren tevens droogstaande melkkoeien en drachtig jongvee worden gehuisvest onder de hierna genoemde voorwaarden. Het aantal droogstaande dieren mag gedurende een meetdag niet meer dan 25% van het aantal melkkoeien (droogstaand plus melkgevend) bedragen. Drachtig jongvee dat groot genoeg is voor huisvesting in ligboxen voor volwassen dieren, mag eveneens in de melkveestal gehouden worden. Het aantal eenheden drachtig jongvee mag gedurende een meetdag niet meer dan maximaal 30% van het totale aantal melkkoeien (melkgevend en droogstaand) bedragen. Over alle meetdagen heen gemiddeld mag het aandeel jongvee niet meer dan 25% van het aantal melkkoeien bedragen. Op meetdagen mag het aantal in de stal aanwezige dieren (melkkoeien plus jongvee) niet meer dan 10% afwijken (zowel naar beneden als boven) van het aantal in de stal aanwezige ligboxen. Bij onderbezettingen met afwijkingen tussen de 10 en 20% van het aantal ligboxen, dient het teveel aan beloopbaar oppervlak en bijbehorende emitterend kelderoppervlak te worden afgesloten voor dieren en zo afgedekt te worden dat hieruit geen emissies kunnen optreden. Tijdens de meetperiode wordt voldaan aan de geldende dierwelzijnsnormen.</p> <p>In de acht weken voorafgaand aan de meting verblijven de koeien per etmaal minstens de helft van de tijd in de stal.</p>		
Klimaat	De koeien worden gehouden onder zodanige omstandigheden dat de CO ₂ -concentratie in de lucht van de stal op dierniveau onder de 3.000 ppm blijft.		
Voeding	Het rantsoen moet voor minimaal 50% uit ruwvoer bestaan en minimaal 160 g RE/kg drogestof (ds) bevatten of een ureumgetal hebben van 15 of meer.		
Productie	De gemiddelde melkgift dient minstens 20 kg meetmelk/koe/dag te zijn.		
Gezondheid en hygiëne	De melkkoeien krijgen standaard veterinaire zorg.		
Aantal dieren	Het aantal melkgevende en droogstaande koeien dient minimaal 30 zijn.		
Registratie	<p><i>Gedurende een periode van minimaal 4 weken voorafgaand aan de meting:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - totaal aantal kg verstrekt krachtvoer in de stal - totaal aantal kg verstrekt ruwvoer in de stal - ureumgetal van de melk (tankureumgetal) - aanwezige + ingaande en uitgaande melkkoeien, droogstaande koeien en jongvee (ook tijdens meting) <p><i>Tijdens de meting:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - CO₂-concentratie - De wijze waarop voldaan wordt aan tijdens de meetperiode geldende dierwelzijnsnormen - Mestmanagement: fysieke beschrijving van de mestopslag in de stal en buiten de stal, verwijderingsdata en verwijderingsmethode van mest uit de stal naar de (buiten)opslag alsmede de verblijftijden van de mest in de stal en de (buiten)opslag 		

Landbouwkundige randvoorwaarden			
<i>Code:</i>	<i>Categorie:</i> Melkveehouderij biologisch	<i>Subcategorie:</i> Melk- en kalfkoeien	<i>Datum:</i> December 2010
Huisvesting	<p>Volgens de SKAL-regels moet elke koe minimaal 6 m² staloppervlak hebben waarvan 50% dichte vloer. Tijdens de meting dient voor iedere koe een ligplaats aanwezig te zijn.</p> <p>In de melkveestal waarin de metingen plaatsvinden kunnen naast de lacterende dieren tevens droogstaande melkkoeien en drachtig jongvee worden gehuisvest onder de hierna genoemde voorwaarden. Het aantal droogstaande dieren mag gedurende een meetdag niet meer dan 25% van het aantal melkkoeien (droogstaand plus melkgevend) bedragen. Drachtig jongvee dat groot genoeg is voor huisvesting in ligboxen voor volwassen dieren, mag eveneens in de melkveestal gehouden worden. Het aantal eenheden drachtig jongvee mag gedurende een meetdag niet meer dan maximaal 30% van het totale aantal melkkoeien (melkgevend en droogstaand) bedragen. Over alle meetdagen heen gemiddeld mag het aandeel jongvee niet meer dan 25% van het aantal melkkoeien bedragen. Op meetdagen mag het aantal in de stal aanwezige dieren (melkkoeien plus jongvee) niet meer dan 10% afwijken (zowel naar beneden als boven) van het aantal in de stal aanwezige ligboxen. Bij onderbezettingen met afwijkingen tussen de 10 en 20% van het aantal ligboxen, dient het teveel aan beloopbaar oppervlak en bijbehorende emitterend kelderoppervlak te worden afgesloten voor dieren en zo afgedekt te worden dat hieruit geen emissies kunnen optreden. Tijdens de meetperiode wordt voldaan aan de geldende dierwelzijnsnormen.</p> <p>In de acht weken voorafgaand aan de meting verblijven de koeien per etmaal minstens de helft van de tijd in de stal.</p>		
Klimaat	De koeien worden gehouden onder zodanige omstandigheden dat de CO ₂ -concentratie in de lucht van de stal onder de 3.000 ppm blijft.		
Voeding	Het voer moet voor minstens 50% uit ruwvoer bestaan en minimaal 160 g RE/kg ds bevatten of een ureumgetal hebben van 15 of meer.		
Productie	De gemiddelde melkgift dient minstens 18 kg meetmelk/koe/dag te zijn		
Gezondheid en hygiëne	Bij de veterinaire zorg wordt het gebruik van gangbare geneesmiddelen beperkt en zo mogelijk gebruik gemaakt van alternatieve behandelmethoden.		
Aantal dieren	Het aantal melkgevende en droogstaande koeien moet minimaal 30 zijn.		
Registratie	<p><i>Gedurende een periode van minimaal 4 weken voorafgaand aan de meting:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - totaal aantal kg verstrekt krachtvoer in de stal - totaal aantal kg verstrekt ruwvoer in de stal - ureum getal van de melk (tankureumgetal) - aanwezige + ingaande en uitgaande melkkoeien, droogstaande koeien en jongvee <p><i>Tijdens de meting:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - CO₂-concentratie - De wijze waarop voldaan wordt aan tijdens de meetperiode geldende dierwelzijnsnormen - Mestmanagement: fysieke beschrijving van de mestopslag in de stal en buiten de stal, verwijderingsdata en verwijderingsmethode van mest uit de stal naar de (buiten)opslag alsmede de verblijftijden van de mest in de stal en de (buiten)opslag 		

Landbouwkundige randvoorwaarden			
<i>Code:</i> B1	<i>Categorie:</i> Varkenshouderij gangbaar	<i>Subcategorie:</i> Guste en drachtige zeugen	<i>Datum:</i> December 2010
Huisvesting	Zeugen en gelten moeten in groepen gehouden worden vanaf enkele dagen voor inseminatie tot verplaatsing naar de kraamstal. Tijdens de meetperiode wordt voldaan aan de geldende dierwelzijnsnormen. De afdeling moet al minstens 4 weken gebruikt zijn voor de huisvesting van drachtige zeugen.		
Klimaat	De zeugen worden gehouden onder zodanige omstandigheden dat de CO ₂ -concentratie in de lucht van de afdeling onder de 3.000 ppm blijft.		
Voeding	Het voerschema is gemiddeld minimaal 2,5 Energiewaarde (EW) per dag en bevat minimaal 125 g ruweiwit (RE)/EW. Watervorstrekking gebeurt onbeperkt. Verklaring van geen gebruik van diervoedertoevoegingsmiddelen die mogelijk als hoofd- of nevenwerking een verlagend effect hebben op de pH van de urine en/of de ureumuitscheiding via de urine.		
Productie	Onder de genoemde klimaat- en voedingvoorwaarden moet het gemiddelde aantal grootgebrachte biggen minimaal 22 per zeug per jaar zijn. (op bedrijfsniveau)		
Gezondheid en hygiëne	De zeugen krijgen standaard veterinaire zorg. Het percentage uitval mag niet hoger zijn dan 5% per ronde.		
Aantal dieren	De meting dient uitgevoerd te worden met een groepsgrootte van minimaal 20 dieren. Minimum hokbezetting 90%.		
Registratie	<p><i>Gedurende een periode van minimaal 4 weken voorafgaand aan de meting:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - totaal aantal kg verstrekt voer in de afdeling - totaal aantal kg verstrekt ruwvoer in de afdeling - totale hoeveelheid waterverbruik in de meetafdeling - aanwezige + ingaande en uitgaande zeugen (ook tijdens meting) <p><i>Tijdens de meting:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Schatting van de hoeveelheid verbruikt water inclusief het restant in de mestput. - Registratie van voersamenstelling en (ruw)voerverbruik - CO₂-concentratie - De wijze waarop voldaan wordt aan tijdens de meetperiode geldende dierwelzijnsnormen - Mestmanagement: fysieke beschrijving van de mestopslag in de stal en buiten de stal, verwijderingsdata en verwijderingsmethode van mest uit de stal naar de (buiten)opslag alsmede de verblijftijden van de mest in de stal en de (buiten)opslag 		

Landbouwkundige randvoorwaarden			
<i>Code:</i> B2	<i>Categorie:</i> Varkenshouderij gangbaar	<i>Subcategorie:</i> Kraamzeugen (incl. biggen tot spenen)	<i>Datum:</i> December 2010
Huisvesting	Hoogdrachtige en lacterende zeugen worden in de kraamstal gehouden van op z'n vroegst één week voor het werpen tot het spenen op gemiddeld 4 weken na het werpen (25-31 d). Tijdens de meetperiode wordt voldaan aan de geldende dierwelzijnsnormen. De afdeling moet minstens één ronde gebruikt zijn voor de huisvesting van kraamzeugen.		
Klimaat	De zeugen met biggen worden gehouden onder zodanige omstandigheden dat de CO ₂ -concentratie in de lucht van de afdeling onder de 3.000 ppm blijft.		
Voeding	Voeding gebeurt volgens CVB-normen. Minimaal 145 g RE/EW. Registratie van voersamenstelling en –hoeveelheid is noodzakelijk. Waterverstrekking gebeurt onbeperkt. Verklaring van geen gebruik van diervoedertoevoegingsmiddelen die mogelijk als hoofd- of nevenwerking een verlagend effect hebben op de pH van de urine en/of de ureumuitscheiding via de urine.		
Productie	Minimaal 10 gespeende biggen per worp, omdat de voeropname afhankelijk is van het aantal zuigende biggen.		
Gezondheid en hygiëne	De zeugen krijgen standaard veterinaire zorg. Het percentage uitval mag niet hoger zijn dan 5% per ronde.		
Aantal dieren	Minimaal 6 zeugen met biggen per afdeling/groep.		
Registratie	<p><i>Per kraamperiode van circa 5 weken:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - totaal aantal kg verstrekt voer in de afdeling - totale hoeveelheid waterverbruik in de meetafdeling - aanwezige + ingaande en uitgaande dieren <p><i>Tijdens de meting:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Schatting van de hoeveelheid verbruikt schoonmaakwater inclusief het restant in de mestput. - CO₂-concentratie - De wijze waarop voldaan wordt aan tijdens de meetperiode geldende dierwelzijnsnormen - Mestmanagement: fysieke beschrijving van de mestopslag in de stal en buiten de stal, verwijderingsdata en verwijderingsmethode van mest uit de stal naar de (buiten)opslag alsmede de verblijftijden van de mest in de stal en de (buiten)opslag 		

Landbouwkundige randvoorwaarden			
<i>Code:</i> B3	<i>Categorie:</i> Varkenshouderij gangbaar	<i>Subcategorie:</i> Biggenopfok (gespeende biggen)	<i>Datum:</i> December 2010
Huisvesting	Biggen van ca 4 weken leeftijd (8 kg) tot ca 25 kg worden in biggenopfokhokken gehouden. Tijdens de meetperiode wordt voldaan aan de geldende dierwelzijnsnormen. De afdeling moet minstens één ronde gebruikt zijn voor de huisvesting van gespeende biggen.		
Klimaat	De biggen worden gehouden onder zodanige omstandigheden dat de CO ₂ -concentratie in de lucht van de afdeling onder de 3.000 ppm blijft.		
Voeding	Voeding gebeurt volgens CVB-normen. Minimaal 160 g RE/EW. Registratie van voersamenstelling en –hoeveelheid is noodzakelijk. Watervorstrekking gebeurt onbepikt. Verklaring van geen gebruik van diervoedertoevoegingsmiddelen die mogelijk als hoofd- of nevenwerking een verlagend effect hebben op de pH van de urine en/of de ureumuitscheiding via de urine.		
Productie	De groei van de biggen is in het traject 7 - 25 kg minstens 350 g/dag.		
Gezondheid en hygiëne	De biggen krijgen standaard veterinaire zorg. Het percentage uitval mag niet hoger zijn dan 10% per ronde. Registratie van reinigingstijdstippen en middelen is vereist evenals een schatting van de hoeveelheid verbruikt water inclusief het restant in de mestput. Ook registratie van het verwijderen van (drijf)mest uit de mestput is voorwaarde.		
Aantal dieren	Het minimum aantal dieren in de te meten afdeling is 40, gelijk aan het maximum aantal dieren per hok. De bezetting moet tijdens ieder moment van de meting minstens 90% zijn.		
Registratie	<p><i>Per opfokperiode van 5 tot 7 weken:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - totaal aantal kg verstrekt voer in de afdeling - totale hoeveelheid waterverbruik in de meetafdeling - aanwezige + ingaande en uitgaande dieren - Veterinaire behandelingen op koppelniveau <p><i>Tijdens de meting:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Schatting van de hoeveelheid verbruikt schoonmaakwater inclusief het restant in de mestput. - CO₂-concentratie - De wijze waarop voldaan wordt aan tijdens de meetperiode geldende dierwelzijnsnormen - Mestmanagement: fysieke beschrijving van de mestopslag in de stal en buiten de stal, verwijderingsdata en verwijderingsmethode van mest uit de stal naar de (buiten)opslag alsmede de verblijftijden van de mest in de stal en de (buiten)opslag 		

Landbouwkundige randvoorwaarden			
Code: B4	Categorie: Varkenshouderij gangbaar	Subcategorie: - Vleesvarkens - Opfokberen van ca. 25 kg tot 7 maanden - Opfokzeugen van ca. 25 kg tot eerste dekking	Datum: December 2010
Huisvesting	Varkens van 25 tot 115 kg worden in afdelingen gehouden waarvan de hokken 10 tot 40 varkens mogen bevatten. Tijdens de meetperiode wordt voldaan aan de geldende dierwelzijnsnormen. De afdeling moet minstens één ronde gebruikt zijn voor de huisvesting van vleesvarkens.		
Klimaat	De vleesvarkens worden gehouden onder zodanige omstandigheden dat de CO ₂ -concentratie in de lucht van de afdeling onder de 3.000 ppm blijft.		
Voeding	Voeding gebeurt volgens CVB-normen. Minimaal 150 g RE/EW voor startvoer (eerste maand) en 145 g RE/EW voor afmestvoer. Registratie van voersamenstelling en –hoeveelheid is noodzakelijk. Waterverstrekking gebeurt onbeperkt. Verklaring van geen gebruik van diervoedertoevoegingsmiddelen die mogelijk als hoofd- of nevenwerking een verlagend effect hebben op de pH van de urine en/of de ureumuitscheiding via de urine.		
Productie	De groei van de vleesvarkens is in het traject 25 - 115 kg minstens 760 g/dag (KWIN – 15 g/dag)		
Gezondheid en hygiëne	De biggen krijgen standaard veterinaire zorg. Het percentage uitval mag niet hoger zijn dan 5% per ronde. Registratie van reinigingstijdstippen en middelen is vereist evenals een schatting van de hoeveelheid verbruikt water inclusief het restant in de mestput. Ook registratie van het verwijderen van (drijf)mest uit de mestput is voorwaarde.		
Aantal dieren	Het aantal dieren in de te meten afdeling bedraagt minimaal 50.		
Registratie	<p><i>Per vleesvarkensronde van circa 16 weken:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - totaal aantal kg verstrekt voer in de afdeling - totale hoeveelheid waterverbruik in de meetafdeling - aanwezige + ingaande en uitgaande dieren - veterinaire behandelingen op koppelniveau <p><i>Tijdens de meting:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Schatting van de hoeveelheid verbruikt schoonmaakwater inclusief het restant in de mestput. - CO₂-concentratie - De wijze waarop voldaan wordt aan tijdens de meetperiode geldende dierwelzijnsnormen - Mestmanagement: fysieke beschrijving van de mestopslag in de stal en buiten de stal, verwijderingsdata en verwijderingsmethode van mest uit de stal naar de (buiten)opslag alsmede de verblijftijden van de mest in de stal en de (buiten)opslag 		

Landbouwkundige randvoorwaarden			
Code:	Categorie:	Subcategorie:	Datum:
	Varkenshouderij biologisch	Guste en dragende zeugen	December 2010
Huisvesting	<p>Zeugen en gelten moeten altijd in groepen gehouden worden. Het hokoppervlak bedraagt minimaal 2,5 m² waarvan minimaal 50% ingestrooide dichte vloer. De buitenuitloop is minimaal 1,9 m² per zeug waarvan maximaal 75% overkapt is. 's Zomers is weidegang verplicht. De spleetbreedte van betonroosters bedraagt maximaal 20 mm en de balkbreedte minimaal 80 mm. De zeugen worden altijd gehouden volgens de meest recente SKAL-normen. Tijdens de meetperiode wordt voldaan aan de geldende dierwelzijnsnormen.</p> <p>De afdeling moet al minstens 4 weken gebruikt zijn voor de huisvesting van drachtige zeugen.</p>		
Klimaat	De zeugen worden gehouden onder zodanige omstandigheden dat de CO ₂ -concentratie in de lucht van de afdeling onder de 3.000 ppm blijft.		
Voeding	<p>Voerschema is gemiddeld minimaal 2,5 EW per dag en onbeperkte waterverstrekking. Minimaal 130 g RE/EW in het voer.</p> <p>Verklaring van geen gebruik van diervoedertoevoegingsmiddelen die mogelijk als hoofd- of nevenwerking een verlagend effect hebben op de pH van de urine en/of de ureumuitscheiding via de urine.</p>		
Productie	Onder de genoemde klimaat- en voedingvoorwaarden moet het gemiddelde aantal grootgebrachte biggen minimaal 19 per zeug per jaar zijn. (op bedrijfsniveau)		
Gezondheid en hygiëne	Bij de veterinaire zorg wordt het gebruik van gangbare geneesmiddelen beperkt en zo mogelijk gebruik gemaakt van alternatieve behandelmethoden. Het percentage uitval mag niet hoger zijn dan 5% per ronde.		
Aantal dieren	De meting dient uitgevoerd te worden met een groepsgrootte van minimaal 20 dieren. Minimum hokbezetting 90%.		
Registratie	<p><i>Gedurende een periode van minimaal 4 weken voorafgaand aan de meting:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - totaal aantal kg verstrekt voer in de afdeling - totaal aantal kg verstrekt ruwvoer in de afdeling of schatting van kg ds gras uit weide - totale hoeveelheid waterverbruik in de meetafdeling - aanwezige + ingaande en uitgaande zeugen (ook tijdens de meting) <p><i>Tijdens de meting:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Schatting van de hoeveelheid verbruikt water inclusief het restant in de mestput. - Registratie van voersamenstelling en (ruw)voerverbruik - CO₂-concentratie - De wijze waarop voldaan wordt aan tijdens de meetperiode geldende dierwelzijnsnormen - Mestmanagement: fysieke beschrijving van de mestopslag in de stal en buiten de stal, verwijderingsdata en verwijderingsmethode van mest uit de stal naar de (buiten)opslag alsmede de verblijftijden van de mest in de stal en de (buiten)opslag 		

Landbouwkundige randvoorwaarden			
Code:	Categorie:	Subcategorie:	Datum:
	Varkenshouderij biologisch		
Huisvesting	<p>Hoogdrachtige en lacterende zeugen worden in de kraamstal gehouden van op z'n vroegst één week voor het werpen tot het spenen op gemiddeld 6 weken na het werpen (40-44 d). Hokken moeten minstens 7,5 m² binnenruimte en 2,5 m² buitenruimte hebben. Minstens 50% van de vloer moet dicht zijn en ingestrooid. Metalen driekantroosters mogen een maximum spleetbreedte van 10 mm hebben, kunststof roosters 12 mm. Tijdens de meetperiode moet voldaan worden aan de geldende dierwelzijnsnormen.</p> <p>De afdeling moet minstens één ronde gebruikt zijn voor de huisvesting van kraamzeugen.</p>		
Klimaat	De zeugen met biggen worden gehouden onder zodanige omstandigheden dat de CO ₂ -concentratie in de lucht van de afdeling onder de 3.000 ppm blijft.		
Voeding	<p>Het dagelijkse rantsoen is gebaseerd op CVB-normen of meer. Minimaal 150 g RE/EW in het voer. Registratie van voersamenstelling en –hoeveelheid is noodzakelijk. Waterverstrekking gebeurt onbeperkt. Volgens de SKAL-normen moet minstens 80% van het voer van biologische oorsprong zijn.</p> <p>Verklaring van geen gebruik van diervoedertoevoegingsmiddelen die mogelijk als hoofd- of nevenwerking een verlagend effect hebben op de pH van de urine en/of de ureumuitscheiding via de urine.</p>		
Productie	Gemiddeld minimaal 9 gespeende biggen per worp, omdat de voeropname afhankelijk is van het aantal zuigende biggen.		
Gezondheid en hygiëne	Bij de veterinaire zorg wordt het gebruik van gangbare geneesmiddelen beperkt en zo mogelijk gebruik gemaakt van alternatieve behandelmethoden.		
Aantal dieren	Minimaal 6 zeugen met biggen per afdeling/groep. De hokbezetting moet gemiddeld over de gehele kraamfase minstens 90% zijn.		
Registratie	<p><i>Gedurende de gehele ronde in de kraamstal:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - totaal aantal kg verstrekt voer (zeug en biggen) in de afdeling - totaal aantal kg verstrekt ruwvoer in de afdeling - totale hoeveelheid waterverbruik in de meetafdeling inclusief restant in de mestput - aanwezige + ingaande en uitgaande zeugen - aantal gespeende biggen <p><i>Tijdens de meting:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - registratie van voersamenstelling en (ruw)voerverbruik - CO₂-concentratie - De wijze waarop voldaan wordt aan tijdens de meetperiode geldende dierwelzijnsnormen - Mestmanagement: fysieke beschrijving van de mestopslag in de stal en buiten de stal, verwijderingsdata en verwijderingsmethode van mest uit de stal naar de (buiten)opslag alsmede de verblijftijden van de mest in de stal en de (buiten)opslag 		

Landbouwkundige randvoorwaarden			
Code:	Categorie:	Subcategorie: Biggenopfok (gespeende biggen)	Datum: December 2010
	Varkenshouderij biologisch		
Huisvesting	Gespeende biggen moeten een binnenruimte van minstens 0,6 m ² en een buitenruimte van minstens 0,4 m ² hebben. Minstens 50% van de vloer moet dicht zijn en ingestrooid. Metalen driekantroosters mogen een maximum spleetbreedte van 10 mm hebben, kunststof roosters 12 mm. Tijdens de meetperiode moet voldaan worden aan de geldende dierwelzijnsnormen. De afdeling moet minstens één ronde gebruikt zijn voor de huisvesting van gespeende biggen.		
Klimaat	De biggen worden gehouden onder zodanige omstandigheden dat de CO ₂ -concentratie in de lucht van de afdeling onder de 3.000 ppm blijft.		
Voeding	Het dagelijkse rantsoen is gebaseerd op CVB-normen of meer. Minimaal 165 g RE/EW in het voer. Registratie van voersamenstelling en –hoeveelheid is noodzakelijk. Waterverstrekking gebeurt onbeperkt. Volgens de SKAL-normen moet minstens 80% van het voer van biologische oorsprong zijn. Verklaring van geen gebruik van diervoedertoevoegingsmiddelen die mogelijk als hoofd- of nevenwerking een verlagend effect hebben op de pH van de urine en/of de ureumuitscheiding via de urine.		
Productie	Gemiddeld begingewicht van de 6 weken oude biggen ligt tussen 10 en 14 kg en het eindgewicht ligt tussen 23 en 27 kg. De groei in dit traject bedraagt minimaal 300 g/d. De verblijfsduur in deze afdeling ligt tussen de 4 en 6 weken.		
Gezondheid en hygiëne	Bij de veterinaire zorg wordt het gebruik van gangbare geneesmiddelen beperkt en zo mogelijk gebruik gemaakt van alternatieve behandelmethoden.		
Aantal dieren	Minimaal 40 biggen per afdeling en 10 tot 40 biggen per hok. De hokbezetting is minimaal 90%.		
Registratie	<p><i>Gedurende de gehele ronde in de biggenopfok:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - totaal aantal kg verstrekt voer in de afdeling - totaal aantal kg verstrekt ruwvoer in de afdeling - totale hoeveelheid waterverbruik in de meetafdeling inclusief het restant in de mestput - aanwezige + ingaande en uitgaande dieren - veterinaire behandelingen op koppelniveau <p><i>Tijdens de meting:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - registratie van voersamenstelling en (ruw)voerverbruik - CO₂-concentratie - De wijze waarop voldaan wordt aan tijdens de meetperiode geldende dierwelzijnsnormen - Mestmanagement: fysieke beschrijving van de mestopslag in de stal en buiten de stal, verwijderingsdata en verwijderingsmethode van mest uit de stal naar de (buiten)opslag alsmede de verblijftijden van de mest in de stal en de (buiten)opslag 		

Landbouwkundige randvoorwaarden			
<i>Code:</i>	<i>Categorie:</i> Varkenshouderij biologisch	<i>Subcategorie:</i> - Vleesvarkens - Opfokberen van ca. 25 kg tot 7 maanden - Opfokzeugen van ca. 25 kg tot eerste dekking	<i>Datum:</i> December 2010
Huisvesting	<p>Vleesvarkens moeten een binnenruimte van minstens 1,3 m² en een buitenruimte van minstens 1,0 m² hebben. Minstens 50% van de vloer moet dicht zijn en ingestrooid. Betonroosters mogen een maximum spleetbreedte hebben van 18 mm, metalen driekantroosters mogen een maximum spleetbreedte van 15 mm hebben. Tijdens de meting moet voldaan worden aan de geldende dierwelzijnsnormen.</p> <p>De afdeling moet minstens één ronde gebruikt zijn voor de huisvesting van vleesvarkens.</p>		
Klimaat	De vleesvarkens worden gehouden onder zodanige omstandigheden dat de CO ₂ -concentratie in de lucht van de afdeling onder de 3.000 ppm blijft.		
Voeding	<p>Het dagelijkse rantsoen is gebaseerd op CVB-normen of meer. Minimaal 170 g RE/EW in het startvoer en 155 g RE/EW in het afmestvoer. Registratie van voersamenstelling en –hoeveelheid is noodzakelijk. Watervoorziening gebeurt onbeperkt. Volgens de SKAL-normen moet minstens 80% van het voer van biologische oorsprong zijn.</p> <p>Verklaring van geen gebruik van diervoedertoevoegingsmiddelen die mogelijk als hoofd- of nevenwerking een verlagend effect hebben op de pH van de urine en/of de ureumuitscheiding via de urine.</p>		
Productie	Gemiddeld begingewicht van de vleesvarkens ligt tussen de 23 en 27 kg, het eindgewicht tussen 105 en 115 kg. De groei in dit traject bedraagt minimaal 700 g/dag. De verblijfsduur in deze afdeling ligt tussen de 16 en 18 weken.		
Gezondheid en hygiëne	Bij de veterinaire zorg wordt het gebruik van gangbare geneesmiddelen beperkt en zo mogelijk gebruik gemaakt van alternatieve behandelmethoden.		
Aantal dieren	Minimaal 50 vleesvarkens per afdeling en 10 tot 40 vleesvarkens per hok. De hokbezetting is minimaal 90%.		
Registratie	<p><i>Gedurende de gehele ronde in de vleesvarkensstal:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - totaal aantal kg verstrekt voer in de afdeling - totaal aantal kg verstrekt ruwvoer in de afdeling - totale hoeveelheid waterverbruik in de meetafdeling inclusief het restant in de mestput - aanwezige + ingaande en uitgaande dieren - veterinaire behandelingen op koppelniveau <p><i>Tijdens de meting:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - registratie van voersamenstelling en (ruw)voerverbruik - CO₂-concentratie - De wijze waarop voldaan wordt aan tijdens de meetperiode geldende dierwelzijnsnormen - Mestmanagement: fysieke beschrijving van de mestopslag in de stal en buiten de stal, verwijderingsdata en verwijderingsmethode van mest uit de stal naar de (buiten)opslag alsmede de verblijftijden van de mest in de stal en de (buiten)opslag 		

Landbouwkundige randvoorwaarden			
Code:	Categorie:	Subcategorie:	Datum:
	Pluimveehouderij gangbaar	Legkippen	December 2010
Huisvesting	Tijdens de meetperiode wordt voldaan aan de geldende dierwelzijnsnormen. Vóór de meetperiode moet de stal minstens twee maanden gebruikt zijn voor de huisvesting van legkippen.		
Klimaat	De legkippen worden gehouden onder zodanige omstandigheden dat de CO ₂ -concentratie in de lucht van de afdeling onder de 3.000 ppm blijft.		
Voeding	De kippen krijgen een gangbaar voerschema (CVB) met minimaal 14 g RE/omzetbare energie leghennen (OEIh in MJ/kg) in het voer. Het voerverbruik per aanwezige legkip vanaf 20 weken dient minimaal 105 g per dier per dag te zijn. Watervorstrekking gebeurt onbeperkt. Verklaring van geen gebruik van diervoedertoevoegingsmiddelen die mogelijk als hoofd- of nevenwerking een verlagend effect hebben op de pH van de urine en/of de ureumuitscheiding via de urine.		
Productie	De eiproduktie moet op jaarbasis minimaal 300 eieren/kip zijn.		
Gezondheid en hygiëne	De legkippen krijgen standaard veterinaire zorg. Het uitvalspercentage mag niet hoger zijn dan 10% in de volledige productieperiode.		
Aantal dieren	De groepsgrootte bedraagt minimaal 750.		
Registratie	<p><i>Gedurende vier weken voorafgaand aan de meting:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - totaal aantal kg verstrekt voer in de afdeling/stal - totaal aantal kg verstrekt strooisel in de afdeling/stal - totale hoeveelheid waterverbruik in de meetafdeling/stal - aanwezige + ingaande en uitgaande dieren (ook tijdens de meting) <p><i>Tijdens de meting:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - productie: aantal eieren, eigewicht en uitval - voeropname - registratie van voersamenstelling - CO₂-concentratie - De wijze waarop voldaan wordt aan tijdens de meetperiode geldende dierwelzijnsnormen - Mestmanagement: fysieke beschrijving van de mestopslag in de stal en buiten de stal, verwijderingsdata en verwijderingsmethode van mest uit de stal naar de (buiten)opslag alsmede de verblijftijden van de mest in de stal en de (buiten)opslag 		

Landbouwkundige randvoorwaarden			
Code:	Categorie:	Subcategorie:	Datum:
	Pluimveehouderij gangbaar	Vleeskuikens	December 2010
Huisvesting	Tijdens de meetperiode wordt voldaan aan de geldende dierwelzijnsnormen. Vóór de meetperiode moet de stal minstens één ronde gebruikt zijn voor de huisvesting van vleeskuikens.		
Klimaat	De vleeskuikens worden gehouden onder zodanige omstandigheden dat de CO ₂ -concentratie in de lucht van de afdeling onder de 3.000 ppm blijft.		
Voeding	De vleeskuikens krijgen een gangbaar voerschema (CVB) met minimaal 15,5 g RE/omzetbare energie slachtkuiken (OESk in MJ/kg) in het voer. Waterverstrekking gebeurt onbeperkt. Verklaring van geen gebruik van diervoedertoevoegingsmiddelen die mogelijk als hoofd- of nevenwerking een verlagend effect hebben op de pH van de urine en/of de ureumuitscheiding via de urine.		
Productie	De vleeskuikens dienen een eindgewicht te hebben van gemiddeld minimaal 1900 g op een leeftijd van maximaal 45 dagen.		
Gezondheid en hygiëne	De vleeskuikens krijgen standaard veterinaire zorg. Het uitvalspercentage mag niet hoger zijn dan 5% (per ronde) van het beginaantal.		
Aantal dieren	De groepsgrootte bedraagt minimaal 1000.		
Registratie	<p><i>Gedurende de ronde waarin de meting valt:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - totaal aantal kg verstrekt voer in de afdeling/stal - totaal aantal kg verstrekt strooisel in de afdeling/stal - totale hoeveelheid water in de afdeling/stal - aanwezige + ingaande en uitgaande dieren (ook tijdens de meting) - veterinaire behandeling op koppelniveau en uitval - technische resultaten <p><i>Tijdens de meting:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - registratie van voersamenstelling - CO₂-concentratie - De wijze waarop voldaan wordt aan tijdens de meetperiode geldende dierwelzijnsnormen - Mestmanagement: fysieke beschrijving van de mestopslag in de stal en buiten de stal, verwijderingsdata en verwijderingsmethode van mest uit de stal naar de (buiten)opslag alsmede de verblijftijden van de mest in de stal en de (buiten)opslag 		

Bijlage C Leegstandspercentages per diercategorie

Rav-code	Diercategorie	Leegstandpercentage %
A1	Melk- en kalfkoeien ouder dan 2 jaar	0
A2	Zoogkoeien ouder dan 2 jaar	0
A3	Vrouwelijk jongvee tot 2 jaar	0
A4	Vleeskalveren tot circa 8 maanden	0
A 6	Vleesstieren en overig vleesvee van circa 8 tot 24 maanden (roodvleesproductie)	0
A 7	Fokstieren en overig rundvee ouder dan 2 jaar	0
B 1	Schapen ouder dan 1 jaar, inclusief lammeren tot 45 kg	0
C 1	Geiten ouder dan 1 jaar	0
C 2	Opfokgeiten van 61 dagen tot en met één jaar	0
C 3	Opfokgeiten en afmestlammeren tot en met 60 dagen	0
D 1.1	Biggenopfok (gespeende biggen)	10
D 1.2	Kraamzeugen (inclusief biggen tot spenen)	10*
D 1.3	Guste en dragende zeugen	5*
D 2	Dekberen, 7 maanden en ouder	10*
D 3	Vleesvarkens, opfokberen van ca. 25 kg tot 7 maanden, opfokzeugen van ca. 25 kg tot eerste dekking	10*
E 1	Opfokhennen en hanen van legrassen jonger dan 18 weken	10**
E 2	Legkippen en (groot-)ouderdieren van legrassen	5**
E 3	(Groot-)ouderdieren van vleeskuikens in opfok, jonger dan 19 weken	17**
E 4	(Groot-)ouderdieren van vleeskuikens	13**
E 5	Vleeskuikens	19**
F 1	Ouderdieren van vleeskalkoenen in opfok, tot 6 weken	25**
F 2	Ouderdieren van vleeskalkoenen in opfok, van 6 tot 30 weken	8**
F 3	Ouderdieren van vleeskalkoenen, van 30 weken en ouder	14**
F 4	Vleeskalkoenen	5**
G 1	Ouderdieren van vleeseenden tot 24 maanden	5**
G 2	Vleeseenden	16**
H 1	Nertsen, per fokteef	0*
I 1	Voedster inclusief 0,15 ram en bijbehorende jongen tot speenleeftijd	2
I 2	Vlees en opfokkonijnen tot dekleeftijd	15*
J 1	Parelhoenders voor de vleesproductie	19**
K 1	Volwassen paarden, 3 jaar en ouder	0
K 2	Paarden in opfok, jonger dan 3 jaar	0
K 3	Volwassen pony's, 3 jaar en ouder	0
K 4	Pony's in opfok, jonger dan 3 jaar	0

*) Wanneer uitgegaan wordt van kelders onder de roosters wordt geen leegstand gerekend omdat mest in de kelder blijft. Zelfs na aflaten van de mest blijven altijd enkele centimeters achter. Wanneer het een Rav systeem met frequente afvoer betreft zoals mestschuiven of een ICV systeem, mag wel gerekend worden met leegstand tussen ronden. Dit betekent dat leegstandsfactoren voor CH₄ op systeemniveau bepaald moeten worden.

**) Er wordt van uitgegaan dat de mest meteen na het verwijderen van de dieren meteen uit de stal wordt gehaald. Leegstand tussen ronden betekent dan dat er geen CH₄ emissie is.

Bijlage D Vaststelling van de term dierplaats voor verschillende diercategorieën

Overzicht ten behoeve van het gebruik van dierplaats of geplaatst dier voor de berekeningswijze van emissiefactoren: diercategorieën waarvoor dierplaatsen wettelijk zijn gedefinieerd, diercategorieën met adviesnormen voor dierplaats, en diercategorieën waarvoor het aantal geplaatste dieren als uitgangspunt voor berekening moet worden genomen.

Dierplaatsen (wet)*	Dierplaatsen (advies)*	Geplaatste dieren
Vleeskalveren tot 8 maanden	Melk- en kalfkoeien	Zoogkoeien
Biggenopfok	Melkgeiten	Vrouwelijk jongvee
Kraamzeugen	Nertsen, tevenplaats**	Fokstieren en overig rundvee
Vleesvarkens	Voedsters konijnen	Vleesstieren
Guste en dragende zeugen		Schapen
Legkippen		Ouderdieren van vleeskalkoenen
Ouderdieren van vleeskuikens		Ouderdieren van vleeseenden
		Opfoklegkippen en hanen
		Opfok grootkuikenouderdieren
		Vleeskuikens
		Opfok ouderdieren vleeskalkoenen
		Vleeskalkoenen
		Vleeseenden
		Vlees en opfokkonijnen tot dekleeftijd
		Vleesparelhoenders
		Opfokstruisvogels
		Vleesstruisvogels
		Struisvogelouderdieren
		Volwassen paarden > 3jaar
		Paarden in opfok < 3 jaar
		Volwassen pony's > 3 jaar
		Pony's in opfok < 3 jaar

* Zie ook: Informatiedocument Leefoppervlakten in de Intensieve Veehouderij

(www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties)

** Zie voor definitie tevenplaats en berekening emissiefactor: Mosquera e.a., 2011

Bijlage E Aanpassing van het meetprotocol voor luchtwassers, biofilters, en luchtwassers met bypassventilatoren

Voor de emissiecomponenten ammoniak en fijn stof zijn voor luchtreinigingstechnieken aanpassingen op het meetprotocol opgenomen die van de algemene aanpak afwijken. Met de resultaten hieruit kan een gemiddeld verwijderingsrendement worden bepaald. Hieraan kan in de regelgeving een emissiefactor worden gekoppeld. Deze luchtreinigingstechnieken spelen echter geen rol voor de verwijdering van methaan. Bekend is dat sommige biologische luchtreinigingstechnieken bij het niet goed functioneren risico's kunnen opleveren in de vorm van ongewenste vorming van extra broeikasgassen. Om deze risico's in beeld te brengen kan het aangepaste meetprotocol worden gebruikt, zoals hierna toegelicht.

E1 Aanpassing van het meetprotocol voor luchtwassers

Het protocol zoals omschreven in hoofdstuk 1 t/m 6 wordt bij het bemeten van chemische, biologische en gecombineerde luchtwassers, en waterwassers volledig toegepast met inachtneming van de hierna genoemde wijzigingen en aanvullingen:

Meetstrategie

Het aantal bedrijfslocaties dat tenminste moet worden bemeten wordt gewijzigd naar twee.

Meetmethoden

Aanvullend wordt tijdens elke meting tevens het waswater op een representatieve wijze bemonsterd voor chemische analyse. De analyse omvat bij een biologisch proces de parameters: pH, ammonium, nitriet en nitraat. Bij een chemisch proces gaat het om de parameters: pH, ammonium en sulfaat. Tevens dient gedurende de gehele meetperiode, inclusief de perioden tussen metingen, een elektronisch monitoringssysteem, zoals beschreven in Tabel 15 van het rapport van Melse en Franssen (2010), continu in werking te zijn.

Landbouwkundige randvoorwaarden

De landbouwkundige randvoorwaarden zijn van toepassing voor de diercategorieën in de met de luchtwassers verbonden stallen.

Berekening emissiefactor

Wijziging: in plaats van een emissiefactor wordt het gemiddelde verwijderingsrendement vastgesteld, door eerst voor elke meting het rendement te berekenen en vervolgens het gemiddelde van alle rendementen te berekenen. Naast het gemiddelde wordt ook de standaarddeviatie van de rendementen berekend.

Rapportage

Ter aanvulling dient in het hoofdstuk met resultaten verslag te worden gedaan in tabel- en grafiekvorm van de elektronische monitoring van bedrijfsparameters gedurende de gehele meetperiode. Tevens dienen deze resultaten te worden besproken in relatie tot de bedrijfszekerheid van de installatie.

E2 Aanpassing van het meetprotocol voor biofilters

Het protocol zoals omschreven in hoofdstuk 1 t/m 6 wordt bij het bemeten van biofilters volledig toegepast met inachtneming van de hierna genoemde wijzigingen en aanvullingen:

Meetstrategie

Het aantal bedrijfslocaties dat tenminste moet worden bemeten wordt gewijzigd naar twee

Meetmethoden

Het is van belang dat de uitgaande lucht van een biofilter op representatieve wijze wordt bemonsterd. Er is sprake van een uitstroomoppervlakte van vele vierkante meters en er kunnen tussen verschillende plaatsen (grote) verschillen zijn qua luchtdebiet en lachgasconcentratie (denk bijvoorbeeld aan kortsluitstromingen). Om een representatief luchtmonster te verkrijgen kan een meet-tent boven (een deel van) het biofilteroppervlak worden aangebracht met een uitstroomopening. Door deze uitstroomopening stroomt opgemengde lucht die afkomstig is van het gehele biofilteroppervlak. Wanneer deze lucht bemonsterd wordt is sprake van een luchtmonster dat representatief is voor het gehele oppervlak van het biofilter.

Aanvullend wordt tijdens elke meting het biofiltermateriaal op een representatieve wijze bemonsterd voor chemische analyse. De analyse omvat het droge stof gehalte, as rest, pH, EC, ammonium-, nitriet- en nitraatgehalte. Voor de bepaling van de laatste vijf wordt het monster opgemengd met demiwater in een massa verhouding biofiltermateriaal : demi-water van 1 : 4 en geroerd/geschud. Vervolgens wordt het monster een nacht weggezet. De volgende dag wordt het monster geroerd/geschud en wordt de pH en de EC gemeten in de waterfase. Na centrifugering wordt vervolgens ammonium-, nitriet- en nitraatgehalte van het centrifugaat gemeten.

Indien er bij het biofilter sprake is van percolaat (spuiwater), wordt dit spuiwater bemonsterd en worden de pH, EC, ammonium-, nitriet- en nitraatgehalte bepaald.

Landbouwkundige randvoorwaarden

De landbouwkundige randvoorwaarden zijn van toepassing voor de diercategorieën in de met biofilters verbonden stallen.

Berekening emissiefactor

Wijziging: in plaats van een emissiefactor wordt het gemiddelde verwijderingsrendement vastgesteld, door eerst voor elke meting het rendement te berekenen en vervolgens het gemiddelde van alle rendementen te berekenen. Naast het gemiddelde wordt ook de standaarddeviatie van de rendementen berekend.

E3 Aanpassing van het meetprotocol voor luchtwassers met bypassventilatoren

Het protocol wordt bij luchtwassers met bypassventilatoren volledig toegepast met inachtneming van de wijzigingen en aanvullingen in bijlage E1 en de volgende specifieke aanvullingen als gevolg van het gebruik van bypassventilatoren:

Meetstrategie

Om de emissies van CH₄ te bepalen moet het ventilatiedebiet van de bypassventilatoren en de luchtwasserventilatoren worden gemeten. Aangezien een deel van de stallucht door de bypass onbehandeld naar buiten gaat is het noodzakelijk om de concentraties van CH₄ niet alleen vóór en na de wasser, maar ook bij de bypassventilatoren te meten.

Meetmethoden

De voor luchtwassers vereiste continue elektronische monitoring gedurende de gehele meetperiode dient tevens van toepassing te zijn op het gebruik van de bypassventilatoren.



Wageningen UR Livestock Research

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

E info.livestockresearch@wur.nl | www.livestockresearch.wur.nl