

Wageningen UR Livestock Research

Partner in livestock innovations



Vertrouwelijk rapport 193

Ammoniakemissie en emissiereductie van het balansballensysteem bij vleesvarkens

November 2009



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, 2009
Overname van de inhoud is toegestaan,
mits met duidelijke bronvermelding.

Aansprakelijkheid

Wageningen UR Livestock Research (formeel ASG Veehouderij BV) 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, formeel 'ASG Veehouderij BV', vormt samen met het Centraal Veterinair Instituut en het Departement Dierwetenschappen van Wageningen Universiteit de Animal Sciences Group van Wageningen UR.

Losse nummers zijn te verkrijgen via de website.



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



LIVESTOCK RESEARCH
WAGENINGEN UR

Vertrouwelijk rapport 193

Ammoniakemissie en emissiereductie van het balansballensysteem bij vleesvarkens

J. Mosquera

J.M.G. Hol

S. Bokma

November 2009

Voorwoord

Om te voldoen aan de wettelijke eisen van het Besluit ammoniakemissie huisvesting veehouderij moeten veehouderijen extra maatregelen nemen om hun stallen emissiearm te maken. Dit kan onder andere worden gerealiseerd door het huisvestingsysteem in de stal aan te passen.

Het balansballensysteem wordt gezien als een perspectiefvol en betaalbaar alternatief om op een eenvoudige wijze (een deel) van de benodigde emissiereductie te kunnen realiseren. Om de absolute emissieniveaus van dit systeem (met en zonder het voeradditief VevoVital[®]) en de gerealiseerde emissiereductie vast te stellen zijn emissiemetingen volgens het meetprotocol “Ammoniakemissie uit diervverblijven 2007” uitgevoerd. In dit rapport treft u de belangrijkste resultaten van deze emissiemetingen.

Het onderzoek werd uitgevoerd in opdracht van Havadi B.V./ Balansbal B.V. uit Gemert.

Dr. J. Mosquera
Projectleider

Samenvatting

In het onderhavige onderzoek zijn de absolute ammoniakemissies bepaald van het balansballensysteem, met of zonder het te combineren met het veevoeradditief VevoVitall[®], bij vleesvarkens gehouden in hokken met volledige onderkeldering. Naast de absolute emissieniveaus werden ook de emissiereducties ten opzichte van een referentie (zonder toepassing van balansballen en zonder gebruik van VevoVitall[®]) bepaald.

De metingen werden uitgevoerd volgens het meetprotocol "Ammoniakemissie uit dierverblijven 2007". Dit houdt in dat metingen op vier praktijkbedrijven worden uitgevoerd. Per bedrijf worden per behandeling/afdeling zes 24-uursmetingen uitgevoerd. Deze metingen moeten evenredig verdeeld worden over een totale meetperiode van 12 maanden en over de leeftijd van de dieren. Op elk bedrijf zijn steeds 3 afdelingen bemeten die identiek waren wat ontwerp en inrichting betreft. Ook werd gestreefd naar een zo gelijktijdig mogelijke opleg in deze afdelingen. Eén afdeling was uitgevoerd met balansballen in het mestkanaal, in een tweede afdeling werd naast balansballen in het mestkanaal, het veevoeradditief VevoVitall[®] toegepast. De derde afdeling fungeerde als referentie, daar werden noch balansballen, noch VevoVitall[®] toegepast. Voor de bepaling van de ammoniakemissie werd het ventilatiedebiet in alle drie afdelingen met behulp van meetventilatoren bepaald. De ammoniakconcentratie in de uitgaande lucht werd per afdeling bepaald met de natchemische meetmethode. Door ventilatie te vermenigvuldigen met de concentratie wordt de emissie berekend.

De absolute ammoniakemissie uit de referentieafdelingen met een maximaal hokoppervlak van 0,8 m² per dier (Rav code D3.2.1.1) bedroeg 3,7 kg NH₃ per dierplaats per jaar (incl. 10% leegstand). Dit is hoger dan de emissiewaarde die opgenomen is in bijlage 1 van de Rav (3,0 kg NH₃ per dierplaats per jaar). Voor de referentieafdelingen met een hokoppervlak groter dan 0,8 m² per dier (Rav code D3.2.1.2) bedroeg de emissie 3,4 kg NH₃ per dierplaats per jaar (incl. 10% leegstand), dit is lager dan de emissiewaarde uit bijlage 1 van de Rav (4,0 kg NH₃ per dierplaats per jaar).

De toepassing van balansballen in het mestkanaal resulteerde in een ammoniakemissiereductie van 29% ten opzichte van de referentieafdeling. De combinatie van balansballen en VevoVitall[®] leidde tot een emissiereductie van 42% ten opzichte van de referentie. Het effect van de balansballen was vergelijkbaar (28-29%) voor het systeem met een hokoppervlak groter dan 0,8 m² per dier (Rav code D3.2.1.2) en het systeem met een maximaal hokoppervlak van 0,8 m² per dier (Rav code D3.2.1.1). De bijdrage van VevoVitall[®] aan de emissiereductie lijkt voor het systeem D3.2.1.2 hoger te zijn dan voor het systeem D3.2.1.1.

Summary

This research was conducted to measure the effect of the “balansballen” system, with and without VevoVital[®], on the ammonia emission from growing-finishing pigs housed in partly slatted pens that were fully equipped with a manure pit underneath. These emissions were compared to a reference system (without VevoVital[®] and without the “balansballen” system) in order to determine the emission reduction of both treatments.

The measurements were performed according to the measurement protocol “Ammonia emission from animal houses 2007”. As a result, measurements were performed at four different farm locations. At every farm, six 24-hour measurements per treatment/room were performed. The measurement days (per farm and treatment) were chosen to cover the whole production cycle and spread over a 12-month period. Measuring fans were used in all rooms to calculate the ventilation rate. The ammonia concentration was measured at the ventilation shafts by using the impinger method. The ammonia emission was then calculated by multiplying the ventilation rate and the ammonia concentration.

The ammonia emission from the reference room with a pen area smaller than 0.8 m² per animal (Rav code D3.2.1.1) was 3.7 kg NH₃ per animal place per year (including 10% inoccupation of the rooms). This is higher than the emission level reported in Dutch legislation by the Rav (3.0 kg NH₃ per animal place per year). The emission for the reference room with a pen surface larger than 0.8 m² per animal (Rav code D3.2.1.2) was 3.4 kg NH₃ per animal place per year (including 10% inoccupation). This is lower than the emission level reported in the Rav (4.0 kg NH₃ per animal place per year).

The application of the “balansballen” system resulted in lower ammonia emissions (29% reduction) compared to the reference system. The “balansballen and VevoVital[®]” system increased the reduction in ammonia emission to 42% compared to the reference system. The effect of the “balansballen” system was similar (28-29%) for the housing system with a pen surface larger than 0.8 m² per animal (Rav code D3.2.1.2) and the housing system with a pen surface smaller than 0.8 m² per animal (Rav code D3.2.1.1). The contribution of VevoVital[®] to the ammonia emission reduction seems to be higher for the system D.3.2.1.2 compared to the system D.3.2.1.1.

Inhoudsopgave

Voorwoord

Samenvatting

Summary

1	Inleiding	1
1.1	Achtergrond.....	1
1.2	Doelstelling.....	1
1.3	Leeswijzer	1
2	Materiaal en methode	2
2.1	Het balansballensysteem.....	2
2.2	Vevovitall®	2
2.3	Beschrijving meetlocaties.....	2
2.4	Metingen	3
2.4.1	Meetstrategie	3
2.4.2	Meetmethode en -apparatuur	4
2.4.3	Verwerking gegevens	5
2.4.4	Statistische analyse	5
3	Resultaten.....	6
3.1	Meetomstandigheden.....	6
3.2	Ammoniakconcentratie en –emissie	8
4	Discussie	11
5	Conclusies	12

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Begin 2006 kwam vleesvarkenshouder/ondernemer de heer Arie van Hoof op het idee om ballen te gebruiken om het mestoppervlak onder de rooster van een varkensstal af te dekken. Het doel was op deze wijze de ammoniakemissie uit de mestput te reduceren. In samenwerking met Havadi B.V. uit Gemert werd het idee verder opgepakt en is op het bedrijf van de heer Arie van Hoof te Deurne van juli 2006 tot en met oktober 2006 een pilotproef bij vleesvarkens uitgevoerd met een afdeling met balansballen en een referentieafdeling. Het gemiddelde verschil in ammoniakconcentratie tussen beide afdelingen was circa 55%.

Om in aanmerking te komen voor opname in de Regeling ammoniak en veehouderij (Rav) zijn in 2007 door WUR-ASG emissiemetingen opgestart op vier praktijkstallen met volledig onderkelderde vleesvarkenshokken en op vier praktijkstallen met gedeeltelijk onderkelderde hokken. Na het uitvoeren van gemiddeld twee metingen per bedrijf bleek dat het streefniveau voor de ammoniakuitstoot niet zou worden gehaald. De emissiereductie voor de gedeeltelijk onderkelderde systemen was 4% en voor volledig onderkelderde systemen 6% ten opzichte van de emissiefactor uit de Rav. Er werd geconstateerd dat de referentie-emissie van de bedrijven (indicatief bepaald) hoog was ten opzichte van de emissiefactor uit de Rav. Daarnaast was de indruk dat de balansballen niet optimaal functioneerden.

Na het optimaliseren van het balansballensysteem is een nieuwe onderzoeksopzet/meetplan opgesteld. Hierin werd voorgesteld om niet alleen de absolute emissieniveaus van de praktijkstallen met balansballen bij vleesvarkens te bepalen, maar ook de gerealiseerde emissiereductie ten opzichte van referentieafdelingen zonder balansballen op deze bedrijven. Daarnaast werd voorgesteld om een tweede behandeling, namelijk de meerwaarde van het gebruik van veevoedermaatregelen (VevoVital[®]) aanvullend op de toepassing van het balansballensysteem, te onderzoeken. Na goedkeuring van dit nieuwe meetplan door de Technischadviescommissie van de Regeling ammoniak en veehouderij (Tac-Rav) is WUR-ASG door Havadi B.V./Balansbal B.V. benaderd om deze metingen uit te voeren.

1.2 Doelstelling

De doelstelling van dit onderzoek was het vaststellen van de ammoniakemissies van het balansballensysteem bij vleesvarkens gehouden in hokken met volledige onderkeldering na toepassing alleen en in combinatie met VevoVital[®]. Naast de absolute emissieniveaus werden ook de emissiereducties ten opzichte van een referentie (zonder balansballen en zonder VevoVital[®]) bepaald (de zogenaamde control-case benadering). De absolute emissies worden vergeleken met de maximale emissiewaarde als weergegeven in bijlage 1 van het Besluit ammoniakemissie huisvesting veehouderij (1,4 kg per dierplaats per jaar; www.infomil.nl).

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 worden de emissiereducerende principes van het balansballensysteem en VevoVital[®] uitgelegd. Daarnaast worden ook de belangrijkste kenmerken van de gekozen meetlocaties weergegeven, de gebruikte meetmethode (rekentechniek) en de meetapparatuur beschreven. In hoofdstuk 3 worden de resultaten van de emissiemetingen (absolute emissieniveaus en emissiereducties) gerapporteerd. In hoofdstuk 4 worden de belangrijkste conclusies van dit onderzoek weergegeven.

2 Materiaal en methode

2.1 Het balansballensysteem

De balansbal bestaat uit een hoogwaardig polyethyleen die door de helft is gevuld met demi-water en voor de andere helft met lucht (figuur 1). Er zijn twee uitvoeringen beschikbaar. In dit onderzoek werden balansballen met een diameter van 22,5 cm gebruikt.



Figuur 1 Balansbal

Het emissiereducerende principe van dit systeem berust op het afdekken van het mestoppervlak onder de roosters. Hierdoor vindt minder contact plaats tussen de mestlaag en de lucht boven de mest. Het gevolg is minder uitwisseling van ammoniak, waardoor vervluchtiging van ammoniak uit de mest wordt tegengegaan. De balansballen worden in de mestkelder onder de roosters en dichte vloer aangebracht. De vulling (50% lucht, 50% water) zorgt dat ongeveer de helft van de bal in het mestoppervlak drijft. Wanneer er mest op de bal valt, verandert het zwaartepunt (de balans) van de bal. De bal zal daardoor direct of op termijn gaan kantelen, waardoor de mest in de put verdwijnt.

2.2 Vevovitall[®]

Vevovitall[®] is een toevoegmiddel aan voer dat minstens 99,9% aan Benzoëzuur bevat. Dit zwakke zuur heeft tot doel de pH van de urine te verlagen en de buffercapaciteit van urine te verhogen. Hiermee wordt een verlaging van de ammoniakemissie uit de stal bereikt. Onderzoek van Aarnink *et al.* (2008) heeft aangetoond dat de emissie met toevoeging van 1% Vevovitall[®] aan het voer met gemiddeld 15,8% (variatie op bedrijfsniveau tussen 5,9% en 23,0%) wordt verminderd. In het onderhavige onderzoek wordt het additionele effect van 1% Vevovitall[®] toevoeging in het voer, bovenop de toepassing van balansballen in de mestkelder onderzocht.

2.3 Beschrijving meetlocaties

De gekozen vleesvarkensbedrijven voor dit onderzoek zijn gelokaliseerd in Zuid-Nederland, voornamelijk in het Peel gebied. Voorafgaande aan de metingen zijn de locaties geselecteerd op de volgend voorwaarden:

- volledig onderkelderd (Rav-code D3.2.1.1 of D3.2.1.2)
- de bedrijven moeten kunnen voldoen aan de landbouwkundige randvoorwaarden die in bijlage D van het meetprotocol "Ammoniakemissie uit dierverblijven 2007" (www.senternovem.nl) worden gegeven
- mechanisch geventileerde stallen
- indicatieve emissieniveau moet ongeveer overeenkomen met de emissie uit de Rav-lijst

Per locatie worden drie identieke afdelingen voor vleesvarkens gebruikt. In één afdeling is de mestput bedekt met balansballen. De potentiële verkleining van het emitterend oppervlak bedraagt in dit onderzoek ongeveer 70%. Dit betekent dat per m² mestoppervlak 17-18 ballen werden aangebracht. Een tweede afdeling werd identiek uitgevoerd met hetzelfde aantal balansballen. Additioneel kregen de varkens in deze afdeling voer met het voederadditief VevoVitall[®]. Het gaat hierbij om een toevoeging van 1% VevoVitall[®] aan het toegediende voer. Het Vevovitall[®] werd vooraf door de

mengvoerleverancier aan het voer toegevoegd. Een derde afdeling werd ingezet als referentieafdeling, zonder enige maatregel, ter bepaling van de rendementen. Bij twee bedrijven was het leefoppervlak per dier minder dan 0,8 m². Bij de andere twee bedrijven was het leefoppervlak groter dan 0,8 m². De belangrijkste kenmerken van de 4 locaties in dit onderzoek zijn weergegeven in bijlage A.

2.4 Metingen

2.4.1 Meetstrategie

De metingen werden uitgevoerd volgens het meetprotocol "Ammoniakemissie uit diervverblijven 2007" (www.senternovem.nl). Dit houdt in dat metingen op vier praktijkbedrijven uitgevoerd moeten worden. Per bedrijf worden per behandeling/afdeling zes 24-uursmetingen uitgevoerd. Deze metingen moeten evenredig verdeeld worden over een totale meetperiode van 12 maanden. De verdeling over het jaar van de 6 metingen moet bij groeiende diergroepen (zoals vleesvarkens) ook nog worden verdeeld over het groeitraject, waarbij de helft van de metingen in het eerste deel en de andere helft in het tweede deel van het groeitraject dient te vallen.

In dit onderzoek werd niet alleen het absolute emissieniveau van het balansballensysteem bij vleesvarkens (volledige onderkeldering) vastgesteld, maar ook de gerealiseerde emissiereductie ten opzichte van een referentieafdeling. Daarnaast werd de meerwaarde van het gebruik van veevoedermaatregelen (VevoVital[®]) aanvullend op de toepassing van balansballen bepaald. Dit resulteerde in de volgende behandelingen per bedrijf:

1. Referentie (afdeling zonder balansballen en zonder VevoVital[®])
2. Afdeling met balansballen en voer zonder VevoVital[®]
3. Afdeling met balansballen en voer met VevoVital[®]

De meetlocaties moesten aan de volgende voorwaarden voldoen:

- De afdelingen waar gemeten wordt zijn tenminste twee maanden in gebruik
- De vleesvarkens worden gehouden volgens de geldende welzijnswaarden
- Het aantal varkens in een hok ligt tussen 10 en 40
- Drinkwater is onbeperkt beschikbaar
- De groei van de varkens van 25-115 kg is minimaal 750 g/dag
- De uitval is maximaal 5%
- Het minimale aantal varkens per afdeling is 50

De volgende variabelen zijn op alle meetlocaties gemeten:

- Klimaat (temperatuur en relatieve luchtvochtigheid) in de afdelingen (bij de ventilator) en buiten
- Ventilatie-debiet van de ventilatoren in alle drie afdelingen
- Ammoniakconcentratie van de ingaande lucht (buitenlucht) en de uitgaande lucht (in de ventilatiekoker) in alle drie afdelingen
- CO₂-concentratie in de afdeling aan het begin of aan het eind van de meetperiode (indicatief gemeten met Kitagawa buisjes, momentopname)

De volgende productiegegevens werden tijdens de metingen geregistreerd:

- oplegdatum
- aantal opgelegde dieren
- aantal aanwezige dieren
- gemiddelde gewicht dieren (kg)
- energiewaarde voer

De volgende parameters zijn tijdens de metingen visueel beoordeeld of gemeten:

- Conditie balansballen
- Dier- en hokbevuiling

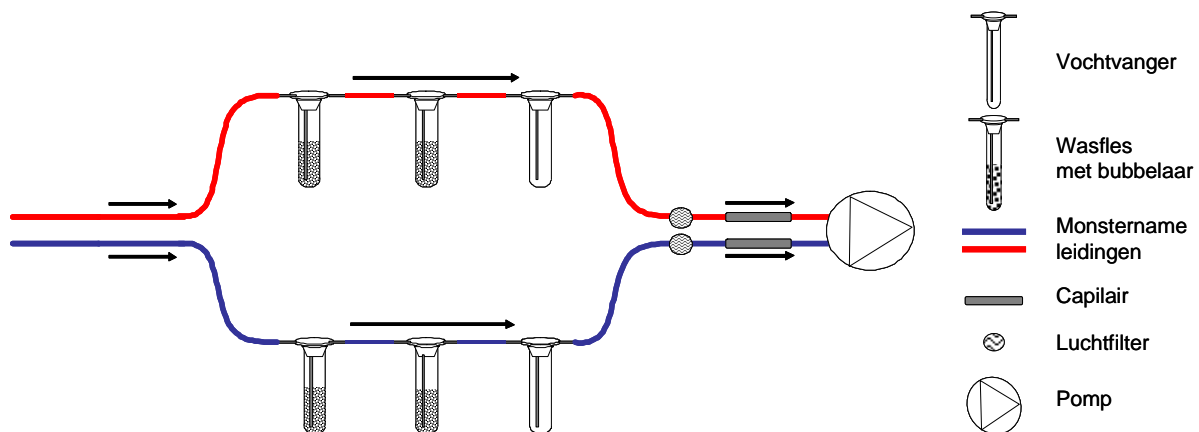
In bijlage B zijn de productiegegevens en klimaatomstandigheden tijdens de metingen weergegeven.

WUR-ASG heeft zelf geen voeranalyses uitgevoerd om de aanwezigheid van en het gehalte aan VevoVital[®] vast te stellen. Dit viel buiten de scope van de opdracht. De opdrachtgever heeft dit zelf steekproefsgewijs gedaan. De resultaten hiervan zijn bij opdrachtgever op te vragen. De opdrachtgever was ook verantwoordelijk voor het aanbrengen van de balansballen in de mestkanalen (verwachte verkleining van het emitterend oppervlak: 70%).

2.4.2 Meetmethode en -apparatuur

Ammoniakconcentratie

De ammoniakconcentratie werd volgens de natchemische meetmethode voor NH₃ (Wintjes, 1993) gemeten. Bij deze meetmethode wordt de lucht via een monsternameleiding met een constante luchtstroom (1,0 l/min) aangezogen met behulp van een pomp (Thomas Industries Inc., model 607CD32, Wabasha, Minnesota, VS) en een kritische capillair die een luchtstroom geeft van ongeveer 1,0 l/min. Voor en na de meting werd de exacte luchtstroom bepaald met behulp van een flowmeter (Defender 510-m, Bios Int. Corp, USA). Alle lucht wordt door een impinger (geplaatst in een wasfles met 100 ml zuur) geleid, waarbij de NH₃ wordt opgevangen. Om rekening te houden met eventuele doorslag wordt een tweede fles in serie geplaatst. Om doorslag naar de pomp te voorkomen wordt de lucht na de impingers met zuur door een vochtvanger (impinger zonder vloeistof) geleid. Zowel de ingaande als uitgaande stallucht werd in duplo bemonsterd (Figuur 2). De molariteit van de zure oplossing in de wasflessen is afhankelijk van het aanbod van NH₃ dat moet worden gebonden; voor deze stallen was deze 0,05 M. Na de bemonsteringstijd (24 uur) wordt de hoeveelheid gebonden NH₃ spectrofotometrisch bepaald. Door de bemonsteringsduur, de bemonsteringsflow, het NH₄⁺ gehalte en de hoeveelheid opvangvloeistof te verrekenen kan de NH₃-concentratie in de bemonsterde lucht worden bepaald.



Figuur 2 Meetopstelling natchemisch methode voor ammoniakemissiemetingen

Ventilatiegebied

Het ventilatiegebied (m³/uur) werd met behulp van meetventilatoren (Van Ouwerkerk, 1993; Mosquera *et al.*, 2002) continu tijdens de metingen geregistreerd en vastgelegd in een datalogger (Koenders CR-10). Meetventilatoren zijn groot formaat anemometers met een diameter gelijk aan de diameter van de ventilatiekoker. De meetventilator wordt aangedreven door de luchtstroom in de ventilatiekoker en is daardoor niet gekoppeld aan de motor van de ventilator. De meetventilatoren werden na afloop van de metingen gekalibreerd. De kalibratie werd op de locatie zelf uitgevoerd, door een gekalibreerde meetventilator onder de gebruikte meetventilator te plaatsen. Door de meetventilator te kalibreren bij verschillende ventilatieinstellingen werd de relatie tussen het ventilatiegebied en het aantal pulsen per minuut vastgesteld. In bijlage C zijn de gebruikte ijklijnen voor alle locaties weergegeven.

Temperatuur en relatieve luchtvochtigheid

De temperatuur (°C) en de relatieve luchtvochtigheid (%) in de afdeling (bij de ventilator) en voor de buitenlucht werden tijdens de metingen continu geregistreerd met temperatuur- en vochtsensoren (Rotronic Hygromer[®]) en vastgelegd in een datalogger (Koenders CR-10). De nauwkeurigheid van deze sensoren is resp. ± 1,0 °C en ± 2 %. De sensoren werden vóór en na alle metingen gecontroleerd.

2.4.3 Verwerking gegevens

Per behandeling ($k=1, \dots, 3$) werden voor alle bedrijven ($i=1, 2, \dots, 4$) per meetdag ($j=1, 2, \dots, 6$) de ammoniakemissies (E_{ijk}) bepaald op basis van het gemiddeld ventilatiedebiet (V_{ijk}) en de gemiddelde ammoniakconcentraties van de uitgaande lucht (C_{uitijk}) en de ingaande lucht (C_{inijk}):

$$E_{ijk} = V_{ijk} * (C_{uitijk} - C_{inijk})$$

Deze gemiddelde dagemissies werden vervolgens vermenigvuldigd met 365 dagen en gecorrigeerd met een leegstand van 10% om de jaaremmissies te berekenen. De ammoniakemissie per behandeling (E_k) op jaarbasis per dierplaats werd vervolgens bepaald als de gemiddelde van de waarden van alle meetdagen.

$$E_k = \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^6 E_{ijk}$$

De emissiereductie (ER) voor de behandelingen balansballen (BB) en balansballen met VevoVitall[®] (BBVV) werd berekend door de emissies voor deze behandelingen te vergelijken met de emissie van de behandeling referentie (R):

$$ER(BB) = \left(1 - \frac{E_{BB}}{E_R}\right) * 100\%$$

$$ER(BBVV) = \left(1 - \frac{E_{BBVV}}{E_R}\right) * 100\%$$

De emissiereductie voor VevoVitall[®] (ER(VV)) werd ingeschat volgens:

$$ER(VV) = \left(1 - \frac{E_{BBVV}}{E_{BB}}\right) * 100\%$$

De absolute emissies werden vergeleken met de maximale emissiewaarde als weergegeven in bijlage 1 van het Besluit ammoniakemissie huisvesting veehouderij (1,4 kg per dierplaats per jaar; www.infomil.nl).

2.4.4 Statistische analyse

Om het effect van de behandelingen balansballen en balansballen plus VevoVitall[®] op de ammoniakemissie te bepalen werd gebruik gemaakt van de 'REML (REsidual Maximum Likelihood) directive' van het statistische pakket Genstat (Genstat Committee, 2003). De resultaten zijn gecorrigeerd voor verschillen in meetdag in de productieperiode (dagen na opleg) en ventilatiedebiet tussen behandelingen. De volgende model was toegepast:

$$\ln Y = a + B + N + \ln V + e$$

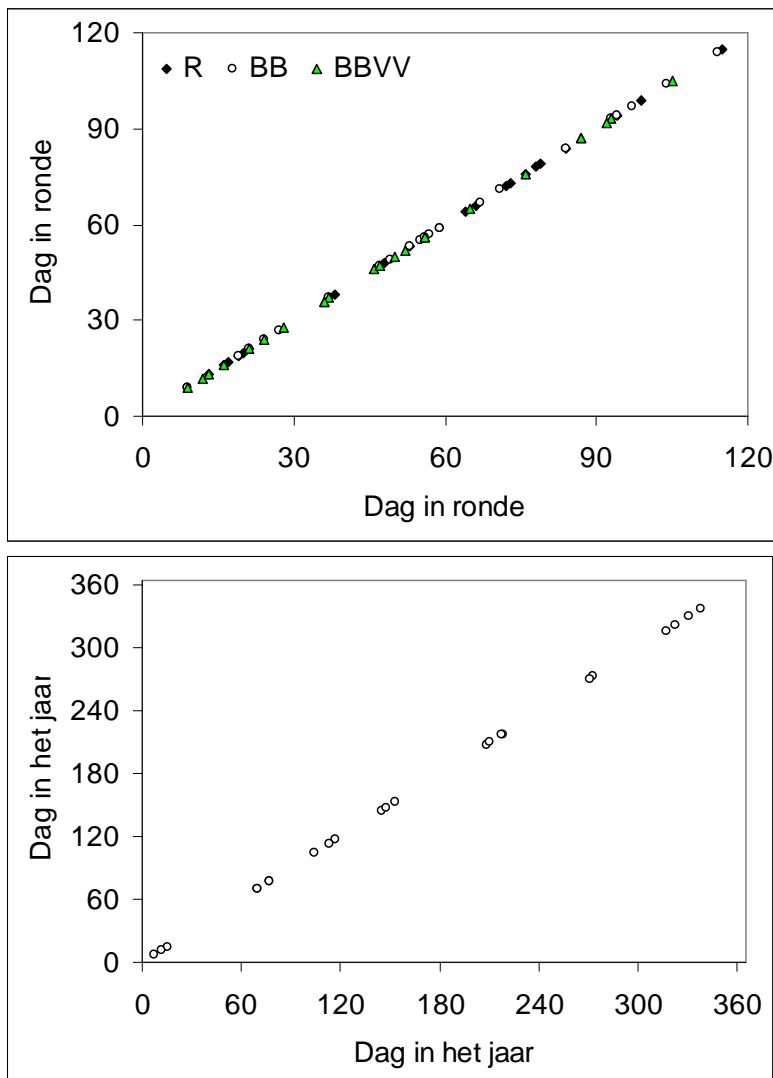
Met: Y = NH₃-emissie (kg/jaar per dierplaats, gecorrigeerd voor leegstand (10%))
a = constante
B = effect van behandeling (referentie, balansballen, balansballen met VevoVitall[®])
N = effect van dag in ronde (aantal dagen na opleg)
V = effect van ventilatiedebiet [m³/uur/dier]
e = residu

3 Resultaten

3.1 Meetomstandigheden

Het gebruikte meetprotocol voor ammoniakemissiemetingen op veehouderijbedrijven schrijft voor dat, op elk van de 4 bedrijven, per behandeling, 6 maal verdeeld over een jaar gemeten moet worden. De verdeling over het jaar van de 6 metingen moet bij groeiende diergroepen ook nog worden verdeeld in de productieperiode, waarbij de helft van de metingen in het eerste deel en de andere helft in het tweede deel van de productieperiode dient te vallen. Figuur 3 laat zien wat de werkelijke verdeling van de metingen in het onderhavige onderzoek was. De gemiddelde meetdag in de productieperiode voor de behandeling balansballen met VevoVital[®] (50 dagen na opleg) was ongeveer 1 week minder dan voor de behandelingen referentie (58 dagen na opleg) en balansballen (57 dagen na opleg).

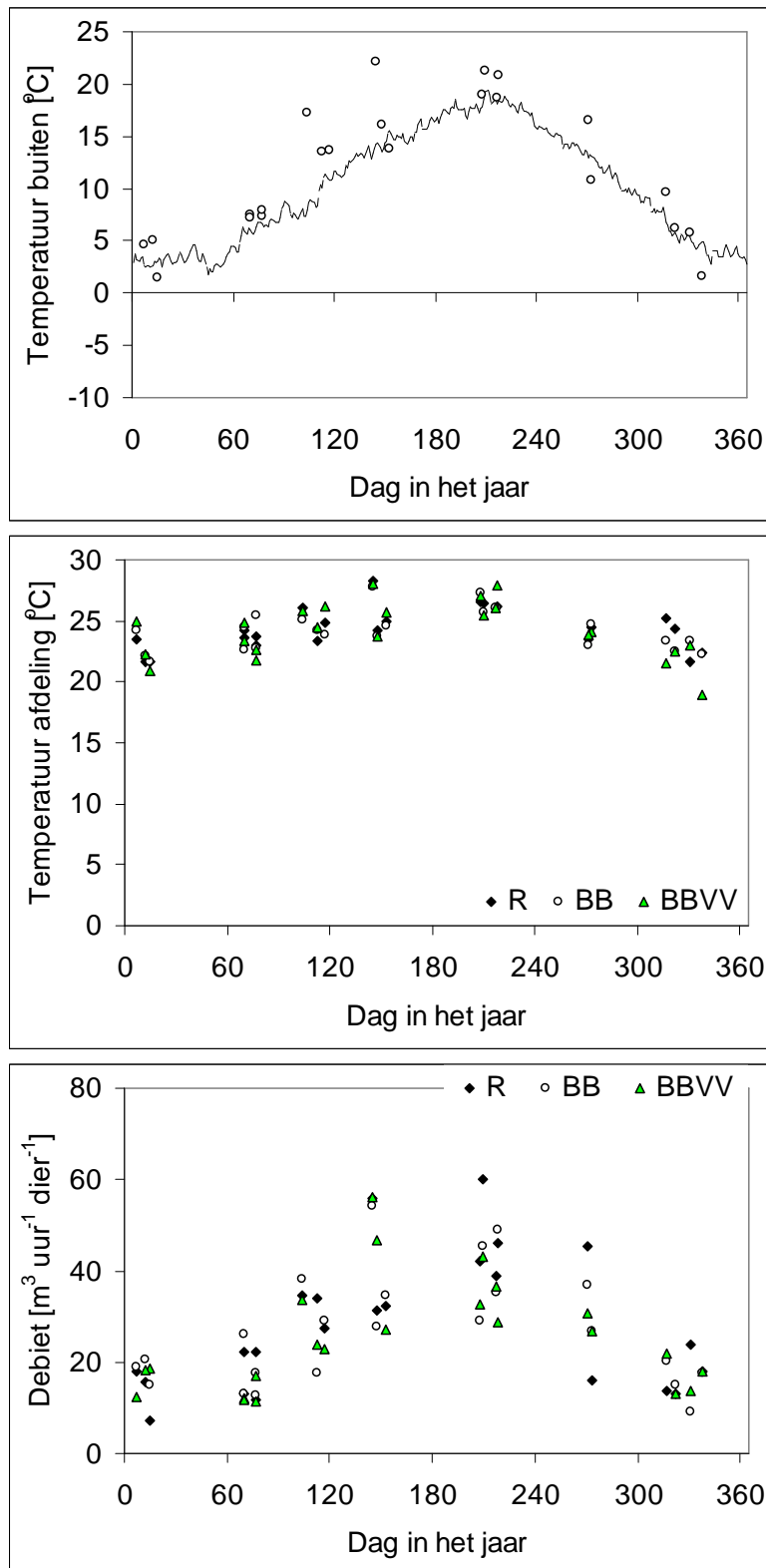
Opsplitsing van metingen tussen huisvestingssystemen (D3.2.1.1 (hokoppervlak maximaal 0,8 m² per dier) en D3.2.1.2 (hokoppervlak groter dan 0,8 m² per dier)) laat ook vergelijkbare resultaten zien (tabel 1). Voor deze verschil in meetdag tussen behandelingen werd in de statistische analyse (zie hoofdstuk 2.4.4) een correctie toegepast.



Figuur 3 Per behandeling, verdeling van de metingen over de productieperiode en het jaar.
 R: referentie; BB: balansballen; BBVV: balansballen met VevoVital[®]

De buitentemperatuur tijdens de metingen in de zomermaanden was ongeveer 1,5°C hoger dan de gemiddelde berekend op basis van de meteorologische gegevens uit het KNMI weersstation in de regio Eindhoven (www.knmi.nl; figuur 4a). De gemiddelde temperatuur in de afdeling was voor alle

drie behandelingen vergelijkbaar. De gemiddelde relatieve luchtvochtigheid in de afdeling was ook voor alle drie afdelingen vergelijkbaar. Het ventilatiedebiet voor de referentieafdelingen was over het algemeen iets hoger dan voor de afdelingen met de behandelingen balansballen of balansballen met VevoVitall®.



Figuur 4 Meetomstandigheden (binnen- en buitentemperatuur; ventilatiedebiet) per behandeling (referentie (R); balansballen (BB); balansballen met VevoVitall® (BBVV)). Voor de buitentemperatuur worden ook de gemiddelde waarden gemeten over de jaren 1984-2009 voor de regio Eindhoven (www.knmi.nl) als stippellijn weergegeven.

Tabel 1 Gemiddelde meetomstandigheden (aantal metingen, dagen na opleg, temperatuur en relatieve luchtvochtigheid binnen en buiten de afdeling, ventilatiedebiet en koolstofdioxide (CO₂) concentratie) per bedrijf en behandeling. R: referentie; BB: balansballen; BBVV: balansballen met VevoVitall[®].

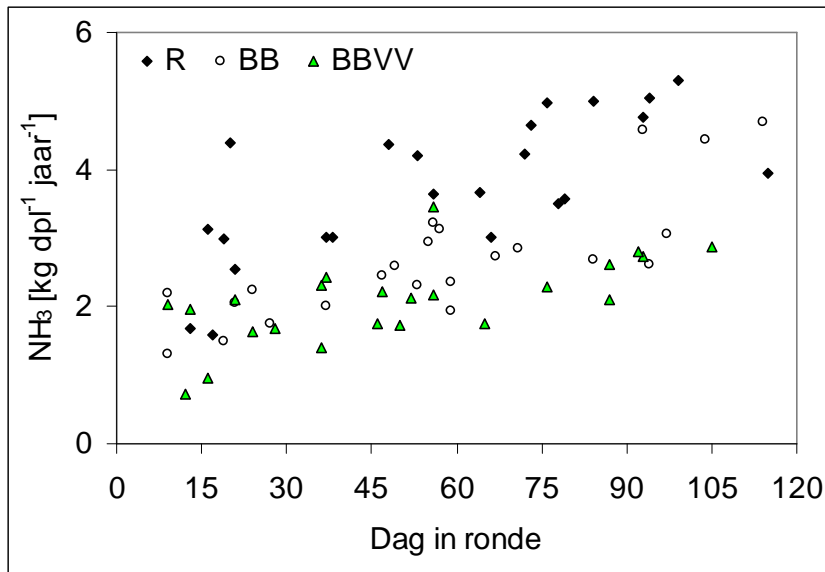
Bedrijf	Systeem	Meetomstandigheden	R	BB	BBVV	Buiten
1	D3.2.1.1	Aantal metingen	6	6	6	6
		Dagen na opleg	52	64	46	---
		T [°C]	24,8	24,6	24,8	11,7
		RV [%]	57,6	59,3	55,4	72,8
		Debiet [m ³ /uur/dier]	24,9	27,5	20,7	---
		CO ₂ [ppm]	3075	2717	2908	---
2	D3.2.1.1	Aantal metingen	6	6	6	6
		Dagen na opleg	65	56	54	---
		T [°C]	23,5	24,3	24,0	9,6
		RV [%]	71,5	64,0	63,6	81,2
		Debiet [m ³ /uur/dier]	24,3	20,6	21,2	---
		CO ₂ [ppm]	2967	3092	3017	---
3	D3.2.1.2	Aantal metingen	5 ^(a)	5 ^(a)	5 ^(a)	5 ^(a)
		Dagen na opleg	54	50	44	---
		T [°C]	25,8	24,8	25,1	14,4
		RV [%]	60,2	60,0	66,2	72,2
		Debiet [m ³ /uur/dier]	31,1	31,2	30,3	---
		CO ₂ [ppm]	2340	2200	2660	---
4	D3.2.1.2	Aantal metingen	6	6	6	6
		Dagen na opleg	61	57	54	---
		T [°C]	23,5	23,3	22,7	11,4
		RV [%]	59,7	59,8	64,0	81,2
		Debiet [m ³ /uur/dier]	32,1	27,6	29,0	---
		CO ₂ [ppm]	2025	1800	2242	---

^(a) Door (tijdelijke) bevrozing van de wasflessen zijn de NH₃-concentraties onbetrouwbaar geworden. Deze meting wordt daardoor in de berekeningen niet gebruikt.

De visuele waarnemingen tijdens de metingen laten over het algemeen geen afwijkend beeld zijn ten opzichte van wat gemiddeld gerapporteerd wordt in eerdere uitgevoerde onderzoeken. De aanwezigheid van de balansballen was bevestigd, het aantal balansballen per m² is niet door ons vastgesteld. De indruk was dat de ballen onder de roostervloer over het algemeen vuil (met stof en/of mest) waren. Het vuil oogde droog. Het kantelen van de ballen kon alleen worden bereikt door met een stok krachtig op de bal te duwen (bij extreme korstvorming was er geen beweging in te krijgen: locatie 1). Alleen wanneer de mest minder droog was konden de balansballen wat makkelijker in beweging worden gebracht. Wanneer een bal omgerold was, bleek dat de onderkant (de nieuwe bovenkant) er schoon en nat uitzag. De lucht in alle afdelingen op alle vier bedrijven werd als benauwd, met een sterke varkensgeur ervaren. Deze beleving werd echter niet door de betreffende varkenshouders onderschreven.

3.2 Ammoniakconcentratie en –emissie

In figuur 5 zijn per behandeling de daggemiddelde ammoniakemissies van alle beschikbare metingen weergegeven. Het verloop van de ammoniakemissie voor alle drie behandelingen (referentie (R), balansballen (BB) en balansballen met VevoVitall[®] (BBVV)) volgt het verwachte patroon: de emissie neemt lineair toe met de groei van de dieren. Figuur 5 laat duidelijk zien dat de emissies uit de referentieafdeling hoger waren dan uit de andere twee afdelingen. Dit verschil in emissie was hoger dan de verschillen tussen de afdelingen met balansballen en met balansballen plus VevoVitall[®]. Het algemene beeld hier is dat de emissies uit de afdeling met balansballen plus VevoVitall[®] lager waren dan uit de afdeling met balansballen zonder VevoVitall[®].



Figuur 5 Ammoniakemissies van de per meting (omgerekend naar kg per dierplaats per jaar; leegstandscorrectie(10%) toegepast) per behandeling (referentie (R); balansballen (BB); balansballen met VevoVitall® (BBVV)).

De gemeten absolute ammoniakemissies (tabel 2) voor de referentieafdeling (R) van bedrijven 1 en 2 (Rav code D3.2.1.1) waren hoger dan de emissiewaarde van 3,0 kg per dierplaats per jaar uit de Rav. Voor bedrijven 3 en 4 (Rav code D3.2.1.2) waren de emissies uit de referentieafdeling (R) lager dan de emissiewaarde van 4,0 kg per dierplaats per jaar uit de Rav. Voor alle bedrijven geldt dat de ammoniakemissie uit de afdelingen met balansballen (BB) en met balansballen plus VevoVitall® hoger waren dan de maximale emissiewaarde van 1,4 kg per dierplaats per jaar zoals weergegeven is in bijlage 1 van het Besluit ammoniakemissie huisvesting veehouderij. Opvallend in tabel 2 is dat VevoVitall® geen extra ammoniakemissiereductie lijkt te hebben opgeleverd bij bedrijf 2.

Tabel 2 Gemeten ammoniakconcentratie en emissie per bedrijf en afdeling (behandeling).
R: referentie; BB: balansballen; BBVV: balansballen met VevoVitall®.

Bedrijf		R	BB	BBVV	Buiten
1 (D3.2.1.1)	Aantal metingen	6	6	6	---
	Dagen in ronde	52	64	46	---
	NH ₃ [ppm]	37,6	23,1	18,2	0,28
	NH ₃ [kg/dpl/jaar]	4,21	3,08	1,99	---
2 (D3.2.1.1)	Aantal metingen	6	6	6	---
	Dagen in ronde	65	56	54	---
	NH ₃ [ppm]	27,1	22,6	21,9	0,13
	NH ₃ [kg/dpl/jaar]	3,48	2,59	2,50	---
3 (D3.2.1.2)	Aantal metingen	5 ^(a)	5 ^(a)	5 ^(a)	---
	Dagen in ronde	54	50	44	---
	NH ₃ [ppm]	26,7	15,0	11,8	0,12
	NH ₃ [kg/dpl/jaar]	3,65	2,12	1,67	---
4 (D3.2.1.2)	Aantal metingen	6	6	6	---
	Dagen in ronde	61	57	54	---
	NH ₃ [ppm]	26,0	24,3	17,3	0,26
	NH ₃ [kg/dpl/jaar]	3,63	2,84	2,09	---

^(a) Door (tijdelijke) bevrozing van de wasflessen zijn de NH₃-concentraties onbetrouwbaar geworden. Deze meting wordt daardoor in de berekeningen niet gebruikt.

De statistische analyse (na toepassing van een correctie voor verschillen in meetdag in de productieperiode (dagen na opleg) tussen behandelingen; tabel 3) laat een significant effect zien van de behandeling balansballen en balansballen plus VevoVitall® ten opzichte van de referentieafdeling. Gemiddeld over alle metingen werd een reductie van 29% gemeten na het toepassen van alleen balansballen. De reductie was vergelijkbaar voor de systemen D.3.2.1.1 en D3.2.1.2. De emissiereductie na het toepassen van balansballen en VevoVitall® was gemiddeld 42%. Het geschatte

effect van VevoVital® in het onderhavige onderzoek (zie hoofdstuk 2.4.3) was 18%. De reductie was hoger bij het systeem D3.2.1.2 ten opzichte van het systeem D3.2.1.1.

Tabel 3 Ammoniakemissiereductie per behandeling en huisvestingssysteem. De emissies (leegstandscorrectie(10%) toegepast) zijn gecorrigeerd voor verschillen in meetdag in de productieperiode (dagen na opleg) tussen behandelingen (zie hoofdstuk 2.4.4). Significante verschillen ($P < 0,05$) tussen meetdagen worden aangegeven door verschillende superscripts. R: referentie; BB: balansballen; BBVV: balansballen met VevoVital®.

Systeem	Behandeling	Aantal metingen	Rav [kg/dpl/jaar]	Emissie [kg/dpl/jaar]	Reductie [%]
D3.2.1.1	R	12	3,0	3,7 ^(a)	0
	BB	12		2,6 ^(b)	29,3
	BBVV	12		2,3 ^(b)	37,5
D3.2.1.2	R	11	4,0	3,4 ^(a)	0
	BB	11		2,5 ^(b)	28,1
	BBVV	11		1,9 ^(c)	45,5
Alle data	R	23	---	3,6 ^(a)	0
	BB	23		2,6 ^(b)	28,6
	BBVV	23		2,1 ^(c)	41,6

4 Discussie

De doelstelling van dit onderzoek was niet alleen de absolute ammoniakemissies te bepalen na het toepassen van balansballen (met of zonder VevoVital[®]) bij vleesvarkens gehouden in hokken met volledige onderkeldering, maar ook de gerealiseerde emissiereducties ten opzichte van een referentieafdeling te bepalen. Om de verschillende behandelingen (referentie, balansballen, balansballen met VevoVital[®]) per bedrijf direct te kunnen vergelijken (control-case benadering) is het van belang om te zorgen dat de dieren in de gemeten afdelingen binnen een bedrijf met een vergelijkbaar management en huisvesting worden gehouden. Dit betekent dezelfde hokindeling, ventilatie-instellingen, voer- en mestniveaus, maar ook dezelfde leeftijd van de dieren. De oplegdata tussen afdelingen waren in dit onderzoek niet optimaal. Met name voor bedrijven 2 en 4 was dit verschil erg groot: 3-6 weken verschil tussen afdelingen. Dit maakt de vergelijking tussen behandelingen per bedrijf minder betrouwbaar. Gemiddeld over alle metingen speelde dit in het onderhavige onderzoek een wat kleinere rol: de resultaten uit de statistische analyse met en zonder een correctiefactor voor verschillen in meetdag in de productieperiode (dagen na opleg) tussen behandelingen waren vergelijkbaar. Om een zuivere vergelijking tussen behandeling te maken werden door middel van een statistische analyse de resultaten gecorrigeerd voor verschillen in meetdag in de productieperiode (dagen na opleg) tussen behandelingen.

De werking van de balansballen in de praktijk is ook van belang. In principe zouden de balansballen moeten draaien wanneer er mest op de bal valt, waardoor de mest onder de bal in de mestkelder terecht zou komen. Uit visuele waarnemingen kwam naar voren dat de balansballen matig draaiden. Dit heeft mogelijk bijgedragen tot de lagere emissiereductie dan vooraf werd verwacht. In drie van de vier bedrijven werd een gemiddelde emissiereductie van 25% [22%-27%] gemeten. Opvallend was de hoge emissiereductie (42%) op bedrijf 3. Er is geen verklaring gevonden voor dit verschil in emissiereductie. Gemiddeld over alle data was de reductie 29%.

De ingeschatte emissiereductie door het toepassen van VevoVital[®] naast het balansballensysteem varieerde tussen 4-35%, met een gemiddelde van 18%. Dit is vergelijkbaar met de resultaten van Aarnink *et al.* (2008), met een gemiddeld effect van 15,8% en een variatie tussen verschillende bedrijven van 5,9-23,0%. Opvallend was de lage emissiereductie gemeten op bedrijf 2 (4%). Een mogelijke oorzaak zou kunnen zijn dat de dosering of menging van VevoVital[®] in het voer op dit bedrijf niet optimaal was.

De absolute emissieniveaus uit de referentieafdeling waren bij bedrijven 1 en 2 hoger dan de emissiefactor uit de Rav. Voor de andere twee bedrijven waren de emissies uit de referentieafdeling lager dan de emissiefactor uit de Rav. Opvallend is de soms extreem hoge ammoniakconcentratie die werd gemeten: over 24 uur gemiddeld 40 tot 60 ppm, terwijl een maximum van 10 ppm wordt geadviseerd (Handboek voor de varkenshouderij, 2004). Bij deze hoge concentraties was het ventilatiedebiet laag. Dit werd bevestigd door de hoge gemeten CO₂ concentratie in de afdelingen (indicatieve metingen). De gemiddelde CO₂ concentratie was ongeveer gelijk aan de maximale toegestane CO₂ concentratie uit de landbouwkundige voorwaarden (bijlage D van het meetprotocol "Ammoniakemissie uit diervverblijven 2007"; www.senternovem.nl).

In het Besluit ammoniakemissie huisvesting veehouderij wordt gesteld dat uit emissiearme stallen maximaal 1,4 kg per dierplaats per jaar mag emitteren. Ten opzichte van de emissie uit een referentiestal (3,0 of 4,0 kg per dierplaats per jaar) zoals deze in dit onderzoek is gebruikt, betekent dit dat een reductie van 53 of 65% moet worden bereikt. De gemeten reductiepercentages waren altijd lager dan de gewenste niveaus.

5 Conclusies

In het onderhavige onderzoek werden de absolute ammoniakemissies bepaald bij toepassing van het balansballensysteem al dan niet in combinatie met VevoVital[®] bij vleesvarkens gehouden in hokken met volledige onderkeldering. Naast de absolute emissieniveaus werden ook de emissiereducties ten opzichte van een referentie (zonder balansballen en zonder VevoVital[®]) bepaald.

De gemeten ammoniakemissie uit de referentieafdeling (3,7 kg NH₃ per dierplaats per jaar) voor het systeem met een maximaal hokoppervlak van 0,8 m² per dier (Rav code D3.2.1.1) was hoger dan de emissiewaarde uit de Rav (3,0 kg NH₃ per dierplaats per jaar). Voor het systeem met een hokoppervlak groter dan 0,8 m² per dier (Rav code D3.2.1.2) waren de emissies (3,4 kg NH₃ per dierplaats per jaar) lager dan de emissiewaarde uit de Rav (4,0 kg NH₃ per dierplaats per jaar).

De absolute ammoniakemissies uit de afdelingen met alleen ballansballen (2,6 kg NH₃ per dierplaats per jaar voor het systeem met Rav-code D3.2.1.1; 2,5 kg NH₃ per dierplaats per jaar voor het systeem met Rav-code D3.2.1.2), of met balansballen en VevoVital[®] (2,3 kg NH₃ per dierplaats per jaar voor het systeem met Rav-code D3.2.1.1; 1,9 kg NH₃ per dierplaats per jaar voor het systeem met Rav-code D3.2.1.2) waren hoger dan de maximale waarde (1,4 kg per dierplaats per jaar) uit het Besluit ammoniakemissie huisvesting veehouderij.

De toepassing van het balansballensysteem resulteerde in een gemiddelde ammoniakemissiereductie van 29% ten opzichte van de referentieafdeling. Het systeem met balansballen en VevoVital[®] leidde tot een reductie van 42% ten opzichte van de referentieafdeling.

Literatuur

- Aarnink, A.J.A., J.M.G. Hol en G.M. Nijeboer (2008). Ammonia emission factor for using benzoic acid (1% VevoVital[®]) in the diet of growing-finishing pigs. Animal Sciences Group Report 133.
- Genstat Committee (2003). Genstat users guide, 11th edition. VSN International Ltd, Hemel Hempstead, UK.
- Handboek voor de varkenshouderij (2004). Animal sciences Group, Wageningen UR, Praktijkboek 35, p. 90, Lelystad.
- Mosquera, J., P. Hofschreuder, J.W. Erisman, E. Mulder, C.E. van 't Klooster, N. Ogink, D. Swierstra en N. Verdoes (2002). Meetmethode gasvormige emissies uit de veehouderij. Wageningen, IMAG rapport 2002-12.
- Ouwerkerk, E.N.J. van, (ed) (1993). Meetmethode NH₃-emissies uit stallen, Werkgroep 'Meetmethoden NH₃-emissie uit stallen'. Wageningen, DLO, Onderzoek inzake de mest en ammoniakproblematiek in de veehouderij nr. 16.
- Wintjes, Y. (1993). Gaswasfles. In Meetmethoden NH₃-emissie uit stallen. Onderzoek inzake de mest- en ammoniak- problematiek in de veehouderij 16 (eds E.N.J. van Ouwerkerk), pp. 38-40. DLO, Wageningen.

Bijlagen

Bijlage A Belangrijkste kenmerken van de bedrijven in dit onderzoek

Vleesvarkensbedrijf 1

Algemeen

Rav-code mei 2009	D.3.2.1.1
Stalbeschrijving	Overige huisvestingssystemen, hokoppervlak maximaal 0,8 m ² per dier
Diersoort	Vleesvarkens

Stalsituatie

Aantal dierplaatsen	80
Vloertype	40% dichte betonvloer, 60% betonroostervloer
Aantal hokken	8
Hokoppervlak [m ²]	7,00
Oppervlakte per dier incl. voerbak [m ²]	0,70

Mestkelder

Beschrijving	Volledig onderkelderd
Diepte [m]	1,00
Afvoer mest	Twee maal per jaar

Klimaatregeling

Type ventilatie	Mechanisch
Aantal en diameter ventilatoren	1; Ø 50 cm
Max. ventilatiecapaciteit [m ³ /uur]	7500
Luchtinlaat	Plafond, gaatjes met mineraalwol
Verwarmingssysteem in de afdeling	Geen

Bedrijfsvoering

Voersysteem	Voorraadvoeding (brijbak), droogvoer		
Voerfabriek	Boerenbond Deurne		
Type voer	Startvoer	Tussenvoer	Eindvoer
Voerperiode [dagen]	0-35	36-63	63-eind
EW	1,12	1,12	1,09
Re [%]	16,4 (16,4)	15,5 (15,5)	15,1 (15,1)
Voederconversie	2,72		
Voertijden	Tussen 14:00 en 18:00 uur		
Gewichtstraject [kg]	23-92 kg		
Drinkwatersysteem	Drinknippel in de voerbak		
Drinktijden	Onbeperkt		
Lichtregime	Daglicht		
Schoonmaakregime	Na iedere ronde		

Opmerkingen

Het RE% tussen haken zijn de waarden van voer met VevoVitall®

Vleesvarkensbedrijf 2

Algemeen

Rav-code mei 2009	D.3.2.1.1
Stalbeschrijving	Overige huisvestingssystemen, hokoppervlak maximaal 0,8 m ² per dier
Diersoort	Vleesvarkens

Stalsituatie

Aantal dierplaatsen	80
Vloertype	40% dichte betonvloer, 60% betonroostervloer
Aantal hokken	8
Hokoppervlak [m ²]	7,35
Oppervlakte per dier incl. voerbak [m ²]	0,74

Mestkelder

Beschrijving	Volledig onderkelderd
Diepte [m]	1,75
Afvoer mest	Twee maal per jaar

Klimaatregeling

Type ventilatie	Mechanisch
Aantal en diameter ventilatoren	1; Ø 50 cm
Max. ventilatiecapaciteit [m ³ /uur]	7.500
Luchtinlaat	Plafond, mineraalwol met houtwolcementplaten
Verwarmingssysteem in de afdeling	Geen

Bedrijfsvoering

Voersysteem	Voorraadvoeding (brijbak), droogvoer	
Voerfabriek	De Heus	
Type voer	Startvoer	Eindvoer
Voerperiode [dagen]	0-35	36-eind
EW	1,08	1,05
Re (%)	16,7 (16,7)	14,1 (14,3)

Voederconversie	Niet bekend
Voertijden	7:00 en 17:00
Gewichtstraject [kg]	23 – 100
-Drinkwatersysteem	Drinknippel in de voerbak
Drinktijden	Onbepikt
Lichtregime	Altijd een kleine lamp aan
Schoonmaakregime	Na iedere ronde

Opmerkingen

Het RE% tussen haken zijn de waardes van voer met VevoVital[®]

Vleesvarkensbedrijf 3

Algemeen

Rav-code mei 2009	D.3.2.1.2
Stalbeschrijving	Overige huisvestingssystemen, hokoppervlak minimaal 0,8 m ² per dier
Diersoort	Vleesvarkens

Stalsituatie

Aantal dierplaatsen	104
Vloertype	40% dichte betonvloer, 60% betonroostervloer
Aantal hokken	8
Hokoppervlak [m ²]	10,56
Oppervlakte per dier incl. voerbak [m ²]	0,81

Mestkelder

Beschrijving	Volledig onderkelderd
Diepte [m]	1,35
Afvoer mest	Twee maal per jaar

Klimaatregeling

Type ventilatie	Mechanisch
Aantal en diameter ventilatoren	1; Ø 45 cm
Max. ventilatiecapaciteit [m ³ /uur]	6.000
Luchtinlaat	Plafond, gaatjes met mineraalwol
Verwarmingssysteem in de afdeling	2 gaskappen per afdeling

Bedrijfsvoering

Voersysteem	Voorraadvoeding (brijbak) met brijvoer		
Voerfabriek	Boerenbond Deurne		
Type voer	Standaardvoer met bijproducten (stoomschillen, tarwezetmeel met friet en tarwegistconcentraat)		
	Startvoer	tussenvoer	eindvoer
Voerperiode [dagen]	0 - 21	22 - 49	50 - eind
EW	1,11	1,12	1,13
Re [%]	17,3 (16,7)	17,0 (16,3)	15,4 (15,0)

Voederconversie	2,60
Voertijden	3 maal per dag, om 4:30, 8:30, en 18:30
Gewichtstraject [kg]	25 - 94
Drinkwatersysteem	Via het voer
Drinktijden	Zie voertijden
Lichtregime	's Nachts gaat automatisch een lamp in de afdeling aan (23:00 tot 6:00)
Schoonmaakregime	Na iedere ronde

Opmerkingen

Het RE% tussen haken zijn de waarden van voer met VevoVital[®]

Vleesvarkensbedrijf 4

Algemeen

Rav-code mei 2009	D.3.2.1.2
Stalbeschrijving	Overige huisvestingssystemen, hokoppervlak minimaal 0,8 m ² per dier
Diersoort	Vleesvarkens

Stalsituatie

Aantal dierplaatsen	88
Vloertype	51% dichte betonvloer, 49% betonroostervloer
Aantal hokken	8
Hokoppervlak [m ²]	9,43
Oppervlakte per dier incl. voerbak [m ²]	0,86

Mestkelder

Beschrijving	Volledig onderkelderd
Diepte [m]	1,35
Afvoer mest	Eenmaal per jaar

Klimaatregeling

Type ventilatie	Mechanisch
Aantal en diameter ventilatoren	1; Ø 45 cm
Max. ventilatiecapaciteit [m ³ /uur]	6.000
Luchtinlaat	Plafond; gaatjesfolie met balanskleppen bij de inlaat
Verwarmingssysteem in de afdeling	Geen

Bedrijfsvoering

Voersysteem	Voorraadvoeding (brijbak), droogvoer	
Voerfabriek	Boerenbond Deurne	
Type voer	Startvoer	Eindvoer
Voerperiode [dagen]	0-35	36-eind
EW	1,10	1,10
Re (%)	17,2 (16,9)	15,3 (15,0)

Voederconversie	2,55
Voertijden	17:00 uur
Gewichtstraject [kg]	25 – 113
Drinkwatersysteem	Drinknippel met lekbakje
Drinktijden	Onbeperkt
Lichtregime	Daglicht
Schoonmaakregime	Na iedere ronde

Opmerkingen	Het RE% tussen haken zijn de waardes van voer met VevoVitali [®]
--------------------	---

Bijlage B Meetomstandigheden en -resultaten

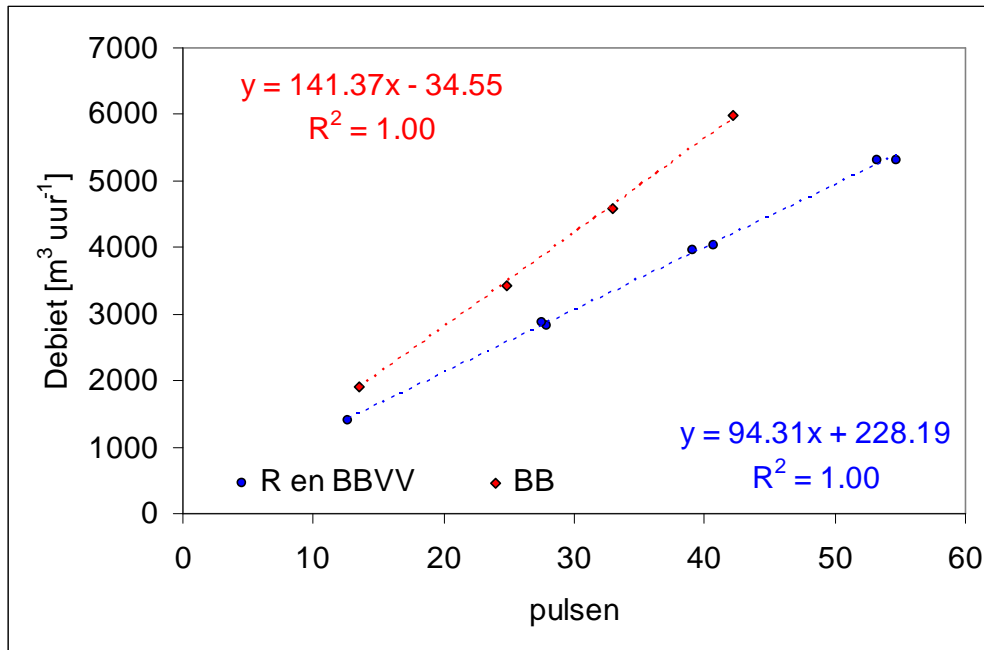
Bedrijf	Datum meting	Behandeling	Aantal dieren	Leeftijd dieren [dagen na opleg]	Gewicht [kg]	Temperatuur [°C]		Debiet [m ³ uur ⁻¹ dier ⁻¹]	NH ₃ [ppm]
						Buiten	Afdeling		
1	05/08/2008	Referentie	80	48	61	20,9	26,2	45,9	17,2
		Balansballen	79	55	66		26,1	48,8	11,2
		Balansballen + VevoVital [®]	80	36	52		27,9	28,6	14,7
	12/11/2008	Referentie	80	20	40	9,7	25,2	13,8	57,1
		Balansballen	79	37	53		23,4	20,3	18,2
		Balansballen + VevoVital [®]	80	9	32		21,5	21,9	17,0
	07/01/2009	Referentie	77	76	80	4,7	23,5	17,9	52,1
		Balansballen	79	93	90		24,2	19,0	43,9
		Balansballen + VevoVital [®]	79	65	75		24,9	12,5	25,7
	18/03/2009	Referentie	80	16	58	7,3	23,8	11,7	48,5
		Balansballen	80	27	53		25,5	12,8	24,9
		Balansballen + VevoVital [®]	80	16	58		22,6	11,6	15,2
	27/04/2009	Referentie	80	56	68	13,6	24,9	27,5	24,0
		Balansballen	80	67	75		23,8	29,2	17,1
		Balansballen + VevoVital [®]	79	56	68		26,1	22,8	17,5
02/06/2009	Referentie	79	93	90	13,8	25,0	32,3	27,0	
	Balansballen	79	104	105		24,5	34,7	23,5	
	Balansballen + VevoVital [®]	77	93	90		25,7	27,1	19,1	
2	29/09/2008	Referentie	88	21	40	10,8	24,4	16,0	26,1
		Balansballen	88	84	85		24,7	26,9	16,3
		Balansballen + VevoVital [®]	85	105	115		24,1	26,7	18,3
	26/11/2008	Referentie	82	79	85	5,8	21,7	23,8	26,3
		Balansballen	85	9	30		23,4	9,0	24,8
		Balansballen + VevoVital [®]	87	37	40		22,9	13,6	29,4
	15/01/2009	Referentie	83	17	30	1,5	21,6	7,3	38,0
		Balansballen	83	59	75		21,7	15,2	27,0
		Balansballen + VevoVital [®]	85	87	85		20,9	18,7	23,8
	11/03/2009	Referentie	84	72	80	7,2	23,6	22,3	32,4
		Balansballen	83	114	115		24,4	26,0	31,3
		Balansballen + VevoVital [®]	87	13	35		24,8	11,7	27,8
	23/04/2009	Referentie	83	115	115	13,5	23,4	34,0	20,2
		Balansballen	84	47	55		24,2	17,5	24,1
		Balansballen + VevoVital [®]	87	56	65		24,4	23,9	23,9
27/07/2009	Referentie	87	84	90	18,9	26,5	42,1	19,7	
	Balansballen	84	21	39		27,3	29,0	12,2	
	Balansballen + VevoVital [®]	88	28	44		27,0	32,7	8,6	

Vertrouwelijk rapport 193

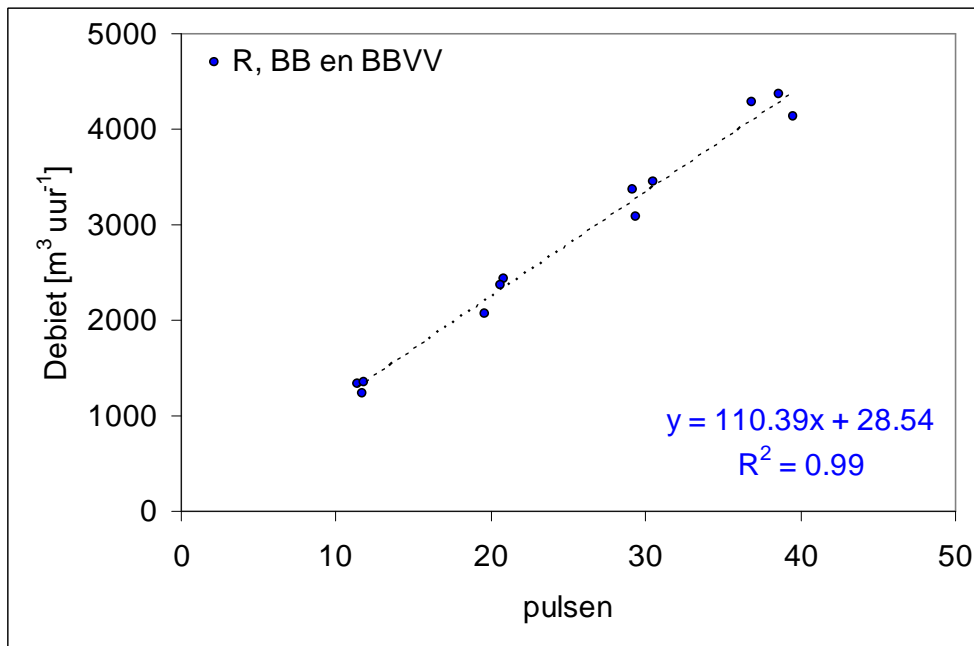
Bedrijf	Datum meting	Behandeling	Aantal dieren	Leeftijd dieren [dagen na opleg]	Gewicht [kg]	Temperatuur [°C]		Debiet [m ³ uur ⁻¹ dier ⁻¹]	NH ₃ [ppm]
						Buiten	Afdeling		
3	04/08/2008	Referentie	112	66	78	18,7	26,1	39,0	13,0
		Balansballen	112	59	73		26,0	35,4	9,2
		Balansballen + VevoVital®	112	52	66		26,1	36,7	9,7
	17/11/2008	Referentie	110	38	59	6,3	24,3	13,2	37,0
		Balansballen	112	24	52		22,5	15,1	23,7
		Balansballen + VevoVital®	112	24	48		22,4	12,9	20,1
	05/01/2009	Referentie	109	87	108	-6,4	23,8	10,6	(*)
		Balansballen	112	73	100		21,1	13,3	(*)
		Balansballen + VevoVital®	110	73	95		22,2	11,3	(*)
	11/03/2009	Referentie	95	19	45	7,5	24,2	13,2	42,7
		Balansballen	96	19	45		22,6	13,2	21,1
		Balansballen + VevoVital®	96	12	40		23,4	11,9	11,6
	14/04/2009	Referentie	95	53	73	17,3	26,1	34,5	23,3
		Balansballen	96	53	73		25,1	38,1	11,5
		Balansballen + VevoVital®	95	46	69		25,8	33,7	10,0
	25/05/2009	Referentie	93	94	100	22,2	28,3	55,8	17,6
		Balansballen	95	94	100		27,8	54,2	9,2
		Balansballen + VevoVital®	93	87	95		28,0	56,2	7,4
4	03/12/2008	Referentie	81	64	95	1,7	22,4	17,9	40,4
		Balansballen	83	57	75		22,2	17,7	33,9
		Balansballen + VevoVital®	86	36	45		19,0	17,9	14,6
	12/01/2009	Referentie	78	13	40	5,1	21,6	15,8	21,7
		Balansballen	63	97	100		22,1	20,6	37,4
		Balansballen + VevoVital®	80	76	80		22,2	18,4	24,7
	18/03/2009	Referentie	74	78	100	8,0	23,0	22,4	33,6
		Balansballen	85	49	78		22,8	17,6	27,5
		Balansballen + VevoVital®	88	21	56		21,8	17,0	22,4
	28/05/2009	Referentie	77	37	48	16,1	24,2	31,3	19,9
		Balansballen	80	9	30		23,7	27,6	15,8
		Balansballen + VevoVital®	49	92	100		23,7	46,6	19,4
	29/07/2009	Referentie	71	99	100	21,2	26,4	60,2	19,8
		Balansballen	77	71	65		25,7	45,3	13,1
		Balansballen + VevoVital®	80	50	50		25,4	43,2	8,1
	28/09/2009	Referentie	79	73	60	16,5	23,5	45,3	20,7
		Balansballen	78	56	43		23,0	36,8	17,9
		Balansballen + VevoVital®	79	47	43		23,8	30,8	14,7

(*) Door (tijdelijke) bevrozing van de wasflessen zijn de NH₃-concentraties onbetrouwbaar geworden. Deze meting wordt daardoor in de berekeningen niet gebruikt.

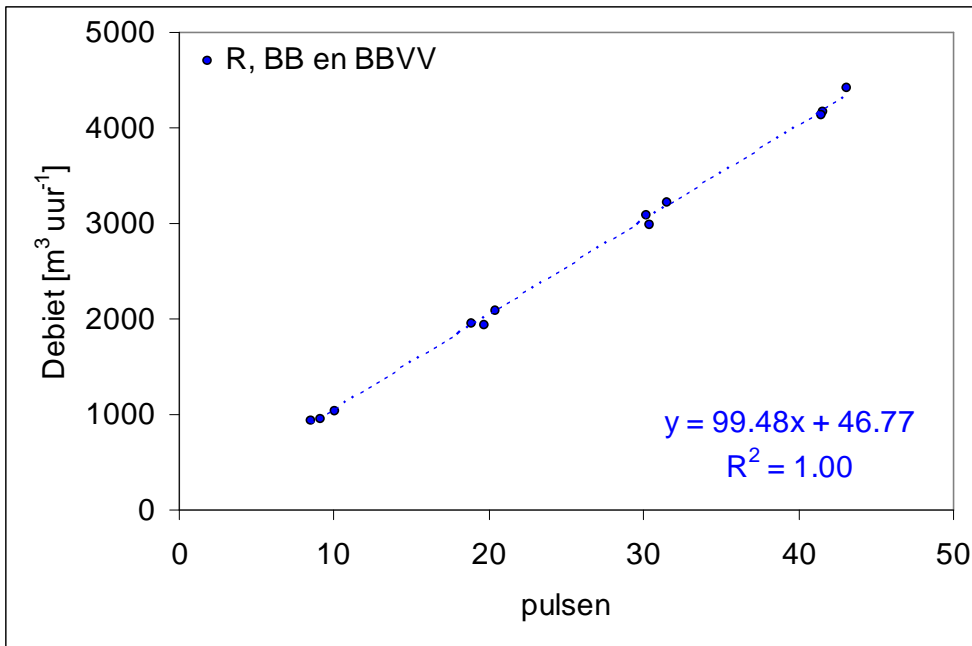
Bijlage C IJklijnen meetventilatoren



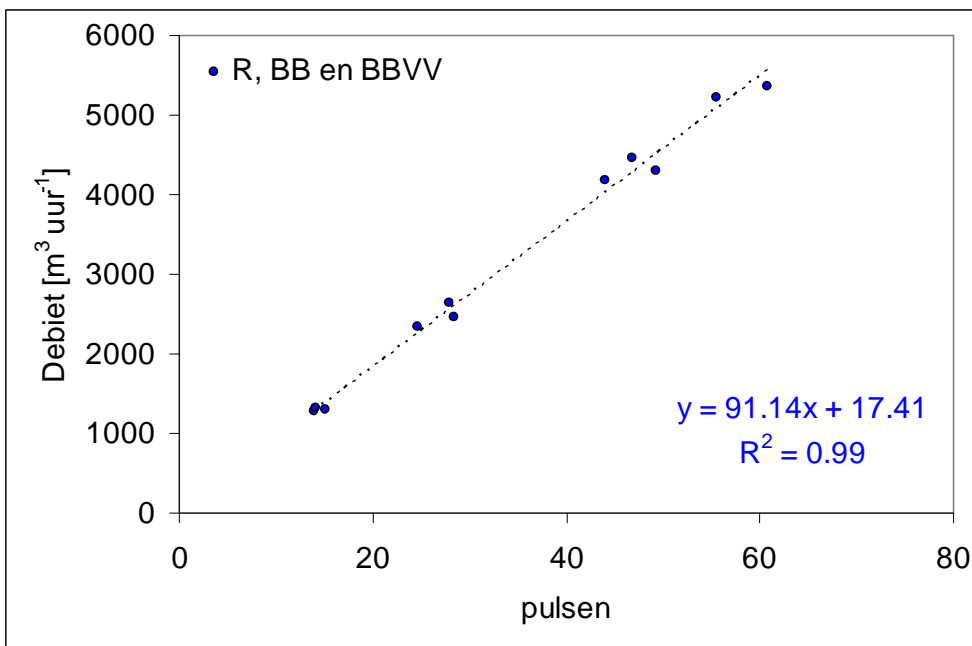
Figuur C1 Kalibratielijnen meetventilatoren op locatie 1. R: referentieafdeling; BB: afdeling met balansballen; BBVV: afdeling met balansballen en VevoVital[®]



Figuur C2 Kalibratielijnen meetventilatoren op locatie 2. R: referentieafdeling; BB: afdeling met balansballen; BBVV: afdeling met balansballen en VevoVital[®]



Figuur C3 Kalibratielijn meetventilatoren op locatie 3. R: referentieafdeling; BB: afdeling met balansballen; BBVV: afdeling met balansballen en VevoVitall®



Figuur C4 Kalibratielijn meetventilatoren op locatie 4. R: referentieafdeling; BB: afdeling met balansballen; BBVV: afdeling met balansballen en VevoVitall®