

Wageningen UR Livestock Research

Partner in livestock innovations



Rapport 665

De bepaling van TAN-excretie op varkens-, pluimvee- en melkveebedrijven

Juni 2013



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, 2013

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

The ammonia emission from farm animals is largely determined by the excretion of total ammoniacal nitrogen (TAN) in the urine. In this report the on-farm collection of data required to calculate TAN excretion on pig, poultry, and dairy farms is addressed.

Keywords

TAN-excretion, pig, poultry, dairy farms

Referaat

ISSN 1570 - 8616

Auteur(s)

P. Bikker
A.W. Jongbloed
A.M. van Vuuren

Titel

De bepaling van TAN-excretie op varkens-, pluimvee- en melkveebedrijven

Rapport 665

Samenvatting

De ammoniak emissie in de veehouderij wordt in belangrijke mate bepaald door de excretie van total ammoniakaal stikstof (TAN) in de urine. In dit rapport wordt besproken welke data nodig zijn om de TAN-excretie te berekenen en hoe deze op varkens-, pluimvee- en melkveebedrijven kunnen worden verzameld.

Trefwoorden

TAN-excretie, varkens, melkvee, pluimvee



LIVESTOCK RESEARCH
WAGENINGEN UR

Rapport 665

De bepaling van TAN-excretie op varkens-, pluimvee- en melkveebedrijven

Quantification of TAN excretion in pig, poultry and dairy farms

P. Bikker
A.W. Jongbloed
A.M. van Vuuren

Juni 2013

Voorwoord

De ammoniakemissie vanuit stallen in de veehouderij wordt in belangrijke mate bepaald door de excretie van total ammoniakaal stikstof (TAN) in de urine. Voor de beoordeling van een stalsysteem is het daarom gewenst tijdens de meting van de ammoniakemissie tevens de TAN-excretie vast te stellen. Daarom wordt in dit rapport besproken welke data nodig zijn om de bedrijfsspecifieke TAN-excretie te berekenen en hoe deze op varkens-, pluimvee- en melkveebedrijven kunnen worden verzameld. Deze studie is uitgevoerd in opdracht van het Ministerie van Economische Zaken.

Paul Bikker, projectleider

Samenvatting

De ammoniakemissie op veehouderijbedrijven wordt in belangrijke mate bepaald door de excretie van stikstof (N) in de mest. Hierbij is de invloed van de N in urine veel groter dan van N in feces, omdat N in feces veel minder snel in ammoniak wordt omgezet dan N in urine. Daarom wordt de ammoniakemissie sinds enkele jaren afgeleid van de excretie van stikstof uitgescheiden in de urine die wordt aangeduid als totaal ammoniakaal stikstof (TAN). De TAN-excretie wordt berekend uit de N-opname in het voer minus de N-uitscheiding in mest en de N-vastlegging in dierlijk product: lichaamsgroei, melk en eieren. De uitscheiding in de mest wordt berekend op basis van de verteringscoëfficiënt van het ruw eiwit in de gebruikte voedermiddelen, waarmee het onverteerbaar ruw eiwitgehalte van de voeders wordt berekend. De N-retentie in dierlijk product wordt berekend op basis van het gewicht van de lichaamsaanzet, melk en eieren, vermenigvuldigd met het N-gehalte in deze dierlijke producten.

Het doel van deze studie was een handreiking te doen voor de berekening van de bedrijfsspecifieke TAN-excretie om hiermee een relatie te kunnen leggen tussen de TAN-excretie en de gemeten ammoniakemissie op een veehouderijbedrijf.

Als basis is gebruik gemaakt van de beschrijving van Jongbloed in het rapport Velthof et al. (2009), die gericht is op de TAN-excretie van een compleet bedrijf op jaarbasis. Allereerst worden een aantal algemene aspecten van de TAN-excretie besproken, waarna wordt beschreven hoe de TAN-excretie op bedrijfsniveau kan worden berekend, welke gegevens hiervoor minimaal nodig zijn en met welke aanvullende gegevens de nauwkeurigheid van de berekening van de TAN-excretie verbeterd kan worden. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen de bepaling van de bedrijfsspecifieke TAN-excretie op jaarbasis en de excretie gedurende een korte periode rond de dag van een ammoniakemissiemeting.

De resultaten beschrijven de benodigde gegevens voor de bepaling van de TAN-excretie van een stal of afdeling met dieren gedurende een korte periode van enkele dagen en bediscussiëren verschillende alternatieven. In eerste instantie is zoveel mogelijk uitgegaan van gegevens uit de bedrijfsadministratie en aanvullende informatie van leveranciers van voer en diermateriaal en afnemers van dierlijke producten. Op varkens- en pluimveebedrijven is hiermee de TAN-excretie over een langere periode goed te schatten: een jaar bij zeugen, een legperiode bij leghennen en een ronde bij vleesvarkens en vleeskuikens. Bij zeugen is hierbij nog wel een uitsplitsing naar dragende en lacterende zeugen en gespeende biggen noodzakelijk. Voor de berekening van de TAN-excretie over een korte periode is aanvullende informatie over voeropname en groei gedurende de emissiemeting nodig. Hierbij kan gebruik gemaakt worden van de voercomputer, aanvullende weging van voer en dieren, of standaard voer- en groeicurves die op basis van bedrijfsgegevens naar het gewenste niveau aangepast worden. Bij melkvee is de melkeiwitproductie op basis van de melkproductie en het eiwitgehalte nauwkeurig te berekenen over een korte of langere periode. Voor de groei kunnen standaardcurves gebruikt worden. De voeropname en voersamenstelling zijn vaak veel moeilijker te bepalen, met name wat betreft de ruwvoeders in het rantsoen. De voeropname kan geschat worden vanuit de behoefte, maar aanvullende wegingen van rantsoen en voerresten kunnen de schatting duidelijk verbeteren. De invloed van weidegang op TAN-excretie is dermate complex dat emissiemetingen tijdens gedeeltelijke weidegang beter vermeden kunnen worden.

Concluderend is de bedrijfsspecifieke TAN-excretie over een jaar meestal goed te berekenen met behulp van gegevens uit de bedrijfsadministratie en van toeleveranciers en afnemers. Voor een nauwkeurige schatting van de TAN-excretie over een korte periode van enkele dagen moeten aanvullende gegevens verzameld en geregistreerd worden.

Summary

The ammonia emission on livestock farms is largely determined by the excretion of nitrogen (N) in the manure. The influence of N in urine on ammonia emission is much larger than that of N in faeces since faecal-N is only slowly converted into ammonia. Therefore, in recent years ammonia emission is derived from the excretion of urinary-N, referred to as total ammoniacal nitrogen (TAN). The TAN-excretion is calculated from the N-intake with the feed minus the N-excretion in manure and N-retention in animal products, e.g. body tissue, milk and eggs. The excretion in the manure is based on the content of indigestible crude protein in the feed ingredients. The N-retention in animal products is based on the amount of body gain, milk and eggs, multiplied by the N content in these animal products.

The aim of this study was to give recommendations for the calculation of the farm-specific TAN-excretion in order to relate this to the ammonia emission measurements on livestock farms.

The description of Jongbloed in the report of Velthof et al. (2009), to calculate the total annual TAN-excretion of farms was used as a basis for this study. Firstly, a number of general aspects of the TAN-excretion are addressed, followed by a description of the calculation of TAN-excretion at farm level, required data and additional information that may further improve the accuracy of the calculation of the TAN-excretion. A distinction is made between the estimation of the farm specific TAN excretion on an annual basis and the excretion in a short period including the actual measurement of ammonia emission.

The results describe the data required to estimate the TAN-excretion of a complete stable or a compartment over a period of several days and discuss different alternatives. Initially, the proposed calculation method is largely based on data from the farm management system and additional information of suppliers of feed and animals and companies buying the animal products. On pig and poultry farms, this information is adequate to estimate the TAN-excretion over a longer period of time: a year in sow farms, a laying period in laying hens and a growing-finishing period in pigs and broiler chickens. On sow farms, this information needs to be further specified for gestating and lactating sows and weaned piglets. To calculate the TAN-excretion in a short period, additional information regarding feed intake and body gain during the emission measurement is required. This can be derived from the computerised feeding system, weighing of feed material and animals or standard feeding and growth curves that can be scaled according to the farm specific production level. On dairy farms, production of milk protein is accurately derived for short and longer periods from the amount of milk produced and milk protein content. Body gain can be estimated using standard growth curves. Estimation of intake and composition of feed is complex, especially for roughages in the ration. Feed intake can be estimated on the basis of the energy requirements of the animals, whereas weighing of feed supply and left overs can substantially improve these estimates. Estimation of TAN-excretion in grazing cattle is complex and inaccurate. It is recommended not to measure ammonia emission from stables while cows are grazing pasture during a period of the day.

In conclusion, the annual farm-specific TAN-excretion can be adequately derived from data in the farm management system and information of suppliers and customers. For accurate estimation of the TAN-excretion in a short period in which ammonia emission is measured, additional data regarding feed consumption and production performance need to be collected.

Inhoudsopgave

Voorwoord

Samenvatting

Summary

1	Inleiding	1
1.1	Achtergrond.....	1
1.2	Doelstelling.....	1
2	Algemene aspecten van de relatie tussen TAN-excretie en NH₃-emissie.....	2
2.1	Variatie gedurende het jaar.....	2
2.2	Doel en tijdschaal.....	2
2.3	TAN-meting	3
2.4	TAN-berekening	3
2.5	Invloed ureumconcentratie.....	3
3	Bepaling van de TAN-excretie op varkensbedrijven	4
3.1	Vleesvarkens.....	4
3.1.1	Voeropname	4
3.1.2	Voersamenstelling	5
3.1.3	Dieren en stikstofretentie	6
3.2	Dragende en lacterende zeugen.....	7
3.2.1	Dragende zeugen	7
3.2.2	Lacterende zeugen	10
3.3	Gespeende biggen.....	13
3.3.1	Voeropname	13
3.3.2	Voersamenstelling	14
3.3.3	Stikstofretentie	14
3.4	Urineproductie bij varkens.....	15
3.5	Conclusies TAN-excretie varkens.....	15
4	Bepaling van de TAN-excretie op pluimveebedrijven	16
4.1	Vleeskuikens	16
4.1.1	Voeropname	16
4.1.2	Voersamenstelling	17
4.1.3	Stikstofretentie	17
4.2	Leghennen	18
4.2.1	Voeropname	18
4.2.2	Voersamenstelling	18
4.2.3	Stikstofretentie	19
4.3	Urineproductie bij pluimvee.....	20
4.4	Conclusies TAN-excretie pluimvee	20

5	Bepaling van de TAN-excretie op melkveebedrijven	21
5.1	Algemene belemmeringen en richtlijnen	21
5.2	Voeropname.....	21
5.2.1	Gemeten voeropname:	22
5.2.2	Berekende voeropname	22
5.2.3	Conclusie	22
5.3	Voersamenstelling.....	22
5.3.1	Op bedrijf geproduceerd voer	23
5.3.2	Aangekocht voer	23
5.4	Stikstofretentie	24
5.4.1	Berekende stikstofretentie	24
5.4.2	Gemeten stikstofretentie	25
5.5	Alternatieven	25
5.6	Urineproductie.....	25
5.7	Conclusies TAN-excretie melkvee	26
	Literatuur	27

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Eiwitstikstof in de voeding van landbouwhuisdieren wordt vastgelegd in dierlijk product (lichaamswefsel, melk of eieren) of uitgescheiden in de mest. Stikstof (N) in dierlijke mest vormt in de stal, tijdens opslag en bij toediening een bron voor gasvormige N-verliezen. Deze stikstof is afkomstig van onverteerd voereiwit, uitgescheiden in de faeces, of van verteerd eiwit wat door het dier wordt uitgescheiden in de urine in de vorm van ureum of urinezuur. In het verleden werd de ammoniakemissie veelal gerelateerd aan de totale stikstofexcretie. Omdat fecaal stikstof in onverteerd voereiwit echter weinig bijdraagt aan gasvormige emissie geeft de excretie van stikstof in de urine, uitgedrukt als totaal ammoniakaal stikstof (TAN) een betere voorspelling van de gasvormige N-emissie (Velthof et al., 2009). Daarom zijn door Velthof et al. (2009) de emissiefactoren voor stallen, mestopslagen en beweiding gebaseerd op de TAN-excretie. Vanaf 2011 wordt de nationale ammoniakemissie (NH₃-emissie) berekend op basis van de TAN-excretie in de mest in plaats van de excretie van totaal stikstof.

De emissiefactoren van stalsystemen zijn gebaseerd op meting van de ammoniakemissie op een selectie van bedrijven met een bepaald bedrijfssysteem. Ook op bedrijfsniveau wordt de actuele ammoniakemissie beïnvloed door de TAN-excretie in de periode van meting. Daarom is het gewenst bij meting van de ammoniakemissie op bedrijfsniveau deze ook direct te kunnen relateren aan de actuele TAN-excretie. In dit rapport wordt ingegaan op de vraag of en hoe tijdens de meetperiode de TAN-excretie op bedrijfsniveau kan worden bepaald en welke gegevens hiervoor dienen te worden verzameld en vastgelegd voor de diercategorieën melkvee, vleesvarkens, dragende en lacterende zeugen en gespeende biggen en voor leghennen en vleeskuikens. Daarbij wordt aangegeven welke informatie vanuit de bedrijfsadministratie minimaal nodig is en hoe de schatting van de TAN-excretie verder kan worden verbeterd met behulp van aanvullende waarnemingen. Deze studie is uitgevoerd in opdracht van het Ministerie van Economische Zaken.

1.2 Doelstelling

Deze studie heeft tot doel te beschrijven hoe de TAN-excretie op bedrijfsniveau kan worden berekend, welke gegevens hiervoor minimaal nodig zijn en met welke aanvullende gegevens de nauwkeurigheid van de berekening van de TAN-excretie verbeterd kan worden.

2 Algemene aspecten van de relatie tussen TAN-excretie en NH₃-emissie

2.1 Variatie gedurende het jaar

De meting van ammoniakemissie van een bepaald stalsysteem vindt gedurende 6 maal één dag (24 uur) verspreid over een jaar plaats. Het is gewenst dat het gemiddelde van deze metingen een representatief beeld geeft van de ammoniakemissie over het gehele jaar. Deze emissie wordt in belangrijke mate bepaald door de eiwitopname en vastlegging in dierlijk product. De dierlijke productie is niet constant maar hangt af van de leeftijd en het productiestadium van een dier. De melkproductie van een melkkoe stijgt snel na afkalven totdat na circa 6 weken een piek in productie wordt bereikt. De melkproductie blijft dan een aantal weken vrij constant en daalt daarna geleidelijk totdat het dier wordt drooggezet en opnieuw afkalft. Dit verloop wordt de lactatiecurve genoemd. Evenzo heeft een leghen een eiproductiecurve die na de opfokperiode gedurende de eerste vier weken toeneemt en aan het eind weer geleidelijk afneemt. Bij gespeende biggen zijn de voeropname en de groei per dag kort na spenen zeer laag en nemen deze toe gedurende de opfokperiode tot circa 10 weken leeftijd. De groei per dag blijft stijgen wanneer de biggen als vleesvarken worden gehouden, maar vanaf circa 70 kg neemt de dagelijkse groei weer geleidelijk af. Ieder dier heeft een eigen lactatie-, groei- of eiproductiecurve. Het verloop van de productie in een stal of afdeling wordt dus bepaald door het gemiddelde van de aanwezige dieren. Bij leghennen, vleeskuikens, biggen, vleesvarkens en lacterende zeugen bevinden de dieren in een afdeling zich meestal in hetzelfde productiestadium. Bij melkkoeien en dragende zeugen lopen dieren van verschillende productiestadia veelal door elkaar. Bij melkkoeien verandert bovendien de rantsoensamenstelling gedurende het jaar, hetgeen tevens samen kan gaan met een gewijzigde huisvesting. Melkveebedrijven produceren zelf een belangrijk deel van het benodigde voer, zoals gras en maïs. De samenstelling van dat voer kan variëren als gevolg van variatie in groeiomstandigheden, door management en weersinvloeden. Bij een deel van de melkveehouders grazen de dieren 's zomers buiten in de wei. Daarbij dient niet alleen rekening te worden gehouden met de samenstelling van het opgenomen gras, maar ook dat een deel van TAN-excretie buiten de stal plaatsvindt. Om een representatief beeld van de totale en gemiddelde ammoniakemissie te verkrijgen is het noodzakelijk dat de metingen evenredig worden verdeeld over het jaar en de productiecurve.

2.2 Doel en tijdschaal

Het relateren van de NH₃-emissie aan de TAN-excretie kan twee onderscheiden doelen dienen die verschillende eisen stellen aan het verzamelen van gegevens: 1) de relatie tussen de jaarlijkse NH₃-emissie aan de TAN-excretie, bijvoorbeeld ten behoeve van de nationale emissie per jaar en 2) de relatie tussen de NH₃-emissie in een 24-uurs meetperiode aan de TAN-excretie in diezelfde periode. Beide situaties worden hieronder uitgewerkt.

1. Dit betreft het relateren van de gemiddelde TAN-excretie over een jaar of een productieperiode van een dier aan de gemiddelde NH₃-emissie in die betreffende periode. Bij dit doel worden de individuele NH₃-metingen gebruikt om een gemiddelde NH₃-emissie van een stal of afdeling voor de hele periode te berekenen. In dit geval is het voldoende om de gemiddelde TAN-excretie voor dezelfde periode (een jaar of een productieperiode) te bepalen. Het is dan niet nodig om dit voor verschillende dagen van de productiecurve uit te splitsen. Bij dit doel kan veelal gebruik gemaakt worden van gegevens uit de bedrijfsadministratie m.b.t. leveringen van voer, diermateriaal en producten (eieren, melk, slachtdieren) waarmee met name bij varkens en pluimvee een redelijk nauwkeurige berekening kan worden uitgevoerd. Bij rundvee is dit lastiger omdat de aanvoer van ruwvoer doorgaans niet kwantitatief bekend is en dus ook niet uit de bedrijfsadministratie is af te leiden. Hierbij kan volgens de systematiek van de bedrijfsspecifieke excretie (BEX) de ruwvoeropname op basis van de berekende energiebehoefte (VEM) worden ingeschat. Aanvullend moet de berekende N-excretie op basis van de N-verteerbaarheid van de opgenomen voedermiddelen uitgesplitst worden over mest en urine (TAN).
2. Dit betreft het relateren van de individuele NH₃-metingen (24-uurs meetperiode) aan de actuele TAN-excretie in de meetperiode. Voor dit doel kan niet volstaan worden met een gemiddelde TAN-excretie maar moet deze modelmatig of via metingen zo nauwkeurig mogelijk voor de specifieke 24-uurs meetperiode en de dan aanwezige dieren berekend worden. Globaal kan dit op twee manieren. Het meest nauwkeurig is dit door verstrekt voer en gerealiseerde productie in de meetperiode daadwerkelijk te wegen en te meten. In de praktijk zal dit echter niet altijd mogelijk of

te kostbaar zijn. Bovendien kan niet volstaan worden met het meten van de voeropname en productie op de betreffende dag alleen, vanwege variatie in de metingen en omdat productie op de dag van meting mede het gevolg is van de voeropname op de voorgaande dagen. Voeropname en productie moeten daarom over een periode van enkele dagen bepaald worden. Een alternatief is om de aanwezige bedrijfsgegevens, eventueel met aanvullende metingen, modelmatig naar de specifieke periode van de NH₃-meting om te rekenen. Hierbij kan bijvoorbeeld gebruik worden gemaakt van standaard groeicurves op basis van literatuur, met een niveaucorrectie zodat deze ingeschaald worden naar het gemiddelde productieniveau op het betreffende bedrijf.

In dit rapport wordt voor beide doelen besproken hoe hieraan invulling gegeven kan worden op basis van bedrijfsinformatie of aanvullende wegingen.

2.3 TAN-meting

In Velthof et al. (2009) is de TAN-excretie gelijkgesteld aan de stikstof uitgescheiden in de urine. In theorie is het mogelijk deze te meten door de urine van een representatieve groep dieren gedurende de meetperiode van 24 uur op te vangen. In de praktijk is dit echter niet uitvoerbaar. Zelfs onder geconditioneerde proefomstandigheden met dieren op balanskooien is het moeilijk om mest en urine gedurende een bepaalde periode kwantitatief gescheiden op te vangen. De resultaten vertonen veelal een grote spreiding en leveren een overschatting van de stikstofretentie van 10-20% ten opzichte van slachtproeven. Daarnaast is een meetperiode van een dag te kort om betrouwbare resultaten te krijgen en is het aannemelijk dat de handelingen die voor de meting nodig zijn een verstoring effect op het natuurlijk groei- of productieverloop van de dieren hebben. Deze benadering wordt daarom niet verder uitgewerkt.

2.4 TAN-berekening

De TAN-excretie in de urine kan berekend worden als het verschil tussen stikstofopname, stikstofexcretie in de feces en stikstofretentie in producten. In formulevorm:

$$\text{TAN-excretie (g/d)} = \text{stikstofopname (g/d)} - \text{stikstofexcretie feces (g/d)} - \text{stikstofretentie product (g/d)}$$

De stikstofopname wordt bepaald door het stikstofgehalte in het voer en de voeropname per dag.

$$\text{stikstofopname (g/d)} = \text{voeropname (kg/d)} * \text{stikstofgehalte voer (g/kg)}$$

De stikstofexcretie in de feces wordt bepaald als de niet verteerbare stikstof met behulp van de fecale verteringscoëfficiënten van stikstof (VC_N) in het voer

$$\text{stikstofexcretie in feces (g/d)} = \text{stikstofopname (g/d)} * (100 - \text{VC}_N) / 100$$

De stikstofretentie in dierlijk product wordt bepaald als de hoeveelheid product (groei, melk, eieren) die in de meetperiode is geproduceerd en het stikstofgehalte in de betreffende producten.

2.5 Invloed ureumconcentratie

De ammoniakemissie is niet alleen afhankelijk van de totale TAN-excretie, maar mogelijk ook van de TAN-concentratie in urine of mest en daarmee van de waterconsumptie van de dieren. Daarom wordt in deze notitie ook kort besproken of de urineproductie (volume) kan worden gemeten of berekend en welke gegevens daarvoor nodig zijn.

In de volgende hoofdstukken is de doelstelling per diercategorie uitgewerkt, achtereenvolgens voor varkens, pluimvee en melkvee. Hierbij wordt zowel de berekening van de gemiddelde TAN-excretie voor een jaar of een productieperiode als de berekening voor een specifieke 24-uurs meetdag besproken.

3 Bepaling van de TAN-excretie op varkensbedrijven

3.1 Vleesvarkens

De meting van ammoniakemissie bij vleesvarkens vindt plaats in een specifieke afdeling. Extrapolatie naar bedrijfsniveau is mogelijk wanneer alle afdelingen vergelijkbaar zijn. Indien er wezenlijk verschillende afdelingen voorkomen binnen een bedrijf is het wellicht nodig in de verschillende typen afdelingen metingen te verrichten om de emissie van het gehele bedrijf te bepalen. Gegevens moeten dus zo specifiek mogelijk geregistreerd worden voor de afdeling(en) waarvan de emissie gemeten wordt. Voeropname en groei nemen toe gedurende het groeitraject en deze hebben een grote invloed op de TAN-excretie. Het verdient dus aanbeveling deze specifiek voor de meetperiode vast te leggen.

3.1.1 Voeropname

3.1.1.1 Berekende voeropname

Op alle varkenshouderijbedrijven wordt de aanvoer van mengvoer nauwkeurig vastgelegd op basis van de leveranties door de mengvoerfabriek. Tevens is op alle bedrijven nauwkeurig bekend hoeveel dieren worden opgelegd en afgeleverd. Op basis hiervan kan de gemiddelde voeropname per dier per dag berekend worden. Deze is ook veelal direct af te leiden uit de technische bedrijfsadministratie. Dit bedrijfsgemiddelde kan gehanteerd worden voor het gehele bedrijf. Hierbij wordt dus aangenomen dat de betreffende voeropname representatief is voor de varkens in de gemeten afdeling. De voeropname is echter niet constant maar neemt toe gedurende het groeitraject, dus naarmate de varkens zwaarder worden. Wanneer het niet mogelijk is de voeropname per dag te bepalen kan deze benaderd worden door gebruik te maken van het gemiddelde voeropnamepatroon van het betreffende type (ras, kruising) varkens. Op basis van literatuur, proefgegevens of gegevens van de fokkerij-instelling kan een standaard voeropnamecurve voor de belangrijkste typen varkens worden ontwikkeld. Het niveau van deze curve wordt vervolgens ingeschaald met behulp van de gerealiseerde gemiddelde voeropname vanuit de bedrijfsadministratie. Met deze curve kan de gemiddelde opname bij benadering omgerekend worden naar de opname op een specifieke meetdag. Hiervoor moeten minimaal het aantal dieren in de afdeling en per hok, het (geschat) opleggewicht van de dieren en de meetdag ten opzichte van de dag van opleggen bekend zijn.

3.1.1.2 Bepaalde voeropname

De voeropname kan nauwkeuriger voor een specifieke afdeling en meetdag bepaald worden door deze daadwerkelijk te meten of uit de voercomputer af te leiden. In verband met variatie tussen dagen moet hiervoor minimaal een periode van 3-5 dagen aangehouden worden. De voergift wordt verstrekt per hok; het aantal dieren per hok en per afdeling moeten dus vastgelegd worden.

Globaal kunnen de volgende situaties onderscheiden worden.

- Bij een computergestuurde droog- of brijvoerinstallatie kan de varkenshouder de voergift op de betreffende dagen uit het voerschema in de voercomputer afleiden. Besproken moet worden of de varkens deze voergift daadwerkelijk volledig op kunnen nemen. Vaak vinden correcties op de voercurve plaats als er voerresten in de bak achterblijven; de varkenshouder moet dan een schatting geven van het percentage voerrest. Het gaat om de gerealiseerde curve in de betreffende periode.
- Bij handmatige voeding, bijv. met een voerdoseerwagen, moet de varkenshouder opgeven hoeveel voer hij de betreffende dagen verstrekt en of de dieren dit volledig opnemen. Afhankelijk van de uitvoering meet de voerdoseerwagen de verstrekte hoeveelheid voer op volume/tijd basis (volumetrisch). Wanneer de varkenshouder op volumebasis het voer verstrekt, is het gewenst een representatieve hoeveelheid voer na te wegen om ook een betrouwbaar gewicht vast te stellen.
- Op een aantal bedrijven wordt middels een installatie of voerdoseerwagen de voerbak gevuld zonder dat wordt geregistreerd hoeveel voer per dag wordt verstrekt. De varkens krijgen dan meestal onbepaald voer. De betreffende groep varkenshouders heeft geen betrouwbaar kwantitatief inzicht in de voergift en –opname tijdens de meetperiode. In dat geval is het waarschijnlijk nauwkeuriger de voergift te berekenen zoals hierboven in de vorige paragraaf is beschreven. Een nauwkeuriger vaststelling is mogelijk door meet- en weegapparatuur van elders te gebruiken en hiermee de voeropname gedurende 3-5 dagen te bepalen. Dit brengt uiteraard

extra werk en kosten met zich mee; de praktische uitvoerbaarheid wordt mede bepaald door de bedrijfsinrichting.

3.1.1.3 Conclusie

Concluderend heeft bij vleesvarkens daadwerkelijk meten van de voeropname de voorkeur. Wanneer dit niet mogelijk is kan gebruik gemaakt worden van een bedrijfsgemiddelde en een standaard voercurve zoals hierboven beschreven.

3.1.2 Voersamenstelling

Bij de voersamenstelling gaat het om het stikstofgehalte (N) en de verteringscoëfficiënt van de N (VC_N) in het voer. De meeste varkens krijgen alleen droog mengvoer verstrekt; deze situatie wordt hieronder besproken. Op bedrijven die vochtrijke of droge bijproducten verstrekken is van alle producten het totaal ruw eiwitgehalte nodig en het gehalte aan verteerbaar ruw eiwit. Hierop wordt in deze notitie niet nader ingegaan.

- Per levering wordt van de betreffende partij mengvoer een afleverbon aan de varkenshouder verstrekt. Op deze bon staat het ruw eiwitgehalte (berekend als $6,25 \cdot N$) van het betreffende voer vermeld. Het ruw eiwitgehalte van de partij mengvoer die op de meetdag in de betreffende afdeling wordt verstrekt kan van de afleverbon worden overgenomen. Daarnaast is het van belang een kopie van de voerbon in het meetdossier op te nemen zodat naderhand eventueel nadere gegevens van de betreffende partij bij de mengvoerleverancier kunnen worden opgevraagd.
- Het ruw eiwitgehalte op de voerbon is een berekende waarde gebaseerd op het ruw eiwitgehalte van de gebruikte grondstoffen in de voermatrix die wordt gebruikt bij de voersamenstelling door de mengvoerleverancier. Het ruw eiwitgehalte in deze matrix is voor een aantal grondstoffen in een laboratorium geanalyseerd, voor een aantal grondstoffen uit een grondstoffentabel (met name die van Centraal Veevoederbureau (CVB) en Schothorst Feed Research (SFR)) overgenomen. Dit verschilt per grondstof en per mengvoerleverancier. Door variatie tussen partijen grondstof, onnauwkeurigheden tijdens de mengvoerproductie etc. is er een zekere spreiding in het afgedrukte ruw eiwitgehalte op de voerbon. Eventueel kan een representatief voermonster uit de afdeling genomen worden en kan hierin het stikstofgehalte in het laboratorium worden bepaald. Gezien de onnauwkeurigheid bij monsternamen en de spreiding in de analyse is het echter niet waarschijnlijk dat dit een betere schatting geeft dan de waarde van de voerbon. We adviseren dan ook gebruik te maken van de gegevens van de voerleverancier tenzij deze niet beschikbaar zijn of er gegronde redenen zijn om aan te nemen dat deze niet correct zijn.
- De VC_N (verteringscoëfficiënt van stikstof) van een mengvoer is een gewogen gemiddelde van de VC_N per grondstof. De VC_N kan alleen bepaald worden als het aandeel van de gebruikte grondstoffen in het voer bekend is. Het is mogelijk bij de mengvoerleverancier de complete grondstoffensamenstelling van het mengvoer op te vragen en deze in een computerprogramma met database van alle grondstoffen (bijvoorbeeld vanuit de eerder genoemde CVB-tabel) door te rekenen. Het is echter denkbaar dat mengvoerbedrijven niet bereid zijn de complete voersamenstelling vrij te geven. Daarnaast vereist deze werkwijze ook een goede deskundigheid op het gebied van diervoeding en terugkoppeling met de mengvoerbedrijven omdat deze veelal weer een bedrijfseigen naamgeving van grondstoffen, samenstelling van mineralenmengsels etc. hanteren. Als beter alternatief kan de mengvoerleverancier gevraagd worden de berekende VC_N van het voer te verstrekken. In principe is dit goed mogelijk omdat het verteerbaar ruw eiwitgehalte (VRE) in de veel gebruikte grondstoffentabellen (CVB, SFR) wordt vermeld. Daarnaast is een voordeel dat wanneer een mengvoerbedrijf analyses heeft uitgevoerd van een specifieke grondstof, zoals het ruw celstofgehalte, wat invloed heeft op de VC_N , dit meestal ook in de matrix zal zijn verwerkt. Een mengvoerbedrijf heeft namelijk een direct belang bij een correcte VRE-berekening omdat deze wordt gebruikt voor de berekening van de energiewaarde (EW) van een grondstof. Door bij een mengvoerbedrijf RE en VRE van een voer op te vragen kan de VC_N ($VRE/RE \cdot 100$) berekend worden. Aangezien het VRE-gehalte veel minder concurrentiegevoelig is dan de complete voersamenstelling is hieraan veel eerder medewerking van de mengvoerleverancier te verwachten. Wel is het gewenst daarbij na te vragen of de VRE in de voermatrix regelmatig geactualiseerd wordt.
- Een kanttekening bij voorgaande is dat door de mengvoerbedrijven verschillende grondstoffentabellen worden gebruikt, waarbij die van CVB en SFR het grootste aandeel vormen. Deze worden eventueel aangevuld met bedrijfseigen informatie. Dit kan betekenen dat een voer

met een identieke grondstoffensamenstelling op de voerbon een enigszins verschillend ruw eiwit- en VRE-gehalte heeft afhankelijk van de gebruikte tabel. Hoewel de verschillen tussen tabellen voor een individuele grondstof substantieel kunnen zijn, verwachten we dat deze door uitmiddeling op het complete mengvoer niet meer dan enkele procenten bedragen. Dit is acceptabel gezien de onnauwkeurigheid die ook bij de meting van andere kenmerken zoals voeropname en groei aanwezig is.

- Indien de emissiemeting gebeurt in een periode waarin ook een voerovergang tussen twee voeders plaatsvindt moet de varkenshouder gevraagd worden naar de verhouding waarin de twee voeders verstrekt worden vanaf de laatste twee dagen voorafgaand aan de meetperiode en moet van beide voeders het ruw eiwitgehalte geregistreerd worden. Het heeft in zijn algemeenheid de voorkeur emissiemetingen niet tijdens of kort na een voerovergang te laten plaatsvinden, mede omdat varkens zich weer aan het nieuwe voer moet aanpassen. Dit kan tijdelijk met een lagere voeropname of slechtere vertering gepaard gaan.

3.1.2.1 Conclusie

Concluderend is voor bepaling van de TAN-excretie kennis van de verteerbaarheid van het eiwit in het voer nodig. Deze kan het best verkregen worden door het ruw eiwit- en verteerbaar ruw eiwitgehalte bij de voerleverancier op te vragen. Dit geldt niet alleen voor vleesvarkens, maar voor alle hierna nog te bespreken diercategorieën.

3.1.3 Dieren en stikstofretentie

De stikstofretentie in een afdeling wordt bepaald door het aantal dieren, de groei en het stikstofgehalte per kg groei. Het is overigens minder gewenst ammoniakemissiemetingen te verrichten in de eerste twee weken na opleggen, waarin de dieren nog moeten wennen aan de nieuwe huisvestingsomstandigheden en het voer en in de laatste twee of drie weken waarin dieren worden afgeleverd. De onrust rond afleveren, tijdelijke groeivertraging, compensatoire voeropname en de gedeeltelijk gevulde hokken verstoren een representatieve meting.

3.1.3.1 Berekende stikstofretentie

- Het aantal dieren in de afdeling moet geteld worden op de meetdag. Bij uitval gedurende die dag kan worden gewerkt met een gemiddeld aantal. De ammoniakemissie kan dan per dier berekend worden.
- Het stikstofgehalte per kg groei is niet specifiek voor een individueel bedrijf te bepalen omdat hiervoor dieren gemalen en geanalyseerd zouden moeten worden. In het rapport van Velthof et al. (2009) heeft Jongbloed een overzicht gegeven van het gemiddeld stikstofgehalte per kg levend gewicht. Dit bedraagt 24,8 g/kg bij opleggen (10 weken leeftijd, 25 kg LW) en 25,0 g stikstof/kg bij slachten (26 weken leeftijd en 115 kg LW). Dit betekent dat voor het gehele groeitraject met een gemiddeld N-gehalte van 25 g/kg groei gerekend kan worden.
- De groeisamenstelling heeft een zekere invloed op het stikstofgehalte per kg groei. Dieren met een hoog vleespercentage hebben een iets hoger stikstofgehalte per kg groei dan dieren met een laag vleespercentage en een relatief hoog vetgehalte per kg groei. Het stikstofgehalte per kg groei kan dus iets verder verfijnd worden naar het bedrijfsniveau door dit te relateren aan het vleespercentage van de varkens bij slachten. Hiervoor moet dan wel op basis van literatuur een voldoende betrouwbaar verband tussen vleespercentage en eiwitgehalte vastgesteld kunnen worden om als referentie te gebruiken. Het is niet waarschijnlijk dat hiervoor voldoende literatuur beschikbaar is. Op dit moment kan dus het best met een gemiddeld stikstofgehalte gewerkt worden.
- De gemiddelde groei per dag kan uit de bedrijfsadministratie worden afgelezen. Deze wordt berekend op basis van het opleggewicht bij aanvoer van de dieren en het aflevergewicht vastgesteld in de slachterij. Gemiddeld over het hele bedrijf levert dit een betrouwbaar en geüniformeerd resultaat. De groei is echter niet constant gedurende het groeitraject. In de eerste twee weken na opleggen is de groei nog laag, circa 500 g/d. Daarna neemt de groei snel toe tot soms meer dan 1000 g/d tussen 60 en 80 kg LW waarna de groei weer afneemt tot circa 700 g/d kort voor slachten. De genoemde groeicijfers zijn indicatief voor een goed presterend bedrijf. Het groeipatroon tussen opleggen en afleveren is veelal niet bekend omdat er weinig bedrijven zijn die

tussentijds dieren wegen. Op dit punt zou een gemiddelde groeicurve vanuit de literatuur of een proefbedrijf gehanteerd kunnen worden. Het niveau van de curve kan dan worden aangepast aan de bedrijfseigen groeiprestaties. Het gewicht en de groei van de dieren op de meetdag kan hiermee vervolgens berekend worden.

3.1.3.2 Gemeten stikstofretentie

- De groei per dier per dag verschilt sterk tussen bedrijven en binnen bedrijven per afdeling en ronde. Het meten van groei in de meetperiode is mogelijk door ongeveer een week voor en een week na de meetdag een selectie van representatieve dieren te wegen en hieruit de groei/dag te berekenen. Een kortere meetperiode is niet verantwoord vanwege de variatie in gewicht en schommelingen in de groei. Hierbij moet bedacht worden dat het wegen van varkens die dit niet gewend zijn, arbeidsintensief is en wellicht verstoring werkt op de groei van de dieren. Dat is een extra reden om de dieren ruim voor en na de emissiemeetdag te wegen.
- Voor het stikstofgehalte per kg groei kan de hierboven beschreven informatie gebruikt worden.

3.1.3.3 Conclusie

Concluderend is bepaling van de groei door weging van de dieren waarschijnlijk het meest nauwkeurig omdat hierbij direct de actuele groei van de betreffende groep dieren wordt vastgesteld. Wanneer dit niet mogelijk is of te veel arbeid vergt kan gebruik worden gemaakt van een bedrijfsgemiddelde en een standaard groeicurve zoals hierboven beschreven. De TAN-excretie (g/d) kan als volgt worden berekend uit de voeropname, voersamenstelling en groei:

$$\begin{aligned} & \text{voeropname (kg/d)} * \text{N-gehalte voer (g/kg)} * VC_N - \text{groei (kg/d)} * \text{N-gehalte per kg groei (g/kg)} \\ \text{of} \\ & \text{voeropname (kg/d)} * \text{VRE-gehalte voer (g/kg)} / 6,25 - \text{groei (kg/d)} * 25 \text{ (g stikstof/kg groei)}. \end{aligned}$$

3.2 Dragende en lacterende zeugen

Bepaling van de TAN-excretie op een meetdag bij fokzeugen op bedrijfsniveau wijkt af van de berekening op jaarbasis zoals beschreven door Jongbloed in het rapport van Velthof et al. (2009). Gedurende haar reproductiecyclus neemt een zeug toe in gewicht en eiwitmassa gedurende de dracht en mobiliseert de zeug lichaamseiwit (negatieve stikstofretentie) tijdens de lactatie. In genoemd rapport van Velthof et al. (2009) wordt gerekend met het gewicht van een zeug bij eerste inzet van de jonge opfokzeug en afvoer van een oude slachtzeug van een bedrijf. Het verschil levert de netto stikstofretentie tijdens het productieve leven van de zeug wat vermenigvuldigd wordt met het vervangingspercentage van de zeugenstapel per jaar. Samen met de stikstofretentie in afgeleverde biggen levert dit de totale stikstofretentie op jaarbasis. Inzicht in de toename in de stikstofretentie in de dracht en de stikstofmobilisatie in de lactatie zijn hiervoor niet nodig. De meting van de ammoniakemissie vindt echter gescheiden plaats in een afdeling met dragende zeugen met een positieve stikstofretentie, in een afdeling met lacterende zeugen met een (meestal) negatieve stikstofretentie en in een afdeling met gespeende biggen. Hierdoor is het noodzakelijk dragende en lacterende zeugen en gespeende biggen gescheiden te behandelen en met de verschillen in N-retentie rekening te houden. Dit wordt hierna verder uitgewerkt.

3.2.1 Dragende zeugen

Op de meeste bedrijven worden dragende zeugen van alle stadia in de dracht en alle pariteiten gezamenlijk in een of enkele afdelingen gehouden. Het is dan aan te bevelen de zeugen te tellen en met een gemiddelde dragende zeug te rekenen.

3.2.1.1 Voeropname

3.2.1.1.1 Berekende voeropname

De meest eenvoudige manier is de voeropname af te leiden uit het bedrijfsmanagementsysteem. Hierin wordt de totale voeropname per zeug per jaar berekend op basis van de voeraankopen en het aantal aanwezige zeugen. Door deze voeropname te delen door de worpindex (het aantal cycli per zeug per jaar) kan de hoeveelheid per cyclus worden berekend. Hiervan is circa 65% dragend zeugenvoer en 35% lactozeugenvoer. Deling door 110 dagen dracht (de laatste dagen voor werpen wordt veelal lactozeugenvoer verstrekt) plus vijf dagen interval tussen spenen en dekken kan de gemiddelde voergift per dag worden afgeleid. Als in het managementsysteem de hoeveelheid voer voor dracht en lactatie apart worden vermeld kan in plaats van het algemene percentage van 65% het werkelijk aandeel dragend zeugenvoer worden gebruikt.

3.2.1.1.2 Gemeten voeropname

In voorgaande berekening zit een zekere onnauwkeurigheid doordat geen rekening gehouden wordt met verschillen in omschakelmomenten tussen voer voor dragende en lacterende zeugen en omdat meestal een beperkte hoeveelheid zeugenvoer verstrekt wordt aan andere varkens, bijv. dekberen en opfokzeugen. Daarom is het gewenst deze berekening te vergelijken met informatie van de varkenshouder over de verstrekte hoeveelheid voer. Op de meeste bedrijven worden de dragende zeugen individueel in een voerstation of voer(lig)box gevoerd volgens een bepaalde voercurve. Deze informatie kan door de varkenshouder, indien aanwezig vanuit de voercomputer, worden aangeleverd. Veelal worden enkele verschillende voerschema's gebruikt voor jonge en oudere zeugen en zeugen die in een slechte conditie verkeren. Het is dan gewenst een gewogen gemiddelde te berekenen voor de op dat moment aanwezige zeugen in de stal waarin de metingen plaatsvinden. Wellicht kan de voercomputer ook in één keer de totale hoeveelheid verstrekt voer per dag voor alle aanwezige dragende zeugen weergeven. Als alternatief kan de varkenshouder aangeven hoeveel voer hij per keer bestelt en hoelang de dragende zeugen daarmee doen. Met name op bedrijven waar de zeugen onbeperkt kunnen eten of de voergift niet goed wordt geregistreerd kan dit een acceptabel hulpmiddel zijn.

- Alleen wanneer in een afdeling de aanwezige dragende zeugen niet representatief zijn voor de gemiddelde dracht en een gemiddelde pariteit is het zinvol hiermee rekening te houden. Dit kan het geval zijn wanneer in een afdeling specifiek jonge of oudere zeugen zijn gehuisvest of wanneer in het bedrijfssysteem bepaalde drachtstadia bij elkaar gehouden worden in een afdeling. De gemiddelde voeropname vanuit het bedrijfsmanagementsysteem is dan niet toereikend en de varkenshouder moet meer gedetailleerde informatie aanleveren over de gebruikte voercurves voor de betreffende groep zeugen.
- De voergift via een voercomputer met dosatoren of een voerstation wordt veelal op basis van volume gedoseerd. Hiervoor wordt het soortelijk gewicht van het voer gebruikt. Het soortelijk gewicht is echter niet constant maar varieert onder invloed van de voersamenstelling en het productieproces. Om te controleren of op de dag van meting met een correct soortelijk gewicht wordt gewerkt kan een bepaald volume voer worden gewogen en vergeleken met de waarde die de varkenshouder heeft gebruikt. Bij substantiële afwijkingen kan de opgegeven dagelijkse voergift hiervoor worden gecorrigeerd.

3.2.1.1.3 Conclusie

Concluderend worden dragende zeugen meestal beperkt gevoerd en kan met behulp van de varkenshouder uit de administratie en het voersysteem waarschijnlijk een voldoende goede schatting gemaakt worden van de gemiddelde voergift. Het is van belang hierbij na te gaan of de zeugen in de betreffende afdeling bij meting representatief zijn voor de gemiddelde pariteit en drachtstadium. Bij voersystemen die op volumebasis voer verstrekken kunnen enkele controlewegingen worden uitgevoerd.

3.2.1.2 Voersamenstelling

Bij de voersamenstelling gaat het om het stikstofgehalte en de verteringscoëfficiënt van de N in het voer (VC_N). Hiervoor wordt verwezen naar de beschrijving en de conclusies bij vleesvarkens. De volgende aandachtspunten zijn specifiek van belang voor dragende zeugen.

- Over het algemeen wordt één dragend zeugenvoer verstrekt gedurende de gehele dracht. Op een beperkt aantal bedrijven wordt echter een zogenaamd eerste- en tweede-fasevoer voor dragende zeugen gebruikt. Het tweede-fasevoer, dat in de tweede helft van de dracht wordt verstrekt, heeft een hoger stikstofgehalte om in de hogere aminozurenbehoefte in het tweede deel van de dracht te voorzien. In dat geval moet van beide voeders de specificaties worden opgevraagd. Daarnaast is het nodig te weten in welke verhouding (op afdelingsniveau) deze worden verstrekt op de meetdag. Wellicht is deze uit de bedrijfsadministratie af te leiden als een jaargemiddelde. Daarnaast kan de varkenshouder gegevens aanleveren over het aantal zeugen en de voergift van elk van beide voeders op de dag van meting.
- Aan dragende zeugen moet conform EU-regelgeving een toereikende hoeveelheid vezelrijk voer worden verstrekt. Dit vezelrijk voer kan verwerkt worden in het mengvoer voor dragende zeugen, waardoor het automatisch wordt meegenomen in de hiervoor beschreven berekening. Het vezelrijk voer kan echter ook apart worden verstrekt in de vorm van enig stro, hooi, maïssilage, bietenperspulp e.d. Wanneer dit het geval is zou met behulp van de varkenshouder een schatting gemaakt moeten worden van de dagelijks opgenomen hoeveelheid vezelrijk (ruw)voer. Vervolgens kan de samenstelling hiervan (ruw eiwit en VRE) met behulp van een veevoedertabel worden geschat. Hierbij wordt opgemerkt dat de VRE en dus de VC_N van deze ruwvoerders bij varkens veelal niet goed bekend is. Hier zit een grotere schattingsfout op dan bij mengvoergroedstoffen. Overigens zal in de meeste gevallen de bijdrage van ruwvoer aan de VRE-opname en dus de TAN-excretie beperkt zijn. Het verdient dan aanbeveling deze buiten beschouwing te laten.

3.2.1.3 Stikstofretentie

De stikstofretentie in een afdeling wordt bepaald door het aantal dragende zeugen, de groei van de zeugen en de foetale biggen en het stikstofgehalte per kg groei.

3.2.1.3.1 Berekende stikstofretentie

- Het aantal dieren in de afdeling moet geteld worden op de meetdag. Bij uitval gedurende die dag wordt gewerkt met een gemiddeld aantal. De ammoniakemissie kan dan per dier berekend worden.
- Het stikstofgehalte per kg groei is niet specifiek voor een individueel bedrijf te bepalen. In het rapport van Velthof et al. (2009) geeft Jongbloed een gemiddeld stikstofgehalte van 25,0 g stikstof per kg levend gewicht. Dit kan gebruikt worden om de stikstofaanzet in de dracht te berekenen. Tevens moet hierbij de aanzet in de foetale biggen verdisconteerd worden. Volgens Jongbloed, gebaseerd op WUM (1994) is het stikstofgehalte in deze biggen lager, nl. 18,7 g stikstof/kg.
- Een belangrijke beperking is dat zeugen alleen op een proefbedrijf regelmatig gewogen worden. Op praktijkbedrijven is dit niet het geval. Bedrijfseigen gegevens over het gewichtsverloop gedurende de dracht voor verschillende pariteiten zijn dus doorgaans niet voorhanden. Deze informatie wordt ook niet geregistreerd in een bedrijfsmanagementsysteem. De meest praktische oplossing hiervoor is het hanteren van een gemiddelde groei en stikstofretentie gebaseerd op informatie van de fokkerij-instelling waarbij alleen onderscheid naar pariteit wordt gemaakt. Onderscheid naar kruisingstype is mogelijk maar de invloed hiervan op de stikstofretentie is wellicht kleiner dan de variatie tussen bedrijven. Dit betekent dat één gemiddelde stikstofretentie per pariteit in de dracht kan worden gehanteerd. Deze benadering is wel een vergaande versimpeling van de werkelijkheid omdat op sommige bedrijven de zeugen veel groeien tijdens de dracht en weer veel afvallen tijdens de lactatie terwijl op andere bedrijven de zeugen een constanter gewichtsverloop kennen. Hiermee kan enige rekening gehouden worden door bij schatting van de gemiddelde groei in de dracht rekening te houden met de voergift. Dit impliceert dat op basis van informatie van de fokkerij-instellingen en proefgegevens enkele gemiddelde groeicurves voor dragende zeugen moeten worden afgeleid bij enkele verschillende voerniveaus.

3.2.1.3.2 Gemeten stikstofretentie

- Een beperking van bovenstaande berekening is uiteraard dat een hogere voergift en stikstofvoorziening via het voer niet resulteert in een hogere stikstofretentie wanneer er met een vaste gemiddelde groei en stikstofretentie wordt gerekend. Alle extra verstrekte N in het voer wordt dan (op papier) in mest en urine uitgescheiden. Een onderbouwde oplossing hiervan vereist dat gegevens over de groei van de zeugen tijdens de dracht worden verzameld. Hiervoor kan een representatieve groep zeugen van verschillende pariteit en in verschillende stadia van de dracht (vooral begin en eind dracht) individueel gewogen worden. Deze waarden kunnen gebruikt worden om het gewichtsverloop en de groei van de zeugen te berekenen. Weging van een groep zeugen bij de overgang van de dracht naar de lactatie (bij verplaatsen naar de kraamstal) en na spenen of na dekken geeft de meest betrouwbare benadering van het groeiverloop. Het is niet nodig dat dit zeer kort rond de ammoniakmeting wordt uitgevoerd omdat deze zeugen worden gebruikt om de groei van een gemiddelde zeug in de drachtperiode van bijna 4 maanden te bepalen. De benodigde weegapparatuur is doorgaans niet op het varkensbedrijf aanwezig en moet dus worden ingehuurd. Weging van een aantal tomen met biggen bij de geboorte maakt het mogelijk de groei van de dragende zeugen op te splitsen in groei van de zeug en groei van de foetale biggen. Dit is een verfijning omdat het stikstofgehalte per kg groei in zeugen (25,0 g stikstof/kg) hoger is dan in de biggen (18,7 g stikstof/kg).
- Bijzondere aandacht verdient de situatie waarin de groep zeugen in een afdeling niet representatief is voor de gehele drachtigheidsperiode. Hoewel harde gegevens beperkt beschikbaar zijn, zijn er aanwijzingen dat de stikstofretentie hoger is aan het eind van de dracht dan in de vroege dracht door de hoge foetale groei in de laatste zes weken van de dracht. Dit betekent dat het hanteren van een constante stikstofretentie gedurende de dracht resulteert in een overschatting in het begin en een onderschatting aan het eind van de dracht. Bij een redelijk gelijke verdeling van zeugen over de gehele dracht wordt deze afwijking echter genivelleerd. Zo nodig kan gebruik gemaakt worden van een groeimodel voor dragende zeugen (Everts et al., 1993; CVB-documentatierapport 9) om de groei van de biggen in de baarmoeder te berekenen in een specifiek drachtstadium.

3.2.1.4 Conclusie

Concluderend is het betrouwbaar vaststellen van de stikstofretentie bij dragende zeugen niet eenvoudig zonder daadwerkelijk wegen van een representatieve groep zeugen. Omdat dit vrij veel arbeid vraagt verdient het aanbeveling door te rekenen wat de invloed van variatie in de groei op de TAN-excretie is om de meerwaarde van de wegen in te schatten.

3.2.2 Lacterende zeugen

Op de meeste bedrijven wordt een kraamafdeling in een keer gevuld met zeugen van een ongeveer gelijke verwachte werpdatum. De zeugen komen meestal 5-7 dagen voor afbiggen in de kraamstal. Vanwege het grote verschil in stikstofretentie tussen nog dragende en reeds lacterende zeugen verdient het aanbeveling geen ammoniakmeting te verrichten in een afdeling waar nog niet alle zeugen hebben afgebijd.

3.2.2.1 Voeropname

3.2.2.1.1 Berekenende voeropname

De voergift bij lacterende zeugen wordt meestal geleidelijk verhoogd van circa 2 kg kort na werpen tot een maximale voergift van 6 tot 8 kg circa 10 dagen na werpen. De gemiddelde voergift kan bij benadering worden afgeleid uit de bedrijfsadministratie, maar de werkelijke voergift op de meetdag kan hier dus aanzienlijk van afwijken. De meest eenvoudige benadering is de voeropname af te leiden uit het bedrijfsmanagementsysteem. Hierin wordt de totale voeropname per zeug per jaar berekend op basis van de voeraankopen en het aantal aanwezige zeugen. Door deze te delen door de worpindex kan de hoeveelheid per cyclus worden berekend. Hiervan is circa 65% dragend zeugenvoer en 35% lactozeugenvoer. Deling door de gemiddelde lactatieduur plus vijf dagen extra voorafgaand aan het werpen levert de gemiddelde opname van lactozeugenvoer per dag. Als in het managementsysteem

de hoeveelheid dragend- en lactozeugenvoer apart worden vermeld kan in plaats van het algemene percentage van 65% het werkelijk aandeel drachtvoer worden gehanteerd. In voorgaande berekening zit een zekere onnauwkeurigheid doordat geen rekening gehouden wordt met verschillen in omschakelmomenten tussen de voersoorten en omdat meestal een beperkte hoeveelheid zeugenvoer verstrekt wordt aan andere varkens, bijv. dekberen en opfokzeugen. Belangrijker is echter de toename in voergift gedurende de eerste 10 dagen van de lactatie. De gemiddelde voergift is in het tweede deel van de lactatie aanzienlijk hoger dan in het eerste deel. Voor een representatief beeld van de TAN-excretie en ammoniakemissie is het daarom gewenst zowel in de eerste als tweede helft van de lactatieperiode metingen te verrichten en daarbij met de actuele voergift te werken. Daarom is het noodzakelijk informatie van de varkenshouder over de verstrekte hoeveelheid voer in de betreffende meetperiode te verkrijgen. Op de meeste bedrijven is deze informatie beschikbaar. Wanneer dit niet het geval is kan de gemiddelde voergift per dag met een standaard voercurve en informatie van de varkenshouder omgerekend worden naar een voergift per dag in de meetperiode.

3.2.2.1.2 Gemeten voeropname

- Op de meeste bedrijven worden de lacterende zeugen in het kraamhok individueel gevoerd volgens een bepaalde voercurve. Het voer wordt via een zgn. dosator (een soort maatbeker) of handmatig verstrekt. Deze informatie kan door de varkenshouder worden aangeleverd. Veelal worden twee verschillende voerschema's gebruikt voor jonge en oudere zeugen. Het is dan gewenst een gewogen optelling te maken voor de op dat moment aanwezige zeugen. Wellicht kan de voercomputer ook in één keer de totale hoeveelheid voer per dag per kraamafdeling weergeven. Als alternatief kan de varkenshouder aangeven hoeveel voer hij per keer bestelt en hoelang de lacterende zeugen daarmee doen. Dit is echter minder nauwkeurig omdat ook het lactozeugenvoer dat vóór werpen en eventueel na spenen wordt verstrekt, hierin verwerkt is.
- Ook bij lacterende zeugen is het gewenst de veelal op volume gebaseerde voergift na te wegen.
- Vanaf circa twee weken na de geboorte wordt veelal een speciaal voer (zogenaamde melkkorrel of creepfeed) verstrekt als bijvoer aan de zogende biggen. In het begin is de opname hiervan verwaarloosbaar, op een meetdag aan het eind van de zoogperiode kan de opname wel substantieel zijn en moet deze worden meegenomen. Informatie hierover moet via de varkenshouder verkregen worden. Deze kan waarschijnlijk een schatting van de opname geven op basis van de hoeveelheid bijvoer die hij voor alle zogende biggen in een kraamstal gebruikt. Daarnaast is het mogelijk de opname te wegen, waarbij over een periode van minimaal drie dagen de opname van minimaal 6 tot 8 tomen moet worden bepaald vanwege de grote variatie in voeropname.
- Op een aantal bedrijven wordt aan moederloze of boventallige biggen melkvervanger verstrekt, bijvoorbeeld via een kunstzeug of in een speciale biggenopvangruimte (bijvoorbeeld een zogenaamd rescue-deck). Wanneer dit gebeurt in de kraamafdeling waar meting van de ammoniakemissie plaatsvindt moet dit meegenomen worden in de voeropname. Het betreft melkpoeder aangelengd met water. Alleen de hoeveelheid gebruikte melkpoeder per dag hoeft geregistreerd te worden.

3.2.2.1.3 Conclusie

Concluderend is het bij lacterende zeugen noodzakelijk de voergift specifiek voor de betreffende kraamafdeling en meetperiode uit het voersysteem af te leiden dan wel de voergift daadwerkelijk te wegen. Bij een substantiële opname van bijvoer door de zogende biggen moet dit ook meegenomen worden bij de voeropname.

3.2.2.2 Voersamenstelling

Bij de voersamenstelling gaat het om het stikstofgehalte en de verteringscoëfficiënt van de N in het voer (VC_N). Hiervoor wordt verwezen naar de beschrijving bij vleesvarkens. De volgende aandachtspunten zijn specifiek voor lacterende zeugen.

- Aan lacterende zeugen wordt normaal gesproken één voersoort verstrekt vanaf enkele dagen voor werpen tot spenen.
- Aan de zogende biggen wordt op de meeste bedrijven vanaf twee weken leeftijd bijvoer (creepfeed) verstrekt. Wanneer de opname hiervan wordt meegenomen in de berekening, moet ook de samenstelling hiervan worden geregistreerd.

- Wanneer aan (moederloze) biggen aanvullend kunstmelk wordt verstrekt moet ook hiervan de samenstelling worden geregistreerd.

3.2.2.3 Stikstofretentie

De stikstofretentie in een afdeling wordt bepaald door het aantal dieren, de groei en het stikstofgehalte per kg groei.

3.2.2.3.1 Berekende stikstofretentie

- Het aantal dieren, zeugen en biggen, in de afdeling, moet geteld worden op de meetdag. Vanwege de hoge uitval bij zogende biggen is het gewenst de biggen aan het begin en eind van de meetperiode te tellen en bij uitval gedurende die dag te werken met een gemiddeld aantal. De ammoniakemissie kan dan per gemiddelde zeug met biggen berekend worden.
- Berekening van de TAN-excretie bij lacterende zeugen is erg complex omdat zowel de zeugen als de biggen urine produceren, waarbij de zeugen door mobilisatie van lichaamswefsel veelal een negatieve stikstofretentie hebben. De zeugen produceren een onbekende hoeveelheid melk (stikstofretentie in product) die wordt geconsumeerd door de biggen die daarbij een positieve stikstofretentie realiseren.
- Zeugen verliezen in de zoogperiode veelal 10 tot 30 kg lichaamsgewicht (vet en eiwit) doordat de nutriëntenbehoefte voor melkproductie hoger is dan de opname via het voer. De gewichtsonwikkeling van de zeugen wordt echter in de praktijk normaal gesproken niet bepaald en veelal zal hiervoor op het bedrijf ook geen geschikte weegschaal aanwezig zijn. Evenals bij dragende zeugen kan waarschijnlijk het meest pragmatisch gebruik gemaakt worden van gegevens van de fokkerijorganisatie over gewichtsverloop van zeugen, gecombineerd met informatie uit onderzoek over het eiwitgehalte en de eiwitmobilisatie. Voorlopig kan hier de waarde van Jongbloed in Velthof et al. (2009) van 25 g stikstof/kg lichaamsgewicht aangehouden worden. Het verdient aanbeveling na te gaan of deze waarde ook valide is voor de eiwitmobilisatie van lacterende zeugen. Hierbij kan gebruik gemaakt worden van het model voor lacterende zeugen van Everts et al. (1995; CVB-documentatierapport 13). Bij de gewichtsonwikkeling kan rekening gehouden worden met verschillen tussen jonge en oudere zeugen. Geadviseerd wordt hierbij uit te gaan van een constante mobilisatie (g/d) gedurende de gehele lactatie.
- Een deel van de stikstof uit voer en lichaamswefsel wordt door de zeug vastgelegd in circa 10 tot 12 kg melk/dag. De hoeveelheid melk die de zeug produceert is niet precies bekend. De melk wordt opgedronken door de biggen en voor een deel vastgelegd in groei, deels uitgescheiden in de mest en deels in de urine. In zekere zin is het niet noodzakelijk de stikstof in melk te kennen omdat deze output van de zeug input is voor de biggen. Voor zover de stikstof uit melk niet wordt vastgelegd in groei van biggen wordt deze weer in de urine van de biggen uitgescheiden. In formule voor een zeug met biggen:

$$\text{TAN-excretie} = \text{stikstofopname zeug} + \text{stikstofmobilisatie zeug} - \text{stikstofexcretie feces zeug} - \text{stikstofretentie big} - \text{stikstofexcretie feces big}.$$
- Alleen om de hoeveelheid stikstof in de feces van de biggen te berekenen is de stikstofopname en verteerbaarheid van de melk nodig. Hierbij kan gerekend worden met een vaste gemiddelde samenstelling, vertering en benutting van zeugenmelk op basis van literatuur. Op basis van Everts et al. (1995) kan gerekend worden met een eiwitgehalte in melk van 5% en een fecale verteerbaarheid van 97%. De melkproductie kan geschat worden uit de gemiddelde groei van de biggen door aan te houden dat voor 250 g groei van biggen circa 1 kg melk nodig is. De stikstofexcretie in mest van de zogen biggen is dan:

$$\text{Fecaal-N (g/d)} = n \text{ biggen} \times \text{groei per big (g/d)} \times 4 \times \text{stikstofgehalte melk} \times \text{VC}_N \text{ in melk}.$$
- De biggen hebben een positieve stikstofretentie die berekend kan worden uit de groei en het stikstofgehalte per kg groei. Gegevens met betrekking tot geboortegewicht en speengewicht worden meestal niet geregistreerd en staan waarschijnlijk niet in de bedrijfsadministratie. Wanneer geen gegevens bekend zijn kan gewerkt worden met een gemiddeld geboortegewicht van 1,3 kg/big en een speengewicht van 7,5 kg op 26 dagen leeftijd. Dit gegeven levert een gemiddelde groei van 240 g/dier/d.

3.2.2.3.2 Gemeten stikstofretentie

- De werkelijke bedrijfseigen N-mobilisatie hangt samen met het type zeug, de voeropname en de melkproductie. Om hiermee rekening te houden is het nodig dat een representatieve groep zeugen aan het begin en het eind van de lactatie wordt gewogen. Dit zou een aanmerkelijke verbetering van de berekende mobilisatie opleveren. Het is niet gewenst de lacterende zeug bij de zogende biggen weg te halen; dit zou te veel onrust en agressiviteit van de zeug veroorzaken. Weging van de (nog dragende) zeug bij overgang naar de kraamstal en na spenen is beter uitvoerbaar. Het begingewicht moet dan gecorrigeerd worden voor de baarmoederinhoud door de biggen kort na geboorte te wegen en een vaste correctie voor placenta en vruchtwater aan te houden.
- Omdat gewicht en groei van biggen aanzienlijk kunnen verschillen tussen bedrijven wordt een betere schatting verkregen wanneer biggen gewogen worden bij geboorte en bij spenen. Dit kan globaal op twee verschillende manieren:
 - Specifiek in de betreffende kraamstal wegen en tellen van minimaal 6 tot 8 tomen met biggen kort na geboorte en vier weken later bij spenen. Het is niet nodig de dieren individueel te wegen. Aangenomen wordt dat het geboortegewicht van de gespeende biggen globaal gelijk is aan het geboortegewicht van alle levende biggen; de afwijking hierop is gering. Dit moet dus op twee dagen met een tussenliggende periode van minimaal 3 weken gebeuren.
 - Tellen en wegen van ca. 10 representatieve tomen kort na geboorte en een gelijk aantal tomen zo dicht mogelijk bij spenen. Deze tomen mogen ook in andere afdelingen op het betreffende bedrijf gehuisvest zijn. Hierbij wordt ervan uitgegaan dat deze tomen representatief zijn voor het bedrijfsgemiddelde.
 - In beide gevallen is het geen groot probleem dat de biggen niet exact op de dag van geboorte en spenen gewogen worden, mits voor berekening van de groei maar gedeeld wordt door het correcte tussenliggende aantal dagen.

3.2.2.3.3 Conclusie

Concluderend kan de stikstofretentie bij lacterende zeugen het meest betrouwbaar worden vastgesteld door het daadwerkelijk wegen van een representatieve groep zeugen en biggen bij geboorte en spenen. Omdat met name het wegen van de zeugen extra arbeid en voorzieningen vraagt verdient het aanbeveling om door te rekenen wat de invloed van variatie in lichaamsmobilisatie is op de TAN-excretie om de meerwaarde van de weging van de zeugen in te schatten.

3.3 Gespeende biggen

De emissiemeting bij gespeende biggen vindt plaats in een specifieke afdeling. Gegevens moeten dus zoveel mogelijk voor die betreffende afdeling geregistreerd worden. De voeropname en groei veranderen sterk gedurende het opfoktraject van spenen (ca. 4 weken leeftijd, 8 kg lichaamsgewicht) tot afleveren naar de vleesvarkensstal (ca. 10 weken leeftijd, 25 kg lichaamsgewicht) en deze hebben een grote invloed op de TAN-excretie. Het verdient dus aanbeveling deze specifiek voor de meetperiode vast te leggen.

3.3.1 Voeropname

3.3.1.1 Berekende voeropname

Biggen worden gedurende de opfokperiode handmatig of middels een computergestuurd voersysteem onbeperkt gevoerd waarbij de hoeveelheid verstrekt voer per dag veelal niet wordt geregistreerd. Uit de bedrijfsadministratie is het totale verbruik van biggenvoer af te leiden. Veelal worden twee of drie soorten biggenvoer gebruikt, wellicht is ook de onderverdeling van de gebruikte voeders vastgelegd. Dit kan omgerekend worden per gemiddelde big. De varkenshouder kan aangeven gedurende hoeveel dagen de betreffende voeders verstrekt worden, waarmee de gemiddelde dagelijkse opname van de verschillende soorten biggenvoeders kan worden berekend. De opname neemt toe van minder dan 100 g/d kort na spenen tot circa 1000 g/d aan het eind van de opfokperiode. Het leeftijdseffect (op welke dag in de opfokperiode vindt de meting plaats) kan deels worden ondervangen door gebruik te maken van een gemiddelde voeropnamecurve op basis van literatuur en proefgegevens. De aanname hierbij is dat de voeropname van biggen na spenen volgens een redelijk vast patroon toeneemt. Het

niveau van de curve, de gemiddelde voeropname over de gehele opfokperiode, wordt bedrijfsspecifiek aangepast op basis van de gemiddelde voeropname uit de bedrijfsadministratie.

3.3.1.2 Gemeten voeropname

Een beperking van voorgaande aanpak is dat een gemiddeld voeropnamepatroon wordt gebruikt en een gemiddelde voor alle afdelingen in een bepaalde periode. De voeropname voor de betreffende afdeling in de meetperiode kan hiervan afwijken. Om nauwkeurig de daadwerkelijke voeropname in de meetperiode te bepalen moet de voergift gedurende enkele dagen voor een representatieve groep dieren gewogen worden. Vanwege fluctuaties in voeropname is hiervoor minimaal een periode van 3 tot 5 dagen rond de meetdag nodig. Aan het eind van deze meetperiode moet gewogen of geschat worden hoeveel voerrest in de voerbakken aanwezig is. Het hangt sterk van de bedrijfsinrichting af of deze optie uitvoerbaar is en welke inspanning hiervoor nodig is.

3.3.1.3 Conclusie

Concluderend geeft het wegen van de voeropname gedurende een aantal dagen rond de emissiemeting waarschijnlijk de meest betrouwbare schatting van de actuele voeropname.

3.3.2 Voersamenstelling

Bij de voersamenstelling gaat het om het stikstofgehalte en de verteringscoëfficiënt van de N in het voer (VC_N). Hiervoor geldt hetzelfde als beschreven bij vleesvarkens. Het verdient de voorkeur niet binnen 3 dagen na een voerovergang te meten zodat de dieren in opname en vertering zich enigszins hebben aangepast aan de nieuwe voersoort. Een specifiek probleem bij biggen is dat de VC_N waarschijnlijk wordt overschat omdat de verteerbaarheid van voeders bij vleesvarkens wordt vastgesteld. Omdat het verteringsstelsel bij biggen nog niet volledig is ontwikkeld, is de VC_N lager dan bij vleesvarkens. In onderzoek van Jongbloed et al. (2012) werd gevonden dat de VC_{DS} minstens 3-% eenheden was overschat bij biggen; voor N zou dat nog meer kunnen zijn. Dit heeft tot gevolg dat bij biggen relatief meer N in de feces wordt uitgescheiden zodat de TAN-uitscheiding bij gespeende biggen wordt overschat.

3.3.3 Stikstofretentie

De stikstofretentie in een afdeling wordt bepaald door het aantal dieren, de groei en het stikstofgehalte per kg groei.

3.3.3.1 Berekende stikstofretentie

Het aantal dieren in de afdeling moet geteld worden op de meetdag. Bij uitval gedurende die dag wordt gewerkt met een gemiddeld aantal. De ammoniakemissie kan dan per dier berekend worden. Het is minder gewenst ammoniakemissiemetingen te verrichten in de eerste 3 tot 5 dagen na het spenen van de biggen omdat in het begin van de opfokperiode de dieren nog adapteren aan de nieuwe omstandigheden en voeders.

- Voor het stikstofgehalte per kg groei kan een referentiewaarde gebruikt worden. In het rapport van Velthof et al. (2009) heeft Jongbloed een overzicht gegeven van het gemiddeld stikstofgehalte per kg levend gewicht. Dit bedraagt 24,3 bij spenen en 24,8 g stikstof/kg aan het eind van de opfokperiode (10 weken leeftijd, 25 kg lichaamsgewicht). Dit betekent dat voor het gehele opfoktraject met een gemiddeld gehalte van 25,0 g stikstof/kg groei gerekend kan worden.
- De groei per dag is een bedrijfsspecifiek kenmerk. Dit verschilt sterk tussen bedrijven en binnen bedrijven per ronde. De gemiddelde groei per dag over de gehele opfokperiode kan vanuit de bedrijfsadministratie worden berekend. Veelal wordt in de bedrijfsadministratie de groei van biggen vanaf de geboorte tot afleveren naar de vleesvarkensbedrijf weergegeven, en niet de groei vanaf spenen. Deze kan berekend worden met behulp van het speengewicht, het gewicht aan het einde van de opfokperiode en de lengte van de opfokperiode. Hierbij moet wel gecontroleerd worden of de biggen aan het eind van de opfokperiode daadwerkelijk gewogen worden. Wanneer de biggen worden afgeleverd naar een ander bedrijf is dit waarschijnlijk wel het geval, op gesloten bedrijven is dit echter minder gebruikelijk. Wanneer geen betrouwbare gegevens voorhanden zijn

is het gewenst een representatieve groep dieren te wegen bij spenen en bij afleveren. De groei in de opfokperiode is niet constant maar neemt toe van minder dan 100 g/d in de eerste dagen na spenen tot meer dan 500 g/d in de laatste weken van deze periode. Op basis van onderzoekresultaten met voldoende tussenmetingen kan een gemiddeld groeiverloop voor biggen berekend worden. Deze standaard groeicurve kan gebruikt worden om met behulp van de bedrijfsspecifieke gemiddelde groei een schatting te maken van de groei in de meetperiode.

3.3.3.2 *Gemeten stikstofretentie*

Het meten van groei in de periode waarin de ammoniakemissie wordt bepaald is mogelijk door ongeveer 3-5 dagen voor en na de meetdag een selectie van representatieve dieren te wegen en hieruit de groei/dag te berekenen. Een kortere meetperiode is niet verantwoord vanwege de variatie in gewicht en schommelingen in de groei. Het voordeel van deze meting ten opzichte van bovenstaande berekening is uiteraard dat rekening gehouden wordt met de groeiprestaties van de betreffende groep biggen in de meetperiode.

3.3.3.3 *Conclusie*

Concluderend geeft het bepalen van de groei door weging van de dieren waarschijnlijk de meest betrouwbare resultaten. Wanneer dit moeilijk uitvoerbaar is kan de groei benaderd worden met bedrijfsgegevens over de gemiddelde groei en een standaard groeicurve vanuit experimenteel onderzoek.

3.4 **Urineproductie bij varkens**

De NH₃-emissie wordt niet alleen bepaald door de excretie van stikstof in de urine, maar ook door de totale urineproductie, omdat de NH₃-emissie toeneemt bij een hogere stikstofconcentratie in de urine. Deze concentratie wordt voornamelijk bepaald door de wateropname via drinkwater en in voedermiddelen en de metabole waterproductie. Hiervan vormt drinkwater het grootste aandeel. De opname aan drinkwater wordt met name beïnvloed door de opname aan stikstof en zouten (natrium, kalium, chloor) omdat deze via de urine moeten worden uitgescheiden. In de literatuur zijn verbanden gepubliceerd voor de opname van deze nutriënten en de wateropname bij varkens. Deze zijn echter niet voor alle typen (biggen, dragende en lacterende zeugen en vleesvarkens) beschikbaar. Bovendien zijn er een groot aantal andere factoren die de wateropname in de praktijk beïnvloeden: productiestadium, huisvestingsomstandigheden (individueel, groep), drinkwatersysteem (type drinkbak of nippel, waterdruk, etc), voerniveau, beschikbaarheid van ruwvoer en afleidingsmateriaal, klimaat, enzovoorts. Hierdoor achten we het op dit moment niet mogelijk en verantwoord een formule af te leiden waarmee de wateropname en urineproductie van varkens onder praktijkomstandigheden kan worden berekend.

3.5 **Conclusies TAN-excretie varkens**

Bepaling van de TAN-excretie van varkens op bedrijfsniveau is mogelijk door gebruik te maken van gegevens van leveringen van voer en voersamenstelling en aanvoer of productie van dieren en aflevering van dieren vanuit de bedrijfsadministratie. Hierbij wordt in grote lijnen aangesloten bij de systematiek in het rapport van Velthof et al. (2009). Omdat de TAN-excretie en NH₃-emissie toeneemt gedurende het groeitraject zijn metingen in verschillende stadia hiervan nodig om een representatief gemiddelde te verkrijgen. Met behulp van gemiddelde voer- en groeicurves kunnen de bedrijfsgegevens naar een individuele meetdag worden omgerekend. Naarmate hiervoor meer wegingen van dieren en voeders plaatsvinden kan de TAN-excretie op een specifieke meetdag voor een specifieke groep dieren beter benaderd worden.

De schatting van de TAN-excretie van dragende en lacterende zeugen en gespeende biggen wijkt wezenlijk af van de systematiek beschreven in het rapport van Velthof et al. (2009) omdat hierin de excretie van het vermeerderingsbedrijf in zijn geheel wordt berekend. De NH₃-emissie wordt echter in afzonderlijke stalsystemen voor dragende zeugen, lacterende zeugen en gespeende biggen bepaald. Daarom is het ook nodig de TAN-excretie voor deze drie diergroepen afzonderlijk te berekenen. Een mogelijke werkwijze is hiervoor beschreven op basis van beschikbare bedrijfsinformatie en aanvullende gegevens.

4 Bepaling van de TAN-excretie op pluimveebedrijven

4.1 Vleeskuikens

Een stal voor vleeskuikens is veelal niet verder onderverdeeld in afdelingen. Aanvoer van dieren en voeders en afvoer van slachtdieren worden veelal voor de betreffende stal per ronde vastgelegd in de bedrijfsadministratie. Voor de bepaling van de TAN-excretie is dit gunstig omdat daardoor van deze technische kentallen voor een individuele ronde gebruik gemaakt kan worden.

4.1.1 Voeropname

De voeropname en –samenstelling veranderen sterk gedurende het groeitraject en deze hebben een grote invloed op de TAN-excretie. Het verdient dus aanbeveling deze specifiek voor de meetperiode vast te leggen.

4.1.1.1 Berekende voeropname

Vleeskuikens worden veelal bijna onbeperkt gevoerd, waarbij het voer per voerbeurt wordt afgewogen. Bedrijven die naast mengvoer ook losse tarwe aan hun dieren verstrekken, beschikken doorgaans over een weeginstallatie om tarwe en mengvoer in de gewenste verhouding te kunnen verstrekken. Omdat een afdeling overeenkomt met een hele stal met eigen voersilo's zijn het voerverbruik en de groeiprestaties voor iedere ronde veelal nauwkeurig bekend op basis van de voerleveringen en gegevens vanuit de slachterij en vastgelegd in de bedrijfsadministratie. Deze gegevens kunnen gebruikt worden om de gemiddelde groei en voeropname per ronde te berekenen. Op het moment van meting kunnen gemiddelde bedrijfsgegevens gebruikt worden, maar het is nauwkeuriger na afleveren van de dieren de gegevens van de betreffende ronde te gebruiken. In de vleeskuikenhouderij wordt slechts een zeer beperkt aantal lijnen vleeskuikens van enkele leveranciers ("merken") gebruikt. Het gebruikte diermateriaal is hierdoor zeer uniform en karakteristiek zoals voeropname en groei per merk en lijn zijn bij de leveranciers vrij goed bekend. Leveranciersinformatie over het verloop van voeropname en groei gedurende het groeitraject kan gecombineerd worden met de bedrijfsspecifieke informatie over de gemiddelde groei en voeropname om de opname en groei op een specifieke dag in het groeitraject te berekenen. Hierbij wordt de algemene curve van de leverancier ingeschaald naar het gerealiseerde resultaat van de betreffende dieren. De aanname hierbij is dat de lagere opname en groei in de praktijk ten opzichte van leveranciersinformatie evenredig verdeeld is over het gehele groeitraject terwijl dit in werkelijkheid kan variëren.

4.1.1.2 Gemeten voeropname

Een beperking van voorgaande is uiteraard dat uitgegaan wordt van een algemene curve voor het verloop van de voeropname en groei. Allerlei factoren kunnen bijdragen aan een ander patroon met tijdelijk hogere of lagere resultaten in de meetperiode. Deze effecten kunnen alleen verdisconteerd worden door de groei en de voeropname daadwerkelijk vast te stellen bij een representatieve groep dieren. Op bedrijven waar het voer gewogen wordt kunnen de gegevens van de voermachine gebruikt worden, eventueel na controle van de aanwezige weegapparatuur. Bepaling van de voeropname is dan relatief eenvoudig. Op bedrijven waar het voer niet wordt gewogen is dit waarschijnlijk niet eenvoudig te realiseren. Het voer dat vanuit de silo middels vijzels in hoppers op de voerlijn wordt gedoseerd moet dan gedurende een periode van enkele dagen voor een representatief aantal hoppers gewogen worden alvorens het in de hopper komt. Dit is een arbeidsintensieve aanpak die wellicht ook de voeropname van de dieren verstoort. Hierbij moet bedacht worden dat met name aan het eind van de ronde het voerverbruik enkele tonnen voer per dag kan bedragen. Wellicht is een realistisch benadering om samen met de vleeskuikenhouder na te gaan gedurende hoeveel dagen de laatste voerlevering voorafgaand aan de meetdag door de dieren wordt opgegeten. Veel vleeskuikenhouders verstrekken een rantsoen met losse tarwe. Een deel van deze bedrijven mengt dit rantsoen op het bedrijf, waarvoor een weeginstallatie gebruikt wordt. Op deze bedrijven kan met behulp hiervan waarschijnlijk vrij nauwkeurig de verstrekte hoeveelheid voer in de meetperiode worden bepaald. Hierbij moet minimaal een periode van drie dagen worden aangehouden in verband

met fluctuaties in de voeropname en onnauwkeurigheden in de methode en de apparatuur. Uiteraard moet het verbruik van mengvoer en tarwe apart geregistreerd worden.

4.1.1.3 Conclusie

Concluderend heeft het gebruik van een gemeten voeropname in de periode van de emissiemeting de voorkeur. Wanneer dit moeilijk realiseerbaar is kan de gemiddelde opname van de betreffende afdeling en een standaard voercurve gebruikt worden.

4.1.2 Voersamenstelling

- Bij de voersamenstelling gaat het om het stikstofgehalte en de verteringscoëfficiënt van de stikstof in het voer (VC_N). De mogelijke werkwijzen zijn vergelijkbaar als hiervoor beschreven voor varkens. Op bedrijven die losse tarwe verstrekken moet nagevraagd worden of het stikstofgehalte in deze partij is geanalyseerd. Indien dit niet beschikbaar is, kan dit alsnog worden uitgevoerd of kan hiervoor een tabelwaarde gehanteerd worden. Het gebruik van een geanalyseerde waarde verdient de voorkeur omdat individuele partijen tarwe aanmerkelijk kunnen variëren in stikstofgehalte. De VC_N van tarwe moet uit een grondstoffentabel voor vleeskuikens worden afgeleid.
- Gedurende een ronde worden veelal 3 tot 4 voeders (fasen) gebruikt met een afnemend stikstofgehalte. Het verdient aanbeveling de meting niet binnen circa 3 dagen na een voerovergang uit te voeren omdat het maagdarmkanaal zich moet aanpassen aan de veranderde voersamenstelling. Als gevolg hiervan kan na een voerovergang enige tijd wat nattere mest worden waargenomen wat invloed kan hebben op de stikstofretentie en de NH_3 -emissie.

4.1.3 Stikstofretentie

De stikstofretentie in een afdeling/stal wordt bepaald door het aantal dieren, de groei en het stikstofgehalte per kg groei.

4.1.3.1 Berekende stikstofretentie

- Het aantal dieren in de afdeling/stal tijdens meting moet geschat worden aan de hand van het aantal dieren bij aanvang van de ronde, op basis van de afleveringsbon van de broederij, en informatie over de uitval op het betreffende bedrijf. Voor de groei geldt in grote lijnen hetzelfde als hierboven voor de voeropname is weergegeven. De gemiddelde groei op het bedrijf of specifiek in de betreffende ronde kan worden berekend op basis van de resultaten vanuit de slachterij zoals vastgelegd in de bedrijfsadministratie. Het gewicht van de eendagskuikens is veelal niet precies bekend en bedraagt gemiddeld ca. 40 g (35 – 45 g) per dier. Middels weging of informatie van de vleeskuikenhouder kan dit nader gepreciseerd worden, maar het effect van een afwijking in begingewicht heeft weinig invloed op de berekende groei omdat het gewicht bij start slechts 2% van het gewicht bij afleveren bedraagt. Voor het stikstofgehalte kunnen de waarden van 30,4 g stikstof/kg in een eendagskuiken en 27,8 g stikstof/kg in een vleeskuiken bij afleveren gehanteerd worden (Jongbloed in Velthof et al., 2009).
- De leverancier van het betreffende merk dieren beschikt voor elke lijn over een groei- of gewichtscurve. Met bedrijfseigen informatie kan deze ingeschaald worden om de groei op een meetdag te berekenen.

4.1.3.2 Gemeten stikstofretentie

Om de groei op de meetdag daadwerkelijk te bepalen moet een representatieve groep dieren gewogen worden. Om een betrouwbare waarde te krijgen is het gewenst dit met een tussenperiode van minimaal 3 dagen rond de meting te doen bij enkele honderden dieren op verschillende plaatsen in de stal. Op een aantal bedrijven worden dieren dagelijks gewogen met behulp van een hangend weegplateau in de afdeling (automatisch dierweegsysteem) waar een klein aantal dieren tegelijk op kan zitten. De resultaten hiervan geven een goed beeld van het gewicht en de groei tussen circa 5 en 25 dagen na start van de ronde. Daarna geven de resultaten van het weegplateau een bepaalde

onderschatting omdat de zwaardere dieren uit de koppel minder vaak op het plateau gaan zitten. Zo nodig kunnen de resultaten op basis van het weegplateau gecorrigeerd worden voor de totale groei op basis van de slachtgegevens.

4.1.3.3 Conclusie

Concluderend heeft het gebruik van een gemeten groei in de periode van de emissiemeting de voorkeur. Wanneer dit moeilijk realiseerbaar is kan de gemiddelde groei van de betreffende afdeling en een standaard groeicurve gebruikt worden.

4.2 Leghennen

Veelal bestaat een stal voor leghennen uit één afdeling die in een keer volledig gevuld wordt met dieren van gelijke leeftijd. Leghennen worden na de opfok op 17 weken leeftijd aangevoerd op het leghennenbedrijf. Na circa drie weken (20 weken leeftijd) begint de eiproductie die in ongeveer tien weken (28 – 30 weken leeftijd) wordt opgebouwd naar de maximale eiproductie. In de tweede helft van de legperiode van circa 60-65 weken neemt de eiproductie geleidelijk af.

4.2.1 Voeropname

4.2.1.1 Berekende voeropname

Leghennen worden semi-onbepert gevoerd. De dagelijkse voergift wordt meestal niet gewogen of geregistreerd. Omdat een afdeling veelal overeenkomt met een hele stal met eigen voersilo's is het voerverbruik over een complete legperiode wel nauwkeurig bekend en vastgelegd in de bedrijfsadministratie op basis van de voerleveringen. Deze gegevens kunnen gebruikt worden om de gemiddelde voeropname per legperiode te berekenen. Bovendien zijn na de aanlooperperiode van 4 weken de voeropname en eiproductie relatief stabiel. Dit geeft de mogelijkheid om gegevens van de voerleveringen en het aantal dagen waarin een levering wordt verbruikt, te gebruiken voor het berekenen van de gemiddelde voeropname in de meetperiode. Door het hoge voerverbruik met frequente leveringen geeft dit waarschijnlijk een betrouwbaar beeld. Aan het eind van de legperiode kan nagegaan worden of de gegevens van de aldus berekende voeropname per periode overeenkomen met de gemiddelde opname over de gehele legperiode.

4.2.1.2 Gemeten voeropname

Om de voeropname in de periode van de ammoniakemissiemeting vast te stellen is het mogelijk om de voergift gedurende een periode van 3 tot 5 dagen rond de meetdag te bepalen door het verstrekte voer voor een representatieve groep dieren te wegen. Dit is uiteraard arbeidsintensief en er moet worden afgewogen of dit een betere schatting oplevert ten opzichte van het gebruik van de voerleveranties zoals hiervoor beschreven. Wanneer een pluimveehouder wel apparatuur heeft waarmee de totale dagelijkse voergift wordt bijgehouden kan hiervan uiteraard gebruik gemaakt worden.

4.2.1.3 Conclusie

Concluderend is bij leghennen de voeropname redelijk constant gedurende de legperiode. Dit geeft de mogelijkheid om de voerleveranties in een bepaalde periode te gebruiken om de gemiddelde opname te berekenen. Door middel van weging kan de opname in de meetperiode verder gepreciseerd worden.

4.2.2 Voersamenstelling

- Bij de voersamenstelling gaat het om het stikstofgehalte en de verteringscoëfficiënt van de stikstof in het voer (VC_N). De mogelijke werkwijzen zijn vergelijkbaar als hiervoor beschreven voor varkens en vleeskuikens.

- Gedurende een legperiode worden veelal 3 voeders gebruikt met een afnemend stikstofgehalte. Het verdient aanbeveling de meting niet binnen circa 3 dagen na een voerovergang uit te voeren omdat het maagdarmkanaal zich moet aanpassen aan de veranderde voersamenstelling. Als gevolg hiervan kan na een voerovergang enige tijd wat nattere mest worden waargenomen wat een invloed kan hebben op de stikstofretentie en de NH_3 -emissie.

4.2.3 Stikstofretentie

De stikstofretentie in een afdeling wordt bepaald door het aantal dieren, de groei, de eiproductie en het stikstofgehalte per kg product.

4.2.3.1 Berekende stikstofretentie

- Het aantal dieren in de afdeling tijdens meting moet berekend worden aan de hand van het aantal dieren bij aanvang van de ronde en informatie over de uitval op het betreffende bedrijf.
- De stikstofretentie in eieren is relatief eenvoudig vast te stellen op basis van de dagelijkse eiproductie en het stikstofgehalte in de eieren. Jongbloed in Velthof et al. (2009) geeft hiervoor de waarde van 18,5 g stikstof/kg. De eiproductie neemt geleidelijk toe in de eerste helft van de legperiode en daalt geleidelijk in de tweede helft. De eiproductie wordt op de meeste bedrijven door telling of weging goed bijgehouden. Daarnaast is het gemiddeld of totaal eigewicht op basis van de regelmatige levering van eieren vast te stellen. Hierbij moet rekening gehouden worden met een percentage ondeugdelijke en kapotte eieren die niet worden afgeleverd maar waarin wel N is vastgelegd.

4.2.3.2 Gemeten stikstofretentie

- Desgewenst is het mogelijk om aanvullend op bovenstaande berekening de eiproductie van een representatieve groep dieren gedurende 3 dagen te wegen in verband met eventuele fluctuaties gedurende de meetperiode. Het lijkt echter niet aannemelijk dat dit een betere schatting geeft dan die gebaseerd op de tellingen en leveranties van de totale eiproductie.
- Specifieke aandacht verdient de periode van de eerste vier weken waarin de dieren nog niet volledig aan de leg zijn. In deze periode is de eiproductie nog laag en in opbouw en moet deze gewogen worden in de dagen rond de meetdag om een betrouwbaar beeld te krijgen. Bovendien maken de leghennen in de eerste 4 tot 6 weken na aankomst op het leghennenbedrijf nog een belangrijke lichaamsontwikkeling door zodat ze een substantiële stikstofretentie (groei) in lichaamsweefsel hebben. Om deze stikstofretentie te schatten is het gewenst een steekproef van de dieren, waarvan het gewicht bij aankomst bekend is, te wegen circa 4-6 weken na aankomst op het leghennenbedrijf. Op basis van de groei kan dan de gemiddelde stikstofretentie in het dier in deze periode berekend worden.
- Vanaf circa 30 weken, wanneer de hennen volop eieren leggen blijft het gewicht redelijk constant. Idealiter blijven de hennen nog iets groeien gedurende de legperiode. Deze groei is echter dermate gering, enkele grammen per dier per dag, dat deze in een korte periode rond de ammoniakemissiemeting niet betrouwbaar is vast te stellen. Daarnaast kunnen de dieren ook enig gewicht verliezen in de legperiode. Wellicht kan op basis van weging van een representatieve groep dieren op circa 22 weken leeftijd en aan het eind van de legperiode een gemiddelde groei berekend worden. Hiervoor kunnen ook gegevens vanuit de slachterij gebruikt worden. Omdat de gewichtsonwikkeling van de dieren vanaf 22 weken gering is ten opzichte van de voeropname en eiproductie kan worden nagegaan of deze verwaarloosd kan worden, of dat hier wellicht een vaste groei gehanteerd kan worden.

4.2.3.3 Conclusie

Concluderend kan de eiproductie en de stikstofretentie daarin waarschijnlijk voldoende betrouwbaar vastgesteld worden op basis van de weging van afgeleverde eieren. Eventueel kan de eiproductie rond de meetdag extra gewogen worden. De stikstofretentie in de leghennen is waarschijnlijk alleen in de eerste 4-6 weken na aankomst op het leghennenbedrijf van wezenlijke betekenis.

4.3 Urineproductie bij pluimvee

Bij leghennen en vleeskuikens worden onverteerd voer en urine samen in de excreta (mest) uitgescheiden. Het volume en stikstofgehalte (TAN) van de mest is mede afhankelijk van de wateropname en dit heeft waarschijnlijk een invloed op de ammoniakemissie. Een voordeel bij pluimvee is dat een afdeling leghennen of vleeskuikens veelal een gehele stal omvat, waarin met name op moderne bedrijven ook de waterconsumptie wordt bijgehouden. Wanneer in de betreffende stal een watermeter is gemonteerd, is het mogelijk de waterconsumptie betrouwbaar vast te stellen en de invloed daarvan op de mestproductie te benaderen wanneer ook de drogestofverteerbaarheid van het voer bekend is. Een aandachtspunt hierbij is dat mestdroging zoals die in verschillende stalsystemen voor pluimvee wordt toegepast een grote invloed heeft op het drogestofgehalte en daarmee ook op het TAN-gehalte van de mest.

4.4 Conclusies TAN-excretie pluimvee

Bepaling van de TAN-excretie van pluimvee op bedrijfsniveau is mogelijk door gebruik te maken van gegevens van de levering van voer en voersamenstelling en aanvoer van dieren en aflevering van dieren en eieren vanuit de bedrijfsadministratie. Hierbij wordt in grote lijnen aangesloten bij de systematiek in het rapport van Velthof et al. (2009). Omdat de TAN-excretie en NH₃-emissie toeneemt gedurende de groei- of legperiode zijn metingen in verschillende stadia hiervan nodig om een representatief gemiddelde te verkrijgen. Met behulp van gemiddelde voer- en groeicurves kunnen de bedrijfsgegevens naar een individuele meetdag worden omgerekend. Vanwege de uniformiteit in diermateriaal zal gebruik van standaardcurves, ingeschaald naar het gemiddeld bedrijfsresultaat al een redelijk goed beeld geven. Omdat de leveringen veelal precies bekend zijn voor de betreffende stal met leghennen of vleeskuikens kan met behulp van deze gegevens voor de hele periode of rond de NH₃-meting waarschijnlijk een goede schatting van de TAN-excretie gemaakt worden. De meerwaarde van aanvullende metingen is daardoor bij pluimvee kleiner dan bij varkens waar veelal geen gegevens voor de specifieke afdeling bekend zijn. Op deze manier wordt echter geen rekening gehouden met fluctuaties in groei of voeropname tijdens de meetperiode. Om deze mee te nemen is het noodzakelijk de voeropname, groei of eiproductie in de meetperiode door weging daadwerkelijk vast te stellen.

5 Bepaling van de TAN-excretie op melkveebedrijven

5.1 Algemene belemmeringen en richtlijnen

Bij de relatie tussen NH_3 -emissie en TAN-excretie bij melkvee op bedrijfsniveau vormt beweiding een van de belemmeringen. De NH_3 -emissie wordt vanuit de stal gemeten. Indien de dieren een deel van een etmaal niet op stal staan maar in de wei lopen, nemen zij een deel van de stikstof die TAN veroorzaakt niet in de stal op maar in de weide. Bovendien deponeren de koeien bij gedeeltelijke beweiding een deel van de TAN niet op stal, maar in de wei. Vooral dit laatste is moeilijk te meten of te berekenen.

Een andere belemmering bij beweiding is dat melkvee regelmatig wordt omgeweid naar een ander grasperceel. Tussen percelen kunnen verschillen bestaan in eiwitgehalte en eiwitverteerbaarheid van het gras, waardoor ook de TAN verandert. Wanneer de dieren langer dan een dag op hetzelfde perceel weiden, veranderen stikstofgehalte en eiwitverteerbaarheid in die periode, omdat de koeien de eerste dag jong, stikstofrijk gras selecteren, waardoor de kwaliteit van het resterende gras afneemt en er voor de volgende dag(en) gras overblijft met een lager stikstofgehalte en een lagere eiwitverteerbaarheid.

De NH_3 -emissie wordt per jaar zes keer gedurende 24 uur gemeten. Om de emissiefactor per meting vast te stellen dient ook de TAN op bedrijfsniveau voor deze 24-uurs periode te worden berekend. Hierbij zijn twee scenario's denkbaar.

- Per emissiemeting wordt de TAN-excretie berekend. De zes meetpunten worden uitgezet in een regressielijn, waaruit de emissiefactor berekend wordt.
- De TAN-excretie wordt berekend per jaar en herleid tot een TAN-excretie per dag. Om de emissiefactor te kunnen berekenen wordt de gemiddelde dagelijkse TAN-excretie gerelateerd aan de gemiddelde NH_3 -emissie over de 6 metingen.

De TAN-excretie wordt berekend als het verschil tussen stikstof dat uit het maagdkanaal wordt opgenomen ($\text{VRE}/6,25$ in g/d) en stikstof die is vastgelegd in dierlijk product (groei, melkeiwit). Bij het berekenen van de TAN-excretie voor elk meetpunt dient te worden bedacht dat een deel afkomstig is van VRE uit het voer van het etmaal daarvoor. Om een mogelijke variatie tussen dagen te verminderen lijkt het wenselijk om:

- de TAN te berekenen met gegevens die over een langere periode gemeten zijn, bij voorkeur 3 tot 5 dagen, inclusief de meetdag;
- gedurende deze 3 tot 5 dagen geen rantsoenwijzigingen toe te passen, dus ook geen nieuwe kuilen aan te snijden en geen nieuwe partij krachtvoer te voeren;
- de dieren in deze periode niet naar een nieuw perceel om te weiden als er sprake is van weidegang;
- gedurende deze 3 tot 5 dagen geen dieren aan te kopen of te verkopen, zodat afvoer van VRE via vlees verwaarloosbaar is.

Een deel van de TAN-excretie bevindt zich in de mestopslag (mestkelder). Ook hieruit emitteert ammoniak. Deze is buiten beschouwing gelaten.

5.2 Voeropname

De voeropname omvat al het voer dat de koeien opnemen. Koeien nemen voer op:

- in de weide, meestal bestaande uit vers, jong gras of een mengsel van gras en klaver;
- aan het voerhek, meestal geconserveerde ruwvoerders (graskuil en snijmaïskuil), eventueel aangevuld met vochtrijke of droge enkelvoudige krachtvoedergrondstoffen. Een deel van de melkveehouders mengt al deze componenten in een voermengwagen;
- in de krachtvoerbox. Hier krijgen de dieren een vooraf vastgestelde hoeveelheid krachtvoer, vaak in meerdere porties per dag. Veehouders passen de hoeveelheid krachtvoer en het aantal maaltijden per dag in het computerprogramma dagelijks tot wekelijks aan. De hoeveelheid die verstrekt wordt hangt af van de hoeveelheid melk die het dier produceert en de kwaliteit en ingeschatte opname aan vers gras en geconserveerde ruwvoerders. Een deel van de melkveehouders laat de krachtvoergift afhangen van het economisch rendement van de krachtvoerverstrekking (dynamisch voeren) Door het vastleggen van deze instellingen en het monitoren van het aantal maaltijden dat het dier ophaalt, kan de krachtvoergift worden vastgesteld;

- in de melkstal. Melkveehouders kunnen in de melkstal een kleine hoeveelheid krachtvoer verstrekken. Indien een melkrobot op het bedrijf aanwezig is, vervangt deze meestal de krachtvoerbox.

Van al deze voedselbronnen, weide, voerhek, krachtvoerbox en melkstal, moet de voeropname worden gemeten of berekend.

5.2.1 Gemeten voeropname:

De mogelijkheid om de voeropname te meten verschilt per plaats waar het voer wordt aangeboden:

- in de weide is dit niet goed mogelijk. De opname kan alleen globaal en onnauwkeurig geschat worden door het bepalen van de grashoogte bij in- en uitscharen;
- aan het voerhek kan de voergift bepaald worden indien het voer wordt verstrekt via een voermengwagen met een weeginrichting, door bij inladen van de verschillende voersoorten het gewicht te registreren. Wanneer het voer op andere wijze wordt verstrekt, met apparatuur zonder weeginrichting, is een weegbrug nodig;
- in de krachtvoerbox en melkstal geeft de vooraf ingestelde krachtvoergift een vrij nauwkeurige indicatie van de voeropname.

5.2.2 Berekende voeropname

Idealiter worden de hoeveelheden op stal opgenomen vers gras, graskuil, snijmaïskuil en andere voedersoorten gewogen via een voermengwagen of weegbrug. Is dat niet het geval dan kunnen de hoeveelheden op stal opgenomen vers gras, graskuil en snijmaïskuil worden geschat uit de resterende energiebehoefte (uitgedrukt in voedereenheid melk, VEM), het energiegehalte van deze voedersoorten en de verhouding waarin zij aan de dieren worden verstrekt en opgenomen. De resterende energiebehoefte wordt berekend uit de energiebehoefte van de dieren en de energieopname uit de overige, aangevoerde voedersoorten, waarvan de opname en samenstelling bekend is. Indien de dieren naast stalvoeding ook worden beweid, wordt de resterende energiebehoefte aangevuld met vers gras.

Voor het berekenen van de totale voeropname kan dezelfde aanpak worden gebruikt als voor het bepalen van de stikstof- en fosfor-opname zoals is aangegeven in de "Handreiking bedrijfsspecifieke excretie melkvee" (Anonymous, 2010). De eerste stap in deze handreiking is de berekening van de energiebehoefte (in VEM) van de melkveestapel. Vervolgens dient te worden gemeten en berekend hoeveel de dieren opnemen uit andere voedersoorten dan vers gras, graskuil of snijmaïskuil. Met behulp van de energiewaarde (VEM) van de andere voedersoorten kan berekend worden hoeveel energie er met die andere voedersoorten wordt opgenomen. Het verschil tussen berekende VEM-behoefte en de VEM-opname uit andere voedersoorten is het VEM-tekort. Dit tekort wordt aangevuld door vers gras, graskuil of snijmaïskuil.

5.2.3 Conclusie

De voeropname kan het meest nauwkeurig worden bepaald door weging van de verstrekte hoeveelheid voer aan het voerhek, in combinatie met het verstrekt krachtvoer in een voerbox en in de melkstal. Daarnaast kan de opname uit gras of kuilvoer berekend worden uit de VEM-behoefte minus de opname uit de bepaalde hoeveelheid van andere (kracht)voeders.

5.3 Voersamenstelling

Bij het verzamelen van gegevens over de voersamenstelling dient onderscheid te worden gemaakt tussen voer dat op het bedrijf zelf wordt geproduceerd en voer dat wordt aangekocht.

Op het bedrijf geproduceerd voer omvat:

- verse graslandproducten: gras, klover;
- geconserveerde graslandproducten: graskuil, hooi;
- geconserveerde akkerbouwproducten: snijmaïskuil, maïskolvensilage, corn-cob-mix, geheleplantensilage.

Aangekocht voer betreft:

- op andere (melkvee)bedrijven geproduceerde grasland- en akkerbouwproducten;
- enkelvoudige vochtrijke krachtvoerders zoals bietenperspulp, tarwegistconcentraat en bierbostel;
- enkelvoudige droge krachtvoerders zoals droge pulp, sojaschroot/-schilfers en raapzaadschroot/-schilfers;
- mengvoerders.

Van deze voedersoorten moeten de volgende kenmerken bekend zijn:

- Gehalte aan droge stof, as, stikstof (eventueel ook VEM waarde voor berekenen voeropname)
- Verteringscoëfficiënt van ruw eiwit (N x 6,25).

5.3.1 Op bedrijf geproduceerd voer

5.3.1.1 Chemische kenmerken

Melkveehouders die informatie willen over de gehalten aan droge stof, as en stikstof en VEM-waarde van de door hen geproduceerde en geconserveerde voedersoorten laten deze voedersoorten bemonsteren en analyseren door bedrijfslaboratoria. Melkveehouders ontvangen een uitslagformulier, met de gevraagde informatie. Deze laboratoria leveren gegevens over droge stof (g/kg), stikstof (g/kg DS), ammoniakstikstof (% van totaal stikstof) en VEM (per kg DS). Waar nodig dient het stikstofgehalte te worden gecorrigeerd voor ammoniakstikstof. Indien analyse-uitslagen ontbreken, kan de melkveehouder gebruik maken van gemiddelde waarden, zoals aangegeven in het CVB-tabel met veevoedergrondstoffen voor herkauwers (CVB, 2007).

Melkveehouders hebben in de regel geen gegevens over de chemische samenstelling en voederwaarde van verse graslandproducten (gras, klaver). Door tijdens de emissiemetingen monsters uit de te beweiden of te maaien percelen te nemen, zouden deze gehalten bepaald kunnen worden. Indien geen bemonstering en analyses plaatsvinden kan het stikstofgehalte worden geschat. Omdat het stikstofgehalte sterk gerelateerd is aan de fysiologische leeftijd (ouderdom) van de plant is het mogelijk om het stikstofgehalte te schatten uit het aantal (her)groeidagen. Zo rapporteerden Chaves et al. (2006) een relatie, waarbij de variatie in ruw eiwitgehalte (g/kg droge stof) in gras voor 82% verklaard kan worden uit het aantal groeidagen (D): $\text{ruw eiwitgehalte} = 256 \cdot -2,91 \times D + 0,01 D^2$. Om deze formule te verfijnen en aan te passen aan Nederlandse omstandigheden is extra onderzoek nodig met bestaande databestanden.

5.3.1.2 Verteerbaar ruw eiwit

De verteringscoëfficiënt van ruw eiwit voor melkkoeien wordt bepaald in proeven met schapen (hamels). Het gehalte aan verteerbaar ruw eiwit (VRE) wordt berekend als het product van verteringscoëfficiënt (VC_N) x ruw eiwitgehalte. Het VRE-gehalte wordt sinds een aantal jaren niet meer standaard vermeld op analyse-uitslagen van de bedrijfslaboratoria. Wel zijn van de meeste voedergevassen statistische relaties vastgesteld tussen VRE en de chemische samenstelling. Zo is bijvoorbeeld het VRE-gehalte van ingekuild gras te berekenen als:

$$0,970 \times (\text{ruw eiwitgehalte}) + 0,044 \times (\text{asgehalte}) - 44$$

Tot voor kort publiceerde het CVB dergelijke formules voor de meeste ruwvoerders in de Handleiding Voederwaardeberekening Ruwvoerders. Vanaf 2007 beschouwt het Productschap Diervoeder (PDV) deze formules als intellectueel eigendom en zijn daarom alleen in te zien door een abonnement te nemen op de zogenaamde "Voederwaardecalculator" op internet. Voor vers gras is de CVB-formule:

$$\text{VRE (g/kg)} = 212 + 0,978 \times (\text{ruw eiwitgehalte}) - 0,255 \times (\text{NDF-gehalte}) - 1,121 \times (\text{asgehalte}).$$

5.3.2 Aangekocht voer

5.3.2.1 Chemische kenmerken

Aangekochte grasland- en akkerbouwproducten zijn onderzocht door een van de bedrijfslaboratoria of kunnen daartoe bemonsterd worden. De overige voedersoorten die de melkveehouder koopt zijn vergezeld van een afleverbon, waarop onder meer de energiewaarde en het ruw eiwitgehalte vermeld staan.

5.3.2.2 *Verteerbaar ruw eiwit*

Zoals hiervoor beschreven bij varkens en pluimvee kan informatie van de (meng)voerleverancier gebruikt worden voor het RE- en VRE gehalte van de (meng)voerders. Nader overleg met deze sector is noodzakelijk om over deze waarde te kunnen beschikken. Eventueel kan aanvullende analyse van het RE-gehalte worden uitgevoerd.

Een overzicht van de wijze van verzamelen van gegevens voor het berekenen van de VRE-opname is vermeld in Tabel 1.

Tabel 1. Wijze van verzamelen gegevens voederkenmerken.

Voer	Voeropname	Droge stof Stikstof / As	VC ruw eiwit
Vers gras	Uit "VEM-tekort"	- Bemonsteren en analyseren - Berekenen met hr)groeidagen	Formule met analyse- uitkomsten
Gras / klaver	Uit "VEM-tekort"	- Bemonsteren en analyseren Berekenen met (her)groeidagen	Formule met analyse- uitkomsten
Graskuil	Meting via weging	- Bemonsteren en analyseren - Gemiddelde tabelwaarde	Formule met analyse- uitkomsten
Hooi	Meting via weging	- Bemonsteren en analyseren - Gemiddelde tabelwaarde	Formule met analyse- uitkomsten
Maïskuil	Meting via weging	- Bemonsteren en analyseren - Gemiddelde tabelwaarde	Formule met analyse- uitkomsten
Maïskolvensilage	Meting via weging	- Bemonsteren en analyseren - Gemiddelde tabelwaarde	Formule met analyse- uitkomsten
Corn-cob-mix	Meting via weging	- Bemonsteren en analyseren Gemiddelde tabelwaarde	Formule met analyse- uitkomsten
Gehele plantensilage	Meting via weging	- Bemonsteren en analyseren - Gemiddelde tabelwaarde	Formule met analyse- uitkomsten
Akkerbouwproducten van elders	Meting via weging	- Bemonsteren en analyseren - Gemiddelde tabelwaarde	Formule met analyse- uitkomsten
Vochtrijke krachtvoerders	Meting via weging	Opgave leverancier	Opgave leverancier
Enkelvoudige droge krachtvoerders	Meting via weging	Opgave leverancier	Opgave leverancier
Mengvoer	Totale aanvoer Sommatie krachtvoerbox Weging	Opgave producent	Opgave producent

5.4 Stikstofretentie

5.4.1 *Berekende stikstofretentie*

Indien gedurende de meetperiode geen afvoer van eiwit plaatsvindt in de vorm van dieren, bestaat de stikstofretentie uit melkeiwit en groei van de dieren, inclusief foetale groei bij drachtige dieren. De melkeiwitproductie kan worden berekend uit de totale melkproductie en het melkeiwitgehalte gedurende de periode waarover de aanvoer of het verbruik van VRE berekend is. Deze zijn nauwkeurig af te leiden uit de melkleveranties aan de melkfabriek in de betreffende meetperiode. De stikstofvastlegging in groei en ongeboren vrucht kan worden berekend analoog aan de methode zoals is aangegeven in de "Handreiking bedrijfsspecifieke excretie melkvee". Hierbij wordt geadviseerd te rekenen met het exacte aantal stuks jongvee, vaarzen en oudere koeien gehuisvest in de stal waar

meting plaatsvindt, in plaats van een standaard opbouw en vervangingspercentage van de melkveestapel.

5.4.2 Gemeten stikstofretentie

De bepaling van de melkeiwitproductie is reeds beschreven in de vorige paragraaf. De berekening van de stikstofretentie in maternale en foetale groei, waarbij ook rekening gehouden wordt met lichaamsmobilisatie in de vroege dracht, kan verder verfijnd worden door weging van een representatieve groep dieren in een periode van minimaal 7 dagen rond de dag van emissiemeting. Op de meeste bedrijven is waarschijnlijk geen apparatuur voor weging beschikbaar, zodat deze moet worden geleend of gehuurd. Meting op een vast tijdstip is cruciaal om te voorkomen dat verschillen in vulling van het maagdarmkanaal en de uier een versturende rol hebben. Als de meting onvoldoende nauwkeurig is heeft deze geen meerwaarde ten opzicht van het gebruik van een standaard groeicurve.

5.5 Alternatieven

In onderzoek in de VS zijn vergelijkingen ontwikkeld om de excretie van stikstof via de urine te schatten. Jonker et al. (1998) vonden een verband tussen de stikstofexcretie in de urine en lichaamsgewicht en melkureumstikstofconcentratie:

$$N \text{ excretie urine (g/d)} = 12,54 \times \text{melkureumconcentratie (mg/dl)}.$$

Zo stelden Kauffman en StPierre (2001) een verband vast tussen stikstofexcretie in de urine en lichaamsgewicht en melkureumconcentratie:

$$N \text{ excretie urine (g/d)} = 0,0121 \times \text{lichaamsgewicht (kg)} \times \text{melkureumconcentratie (mg/dl)}.$$

Deze relatie betrof echter de uitkomsten van een proef met 16 dieren met een groot verschil in lichaamsgewicht (Jersey versus Holstein) en een beperkte range in melkureumconcentratie (10 tot 30 mg/dl).

Kume et al., (2008) beschrijven een relatie tussen de stikstofuitscheiding in urine en het ureumstikstofgehalte in bloedplasma:

$$\text{Niet-lacterende koeien: } N \text{ excretie urine (g/d/kg lichaamsgewicht)} = 0,0154 \times \text{plasma ureumstikstofgehalte in plasma (mg/dl)} - 0,020 \quad (r^2 = 0,50)$$

$$\text{Lacterende koeien: } N \text{ excretie urine (g/d/kg lichaamsgewicht)} = 0,0274 \times \text{plasma ureumstikstofgehalte in plasma (mg/dl)} - 0,094 \quad (r^2 = 0,62)$$

De regressiecoëfficiënten (r^2) voor beide vergelijkingen zijn echter relatief laag

Vooralsnog zijn er voor zover wij weten geen alternatieven bekend die een gelijke of betere schatting van de TAN-excretie geven dan hiervoor besproken.

5.6 Urineproductie

Om naast de ureumuitscheiding in urine ook de ureumconcentratie in de urine te kunnen bepalen, dient ook het urinevolume te worden berekend. Onderzoek heeft aangetoond dat de opname aan natrium en kalium en de ureumuitscheiding belangrijke verklarende factoren zijn voor het urinevolume (Bannink et al., 1999). Dat betekent dat naast de eerder genoemde parameters (voeropname en gehalten aan droge stof, stikstof en as en de VEM- en VRE-waarde) ook de gehalten aan natrium en kalium in het verbruikte voer bekend moeten zijn. De laboratoria voor gewasonderzoek leveren de mineralengehalten in kuilvoer tegen meerkosten. Ook van de leveranciers van overige voersoorten zal gevraagd moeten worden om de gehalten aan natrium en kalium aan te geven. Het urinevolume wordt berekend als:

$$\text{urinevolume (kg/d)} = 1,3441 + \text{voeropname (kg/d)} \times (0,1079 \times \text{Na-gehalte} + 0,0538 \times \text{K-gehalte} + 0,01266 \times \text{N-gehalte}) - \text{melkgift} \times (0,1216 + 0,00275 \times \text{melkeiwit})$$

met voeropname in kg droge stof, melkgift in kg en Na-, K-, N- en melkeiwitgehalten in g/kg.

Ook in een latere studie (Nennich et al., 2006) bleken de opname aan stikstof, natrium en kalium de belangrijkste factoren om het urinevolume te schatten, hoewel de regressievergelijkingen niet gelijk waren aan die van Bannink et al. (1999). Het is niet bekend of deze formule ook toepasbaar is voor niet-melkgevende runderen. Hiervoor is aanvullend onderzoek gewenst.

5.7 Conclusies TAN-excretie melkvee

De TAN-excretie op individuele melkveebedrijven tijdens meting van de ammoniakemissie kan berekend worden als een aantal kenmerken bekend zijn: de voeropname, het VRE-gehalte van de voeders en de eiwitretentie in melk en groei. De voeropname kan berekend worden op basis van de voerbehoefte zoals beschreven in de Handreiking bedrijfsspecifieke excretie melkvee (BEX), voor een periode van 3-5 dagen rond de meetdag in plaats van een heel jaar. De nauwkeurigheid hiervan is sterk te verbeteren door afwegen van alle voedersoorten (kg/dag) die in de stal gevoerd worden en terugwegen van voedersoorten die de dieren laten liggen (kg/dag). De nutriëntgehalten (VEM, VRE) in de voersoorten zijn af te leiden van tabelwaarden, informatie van de voerleverancier en van aanvullende laboratoriumanalyses. Bij beweiding lijkt deze methode niet uitvoerbaar. Het bepalen van de voeropname bij beweiding, van de chemische samenstelling van vers gras en gras/klavermengsels en van de verdeling van de TAN-excretie over weide en stal is moeilijk en onnauwkeurig.

Voor berekening van de voeropname en N-retentie is het aantal dieren per diercategorie (jongvee, droogstaande dieren, 1^e- en 2^e-kalfs en oudere koeien) nodig. De N-retentie in melk kan worden berekend uit de totale melkproductie en het bepaalde eiwitgehalte in de melktank bij levering. De N-retentie in groei is te berekenen met de standaard groeicurves in de Handreiking bedrijfsspecifieke excretie melkvee, eventueel nader onderbouwd met aanvullende weging van dieren in een periode rondom de emissiemeetdag. De meerwaarde hiervan is waarschijnlijk beperkt.

Voor de berekening van de bedrijfsspecifieke jaarlijkse TAN-excretie kan gebruik worden gemaakt van de methode zoals aangegeven in Bijlage 7 van WOt-rapport 70 (Velthof et al., 2009). Hierbij wordt de voeropname afgeleid uit de voerbehoefte. In plaats van standaard kengetallen (WUM, 1994) kunnen zoveel mogelijk de beschikbare of geanalyseerde bedrijfsspecifieke gegevens worden ingevoerd wat betreft voeropname, voersamenstelling, opbouw en verloop van de melkveestapel, melkgift en melksamenstelling.

Literatuur

- Anonymous, 2010. Handreiking bedrijfsspecifieke excretie melkvee, versie vanaf 2010. DR-loket, Dienst Regelingen, Ministerie van Economische Zaken, Den Haag.
- Bannink, A, Valk, H, van Vuuren, AM, 1999. Intake and excretion of sodium, potassium, and nitrogen and the effects on urine production by lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 82: 1008-1018.
- CVB, 2007. CVB-tabel herkauwers 2007. CVB-reeks nr. 31. Productschap Diervoeder, Den Haag.
- Chaves AV, Waghorn GC, Brookes IM, Woodfield DR, 2006. Effect of maturation and initial harvest dates on the nutritive characteristics of ryegrass (*Lolium perenne* L.). *Animal Feed Science and Technology* 127: 293-318.
- Everts, H, Blok, MC; Kemp, B, Van der Peet-Schwering, CMC, Smits, CHM, 1994. Normen voor dragende zeugen : uitgangspunten en factoriële afleiding van de behoefte aan energie en darmverteerbare aminozuren voor dragende zeugen. CVB-documentatierapport 9.
- Everts, H, Blok, MC, Kemp, B, Van der Peet-Schwering, CMC, Smits, CHM. 1995. Normen voor lacterende zeugen: Uitgangspunten en factoriële afleiding van de behoefte aan energie en darmverteerbare aminozuren voor lacterende zeugen. CVB-documentatierapport 13. ISSN 0928-0618. CVB-documentatierapport 13.
- Jongbloed, A.W., Jong, J. de, Vereijken, P., Voort, M. van der, 2012. Opsporing van te hoge koper- en zinkgehalten in varkensvoer via fecesonderzoek. RIKILT Rapport 2011.018.
- Jonker, JS, Kohn, RA, Erdman, RA, 1998. Using milk urea nitrogen to predict nitrogen excretion and utilization efficiency in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 81: 2681–2692.
- Kauffman, AJ, St-Pierre, NR, 2001. The Relationship of Milk Urea Nitrogen to Urine Nitrogen Excretion in Holstein and Jersey Cows. *J. Dairy Sci.* 84: 2284-2294.
- Kume, S, Numata, K, Takeya, Y, Miyagawa, Y, Ikeda, S, Kitagawa, M, Nonaka, K, Oshita, T, Kozakai, T, 2008. Evaluation of urinary nitrogen excretion from plasma urea nitrogen in dry and lactating cows. *Asian-Australian Journal of Animal Science*, 21: 1159 – 1163.
- Nennich, TD, Harrison, JH, VanWieringen, LM, St-Pierre, NR, Kincaid, RL, Wattiaux, MA, Davidson, DL, Block, E, 2006. Prediction and evaluation of urine and urinary nitrogen and mineral excretion from dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 89:353–364.
- Velthof, G.L., C. van Bruggen, C.M. Groenestein, B.J. de Haan, M.W. Hoogeveen en J.F.M. Huijsmans 2009. Methodiek voor berekening van ammoniakemissie uit de landbouw in Nederland, Wageningen, Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WOt-rapport 70.
- WUM, 1994: Uniformering berekening mest en mineralen. Standaardcijfers rundvee, schapen en geiten, 1990 t/m 1992



Wageningen UR Livestock Research

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

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