

# Wageningen UR Livestock Research

*Partner in livestock innovations*



Rapport 369

Aanmerking BBT kleine sectoren

Eindrapportage

December 2010



**LIVESTOCK RESEARCH**  
**WAGENINGEN UR**

## Colofon

### Uitgever

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

### Redactie

Communication Services

### Copyright

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

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

### Aansprakelijkheid

Wageningen UR Livestock Research (formeel ASG  
Veehouderij BV) aanvaardt geen aansprakelijkheid  
voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik  
van de resultaten van dit onderzoek of de  
toepassing van de adviezen.

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

Losse nummers zijn te verkrijgen via de website.



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

## Abstract

Possible techniques to reduce ammonia  
emission from houses for smaller animal  
categories (veal calves, goats, rearing laying  
hens (before egg production), rearing broiler  
breeders, turkey (meat type) and mink) were  
explored. Some of the techniques are proposed  
to consider as best available techniques (BBT).

## Keywords

Ammonia, emission, livestock, fine dust, odour,  
emission factor, emission reduction

## Referaat

ISSN 1570 - 8616

## Auteurs

H.H. Ellen  
N.W.M. Ogink  
M.C.J. Smits  
I. Vermeij

## Titel

Aanmerking BBT kleine sectoren

Rapport 369

## Samenvatting

In opdracht van het Ministerie van VROM is een  
inventarisatie uitgevoerd naar mogelijke  
technieken om de emissies te reduceren voor  
de kleinere takken in de veehouderij  
(vleeskalveren, geiten, opfokleghennen, opfok  
vleeskuikenouderdieren, kalkoenen,  
pelsdieren). Op basis van de inventarisatie zijn  
voorstellen gedaan voor opname van  
technieken in de Rav en om eventueel  
grenswaarden voor een maximale emissie van  
ammoniak op vast te stellen.

## Trefwoorden

Ammoniak, emissie, veehouderij, fijn stof, geur,  
exploitatiekosten, emissiefactor,  
emissiereductie

Rapport 369

## Aanmerking BBT kleine sectoren

### Consider BAT for small livestock sectors

H.H. Ellen  
N.W.M. Ogink  
M.C.J. Smits  
I. Vermeij

December 2010



## Voorwoord

Wereldwijd krijgt het reduceren van gasvormige emissies ruim aandacht. Met regelmaat worden er nieuwe systemen ontwikkeld en bestaande technieken geoptimaliseerd. Toepassing van technieken in andere sectoren dan waarvoor ze zijn ontwikkeld komt eveneens regelmatig aan de orde. Op basis van haar onderzoekservaring, internationale contacten en contacten met en kennis van de praktijk is Wageningen UR Livestock Research van de Animal Sciences Group in staat geweest om snel een overzicht samen te stellen van mogelijke technieken om de ammoniakemissie te reduceren voor sectoren waarvoor nu nog weinig technieken beschikbaar zijn in officiële regelgeving. Het opnemen van deze technieken in de regelgeving kan een bijdrage leveren aan het verder en snel terugdringen van gasvormige emissies. Hiermee kan Nederland voldoen aan de Europese wetgeving die gericht is op het in stand houden en beschermen van de natuur.

In dit rapport zijn de onderliggende rapportages opgenomen van de fasen van het project om te komen tot technieken die mogelijk toegepast kunnen worden in een aantal kleinere sectoren in de Nederlandse veehouderij. We hopen dat hiermee een duidelijk beeld is geschetst van de mogelijkheden die er zijn voor de in dit rapport genoemde sectoren.

Nico Ogink  
Projectleider



## Samenvatting

Om de emissie van ammoniak terug te dringen zijn in diverse sectoren technieken ontwikkeld die hier een bijdrage aan leveren. Vooral echter in de grotere sectoren. In de kleinere sectoren zijn geen of nauwelijks technieken ontwikkeld. Een ander aspect is het stellen van grenswaarden voor de maximale ammoniakemissie. Dit is wel gedaan voor die sectoren waar technieken beschikbaar zijn, maar niet voor de kleinere sectoren zonder emissiearme technieken. Het Ministerie van VROM heeft daarom aan ASG de opdracht verstrekt om na te gaan of op eenvoudige wijze technieken kunnen worden ingezet in de kleine(re) sectoren om de ammoniakemissie te reduceren en voorstellen te doen voor een grenswaarde in het Besluit huisvesting. Het gaat daarbij om de sectoren vleeskalveren, geiten, opfokleghennen, opfokvleeskuikenouderdieren, vleeskalkoenen en nertsen.

De opdracht is uitgevoerd in twee fasen. De eerste fase bestond uit het inventariseren van mogelijke technieken voor de genoemde sectoren. Op basis van de verkregen informatie is een totaalijst gemaakt van mogelijke technieken. Ten aanzien van deze technieken is een kwalitatieve inschatting gemaakt in hoeverre ze perspectiefvol zijn op basis van een aantal criteria, zoals bijdragen aan emissiereductie (niet alleen ammoniak, maar ook andere gasvormige emissies), energieverbruik en dierwelzijn. Ook is gekeken naar inpasbaarheid in de bedrijfsvoering en de inpasbaarheid als techniek. De financiële gevolgen zijn ook kwalitatief geschat, waarbij eveneens is gekeken naar een mogelijk positief effect op de technische resultaten en daarmee de exploitatiekosten.

Uit de meest perspectiefvolle systemen is uiteindelijk een keuze gemaakt voor verdere uitwerking. Deze keuze is gebaseerd op het mogelijk snel beschikbaar kunnen hebben van een emissiefactor en de relatieve bijdrage van de sector aan de totale ammoniakemissie uit de landbouw. Voorstel voor verder uit te werken systemen zijn:

- vleeskalveren (wit en rosé);
  - kelderluchtbehandeling met een luchtwasser
  - koeling van mest al dan niet gecombineerd met conditioneren van ventilatielucht
  - chemische wasser (reeds opgenomen in Rav)
  - combiwasser
  - biologische wasser (reeds opgenomen in Rav)
- geiten
  - geen voorstellen
- opfokleghennen (scharrel);
  - integrale luchtconditionering en - zuivering
  - mestbanden<sup>1</sup>
  - mestbanden met beluchting
  - mestbeluchting onder de beun (scharrel)
- opfok vleeskuikenouderdieren;
  - vloerkoeling en - verwarming
  - strooiselbeluchting (mixlucht)
  - integrale luchtconditionering en - zuivering
  - chemische wasser
  - combiwasser
- vleeskalkoenen;
  - vloerkoeling en - verwarming
  - strooiselbeluchting (mixlucht)
  - integrale luchtconditionering en - zuivering
  - chemische wasser (reeds opgenomen in Rav)
  - combiwasser
- nertsen;
  - regelmatig mest verwijderen.

Tijdens de tweede fase zijn van de veelbelovende systemen de investerings- en exploitatiekosten berekend om na te gaan of deze als Best Beschikbare Techniek (BBT) kunnen worden aangemerkt.

---

<sup>1</sup> Mestbanden onder de beun (al of niet met beluchting) zijn al opgenomen in de Rav via de beschrijvingen voor voliëresystemen. Het systeem van een stal met twee of meer verdiepingen met mestbanden staat nog niet in de Rav voor opfokleghennen.

Op basis van een vergelijking met het saldo per dierplaats zijn de onderstaande technieken eventueel aan te merken als BBT:

- vleeskalveren; kelderluchtbehandeling
- opfokleghennen; stal met twee (of meer) verdiepingen en mestbanden en perfovloer
- opfokvleeskuikenouderdieren; vloerverwarming en -koeling en mixluchtventilatie
- vleeskalkoenen; integrale luchtconditionering en -zuivering, vloerverwarming en -koeling en mixluchtventilatie
- nertsen; vaker verwijderen van de mest.

Voor het vaststellen van een grenswaarde in het Besluit huisvesting is het volgende voorstel:

- vleeskalveren; voor zowel wit- als rosé vlees geen grenswaarde
- opfokleghennen; 0,070 kg NH<sub>3</sub>/dierplaats/jaar
- opfokvleeskuikenouderdieren; 0,183 kg NH<sub>3</sub>/dierplaats/jaar
- vleeskalkoenen; 0,410 kg NH<sub>3</sub>/dierplaats/jaar
- nertsen; 0,250 kg NH<sub>3</sub>/dierplaats/jaar.

## **Aanvulling**

Na het uitvoeren van het project maar voor het verschijnen van deze eindrapportage zijn er diverse ontwikkelingen geweest in met name de vleeskuikensector die hebben geleid tot opname van enkele nieuwe technieken in de lijst met emissiefactoren. Dit zijn de warmteheaters met ventilatoren en de warmtewisselaars met luchtmeningssysteem voor droging strooisellaag. Beide systemen zijn opgenomen met een emissiefactor die beneden de grenswaarde van het Besluit huisvesting ligt.

Daarnaast is het systeem mixluchtventilatie via een afleiding ook beschikbaar gekomen voor de categorie opfokvleeskuikenouderdieren. Tot slot is de aanvraag ingediend om, ook op basis van afleiding, de warmteheaters met ventilatoren in de lijst met emissiefactoren op te nemen voor opfokleghennen (grondhuisvesting), opfokvleeskuikenouderdieren en vleeskalkoenen. Dit verzoek is inmiddels ingewilligd.

Door deze ontwikkelingen zijn er meer systemen beschikbaar voor de pluimvee sectoren dan beschreven in dit rapport.



## Summary

In recent years, ammonia emission reducing techniques have been developed in several animal production systems, especially in the most common production animal categories.

For those farm animal categories with at least a small list of available techniques, maximum allowed emissions per animal place were already defined. In the minor animal categories however, hardly any low emission technique has been made available yet and therefore no maximum allowed emissions per animal place have been defined yet for those categories. The Dutch Ministry of Housing, Spatial Planning and Environment therefore has requested Wageningen UR Livestock Research to evaluate techniques that can be implemented in the production systems of the minor animal categories and to propose corresponding maximum allowed emissions that can be adopted in the Dutch law on animal housing 'Besluit Huisvesting' (Ammonia and Livestock Farming Regulation).

This evaluation was made for veal calves, goats, rearing laying hens (before egg production), rearing broiler breeders, turkey (meat type) and mink.

In the first phase of the project possible techniques for each of these animal categories was explored and a list of techniques with good prospects was made based on expert judgment with criteria like impact on other gaseous emissions, energy use and animal welfare.

The possibilities for implementation in operational farm management and the technical feasibility within a production system were taken into account. Also the financial impact was qualitatively estimated, including optional benefits for the production performance and the resulting operational costs.

A subset of systems was further elaborated in the second phase of the project, focusing on (a) systems that were likely to be tested and approved with an emission factor within a limited time frame and focusing on (b) those minor animal categories that contribute most substantially to the national ammonia emission.

In goats only scrubbers are applicable in the short term. Because no other low emission techniques are available in the short term, no systems were further elaborated for this animal category.

The further elaborated systems per animal category are:

- Veal calves
  - Pit air separation and treatment of the separated air in an air scrubber
  - Cooling the manure with or without also cooling the incoming air in the animal house
  - Chemical air scrubber (already approved and adopted in the law)
  - Multistage air scrubber with both an acid and a biological treatment step
  - Biological air scrubber (already approved and adopted in the law)
- Rearing laying hens (free range):
  - TerraSea-concept
  - Manure belts<sup>2</sup>
  - Manure belts with aeration
  - Aeration of manure below the bin (free range)
- Broiler parent stock:
  - Floor cooling and heating system
  - Aeration of the bedding (commercial 'mixing air' system)
  - TerraSea-concept (a patented geothermic application)
  - Chemical air scrubber
  - Multistage air scrubber
- Turkey:
  - Floor cooling and heating system
  - Aeration of the bedding
  - TerraSea-concept
  - Chemical air scrubber (already approved and adopted in the law)
  - Multistage air scrubber
- Mink:
  - Frequently removing the manure (manure belt system).

---

<sup>2</sup> Manure belts below the bin (with or without aeration) have already been adopted in the law for aviary systems (perchery). In rearing laying hen houses with two or more levels this manure belt system is not yet adopted in the Ammonia and Livestock Farming Regulation.

During the second phase of the project the investments and operational costs of the most promising systems and the resulting balance per animal place were calculated. The results of these calculations were used to determine whether or not these systems can be considered as best available technique (BAT, in Dutch abbreviated as BBT). Based on the calculated balance per animal place the following techniques may be considered as BAT:

- Rearing laying hens: housing with two or more levels and manure belts
  - Broiler parent stock: TerraSea system, Floor heating and cooling system and mix air ventilation system
  - Turkey: TerraSea system, Floor heating and cooling system and mix air ventilation system
  - Mink: frequently removing manure (belt system)
- In veal calves no techniques are suitable to be considered as BAT and therefore no maximum allowed  $\text{NH}_3$  emission per veal calf place will be proposed here.

The following maximum allowed emission per animal place are proposed for the Dutch law on animal housing 'Besluit Huisvesting' (Ammonia and Livestock Farming Regulation):

- Rearing laying hens: 0.070 kg  $\text{NH}_3$  per animal place per year
- Broiler parent stock: 0.165 kg  $\text{NH}_3$  per animal place per year
- Turkey: 0.410 kg  $\text{NH}_3$  per animal place per year
- Mink: 0.250 kg  $\text{NH}_3$  per animal place per year.

# Inhoudsopgave

## Voorwoord

## Samenvatting

## Summary

### Deel 1: Voorselectie van potentiële BBT-technieken .....1

#### 1 Inleiding .....2

1.1 Aanleiding .....2

1.2 Doelstelling .....2

1.3 Werkwijze / leeswijzer .....2

#### 2 Karakteristieken sectoren .....4

2.1 Vleeskalveren.....4

2.2 Geiten.....5

2.3 Pluimveesectoren.....6

2.4 Nertsen.....8

#### 3 Inventarisatie perspectiefvolle maatregelen .....9

3.1 Vleeskalveren.....9

3.2 Geiten.....16

3.3 Pluimveesectoren.....19

3.4 Nertsen.....26

#### 4 Keuze perspectiefvolle systemen .....29

4.1 Vleeskalveren.....29

4.2 Geiten.....29

4.3 Pluimveesectoren.....29

4.4 Nertsen.....30

#### 5 Aanbeveling voor verdere uitwerking .....31

#### Bijlagen.....33

Bijlage 1 Deelnemers aan overleg per sector.....33

Bijlage 2 Gemiddelde voeropname en mestsamenstelling .....34

Bijlage 3 Minder voor de hand liggende emissiereducerende technieken vleeskalveren  
(reeds eerder beschreven) .....36

Bijlage 4 Overzicht relatieve bijdrage emissies ammoniak en fijn stof.....38

#### Literatuur .....39

### Deel 2: Beschrijving, ammoniakemissie en kosten perspectiefvolle systemen .....43

#### 1 Inleiding .....44

1.1 Aanleiding .....44

1.2 Doelstelling .....44

1.3 Werkwijze / leeswijzer .....44

|          |                                                                                                     |           |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>2</b> | <b>Definities en uitgangspunten .....</b>                                                           | <b>45</b> |
| 2.1      | Huisvesting .....                                                                                   | 45        |
| 2.1.1    | Vleeskalveren .....                                                                                 | 45        |
| 2.1.2    | Pluimvee .....                                                                                      | 46        |
| 2.2      | Rente, afschrijving en onderhoud .....                                                              | 47        |
| 2.3      | Kosten energie .....                                                                                | 47        |
| 2.4      | Subsidieregelingen.....                                                                             | 48        |
| <b>3</b> | <b>Investerings- en kosten van NH<sub>3</sub>-emissiebeperkende systemen vleeskalveren .....</b>    | <b>49</b> |
| 3.1      | Luchtwassingsysteem .....                                                                           | 49        |
| 3.1.1    | Beschrijving en emissie .....                                                                       | 49        |
| 3.1.2    | Investerings- en exploitatiekosten luchtwassing witvleeskalveren .....                              | 49        |
| 3.1.3    | Investerings- en exploitatiekosten luchtwassing rosékalveren .....                                  | 51        |
| 3.2      | Kelderluchtbehandeling.....                                                                         | 52        |
| 3.2.1    | Beschrijving .....                                                                                  | 52        |
| 3.2.2    | Emissie .....                                                                                       | 52        |
| 3.2.3    | Investerings- en exploitatiekosten .....                                                            | 52        |
| 3.3      | Koeling van mest.....                                                                               | 53        |
| 3.3.1    | Beschrijving.....                                                                                   | 53        |
| 3.3.2    | Emissie .....                                                                                       | 53        |
| 3.3.3    | Investerings- en exploitatiekosten .....                                                            | 53        |
| <b>4</b> | <b>Emissie, investeringen en kosten van NH<sub>3</sub>-emissiebeperkende systemen pluimvee.....</b> | <b>55</b> |
| 4.1      | Perfosysteem bij opfokleghennen .....                                                               | 55        |
| 4.1.1    | Beschrijving .....                                                                                  | 55        |
| 4.1.2    | Emissie .....                                                                                       | 56        |
| 4.1.3    | Investerings- en exploitatiekosten opfokleghennen.....                                              | 56        |
| 4.2      | Buizen onder de beun bij opfokleghennen .....                                                       | 57        |
| 4.2.1    | Beschrijving.....                                                                                   | 57        |
| 4.2.2    | Emissie .....                                                                                       | 57        |
| 4.2.3    | Investerings- en exploitatiekosten opfokleghennen.....                                              | 57        |
| 4.3      | Stal met twee verdiepingen met mestbanden onder de roosters bij opfokleghennen .....                | 57        |
| 4.3.1    | Beschrijving.....                                                                                   | 57        |
| 4.3.2    | Emissie .....                                                                                       | 58        |
| 4.3.3    | Investerings- en exploitatiekosten opfokleghennen.....                                              | 58        |
| 4.4      | Mixluchtventilatie voor opfok vleeskuikenouderdieren en vleeskalkoenen.....                         | 59        |
| 4.4.1    | Beschrijving.....                                                                                   | 59        |
| 4.4.2    | Emissie .....                                                                                       | 60        |
| 4.4.3    | Investerings- en exploitatiekosten opfok vleeskuikenouderdieren .....                               | 60        |
| 4.4.4    | Investerings- en exploitatiekosten vleeskalkoenen .....                                             | 60        |
| 4.5      | Chemische luchtwassers bij opfok vleeskuikenouderdieren en vleeskalkoenen.....                      | 61        |
| 4.5.1    | Beschrijving .....                                                                                  | 61        |
| 4.5.2    | Emissie .....                                                                                       | 62        |
| 4.5.3    | Praktijkervaringen .....                                                                            | 62        |
| 4.5.4    | Investerings- en exploitatiekosten opfok vleeskuikenouderdieren .....                               | 63        |
| 4.5.5    | Investerings- en exploitatiekosten vleeskalkoenen .....                                             | 63        |

|          |                                                                                                                           |           |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.6      | Combiwassers bij opfok vleeskuikenouderdieren en vleeskalkoenen .....                                                     | 64        |
| 4.6.1    | Beschrijving .....                                                                                                        | 64        |
| 4.6.2    | Emissie .....                                                                                                             | 64        |
| 4.6.3    | Investerings- en exploitatiekosten opfok vleeskuikenouderdieren .....                                                     | 64        |
| 4.6.4    | Investerings- en exploitatiekosten vleeskalkoenen .....                                                                   | 64        |
| 4.7      | Integrale luchtconditionering en - zuivering bij opfokleghennen, opfokvleeskuiken-<br>ouderdieren en vleeskalkoenen ..... | 65        |
| 4.7.1    | Beschrijving .....                                                                                                        | 65        |
| 4.7.2    | Emissie .....                                                                                                             | 66        |
| 4.7.3    | Praktijkverwachtingen .....                                                                                               | 66        |
| 4.7.4    | Investerings- en exploitatiekosten opfokleghennen .....                                                                   | 66        |
| 4.7.5    | Investerings- en exploitatiekosten opfokvleeskuikenouderdieren .....                                                      | 67        |
| 4.7.6    | Investerings- en exploitatiekosten vleeskalkoenen .....                                                                   | 68        |
| 4.8      | Grondhuisvesting met vloerverwarming en –koeling bij opfokvleeskuikenouderdieren<br>en vleeskalkoenen .....               | 70        |
| 4.8.1    | Beschrijving .....                                                                                                        | 70        |
| 4.8.2    | Emissie .....                                                                                                             | 71        |
| 4.8.3    | Praktijkverwachtingen .....                                                                                               | 71        |
| 4.8.4    | Exploitatiekosten opfokvleeskuikenouderdieren .....                                                                       | 71        |
| 4.8.5    | Exploitatiekosten vleeskalkoenen .....                                                                                    | 72        |
| <b>5</b> | <b>Investeringen en kosten van NH<sub>3</sub>-emissiebeperkende systemen nertsen .....</b>                                | <b>74</b> |
| 5.1      | Beschrijving .....                                                                                                        | 74        |
| 5.2      | Emissie .....                                                                                                             | 74        |
| 5.3      | Kosten .....                                                                                                              | 74        |
| <b>6</b> | <b>Overzicht investeringen en jaarkosten voor emissiearme technieken .....</b>                                            | <b>75</b> |
| <b>7</b> | <b>Voorstel opname technieken in Rav en grenswaarden Besluit huisvesting .....</b>                                        | <b>78</b> |
| 7.1      | Aanmerken als BBT .....                                                                                                   | 78        |
| 7.2      | Grenswaarden Besluit huisvesting .....                                                                                    | 78        |
|          | <b>Literatuur .....</b>                                                                                                   | <b>80</b> |



# **Deel 1: Voorselectie van potentiële BBT-technieken**

# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding

In het Besluit huisvesting is aangekondigd dat maximale emissiewaarden regelmatig zullen worden herzien voor de opgenomen diercategorieën in de veehouderij, en dat voor niet opgenomen categorieën zal worden nagegaan of maximale emissiewaarden kunnen worden vastgesteld. Voor het bepalen van deze waarden worden de best beschikbare technieken (BBT) als uitgangspunt genomen. BBT is zodanig beschreven in de Wet milieubeheer dat de technische haalbaarheid in combinatie met economische betaalbaarheid grotendeels bepalen of een techniek als BBT kan worden aangemerkt. Op Europees niveau zijn in het kader van de IPPC-richtlijn door de Europese Commissie BBT-referentiedocumenten vastgesteld (BREF) voor verschillende industriële sectoren. Voor de veehouderij zijn deze enkel vastgesteld voor de pluimvee- en varkenshouderij omdat alleen in deze sectoren veehouderijbedrijven vanaf een gegeven omvang onder de IPPC-richtlijn vallen. Net als in het Besluit huisvesting worden de BREF's regelmatig herzien. De herziening van de BREF voor de intensieve pluimvee- en varkenshouderij die voor het eerst is opgesteld in juli 2003, start in 2008. Gegeven deze achtergrond heeft het Ministerie van VROM (VROM) op basis van een offerte-aanvraag opdracht verstrekt aan de Animal Sciences Group van Wageningen UR (ASG) om voorstellen te doen voor het vaststellen van maximale emissiewaarden ten aanzien van diercategorieën die nog niet in het Besluit huisvesting zijn opgenomen en voor de aanscherping van de bestaande maximale emissiewaarden. Dit rapport is een tussenrapportage van de eerst genoemde vraag.

## 1.2 Doelstelling

Het gehele project heeft twee hoofddoelstellingen:

1. Voor diercategorieën waarvoor nog geen maximale emissiewaarden zijn vastgesteld dient nagegaan te worden of er inmiddels emissiearme systemen zijn aan te merken als BBT. Daarnaast dient tevens beschouwd te worden of op korte termijn nieuwe BBT's te verwachten zijn, met aandacht voor de mogelijkheid emissiearme systemen uit andere diercategorieën over te nemen die met een kleine of grote aanpassing als BBT kunnen worden aangemerkt.
2. Voor diercategorieën waarvoor eerder een maximale emissiewaarde is vastgesteld, dient te worden nagegaan of andere/nieuwe technieken met een lagere emissie dan de huidige BBT's beschikbaar zijn die eveneens als BBT kunnen worden aangemerkt, op grond waarvan de bestaande maximale emissiewaarden zouden kunnen worden aangescherpt.

In dit rapport wordt ingegaan op een deel van de beantwoording van de eerste doelstelling zoals beschreven in de inventarisatie- en voorselectiefase van het projectplan. Het betreft hier de voorselectie van potentiële BBT-systemen voor een aantal diercategorieën waarvoor nog geen BBT's zijn vastgesteld. In overleg met het ministerie van VROM is gekozen voor de volgende sectoren:

- vleeskalveren (zowel wit- als rosé-vlees)
- opfok leghennen
- opfok vleeskuikenouderdieren
- vleeskalkoenen
- nertsen.

## 1.3 Werkwijze / leeswijzer

Om te komen tot een goede afweging van perspectiefvolle technieken voor het reduceren van de ammoniakemissie bij de hiervoor genoemde diercategorieën is in eerste instantie een zo volledig mogelijke inventarisatie gemaakt. Bij deze inventarisatie is gekeken naar technieken in andere sectoren, gezocht in literatuur, contact opgenomen met internationale onderzoekers op dit gebied en zijn ook bijeenkomsten belegd met deskundigen en veehouders. In bijlage 1 staan per bijeenkomst de deelnemers aan het overleg. Uit deze totaalijst is op basis van criteria in tabel 1 een keuze gemaakt van perspectiefvolle systemen.



Uit deze perspectiefvolle systemen is uiteindelijk een voorselectie samengesteld op basis van de volgende criteria:

- snelle beschikbaarheid van een emissiefactor
- de bijdrage van de betreffende sector aan de totale ammoniakemissie uit de landbouw
- de beschikbaarheid van meerdere technieken voor de sector op korte termijn

Deze uitwerking staat in het laatste hoofdstuk van dit rapport. In het eerste hoofdstuk wordt een korte weergave gegeven van de verschillende sectoren. In het daaropvolgende hoofdstuk worden de verschillende technieken kort beschreven. Aansluitend wordt aangegeven op basis waarvan perspectiefvolle systemen zijn aangemerkt.

**Tabel 1** Overzicht van de aspecten die in de voorselectiefase kwalitatief (plussen/minnen) worden beoordeeld

| Milieu                                                | Techniek                         | Economie           |
|-------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------|
| Reductie ammoniak                                     | Technische uitvoerbaarheid       | Investeringsomvang |
| Reductie geur                                         | Inpasbaarheid in bedrijfsvoering | Exploitatiekosten  |
| Reductie fijn stof                                    | Robuustheid in de praktijk       |                    |
| Reductie broeikasgassen                               |                                  |                    |
| Energieverbruik                                       |                                  |                    |
| Afwentelingseffecten naar<br>andere milieucomponenten |                                  |                    |
| Dierenwelzijn                                         |                                  |                    |

## 2 Karakteristieken sectoren

### 2.1 Vleeskalveren

Binnen de vleeskalverhouderij kunnen zogenaamde witvlees en rosévleeskalveren onderscheiden worden. De witvleeskalveren krijgen overwegend kunstmelk en daarnaast een beperkte hoeveelheid ruwvoer; de ijzeropname via het voer wordt gestuurd zodat een blanke vleeskleur verkregen wordt. De rosékalveren krijgen geleidelijk meer ruwvoer terwijl de kunstmelkgift wordt afgebouwd; de ijzeropname is ruimer dan bij witvleeskalveren en de dieren worden op een wat hogere leeftijd geslacht zodat een roze vleeskleur wordt verkregen.

Via het voer nemen witvleeskalveren per dierplaats ca. 23,5 kg N/jaar op; ruim de helft hiervan wordt uitgescheiden in faeces en urine (N excretie per dierplaats is ca. 12 kg N/jaar). Rosékalveren nemen per dierplaats ca. 36 kg N/jaar op en scheiden hiervan ca. tweederde deel weer uit in faeces en urine (N excretie per dierplaats is 24,9 kg N/jaar). Meer gedetailleerde gegevens over de voeropname zijn weergegeven in bijlage 2.

Witvleeskalverbedrijven werken vaak op basis van contracten met integraties die tevens de dieren leveren. Per bedrijf worden vaak alle witvleeskalveren gelijktijdig aangevoerd en geslacht (all in all out). Rosékalverbedrijven werken veelal op eigen risico, met kleinere dieraantallen die gespreid worden aangevoerd en geslacht om het eigen risico (variabele marktprijzen) te spreiden. De opbrengst is veelal lager dan die van witvleeskalveren. De rosékalveren zijn vaak een neventak. In tabel is de omvang van de bedrijven en dieraantallen sinds 1991 weergegeven.

De meeste witvleeskalveren bevinden zich op bedrijven met meer dan 200 kalveren. De meeste rosékalverbedrijven bevinden zich op bedrijven met meer dan 100 kalveren. De witvleeskalversector is ontstaan in enkele regio's: op de arme zandgronden (nabij gevoelige natuur) van de Veluwe, de Gelderse Vallei en in Zuidoost Brabant. De rosékalversector is meer gespreid over het land en deels als alternatief voor de in Nederland niet meer rendabele vleesstierenhouderij ontwikkeld.

**Tabel 2** Aantal wit- en rosévleeskalveren, aantal bedrijven en aantallen met meer dan 200 witvleeskalveren of meer dan 100 rosévleeskalveren in Nederland (cijfers ontleend aan Landbouwtellingen, CBS)

| Jaar | n kalveren |         |                                                        |                                                    | n bedrijven met                |                                     |                                           |                          |
|------|------------|---------|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------|
|      | witvlees   | rosé    | witvlees<br>Op bedrijf met<br>≥200<br>kalveren/bedrijf | rosé<br>op bedrijf met<br>≥100<br>kalveren/bedrijf | witvlees<br>kalveren<br>Totaal | rosé<br>vlees<br>kalveren<br>Totaal | ≥200<br>witvlees-<br>kalveren/<br>bedrijf | ≥100<br>rosé<br>kalveren |
| 1995 | 583.516    | 85.803  | 505.771                                                | 69.229                                             | 1.773                          | 647                                 | 1.030                                     | 271                      |
| 2000 | 636.907    | 145.828 | 578.389                                                | 124.774                                            | 1.993                          | 1.006                               | 1.058                                     | 434                      |
| 2001 | 560.928    | 151.507 | 511.423                                                | 127.361                                            | 1.959                          | 1.332                               | 896                                       | 458                      |
| 2002 | 561.300    | 152.033 | 522.359                                                | 130.725                                            | 2.325                          | 1.127                               | 890                                       | 467                      |
| 2003 | 560.027    | 171.501 | 528.333                                                | 147.604                                            | 2.236                          | 1.158                               | 868                                       | 517                      |
| 2004 | 577.492    | 187.571 | 551.066                                                | 159.646                                            | 1.898                          | 1.255                               | 863                                       | 547                      |
| 2005 | 624.513    | 204.227 | 600.806                                                | 175.389                                            | 2.119                          | 1.358                               | 900                                       | 607                      |
| 2006 | 622.015    | 221.710 |                                                        |                                                    |                                |                                     |                                           |                          |
| 2007 | 598.252    | 261.620 |                                                        |                                                    |                                |                                     |                                           |                          |

#### Huisvesting

Vleeskalveren worden allen gehouden in groepen op volledig roostervloeren die voor witvleeskalveren tot aan de slacht en voor rosékalveren tot ca 11 weken veelal in hout zijn uitgevoerd. Rosékalveren worden daarna veelal op betonnen roostervloeren gehouden. De groepsgrootte varieert; de minimum oppervlakte per dier is in de welzijnswet vastgelegd. Onder de roosters bevinden zich mestopslagen. Bij rosékalveren is de mestkelder veelal diep omdat een opslag van tenminste 6 maanden vereist is. Bij witvleeskalveren wordt de mest vaak frequent afgevoerd naar een kalvergierzuiveringsinstallatie. Stallen met witvleeskalveren worden deels mechanisch en deels natuurlijk geventileerd. Stallen met roze vleeskalveren worden overwegend natuurlijk geventileerd en zijn vaak volumineuzer omdat de ventilatiebehoefte groter is. Dit vanwege de hogere warmteproductie op een ruwvoerrantsoen en de latere slachtleefijd. De emissiereducerende principes zullen hierna voor beide categorieën vleeskalveren gecombineerd beschreven worden. Het ventilatiesysteem is voor de meeste emissiereductie principes meer onderscheidend dan "wit versus rosé". De toepasbaarheid en kosten hangen deels wel af van de verschillen in huisvesting tussen witvlees en rosékalveren.

Voor de vleeskalverhouderij zijn vooralsnog slechts twee emissiearme systemen opgenomen in de Rav-lijst: een chemische wasser met 90% rendement en een biologische wasser met 70%. In 2005 is een quick scan gemaakt van mogelijke emissiearme stalsystemen voor de vleeskalverhouderij (Smits et al., 2005). Sindsdien zijn er uiteraard ook nieuwe ideeën ontstaan. Recentelijk is er vanuit de sector meer interesse voor reductietechnieken. Vooral bedrijven die naar schaalvergroting of ontwikkeling van een nieuwe stallocatie streven, maar door milieuregels (ammoniak- en geuruitstoot) daarin beperkt of geblokkeerd worden, zijn geïnteresseerd in nieuwe reductietechnieken. Dit betreft vooral witvleeskalverhouders nabij kwetsbare natuurgebieden. De rosékalverhouders zijn veelal minder kapitaalkrchtig, hebben minder uitbreidingsplannen en zijn daardoor ook minder betrokken bij reductietechnieken. De Maatlat Duurzame Veehouderij is nog niet uitgewerkt voor de vleeskalverhouderij. Onderbouwing en toekenning van welzijnsscores behoeven nog onderzoek. Naast een proefstalstatus (voor 4 bedrijven per systeem) kunnen belastingfaciliteiten zoals VAMIL, MIA, EIA voorlopers stimuleren om te investeren in nieuwe technieken. Budgetten voor R&D en monitoring van emissies komen veelal vanuit productschappen, provinciale en landelijke subsidies.

## 2.2 Geiten

In 2007 werd meer dan 99% van het totale aantal melkgeiten gehouden op 353 bedrijven met meer dan 20 melkgeiten en ruim 98% van de melkgeiten werd gehouden op 321 bedrijven met meer dan 100 melkgeiten. Daarnaast zijn door het CBS in 2007 nog op ca. 300 andere bedrijven melkgeiten geregistreerd, maar dit betreft zeer geringe aantallen per bedrijf (gemiddeld 3 of 4 geiten per bedrijf). Via het voer nemen geiten per dierplaats ca. 18,9 kg N/jaar op; ongeveer driekwart hiervan wordt uitgescheiden in faeces en urine (N excretie per dierplaats is ca. 14,1 kg N/jaar). Meer gedetailleerde gegevens over voeropname en mestsamenstelling zijn weergegeven in bijlage 2.

Het prijsniveau van de geitenmelk en de milieuregels/mogelijkheden zijn sterk bepalend voor de ontwikkeling in de melkgeitenhouderij. Er is geen melkquotum zoals in de melkveehouderij. Het merendeel van de geproduceerde geitenmelk wordt verwerkt tot kaas en halffabricaten voor kaas: in 2007 betrof dit 123 miljoen kg geitenmelk bij een totale productie van 162 miljoen kg geitenmelk. Per volwaardige arbeidskracht is een bedrijfsomvang van 500 a 600 met gemiddeld 860 kg melk/geit (bedrijfs-gemiddelde variërend van 550 tot 1.250 kg/dier) nu normaal. De trend is groei naar een bedrijfsomvang van 800 à 1.000 dieren. Topproducties van 1.250 kg melk per geit zijn alleen haalbaar als een brok/stro regime (zonder overig ruwvoer) wordt toegepast. De melkproductie van melkgeiten is persistenter dan die van melkkoeien. Er wordt op een aantal bedrijven op bedrijfsniveau doorgemolken tot 3 à 4 jaar na het lammeren (>1.000 lactatiedagen): hierdoor is er geen risico rond reproductie en hoeven er veel minder geiten opgefokt te worden voor vervanging van de melkgeitenstapel.

**Tabel 3** Aantal bedrijven met melkgeiten en aantal melkgeiten dat bedrijfsmatig (>20 geiten/bedrijf) gehouden wordt en tussen haakjes totaal inclusief kleinschaligere en hobbybedrijven (cijfers ontleend aan Landbouwtelling CBS en PZ)

| Jaar | N melkgeiten      | N geiten<br>Op bedrijf met<br>>=100<br>geiten/bedrijf | N geiten<br>Op bedrijf met<br>20-99<br>geiten/bedrijf | N bedrijven<br>met<br>melkgeiten | N<br>bedrijven<br>20-99<br>geiten | N<br>bedrijven<br>>=100<br>geiten | gemiddelde<br>melkgift<br>per<br>melkgeit,<br>kg/jaar |
|------|-------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|
| 2000 | 96.389 (98.077)   | 93.539                                                | 2.850                                                 | 328 (838)                        | 53                                | 275                               | 765                                                   |
| 2005 | 170.891 (172.159) | 168.872                                               | 2.019                                                 | 361 (733)                        | 35                                | 326                               | 788                                                   |
| 2006 | 175.820 (177.423) | 173.809                                               | 2.011                                                 | 358 (862)                        | 46                                | 312                               | 834                                                   |
| 2007 | 187.713 (188.676) | 185.736                                               | 1.977                                                 | 353 (652)                        | 32                                | 321                               | 859                                                   |

### Huisvesting

Melkgeiten worden in NL overwegend in natuurlijk geventileerde potstallen gehouden (momenteel ca 350 bedrijven); er zijn nog slechts ca. 15 stallen met roostervloeren. Voor het welzijn (denk hierbij aan ligcomfort, beweging, klauw- en beenggezondheid, huidaandoeningen) heeft toepassing van ingestrooide stallen (oppervlakte gemiddeld 1,3 m<sup>2</sup>/geit) sterk de voorkeur.

Vooralsnog is er geen emissie arme techniek toegespitst op de geitenhouderij ontwikkeld.

Vanwege analogieën met melkkoeien (runderen) kunnen ontwikkelingen in het emissieonderzoek in de melkveehouderij interessant zijn voor de melkgeitenhouderij. Vooral recent gestart onderzoek naar toepassing van ureaseremmers, en naar vrijloopstallen (met andere bodempakketten dan stro) levert wellicht nieuwe aanknopingspunten.

De geringe omvang van de melkgeitensector maakt het lastig(er) om fabrikanten te interesseren in R&D; daardoor en door het geringe aantal melkgeitenhouders is de financiering van R&D lastig(er). Om stappen te kunnen zetten is een financiële impuls dus wenselijk of noodzakelijk. Geur is in geitenhouderij veelal meer limiterend voor de bedrijfsontwikkeling dan ammoniak en dus hebben geurreducerende maatregelen voor de geitenhouders een hogere prioriteit (voorkeur) dan ammoniakemissiereducerende maatregelen.

De haalbaarheid van emissie arme technieken in de geitenhouderij zal vanuit de ondernemersoptiek vooral bepaald worden door (1) het kostenplaatje: investering en exploitatiekosten en (2) de uitbreidingsmogelijkheden en -wensen die bij lagere emissies per dier gecreëerd kunnen worden. Er zijn nu wel grote melkgeitenbedrijven die wat willen om een schaalvergrotingsstap te kunnen maken.

## 2.3 Pluimveesectoren

Hieronder wordt een korte beschrijving gegeven van de sectoren opfokleg, opfokvermeerdering en kalkoenen. Dit als achtergrondinformatie bij de opties voor het aanmerken van BBT van reducerende systemen bij deze sectoren.

### *Bedrijfsontwikkeling*

In onderstaande tabel staan de aantallen dieren en aantallen bedrijven weergegeven vanaf 1980. Hieruit blijkt dat met name bij de kalkoenen een sterke afname is geweest in het aantal bedrijven. Dit is onder andere het gevolg van een uitbraak van de ziekte Blackhead waar geen medicatie en inenting tegen mogelijk is. Bedrijven die deze ziekte hebben gehad lopen daarom een grote kans deze weer te krijgen. Daarom schakelen deze bedrijven vaak om naar een andere pluimveetak. Een andere oorzaak voor de afname is dat er geen slachterij meer is in Nederland voor kalkoenen. Het aantal kalkoenen is na een sterke afname in 2003, weer gelijk gebleven. De overgebleven bedrijven hebben de productie van de gestopte bedrijven overgenomen.

Het aantal dieren wat betreft de opfokleg en opfokvermeerdering is over de jaren redelijk constant. Het lagere aantal dieren en bedrijven in 2003 en 2004 wordt veroorzaakt door de ruiming in het kader van de vogelpest. Van het aantal bedrijven met opfokvermeerdering waren helaas geen gegevens beschikbaar van voor 2007. De aantallen dieren bij de beide opfokcategorieën worden voor een groot deel bepaald door de benodigde aantallen dieren tijdens de productiefase.

**Tabel 4** Verloop aantallen dieren en bedrijven bij opfoklegghennen, opfokvermeerdering en kalkoenen

| Jaar | hennen<18wkn |             | vkod<18wkn |             | kalkoenen |             |
|------|--------------|-------------|------------|-------------|-----------|-------------|
|      | # dieren     | # bedrijven | # dieren   | # bedrijven | # dieren  | # bedrijven |
| 1980 | 10.844.505   |             | 2.173.715  |             | 880.100   |             |
| 1985 | 11.326.535   |             | 2.722.020  |             | 688.410   |             |
| 1990 | 11.120.770   |             | 2.882.250  |             | 1.052.360 |             |
| 1995 | 8.890.100    |             | 3.065.170  |             | 1.206.747 |             |
| 2000 | 11.463.400   |             | 3.644.120  |             | 1.543.830 | 121         |
| 2001 | 10.888.050   | 291         | 2.932.780  |             | 1.523.250 | 120         |
| 2002 | 10.185.920   | 287         | 2.553.650  |             | 1.450.590 | 112         |
| 2003 | 6.551.060    | 223         | 2.469.270  |             | 1.111.930 | 80          |
| 2004 | 8.449.270    | 268         | 2.234.820  |             | 1.238.450 | 92          |
| 2005 | 10.534.920   | 295         | 2.191.650  |             | 1.245.420 | 89          |
| 2006 | 10.797.100   | 267         | 2.852.760  | 103         | 1.139.840 | 79          |
| 2007 | 9.798.359    | 257         | 2.808.924  | 107         | 1.232.440 | 70          |

### *Mineralenopname en -uitscheiding*

In tabel 5 is de opname en uitscheiding van N bij de pluimveetakken weergegeven. Het gaat om berekende waarden op basis van WUM-gegevens (Bruggen, 2007). Bij de vleeskalkoenen is uitgegaan van het gemiddelde van hennen en hanen.

**Tabel 5** Opname en excretie van N (kg/dier jaar<sup>-1</sup>)

|                | Opname | Excretie |
|----------------|--------|----------|
| Opfok leg      | 0,39   | 0,32     |
| Opfok VKOD     | 0,52   | 0,33     |
| Vleeskalkoenen | 3,08   | 1,81     |

*Houderij en huisvesting*

Zowel kalkoenen als opfokvleeskuikenouderdieren worden traditioneel gehouden in een stal met volledig strooisel. Bij kalkoenen komen de hennen en hanen eerst in dezelfde stal. Na 4 - 6 weken worden de hanen overgeplaatst naar een eigen afmeststal. De hennen blijven in de stal tot een aflevergewicht van ongeveer 10 kg op 16 weken. De hanen blijven tot een gewicht van ca. 20 kg op 21 weken leeftijd. Nadat de hennen zijn afgeleverd, wordt deze stal schoongemaakt en komt de volgende koppel al weer. De stallen worden overwegend natuurlijk geventileerd.

Bij de kalkoenen is wel aandacht geweest voor emissiearme huisvesting. Er is een systeem waarbij een deel van de vloer wordt uitgerust met roosters met daarop een doek. Op het doek ligt strooisel en er wordt lucht door het doek en strooisel geblazen/getrokken. Omdat de verhoging is gemaakt bij de voerpannen, komt de meeste mest op de verhoging terecht. Het effect was een veel lagere ammoniakemissie. Door het gewicht van de dieren scheurt het doek echter vrij snel, met als gevolg hoge kosten. Ondanks lang zoeken is er nog geen goed materiaal gevonden met de combinatie van voldoende luchtdoorlaat en sterkte. Een andere mogelijkheid om de emissie te reduceren is het regelmatig ververset van het strooisel. Bij kalkoenen wordt het strooisel wel gefreesd om het rul te houden. Het frezen geeft hoge ammoniakemissies. In plaats van frezen kan ook nieuw strooisel worden aangebracht. Voordeel hiervan is dat de ammoniakvorming in het strooisel wordt doorbroken. In de Rav staan voor vleeskalkoenen een aantal systemen met gemeten waarden.

Bij opfokvermeerdering duurt de opfokperiode ongeveer 18 weken. Er is een tendens naar een langere opfokperiode, onder andere vanwege het aantal entingen dat tijdens de opfok moet worden gedaan. Door de langere periode komen de dieren sterker aan op het productiebedrijf. Bij de vermeerdering gebeurt de opfok vaak op hetzelfde bedrijf als de productie. Het voordeel hiervan is dat de pluimveehouder goed op de hoogte is van de voorgeschiedenis van de dieren.

In deze sector is weinig ontwikkeling in huisvesting. De belangrijkste ontwikkeling is die van het toepassen van de zogenaamde spinfeeder. In plaats van in voerpannen aan lange buizen, wordt het voer in de stal verdeeld met behulp van een soort strooier met een snel ronddraaiende plaat met meenemers. Het voer komt in het strooisel terecht, waar het door de dieren weer wordt uitgepikt. Reden voor het toepassen van dit systeem is het voorkomen van pikkerij en bevorderen van sterk beenwerk. Ze zijn nu langer bezig met het zoeken van voedsel.

De emissiefactor in de Rav voor opfokvermeerdering is een afgeleide factor van die van vleeskuikenouderdieren.

Voor opfokleghennen kennen we drie soorten huisvesting: kooien, scharrel en volière. De huisvesting van opfokhennen moet in principe hetzelfde zijn als tijdens de productiefase. Dieren die in het ene systeem zijn opgefokt krijgen moeite in het andere systeem om bijvoorbeeld voer en water te vinden. Dit geldt vooral voor de overgang van kooi naar scharrel en/of volière. Vanwege de omschakeling bij de leghennen naar scharrel en volière, zijn ook al veel opfokbedrijven overgeschakeld naar een van deze huisvestingsvormen. Doordat in een volièresysteem mestbanden (al of niet met beluchting) aanwezig zijn, is de ammoniakemissie per dierplaats per jaar lager dan bij scharrel.

De laatste jaren is er meer aandacht voor de opfoklegsector en de huisvesting. Niet vanwege milieu, maar vanwege welzijn. Er ontstaat steeds meer inzicht dat om pikkerij tijdens de legperiode te voorkomen, de opfokperiode erg belangrijk is. Zowel huisvesting als andere factoren worden daarbij meegenomen. Afstemming van de huisvesting tussen de opfok- en de legperiode lijkt een belangrijke factor.

Met betrekking tot de ammoniakemissie is het belangrijk om te onthouden dat van de systemen die in de Rav staan voor deze sector, de emissiefactoren (op één na) zijn afgeleid van die van leghennen door middel van een vaste verhouding. Deze verhouding is onder andere gebaseerd op de verhouding in eiwitgehalte van het voer en de hoeveelheid geproduceerde mest.

## 2.4 Nertsen

### *Bedrijfsontwikkeling*

Het houden van nertsen staat regelmatig in de (politieke) aandacht. Dit omdat het houden van dieren voor 'luke' producten niet altijd door burgers wordt gewaardeerd. Toch heeft de sector de afgelopen jaren goede financiële resultaten gehaald door hoge prijzen voor de pelzen. Dit heeft zich onder andere geuit in een toename van het aantal dieren (zie tabel 6). Het aantal bedrijven is wel afgenomen. De stoppende bedrijven zijn daarbij veelal overgenomen door de blijvers, zodat een bedrijf op meerdere locaties is gevestigd.

**Tabel 6** Verloop aantal dieren en bedrijven in de nertsensector

| Jaar | # dieren (x1.000) | # bedrijven |
|------|-------------------|-------------|
| 1991 | 544               | 245         |
| 1995 | 456               | 216         |
| 2000 | 585               | 192         |
| 2001 | 611               | 187         |
| 2002 | 617               | 183         |
| 2003 | 613               | 183         |
| 2004 | 632               | 180         |
| 2005 | 692               | 176         |
| 2006 | 694               | 168         |
| 2007 | 803               | 167         |

### *Mineralenopname en -uitscheiding*

Op basis van WUM-gegevens (Bruggen, 2007) is de N-opname via het voer per teef 2,99 kg per jaar en de N-uitscheiding 2,7 kg. Hieruit blijkt dat een groot deel van de opgenomen N weer wordt uitgescheiden.

### *Houderij en huisvesting*

Nertsen worden gehouden in kooien. Ze hebben vooral bescherming tegen zon en regen nodig. Een eenvoudige constructie met een dak is al voldoende. Deze zogenaamde sheds zijn en worden veel toegepast. Wel is er een ontwikkeling naar meer gesloten stallen.

De afgelopen jaren is er veel aandacht geweest voor welzijnsaspecten bij de huisvesting van de nertsen. Dit is vastgelegd in een Plan van Aanpak. Resultaat is onder andere dat de jongen meer in groepen worden gehuisvest en dat zogenaamde 'klauterkooien' zijn ontwikkeld. Hierbij is een kooi bovenop de standaardkooi geplaatst met een opening tussen beide kooien. Bij grotere groepen dieren worden ook de kooien naast elkaar geschakeld door middel van openingen. Hierdoor krijgen de dieren een grotere leefruimte tot hun beschikking.

Met betrekking tot het milieu is er vrij snel een systeem met een lage ammoniakemissie ontwikkeld. Bij dit systeem wordt de mest van de dieren opgevangen in goten en minimaal 2x per dag afgevoerd naar een gesloten put. Hierbij is gebruik gemaakt van het feit dat een nerts een vaste plek heeft wat betreft het mesten. Geschat wordt dat inmiddels ruim 90% van het aantal dieren is gehuisvest in dit systeem. Bij veranderingen op de bedrijven is geur vaak een aandachtspunt bij het verkrijgen van een milieuvergunning. In de geurwetgeving zijn geen emissiefactoren voor pelsdieren opgenomen, maar gelden vaste afstanden ten opzichte van geurgevoelige objecten. In verband met deze problematiek is er nu aandacht in de sector voor het toepassen van gesloten stallen in combinatie met mechanische ventilatie. Dit omdat dan het toepassen van luchtwassers mogelijk wordt.

### 3 Inventarisatie perspectievolle maatregelen

Op basis van de gesprekken met veehouders en deskundigen uit de sectoren, lijst met emissiearme systemen in de Rav, contacten met internationale onderzoekers en literatuuronderzoek zijn een aantal systemen geselecteerd als mogelijkheden om toe te passen in de genoemde diersectoren. Per sector worden de technieken hierna toegelicht. De tabellen zijn opgenomen aan het eind van dit hoofdstuk. In de tabellen is een overzicht gegeven van de effecten van de techniek op de diverse emissies, de technische en praktische haalbaarheid en een eerste inschatting van de financiële gevolgen. Ook is aangegeven of er een effect op de technische resultaten mogelijk is.

#### 3.1 Vleeskalveren

In de vleeskalverhouderij kan een onderscheid gemaakt worden naar aangrijpingspunt van emissiearme technieken:

- end of pipe
- kelder
- vloer
- stal/klimaat
- management
- combinaties

Voordeel van maatregelen in de stal (in het bijzonder gericht op reducties van emissies vanuit de kelder) ten opzichte van end of pipe technieken is dat er ook een verbetering van het stalklimaat (boven de roosters) en daarmee een rendementsverbetering mogelijk is. Voor de ondernemer is dat een belangrijke drijfveer bij investeringsbeslissingen; de marges per dierplaats zijn klein.

##### *End of pipe*

Luchtwassers vereisen forse investeringen en ook de exploitatiekosten zijn hoog. Het energieverbruik is vrij hoog. Op bedrijven die nu natuurlijke ventilatie toepassen gaat de voor luchtwassers benodigde omschakeling naar mechanische ventilatie gepaard met een extra toename van het elektriciteitsverbruik (indicatie KWIN: per dierplaats 60 kWh/jaar voor mechanische ventilatie). Dat kan ook uit milieu oogpunt (LCA, C2C) als nadeel gezien worden. Luchtwassering van de uitgaande ventilatielucht heeft geen bijkomende voordelen voor het dierwelzijn en de technische resultaten (groei, voederconversie e.d.). De inpasbaarheid in de bedrijfsvoering is afhankelijk van de bestaande situatie. De techniek is alleen toepasbaar in mechanisch geventileerde stallen. Vooral in bestaande stallen met kleine afdelingen is aankoppeling van luchtwassers kostbaar omdat veel ventilatiekanalen aangelegd moeten worden naar de centrale wasser. Bij nieuwbouw kan in de opzet rekening worden gehouden met een efficiënte lay-out voor koppeling aan de luchtwasser. Vanwege de hoge kosten en het ontbreken van gunstige effecten in de stal is het perspectief van luchtwassers beperkt; alleen in knellende situaties zullen kalverhouders dit systeem kiezen: met name als hierdoor bedrijfsuitbreiding mogelijk wordt bij natuurgebieden. Daar waar geur het meest limiterend is zal gekozen worden voor een combiwasser; daar waar alleen ammoniak limiterend is zal gekozen worden voor een chemische wasser.

##### *Kelderluchtbehandeling*

Hierbij wordt lucht uit de kelder afzonderlijk afgezogen en behandeld in een luchtwasser. Idee hierbij is dat het grootste deel (naar schatting 60-80%) van de ammoniak in een kalverstal in de kelder gevormd wordt. Door een beperkte hoeveelheid lucht ( $\text{m}^3/\text{h}$ ) met een hoge concentratie ammoniak (en andere gassen) te behandelen kan een efficiëntievoordeel behaald worden: de wasser kan kleiner gedimensioneerd worden; dit geeft aanzienlijk lagere kosten per kg gereduceerde ammoniak. Bovendien wordt het stalklimaat mogelijk verbeterd. Dit spreekt de praktijk aan. Vooral de potentiële afname van longproblemen maakt dit systeem interessant voor de kalverhouders. Deze techniek wordt momenteel in een pilot op een bedrijf getest. De techniek is zowel bij mechanisch als natuurlijk geventileerde stallen toepasbaar.

##### *Aanzuren mest*

Aanzuren vereist een rondpompsysteem. Normaliter wordt de goed verpompbare kalvermest niet gemixt en is er ook geen rondpompmogelijkheid voorzien (geen mestkanalencircuit zoals bij melkvee). Het aanzuren van mest zal extra energieverbruik (elektriciteit) tot gevolg hebben; vraag is hoe dit elektriciteitsverbruik is in verhouding tot dat van een wasser.

Aanzuring vereist een goede menging en een regelmatige dosering van zuur. Nadeel is dat de kalveren op volledig roostervloeren kwetsbaar zijn als het mengen onverhoopt niet goed verloopt en er daarbij zeer giftige (dodelijke) gasen kunnen vrijkomen. Een mogelijkheid is om het aanzuren buiten de stal te doen en de mest daarna terug te pompen. Voordeel hierbij is dat het aanzuur- en mengproces in een opstelling buiten de stal beter beheerst kan worden en als het onverhoopt toch mis zou gaan, kunnen er buiten geen hoge concentraties van  $H_2S$  of blauwzuurgas ontstaan. Met dit laatste systeem is slechts op beperkte schaal ervaring in de varkenshouderij.

#### *Mest koelen*

Koeling van de mest met lamellen die drijven en de toplaag van de mest (koeldek R&R) met behulp van grondwater of een gesloten circuit met warmtewisselaar is reeds ervaring op enkele witveeskalverbedrijven en daarnaast in de varkenshouderij. Bij rosékalveren ontstaat normaliter van nature (door onverteerde ruwvoerdeeltjes) een dikke drijfslaag in de mestkelder waardoor de toepassing van drijvende lamellen bemoeilijkt wordt en de effectiviteit waarschijnlijk ook verminderd. Koeling via de keldervloer wordt momenteel toegepast in een stal met witveeskalveren waar tevens de lucht geconditioneerd wordt (proefstal waar metingen worden uitgevoerd door TNO). Koeling van de toplaag is naar verwachting effectiever voor reductie van ammoniak en geur dan koeling van de onderste mestlaag. De ammoniak en geur vervluchtigen immers vanuit die toplaag (die van bovenaf deels ververst wordt) en de temperatuurverlaging aldaar zal dus het meest effect sorteren. Koeling van de bulk mest kan ook bijdragen aan reductie van de methaanemissie. Aangezien witveeskalvermest slechts een beperkte hoeveelheid organische stof bevat is het methaanemissiepotentieel klein in vergelijking met rosékalveren, melkvee en varkens. De aan de mest onttrokken warmte kan benut worden in een warmtewisselaar voor (voor)verwarming van het water voor de kunstmelk of verwarming van een bedrijfswoning.

#### *Balansballen*

Balansballen worden momenteel in een varkensstal getest. De ballen drijven in de mestkelder en sluiten toplaag van de mest in de kelder grotendeels af en beperken daarmee de emissie vanuit de kelder. Bij bevulling met urine of mest draait de bal met het zwaarste punt naar beneden. Vleeskalveren bevullen de gehele hokoppervlakte. Dit in tegenstelling tot varkens die slechts een klein deel van het hok gebruiken voor toiletten. De ballen werken waarschijnlijk vooral gunstig (als afdekking) op het hokgedeelte waar de mestoppervlakte niet bevuld wordt. Het voordeel bij vleeskalveren kan teniet gedaan worden door de grotere oppervlakte van de ronde ballen die met verse urineplassen bevuld worden ten opzichte van het platte vlak in een normale mestkelder. De dikte van de urinelaag op de ronde ballen bepaald naast de oppervlakte het emissiepotentieel. Door het mogelijk aankoeken van vaste mest zou de dikte van de urinelaag kunnen toenemen. Doordat er ook regelmatig geürineerd wordt kan het aankoeken wellicht voorkomen worden. Eerste ervaringen bij varkens zijn positief. De eenvoud van het systeem spreekt de praktijk aan. Bij rosékalveren vormt de dikke drijfslaag waarschijnlijk een extra obstakel voor de succesvolle toepassing van balansballen. Cruciale vraagpunten zijn de bevulling, reinigbaarheid en lange termijneffecten bij witveeskalveren en rosékalveren.

#### *Mestband met snelle afvoer (Kempfarm)*

Door de grote bevulde oppervlakte (kalveren worden gehuisvest in groepen op een roostervloer over de gehele hokoppervlakte) vereist dit een veel grotere installatie dan bij varkens die slechts een klein deel van het hok bevullen. Vraag is of de kosten daardoor bij kalveren in vergelijking met varkens niet erg hoog zijn. Een groot verschil in mestconsistentie tussen vleesvarkens en vleeskalveren kan ook cruciaal zijn voor het succesvol toepassen van dit systeem. Varkens produceren vrij droge keutels terwijl kalveren nattere, meer versmerende mest produceren. Als er mest aan de banden blijft kleven of de scheiding van urine en faeces verloopt minder goed, kan de effectiviteit op langere termijn tegenvallen of zelfs negatief uitpakken (vergroting emitterende oppervlakte). Het niet opslaan van mest onder de stal kan emissie reducerend werken. De mestscheiding kan interessant zijn ter verlaging van de mestafzetkosten.

#### *Vloer*

Een vloer voor vleeskalveren uitvoeren in een ander materiaal dan hout is gezien de eisen aan beloopbaarheid (grip), ligcomfort, warmteverlies en mestdoorlatendheid niet eenvoudig. Op niet geprofileerde rubber toplagen zijn in oriënterend onderzoek eerder lagere ureaseactiviteiten gemeten en zouden ook de ammoniakemissies lager kunnen zijn. Op geprofileerde rubber vloeren is dit emissievoordeel niet te verwachten. Rubber geeft een zachter ligbed maar zou een hoger risico



van versmering kunnen geven. Het functioneren van kalveren op rubber roostervloeren (inclusief mogelijke uitglijproblemen) wordt vanuit welzijnsoptiek de komende tijd nader onderzocht in opdracht van LNV. Dit omdat men overweegt om een welzijnsvriendelijkere vloer voor vleeskalveren wettelijk voor te schrijven.

Kunststofroosters worden te glad, beton geeft minder comfort en is voor jonge dieren te koel om op te liggen.

Een interessante mogelijkheid is de houten vloer te voorzien van een verwarmingsleiding (infrezen) zodat jonge kalveren gerichte, lokale bijverwarming kunnen krijgen in koude perioden. Deze voorziening zou ook gebruikt kunnen worden om de vloer 's zomers enigszins te koelen opdat de emissie vanaf de vloer afneemt. Ervaringen en duurzaamheid zijn nog niet bekend.

Bij melkvee wordt onderzoek gedaan naar de toepassing van een ureaseremmer op de stalvloer. Hiermee wordt de omzetting van ureum naar ammonium sterk beperkt en daardoor de ammoniakvorming op de stalvloer.

Gezien het beperkte aandeel van de vloeremissie in de stalemissie (15-30%) van vleeskalveren lijkt het logisch om vooral te focussen op mogelijkheden om mee te liften met andere vloergerichte ontwikkelingen.

#### *Stal/klimaat/ventilatiesysteem*

Door verbetering van de klimaatbeheersing kan de ventilatiebehoefte afnemen. Gedacht kan worden aan een gelijkmatigere luchtverdeling, bijvoorbeeld via indirecte luchtinlaat. Een lagere temperatuur en een lagere luchtsnelheid aan emitterende oppervlakken kunnen leiden tot een lagere emissie. Ook door de lucht te koelen of verwarmen afhankelijk van het verschil tussen stal en buitentemperatuur en de gewenste staltemperatuur(range), kan in theorie een lagere emissie bereikt worden. Door de luchtinlaat door koelende lamellen te geleiden kan relatief eenvoudig een lagere staltemperatuur in de zomer bereikt worden.

In de vleeskalverhouderij heeft weinig innovatie plaatsgevonden m.b.t. klimatisering. Verbeteringen zouden ook de diergezondheid ten goede kunnen komen. Netto effecten op de emissie zullen proefondervindelijk vastgesteld moeten worden.

#### *Management: voeding*

Verlaging van de zuurgraad van urine (door toevoeging van benzoëzuur) is waarschijnlijk slechts in beperkte mate mogelijk. De electrolytenbalans van kalveren laat geen grote speelruimte toe. Bij varkens is meer mogelijk.

Voor de reductie van de ammoniakemissie van witvleeskalveren verdienen melkeiwitvervangende bestanddelen met een goede N-verteerbaarheid en een urine-pH verlagend effect de voorkeur. De kosten per kg ammoniakemissiereductie hangen uiteraard sterk af van de marktomstandigheden (prijsverhouding van diverse grondstoffen) en van de bereikte ammoniakemissiereductie. Beide aspecten zouden in onderzoek gekwantificeerd kunnen worden. Uiteindelijk zal een afweging gemaakt moeten worden van de speelruimte binnen de samenstelling van kunstmelk, de kosten en de effecten op de emissie.

De mogelijkheden voor verlaging van het eiwitgehalte van het voer zijn bij vleeskalveren beperkt. Wellicht is in de laatste fase voor de slacht bij witvleeskalveren nog winst te boeken. De N-benutting neemt af en de ureumuitscheiding en de emissie nemen bij witvleeskalveren toe met de leeftijd. Hoe dit via het voerspoor te verbeteren en hoe dit te controleren vereist echter nog onderzoek. Voor meer informatie over voedingsmaatregelen bij vleeskalveren wordt verwezen naar Smits *et al.*, 2001 en 2005.

#### *Management: slachtleeftijd*

Aan het eind van de afmestfase is de N-benutting met name bij witvleeskalveren lager en wordt meer N uitgescheiden in de urine (hogere ureumconcentraties); de ammoniakemissie per dierplaats neemt dan ook toe. Eerder slachten zal waarschijnlijk tot gevolg hebben dat er meer rondes per jaar gaan draaien en dat er meer kalveren geïmporteerd gaan worden. Of dit netto milieuvoordelen oplevert (kg ammoniak per kg kalfsvlees, maar ook andere emissies; LCA) is de vraag. In de afgelopen jaren was er een trend naar slachten op latere leeftijd. Sinds 1 juni 2008 mag de term kalfsvlees alleen voor dieren die geslacht worden < 8 maanden gehanteerd worden (EU regel). Het slachtmoment wordt uiteindelijk bepaald door de marktprijzen van de diverse vleessoorten en de kosten.

### *Productieverhoging per dier*

Door een groter deel van de voer N om te zetten in vlees N zou in beginsel minder ammoniak kunnen verluchten. De mogelijkheden zijn echter beperkt. Dit zowel vanwege de genetische aanleg van de dieren (stierkalveren komen hoofdzakelijk van melkveebedrijven met overwegend het melktypische ras Holstein Friesian) als vanwege het voer. In feite is het de kunst om laagwaardig voereiwit om te zetten in hoogwaardig dierlijk eiwit.

### *Combinaties*

Diverse combinaties van maatregelen zijn in theorie mogelijk. De combinatie van conditioneren van de ingaande stallucht en koelen van mest is reeds op een praktijkbedrijf (te Vroomshoop) geïnstalleerd (zie [http://agrabeton.cementenbeton.nl/index.php?option=com\\_content&task=view&id=33&Itemid=9](http://agrabeton.cementenbeton.nl/index.php?option=com_content&task=view&id=33&Itemid=9)). Hierbij is zowel beoogd om een verbetering van het stalklimaat te bewerkstelligen als ook een reductie van de ammoniakemissie en methaanemissie uit de mestkelder. Het voorbeeldbedrijf is door de overheid gestimuleerd met EOS, ROB en proefstalstatus. Momenteel worden er emissiemetingen verricht (één stal) door TNO.

De methaanemissie uit witvleeskalverenmest is overigens vrij laag aangezien er weinig organische stof in de mest aanwezig is in vergelijking met andere diercategorieën. Door koeling van de mest neemt de methaanemissie verder af.

### *Mestscheiding*

Ontwikkeling van systemen waarbij primaire mestscheiding in een dikke fractie (voornamelijk faeces) en een dunne fractie (urine) leiden tot reductie van gasvormige emissies en tegelijkertijd een goedkopere afzet of verdere verwerking van de gefractioneerde mest kunnen interessant zijn. De afzonderlijke fracties kunnen buiten de stal eventueel nog verder bewerkt worden. Vergroting van het emitterende oppervlakte door installaties en aangroei van mest kunnen contraproductief werken voor de beoogde emissiereductie.

Er zijn nog geen mestscheidingssystemen in de kalverhouderij uitgetest, maar vanwege toenemende mestafzetkosten kan het wel bedrijfseconomisch interessant worden.

**Tabel 7** Techniek en criteria vleeskalveren

|                                       | Kwalitatief effect <sup>1)</sup> op  |      |          |                 |                  |                 |             |                       | Systeem is                          |                                            |                            |         |                             |                              |                          |                            |             |                   |                                                 |                                |                            |
|---------------------------------------|--------------------------------------|------|----------|-----------------|------------------|-----------------|-------------|-----------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------|---------|-----------------------------|------------------------------|--------------------------|----------------------------|-------------|-------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------|----------------------------|
|                                       | emissie van                          |      |          |                 |                  |                 |             |                       |                                     |                                            |                            |         |                             |                              |                          |                            |             |                   |                                                 |                                |                            |
|                                       |                                      |      |          |                 |                  |                 |             |                       |                                     |                                            |                            |         |                             |                              |                          |                            |             |                   |                                                 |                                |                            |
| Techniek                              | NH <sub>3</sub> (geschatte reductie) | geur | fijnstof | CH <sub>4</sub> | N <sub>2</sub> O | energieverbruik | dierwelzijn | technische resultaten | technisch uitvoerbaar <sup>2)</sup> | inpasbaar in bedrijfsvoering <sup>3)</sup> | mogelijk in bestaande stal | robuust | controleerbaar/handhaafbaar | Tussenbeoordeling witvleesk. | Tussenbeoordeling rosék. | Acceptatie door veehouders | Investering | Exploitatiekosten | Opmerking                                       | Overall Perspectief witvleesk. | Overall Perspectief rosék. |
| <u>KELDER</u>                         |                                      |      |          |                 |                  |                 |             |                       |                                     |                                            |                            |         |                             |                              |                          |                            |             |                   |                                                 |                                |                            |
| aanzuren mest                         | 35-70%                               | ?    | 0        | +               |                  | --              | 0           | +                     | +/-                                 | +/-                                        | +                          | ?       | +                           | ?                            | ?                        | -                          | ?           | ?                 | robuustheid is cruciaal; nog onduidelijk        | 0                              | 0                          |
| ureaseremmer in mest                  | 20-70%                               | 0/+  | 0        | 0               | 0                | -               | 0           | +                     | ?                                   | ?                                          | +                          | ?       | +                           | ?                            | ?                        | +/-                        | ?           | ?                 |                                                 | ?                              | ?                          |
| mestband met snelle afvoer (Kempfarm) | 0-50%                                | +    | 0        | +               | +                | --              | 0           | +                     | ?                                   | ?                                          | -                          | ?       | +                           | ?                            | ?                        | ?                          | ?           | ?                 | alleen bij rosé mest misschien mogelijk         | -                              | ?                          |
| koelen mest                           | 5-25%                                | +    | 0        | +               | +                | -/0             | 0           | +                     | +                                   | +                                          | +                          | +/-     | +                           | +                            | ?                        | +                          | 0           | +                 | met energierugwinning ROI                       | 0/+                            | +                          |
| balansballen                          | 0-50%                                | ?    | 0        | ?               | ?                | 0               | 0           | +                     | ?                                   | +                                          | +                          | ?       | +                           | ?                            | ?                        | +                          | -           | 0                 | adequaats functioneren in vlekamest erg onzeker | +/?                            | ? <sup>4)</sup>            |
| spoelgoten                            | 0-50%                                | 0    |          |                 |                  | -               | 0           | +                     | +/-                                 | +                                          | -                          | -       | +                           | -                            | -                        | 0                          | -           | ?                 | proef in verleden was niet gunstig              | -                              | -                          |
| schuine wand                          | 0-25%                                | 0    | 0        | 0               | 0                | 0               | 0           | +                     | +                                   | +                                          | +                          | +       | +                           | -                            | -                        | 0                          | -           | 0                 | proef in verleden was niet gunstig              | -                              | -                          |
| kelderlucht chemisch wassen           | 20-50%                               | +    | ++       | 0               | 0                | --              | 0           | ++                    | +                                   | +                                          | +                          | +       | +                           | +                            | +                        | +                          | -           | -                 | Nog geen ervaring onder koude omstandigheden    | ++                             | ++                         |
| kelderlucht via combiwater            | 20-50%                               | +++  | ++       | 0               | 0                | --              | 0           | ++                    | +                                   | +                                          | +                          | +       | +                           | +                            | +                        | +                          | -           | -                 | Nog geen ervaring onder koude omstandigheden    | +                              | +                          |
| <u>VLOER</u>                          |                                      |      |          |                 |                  |                 |             |                       |                                     |                                            |                            |         |                             |                              |                          |                            |             |                   |                                                 |                                |                            |
| ureaseremmer op stalvloer             | 0-15%                                | +    | 0        | 0               | 0                | 0               | 0           | 0                     | ?                                   | ?                                          | Nv t                       | ?       | ?                           | ?                            | ?                        | +                          | -           | ?                 | effectiviteit bij deze diercategorie onzeker    | -                              | -                          |
| vloeruitvoering (ontwerp, materiaal)  | 0-15%                                | +    | 0        | 0               | 0                | 0               | +           | 0/+                   | +                                   | ?                                          | +                          | +       | +                           | ?                            | ?                        | ?                          | ?           | 0                 | nog erg prematuur                               | ?                              | ?                          |

| Techniek                                                                 | Kwalitatief effect <sup>1)</sup> op  |      |          |                 |                  |                 |             |                       | Systeem is                          |                                            |                            |         |                             |   | Tussenbeoordeling witvleesk. | Tussenbeoordeling rosék. | Acceptatie door veehouders | Investering | Exploitatiekosten                                                                                                      | Opmerking | Overall Perspectief witvleesk. | Overall Perspectief rosék. |
|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|------|----------|-----------------|------------------|-----------------|-------------|-----------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------|---------|-----------------------------|---|------------------------------|--------------------------|----------------------------|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------------------------------|----------------------------|
|                                                                          | emissie van                          |      |          |                 |                  | energieverbruik | dierwelzijn | technische resultaten | Systeem is                          |                                            |                            |         |                             |   |                              |                          |                            |             |                                                                                                                        |           |                                |                            |
|                                                                          | NH <sub>3</sub> (geschatte reductie) | geur | fijnstof | CH <sub>4</sub> | N <sub>2</sub> O |                 |             |                       | technisch uitvoerbaar <sup>2)</sup> | inpasbaar in bedrijfsvoering <sup>3)</sup> | mogelijk in bestaande stal | robuust | controleerbaar/handhaafbaar |   |                              |                          |                            |             |                                                                                                                        |           |                                |                            |
| vloerkoeling                                                             | 0-15%                                | +    | 0        | 0               | 0                | -               | +           | +                     | ?                                   | ?                                          | -                          | ?       | +                           | ? | ?                            | ?                        | ?                          | 0           | verwarming bij nuka in winter verhoogt emissie enigszins                                                               | ?         | ?                              |                            |
| <u>STAL/KLIMAAT</u>                                                      |                                      |      |          |                 |                  |                 |             |                       |                                     |                                            |                            |         |                             |   |                              |                          |                            |             |                                                                                                                        |           |                                |                            |
| Betere klimaatbeheersing, luchtverdeling                                 | 5-25%                                | +    | 0        | +               | 0                | 0/?             | +           | +                     | +                                   | +                                          | +/-                        | +       | +                           | + | +                            | +                        | ?                          | ?           | nog in ontwikkeling                                                                                                    | +         | +                              |                            |
| Lagere stal T zomer (warmtewisselaar of geothermie)                      | 0-25%                                | +    | 0        | +               | 0                | 0/?             | +           | +                     | +                                   | +                                          | +/-                        | +       | +                           | + | ?                            | ?                        | ?                          |             |                                                                                                                        |           |                                |                            |
| Lagere luchtsnelheid                                                     | 5-25%                                | +    | 0        | 0               | 0                | 0/?             | 0           | +                     | +                                   | +                                          | +/-                        | ?       | ?                           | + | +                            | ?                        | ?                          | ?           |                                                                                                                        |           |                                |                            |
| <u>END OF PIPE</u>                                                       |                                      |      |          |                 |                  |                 |             |                       |                                     |                                            |                            |         |                             |   |                              |                          |                            |             |                                                                                                                        |           |                                |                            |
| chemische wassers                                                        | 70-95%                               | +    | ++       | 0               | 0                | --              | 0           | ++                    | +                                   | +                                          | +/- <sub>6)</sub>          | +       | +                           | + | +                            | +                        | --                         | --          | voor NH3 knelgevallen de oplossing anders te duur<br>voor geur knelgevallen de oplossing anders te duur<br>vervuiling? | +(+)      | +(+)                           |                            |
| combiwassers                                                             | 70-95%                               | +++  | ++       | 0               | 0                | --              | 0           | ++                    | +                                   | +                                          | +/- <sub>6)</sub>          | +       | +                           | + | +                            | ---                      | ---                        |             |                                                                                                                        |           |                                |                            |
| biowasser                                                                |                                      | +++  |          |                 |                  |                 |             |                       |                                     |                                            | +/- <sub>6)</sub>          |         |                             |   |                              |                          |                            |             |                                                                                                                        |           |                                |                            |
| ionisatie                                                                | ?                                    |      |          |                 |                  |                 |             |                       |                                     |                                            |                            |         |                             | ? | ?                            |                          |                            |             |                                                                                                                        |           |                                |                            |
| fotokatalytische oxidatie van NH <sub>3</sub> (TiO <sub>2</sub> coating) | ?                                    |      |          |                 |                  |                 |             |                       |                                     |                                            |                            |         |                             | ? | ?                            |                          |                            |             |                                                                                                                        |           |                                |                            |
| Ozon                                                                     | ?                                    |      |          |                 |                  |                 |             |                       |                                     |                                            |                            |         |                             | ? | ?                            |                          |                            |             |                                                                                                                        |           |                                |                            |
| <u>MANAGEMENT</u>                                                        |                                      |      |          |                 |                  |                 |             |                       |                                     |                                            |                            |         |                             |   |                              |                          |                            |             |                                                                                                                        |           |                                |                            |
| voedingsmaatregelen                                                      | 0-20%                                | +    | ?        | 0               | ?                | ?               | 0           | 0                     | +                                   | +                                          | +                          | ?       | 0                           | ? | ?                            | +                        | 0                          | 0           |                                                                                                                        | 0         | 0                              |                            |
| slachttijdstip                                                           | ?                                    |      |          |                 |                  |                 |             |                       |                                     |                                            |                            |         |                             | ? | ?                            |                          |                            |             | 0                                                                                                                      | 0         |                                |                            |

|                                                                                 | Kwalitatief effect <sup>1)</sup> op  |      |          |                 |                  |                 | Systeem is  |                       |                                     |                                            |                            |         |                             |                              |                          |                            |             |                   |                                                 |                                |                            |  |
|---------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|------|----------|-----------------|------------------|-----------------|-------------|-----------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------|---------|-----------------------------|------------------------------|--------------------------|----------------------------|-------------|-------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------|----------------------------|--|
|                                                                                 | emissie van                          |      |          |                 |                  |                 |             |                       |                                     |                                            |                            |         |                             |                              |                          |                            |             |                   |                                                 |                                |                            |  |
|                                                                                 | NH <sub>3</sub> (geschatte reductie) | geur | fijnstof | CH <sub>4</sub> | N <sub>2</sub> O |                 |             |                       |                                     |                                            |                            |         |                             |                              |                          |                            |             |                   |                                                 |                                |                            |  |
| Techniek                                                                        |                                      |      |          |                 |                  | energieverbruik | dierwelzijn | technische resultaten | technisch uitvoerbaar <sup>2)</sup> | inpasbaar in bedrijfsvoering <sup>3)</sup> | mogelijk in bestaande stal | robuust | controleerbaar/handhaafbaar | Tussenbeoordeling witvleesk. | Tussenbeoordeling rosék. | Acceptatie door veehouders | Investering | Exploitatiekosten | Opmerking                                       | Overall Perspectief witvleesk. | Overall Perspectief rosék. |  |
| <u>COMBINATIES</u>                                                              |                                      |      |          |                 |                  |                 |             |                       |                                     |                                            |                            |         |                             |                              |                          |                            |             |                   |                                                 |                                |                            |  |
| Koelen mest en conditioneren ventilatielucht<br>Andere interessante combinaties | 10-40%                               |      |          |                 |                  |                 |             |                       |                                     | +/-                                        |                            |         |                             |                              |                          |                            |             |                   | kan interessante innovatie opleveren (win win)! | ++<br>+<br>                    | ++<br>+<br>                |  |

1) + = gunstig effect

0 = geen effect verwacht

- = ongunstig effect verwacht

2) + = mogelijk

0 = wel mogelijk, maar niet zinvol

- = niet mogelijk

3): Inpasbaar in bedrijfsvoering: zonder aanpassingen geen negatieve effecten t.a.v. de dieren

4) Balansballen leveren bij rosékalveren meer vraagtekens op ten aanzien van de drijfslag in de mest die als gevolg van de ruwvoeropname ontstaat en die een vervlecht netwerk zou kunnen vormen waaruit de ballen niet meer los komen

5) Vloerverwarming is bij rosé kalveren op betonnen roosters niet erg praktisch (leidingen zijn moeilijker in beton te frezen dan in hout; bovendien zal er veel meer warmteverlies zijn in de betonmassa dan in hout)

6) Waters in bestaande stallen die mechanisch geventileerd zijn vereisen forse aanpassingen omdat de ventilatiekokers niet op luchtwassing gedimensioneerd zijn en er verzamelkanalen aangebracht moeten worden; de bovenbouw is niet berekend op extra belasting dus moet ook de constructie aangepast worden. Natuurlijk geventileerde stallen moet eerst omgebouwd worden naar mechanische ventilatie alvorens waters toegepast kunnen worden.

### 3.2 Geiten

In de melkgeitenhouderij is onderscheid van ingestrooide systemen naast stallen met roostervloeren relevant. Daarnaast natuurlijke ventilatie versus mechanische ventilatie. Stallen met roostervloeren zijn ten aanzien van welzijn geen alternatief voor ingestrooide systemen.

Bij ingestrooide systemen kunnen het toegepaste strooiselmateriaal, de strooiselhandling (evt. opslag en compostering buiten de stal) en toevoegmiddelen aan de mest van invloed zijn op de emissies. Voor deze maatregelen zijn echter nauwelijks of geen harde emissiecijfers over de effecten bekend.

#### *Luchtwasser*

Voor veel melkgeitenbedrijven is stank nu meer limiterend dan ammoniak dus een combiwater of biowater ligt dan meer voor de hand dan een chemische water. Investerings- en exploitatiekosten zijn doorslaggevend voor bedrijven die uitbreiding overwegen.

Lemans geeft aan dat ombouw van een natuurlijk geventileerde geitenstal (potstal) naar mechanische ventilatie en toepassing van een luchtwater best te overwegen is. Vooral voor bedrijven die nu niet kunnen uitbreiden. Bij opfokklampen heeft Lemans goede ervaring met mechanische ventilatie. Mechanische ventilatie met een luchtwater is een maatregel die voor de buitenwereld goed zichtbaar is en lijkt betrouwbaar (goed voor imago en maatschappelijke acceptatie). Ook controleerbaarheid en handhaafbaarheid zijn positief.

Overigens zijn er nog geen ventilatienormen voor de geitenhouderij. Vanuit de varkenshouderij kunnen vuistregels afgeleid worden; er is geen onderzoek toegespitst op klimaatvereisten en ventilatie in de geitenhouderij. De ventilatiebehoefte is van belang om het ventilatiesysteem en de water goed te dimensioneren. Om de ventilatiebehoefte te beperken kan overwogen worden of maatregelen zoals betere isolatie van dak en wanden rendabel zijn.

#### *Voedingsmaatregelen ("voerspoor"): eiwitverlaging en tankmelkureum*

Benzoëzuur en andere pH verlagende additieven in voer (zoals onderzocht bij vleesvarkens) zijn waarschijnlijk niet goed toepasbaar vanwege mogelijke verstoring van het zuur base evenwicht bij lacterende dieren.

Verlaging van de eiwitopname kan interessant zijn voor zowel de mineralenafvoer als ammoniakemissie en misschien ook geuremissie. In de tankmelk wordt bij geiten routinematig het ureumgetal bepaald. Variaties zijn groot: van 22 tot 49. Gemiddelde is ca. 35; het gaat richting 30. Geiten zijn zeer gevoelig voor rantsoenovergangen dus geleidelijke aanpassing bij seizoenswisselingen is noodzaak; veel sterker nog dan bij melkrundvee. Individuele afrekening van bedrijven op het behalen van een bepaald ureumgetal (jaargemiddeld) wordt gezien als cruciaal voor succesvolle implementatie van deze maatregel.

#### *Ureaseremmer*

R&D bij melkvee geeft wellicht aanknopingspunten. In NL wordt aansluitend op recent Duits kleinschalig onderzoek bij melkvee een onderzoek naar het effect op de ammoniakemissie gestart op betonnen stalvloeren (Smits en Bokma, 2008).

In de VS is ook in ingestrooide vleesrundveestallen met een ureaseremmer geëxperimenteerd en er werd een substantiële toename van de N vastlegging gevonden. Effectiviteit in een potstal met melkgeiten is nog een vraagteken. Daarnaast de doseerwijze (niet met te veel vocht want dat wordt de pot te nat of strooiselverbruik te hoog). Een aandachtspunt is verder de controleerbaarheid/handhaafbaarheid.

Effect op de geuremissie is waarschijnlijk gering en op de fijnstofemissie nihil (m.u.v. secundair stof).

#### *Keldermest behandelingen*

Technieken om keldermest te behandelen zijn slechts relevant voor het zeer beperkte aantal bedrijven met een roostervloer. Aanzuren van keldermest, toevoegmiddelen waaronder een ureaseremmer voor de mengmest, een oliefilm op de toplaag en andere toevoegmiddelen aan de mest zijn opties die nader verkend kunnen worden. Voor aanzuren is in andere sectoren al een ver gevorderd R&D traject doorlopen en zou het voor deze sector op maat getest kunnen worden..

*TerraSea-concept*

Het huisvestingsconcept is ontwikkeld op een vleeskuikenbedrijf. De binnenkomende lucht wordt gekoeld of verwarmd en de uitgaande lucht gewassen. Voor de koeling en verwarming wordt gebruik gemaakt van opslag van warmte en koude in de grond. De warmte wordt aan de stal onttrokken via de in de vloer aanwezige slangen en een wisselaar in de wasser of aan de binnenkomende lucht tijdens het koelen. Voor het verwarmen en koelen is een extra gang aan de stal gemaakt. Doordat de binnenkomende lucht op een heel gelijkmatige temperatuur wordt gehouden, is minder ventilatiecapaciteit nodig dan in een traditionele situatie. De uitgaande lucht komt ook eerst in een extra gang waar een deel van het stof in de lucht neerslaat voordat het door de wasser gaat. Deze techniek is toepasbaar bij alle diercategorieën met een hoge warmtebehoefte aan het begin (bij opzet) en een lage aan het eind van de groeiperiode. In hoeverre het systeem rendabel is te maken, is afhankelijk van hoe het systeem in de stallen wordt ingebouwd en of de verbetering van de technische resultaten voordelen opleveren (Ellen et al., 2008). Wellicht is dit een optie voor opfokgeiten (lammeren) die gehuisvest worden in mechanisch geventileerde stallen. Beheersing van klimaat en warmteterugwinning kunnen interessant zijn.

*Ionisatie*

Door het aanbrengen van een spanningsveld in de lucht krijgen deeltjes een sterke(re) negatieve lading dan wanden en aanwezige inrichting en slaan daarop neer. Dit geldt vooral voor stofdeeltjes in de lucht. Uit buitenlandse onderzoeken in pluimveestallen bleek ook een effect op de ammoniakemissie (Mitchell et al., 2004, Ritz et al., 2006). De reductiepercentages variëren sterk. Door het ASG is onderzoek gestart naar de toepassing van deze techniek in een vleeskuikenstal om de emissie van fijn stof te reduceren. Daarbij wordt ook de ammoniakemissie gemeten (Ogink en Aarnink, 2008).

De techniek lijkt vooral in mechanisch geventileerde stallen inzetbaar. Punt van aandacht bij de techniek zijn mogelijke effecten op de dieren en de in de stal aanwezige elektronische apparatuur.

*Ozon*

Ozon is in staat eenvoudig verbindingen aan te gaan met andere gassen in lucht. Dit komt door de 'vrije' zuurstofmoleculen. Hierdoor is het ook in staat ammoniak te binden. Reducties van 15-58% worden genoemd in literatuur (Patterson en Adrizal, 2005). In hoge concentraties is ozon echter gevaarlijk. De MAC-waarde is 0,120 gram voor maximaal 1 uur. In hoeverre men ozon veilig kan gebruiken voor het verlagen van de ammoniakemissie, moet nader worden onderzocht.

Uit een proef op een praktijkbedrijf met varkens kwam naar voren dat bij het toepassen van UV-straling en ozon er een verbetering was van de technische resultaten door verlaging van de ziektedruk. De proef was in eerste instantie ook opgezet om hier ervaringen mee op te doen. Door de hoge stofconcentraties in de stal gingen de ozongeneratoren minder lang mee dan verwacht en werden de kosten te hoog. Daarom is het onderzoek naar het gebruik van ozon in de veehouderij destijds niet verder ontwikkeld (Sleurink, 2001).

Wellicht zijn er in combinatie met stofreductie nieuwe aanknopingspunten. De mate waarin er nitraatvorming en vorming van secundair fijnstof optreedt, behoeft nog onderzoek. Mogelijk is de vorming van deze stoffen een nadeel van deze techniek.

*Fotokatalytische oxidatie van NH<sub>3</sub> (TiO<sub>2</sub> coating)*

Titaniumoxide wordt in de praktijk toegepast op sanitair- en glaswanden met als doel een reinigend en steriliserend effect op deze wanden te sorteren. Door fotokatalytische oxidatie in aanwezigheid van UV-licht kunnen anorganische en organische verbindingen worden afgebroken.

In de literatuur wordt aangegeven dat ook NH<sub>3</sub> kan worden afgebroken (Costa en Guarino, 2008, Guarino et al., 2007). De resultaten zijn echter wisselend. In een notitie geven Starmans en Ogink (2008) hun visie op de toepassing van TiO<sub>2</sub> via verf op wanden in de intensieve veehouderij. In combinatie met interne circulatie is deze techniek misschien in mechanisch geventileerde stallen toepasbaar. Er is nog onvoldoende kennis om de praktische haalbaarheid te kunnen beoordelen.

**Tabel 8** Techniek en criteria geiten

| Techniek                                                                 | Kwalitatief effect <sup>1)</sup> op  |      |          |                 |                  |                 |             |                       | Systeem is                                                                                                                                                |   |   |   |   | Tussenbeoordeling | Acceptatie door veehouders |                   |                                                                                                                          | Opmerking                                            | Overall Perspectief |
|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|------|----------|-----------------|------------------|-----------------|-------------|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|-------------------|----------------------------|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------|
|                                                                          | emissie van                          |      |          |                 |                  | energieverbruik | dierwelzijn | technische resultaten | technisch uitvoerbaar <sup>2)</sup><br>inpasbaar in bedrijfsvoering <sup>3)</sup><br>mogelijk in bestaande stal<br>robuust<br>controleerbaar/handhaafbaar |   |   |   |   |                   | Investering                | Exploitatiekosten |                                                                                                                          |                                                      |                     |
|                                                                          | NH <sub>3</sub> (geschatte reductie) | geur | fijnstof | CH <sub>4</sub> | N <sub>2</sub> O |                 |             |                       |                                                                                                                                                           |   |   |   |   |                   |                            |                   |                                                                                                                          |                                                      |                     |
| voedingsmaatregelen                                                      | 20-35%                               | +    | ?        | 0/+             | +                | 0/?             | 0           | 0                     | +                                                                                                                                                         | + | + | ? | + | +                 | 0                          | 0                 | % NH <sub>3</sub> emissiereductie per eenheid melkureum daling nog onderzoeken; individueel afrekenen op tankmelkureum ! | ?+                                                   |                     |
| toevoegmiddelen mest (ureaseremmer)                                      | 0-50%                                | +    | 0        | ?               | ?                | -               | 0           | +                     | ?                                                                                                                                                         | + | + | ? | ? | +                 | +                          | -                 | -                                                                                                                        |                                                      | ?                   |
| chemische wassers                                                        | >70%                                 | +    | ++       | 0               | 0                | --              | 0           | 0                     | +                                                                                                                                                         | + | - | + | + | ++                | -                          | --                | --                                                                                                                       | vereisen ombouw van natuurlijke naar mech ventilatie | +                   |
| combiwassers                                                             | >70%                                 | ++   | ++       | 0               | 0                | --              | 0           | 0                     | +                                                                                                                                                         | + | - | + | + | ++                | -                          | --                | --                                                                                                                       | vereisen ombouw van natuurlijke naar mech ventilatie | +                   |
| fotokatalytische oxidatie van NH <sub>3</sub> (TiO <sub>2</sub> coating) | ?                                    | ?    | ?        | +               | +                | 0               | 0           | 0                     | ?                                                                                                                                                         | + | - | ? | + | ?                 | +                          | -                 | 0                                                                                                                        | mechanische ventilatie                               | ?                   |
| ionisatie                                                                | ?                                    | +    | +        | ?               | ?                | -               | ?           | ?                     | +                                                                                                                                                         | 0 | - | ? | + | ?                 | ?                          | -                 | -                                                                                                                        | mechanische ventilatie                               | ?                   |
| ozon                                                                     | ?                                    | +    | +        | 0               | 0                | -               | +           | ?                     | ?                                                                                                                                                         | ? | - | ? | + | ?                 | -                          | -                 | -                                                                                                                        | Ozon gevaarlijk boven bepaalde waarde                | ?                   |

- 1) + = gunstig effect  
 0 = geen effect verwacht  
 - = ongunstig effect verwacht

- 2) + = mogelijk  
 0 = wel mogelijk, maar niet zinvol  
 - = niet mogelijk

- 3) Inpasbaar in bedrijfsvoering: zonder aanpassingen geen negatieve effecten t.a.v. de dieren



### 3.3 Pluimveesectoren

Hierna zijn de verschillende technieken beschreven. Daar waar van toepassing is aangegeven of de maatregel mogelijk wel of niet toepasbaar is bij een specifieke diercategorie. Hierbij is bij de opfokhennen alleen gekeken naar de huisvesting in scharrelstallen. Volièrestallen geven immers al een reductie ten opzichte van traditioneel huisvesten (scharrel) en zijn ook al opgenomen in bijlage 1 van de Rav.

#### *Twee stallen boven elkaar*

In verband met de beperkte ruimte van het bouwblok worden wel twee (identieke) stallen boven elkaar gebouwd. De verwachting is dat door de warmte van de onderste stal het strooisel in de bovenste stal droger zal blijven en er daardoor minder ammoniak wordt gevormd. Dit kan vooral spelen in stallen met volledig strooisel. Bij een ontwerp in de leghennensector is al op deze mogelijkheid gewezen (Hol et al., 2001). Het effect is echter nog niet in onderzoek aangetoond. Daarom is een voorzichtig positief effect aangenomen. Ook omdat een hoger ds% van het strooisel niet automatisch een lagere ammoniakemissie tot gevolg hoeft te hebben. Ook de structuur van het strooisel is daarbij een belangrijke factor.

#### *Voedingsmaatregelen*

De ammoniakemissie uit de veehouderij is goed te beïnvloeden via voedingsmaatregelen. Met name de hoeveelheid eiwit in het voer is daarbij een belangrijke factor. Ook toevoegingen die indirect de vorming van ammoniak in de mest tegengaan worden regelmatig genoemd. Een aspect dat bij deze vorm van reductie van de emissies een rol speelt is de controle en handhaving op de praktijkbedrijven. De overheid moet zeker zijn dat de genoemde gehalten in het voer ook zijn gerealiseerd in de praktijk.

#### *Toevoegmiddelen aan mest*

Door mest aan te zuren kan de vorming van ammoniak worden tegengegaan. Hiervan zijn diverse voorbeelden bekend. In de VS wordt veelal een behandeling van het strooisel met een sulfaat toegepast voor de start van een nieuwe ronde vleeskuikens om hoge ammoniakconcentraties in de stallucht te voorkomen. Hierbij moet wel worden opgemerkt dat daarbij het strooisel tussen de ronden niet wordt verwijderd, zoals gebruikelijk in Nederland. Net als bij voedingsmaatregelen is de controle en handhaving bij toevoegingen aan mest en strooisel een belangrijk issue.

#### *Strooiselsoort*

Voor pluimvee dat wordt gehuisvest in een systeem met volledig strooisel, is de kwaliteit van het strooisel belangrijk. Aspecten als vochtopname en -afgifte en structuur kunnen een effect hebben op de dieren. Ook hebben ze een effect op de ammoniakemissie. De genoemde aspecten zullen variëren bij verschillende strooiselmaterialen en daarmee kan het strooiselsoort een effect hebben op de ammoniakemissie. Hiernaar is al wel enig onderzoek gedaan, maar met wisselende resultaten (Garcia et al., 2007). Bij ASG is onderzoek gestart naar het effect van verschillende strooiselsoorten op voetzoolandoeningen bij vleeskuikens. Daarbij wordt ook gekeken naar een mogelijk effect op de ammoniakemissie (Ogink en Aarnink, 2008).

#### *Regelmatig strooisel en mest verwijderen*

Ammoniak is niet direct vanaf het begin in mest aanwezig, maar wordt gevormd uit niet verteerde eiwitten en urinezuur door bacteriën (Ellen et al., 2005). Door de mest (en het strooisel) uit de stal te verwijderen voordat er veel ammoniakvorming optreedt, is de emissie sterk te reduceren. In pluimveestallen waar mestbanden onder de roosters zijn aangebracht wordt dit principe ook veel toegepast. Daarbij blijft echter het strooisel wel in de stal achter totdat de dieren aan het eind van de productie- of opfokperiode zijn. Om het strooisel ook regelmatig uit de stal te verwijderen is niet altijd eenvoudig. Hiernaar is bij vleeskalkoenen (Beurskens et al., 2002) en leghennen in een scharrelstal (Scheer et al., 2002) gemeten. In beide gevallen is op basis van de metingen een emissiefactor opgenomen in de Rav. Bij de kalkoenen werd de mest/strooisel met behulp van een shovel uit de stal gereden en nieuw strooisel aangebracht met de hand. Dit gebeurde elke twee à drie weken. In de leghennenstal was een automatische ontmestingsinstallatie aangebracht in de vorm van een vijzel. De vijzel schraapt het strooisel en de mest over de vloer naar een transportband waarmee het uit de stal wordt afgevoerd. Boven de vijzel was een voorraadbak aanwezig waarmee in het scharrelgedeelte

nieuw strooisel werd aangebracht. Het verwijderen van de mest en het strooisel gebeurde eenmaal per week.

Het verwijderen van het strooisel uit een stal met opfokvermeerdering is mogelijk te combineren met de behandelingen (entingen) die de dieren moeten ondergaan. Bij een individuele enting worden de dieren in een klein deel van de stal opgesloten om ze gemakkelijker te kunnen vangen. Het gedeelte van de stal dat dan niet is bezet kan eenvoudig de mest uit worden gehaald en nieuw strooisel ingebracht. Na de behandeling kan het resterende deel worden gedaan. De vijzel met afvoerband is eventueel in te zetten in stallen met een beun zoals bij opfokleghennen.

#### *Beweegbare voerlijn (met beluchting)*

Normaal zijn in een stal vaste voer- en drinkwaterlijnen aanwezig. De dieren hoeven slechts een beperkte afstand af te leggen om te kunnen eten of drinken. In samenwerking met een pluimveehouder is voor kalkoenen en vleeskuikens een systeem ontwikkeld waarbij er minder voerpannen en drinkpunten in de stal aanwezig zijn, maar waarbij deze hangen aan een bewegend juk. Dit juk verplaatst zich langzaam door de stal. Doel van deze langzame verplaatsing is dat de dieren zich gelijkmatig over de stal verdelen en daarmee ook de mest. Bij vaste voer- en drinkwaterlijnen zijn er banen in de stal waar de meeste mest valt. Dit heeft een negatief effect op de strooiselkwaliteit. Afhankelijk van diverse factoren kan er wel of geen plaatvorming optreden. Dit geeft vooral meer kans op huidaandoeningen.

Door boven de buitenste drinkwaterlijnen een beluchtingsbuis aan te brengen, kan het strooisel tijdens het heen en weer bewegen worden belucht. Het beluchten kan zorgen voor een snelle droging van de mest, wat ammoniakvorming voorkomt. Metingen aan het systeem gaf een reductie van de ammoniakemissie bij vleeskuikens van ongeveer 35% ten opzichte van de emissiefactor in de Rav (Hol et al., 2007).

Dit systeem is zeker geschikt bij vleeskalkoenen. Bij opfokvermeerdering kan het niet worden ingezet, omdat deze dieren beperkt worden gevoerd. Bij opfokleg is toepassing niet mogelijk vanwege de aanwezigheid van de beun.

#### *Spinfeeder*

Omdat ze anders te snel groeien worden de dieren bij de opfokvermeerdering beperkt gevoerd. Hiertoe krijgen de dieren slechts één keer per dag voer als met voerpannen wordt gewerkt. Het een keer per dag voeren kan echter pikkerij tot gevolg hebben als er geen snavelbehandeling wordt toegepast. Om dit te voorkomen wordt wel de spinfeeder gebruikt. Dit is een voorraadbak met daaronder een draaischijf met meenemers. Het voer komt in het strooisel terecht waaruit de dieren het oppikken. Omdat ze het voer moeten zoeken zijn ze langer bezig en neemt de kans op pikkerij af (Haar et al., 2001). Ook bevordert het een sterker beenwerk bij de dieren. Om het systeem goed te laten functioneren, is droog strooisel een voorwaarde. Bij nat strooisel gaat het achtergebleven voer snel schimmelen met negatieve gevolgen. Het droge(re) strooisel kan een lagere ammoniakemissie tot gevolg hebben.

Een spinfeeder is niet toe te passen bij opfokleghennen en kalkoenen omdat deze dieren niet beperkt worden gevoerd. Er zou te veel voer verloren gaan.

#### *Mestbanden (met beluchting)*

Mestbanden zijn veel toegepast bij kooihuisvesting om de mest wekelijks (of vaker) uit de stal te verwijderen. In combinatie met het beluchten van de mest (snel drogen) is daarmee een lage ammoniakemissie te bereiken. Mestbanden zijn ook toepasbaar in systemen met roostervloeren waarin dieren los zijn gehuisvest. Bij volières zitten ze onder de roosters in de stellingen. Ook daar is in combinatie met beluchting een behoorlijke reductie van de ammoniakemissie mogelijk. Bij alle volièresystemen voor de leg en de opfokleg worden ze standaard toegepast. Mestbanden zijn ook mogelijk bij het traditionele scharrelstelsel. In de beschrijvingen voor opfokleghennen bij de volièresystemen is hier al rekening mee gehouden. Daarin is opgenomen dat als een systeem in een scharreluitvoering (één leefniveau) voldoet aan de eisen wat betreft de verhouding strooisel/rooster en eventueel beluchting, de emissiefactor ook van toepassing is. Verder is bij leghennen een systeem in de Rav opgenomen waarbij mestbanden zijn toegepast in een scharrelstal met twee verdiepingen. In tegenstelling tot volièresystemen voor opfokleghennen is dit systeem nog niet opgenomen in de Rav met een omgerekende emissiefactor.

### *Mestbeluchting onder de beun*

In scharrelstallen voor leghennen (en ook voor opfokleghennen) en traditionele stallen voor vleeskuikenouderdieren is een verhoogd gedeelte aanwezig, voorzien van roosters; de zogenaamde beun. Door het voer en drinkwater op het rooster te verstrekken, komt bijna alle mest terecht in de put onder de roosters. Deze mest blijft daar gedurende de hele ronde zitten. Door broei ontstaat er veel ammoniak uit deze mest. Het broeien is tegen te gaan door de mest snel in te drogen met behulp van beluchting. Bij leghennen en vleeskuikenouderdieren geeft dit ruime een halvering van de emissie. Hetzelfde effect is ook te verwachten bij opfokleghennen. In de Rav is dit systeem echter (nog) niet opgenomen met een omgerekende emissiefactor. Omdat opfokvermeerdering en vleeskalkoenen in volledig strooiselstallen zitten is deze techniek daar niet toepasbaar.

### *Vloerkoeling en -verwarming*

Jonge dieren hebben aan het begin van de groeiperiode een hoge warmtebehoefte. Een ideale manier van warmte toedienen bij dieren die op de grond zijn gehuisvest, is het gebruiken van vloerverwarming. De warmte is direct bij de dieren beschikbaar. In plaats van verwarmen kan het systeem ook worden gebruikt om de vloer te koelen en daarmee de warmte uit het strooisel te halen. Bij vleeskuikens is dit idee uitgewerkt in het zogenaamde Kombidek-systeem. Hierbij wordt tijdens het koelen de warmte opgeslagen in de grond om weer te gebruiken tijdens het verwarmen van de vloer bij de volgende ronde. Het koelen van het strooisel heeft als gevolg dat er geen broei ontstaat en vorming van ammoniak wordt geremd. Het systeem heeft bij vleeskuikens een reductie van bijna 45% ten opzichte van de emissiefactor voor traditionele huisvesting in de Rav (Hol en Groot Koerkamp, 1998).

Bij vleeskalkoenen en opfokvermeerdering is het principe ook toepasbaar. Beide diergroepen hebben echter een veel langere groeiperiode. Het is moeilijk in te schatten wat hiervan het effect is op de uiteindelijke reductie. Vooral omdat er nog nooit emissiemetingen zijn gedaan bij opfokvermeerdering en daardoor niet bekend is wat precies het verloop er van is tijdens de groeiperiode. Bij vleeskalkoenen komt daarbij nog het aspect van het overplaatsen van de hanen. Na die overplaatsing is niet veel verwarming meer nodig.

Mogelijk dat er een overschot aan warmte is bij beide diergroepen vanwege de veel langere periode dat het strooisel kan worden gekoeld.

Bij opfokleghennen is deze techniek niet toepasbaar. De dieren worden overwegend tijdens de eerste weken op de roosters (beun bij scharrel of in de stellingen bij volière) gehouden. Pas in een later stadium van de opfok krijgen ze de beschikking over het strooisel. Koeling is dan wel mogelijk, maar omdat de dieren ook 's nachts niet in het strooisel zitten, is de warmteproductie hier veel minder dan bij dieren in volledig strooisel.

### *Strooiselbeluchting (mixluchtventilatie/CV-heaters)*

In stallen met mestbanden en stallen met een beun is het mogelijk de mest te drogen door ze te beluchten. In stallen met volledig strooisel is dat lastiger omdat de dieren aanwezig zijn en de luchtstroming verstoord die de mest moeten drogen. Het is wel mogelijk, gezien het systeem met mixluchtventilatie; hangende kokers die lucht aanzuigen boven uit de stal en via een verdeelplaat horizontaal over het strooisel uitblazen. De hoeveelheid lucht neemt toe bij het groeien van de dieren. Bij vleeskuikens heeft dit systeem een emissiefactor met een reductie van iets meer dan 50% ten opzichte van die van traditionele huisvesting (Bleeker en Bulk, 2005).

In principe is deze techniek ook toepasbaar bij opfokvermeerdering en vleeskalkoenen. Echter een pluimveehouder met opfokvermeerdering waarschuwde dat de instellingen niet gekopieerd kunnen worden vanuit de vleeskuikens. Door een lagere staltemperatuur lijkt het er op dat er eerder tochtverschijnselen ontstaan. Per sector is dus een optimalisatie van het systeem nodig. Dit kan ook effect hebben op de reductie.

In stallen met een beun is het ook toepasbaar. Door de kokers onder de roosters uit te laten blazen kan ook de mest in de mestput worden gedroogd.

De koker kan ook worden uitgerust met een verwarmingselement. Hiermee is het beluchten van het strooisel en het verwarmen van de stal te combineren. Voor een vleeskuikenstal is voor deze combinatie de zogenaamde proefstalstatus aangevraagd. Wat de reductie zal zijn is nog niet bekend. Er zijn behalve het verwarmingselement nog meer verschillen tussen beide systemen, zoals het de hoeveelheid lucht per unit en de staloppervlakte per unit.

### *Fotokatalytische oxidatie van NH<sub>3</sub> (TiO<sub>2</sub> coating)*

Titaniumoxide wordt in de praktijk toegepast op sanitair- en glaswanden met als doel een reinigend en steriliserend effect op deze wanden te sorteren. Door fotokatalytische oxidatie in aanwezigheid van UV-licht kunnen anorganische en organische verbindingen worden afgebroken.

In de literatuur wordt aangegeven dat ook NH<sub>3</sub> kan worden afgebroken (Costa en Guarino, 2008, Guarino et al., 2007). De resultaten zijn echter wisselend. In een notitie geven Starmans en Ogink (2008) hun visie op de toepassing van TiO<sub>2</sub> via verf op wanden in de intensieve veehouderij. Zij zien een betere toepassing in combinatie met interne circulatie. Deze techniek is in elke pluimveestal toepasbaar.

### *Ionisatie*

Door het aanbrengen van een spanningsveld in de lucht krijgen deeltjes een negatieve lading dan wanden en aanwezige inrichting en slaan daarop neer. Dit geldt vooral voor stofdeeltjes in de lucht. Uit onderzoeken in pluimveestallen blijkt er ook een effect op de ammoniakemissie (Mitchell et al., 2004, Ritz et al., 2006). De genoemde reductiepercentages variëren sterk. Door het ASG is onderzoek gestart naar de toepassing van deze techniek in een vleeskuikenstal om de emissie van fijn stof te reduceren. Daarbij wordt ook de ammoniakemissie gemeten (Ogink en Aarnink, 2008).

De techniek is in elke pluimveestal inzetbaar. Punt van aandacht bij de techniek zijn mogelijke effecten op de dieren en de in de stal aanwezige elektronische apparatuur.

### *Ozon*

Ozon is in staat eenvoudig verbindingen aan te gaan met andere gassen in lucht. Dit komt door de 'vrije' zuurstofmoleculen. Hierdoor is het ook in staat ammoniak te binden. Reducties van 15-58% worden genoemd in literatuur (Patterson en Adrizal, 2005). In hoge concentraties is ozon echter gevaarlijk. De MAC-waarde is 0,120 gram voor maximaal 1 uur. In hoeverre men ozon veilig kan gebruiken voor het verlagen van de ammoniakemissie, moet nader worden onderzocht.

Uit een proef op een praktijkbedrijf kwam naar voren dat bij het toepassen van UV-straling en ozon er een verbetering was van de technische resultaten door verlaging van de ziektedruk. De proef was in eerste instantie ook opgezet om hier ervaringen mee op te doen. Door de hoge stofconcentraties in de stal gingen de ozongeneratoren minder lang mee dan verwacht en werden de kosten te hoog. Daarom is het onderzoek naar het gebruik van ozon in de veehouderij niet verder ontwikkeld (Sleurink, 2001). De mate waarin er nitraatvorming en vorming van secundair fijnstof optreedt, behoeft nog onderzoek. Mogelijk is de vorming van deze stoffen een nadeel van deze techniek. Wellicht zijn er in combinatie met stofreductie nieuwe aanknopingspunten.

### *Integrale luchtconditionering en -zuivering*

Op een vleeskuikenbedrijf is een huisvestingsconcept ontwikkeld waarbij de binnenkomende lucht wordt gekoeld of verwarmd en de uitgaande lucht gewassen. Voor de koeling en verwarming wordt gebruik gemaakt van opslag van warmte en koude in de grond. De warmte wordt aan de stal onttrokken via de in de vloer aanwezige slangen en een wisselaar in de wasser of aan de binnenkomende lucht tijdens het koelen. Voor het verwarmen en koelen is een extra gang aan de stal gemaakt. Doordat de binnenkomende lucht op een heel gelijkmatige temperatuur wordt gehouden, is minder ventilatiecapaciteit nodig dan in een traditionele situatie. De uitgaande lucht komt ook eerst in een extra gang waar een deel van het stof in de lucht neerslaat voordat het door de wasser gaat. Er zijn nog geen meetgegevens bekend van dit systeem. Er is een voorlopige emissiefactor afgegeven, gebaseerd op indicatieve metingen.

Deze techniek is toepasbaar bij alle diercategorieën met een hoge warmtebehoefte aan het begin (bij opzet) en een lage aan het eind van de groeiperiode. In hoeverre het systeem rendabel is te maken voor de sectoren opfokleg, opfokvermeerdering en kalkoenen, is afhankelijk van hoe het systeem in de stallen wordt ingebouwd en of de verbetering van de technische resultaten voordelen opleveren. Dit laatste lijkt bij vleeskuikens wel het geval te zijn (Ellen et al., 2008).

### *Luchtwassers*

Van luchtwassers is bekend dat ze effectief ammoniak uit de lucht kunnen halen. Afhankelijk van het toegepaste type ligt het verwijderingsrendement tussen de 70 en 95% (Melse en Willers, 2004). De biologische luchtwassers scoren daarbij lager dan de chemische. Voor het verwijderen van meerdere componenten (ammoniak, geur en fijn stof) worden combinaties van technieken gebruikt in de zogenaamde combiwassers.

Nadeel van het toepassen van luchtwassers in de pluimveehouderij is dat de wassers erg gevoelig zijn voor verstopping door het aanwezige stof in de lucht.

Er wordt uitgebreid onderzoek gedaan naar de effectiviteit van luchtwassers en verbetering van de techniek met reductie van de kosten. Dit onderzoek wordt uitgevoerd binnen het 'Programma Gecombineerde Luchtwassers', gefinancierd door het ministerie van VROM.

#### *Watergordijn*

Een watergordijn is in feite een simpele wasser. Het verschil is dat er geen vulmateriaal aanwezig is om de contacttijd tussen lucht en water te vergroten. Stallucht wordt door een nevel van water geblazen, waarbij aanwezig stof, geur en ammoniak met het water wordt meegenomen naar een opvangbak. Vanwege de korte contacttijd zijn de verwijderingrendementen voor ammoniak veel lager dan van luchtwassers. Belangrijk aspect is de afzet van het waswater.

Omdat veel pluimveestallen zijn uitgerust met lengteventilatie (alle ventilatoren in een eindgevel) is het toepassen van een watergordijn vrij eenvoudig te realiseren.

#### *Windsingel*

Hoewel bomen ook negatief beïnvloed worden door ammoniak, kunnen ze ook dienen als een soort vangnet. Van Dijk et al (2005) geven aan dat een windsingel rond een bedrijf mogelijkheden heeft om de emissies vanuit het bedrijf te reduceren. In een ander onderzoek is gekeken naar de verschillende boomsoorten en andere landschapselementen (Oosterbaan et al., 2006). Welke bijdrage windsingels kunnen leveren aan de reductie van ammoniak is nog niet exact bekend. Hiernaar is meer onderzoek nodig. Waarschijnlijk is slechts een beperkte emissiereductie mogelijk. Door beïnvloeding van de luchtstroming wordt ook de verspreiding van ammoniak en geur beïnvloed: meer lokale depositie; minder transport van gassen over langere afstand. Fijnstof kan ook in windsingels worden gevangen. De effectiviteit hiervan behoeft ook nog onderzoek.

Als er voldoende duidelijkheid is over de reductie door windsingels, is dit voor de pluimvee een goed toepasbare techniek. Vanwege het toepassen van lengteventilatie kan de stallucht eenvoudig door een windsingel worden geleid.

**Tabel 9** Techniek en criteria pluimveesectoren

| Techniek                                      | Kwalitatief effect <sup>1)</sup> op  |      |          |                 |                  |                 |             |                       |                                     | Systeem is                                 |         |                             |             |                   |                            | Tussenbeoordeling |    |    |    | Opmerking | Overall Perspectief |    |                           |                                       |                                                   |    |   |   |
|-----------------------------------------------|--------------------------------------|------|----------|-----------------|------------------|-----------------|-------------|-----------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------|---------|-----------------------------|-------------|-------------------|----------------------------|-------------------|----|----|----|-----------|---------------------|----|---------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------------------|----|---|---|
|                                               | emissie van                          |      |          |                 |                  | energieverbruik | dierwelzijn | technische resultaten | technisch uitvoerbaar <sup>2)</sup> | inpasbaar in bedrijfsvoering <sup>3)</sup> | robuust | controleerbaar/handhaafbaar | Investering | Exploitatiekosten | Acceptatie door veehouders |                   | OL | OV | KA |           |                     |    |                           |                                       |                                                   |    |   |   |
|                                               | NH <sub>3</sub> (geschatte reductie) | geur | fijnstof | CH <sub>4</sub> | N <sub>2</sub> O |                 |             |                       |                                     |                                            |         |                             |             |                   |                            |                   |    |    |    |           |                     |    |                           |                                       |                                                   |    |   |   |
| Sector <sup>4)</sup>                          |                                      |      |          |                 |                  |                 |             | OL                    | OV                                  | KA                                         | OL      | OV                          | KA          |                   |                            | OL                | OV | KA |    |           |                     | OL | OV                        | KA                                    |                                                   |    |   |   |
| twee stallen boven elkaar                     | 0-10%                                | 0    | 0        | 0               | 0                | +               | 0           | 0                     | 0                                   | 0                                          | +/+     | +/+                         | +/+         | +                 | +                          | +                 | +  | 0  | 0  | -         | -                   | +  | Discussie tussen LNV/VROM | +                                     | 0                                                 | 0  |   |   |
| voedingsmaatregelen                           | 10-30%                               | 0    | 0        | ?               | ?                | +               | +           | +                     | +                                   | ?                                          |         |                             |             |                   |                            |                   |    |    |    |           |                     |    |                           |                                       |                                                   |    |   |   |
| toevoegmiddelen mest                          | 0-30%                                | 0    | 0        | ?               | ?                | +               | +           | +                     | +                                   | +                                          |         |                             |             |                   |                            |                   |    |    |    |           |                     |    |                           |                                       |                                                   |    |   |   |
| strooiselsoort                                | 0-10%                                | 0    | ?        | ?               | ?                | 0               | 0           | 0                     | 0                                   | 0                                          | +/+     | +/+                         | +/+         | +                 | +                          | +                 | +  | 0  | 0  | 0         | 0                   | +  | +                         | Indicatieve metingen bij vleeskuikens | 0                                                 | 0  | 0 |   |
| regelmatig strooisel-/mest verwijderen        | 35-50%                               | +    | +        | +               | +                | -               | 0           | 0                     | 0                                   | 0                                          | +/+     | +/+                         | 5)          | +                 | +                          | +                 | +  | -  | 0  | +         | +                   | 0  | +                         | 0                                     | 5)                                                |    |   |   |
| beweegbare voerlijn (met beluchting)          | 25-50%                               | 0    | 0        | +               | 0                | -               | 0           | 0                     | 0                                   | 0                                          | +/+     | 0/0                         | +/+         | +                 | -                          | +                 | +  | +  | 0  | 0         | +                   | +  | +                         | +                                     | +                                                 | ++ |   |   |
| spinfeeder                                    | 0-15%                                | 0    | -        | 0               | 0                | 0               | 0           | 0                     | 0                                   | 0                                          | 0/0     | +/+                         | 0/0         | -                 | +                          | -                 | +  | +  | 0  | +         | +                   | 0  | 0                         | +                                     | Hoog ds% strooisel nodig, daardoor lagere emissie | 0  | + | 0 |
| mestbanden                                    | 30-50%                               | +    | 0        | 0               | 0                | 0               | 0           | +                     |                                     |                                            | +/-     | -/-                         | -/-         | +                 | -                          | -                 | +  | +  | +  | 0         | 0                   | +  | +                         | +                                     | ++                                                | 0  | 0 |   |
| mestbanden met beluchting                     | 40-60%                               | +    | 0        | 0               | 0                | -               | 0           | +                     |                                     |                                            | +/-     | -/-                         | -/-         | +                 | -                          | -                 | +  | +  | +  | 0         | 0                   | +  | ++                        | +                                     | ++                                                | 0  | 0 |   |
| mestbeluchting onder de beun (scharrel)       | 50-70%                               | +    | 0        | 0               | 0                | -               | 0           | +                     |                                     |                                            | +/+     | -/-                         | -/-         | +                 | -                          | -                 | +  | +  | +  | 0         | 0                   | +  | +                         | +                                     | ++                                                | 0  | 0 |   |
| vloerkoeling (en -verwarming)                 | 25-45%                               | 0    | +        | +               | +                | -               | +           | 0                     | +                                   | +                                          | 0/0     | +/+                         | +/+         | 0                 | +                          | +                 | +  | +  | 0  | +         | +                   | ++ | +                         | 0                                     | Dikkere strooisellaag bij kalkoenen               | 0  | + | + |
| strooiselbeluchting (mixlucht)                | >25%                                 | 0    | -?       | 0               | 0                | -               | 0           | 0                     | -                                   | -                                          | +/+     | +/+                         | +/+         | 0                 | 0                          | 0                 | +  | +  | 0  | +         | +                   | +  | +                         | 0                                     | Optreden tocht bij lagere staltemperatuur         | 0  | + | + |
| strooiselbeluchting (cv-heaters)              | ?                                    | 0    | -?       | 0               | 0                | +               | 0           | 0                     | -                                   | -                                          | +/+     | +/+                         | +/+         | 0                 | 0                          | 0                 | +  | +  | 0  | +         | +                   | 0  | +                         | +                                     | 0                                                 | +  | + |   |
| fotokatalytische oxidatie van NH <sub>3</sub> | 0-30%                                | ?    | ?        | +               | +                | 0               | 0           | 0                     | 0                                   | 0                                          | +/+     | +/+                         | +/+         | +                 | +                          | +                 | ?  | +  | 0  | 0         | 0                   | +  | 0                         | +                                     |                                                   | 0  | 0 | 0 |

| Techniek                                                               | Kwalitatief effect <sup>1)</sup> op  |      |          |                 |                  |                 |             |                       |                                     |                                            | Systeem is |                             |             |                   |                            |   | Tussenbeoordeling |   |   |   | Opmerking | Overall Perspectief |    |    |                                                |    |    |     |
|------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|------|----------|-----------------|------------------|-----------------|-------------|-----------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------|------------|-----------------------------|-------------|-------------------|----------------------------|---|-------------------|---|---|---|-----------|---------------------|----|----|------------------------------------------------|----|----|-----|
|                                                                        | emissie van                          |      |          |                 |                  | energieverbruik | dierwelzijn | technische resultaten | technisch uitvoerbaar <sup>2)</sup> | inpasbaar in bedrijfsvoering <sup>3)</sup> | robuust    | controleerbaar/handhaafbaar | Investering | Exploitatiekosten | Acceptatie door veehouders |   |                   |   |   |   |           |                     |    |    |                                                |    |    |     |
|                                                                        | NH <sub>3</sub> (geschatte reductie) | geur | fijnstof | CH <sub>4</sub> | N <sub>2</sub> O |                 |             |                       |                                     |                                            |            |                             |             |                   |                            |   |                   |   |   |   |           |                     |    |    |                                                |    |    |     |
| Sector <sup>4)</sup>                                                   |                                      |      |          |                 |                  | OL              | OV          | KA                    | OL                                  | OV                                         | KA         |                             | OL          | OV                | KA                         |   |                   |   |   |   |           | OL                  | OV | KA |                                                |    |    |     |
| (TiO <sub>2</sub> coating)                                             |                                      |      |          |                 |                  |                 |             |                       |                                     |                                            |            |                             |             |                   |                            |   |                   |   |   |   |           |                     |    |    |                                                |    |    |     |
| ionisatie                                                              | 0-30%                                | +    | +        | ?               | ?                | -               | ?           | ?                     | ?                                   | ?                                          | +/+        | +/+                         | +/+         | 0                 | 0                          | 0 | ?                 | + | 0 | 0 | 0         | +                   | +  | ?  | Ozon gevaarlijk<br>boven<br>bepaalde<br>waarde | 0  | 0  | 0   |
| ozon                                                                   |                                      | +    | +        | 0               | 0                | -               | +           | ?                     | ?                                   | ?                                          | +/+        | +/+                         | +/+         | ?                 | ?                          | ? | 0                 | + | ? | ? | ?         | +                   | +  | -  |                                                | ?  | ?  | ?   |
| Integrale<br>luchtconditionering<br>en -zuivering<br>chemische wassers | 35-55%                               | +    | +        | 0               | 0                | +               | +           | 0                     | 0                                   | +                                          | +/-        | +/-                         | +/-         | +                 | +                          | + | +                 | + | + | + | ++        | 0                   | 0  |    |                                                | ++ | ++ | +++ |
| combiwassers                                                           | >70%                                 | +    | +        | 0               | 0                | --              | 0           | 0                     | 0                                   | 0                                          | +/+        | +/+                         | +/+         | +                 | +                          | + | +                 | + | + | + | ++        | ++                  | -- |    |                                                | +  | +  | +   |
| waterwasser                                                            | >70%                                 | +    | +        | 0               | 0                | --              | 0           | 0                     | 0                                   | 0                                          | +/+        | +/+                         | +/+         | +                 | +                          | + | +                 | + | + | + | ++        | ++                  | -- |    |                                                | +  | +  | +   |
| watergordijn                                                           | 0-30%                                | +    | +        | 0               | 0                | -               | 0           | 0                     | 0                                   | 0                                          | +/+        | +/+                         | +/+         | +                 | +                          | + | +                 | + | 0 | 0 | 0         | +                   | +  | 0  |                                                | 0  | 0  | 0   |
| windsgordijn                                                           | 0-15%                                | +    | +        | 0               | 0                | -               | 0           | 0                     | 0                                   | 0                                          | +/+        | +/+                         | +/+         | +                 | +                          | + | +                 | + | 0 | 0 | 0         | +                   | +  | 0  |                                                | 0  | 0  | 0   |
| windsingel                                                             | 0-10%                                | +    | +        | 0               | 0                | 0               | 0           | 0                     | 0                                   | 0                                          | +/+        | +/+                         | +/+         | +                 | +                          | + | +                 | + | 0 | 0 | 0         | +                   | 0  | +  |                                                | 0  | 0  | 0   |

1) + = gunstig effect  
0 = geen effect verwacht  
- = ongunstig effect verwacht

2) + = mogelijk  
0 = wel mogelijk, maar niet zinvol  
- = niet mogelijk  
Eerste teken staat voor nieuwbouw, tweede staat voor bestaande stallen

3) Inpasbaar in bedrijfsvoering: zonder aanpassingen geen negatieve effecten t.a.v. de dieren

4) OL = Opfok Leghennen, OV = Opfok Vleeskuikenouderdieren, KA = Kalkoenen

NB: VOLIÈREHUISVESTING BIJ OPFOKLEG IS NIET MEEGENOMEN. Er staan al 5 systemen in de Rav

5) Al opgenomen in Rav bij kalkoenen met 60% reductie

### 3.4 Nertsen

#### *Voedingsmaatregelen*

De ammoniakemissie uit de veehouderij is goed te beïnvloeden via voedingsmaatregelen. Met name de hoeveelheid eiwit in het voer is daarbij een belangrijke factor. Ook toevoegingen die indirect de vorming van ammoniak in de mest tegengaan worden regelmatig genoemd. In hoeverre dit ook toepasbaar is in de voeding van nertsen is niet duidelijk. Dit omdat nertsen een duidelijk andere voersamenstelling kennen dan bijvoorbeeld varkens en kippen.

Een aspect dat bij deze vorm van reductie van de emissies een rol speelt is de controle en handhaving op de praktijkbedrijven. De overheid moet zeker zijn dat de genoemde gehalten in het voer ook zijn gerealiseerd in de praktijk.

#### *Toevoegmiddelen aan mest*

Door mest aan te zuren kan de vorming van ammoniak worden tegengegaan. Hiervan zijn diverse voorbeelden bekend. Bij de traditionele huisvesting, zonder de mestgoot, is dit niet mogelijk. De mest valt daarbij op de grond onder de kooi (geen betonnen vloer) en wordt dan regelmatig verwijderd. Bij het emissiearme systeem met de mestgoten zou het eventueel wel kunnen. De mest moet dan worden opgevangen in een zure vloeistof in de goten.

Net als bij voedingsmaatregelen is de controle en handhaving bij toevoegingen aan mest en strooisel als emissiereducerende maatregel een belangrijk aandachtspunt.

#### *Regelmatig mest verwijderen*

Ammoniak is slechts in geringe hoeveelheden in verse urine en faeces aanwezig, maar wordt vooral gevormd uit ureum dat wordt uitgescheiden in de urine. Ureum wordt vrij snel na uitscheiding (in een beperkt aantal uren) door het enzym urease afgebroken tot ammonium; dit ammonium wordt afhankelijk van de pH deels omgezet in  $\text{NH}_3$  en kan dan vervluchtigen. Daarnaast kunnen niet verteerde eiwitten in de faeces door bacteriën (langzaam) afgebroken worden waarbij ook ammoniak gevormd kan worden. Door de urine (en faeces) uit de stal te verwijderen voordat er veel ammoniakvorming optreedt, is de emissie sterk te reduceren.

De toegepaste techniek in het emissiearme systeem voor nertsen in de Rav (categorie H 1.2) is vooral gebaseerd op een sterke beperking van de emitterende oppervlakte en daarnaast het 2x daags afvoeren van de mest. In hoeverre de emissie verder kan worden verlaagd door de mest vaker dan 2x per dag af te voeren is niet bekend; echter gezien de snelle afbraak van ureum tot ammonium en ammoniak, na uitscheiding in de urine, is hier waarschijnlijk nog wel op eenvoudige wijze een verdere emissiereductie mogelijk. De hogere frequentie kan immers met de bestaande installatie bewerkstelligd worden.

#### *Koeling van de mest*

Een verdere reductie van de ammoniakemissie uit het emissiearme systeem is mogelijk te bereiken door de mest in de goot te koelen. De vorming van ammoniak is afhankelijk van de temperatuur. De afgevoerde warmte is echter niet nuttig te gebruiken op het bedrijf.

#### *Fotokatalytische oxidatie van $\text{NH}_3$ ( $\text{TiO}_2$ coating)*

Titaniumoxide wordt in de praktijk toegepast op sanitair- en glaswanden met als doel een reinigend en steriliserend effect op deze wanden te sorteren. Door fotokatalytische oxidatie in aanwezigheid van UV-licht kunnen anorganische en organische verbindingen worden afgebroken.

In de literatuur wordt aangegeven dat ook  $\text{NH}_3$  kan worden afgebroken (Costa en Guarino, 2008, Guarino et al., 2007). De resultaten zijn echter wisselend. In een notitie geven Starmans en Ogink (2008) hun visie op de toepassing van  $\text{TiO}_2$  via verf op wanden in de intensieve veehouderij. Zij zien een betere toepassing in combinatie met interne circulatie.

Door de open stallen zal er geen effect zijn van  $\text{TiO}_2$  in de vorm van verf bij nertsen. Het zou mogelijk kunnen bij de meer gesloten systemen. Daar zou interne circulatie ook mogelijk zijn.

#### *Ionisatie*

Door het aanbrengen van een spanningsveld in de lucht krijgen deeltjes een negatieve lading dan wanden en aanwezige inrichting en slaan daarop neer. Dit geldt vooral voor stofdeeltjes in de lucht. Uit onderzoeken in pluimveestallen blijkt er ook een effect op de ammoniakemissie (Mitchell et al., 2004, Ritz et al., 2006). De genoemde reductiepercentages variëren sterk. Door het ASG is onderzoek



gestart naar de toepassing van deze techniek in een vleeskuikenstal om de emissie van fijn stof te reduceren. Daarbij wordt ook de ammoniakemissie gemeten (Ogink en Aarnink, 2008). De techniek is alleen in gesloten stallen inzetbaar. Punt van aandacht bij de techniek zijn mogelijke effecten op de dieren en de in de stal aanwezige elektronische apparatuur.

#### *Ozon*

Ozon is in staat eenvoudig verbindingen aan te gaan met andere gassen in lucht. Dit komt door de 'vrije' zuurstofmoleculen. Hierdoor is het ook in staat ammoniak te binden. Reducties van 15-58% worden genoemd in literatuur (Patterson en Adrizal, 2005). In hoge concentraties is ozon echter gevaarlijk. De MAC-waarde is 0,120 gram voor maximaal 1 uur. In hoeverre men ozon veilig kan gebruiken voor het verlagen van de ammoniakemissie, moet nader worden onderzocht.

Uit een proef op een praktijkbedrijf kwam naar voren dat bij het toepassen van UV-straling en ozon er een verbetering was van de technische resultaten door verlaging van de ziektedruk. De proef was in eerste instantie ook opgezet om hier ervaringen mee op te doen. Door de hoge stofconcentraties in de stal gingen de ozongeneratoren minder lang mee dan verwacht en werden de kosten te hoog. Daarom is het onderzoek naar het gebruik van ozon in de veehouderij niet verder ontwikkeld (Sleurink, 2001).

#### *Luchtwassers*

Van luchtwassers is bekend dat ze effectief ammoniak uit de lucht kunnen halen. Afhankelijk van het toegepaste type ligt het verwijderingsrendement tussen de 70 en 95% (Melse en Willers, 2004). De biologische luchtwassers scoren daarbij lager dan de chemische. Voor het verwijderen van meerder componenten (ammoniak, geur en fijn stof) worden combinaties van technieken gebruikt in de zogenaamde combiwassers.

Er wordt uitgebreid onderzoek gedaan naar de effectiviteit van luchtwassers en verbetering van de techniek met reductie van de kosten. Dit onderzoek wordt uitgevoerd binnen het 'Programma Gecombineerde Luchtwassers', gefinancierd door het ministerie van VROM.

Deze techniek is alleen toepasbaar bij de gesloten stallen, waarbij dan ook mechanische ventilatie aanwezig moet zijn. Een andere optie is om lucht af te zuigen boven de mestgoot en die af te voeren door een luchtwasser. In hoeverre dit technisch uitvoerbaar is in verband met de lengte van de goten (tot meer dan 100 m), zal bekeken moeten worden.

#### *Watergordijn*

Een watergordijn is in feite een simpele wasser. Het verschil is dat er geen vulmateriaal aanwezig is om de contacttijd tussen lucht en water te vergroten. Stallucht wordt door een nevel van water geblazen, waarbij aanwezig stof, geur en ammoniak met het water wordt meegenomen naar een opvangbak. Vanwege de korte contacttijd zijn de verwijderingsrendementen voor ammoniak veel lager dan van luchtwassers. Belangrijk aspect is de afzet van het waswater.

Ook dit is alleen toepasbaar bij gesloten stallen met mechanische ventilatie.

#### *Windsingel*

Hoewel bomen ook negatief beïnvloed worden door ammoniak, kunnen ze ook dienen als een soort vangnet. Van Dijk et al (2005) geven aan dat een windsingel rond een bedrijf mogelijkheden heeft om de emissies vanuit het bedrijf te reduceren. In een ander onderzoek is gekeken naar de verschillende boomsoorten en andere landschapselementen (Oosterbaan et al., 2006). Welke bijdrage windsingels kunnen leveren aan de reductie van ammoniak is nog niet exact bekend. Hiernaar is meer onderzoek nodig. Waarschijnlijk is slechts een beperkte emissiereductie mogelijk. Door beïnvloeding van de luchtstroming wordt ook de verspreiding van ammoniak en geur beïnvloed: meer lokale depositie; minder transport van gassen over langere afstand. Fijnstof kan ook in windsingels worden gevangen. De effectiviteit hiervan behoeft ook nog onderzoek.

**Tabel 10** Techniek en criteria nertsen

| Techniek                                                                 | Kwalitatief effect <sup>1)</sup> op  |      |          |                 |                  |                                                         |   |   | Systeem is                                                                                                                                                              |   |   |   |   | Tussenbeoordeling | Acceptatie door veehouders |                   |    | Opmerking                             | Overall Perspectief                                  |
|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|------|----------|-----------------|------------------|---------------------------------------------------------|---|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|-------------------|----------------------------|-------------------|----|---------------------------------------|------------------------------------------------------|
|                                                                          | emissie van                          |      |          |                 |                  | energieverbruik<br>dierwelzijn<br>technische resultaten |   |   | technisch uitvoerbaar <sup>2)</sup><br>inpasbaar in bedrijfsvoering <sup>3)</sup><br>mogelijk in bestaande stal <sup>4)</sup><br>robuust<br>controleerbaar/handhaafbaar |   |   |   |   |                   | Investering                | Exploitatiekosten |    |                                       |                                                      |
|                                                                          | NH <sub>3</sub> (geschatte reductie) | geur | fijnstof | CH <sub>4</sub> | N <sub>2</sub> O |                                                         |   |   |                                                                                                                                                                         |   |   |   |   |                   |                            |                   |    |                                       |                                                      |
| voedingsmaatregelen                                                      | 10-30%                               | 0    | 0        | ?               | ?                | 0                                                       | + | 0 | 0                                                                                                                                                                       | + | + | 0 | - |                   |                            |                   |    | Discussie tussen LNV/VROM             | +++<br><br>0<br>0<br>0<br>?<br>+<br>+<br>+<br>+<br>0 |
| toevoegmiddelen mest                                                     | 0-30%                                | 0    | 0        | ?               | ?                | 0                                                       | + | 0 | +                                                                                                                                                                       | + | + | 0 | - |                   |                            |                   |    | Discussie tussen LNV/VROM             |                                                      |
| regelmatig mest verwijderen <sup>5)</sup>                                | 30-60%                               | +    | 0        | +               | +                | -                                                       | 0 | + | +                                                                                                                                                                       | + | + | + | + | ++                | 0                          | +                 | +  |                                       |                                                      |
| koelen mest                                                              | 20-40%                               | +    | 0        | +               | +                | -                                                       | 0 | 0 | +                                                                                                                                                                       | + | + | 0 | + | +                 | +                          | ++                | -  |                                       |                                                      |
| fotokatalytische oxidatie van NH <sub>3</sub> (TiO <sub>2</sub> coating) | 0-30%                                | ?    | ?        | +               | +                | 0                                                       | 0 | ? | +                                                                                                                                                                       | + | - | ? | + | 0                 | +                          | 0                 | +  |                                       |                                                      |
| ionisatie                                                                | 0-30%                                | +    | +        | ?               | ?                | -                                                       | ? | ? | +                                                                                                                                                                       | 0 | - | ? | + | 0                 | +                          | +                 | ?  |                                       |                                                      |
| ozon                                                                     |                                      | +    | +        | 0               | 0                | -                                                       | + | 0 | +                                                                                                                                                                       | ? | - | 0 | + | ?                 | +                          | +                 | -  | Ozon gevaarlijk boven bepaalde waarde |                                                      |
| chemische wassers                                                        | >70%                                 | +    | +        | 0               | 0                | --                                                      | 0 | + | +                                                                                                                                                                       | + | - | + | + | +                 | ++                         | ++                | -- |                                       |                                                      |
| combiwassers                                                             | >70%                                 | +    | +        | 0               | 0                | --                                                      | 0 | + | +                                                                                                                                                                       | + | - | + | + | +                 | ++                         | ++                | -- |                                       |                                                      |
| waterwasser                                                              | 0-30%                                | +    | +        | 0               | 0                | -                                                       | 0 | + | +                                                                                                                                                                       | + | - | + | + | +                 | +                          | +                 | 0  |                                       |                                                      |
| watergordijn                                                             | 0-15%                                | +    | +        | 0               | 0                | -                                                       | 0 | + | +                                                                                                                                                                       | + | - | + | + | +                 | +                          | +                 | 0  |                                       |                                                      |
| windsingel                                                               | 0-10%                                | +    | +        | 0               | 0                | 0                                                       | 0 | + | +                                                                                                                                                                       | + | + | + | + | 0                 | +                          | 0                 | +  |                                       |                                                      |

1) + = gunstig effect

0 = geen effect verwacht

- = ongunstig effect verwacht

2) + = mogelijk

0 = wel mogelijk, maar niet zinvol

- = niet mogelijk

3) Inpasbaar in bedrijfsvoering: zonder aanpassingen geen negatieve effecten t.a.v. de dieren

4) Hierbij is uitgegaan van een shed met natuurlijke ventilatie

5) Al opgenomen in de Rav met een frequentie van 2x per dag. Hier wordt bedoeld vaker dan 2x per dag.

## 4 Keuze perspectiefvolle systemen

In het vorige hoofdstuk is per sector een toelichting gegeven op de technieken die mogelijk toepasbaar zijn. De technieken werden, zoals toegelicht in het vorige hoofdstuk, door de onderzoeker(s) beoordeeld.

In de tabel per sector zijn de technieken gescoord wat betreft de kwalitatieve effecten op de emissies van ammoniak, geur, fijn stof en broeikasgassen en de kwalitatieve effecten op energieverbruik, dierenwelzijn en technische resultaten. Dit is telkens gedaan ten opzichte van het traditionele huisvestingssysteem in die sector. Ook is aangegeven of de techniek technisch uitvoerbaar is in de sector en of het past binnen de bedrijfsvoering, of het systeem robuust is en controleerbaar en handhaafbaar. Op basis van deze criteria is een tussenbeoordeling gegeven van de vraag of het systeem een haalbaar alternatief is in de sector of niet. Belangrijke wegingsfactor is daarbij de haalbare reductie van de techniek in combinatie met het effect op de andere emissies. Verder geldt dat als een systeem niet technisch uitvoerbaar wordt geacht, het niet zal scoren als een haalbaar alternatief. Hetzelfde geldt voor de inpasbaarheid in de bedrijfsvoering.

Aansluitend op de tussenbeoordeling zijn (kwalitatief) de extra investeringen en de exploitatiekosten ingeschat. Tot slot is aangegeven of het systeem geaccepteerd zal worden door de veehouders. Tussenbeoordeling, kostenniveau en acceptatie leiden tot de uiteindelijke keuze of een systeem als perspectiefvol gezien kan worden voor een sector of niet.

Hierna zijn de meest perspectiefvolle systemen per sector benoemd met een korte toelichting. In tabel 11 (hoofdstuk 5) zijn ze weergegeven.

### 4.1 Vleeskalveren

Koeling van mest (warmteterugwinning), conditioneren van ventilatielucht (beter microklimaat en geringere ventilatiebehoefte) en kelderluchtbehandeling (lagere gasconcentraties voor de dieren die verblijven boven de roosters) zijn maatregelen die voordelen hebben ten opzichte van end of pipe technieken en die praktisch haalbaar lijken.

Het separaat afzuigen van kelderlucht en daarna behandelen met een wasser lijkt het meest perspectiefvol in mechanisch geventileerde stallen. Bij natuurlijke ventilatie is het waarschijnlijk minder effectief omdat er bij niet temperatuur gestuurde ventilatie meer koude lucht door de kelder kan stromen; bij mechanische ventilatie wordt bij lage temperaturen de ventilatie verminderd.

Naast de voordelen in de stal van de technieken is de kosteneffectiviteit (€/kg ammoniakemissiereductie) ten opzichte van wassing van alle stallucht cruciaal voor het toekomstperspectief.

### 4.2 Geiten

Bij geiten komen alleen luchtwassers op dit moment in aanmerking aangezien andere technieken nog niet in de geitenhouderij zijn ontwikkeld. Toepassing van luchtwassers vereist wel ombouw van natuurlijke naar mechanische ventilatie. Een directe doorvertaling van technieken die voor andere diercategorieën zijn ontwikkeld, is niet mogelijk aangezien de huisvesting van geiten in natuurlijk geventileerde potstallen (volledig ingestroomd) sterk verschilt van andere diercategorieën.

Het voerspoor is een interessante optie voor de toekomst. Op dit moment is voor geitenstallen nog niet bekend hoeveel de ammoniakemissie verlaagd kan worden per eenheid daling van het melkureumgehalte.

### 4.3 Pluimveesectoren

Vanwege het wel of niet aanwezig zijn van een roostervloer met daaronder mestopslag, komen niet alle technieken voor de drie pluimveesectoren in aanmerking. Een ander aspect dat meeweegt is het wel of niet onbepaald voeren.

Een beweegbare voerlijn met beluchting is bij kalkoenen een perspectiefvol systeem. Zonder de beluchting is het al in gebruik op een bedrijf. Bij opfok leghennen is het niet goed toepasbaar vanwege de aanwezigheid van de beun en bij opfok vleeskuikenouderdieren niet vanwege het feit dat deze dieren beperkt worden gevoerd.

Bij de opfokleghennen kunnen door de aanwezigheid van de beun eenvoudig mestbanden (al of niet met beluchting) of mestbeluchting worden toegepast. Deze technieken zijn breed bekend in de leghennensector.

In de stallen met volledig strooisel, opfok vleeskuikenouderdieren en vleeskalkoenen, is vloerverwarming en -koeling een perspectiefvol systeem. Vooral omdat met deze techniek een goed verwarmingssysteem bij de start van de opfok aanwezig is en het systeem mogelijk een besparing op verwarmingskosten kan geven als gebruik wordt gemaakt van de opslag van warmte in de grond.

Bij de volledig strooiselstallen zijn de beide systemen die gebruik maken van beluchting van het strooisel ook een goede mogelijkheid. Wel is bij beide diercategorieën nog een ontwikkeltraject nodig. Het voor de vleeskuikens ontwikkelde systeem met integrale luchtconditionering en -zuivering lijkt voor alle drie de categorieën perspectiefvol. Dit met name vanwege de mogelijkheid een gelijkmatig klimaat te creëren, met daarnaast de mogelijkheid te besparen op verwarmingskosten.

Ook voor alle drie de diercategorieën geldt dat luchtwastechnieken kunnen worden ingezet. Met name omdat in veel stallen al wordt gewerkt met lengteventilatie, is het toepassen van wassers mogelijk.

Nadeel van deze techniek zijn wel de hoge kosten.

Maatregelen via het voer zouden wel perspectiefvol kunnen zijn. Er is echter nog wel onderzoek nodig naar met name negatieve effecten op de technische resultaten.

#### **4.4 Nertsen**

Zoals al blijkt uit het feit dat deze techniek al is opgenomen in de Rav, is het vaker de mest verwijderen uit de goten het meest perspectiefvol bij de nertsen. Welke reductie er nog wordt gerealiseerd ten opzichte van het 2x per dag zoals nu al wordt toegepast, is nog onduidelijk.

Verder zijn de luchtwastechnieken een optie. Wel moet dan mechanische ventilatie worden toegepast in combinatie met een dichte stal.

## 5 Aanbeveling voor verdere uitwerking

In hoofdstuk 4 zijn voor de diverse sectoren de meest perspectiefvolle systemen benoemd. In tabel 10 zijn ze weergegeven. Om uiteindelijk een keuze te maken welke systemen worden uitgewerkt een BBT, zijn in deze tabel nog twee criteria opgenomen:

- is er de mogelijkheid om snel een emissiefactor vast te stellen?;  
Bij een aantal van de technieken is het mogelijk om op basis van een theoretische afleiding een emissiefactor vast te stellen (T). Bij andere zou dat ook kunnen, maar is het beter om de afleiding te onderbouwen met een meting (T+). Voor een aantal technieken geldt dat deze uitgebreid moeten worden gemeten (N). Bij een enkele techniek geldt dat hieraan inmiddels wordt gemeten (M).
- wat is de bijdrage van de sector aan de totale ammoniakemissie uit de landbouw;  
In de tabel is het percentage gegeven op basis van de totale ammoniakemissie in 2006; 108.032.589 kg. De emissies zijn berekend uit het aantal dieren (CBS) en de emissiefactor in de Rav. In bijlage 4 is een overzicht gegeven van de ontwikkeling van de relatieve bijdrage van de sectoren in de afgelopen jaren.

**Tabel 11** Meest perspectiefvolle systemen

| Sector/Techniek                             | Geschatte reductie NH <sub>3</sub> -emissie | Overall perspectief |                   |           | Beschikbaarheid emissiefactor           | Bijdrage sector aan ammoniak-emissie (2006) |
|---------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------|-------------------|-----------|-----------------------------------------|---------------------------------------------|
| <u><i>Vleeskalveren</i></u>                 |                                             | <i>Witvlees</i>     | <i>Rosévvlees</i> |           | <i>Witvlees</i> <i>Rosévvlees</i>       |                                             |
| koelen mest                                 | 5-25%                                       | 0/+                 | +                 |           | N/T+   N/T+                             | Witvlees:                                   |
| kelderlucht chemisch wassen                 | 20-50%                                      | ++                  | ++                |           | N..M1 <sup>1)</sup> N..M4 <sup>1)</sup> | 1,3%                                        |
| kelderlucht via combiwater                  | 20-50%                                      | +                   | +                 |           | N...T <sup>1)</sup> N...T <sup>1)</sup> |                                             |
| koelen mest en conditioneren                | 10-40%                                      | ++                  | ++                |           | M1   M1?                                | Rosévvlees:                                 |
| ventilatielucht                             |                                             |                     |                   |           |                                         | 0,5%                                        |
| betere klimaatbeheersing, luchtverdeling    | 5-25%                                       | +                   | +                 |           | N...T <sup>1)</sup> N...T <sup>1)</sup> |                                             |
| chemische wassers (alle stallucht)          | 70-95%                                      | +(+)                | +(+)              |           | J   T?                                  |                                             |
| combiwassers (alle stallucht)               | 70-95%                                      | (+)                 | (+)               |           | T+   T+?                                |                                             |
| biowater (alle stallucht)                   | 70%                                         | ?                   | ?                 |           | J   T?                                  |                                             |
| <u><i>Geiten</i></u>                        |                                             |                     |                   |           |                                         | 0,3%                                        |
| chemische wassers                           | >70%                                        |                     | +                 |           | J+                                      |                                             |
| combiwassers                                | >70%                                        |                     | +                 |           | J+                                      |                                             |
| voedingsmaatregelen                         | 20-35%                                      |                     | ?+                |           | N                                       |                                             |
| <u><i>Pluimveesectoren</i></u>              |                                             | <i>OL</i>           | <i>OV</i>         | <i>KA</i> |                                         |                                             |
| voedingsmaatregelen                         | 10-30%                                      |                     |                   |           | N                                       | Opfok leg-                                  |
| toevoegmiddelen mest                        | 0-30%                                       |                     |                   |           | N                                       | hennen                                      |
| beweegbare voerlijn (met beluchting)        | 25-50%                                      | +                   | 0                 | ++        | N                                       | (scharrel):                                 |
| spinfeder                                   | 0-15%                                       | 0                   | +                 | 0         | N                                       | 0,4%                                        |
| mestbanden                                  | 30-50%                                      | ++                  | 0                 | 0         | T                                       |                                             |
| mestbanden met beluchting                   | 40-60%                                      | ++                  | 0                 | 0         | T                                       | Opfok                                       |
| mestbeluchting onder de beun (scharrel)     | 50-70%                                      | ++                  | 0                 | 0         | T                                       | vleeskuiken-                                |
| vloerkoeling (en -verwarming)               | 25-45%                                      | 0                   | +                 | +         | T+                                      | ouderdieren:                                |
| strooiselbeluchting (mixlucht)              | >25%                                        | 0                   | +                 | +         | T+                                      | 0,4%                                        |
| strooiselbeluchting (cv-heaters)            | ?                                           | 0                   | +                 | +         | N                                       | Vlees-                                      |
| Integrale luchtconditionering en -zuivering | 35-55%                                      | ++                  | ++                | +++       | T+                                      | kalkoenen:                                  |
| chemische wassers                           | >70%                                        | +                   | +                 | +         | T                                       | 0,6%                                        |
| combiwassers                                | >70%                                        | +                   | +                 | +         | T                                       |                                             |
| <u><i>Nertsen</i></u>                       |                                             |                     |                   |           |                                         | 0,2%                                        |
| regelmatig mest verwijderen                 | 30-60%                                      |                     | +++               |           | T+                                      |                                             |
| chemische wassers                           | >70%                                        |                     | +                 |           | T                                       |                                             |
| combiwassers                                | >70%                                        |                     | +                 |           | T                                       |                                             |

<sup>1)</sup> Deze techniek is inmiddels in onderzoek. Eerste resultaten zullen binnen afzienbare tijd beschikbaar komen.

Uit bovenstaande tabel blijkt dat het niet mogelijk is om op korte termijn voor een aantal technieken een emissiefactor vast te stellen. Verdere ontwikkeling en metingen vragen nog enkele jaren. Verder zijn er een aantal technieken waarvoor wel een emissiefactor is af te leiden, maar dat deze factor onderbouwing nodig heeft van een of enkele metingen. Ook dit zal minimaal een jaar duren. Ten aanzien van de bijdrage van een sector aan de totale ammoniakemissie uit de landbouw valt op dat de nertsenhouderij slechts 0,2% bijdraagt. In verhouding tot andere sectoren is dit slechts een

geringe bijdrage. Dit geldt ook, maar in mindere mate, voor de geiten en de opfokleghennen en - vleeskuikenouderdieren met respectievelijk 0,3 en 0,4%.

Op basis van bovenstaande en in overleg met opdrachtgever is gekozen om de volgende systemen verder uit te werken ten aanzien van financiële consequenties (fase 2 van het project):

- vleeskalveren (wit en rosé);
  - kelderluchtbehandeling met een luchtwasser
  - koeling van mest al dan niet gecombineerd met conditioneren van ventilatielucht chemische wasser
  - chemische wasser (reeds opgenomen in Rav)
  - combiwasser
  - biologische wasser (reeds opgenomen in Rav)
- geiten
  - geen voorstellen
- opfokleghennen (scharrel);
  - integrale luchtconditionering en - zuivering
  - mestbanden<sup>3</sup>
  - mestbanden met beluchting
  - mestbeluchting onder de beun (scharrel)
- opfok vleeskuikenouderdieren;
  - vloerkoeling en - verwarming
  - strooiselbeluchting (mixlucht)
  - integrale luchtconditionering en - zuivering
  - chemische wasser
  - combiwasser
- vleeskalkoenen;
  - vloerkoeling en - verwarming
  - strooiselbeluchting (mixlucht)
  - integrale luchtconditionering en - zuivering
  - chemische wasser (reeds opgenomen in Rav)
  - combiwasser
- nertsen;
  - regelmatig mest verwijderen.

---

<sup>3</sup> Mestbanden onder de beun (al of niet met beluchting) zijn al opgenomen in de Rav via de beschrijvingen voor volièresystemen. Het systeem van een stal met twee of meer verdiepingen met mestbanden staat nog niet in de Rav voor opfokleghennen.

## Bijlagen

### Bijlage 1 Deelnemers aan overleg per sector

#### Geraadpleegden BBT vleeskalverenhouderij

|                |                                                                                                                 |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Chris de Jong: | Witvlees kalverhouder met meerdere stallocaties (o.a. Vroomshoop) en bestuurslid vakgroep kalverenhouderij LTO: |
| Evert Kroes:   | Rozé kalverhouder en lid van de gebiedscoalitie Agrarische Enclave Uddel-Elspeet                                |
| Michel Smits   | ASG-Veehouderij                                                                                                 |

Voorafgaand aan en tijdens een lopend ASG project naar kelderluchtbehandeling in een vleeskalverstal is er daarnaast veelvuldig contact met vertegenwoordigers van de sector over emissie arme technieken.

#### Deelnemers bij bespreking BBT melkgeitenhouderij

|                 |                                                                                                                        |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ad Bink:        | Geitenhouder in Raamsdonk en bestuurswerk vakgroep Melkgeitenhouderij ZLTO: portefeuille diergezondheid, mest & milieu |
| Frans Lemans:   | voorlichter varkens- en opfoklammeren (geitenhouderij) Boerenbond Deurne                                               |
| Herman Litjens: | Beleidsmedewerker milieu ZLTO/LTO (emissies)                                                                           |
| Michel Smits:   | ASG-Veehouderij                                                                                                        |

#### Deelnemers bespreking BBT pluimveehouderij

|                  |                                  |
|------------------|----------------------------------|
| Jeroen Beenders: | pluimveehouder / bestuurslid NOP |
| Jan Bouwman:     | adviseur Agra-Matic              |
| Twan Engelen:    | pluimveehouder / bestuurslid NOP |
| Harry Ketels:    | pluimveehouder / bestuurslid NVP |
| Jos Mans:        | pluimveehouder / bestuurslid NOP |
| Hilko Ellen:     | ASG-Veehouderij                  |
| Izak Vermeij:    | ASG-Veehouderij                  |

#### Deelnemers bespreking BBT nertsenhouderij

|                  |                                                          |
|------------------|----------------------------------------------------------|
| Jos van Deurzen: | nertsenhouder                                            |
| Wim Verhagen:    | directeur Nederlandse Federatie van Edelpelsdieren (NFE) |
| Barry Wopereis;  | adviseur VanWestreenen adviesbureau                      |
| Hilko Ellen:     | ASG-Veehouderij                                          |

**Bijlage 2 Gemiddelde voeropname en mestsamensstelling**Vleeskalveren

## Voeropname en excretie van rosé vleeskalveren en witvleeskalveren

|                | rosé vleeskalveren |      | witvleeskalveren |      |
|----------------|--------------------|------|------------------|------|
| Opname         | kg DS              | kg N | kg DS            | kg N |
| startmelk      | 42                 |      | 85               |      |
| mestmelk       | 0                  |      | 635              |      |
| snijmaïs       | 673                |      | 37               |      |
| stro/gerst mix | 0                  |      | 37               |      |
| opfokbrok      | 142                |      | 0                |      |
| afmestbrok     | 599                |      | 0                |      |
| corn cob mix   | 133                |      | 0                |      |
| vochtrijk krv  | 199                |      | 0                |      |
| totaal opname  | 1789               | 36.1 | 794              | 23.5 |
| Excretie       |                    | 24.9 |                  | 12   |

Gegevens bij rosé vleeskalveren gebaseerd op (WUM, 2006).

Gegevens bij witvleeskalveren gebaseerd op (Heeres-van der Tol, 2002); sindsdien is de ruwvoeropname waarschijnlijk wel licht gestegen.

## Mestsamenstelling dunne mest vleeskalveren (kg/1000 kg product):

|                               | rosé vleeskalveren | witvleeskalveren      |
|-------------------------------|--------------------|-----------------------|
| DS (%)                        |                    | 20                    |
| OS (%)                        |                    | 15                    |
| Ntotaal                       | forfaitair: 4,7    | 3,0 (forfaitair: 3,0) |
| Nmineraal                     |                    | 2,4                   |
| Norganisch                    |                    | 0,6                   |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | forfaitair: 2,1    | 1,5 (forfaitair: 1,9) |
| K <sub>2</sub> O              |                    | 2,4                   |

Bron: KWIN 2008-2009

(forfaitair: volgens tabellen mestbeleid 2008-2009; zie LNV loket)

Geiten

## Gemiddelde voeropname en excretie

|               | melkgeiten (WUM, 2006) |      |
|---------------|------------------------|------|
| 2006          | kg DS                  | kg N |
| Graskuil      | 175                    | 5.1  |
| Snijmaiskuil  | 260                    | 3.3  |
| Hooi          | 0                      | 0    |
| Geitenbrok    | 392                    | 10.6 |
| Kunstmelk     | 0                      | 0    |
| Totaal opname | 827                    | 18.9 |
| Excretie      |                        | 14.1 |

Gegevens op basis van WUM, 2006

## Gemiddelde mestsamenstelling, vaste mest

|                               | kg/1000 kg product    |
|-------------------------------|-----------------------|
| DS                            | 265                   |
| OS                            | 182                   |
| Ntotaal                       | 8,5 (forfaitair: 9,6) |
| Nmineraal                     | 2,6                   |
| Norganisch                    | 5,9                   |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 5,2 (forfaitair: 5,2) |
| K <sub>2</sub> O              | 10,6                  |

Bron: KWIN 2008-2009

(forfaitair: volgens tabellen mestbeleid 2008-2009; zie LNV loket)



Pluimvee en nertsenVoeropname en excretie (kg/dier jaar<sup>-1</sup>)

| Voeropname en excretie (kg/dier, jaar <sup>-1</sup> ) | Opname |           |                               |                  | Excretie |           |                               |                  |
|-------------------------------------------------------|--------|-----------|-------------------------------|------------------|----------|-----------|-------------------------------|------------------|
|                                                       | Voer   | Mineralen |                               |                  | Mest     | Mineralen |                               |                  |
|                                                       |        | N         | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |          | N         | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |
| Opfok leg                                             | 15,08  | 0,39      | 0,20                          | 0,11             | 8        | 0,32      | 0,17                          | 0,14             |
| Opfok VKOD                                            | 20,09  | 0,52      | 0,26                          | 0,15             | 8        | 0,33      | 0,2                           | 0,16             |
| Vleeskalkoenen                                        | 114,83 | 3,08      | 1,45                          | 1,72             | 45       | 1,81      | 0,99                          | 0,87             |
| Nertsen                                               | 220    | 2,99      | 1,76                          | 0,57             | 104      | 2,7       | 1,7                           | 0,7              |

MestsamenstellingGemiddelde mestsamenstelling, vaste mest (kg/1000 kg product)

|                               | Pluimvee (strooisel)    | Nertsen                                     |
|-------------------------------|-------------------------|---------------------------------------------|
| DS                            | 640                     | 285                                         |
| OS                            | 423                     | 185                                         |
| Ntotaal                       | 19,1 (forfaitair: 22,9) | 17,7 (forfaitair <sup>1)</sup> : 34,2/12,2) |
| Nmineraal                     | 8,6                     | 10,1                                        |
| Norganisch                    | 10,5                    | 7,6                                         |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 24,2 (forfaitair: 25,1) | 27,0 (forfaitair <sup>1)</sup> : 35,8/7,3)  |
| K <sub>2</sub> O              | 13,3                    | 3,9                                         |

<sup>1)</sup> De eerste waarde is voor vaste mest, de tweede voor drijfmest

Bron: KWIN 2008-2009

(forfaitair: volgens tabellen mestbeleid 2008-2009; zie LNV loket)

### **Bijlage 3 Minder voor de hand liggende emissiereducerende technieken vleeskalveren** (reeds eerder beschreven)

#### *Schuine wanden in mestkelder (zoals IC-V)*

Principe: verkleining emitterende oppervlakte in combinatie met snelle afvoer van mest (vaak aflatens middels een rioleringsysteem). Bij vleesvarkens is dit opgenomen in de Rav als emissiearm systeem; bij vleeskalveren is effect op emissie nog nooit onderzocht. Belangrijke conditie is dat er geen aanhechting plaats vindt van mest aan de schuine wanden (uit te voeren in glad materiaal) in de kelder. Door vervuiling wordt de emitterende oppervlakte vergroot en stroomt verse urine minder goed af in de kelder. De wanden moeten na elke mestronde schoongespoten worden. Varkens defaeceren en urineren niet willekeurig verspreid over de vloer, maar in een beperkt deel van het hok; dit i.t.t. runderen. Daardoor zal het rendement van een ICV systeem in kalverstallen waarschijnlijk lager zijn; daarnaast kan het aankleven van dunne kalvermest aan het schuine wandoppervlak tijdens een mestronde een probleem zijn alsook het reinigen nadien (dit i.t.t. varkens die drogere, stevigere 'keutels' produceren). In hoeverre deze problemen daadwerkelijk in de kelder van een vleeskalverenstal optreden en wat de emissiereductie is, zou proefondervindelijk vastgesteld moeten worden. Bij biggen was een schuine wand aan 2 zijden van de kelder niet effectief (Reitsma *et al.*, 1995; waarschijnlijk door kleverige mest op de schuine wanden. Bij vleeskalveren kunnen vergelijkbare problemen verwacht worden als bij biggen en daarom ligt toepassing van schuine wanden in de mestputten onder de roosters hier niet voor de hand.

#### *Spoelgoten*

Principe: verkleining emitterende oppervlakte, verkorte verblijftijd in de stal, verdunning van de mest met spoelvloeistof. Stalploegmetingen in een kalverenstal in 1997 en 1998 (Groenestein en Hol, 1998) gaven geen emissiereductie te zien ten opzichte van een referentie. De goten waren 'rond' uitgevoerd (U-vorm). In de varkenshouderij zijn wel emissiereducties vastgesteld bij gootuitvoeringen met een V-vorm (Hol en Groenestein, 1994; Satter *et al.*, 1997). Spoelgoten in v-vorm zouden ook bij vleeskalveren betere resultaten op kunnen leveren. Het risico dat kalvermest gaat aankleven aan de goten is echter vrij groot. Het perspectief voor de kalverhouderij is daarom onvoldoende.

#### *Oliefilm*

Principe: de toplaag van de mest in de kelder wordt afgedekt met een vloeibare laag, waardoor de emissie van ammoniak en geur gereduceerd wordt. Om de vervluchtiging van ammoniak uit mest -vanaf het mestoppervlak- te beperken werd door Derikx *et al.* (1995) de effectiviteit van een vloeibare afdeklaag onderzocht. Van vier minerale oliën en drie plantaardige oliën werd in een laboratoriumopstelling onder gestandaardiseerde omstandigheden de effectiviteit getest. Bij kalvergier (mengsel van 1 batch) was een laagdikte van 2,5 mm voldoende om in de labopstelling een reductie van circa 95% te verkrijgen ten opzichte van dezelfde mest zonder olielaag. Mechanische verstoring van het oppervlak met de afdeklaag gaf geen lagere emissiereductie, behalve bij één plantaardige olie die zich geleidelijk door de mest mengde. Omdat in de labopstelling geen vloerbijdrage werd gesimuleerd was de emissiereductie daar hoger dan in een stal met roostervloer. De kelderbijdrage aan de ammoniakemissie kan echter wel met een dunne laag olie gereduceerd worden. Het scheiden van de af te voeren mest en het afdekmiddel functioneerde in een praktijkstal met varkens niet goed. Uit milieuhygiënisch en kostentechnisch oogpunt dient het verlies aan afdekmiddel geminimaliseerd te worden (Smits *et al.*, 2005). Fysieke controle en handhaving van dit systeem zijn niet eenvoudig.

#### *Fotokatalytische oxidatie met een TiO<sub>2</sub> coating*

Dit emissiereducerend principe is nog erg prematuur. De effectiviteit is nog onvoldoende duidelijk. Dit principe komt vanwege de contacttijd en contact-oppervlakte eerder in aanmerking voor mechanische geventileerde stallen dan voor natuurlijk geventileerde stallen.

#### *Ionisatie*

Door het aanbrengen van een spanningsveld in de lucht krijgen deeltjes een sterke(re) negatieve lading dan wanden en aanwezige inrichting en slaan daarop neer. Dit geldt vooral voor stofdeeltjes in de lucht. Uit buitenlandse onderzoeken in pluimveestallen bleek ook een effect op de ammoniakemissie (Mitchell *et al.*, 2004, Ritz *et al.*, 2006). De reductiepercentages variëren sterk. Door het ASG is onderzoek gestart naar de toepassing van deze techniek in een vleeskuikenstal om de

emissie van fijn stof te reduceren. Daarbij wordt ook de ammoniakemissie gemeten (Ogink en Aarnink, 2008).

De techniek lijkt vooral in mechanisch geventileerde stallen inzetbaar. Punt van aandacht bij de techniek zijn mogelijke effecten op de dieren en de in de stal aanwezige elektronische apparatuur.

#### *Ozon*

Ozon is in staat eenvoudig verbindingen aan te gaan met andere gassen in lucht. Dit komt door de 'vrije' zuurstofmoleculen. Hierdoor is het ook in staat ammoniak te binden. Reducties van 15-58% worden genoemd in literatuur. In hoge concentraties is ozon echter gevaarlijk. De MAC-waarde is 0,120 gram voor maximaal 1 uur. In hoeverre men ozon veilig kan gebruiken voor het verlagen van de ammoniakemissie, moet nader worden onderzocht.

Uit een proef op een praktijkbedrijf met varkens kwam naar voren dat bij het toepassen van UV-straling en ozon er een verbetering was van de technische resultaten door verlaging van de ziektedruk.

De proef was in eerste instantie ook opgezet om hier ervaringen mee op te doen. Door de hoge stofconcentraties in de stal gingen de ozongeneratoren minder lang mee dan verwacht en werden de kosten te hoog. Daarom is het onderzoek naar het gebruik van ozon in de veehouderij destijds niet verder ontwikkeld (Sleurink, 2001). De mate waarin er nitraatvorming en vorming van secundair fijnstof optreedt, heeft nog onderzoek. Mogelijk is de vorming van deze stoffen een nadeel van deze techniek.

Wellicht zijn er in combinatie met stofreductie nieuwe aanknopingspunten.

**Bijlage 4 Overzicht relatieve bijdrage emissies ammoniak en fijn stof**

| <b>Ammoniak</b>         | 2000        |              | 2005        |              | 2006        |              |
|-------------------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
|                         | kg totaal   | % van totaal | kg totaal   | % van totaal | kg totaal   | % van totaal |
| Sector                  |             |              |             |              |             |              |
| Opfokhennen, batterij   | 171.951     | 0,1%         | 84.279      | 0,1%         | 86.377      | 0,1%         |
| Opfokhennen, scharrel   | 487.195     | 0,3%         | 447.734     | 0,4%         | 458.877     | 0,4%         |
| Opfokhennen, volière    |             | 0,0%         | 110.617     | 0,1%         | 113.370     | 0,1%         |
| Opfok VKOD              | 655.942     | 0,5%         | 394.497     | 0,3%         | 513.497     | 0,4%         |
| Kalkoenen               | 1.049.804   | 0,8%         | 846.886     | 0,7%         | 775.091     | 0,6%         |
| Vleeskalveren, witvlees | 1.592.268   | 1,1%         | 1.561.283   | 1,3%         | 1.555.038   | 1,3%         |
| Vleeskalveren, rosé     | 364.570     | 0,3%         | 510.568     | 0,4%         | 554.275     | 0,5%         |
| Geiten                  | 186.346     | 0,1%         | 327.102     | 0,3%         | 337.104     | 0,3%         |
| Nertsen, traditioneel   | 33.930      | 0,02%        | 40.136      | 0,03%        | 40.252      | 0,03%        |
| Nertsen, emissiearm     | 131.625     | 0,09%        | 155.700     | 0,13%        | 156.150     | 0,13%        |
| Totaal landbouw         | 139.260.771 |              | 120.022.589 |              | 119.992.189 |              |

| <b>Fijn stof</b>        | 2000      |              | 2005      |              | 2006      |              |
|-------------------------|-----------|--------------|-----------|--------------|-----------|--------------|
|                         | kg totaal | % van totaal | kg totaal | % van totaal | kg totaal | % van totaal |
| Sector                  |           |              |           |              |           |              |
| Opfokhennen, batterij   | 42.988    | 0,4%         | 21.070    | 0,2%         | 21.594    | 0,2%         |
| Opfokhennen, scharrel   | 166.219   | 1,7%         | 152.756   | 1,7%         | 156.558   | 1,8%         |
| Opfokhennen, volière    | -         | 0,0%         | 213.859   | 2,4%         | 219.181   | 2,5%         |
| Opfok VKOD              | 102.035   | 1,0%         | 61.366    | 0,7%         | 79.877    | 0,9%         |
| Kalkoenen               | 313.397   | 3,2%         | 252.820   | 2,9%         | 231.388   | 2,7%         |
| Vleeskalveren, witvlees | 61.780    | 0,6%         | 60.578    | 0,7%         | 60.335    | 0,7%         |
| Vleeskalveren, rosé     | 14.145    | 0,1%         | 19.810    | 0,2%         | 21.506    | 0,2%         |
| Geiten                  | 5.590     | 0,1%         | 9.813     | 0,1%         | 10.113    | 0,1%         |
| Nertsen, traditioneel   | 293       | 0,00%        | 346       | 0,00%        | 347       | 0,00%        |
| Nertsen, emissiearm     | 2.633     | 0,03%        | 3.144     | 0,04%        | 3.123     | 0,04%        |
| Totaal landbouw         | 9.774.390 |              | 8.834.404 |              | 8.663.404 |              |

## Literatuur

- A.J.A. Aarnink, J. Huis in 't Veld, A. Hol, I. Vermeij, 2007. Kempfarm vleesvarkensstal: milieu-emissies en investeringskosten. ASG Rapport 67, 32 pp. <http://library.wur.nl/way/bestanden/clc/1864022.pdf>
- Amon, M., M. Dobeic, R.W. Sneath, V.R. Philips, T.H. Misselbrook and B.F. Pain. 1997. A farm-scale study on the use of clinoptilolite zeolite and deodorase for reducing odour and ammonia emissions from broiler houses. Biosource Technology, 61 (1997), 229-237.
- Armstrong, Kenneth A. December 2003. An Analysis of Liquid Aluminum Sulfate (Alum) Use in Broiler Production Houses to Control In-House Ammonia (NH<sub>3</sub>) Concentrations and Naturally-Occurring Salmonella and Campylobacter; the Development of an NH<sub>3</sub> Emission Factor for a Typical Tennessee Broiler House. A Thesis Presented for the Master of Science Degree. The University of Tennessee, Knoxville.
- Beurskens, A.G.C. en J.M.G. Hol, 2004. Onderzoek naar de ammoniak- en geuremissie van stallen LXI; stal voor vleeskalveren (witvlees productie). Agrotechnology & Food Innovations, Rapport 220, Wageningen, 45 pp
- Beurskens, A.G.C., J.M.G. Hol en G. Mol. 2002. Onderzoek naar de ammoniak- en geuremissie van stallen LIII –Stal voor vleeskalkoenen met frequente strooiselverwijdering. Rapport 2002-14, Stichting Landbouwkundig Onderzoek, Instituut voor Milieu- en Agritechniek, Wageningen
- Beurskens, A.G.C., M.J.M. Wagemans en J.M.G. Hol, 2004. Onderzoek naar de ammoniak- en geuremissie van stallen LXII; stal voor vleeskalveren (rosévlees productie). Agrotechnology & Food Innovations, Rapport 313, Wageningen, 55 pp
- Blake, J.P., J.B. Hess, and K.S. Macklin. 2008. Effectiveness of Litter Treatments for Reduction of Ammonia Volatilization in Broiler Production. As published in the proceedings of mitigating air emissions from animal feeding operations conference, Iowa State University Extension.
- Bleeker, A. en W.C.M. van den Bulk. Mei 2005. Verificatie Imago stalsysteem. ECN-C--05-053, ECN, Petten.
- Bleeker, A. en W.C.M. van den Bulk. Augustus 2005. Tweede verificatie Imago stalsysteem. ECN-C--05-079, ECN, Petten.
- Bokma, 2008. Persoonlijke mededeling lopend onderzoek emissiemetingen bij toepassing balansbal in varkensstal.
- Bruggen, C. van. 2007. Dierlijke mest en mineralen 2005. Centraal Bureau voor de Statistiek, Voorburg/Heerlen.
- Burns, R., P. Moore en L. Moody. 2008. Using liquid aluminum sulfate to reduce broiler and turkey housing ammonia emissions. As published in the proceedings of mitigating air emissions from animal feeding operations conference, Iowa State University Extension.
- Casey, K., R. Gates, H. Xin en P. Topper. 2008. Ammonia emissions from commercial broiler chicken houses under three litter management strategies. As published in the proceedings of mitigating air emissions from animal feeding operations conference, Iowa State University Extension.
- Corijn, P., L.A. den Hartog, G.J.M. van Kempen & M.W.A. Verstegen, 1990. The effect of the dietary electrolyte balance and the mineral level of a veal calf diet on blood parameters and the performance. J. Animal Physiology a. Animal Nutr. (63): 173-179
- Costa, A. en M. Guarino. 2008. Photocatalytic TiO<sub>2</sub> treatment effects on ammonia, greenhouse gases, dust concentration and emission in a weaning room. AgEng 2008.

- Cowell, D.A., V.R. Phillips, R.W. Sneath. 1999. An assessment of ways to abate ammonia emissions from livestock buildings and waste stores. Part 2: cost modeling. *Bioresource Technology* 70 (1999), 157-164
- Derikx, P.J.L., A.J.A. Aarnink, P. Hoeksma & H.C. Willers, 1995. Vermindering van ammoniakemissie uit mest door een vloeibare afdeklaag. IMAG rapport 95-8, Wageningen, 58 pp
- Dijk, C.J. van, Th.A. Dueck, G.W.W. Wamelink en J. Mosquera. 2005. Invloed van een landschapselement (windsingel) op de verspreiding van ammoniak uit een varkenshouderij. Nota 333, Plant Research International B.V., Wageningen.
- Ellen, H.H., J. van Harn, T. Veldkamp. Juni 2005. Inventarisatie mogelijkheden reductie ammoniakemissie uit vleeskuikenstallen. PraktijkRapport Pluimvee 16, Animal Sciences Group / Praktijkonderzoek, Lelystad.
- Ellen, H., J. van Harn, I. Vermeij. 2008. Exploitatiekosten ammoniakemissiearme systemen vleeskuikenhouderij. Rapport 108, Animal Sciences Group van Wageningen UR, Lelystad
- Fitzmorris, K.B., D.M. Miles, I.M. Lima. September 2007. Efficacy of Activated Carbon from Broiler Litter in the Removal of Litter Generated Ammonia. CD-Rom Proceedings of the International Symposium on Air Quality and Waste Management for Agriculture, 16-19 September 2007 Conference (Broomfield, Colorado), ASABE Publication Number 701P0907cd.
- Garcia, M.C., C. Leon, P. Pérez, M.M. Delgado. September 2007. Characteristics of Broiler Litter Using Different Types of Materials (Straw, Wood Shavings and Rice Hulls). A Castilla y Leon (Spain) Case Study. CD-Rom Proceedings of the International Symposium on Air Quality and Waste Management for Agriculture, 16-19 September 2007 Conference (Broomfield, Colorado), ASABE Publication Number 701P0907cd.
- Groenestein, C.M. en J.W.H. Huis in 't Veld, 1996 - Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XXVII: vleesvarkensstal met koeling van mestoppervlak in de kelder. DLO Rapport 96-1003, Wageningen, 15 pp. excl. bijlage.
- Guarino, M., A. Costa, D. Berckmans. 2007. A new low cost technique to reduce concentration pollutants in animal houses. Dustconf2007, Maastricht.
- Haar, J.W. van der, A. van Voorst, I.C. de Jong, M.C. Kiezenbrink en J.H. van Middelkoop. Juni 2001. Voermethoden en welzijn in de opfokperiode van vleeskuikenouderdieren. Rapport 211, Praktijkonderzoek Veehouderij, Lelystad
- Hartog, L.A. den, R.A.B. Mors, M.W.A. Verstegen & L.G.M. van Gils, 1990. The dietary electrolyte balance in veal calf nutrition. *J. Animal Physiology a. Animal Nutr.* (63): 173-179
- Hol, J.M.G., P. de Gijsel en P.W.G. Groot Koerkamp. 2001. De ammoniak- en geuremissie van een scharrelstal met twee verdiepingen met mestbanden onder de roosters. Rapport 01-01, IMAG, Wageningen.
- Hol, J.M.G. en C.M. Groenestein, 1994. Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XIV: biggenopfokstal met mestverwijdering door spoelen met dunne mestfractie via spoelgoten. DLO rapport 94-1005, Wageningen, 12 pp. excl. bijlage.
- Hol, J.W.G. & C.M. Groenestein., 1997. Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XXXI: verschillende huisvestingssystemen voor vleeskalveren. DLO Rapport 97-1001, Wageningen, 15 pp (excl. bijlagen).
- Hol, J.M.G. en P.W.G. Groot Koerkamp. 1998. Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XXXX: Vleeskuikenstal met verwarming en koeling van de vloer. IMAG Rapport 2001-09, Wageningen.

Hol, J.M.G., J. Mosquera, J. van Harn en T. Veldkamp. Maart 2007. Ammoniak- en geuremissie uit een vleeskuikenstal voorzien van de Scanfeeder met beluchting. Rapport 33, Animal Sciences Group / Veehouderij, Lelystad.

Johnson, V., J. Pavlicek en C. Ritz. 2008. Advancements in poultry litter amendments. As published in the proceedings of mitigating air emissions from animal feeding operations conference, Iowa State University Extension.

Johnson, V., J. Pavlicek en C. Ritz. September 2007. A new method for controlling ammonia (NH<sub>3</sub>) in poultry houses. CD-Rom Proceedings of the International Symposium on Air Quality and Waste Management for Agriculture, 16-19 September 2007 Conference (Broomfield, Colorado), ASABE Publication Number 701P0907cd.

Karanukaran, D. T. Rehberger, G. Siragusa. K. Weeden en C. Kromm. 2008. Microbial additives to reduce ammonia emission from poultry litter. As published in the proceedings of mitigating air emissions from animal feeding operations conference, Iowa State University Extension.

Lauwere, C. de, Schouten, W., Smits, D., Stefanowska, J., 2004. Oriënterend onderzoek naar het gedrag van vleeskalveren op verschillende vloeren: standaard houten roostervloer, houten roostervloer met brede balken en houten roostervoer met rubber toplaag en luchtkamers vergeleken. A&F rapport 238, Wageningen, 21 pp

Le. P.D., Aarnink, A.J.A., Ogink, N.W.M., Becker, P.M. and M.W.A. Verstegen, 2005. Odour from animal production facilities: its relationship to diet. Nutrition Research Reviews Vol 18 (1): 3-30

Melse, R.W. en H.C. Willers. 2004. Toepassing van luchtbehandelingstechnieken binnen de intensieve veehouderij. Fase 1: Techniek en kosten. Rapport 029, Agrotechnology en Food Innovations, Wageningen.

Mitchell, B.W., J. Richardson, J. Wilson, C. Hofacre. 2004. Application Of An Electrostatic Space Charge System For Dust, Ammonia And Pathogen Reduction In A Broiler Breeder House. Applied Engineering in Agriculture v.20 p.87-93 2004.

Moore, Ph., R. Burns en D. Miles. 2008. Reducing ammonia emissions from poultry litter with alum. As published in the proceedings of mitigating air emissions from animal feeding operations conference, Iowa State University Extension.

Murphy. B. 2008. The use of sodium bisulfate as a best management practice for ammonia emissions reductions in poultry housing. As published in the proceedings of mitigating air emissions from animal feeding operations conference, Iowa State University Extension.

Ogink, N.W.M. en A.J.A. Aarnink. 2008. Plan van aanpak bedrijfsoplossingen voor fijn stofreductie in de pluimveehouderij. Rapport 113, Animal Sciences Group van Wageningen UR, Lelystad.

Oosterbaan, A., A.E.G. Tonneijck en E.A. de Vries. 2006. Kleine landschapselementen als invangers van fijn stof en ammoniak. Alterra-rapport 1419, Alterra, Wageningen.

Patterson, P.H. en Adrizal. 2005. Management Strategies to Reduce Air Emissions: Emphasis - Dust and Ammonia. Journal of Applied Poultry Research, 2005, 14:638-650.

Phillips, V.R., D.A. Cowell, R.W. Sneath, T.R. Cumby, A.G. Williams, T.G.M. Demmers, D.L. Sandars. 1999. An assessment of ways to abate ammonia emissions from UK livestock buildings and waste stores. Part 1: ranking exercise. Bioresource Technology, 70 (1999), 143-155.

Reitsma, B. en C.M. Groenestein, 1996. Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XXVIII: biggenopfokstal met mestverwijdering door hellende mestband. DLO, Rapport 96-1004, Wageningen, 15 pp. excl. bijlage.

Reitsma, B., C.M. Groenestein en J.W.H. Huis in 't Veld, 1995. Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XXII: zeugenstal, kraamzeugenstal en biggenopfokstal met reductie van mestoppervlak en verdunning van mest. DLO, Rapport 95-1005, Wageningen, 23 pp. excl. bijlage.

Ritz, C.W., B.W. Mitchell, B.D. Fairchild, M. Czarick and J.W. Worley. 2006. Improving In-House Air Quality in Broiler Production Facilities Using an Electrostatic Space Charge System. Journal of Applied Poultry Research, 2006, 15:333-340.

Satter, I.H.G., J.M.G. Hol, J.H.W. Huis in 't Veld en C.M. Groenestein, 1997 – Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XXXIV: vleesvarkensstal met mestverwijdering door spoelen met dunne mestfractie via spoelgoten. Wageningen, DLO, Rapport 97-1004, 17 pp. excl. bijlage.

Scheer, A., J.M.G. Hol en G. Mol. 2002. Onderzoek naar de ammoniak- en geuremissie van stallen LVI – Scharrelstal voor leghennen met frequente mest- en strooisel verwijdering. Rapport 2002-17, Stichting Landbouwkundig Onderzoek, Instituut voor Milieu- en Agritechniek, Wageningen.

Scheer, A., Hol, J.M.G., Mol, G. Juli 2003. Stal voor vleeskuikens met vloerverwarming en mixluchtventilatoren voor het dogen van de strooisellaag. IMAG Rapport 2003-15, Wageningen.

Sleurink, D. 2001. 'Het werkt ...maar de techniek is niet klaar.' Pluimveehouderij, jaargang 31, nr 13, pag. 14-15.

Slobodzian-Ksenicz, O., and T. Kuczynski. 2002. "Effect of Litter Type on Ammonia Emission in Turkey Housing". Agricultural Engineering International: the CIGR Journal of Scientific Research and Development. Manuscript BC 01 006. Vol. IV. May, 2002.

Smits, M.C.J., D. Swierstra, A.C. Smits, R. Scholtens, M.J.M. Wagemans & P.W.G. Groot Koerkamp, 2001. Mogelijkheden voor ammoniak- en geurreductie in de vleeskalverensector; een quick scan. IMAG-nota P 2001-75, Wageningen, 34 pp.

Smits, M.C.J, R.W. Melse, A.C. Smits en N.W.M. Ogink, 2005. Bouwsteen stallen, Quick scan van opties voor vermindering ammoniak- en geuremissie uit vleeskalverstallen in de Agrarische Enclave Uddel Elspeet. Agrotechnology & Food Innovations, rapport 509, 44 pp

Spieker, A. & M.C.J. Smits, 2001. Sleutelen aan luchtwassers, olielaagjes en voerrantsoenen; LTO en IMAG onderzoeken ammoniakreductie voor kalversector. De Kalverhouder, september, p. 8-11.

Starmans, D. en N. Ogink. 2008. Notitie: TiO<sub>2</sub> als katalysator voor ammoniakafbraak in praktijksituaties. Haalbaarheidsonderzoek voor LNV, juni 2007. Discussie en conclusies, mei 2008. ASG-Veehouderij, Lelystad.

Stevens, 2007. Balansbal maakt kans op doorbraak Boerderij, editie varkenshouderij Jg:2007 Vol:93 Nr:11 Pg: E10 -E12

Ullman, J. 2005. Remedial Activities to Reduce Atmospheric Pollutants from Animal Feeding Operations. Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal. Invited overview paper No. 9. Vol. VII June, 2005.

Ullman, J.L., S. Mukhtar, R.E. Lacey and J.B. Carey. 2004. A Review of Literature Concerning Odors, Ammonia, and Dust from Broiler Production Facilities: 4 Remedial Management Practices. Journal of Applied Poultry Research, 2004, 13:521-531.

Wheeler, E.F., K.D. Casey, R.S. Gates, H. Xin, J.L. Zajackowski, P.A. Topper, Y. Liang, A.J. Pescatore. 2006. Ammonia emissions from twelve US broiler chicken houses. Transactions of the ASABE, Vol. 49(5): 1495-1512.



## **Deel 2: Beschrijving, ammoniakemissie en kosten perspectievolle systemen**

# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding

In het Besluit huisvesting is aangekondigd dat maximale emissiewaarden regelmatig zullen worden herzien voor de opgenomen diercategorieën in de veehouderij en dat voor niet opgenomen categorieën zal worden nagegaan of maximale emissiewaarden kunnen worden vastgesteld. Voor het bepalen van deze waarden worden de Best Beschikbare Technieken (BBT) als uitgangspunt genomen. BBT is zodanig beschreven in de Wet milieubeheer dat de technische haalbaarheid in combinatie met economische betaalbaarheid grotendeels bepalen of een techniek als BBT kan worden aangemerkt. Op Europees niveau zijn in het kader van de IPPC-richtlijn door de Europese Commissie BBT-referentiedocumenten vastgesteld (BREF) voor verschillende industriële sectoren. Voor de veehouderij zijn deze enkel vastgesteld voor de pluimvee- en varkenshouderij omdat alleen in deze sectoren veehouderijbedrijven vanaf een gegeven omvang onder de IPPC-richtlijn vallen. Net als in het Besluit huisvesting worden de BREF's regelmatig herzien. De herziening van de BREF voor de intensieve pluimvee- en varkenshouderij die voor het eerst is opgesteld in juli 2003, is gestart in 2008. Gegeven deze achtergrond heeft het Ministerie van VROM (VROM) opdracht verstrekt aan de Animal Sciences Group van Wageningen UR (ASG) om voorstellen te doen voor het vaststellen van maximale emissiewaarden ten aanzien van diercategorieën die nog niet in het Besluit huisvesting zijn opgenomen en voor de aanscherping van de bestaande maximale emissiewaarden. In een aparte tussenrapportage is een voorselectie gemaakt van systemen die kunnen worden toegepast bij sectoren die nog niet zijn genoemd in het Besluit huisvesting en waarop een grenswaarde kan worden gebaseerd. In het rapport dat voor u ligt, worden de economische aspecten in de vorm van investeringen en jaarlijkse kosten beschreven van de geselecteerde systemen.

## 1.2 Doelstelling

In dit rapport worden de investeringen en de jaarkosten van de geselecteerde BBT-systemen voor de kleine sectoren weergegeven.

In overleg met het ministerie van VROM is gekozen voor de volgende sectoren:

- vleeskalveren (zowel wit- als rosé-vlees)
- opfok leghennen
- opfok vleeskuikenouderdieren
- vleeskalkoenen
- nertsen.

## 1.3 Werkwijze / leeswijzer

Voor de verschillende diercategorieën zoals in 1.2 genoemd, worden in dit rapport meerdere systemen beschreven die in aanmerking zouden kunnen komen als BBT. De indeling in het rapport vindt ook plaats op diercategorie en vervolgens worden per categorie de systemen behandeld. In hoofdstuk 2 worden een aantal definities en uitgangspunten voor vleeskalveren en pluimvee beschreven.

In hoofdstuk 3 staan de investeringskosten en jaarkosten van de systemen voor vleeskalveren. Hierbij gaat het om extra investeringen en jaarkosten, die bovenop de kosten voor standaardstallen komen.

Voor pluimvee staan deze kosten beschreven in hoofdstuk 4. De bedragen in deze beide hoofdstukken zijn gebaseerd op informatie van leveranciers in het jaar 2009.

Hoofdstuk 5 bevat een samenvattende tabel met alle bedragen voor investeringen en jaarkosten, zodat de lezer in een oogopslag de kosten van de verschillende systemen met elkaar kan vergelijken.

## 2 Definities en uitgangspunten

Voor het maken van kostenvergelijkingen is het noodzakelijk om de uitgangspunten zorgvuldig kiezen. Hiermee is het vergelijken van ongelijksoortige zaken te vermijden. Tevens is het goed om schijnnaauwkeurigheid te voorkomen. De genoemde investeringsbedragen zijn dan ook indicaties. De volgende uitgangspunten zijn gehanteerd bij de berekeningen van de jaarkosten van de diverse huisvestingssystemen. De berekeningen zijn uitgewerkt in hoofdstuk 3 en 4.

### 2.1 Huisvesting

Voor het verkrijgen van vergelijkbare investeringsbedragen zijn voor de diverse diergroepen en huisvestingssystemen beschrijvingen gemaakt van wat op dit moment de meest voorkomende situatie is: de standaardstallen. Dat wil zeggen dat als er een nieuwe stal gebouwd wordt, deze zeer waarschijnlijk wordt gebouwd en ingericht volgens deze beschrijvingen.

#### 2.1.1 Vleeskalveren

Er wordt uitgegaan van een volwaardig vleeskalverbedrijf met moderne stallen. Voor de witvleesproductie is dat een bedrijf met 800 dierplaatsen, gehuisvest in twee stallen met mechanische ventilatie. Voor de roséproductie is dat een bedrijf met 500 dierplaatsen, eveneens gehuisvest in twee stallen met natuurlijke ventilatie.

De belangrijkste huisvestingstechnische karakteristieken voor vleeskalveren zijn in tabel 2.1 samengevat.

**Tabel 2.1** Huisvestingstechnische karakteristieken voor vleeskalveren

|                           | Witvleeskalverenstal                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Rosévleeskalverenstal                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Stalvorm</i>           | Lengte opstelling (voergang en hokken evenwijdig met de nok;<br>400 kalveren per stal                                                                                                                                                                                                                                                | Lengte opstelling (voergang en hokken evenwijdig met de nok;<br>250 kalveren per stal                                                                                                                                                                                                                                             |
| <i>Klimaat/Ventilatie</i> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stalinhoud: 10-14 m<sup>3</sup>/dier</li> <li>• Capaciteit mechanische ventilatie per kalf 200 m<sup>3</sup>/uur</li> <li>• Stallen met mechanische ventilatie: inlaat via de deuren; uitlaat via ventilatoren in de nok</li> </ul>                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stalinhoud: 10-14 m<sup>3</sup>/dier</li> <li>• Capaciteit ventilatie per kalf 150 m<sup>3</sup>/uur (rosé); o.b.v. gespreid opleggen</li> <li>• Stallen met natuurlijke ventilatie: inlaat via zijgevel en evt. via deur(en); uitlaat via nok evt. regelbare nok (klep)</li> </ul>      |
| <i>Huisvesting</i>        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kalveren worden in individuele boxen opgevangen (80x150 cm) en mogen daarin tot maximaal 8 weken verblijven.</li> <li>• Na 8 weken groepshuisvesting op volledige roostervloer.</li> <li>• Vloeruitvoering: hard houten roostervloer.</li> <li>• Dichte stallen; geen strooisel.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kalveren worden in individuele boxen opgevangen (80x150 cm) en mogen daarin tot maximaal 8 weken verblijven.</li> <li>• Na 8 weken groepshuisvesting op volledige roostervloer.</li> <li>• Vloeruitvoering: betonnen roostervloer.</li> <li>• Dichte stallen; geen strooisel.</li> </ul> |
| <i>Oppervlakenormen</i>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 150- 220 kg; 1,7 m<sup>2</sup> per kalf</li> <li>• &gt; 220 kg; 1,8 m<sup>2</sup> per kalf; bij nieuwbouw wordt deze norm gehanteerd.</li> </ul>                                                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 150- 220 kg; 1,7 m<sup>2</sup> per kalf</li> <li>• &gt; 220 kg; 1,8 m<sup>2</sup> per kalf; bij nieuwbouw wordt deze norm gehanteerd.</li> </ul>                                                                                                                                         |
| <i>Voer/water</i>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basisrantsoen melk</li> <li>• Bijvoeren van ruwvoer in de vorm van maïs of ruwvoermix is verplicht.</li> <li>• Water voor melkbereiding moet drinkwaterkwaliteit zijn daarnaast wordt veelal drinkwater verstrekt uit eigen bron.</li> </ul>                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kalveren krijgen na een melkperiode van 10-12 weken enkelvoudige voeders, afvalproducten uit de voedingsmiddelenindustrie, krachtvoer naast maïs;</li> </ul>                                                                                                                             |

|                              | Witvleeskalverenstal                                                                                                                                                                                         | Rosé vleeskalverenstal                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Aan- en afvoer dieren</i> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kalveren worden op een leeftijd van minimaal 10 dagen (ca. 2 weken) aangevoerd.</li> <li>• Afleveren op 26 - 28 weken.</li> <li>• All in all out system.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kalveren worden op een leeftijd van minimaal 10 dagen (ca. 2 weken) aangevoerd.</li> <li>• Afleveren op 32 - 35 weken.</li> <li>• Gespreide aan en afvoer van dieren om fluctuaties in marktprijzen te kunnen opvangen.</li> </ul> |

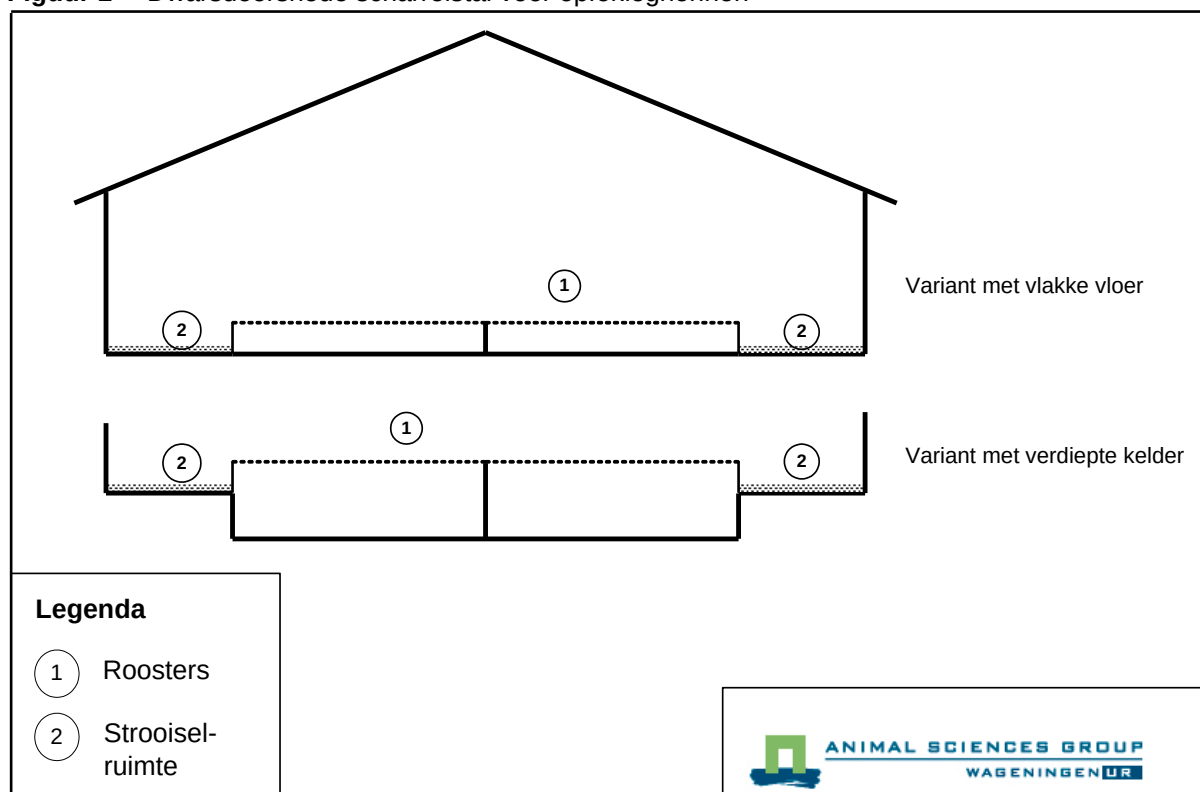
### 2.1.2 Pluimvee

In KWIN-Veehouderij van 2008/2009 is aangegeven dat één VAK 33.000 opfok vleeskuikenouderdieren kan verzorgen en één VAK 20.000 vleeskalkoenen kan verzorgen. In de kostprijsberekening 2008 is aangegeven dat één VAK 50.000 opfokhennen in een scharreelsysteem (Nivo Varia) kan verzorgen.

In tabel 2.2 staan de belangrijkste karakteristieken van de huisvesting van opfokleghennen, opfokvleeskuikenouderdieren en vleeskalkoenen weergegeven.

**Tabel 2.2** Huisvestingstechnische karakteristieken voor opfokleghennen, opfokvleeskuikenouderdieren en vleeskalkoenen

|                              | Opfokleghennen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Opfokvleeskuikenouderdieren                                                                                                                                                                 | Vleeskalkoenen                                                                                                                                                                                        |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Stalvorm</i>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stenen stallen met geïsoleerde muren en dak.</li> <li>• 25.000 dieren/stal.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stenen stallen met geïsoleerde muren en dak.</li> <li>• 11.000 dieren/stal.</li> </ul>                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stenen stallen met geïsoleerde muren en dak.</li> <li>• 10.000 dieren/stal bij opfok, daarna ca. 5.000.</li> </ul>                                           |
| <i>Klimaat/Ventilatie</i>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stallen met mechanische ventilatie: combinatie van dak- en lengteventilatie met inlaatventielen in de zijgevels.</li> <li>• Maximumventilatie volgens advies Klimaatplatform Pluimveehouderij; 3,6 m<sup>3</sup>/kg levend gewicht/uur.</li> <li>• Verwarming d.m.v. heteluchtkanonnen.</li> <li>• Klimaat automatisch geregeld m.b.v. klimaatcomputer, inclusief alarmering.</li> </ul> |                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                       |
| <i>Huisvesting</i>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gedeeltelijk strooisel, met onder roostervloer mestopslag (zie fig. 1)</li> <li>• Drinkwatervoorziening: nippels of cups</li> <li>• Voersysteem: voerpannen of voergoten</li> <li>• Verlichting: (HF-)TL</li> </ul>                                                                                                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Volledig strooisel</li> <li>• Drinkwatervoorziening: nippels of cups</li> <li>• Voersysteem: voerpannen</li> <li>• Verlichting: (HF-)TL</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Volledig strooisel</li> <li>• Drinkwatervoorziening: drinktorens of drinkgoten</li> <li>• Voersysteem: voerpannen</li> <li>• Verlichting: (HF-)TL</li> </ul> |
| <i>Oppervlakenormen</i>      | Tot 16 dieren/m <sup>2</sup> leefoppervlak (berekend op basis van binnenwerkse maten van de dierruimte).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Tot 11 dieren/m <sup>2</sup> leefoppervlak (berekend op basis van binnenwerkse maten van de dierruimte). Dit is inclusief hanen.                                                            | Tot 4 wkn leeftijd: 12 dieren/m <sup>2</sup><br>Na 4 wkn leeftijd: 5,2 hennen/m <sup>2</sup><br>3,0 hanen/m <sup>2</sup>                                                                              |
| <i>Voer/water</i>            | Voer is compleet voer volgens CVB-normen. Drinkwater uit eigen bron of waterleiding.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Voer is compleet voer volgens CVB-normen. Drinkwater uit eigen bron of waterleiding.                                                                                                        | Voer is compleet voer volgens CVB-normen. Drinkwater uit eigen bron of waterleiding.                                                                                                                  |
| <i>Aan- en afvoer dieren</i> | Aanvoer als eendagskuiken. Afleveren op ca. 15-17 weken leeftijd. Veelal all-in-all-out per bedrijf.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Aanvoer als eendagskuiken. Afleveren op ca. 18-22 weken leeftijd. Veelal all-in-all-out per bedrijf.                                                                                        | Aanvoer als eendagskuiken. Na 4 wkn worden hanen overgeplaatst naar andere stal. Hennen afgeleverd op ca. 16 weken. Hanen afgeleverd op ca. 20 weken.                                                 |

**Figuur 1** Dwarsdoorsnede scharrelstal voor opfokleghennen

## 2.2 Rente, afschrijving en onderhoud

Tenzij anders vermeld worden de in tabel 2.3 vermelde percentages rente, afschrijving en onderhoud gehanteerd. Bij berekende afschrijvingskosten mag men uitgaan van de rente van de helft van het investeringsbedrag. Aan het eind van de gebruikperiode heeft de investering een boekwaarde van € 0,00, daarom is gemiddeld het halve bedrag geïnvesteerd. Het totaal bedrag aan kosten hangt af van het totaal geïnvesteerde bedrag en van de verdeling van de investering over gebouw en inrichting.

**Tabel 2.3** Rente, afschrijving en onderhoud anno 2008

|                             | Rente<br>(%) | Afschrijving<br>(%) | Onderhoud<br>(%) | Totaal jaarlijkse<br>kosten (%) |
|-----------------------------|--------------|---------------------|------------------|---------------------------------|
| Gebouw                      | 5,3          | 4                   | 1                | 7,65                            |
| Centrale deel               | 5,3          | 8                   | 2                | 12,65                           |
| Stalinrichting/Installaties | 5,3          | 8                   | 2                | 12,65                           |
| Onvoorzien                  | 5,3          | 6                   | 2                | 10,65                           |

## 2.3 Kosten energie

Om de ammoniakemissie in de pluimveehouderij uit de stal te verlagen, past men vaak mestbeluchting toe. Een vastgestelde hoeveelheid lucht met een bepaalde minimum temperatuur wordt over of door de mest geblazen. Deze manier van drogen kost energie. Voor het berekenen van de kosten zijn de volgende prijzen uit KWIN-Veehouderij 2008-2009 aangehouden:

- Elektriciteit: gemiddelde van dag- en nachttarief van € 0,16 per kWh. Er is geen rekening gehouden met kosten van vastrecht en piekafnames.
- Aardgas: € 0,50 per m<sup>3</sup>.

In de bedragen is rekening gehouden met de REB, de belasting bij energieverbruik.

## **2.4 Subsidieregelingen**

Een aantal van de huisvestingssystemen met een lagere ammoniakemissie komen in aanmerking voor financiële regelingen. Dit zijn onder andere Vervroegde Afschrijvingen Milieu-investeringen (VAMIL), Milieu Investerings Aftrek (MIA) en Energie Investerings Aftrek (EIA). Of een bedrijf gebruik kan maken van deze regelingen is vaak afhankelijk van of er winst wordt gemaakt of niet. Om geen verkeerd beeld te creëren, is bij de investeringen en de berekening van de kosten geen rekening gehouden met deze subsidiemogelijkheden. Afhankelijk van de bedrijfssituatie kunnen de kosten voor de ammoniakreducerende systemen dus lager zijn dan berekend in dit rapport.

### 3 Investerings- en kosten van NH<sub>3</sub>-emissiebeperkende systemen vleeskalveren

In dit hoofdstuk worden de diverse systemen besproken die in de vleeskalversector ontwikkeld zijn met het doel te voldoen aan milieueisen (mest, ammoniak). Per systeem is de meerinvestering begroot ten opzichte van de standaardstal en zijn de jaarlijkse kosten berekend. De berekende jaarlijkse kosten kunnen opgeteld worden bij de jaarkosten van de standaardstal. Bij de berekeningen is uitgegaan van de methodiek, die ook in hoofdstuk 2 is beschreven. De jaarkosten bestaan uit rente over de helft van het investeringsbedrag, afschrijving en onderhoud en indien van toepassing kosten van extra energieverbruik en bij luchtwassers chemicaliëngebruik en afzet van spuiwater. Er is steeds uitgegaan van nieuwbouwsituaties, behalve waar anders aangegeven.

We wijzen er met nadruk op dat een vergelijking van systemen alleen op basis van de meerkosten eigenlijk te beperkt is. Systemen die de luchtkwaliteit verbeteren door verlaging van de gasvormige emissies vanuit de mestkelder (zoals bij mestkoeling en kelderluchtbehandeling) kunnen resulteren in een gezonder leefklimaat voor de dieren. Dit kan leiden tot verlaging van de incidentie van dierziekten (denk aan luchtwegaandoeningen, longcapaciteit en algehele weerstand) en betere technische resultaten. We hebben deze revenuen niet in de berekeningen verwerkt omdat de hoogte ervan vooralsnog moeilijk is in te schatten.

#### 3.1 Luchtwassing

##### 3.1.1 Beschrijving en emissie

Bij luchtwassers wordt de uitgaande luchtstroom geleid door een pakket dat continu wordt nat gehouden. Er zijn twee verschillende hoofdsystemen voor de wassing van stallucht:

- chemische luchtwassing; door zuur aan het water toe te voegen wordt ammoniak afgevangen en samen met het zuur omgezet in een zout
- biologische luchtwassing; bacteriën in het water en op het pakket zorgen voor de omzetting van ammoniak in nitraat en/of nitriet.

Ook een combinatie van beiden is mogelijk, wat veelal wordt toegepast bij zogenaamde combiwassers. Van een combiwasser is echter pas sprake als minimaal 70% reductie wordt gehaald in de emissie van zowel ammoniak, geur als fijn stof. In Tabel 3.1 zijn de belangrijkste verschillen tussen een biologische en een chemische wasser weergegeven.

**Tabel 3.1** Belangrijkste verschillen tussen chemische en biologische wasser

|                                                            | Chemische wasser                                                 | Combi wasser                                                     | Biologische wasser                                      |
|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Gemiddelde ammoniak-verwijdering                           | 90%                                                              | 85%                                                              | 70%                                                     |
| Gemiddelde geurverwijdering                                | ca. 30%                                                          | ≥70%                                                             | ca. 40-50%                                              |
| Spuiwaterproductie liter / kg NH <sub>3</sub> verwijdering | 30                                                               | 30                                                               | 50                                                      |
| Samenstelling spuiwater                                    | Ammoniumsulfaat oplossing (ca 15% massa%)                        |                                                                  | Waterige fractie die nitraat, nitriet en ammonium bevat |
| Chemicaliëngebruik                                         | 2,71 liter geconcentreerd zuur / kg NH <sub>3</sub> verwijdering | 2,57 liter geconcentreerd zuur / kg NH <sub>3</sub> verwijdering | n.v.t.                                                  |

##### 3.1.2 Investerings- en exploitatiekosten luchtwassing witvleeskalveren

De maximale ventilatiecapaciteit voor witvleeskalveren is 200 m<sup>3</sup> per uur. Voor een bedrijf met 1.000 dierplaatsen dienen dus luchtwassers met een capaciteit van 200.000 m<sup>3</sup> per uur geïnstalleerd te worden.

Tabel 3.2 geeft een overzicht van de benodigde investeringskosten, de exploitatiekosten en de jaarkosten van de investering voor de chemische luchtwasser voor witvleeskalveren. Voor de

afschrijving van de luchtwassers is met 10% per jaar gerekend en voor onderhoud 3%. In de exploitatiekosten zijn de energiekosten opgenomen voor het rondpompen van het waswater en ook het extra energieverbruik door de hogere tegendruk die ontstaat door de luchtwasser. Verder zijn de kosten voor aankoop van zuur en de afzet van het spuiwater in de kosten meegenomen. De kosten hiervan bedragen respectievelijk € 0,185 per kg en € 12 per m<sup>3</sup>.

**Tabel 3.2** Extra investering en jaarkosten chemische luchtwasser witvlees kalveren (800 dierplaatsen in twee stallen)

|                                      | Investering (€)<br>Excl. BTW | Jaarkosten<br>(%) | Jaarkosten (€)<br>Excl. BTW |
|--------------------------------------|------------------------------|-------------------|-----------------------------|
| Bouwkundig                           | 0                            | 7,65              | 0                           |
| Installaties                         | 104.000                      | 14,65             | 15.200                      |
| Totaal                               | 104.000                      |                   | 15.200                      |
| Totaal pdp <sup>1</sup>              | 130                          |                   | 19                          |
| Exploitatiekosten pdp <sup>1,2</sup> |                              |                   | 20                          |
| Totale kosten pdp <sup>1</sup>       |                              |                   | 39                          |

<sup>1</sup> pdp: per dierplaats

<sup>2</sup> Exploitatiekosten van een wasser bestaan uit extra energiekosten, verbruik van zuur en water en spuiafzetkosten

Tabel 3.3 geeft een overzicht van de benodigde investeringskosten, de exploitatiekosten en de jaarkosten van de investering voor de combiwasser voor witvleeskalveren.

**Tabel 3.3** Extra investering en jaarkosten combiwasser witvlees kalveren (800 dierplaatsen in twee stallen)

|                                      | Investering (€)<br>Excl. BTW | Jaarkosten<br>(%) | Jaarkosten (€)<br>Excl. BTW |
|--------------------------------------|------------------------------|-------------------|-----------------------------|
| Bouwkundig                           | 0                            | 7,65              | 0                           |
| Installaties                         | 144.000                      | 14,65             | 21.600                      |
| Totaal                               | 144.000                      |                   | 21.600                      |
| Totaal pdp <sup>1</sup>              | 180                          |                   | 27                          |
| Exploitatiekosten pdp <sup>1,2</sup> |                              |                   | 23                          |
| Totale kosten pdp <sup>1</sup>       |                              |                   | 50                          |

<sup>1</sup> pdp: per dierplaats

<sup>2</sup> Exploitatiekosten van een combiwasser bestaan uit extra energiekosten, verbruik van zuur en melasse en water en spuiafzetkosten

Tabel 3.4 geeft een overzicht van de benodigde investeringskosten, de exploitatiekosten en de jaarkosten van de investering voor de biologische luchtwasser voor witvleeskalveren.

**Tabel 3.4** Extra investering en jaarkosten biologische luchtwasser witvlees kalveren (800 dierplaatsen in twee stallen)

|                                      | Investering (€)<br>Excl. BTW | Jaarkosten<br>(%) | Jaarkosten (€)<br>Excl. BTW |
|--------------------------------------|------------------------------|-------------------|-----------------------------|
| Bouwkundig                           | 0                            | 7,65              | 0                           |
| Installaties                         | 120.000                      | 14,65             | 17.600                      |
| Totaal                               | 120.000                      |                   | 17.600                      |
| Totaal pdp <sup>1</sup>              | 150                          |                   | 22,00                       |
| Exploitatiekosten pdp <sup>1,2</sup> |                              |                   | 21,50                       |
| Totale kosten pdp <sup>1</sup>       |                              |                   | 43,50                       |

<sup>1</sup> pdp: per dierplaats

<sup>2</sup> Exploitatiekosten van een biologische wasser bestaan uit extra energiekosten, verbruik van water en spuiafzetkosten



### 3.1.3 Investerings- en exploitatiekosten luchtwassing rosékalveren

Voor luchtwassing wordt uitgegaan van mechanische ventilatie. Daarom worden ook de kosten voor ombouw van natuurlijke naar mechanische ventilatie ingeschat. Deze worden apart vermeld en zijn in tabel 3.5-3.7 nog niet meegenomen.

De maximale ventilatiecapaciteit voor rosé vleeskalveren is 300 m<sup>3</sup> per uur. Omdat meestal gespreid opgelegd wordt, volstaat een gemiddelde ventilatiecapaciteit van 150 m<sup>3</sup> per uur. Voor een bedrijf met 600 dierplaatsen dienen dus luchtwassers met een capaciteit van 90.000 m<sup>3</sup> per uur geïnstalleerd te worden.

Tabel 3.5 geeft een overzicht van de benodigde investeringskosten, de exploitatiekosten en de jaarkosten van de investering voor de chemische luchtwasser voor rosévleeskalveren.

**Tabel 3.5** Extra investering en jaarkosten chemische luchtwasser rosé kalveren (500 dierplaatsen in 2 stallen)

|                                      | Investering (€)<br>Excl. BTW | Jaarkosten<br>(%) | Jaarkosten (€)<br>Excl. BTW |
|--------------------------------------|------------------------------|-------------------|-----------------------------|
| Bouwkundig                           | 0                            | 7,65              | 0                           |
| Installaties                         | 49.200                       | 14,65             | 7.100                       |
| Totaal                               | 49.200                       |                   | 7.100                       |
| Totaal pdp <sup>1</sup>              | 98                           |                   | 14                          |
| Exploitatiekosten pdp <sup>1,2</sup> |                              |                   | 16                          |
| Totale kosten pdp <sup>1</sup>       |                              |                   | 30                          |

<sup>1</sup> pdp: per dierplaats

<sup>2</sup> Exploitatiekosten van een wasser bestaan uit extra energiekosten, verbruik van zuur en water en spuiafzetkosten

Tabel 3.6 geeft een overzicht van de benodigde investeringskosten, de exploitatiekosten en de jaarkosten van de investering voor de combiwasser voor rosévleeskalveren.

**Tabel 3.6** Extra investering en jaarkosten combiwasser rosé kalveren (500 dierplaatsen in twee stallen)

|                                      | Investering (€)<br>Excl. BTW | Jaarkosten<br>(%) | Jaarkosten (€)<br>Excl. BTW |
|--------------------------------------|------------------------------|-------------------|-----------------------------|
| Bouwkundig                           | 0                            | 7,65              | 0                           |
| Installaties                         | 60.000                       | 14,65             | 8.900                       |
| Totaal                               | 60.000                       |                   | 8.900                       |
| Totaal pdp <sup>1</sup>              | 120                          |                   | 18                          |
| Exploitatiekosten pdp <sup>1,2</sup> |                              |                   | 18                          |
| Totale kosten pdp <sup>1</sup>       |                              |                   | 36                          |

<sup>1</sup> pdp: per dierplaats

<sup>2</sup> Exploitatiekosten van een combiwasser bestaan uit extra energiekosten, verbruik van zuur en water en spuiafzetkosten

Tabel 3.7 geeft een overzicht van de benodigde investeringskosten, de exploitatiekosten en de jaarkosten van de investering voor de biologische luchtwasser voor rosévleeskalveren.

**Tabel 3.7** Extra investering en jaarkosten biologische luchtwasser rosé kalveren (500 dierplaatsen in twee stallen)

|                                      | Investering (€)<br>Excl. BTW | Jaarkosten<br>(%) | Jaarkosten (€)<br>Excl. BTW |
|--------------------------------------|------------------------------|-------------------|-----------------------------|
| Bouwkundig                           | 0                            | 7,65              | 0                           |
| Installaties                         | 50.000                       | 14,8              | 7.400                       |
| Totaal                               | 50.000                       |                   | 7.400                       |
| Totaal pdp <sup>1</sup>              | 100                          |                   | 15                          |
| Exploitatiekosten pdp <sup>1,2</sup> |                              |                   | 16                          |
| Totale kosten pdp <sup>1</sup>       |                              |                   | 31                          |

<sup>1</sup> pdp: per dierplaats<sup>2</sup> Exploitatiekosten van een biologische wasser bestaan uit extra energiekosten, verbruik van water en spuiafzetkosten

### *Meerkosten van mechanische ventilatie*

Bij rosé kalveren is veelal sprake van natuurlijke ventilatie. Hiervoor zijn de kosten van wassers voor rosé kalveren weergegeven indien reeds mechanische ventilatie in de stallen zou worden toegepast. De extra investering van mechanische ventilatie ten opzichte van natuurlijke ventilatie bedraagt naar schatting €30 per dierplaats, waarbij de jaarkosten €12 zijn. Naast extra investeringen in ventilatoren, ventilatiekanalen en klimaatregelapparatuur, zijn er ook extra operationele kosten van mechanische ventilatie ten opzichte van natuurlijke ventilatie. Dit vooral in de vorm van verbruikte elektriciteit.

## **3.2 Kelderluchtbehandeling**

### *3.2.1 Beschrijving*

Bij kelderluchtbehandeling wordt lucht uit de kelders onder de hokken afgezogen en via een luchtwasser naar buiten afgevoerd. Het gaat hierbij om een constante hoeveelheid lucht, slechts een deel van de totale benodigde ventilatiecapaciteit.

Met kelderluchtbehandeling in vleeskalverstallen is nog vrijwel geen ervaring opgedaan. Recentelijk is een eerste pilot in een mechanisch geventileerde vleeskalverstal beschreven waarbij tijdens een mestronde in het voorjaar en zomer geëxperimenteerd is (Smits et al., 2008). Onder koudere omstandigheden zijn nog geen praktijkervaringen bekend. De uitvoering van een kelderluchtafzuig- en wassysteem kan wellicht nog geoptimaliseerd worden. De hier beschreven uitvoering en kosten zijn daarom slechts indicatief bedoeld.

Bij kelderluchtbehandeling wordt een beperkte luchtwascapaciteit geïnstalleerd. Bij witvleeskalveren is dit 40 m<sup>3</sup> per uur en voor een bedrijf met 1.000 dierplaatsen dienen dus luchtwassers met een capaciteit van 40.000 m<sup>3</sup> per uur geïnstalleerd te worden.

### *3.2.2 Emissie*

Omdat niet alle lucht uit de stal wordt behandeld in een wasser, zal niet het verwijderingsrendement van de wasser worden gehaald. Op basis van het eerder genoemde onderzoek lijkt een reductie van 40% haalbaar bij witvleeskalveren. Bij rosé vleeskalveren is de verwachting dat de reductie kan oplopen tot 65%

### *3.2.3 Investerings- en exploitatiekosten*

Tabel 3.8 geeft een overzicht van de benodigde investeringskosten, de exploitatiekosten en de jaarkosten van de investering voor de kelderluchtbehandeling bij witvleeskalveren. Voor de afschrijving van de luchtwassers is met 10% per jaar gerekend en voor onderhoud 3%. In de exploitatiekosten zijn de energiekosten opgenomen voor het rondpompen van het waswater en ook het extra energieverbruik door de hogere tegendruk die ontstaat door de luchtwasser. Verder zijn de kosten voor aankoop van zuur en de afzet van het spuiwater in de kosten meegenomen. Deze laatste kosten bedragen € 12 per m<sup>3</sup>.

**Tabel 3.8** Extra investering en jaarkosten kelderluchtbehandeling witvleeskalveren (800 dierplaatsen in twee stallen)

|                                    | Investering (€)<br>Excl. BTW | Jaarkosten<br>(%) | Jaarkosten (€)<br>Excl. BTW |
|------------------------------------|------------------------------|-------------------|-----------------------------|
| Bouwkundig                         | 0                            | 7,65              | 0                           |
| Installaties                       | 28.400                       | 13,9              | 3.950                       |
| Totaal                             | 28.400                       |                   | 3.950                       |
| Totaal pdp <sup>1</sup>            | 36                           |                   | 5                           |
| Exploitatiekosten pdp <sup>1</sup> |                              |                   | 6,50                        |
| Totale kosten pdp <sup>1</sup>     |                              |                   | 11,50                       |

<sup>1</sup> pdp: per dierplaats

Tabel 3.9 geeft een overzicht van de benodigde investeringskosten, de exploitatiekosten en de jaarkosten van de investering voor de kelderluchtbehandeling bij rosé vleeskalveren.

**Tabel 3.9** Extra investering en jaarkosten kelderluchtbehandeling rosé kalveren (500 dierplaatsen in twee stallen)

|                                    | Investering (€)<br>Excl. BTW | Jaarkosten<br>(%) | Jaarkosten (€)<br>Excl. BTW |
|------------------------------------|------------------------------|-------------------|-----------------------------|
| Bouwkundig                         | 0                            | 7,65              | 0                           |
| Installaties                       | 13.700                       | 14,0              | 1.900                       |
| Totaal                             | 13.700                       |                   | 1.900                       |
| Totaal pdp <sup>1</sup>            | 27                           |                   | 4                           |
| Exploitatiekosten pdp <sup>1</sup> |                              |                   | 5                           |
| Totale kosten pdp <sup>1</sup>     |                              |                   | 9                           |

<sup>1</sup> pdp: per dierplaats

Als bij kelderluchtbehandeling mechanische ventilatie verplicht zou worden, geldt ook hiervoor de extra investering in mechanische ventilatie ten opzichte van natuurlijke ventilatie van naar schatting € 30 per dierplaats, waarbij de jaarkosten € 12 zijn.

### 3.3 Koeling van mest

#### 3.3.1 Beschrijving

Het ontstaan van ammoniak in mest is onder andere afhankelijk van de temperatuur van de mest. Bij lagere temperaturen zijn de bacteriën die de ammoniak vormen minder actief. Door de mest te koelen kan de vorming en daarmee de emissie van ammoniak worden afgeremd. Hiervoor worden lamellen in de mest opgehangen, die in totaal een groter oppervlak hebben dan het mestoppervlak in de kelder. Door de lamellen wordt koud water gepompt waardoor de mest wordt gekoeld. Het opgewarmde water is eventueel te gebruiken voor de opwarming van water voor de melkbereiding. Het maximaal emitterend oppervlak bij witvleeskalveren is 1,8 m<sup>2</sup> per dierplaats. Bij 150% koeloppervlak is de totale oppervlakte bij 1.000 dierplaatsen 2.700 m<sup>2</sup>.

#### 3.3.2 Emissie

Op basis van de ervaringen in de varkenshouderij is de inschatting dat door het koelen van de mest er een reductie kan worden gerealiseerd van ca. 40%.

#### 3.3.3 Investerings- en exploitatiekosten

Tabel 3.10 geeft een overzicht van de benodigde investeringskosten, de exploitatiekosten en de jaarkosten van de investering voor de koeling van mest bij witvleeskalveren. Voor de afschrijving van de lamellen/koelementen is met 10% per jaar gerekend en voor onderhoud 1%.

**Tabel 3.10** Extra investering en jaarkosten mestkoeling witvleeskalveren (800 dierplaatsen in twee stallen)

|                                    | Investering (€)<br>Excl. BTW | Jaarkosten<br>(%) | Jaarkosten (€)<br>Excl. BTW |
|------------------------------------|------------------------------|-------------------|-----------------------------|
| Bouwkundig                         | 0                            | 7,65              | 0                           |
| Installaties                       | 104.700                      | 13,65             | 14.300                      |
| Totaal                             | 104.700                      |                   | 14.300                      |
| Totaal pdp <sup>1</sup>            | 131                          |                   | 18                          |
| Exploitatiekosten pdp <sup>1</sup> |                              |                   | 5                           |
| Totale kosten pdp <sup>1</sup>     |                              |                   | 23                          |

<sup>1</sup> pdp: per dierplaats

Tabel 3.11 geeft een overzicht van de benodigde investeringskosten, de exploitatiekosten en de jaarkosten van de investering voor de mestkoeling met warmteterugwinning bij witvleeskalveren.

**Tabel 3.11** Extra investering en jaarkosten mestkoeling met warmteterugwinning witvleeskalveren (800 dierplaatsen in twee stallen)

|                                | Investering (€)<br>Excl. BTW | Jaarkosten<br>(%) | Jaarkosten (€)<br>Excl. BTW |
|--------------------------------|------------------------------|-------------------|-----------------------------|
| Bouwkundig                     | 0                            | 7,65              | 0                           |
| Installaties                   | 132.700                      | 14,5              | 19.300                      |
| Totaal                         | 132.700                      |                   | 19.300                      |
| Totaal pdp <sup>1</sup>        | 166                          |                   | 24                          |
| Energiekosten pdp <sup>1</sup> |                              |                   | -2,0                        |
| Totale kosten pdp <sup>1</sup> |                              |                   | 22                          |

<sup>1</sup> pdp: per dierplaats

Koeling van mest en warmteterugwinning kunnen in aanmerking komen voor subsidie- en belastingfaciliteiten. Daar is in bovenstaande tabellen geen rekening mee gehouden omdat deze faciliteiten jaarlijks herzien kunnen worden en bovendien de belastingteruggave alleen mogelijk is als het bedrijf winst voor belastingen heeft gemaakt. De hoogte van de winst verschilt tussen bedrijven en jaren. Per individuele ondernemer zal de aantrekkelijkheid van een maatregel in dit licht afgewogen moeten worden.

## 4 Emissie, investeringen en kosten van NH<sub>3</sub>-emissiebeperkende systemen pluimvee

In dit hoofdstuk worden de diverse systemen besproken die in de pluimveesector ontwikkeld zijn met het doel te voldoen aan milieueisen (mest, ammoniak). Van elk systeem is een korte beschrijving gegeven, waarbij is aangegeven waarop het systeem is gebaseerd. Op basis van de beschrijving is een inschatting gemaakt van de emissie van ammoniak<sup>4</sup>. Per systeem is verder de meerinvestering begroot ten opzichte van de standaardstal en zijn de jaarlijkse kosten berekend. De berekende jaarlijkse kosten kunnen opgeteld worden bij de jaarkosten van de standaardstal. Bij de berekeningen is uitgegaan van de methodiek, die ook in hoofdstuk 2 en 3 is gebruikt. De jaarkosten bestaan uit halve rente van het investeringsbedrag, afschrijving en onderhoud en indien van toepassing kosten van extra energieverbruik. Er is steeds uitgegaan van nieuwbouwsituaties, behalve waar anders aangegeven.

We wijzen er met nadruk op dat een vergelijking van systemen alleen op basis van de kosten van de duurzame productiemiddelen te beperkt is. Dat geldt zéker voor systemen die ingrijpend afwijken van het traditionele huisvestingssysteem. We kozen toch voor deze benadering omdat deze kosten tamelijk zeker zijn. Opbrengsten van hennen of vlees fluctueren in de loop van de tijd. Dat maakt vergelijken bijzonder moeilijk. Voor overige uitgangspunten zie hoofdstuk 3.

### 4.1 Perfosysteem bij opfokleghennen

#### 4.1.1 Beschrijving

Dit systeem is ontwikkeld bij leghennen. Bij het perfosysteem is in de mestput onder de roosters op circa 10 cm boven de keldervloer een geperforeerde schijnvloer aangebracht. De vloer bestaat uit platen met voldoende draagkracht die los naast elkaar liggen. Men kan de platen gebruiken voor het verwijderen van de mest aan het eind van de ronde. De openingen in de schijnvloer hebben een diameter van 2 tot 3 mm, de totale doorlaatoppervlakte is minimaal 20% van de totale oppervlakte van de keldervloer. Bij leghennen wordt het gedeelte van de mestkelder onder de legnesten niet gebruikt als mestopslag, maar als aanvoerkanaal voor de lucht die onder de schijnvloer wordt geblazen. Ventilatoren zorgen voor de aanvoer van warme lucht boven uit de stal. De ventilatoren zijn verdeeld over de lengte van de stal. De geïnstalleerde capaciteit is 4,5 m<sup>3</sup>/uur/hen bij 90 Pa tegendruk. Deze capaciteit wordt niet continu gebruikt. Het werkelijke debiet is afhankelijk van de hoeveelheid mest in de put. Uit ervaringen in de praktijk bij leghennen blijkt dat gemiddeld over een legronde de beluchting op 30% van de geïnstalleerde capaciteit draait.

Het systeem kan ook worden toegepast in een stal waar geen verdiepte put aanwezig is onder de roosters voor de mestopvang. De vloer in de stal is dan volledig vlak. Om alle geproduceerde mest van een hele ronde op te kunnen slaan, moet tussentijds de mest vlak worden geschoven naar het midden van de roostervloer.

In figuur 2 staat het principe van deze techniek.

Voor opfokhennen zal het systeem ten aanzien van de aanvoer van de lucht en de beluchtingcapaciteit moeten worden aangepast. De beluchtingcapaciteit in dezelfde verhouding als bij andere systemen waar beluchting van de mest aanwezig is. De geïnstalleerde capaciteit zou dan 2,6 m<sup>3</sup>/dier/uur moeten zijn.

Voor de aanvoer van de lucht naar de ruimte onder de roosters zijn verschillende mogelijkheden aanwezig. Dit kan door een soort tunnel te maken in het midden van de kelder in de lengterichting van de stal. Een andere mogelijkheid is tunnels te maken langs beide zijden van de mestkelder en de lucht van twee kanten aan te voeren. Welke van de twee de beste is zal uit de praktijk moeten blijken.

<sup>4</sup> Hierbij moet worden opgemerkt dat de emissiefactor in de Rav voor opfokvleeskuikenouderdieren een berekende waarde is en geen gemeten. Vraag is of deze afgeleide waarde mag worden gebruikt om emissiefactoren voor reducerende systemen op te baseren.

#### 4.1.2 Emissie

Voor het bepalen van de emissiefactor kan worden aangesloten bij de eerder toegepaste methodiek van omrekening op basis van een vaste verhouding ten opzichte van hetzelfde systeem bij leghennen. Deze methode is bij nagenoeg alle systemen voor opfokleghennen toegepast. De gehanteerde verhouding is o.a. gebaseerd op de lengte van de opfokperiode, de voeropname, de voersamenstelling en de mestproductie. Uitgaande van een emissiefactor bij leghennen van 0,110 kg NH<sub>3</sub>/dierplaats/jaar bij leghennen en een verhoudingsfactor van 0,54 wordt de emissiefactor voor het perfosysteem bij opfokleghennen 0,059 kg NH<sub>3</sub>/dierplaats/jaar.

#### 4.1.3 Investerings- en exploitatiekosten opfokleghennen

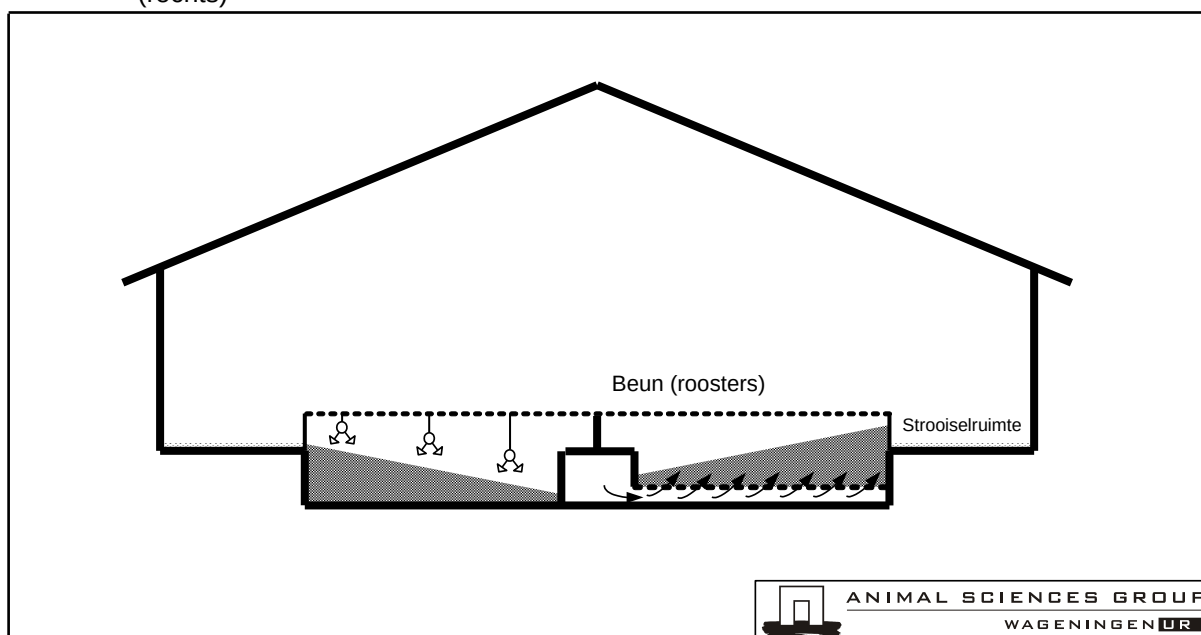
De extra investeringen en jaarkosten voor het toepassen van het perfosysteem bij opfokleghennen staan in tabel 4.1.

**Tabel 4.1** Extra investering en jaarkosten perfosysteem bij opfok scharrelhennen (50.000 dierplaatsen in twee stallen)

|                                | Investering (€)<br>Excl. BTW | Jaarkosten<br>(%) | Jaarkosten (€)<br>Excl. BTW |
|--------------------------------|------------------------------|-------------------|-----------------------------|
| <i>Verdiepte put</i>           |                              |                   |                             |
| Bouwkundig                     | 113.000                      | 7,65              | 7.350                       |
| Installaties                   | 15.000                       | 12,65             | 1.575                       |
| Totaal                         | 128.000                      |                   | 8.920                       |
| Totaal pdp <sup>1</sup>        | 2,56                         |                   | 0,18                        |
| Energiekosten pdp <sup>1</sup> |                              |                   | 0,12                        |
| Totale kosten pdp <sup>1</sup> |                              |                   | 0,30                        |
| <i>Vlakke vloer</i>            |                              |                   |                             |
| Bouwkundig                     | 56.000                       | 7,65              | 3.640                       |
| Installaties                   | 15.000                       | 12,65             | 1.575                       |
| Totaal                         | 71.000                       |                   | 5.215                       |
| Totaal pdp <sup>1</sup>        | 1,42                         |                   | 0,10                        |
| Energiekosten pdp <sup>1</sup> |                              |                   | 0,11                        |
| Totale kosten pdp <sup>1</sup> |                              |                   | 0,21                        |

<sup>1</sup> pdp: per dierplaats

**Figuur 2** Doorsnede stal met twee systemen: beluchting onder de beun (links) en een perfovloer (rechts)



## 4.2 Buizen onder de beun bij opfokleghennen

### 4.2.1 Beschrijving

Bij dit systeem zijn voor de beluchting van de mest onder de roostervloer (beun) PVC-buizen of plastic slangen opgehangen. In de onderste helft van de buizen of slangen zitten gaten. Aan de kopeinden van of halverwege de dierruimte wordt lucht in de slangen of buizen geblazen. De lucht wordt aangezogen door een warmtewisselaar of een luchtmengkast. Er kan dus verse lucht van buiten, stallucht of menglucht worden gebruikt voor de droging. Bij de uitvoering voor leghennen is de capaciteit 1,2 m<sup>3</sup>/uur/hen met een minimale temperatuur van 20 °C.

Het geheel is eenvoudig uit de stal te verwijderen als men de mest uit de stal haalt. Een volledig vlakke vloer is minder geschikt bij dit systeem, omdat er veel mestopslagcapaciteit verloren gaat door de buizen of slangen onder de roosters, maar is wel toepasbaar. In figuur 2 staat het principe van deze techniek weergegeven.

Voor de toepassing bij opfokleghennen is alleen een aanpassing van de capaciteit nodig. In verhouding met de andere systemen die zowel bij leghennen als bij opfokleghennen worden toegepast, komt de capaciteit op 0,7 m<sup>3</sup>/dier/uur. De temperatuur kan op 20 °C blijven gehandhaafd.

### 4.2.2 Emissie

Uitgaande van de emissie van 0,125 kg NH<sub>3</sub>/dierplaats/jaar bij leghennen en de vaste verhouding tussen leghennen en opfokleghennen voor het berekenen van de ammoniakemissie komt de emissie bij opfokleghennen uit op 0,068 kg NH<sub>3</sub>/dierplaats/jaar.

### 4.2.3 Investerings- en exploitatiekosten opfokleghennen

Voor het systeem met de beluchting van bovenaf, staan de extra investeringen en jaarkosten in tabel 4.2.

**Tabel 4.2** Extra investering en jaarkosten beluchting van bovenaf bij opfok scharrelhennen (50.000 dierplaatsen in twee stallen)

|                                | Investing (€)<br>Excl. BTW | Jaarkosten<br>(%) | Jaarkosten (€)<br>Excl. BTW |
|--------------------------------|----------------------------|-------------------|-----------------------------|
| Bouwkundig                     | 0                          | 7,65              | 0                           |
| Installaties                   | 50.000                     | 12,65             | 6.325                       |
| Totaal                         | 50.000                     |                   | 6.325                       |
| Totaal pdp <sup>1</sup>        | 1,00                       |                   | 0,13                        |
| Energiekosten pdp <sup>1</sup> |                            |                   | 0,23                        |
| Totale kosten pdp <sup>1</sup> |                            |                   | 0,35                        |

<sup>1</sup> pdp: per dierplaats

## 4.3 Stal met twee verdiepingen met mestbanden onder de roosters bij opfokleghennen

### 4.3.1 Beschrijving

De stal heeft twee of meer verdiepingen met dezelfde inrichting. De onderste verdieping is over de hele oppervlakte voorzien van een betonvloer. Tussen de verdiepingen zit een warmtegeleidende vloer. Onder de roosters zijn mestbanden geplaatst, waarmee de mest minimaal tweemaal per week wordt afgevoerd. De verdiepingen zijn voorzien van een eigen klimaatbeheersingssysteem. Voor een indruk van dit systeem, zie figuur 3.

#### 4.3.2 Emissie

De emissie van dit systeem bij leghennen is 0,068 kg NH<sub>3</sub>/dierplaats/jaar. Op basis van de omrekenfactor van 0,054 wordt de emissie bij opfokleghennen 0,037 kg NH<sub>3</sub>/dierplaats/jaar.

#### 4.3.3 Investerings- en exploitatiekosten opfokleghennen

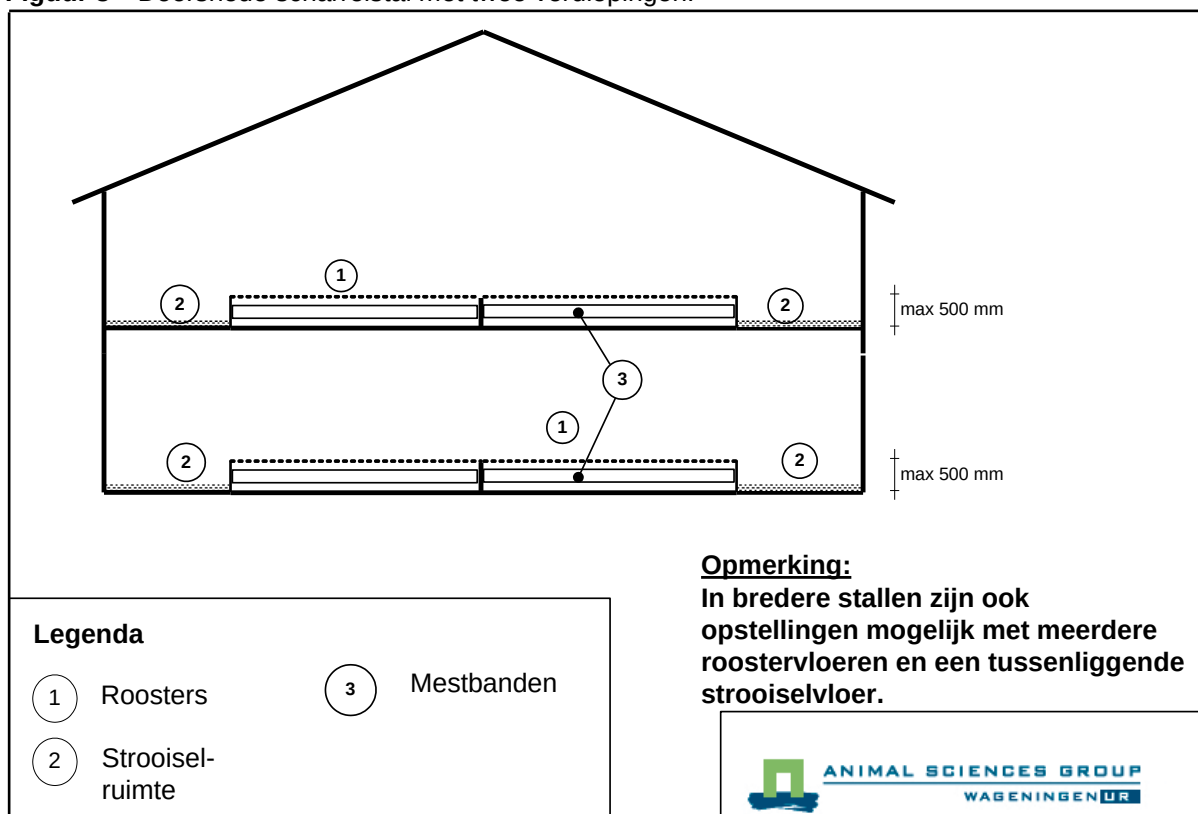
De investeringen en jaarkosten voor een scharrelstal in twee verdiepingen met mestbanden staan in tabel 4.3. De investeringen in gebouw en inventaris hebben een andere verhouding dan die voor een traditionele scharrelstal. De totale investering ligt iets lager dan voor de traditionele scharrelstal. Doordat de percentages voor afschrijving en onderhoud voor de onderdelen anders zijn en de mestbanden voor extra elektra verbruik zorgen, komen de totale jaarlijkse kosten op een iets hoger niveau te liggen voor de twee verdiepingenstal met mestbanden.

**Tabel 4.3** Investering en jaarkosten stal met twee verdiepingen scharrelhuisvesting met mestbanden bij opfokleghennen

|                                    | Investering (€)<br>Excl. BTW | Jaarkosten<br>(%) | Jaarkosten (€)<br>Excl. BTW |
|------------------------------------|------------------------------|-------------------|-----------------------------|
| Bouwkundig                         | 554.000                      | 7,65              | 42.400                      |
| Centrale voorzieningen             | 11.000                       | 12,65             | 1.400                       |
| Installaties en inrichting         | 218.000                      | 12,65             | 27.600                      |
| Totaal                             | 783.000                      |                   | 71.400                      |
| Totaal pdp <sup>1</sup>            | 15,66                        |                   | 1,43                        |
| Energiekosten pdp <sup>1</sup>     |                              |                   | 0,02                        |
| Totale kosten pdp <sup>1</sup>     |                              |                   | 1,45                        |
| Extra t.o.v. traditioneel scharrel | -0,18                        |                   | 0,09                        |

<sup>1</sup> pdp: per dierplaats

**Figuur 3** Doorsnede scharrelstal met twee verdiepingen.





#### 4.4 Mixluchtventilatie voor opfok vleeskuikenouderdieren en vleeskalkoenen

##### 4.4.1 Beschrijving

Bij mixluchtventilatie worden kokers voorzien van een ventilator verticaal opgehangen in de stal (zie figuur 4). Onderaan de koker zit een spreidplaat die zorgt dat de lucht horizontaal wordt verdeeld over het strooisel. Afhankelijk van de grootte van de opening tussen koker en plaat gaat de lucht meer of minder horizontaal. Door continu (stal)lucht te blazen over het strooisel droogt de geproduceerde mest en wordt ammoniakvorming vermindert.

Voor de toepassing bij opfokvleeskuikenouderdieren en vleeskalkoenen wordt uitgegaan van de beschrijving zoals die is opgesteld voor vleeskuikens. De onderkant van de spreidplaat mag maximaal 1,2 meter boven de vloer komen. De ventilator is toerengeregeld met behulp van een frequentieregelaar. Het debiet van de koker is daarmee instelbaar van 0 tot 100%, afhankelijk van de leeftijd van de dieren. Er is één koker per maximaal 150 m<sup>2</sup> nodig. De capaciteit van de ventilator bij vleeskuikens is minimaal 1,8 m<sup>3</sup>/dier/uur bij een tegendruk van 0 Pa. Omgerekend op basis van het aantal dieren per m<sup>2</sup> moet de capaciteit bij opfokvleeskuikenouderdieren minimaal 3,6 m<sup>3</sup>/uur zijn en bij vleeskalkoenen minimaal 9,9 m<sup>3</sup>/uur.

De hoogte waarop de kokers hangen kan eenvoudig worden veranderd. De kokers worden in de lengterichting van de stal in één lijn opgehangen en in de dwarsrichting om en om. Hiermee is beïnvloeding van de luchtstromen van de lucht uit de kokers onderling zoveel mogelijk voorkomen. Om het energieverbruik te beperken is op de plaat een conus aangebracht en is de koker voorzien van in- en uitstroomranden.

Het mixluchtventilatiesysteem kan ook eenvoudig in bestaande stallen worden toegepast, mits de dakconstructie voldoende sterk is om het extra gewicht te kunnen dragen. De bediening van het systeem is eenvoudig, omdat er een lineaire toename is van het debiet met de leeftijd van de dieren. Een mogelijk nadeel kan zijn dat door de continue luchtbeweging stof steeds opnieuw in beweging wordt gebracht, met daardoor mogelijk een hogere stofconcentratie. Hiervan zijn echter nog geen metingen beschikbaar. Verder geeft het systeem een toename van het energieverbruik doordat de ventilatoren tijdens de hele ronde aan staan. Mogelijk dat de verwarmingskosten lager worden door het naar beneden brengen van de warme lucht boven uit de stal.

**Figuur 4** Mixluchtventilatiesysteem in een vleeskuikenstal



#### 4.4.2 Emissie

Het mixluchtventilatiesysteem geeft bij vleeskuikens een reductie van bijna 54% (0,037 versus 0,080 kg NH<sub>3</sub>/dierplaats/jaar). Zonder metingen is moeilijk in te schatten of het systeem deze reductie ook haalt bij opfokvleeskuikenouderdieren en vleeskalkoenen. Vooral de langere groeiperiode speelt hierbij een rol. Bij opfokvleeskuikenouderdieren is deze ongeveer 18 weken, bij vleeskalkoenhennen 16 weken en bij vleeskalkoenhanen 21 weken. Dit ten opzichte van een groeiperiode van 6 weken bij vleeskuikens. Verder spelen voersamenstelling (eiwitgehalte), mestproductie en drogestofgehalte van de mest ook een rol. Op basis van de voer- en eiwitopname en mest en N-excretie zal bij toepassing van mixluchtventilatie bij opfokvleeskuikenouderdieren en vleeskalkoenen een vergelijkbare invloed zijn op de ammoniakemissie. Voor opfokvleeskuikenouderdieren wordt de emissie dan 0,135 kg NH<sub>3</sub>/dierplaats/jaar<sup>5</sup> en voor vleeskalkoenen 0,367 kg NH<sub>3</sub>/dierplaats/jaar.

#### 4.4.3 Investerings- en exploitatiekosten opfok vleeskuikenouderdieren

##### Uitgangspunten (excl. BTW)

Bij het mixluchtventilatiesysteem zijn er extra investeringen van € 21,00 per m<sup>2</sup> voor de inventaris. Voor een bedrijf met 33.000 opfok ouderdieren (11 dieren/m<sup>2</sup>) betekent dit een extra investering van € 64.000,- voor het mixluchtventilatiesysteem.

Het mixluchtventilatiesysteem kost extra energie. De elektriciteitskosten stijgen met 7,5 cent per opgehoofd dier, wat deels gecompenseerd kan worden door een mogelijke besparing op de verwarmingskosten van 5,0 cent pok.

Op basis van bedrijfsbezoeken is gebleken dat het bij het mixluchtventilatiesysteem niet aannemelijk is dat er betere resultaten kunnen worden behaald in vergelijking met traditioneel. Om deze reden is bij de (kostprijs)berekeningen voor het mixluchtventilatiesysteem alleen gerekend met een vergelijkbaar resultaat als in de standaardstal. De resultaten van de berekeningen staan in tabel 4.4.

**Tabel 4.4** Extra investeringen en jaarkosten mixluchtventilatiesysteem bij opfok vleeskuikenouderdieren (bedragen excl. BTW)

|                                | Investering (€)<br>Excl. BTW | Jaarkosten<br>(%) | Jaarkosten (€)<br>Excl. BTW |
|--------------------------------|------------------------------|-------------------|-----------------------------|
| Bouwkundig                     |                              | 7,65              |                             |
| Installaties                   | 64.000                       | 12,65             | 9.400                       |
| Totaal                         | 64.000                       |                   | 9.400                       |
| Totaal pdp <sup>1</sup>        | 1,95                         |                   | 0,28                        |
| Energiekosten pdp <sup>1</sup> |                              |                   | 0,03                        |
| Totale kosten pdp <sup>1</sup> |                              |                   | 0,31                        |

<sup>1</sup> pdp: per dierplaats

#### 4.4.4 Investerings- en exploitatiekosten vleeskalkoenen

##### Uitgangspunten (excl. BTW)

Bij het mixluchtventilatiesysteem zijn er extra investeringen van € 20,00 per m<sup>2</sup> voor de inventaris. Voor een bedrijf met 20.000 vleeskalkoenen betekent dit een extra investering van € 106.000,- voor het mixluchtventilatiesysteem.

Het mixluchtventilatiesysteem kost extra energie. De elektriciteitskosten stijgen met 15,5 cent per opgehoofd vleeskalkoen, wat deels gecompenseerd kan worden door een mogelijke besparing op de verwarmingskosten van 11,0 cent pok.

Op basis van bedrijfsbezoeken is gebleken dat het bij het mixluchtventilatiesysteem niet aannemelijk is dat er betere resultaten kunnen worden behaald in vergelijking met traditioneel. Om deze reden is bij de (kostprijs)berekeningen voor het mixluchtventilatiesysteem alleen gerekend met een vergelijkbaar resultaat als in de standaardstal. De resultaten van de berekeningen staan in tabel 4.5.

<sup>5</sup> Dit systeem is inmiddels in de bijlage van de Rav opgenomen met een emissiefactor van 0,188 kg NH<sub>3</sub>/dierplaats/jaar

**Tabel 4.5** Extra investeringen en jaarkosten mixluchtventilatiesysteem vleeskalkoenen (bedragen excl. BTW)

|                                | Investering (€)<br>Excl. BTW | Jaarkosten<br>(%) | Jaarkosten (€)<br>Excl. BTW |
|--------------------------------|------------------------------|-------------------|-----------------------------|
| Bouwkundig                     |                              | 7,65              |                             |
| Installaties                   | 106.000                      | 12,65             | 15.500                      |
| Totaal                         | 106.000                      |                   | 15.500                      |
| Totaal pdp <sup>1</sup>        | 5,30                         |                   | 0,77                        |
| Energiekosten pdp <sup>1</sup> |                              |                   | 0,05                        |
| Totale kosten pdp <sup>1</sup> |                              |                   | 0,82                        |

<sup>1</sup> pdp: per dierplaats

#### 4.5 Chemische luchtwassers bij opfok vleeskuikenouderdieren en vleeskalkoenen

##### 4.5.1 Beschrijving

Bij een (chemische) luchtwasser wordt de uitgaande lucht uit een stal door een pakket geleid wat continu wordt nat gehouden. Aan het water voor de bevochtiging van het pakket is zuur toegevoegd, meestal zwavelzuur. Dit zuur reageert met de ammoniak in de lucht en vormt ammoniumsulfaat. De hoeveelheid zuur in het water bepaald hoeveel ammoniak wordt afgevangen. Door middel van een pH-meting wordt de hoeveelheid zuur in het water op peil gehouden. Als de concentratie aan ammoniumsulfaat te hoog wordt, wordt een hoeveelheid van het waswater ververs. Dit spuiwater moet apart worden opgevangen.

**Figuur 5** Chemische luchtwasser bij een vleeskuikenstal

Een chemische luchtwasser heeft een hoge reductie van de ammoniakemissie. Voor de pluimveehouderij is een luchtwasser opgenomen in de Rav met een reductie van 90%. In sommige situaties kan dit een oplossing bieden om het bedrijf voort te kunnen zetten. Een nadeel van de luchtwassers is dat ze erg gevoelig zijn voor stof. Een goede stofafvang is dan ook erg belangrijk voordat de lucht door het wasserpakket gaat. Verder moet de wasser zo groot zijn dat alle ventilatielucht door de wasser kan. Een groot deel van het jaar is deze capaciteit echter niet nodig. Deze twee factoren zijn de oorzaak van de hoge investering. De jaarlijkse kosten worden daarnaast bepaald door extra energieverbruik vanwege een hogere tegendruk, aankoop van zuur en afzet van spuiwater.

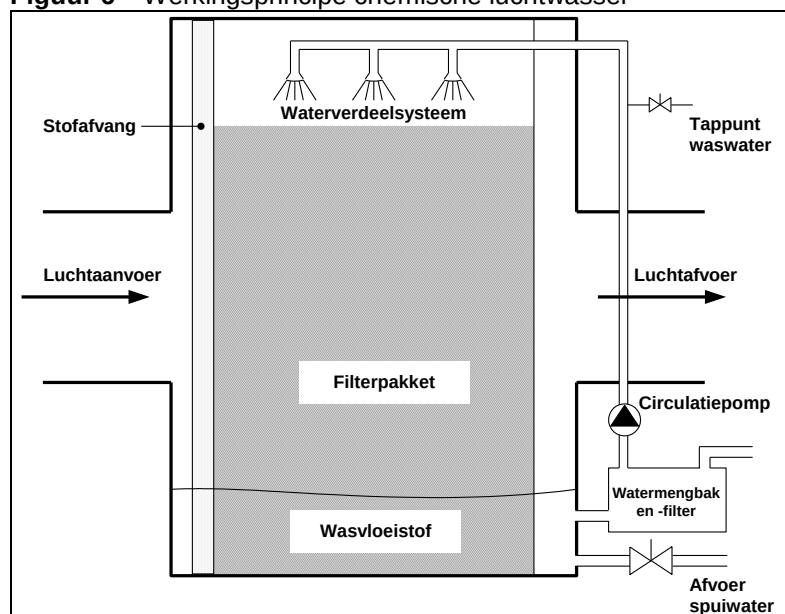
In figuur 6 is schematisch een chemische luchtwasser weergegeven.

In de exploitatiekosten zijn de energiekosten opgenomen voor het rondpompen van het waswater en ook het extra energieverbruik door de hogere tegendruk die ontstaat door de luchtwasser. Verder zijn

de kosten voor de afzet van het spuiwater in de kosten meegenomen. Deze kosten bedragen € 12,00 per m<sup>3</sup>.

Ten opzichte van de emissieverlagende technieken in de stal, is hier gerekend met een hoger percentage voor afschrijving, namelijk 10%. Voor onderhoud is gerekend met 3,0%. De genoemde prijzen zijn exclusief bouwkundige voorzieningen, elektra- en wateraansluitingen en opslag spuiwater. Een taxatie van de kosten door de investering in deze installatie is € 2.000 - € 3.000,- per jaar, afhankelijk van de grootte van de luchtwasser. Dit bedrag is opgenomen in de in tabel 4.6 genoemde totale jaarkosten.

**Figuur 6** Weringsprincipe chemische luchtwasser



#### 4.5.2 Emissie

Bij chemische wassers is het reductiepercentage afhankelijk van de hoeveelheid zuur die wordt gebruikt en daarnaast van een goede werking. Vooral de hoeveelheid stof in de stallucht is een factor die voor grote problemen kan zorgen door verstopping van het wasserpakket. Dit is een algemeen bekend probleem bij de toepassing van luchtwassers in de pluimveesector. Uitgaande van een goede werking zal een chemische wasser echter in alle sectoren een vergelijkbaar reductiepercentage realiseren. In de Rav is bij leghennen, vleeskuikenouderdieren, vleeskuiken en vleeskalkoenen een chemische luchtwasser opgenomen met een reductiepercentage van 90%. Op basis van deze reductie wordt de emissie bij opfokvleeskuikenouderdieren 0,025 kg NH<sub>3</sub>/dierplaats/jaar. Voor vleeskalkoenen is de emissiefactor bij 90% reductie al vastgesteld op 0,070 kg NH<sub>3</sub>/dierplaats/jaar.

#### 4.5.3 Praktijkervaringen

Van een chemische luchtwasser is zeker geen effect te verwachten op de technische resultaten. We hebben daarom ook geen berekeningen gedaan naar wat de technische resultaten zouden moeten verbeteren om de extra jaarkosten goed te maken. Bekend is dat luchtwassers extra aandacht vragen met betrekking tot vervuiling door stof. Daarnaast neemt het elektriciteitsverbruik toe en zijn er kosten voor de afzet van spuiwater.

#### 4.5.4 Investerings- en exploitatiekosten opfok vleeskuikenouderdieren

##### Uitgangspunten (excl. BTW)

Voor 33.000 vleeskuikenouderdieren is een luchtwasser capaciteit nodig van 237.600 m<sup>3</sup>. Het enige verschil in uitgangspunten zijn de extra investeringen in de luchtwasser (zie tabel 4.6). Bij een bedrag van € 3,85 per plaats zijn deze ongeveer € 127.400,- voor een bedrijf met 33.000 opfok dieren. Zoals al aangegeven zijn bij het gebruik van een chemische luchtwasser er geen verschillen in technische resultaten te verwachten. Bij de exploitatiekosten is verder gerekend met een toename van het elektriciteitsverbruik en extra kosten voor aankoop van water en zuur en voor de afzet van het spuiwater. Zoals al aangegeven is er geen verbetering van de technische resultaten bij toepassing van een chemische luchtwasser. Wel zijn er het extra energieverbruik, aankoop zuur en de afzet van het spuiwater.

**Tabel 4.6** Extra investeringen en jaarkosten chemische luchtwassers opfok vleeskuikenouderdieren (bedragen excl. BTW)

|                                    | Investering (€)<br>Excl. BTW | Jaarkosten<br>(%) | Jaarkosten (€)<br>Excl. BTW |
|------------------------------------|------------------------------|-------------------|-----------------------------|
| Bouwkundig                         |                              | 7,65              |                             |
| Installaties                       | 127.400                      | 15,4              | 19.600                      |
| Totaal                             | 127.400                      |                   | 19.600                      |
| Totaal pdp <sup>1</sup>            | 3,85                         |                   | 0,60                        |
| Exploitatiekosten pdp <sup>1</sup> |                              |                   | 0,75                        |
| Totale kosten pdp <sup>1</sup>     |                              |                   | 1,35                        |

<sup>1</sup> pdp: per dierplaats

#### 4.5.5 Investerings- en exploitatiekosten vleeskalkoenen

##### Uitgangspunten (excl. BTW)

Voor 20.000 vleeskalkoenen is een luchtwasser capaciteit nodig van 1.080.000 m<sup>3</sup>. Het enige verschil in uitgangspunten zijn de extra investeringen in de luchtwasser (zie tabel 4.7). Bij een bedrag van € 29,00 per plaats zijn deze ongeveer € 579.000,- voor een bedrijf met 20.000 vleeskalkoenen. Zoals al aangegeven zijn bij het gebruik van een chemische luchtwasser er geen verschillen in technische resultaten te verwachten. Bij de exploitatiekosten is verder gerekend met een toename van het elektriciteitsverbruik en extra kosten voor aankoop van water en zuur en voor de afzet van het spuiwater.

**Tabel 4.7** Extra investeringen en jaarkosten chemische luchtwassers vleeskalkoenen (bedragen excl. BTW)

|                                    | Investering (€)<br>Excl. BTW | Jaarkosten<br>(%) | Jaarkosten (€)<br>Excl. BTW |
|------------------------------------|------------------------------|-------------------|-----------------------------|
| Bouwkundig                         |                              | 7,65              |                             |
| Installaties                       | 579.000                      | 15,4              | 89.000                      |
| Totaal                             | 579.000                      |                   | 89.000                      |
| Totaal pdp <sup>1</sup>            | 29,00                        |                   | 4,50                        |
| Exploitatiekosten pdp <sup>1</sup> |                              |                   | 4,50                        |
| Totale kosten pdp <sup>1</sup>     |                              |                   | 9,00                        |

<sup>1</sup> pdp: per dierplaats

## 4.6 Combiwassers bij opfok vleeskuikenouderdieren en vleeskalkoenen

### 4.6.1 Beschrijving

Combiwassers geven ten opzichte van enkelvoudige wassers zoals chemische biologische wassers, een hogere reductie ten opzichte van meerdere emissies. Uitgangspunt is dat dit minimaal 70% moet zijn voor ammoniak, geur en fijn stof. De combiwassers realiseren dit door het combineren van meerdere wastechnieken in elkaar opvolgende processen. Een goede werking in de pluimveesector is net als bij de enkelvoudige wassers afhankelijk van of de waspakketten niet verstopt raken door stof. Om dit te onderzoeken zijn op twee pluimveebedrijven metingen gaande bij combiwassers. De bij deze stallen gerealiseerde reducties zijn waarschijnlijk ook vertaalbaar naar andere categorieën binnen de pluimveehouderij.

### 4.6.2 Emissie

De minimale reductie zou volgens de afspraken 70% moeten zijn. Uitgaande hiervan komt de emissie bij opfokvleeskuikenouderdieren op 0,075 kg NH<sub>3</sub>/dierplaats/jaar en bij vleeskalkoenen op 0,204 kg NH<sub>3</sub>/dierplaats/jaar.

### 4.6.3 Investerings- en exploitatiekosten opfok vleeskuikenouderdieren

#### Uitgangspunten (excl. BTW)

Het enige verschil in uitgangspunten zijn de extra investeringen in de luchtwasser (zie tabel 4.8). Bij een bedrag van € 5,00 per plaats zijn deze ongeveer € 165.000,- voor een bedrijf met 33.000 opfok dieren.

Zoals al aangegeven zijn bij het gebruik van een combiwasser er geen verschillen in technische resultaten te verwachten. Bij de exploitatiekosten is verder gerekend met een toename van het elektriciteitsverbruik en extra kosten voor aankoop van water en zuur en voor de afzet van het spuiwater.

Zoals al aangegeven is er geen verbetering van de technische resultaten bij toepassing van een chemische luchtwasser. Wel zijn er het extra energieverbruik, aankoop zuur en de afzet van het spuiwater.

**Tabel 4.8** Extra investeringen en jaarkosten combiwasser opfok vleeskuikenouderdieren (bedragen excl. BTW)

|                                    | Investering (€)<br>Excl. BTW | Jaarkosten<br>(%) | Jaarkosten (€)<br>Excl. BTW |
|------------------------------------|------------------------------|-------------------|-----------------------------|
| Bouwkundig                         |                              | 7,65              |                             |
| Installaties                       | 165.000                      | 15,4              | 48.700                      |
| Totaal                             | 165.000                      |                   | 48.700                      |
| Totaal pdp <sup>1</sup>            | 5,00                         |                   | 0,80                        |
| Exploitatiekosten pdp <sup>1</sup> |                              |                   | 0,70                        |
| Totale kosten pdp <sup>1</sup>     |                              |                   | 1,50                        |

<sup>1</sup> pdp: per dierplaats

### 4.6.4 Investerings- en exploitatiekosten vleeskalkoenen

#### Uitgangspunten (excl. BTW)

Het enige verschil in uitgangspunten zijn de extra investeringen in de luchtwasser (zie tabel 4.9). Bij een bedrag van € 38,00 per plaats zijn deze ongeveer € 751.000,- voor een bedrijf met 20.000 vleeskalkoenen.

Zoals al aangegeven zijn bij het gebruik van een chemische luchtwasser er geen verschillen in technische resultaten te verwachten. Bij de exploitatiekosten is verder gerekend met een toename van het elektriciteitsverbruik en extra kosten voor aankoop van water en zuur en voor de afzet van het spuiwater.

**Tabel 4.9** Extra investeringen en jaarkosten combiwater vleeskalkoenen (bedragen excl. BTW)

|                                    | Investering (€)<br>Excl. BTW | Jaarkosten<br>(%) | Jaarkosten (€)<br>Excl. BTW |
|------------------------------------|------------------------------|-------------------|-----------------------------|
| Bouwkundig                         |                              | 7,65              |                             |
| Installaties                       | 751.000                      | 15,4              | 116.000                     |
| Totaal                             | 751.000                      |                   | 116.000                     |
| Totaal pdp <sup>1</sup>            | 38,00                        |                   | 5,50                        |
| Exploitatiekosten pdp <sup>1</sup> |                              |                   | 5,50                        |
| Totale kosten pdp <sup>1</sup>     |                              |                   | 11,00                       |

<sup>1</sup> pdp: per dierplaats

#### 4.7 Integrale luchtconditionering en - zuivering bij opfokleghennen, opfokvleeskuikenouderdieren en vleeskalkoenen

##### 4.7.1 Beschrijving

Een systeem dat (nog) niet in de Rav staat is het systeem van integrale luchtconditionering en - zuivering<sup>6</sup>. Dit systeem maakt gebruik van warmteopslag in de grond in een warmtebed naast de stal. De warmte wordt gebruikt voor vloerverwarming en om de lucht die de stal binnenkomt op te warmen. Hiervoor is een extra gang aan de stal gebouwd. In deze gang is een warmtewisselaar geplaatst die is aangesloten op een warmtepomp (figuur 7).

De lucht kan ook gekoeld worden door middel van de warmtewisselaar in de gang. De afgevoerde warmte wordt opgeslagen in het warmtebed in de grond. Door het koelen is de kans op hittesteedschade beduidend minder. Door het opwarmen of afkoelen is de temperatuur in de stal op een constant niveau te houden. Gevolg hiervan is dat er ook minder ventilatiecapaciteit nodig is. In de stal is dan ook maar 30% van de normale ventilatiecapaciteit geïnstalleerd.

De lucht wordt afgevoerd via een extra gang langs de andere zijde van de stal. In deze gang is een nevelinstallatie aangebracht om stof uit de lucht te halen. Na het afzuigen uit de gang gaat de lucht door een biologische luchtwasser. In de voorraadbak van de luchtwasser zit ook een warmtewisselaar. Hiermee wordt de warmte uit de ventilatielucht afgevoerd en direct gebruikt om de binnenkomende lucht op te warmen, of opgeslagen in de grond via het warmtebed. Om de hoeveelheid spuiwater te beperken is de luchtwasser uitgevoerd met een zogenaamde denitrificatiestap.

De verschillende onderdelen dragen bij aan de reductie van de ammoniakemissie. Wat de emissiefactor wordt van dit huisvestingssysteem is nog niet bekend. Metingen aan dit systeem worden momenteel uitgevoerd.

Het systeem is toepasbaar bij een bestaande stal, maar dan moet er wel ruimte zijn voor het bouwen van beide gangen aan weerskanten van de stal. De benodigde breedte van de gangen is afhankelijk van de ventilatiebehoefte van de stal. Ook moet er vloerverwarming worden aangebracht. Dit zal bij bestaande stallen in totaal een behoorlijke extra investering vragen. Bij nieuwbouw kan met al deze aspecten rekening worden gehouden. In de toekomst kunnen de bouwkosten van het systeem nog lager worden als er meer ervaringen zijn met hoe het een en ander moet worden uitgevoerd.

<sup>6</sup> Het systeem met integrale luchtconditionering en - zuivering is ontwikkeld door een pluimveehouder en bekend onder de naam TerraSea

**Figuur 7** Gang met warmtewisselaar bij het systeem met integrale luchtconditionering en -zuivering

#### 4.7.2 Emissie

Voor dit systeem is voor vleeskuikens nog geen emissiefactor vastgesteld. De metingen zijn nog niet afgerond. De verwachting is dat de emissiereductie bij de hier genoemde diercategorieën vergelijkbaar zal zijn. Alleen bij opfokleghennen is het moeilijk de bijdrage van de emissie uit de mestput in te schatten vanwege de broei die hier optreedt. Bij opfokvleeskuikenouderdieren en vleeskalkoenen speelt dit niet.

In het kader van een aanvraag proefstalstatus is voor een vleeskuikenstal een voorlopige emissiefactor voorgesteld van 0,020 kg NH<sub>3</sub>/dierplaats/jaar. Uitgaande van eenzelfde reductie van 75% worden de emissiefactoren voor opfokleghennen 0,043 NH<sub>3</sub>/dierplaats/jaar, voor opfokvleeskuikenouderdieren 0,063 NH<sub>3</sub>/dierplaats/jaar en voor vleeskalkoenen 0,170 NH<sub>3</sub>/dierplaats/jaar. Voorstel is om de eerste twee waarden naar boven toe af te ronden op een waarde van 0,005 NH<sub>3</sub>/dierplaats/jaar.

#### 4.7.3 Praktijkverwachtingen

Op basis van de ervaringen op het vleeskuikenbedrijf is de schatting dat er een duidelijke besparing is op het gasverbruik, maar een kleine toename van het stroomverbruik. Een andere extra kostenpost is de afzet van het spuiwater. Bij vleeskuikens is een verbetering van technische resultaten geconstateerd<sup>7</sup>. Hiermee is ook rekening gehouden bij de berekeningen voor de in dit rapport behandelde diersoorten.

#### 4.7.4 Investerings- en exploitatiekosten opfokleghennen

##### Uitgangspunten (excl. BTW)

De uitgangspunten staan in tabel 4.10. Voor het systeem van integrale luchtconditionering en -zuivering zijn in de stal twee extra gangen van 1,50 breed nodig. Inclusief extra muur wordt de stal zo 3,20 m breder. De investeringskosten van deze gangen zijn lager dan voor de gewone stal, zodat de gemiddelde bouwkosten € 10,- per m<sup>2</sup> lager zijn. Vanwege de extra oppervlakte (570 m<sup>2</sup>) is de stal bij TerraSea toch € 67.100,- duurder (€ 1,35 per dierplaats). Bij het systeem worden de extra investeringen geschat op circa € 50,- per m<sup>2</sup> voor het warmte/koeling systeem en de luchtwater. Daarentegen kan zo'n € 8,00 per m<sup>2</sup> bespaard worden op ventilatieapparatuur doordat slechts 1/3 van de ventilatiecapaciteit nodig is. De extra investeringen bedragen € 150.000,- voor de installaties (€ 3,00 per dierplaats).

<sup>7</sup> ASG beschikt niet over onafhankelijk gemeten resultaten voor dit systeem, waardoor hier gebruikt gemaakt wordt van informatie van de fabrikant over het systeem bij vleeskuikens. Dit geldt zowel de investeringskosten, als de energiebesparing en verbetering van technische resultaten.



In het systeem wordt bespaard op de verwarmingskosten, omdat er geen bijverwarming nodig is. De kosten bedragen 5 €cent per kuiken (besparing 5 €cent pok), omdat verondersteld wordt dat een besparing van 50% mogelijk is. Wel zijn er kosten voor koeling van 1,0 €cent poh en voor de luchtwasser (spuiwater) van 2 €cent poh, ingeschat op basis van de vleeskuikenhouderij (Ellen et al., 2008).

#### Resultaten

De extra investeringskosten bedragen € 1,35 + € 3,00 is € 4,35 per dierplaats.

De extra kosten bedragen jaarlijks € 0,57 per dierplaats voor de huisvesting. Door besparing op de toegerekende kosten wordt hiervan € 0,18 terugverdiend, waardoor de netto exploitatiekosten € 0,39 per dierplaats per jaar zijn.

**Tabel 4.10** Extra investeringen en jaarkosten integrale luchtconditionering - en zuivering bij opfok leghennen (bedragen excl. BTW)

|                                    | Investering (€)<br>Excl. BTW | Jaarkosten<br>(%) | Jaarkosten (€)<br>Excl. BTW |
|------------------------------------|------------------------------|-------------------|-----------------------------|
| Bouwkundig                         | 67.100                       | 7,65              | 5.150                       |
| Installaties                       | 150.000                      | 15,65             | 23.450                      |
| Totaal                             | 217.100                      |                   | 28.600                      |
| Totaal pdp <sup>1</sup>            | 3,35                         |                   | 0,57                        |
| Exploitatiekosten pdp <sup>1</sup> |                              |                   | -0,18                       |
| Totale kosten pdp <sup>1</sup>     |                              |                   | 0,39 <sup>2</sup>           |

<sup>1</sup> pdp: per dierplaats

<sup>2</sup> zie voetnoot op blz. 66

#### 4.7.5 Investerings- en exploitatiekosten opfokvleeskuikenouderdieren

##### Uitgangspunten (excl. BTW)

De uitgangspunten staan in tabel 4.11. Voor het systeem met integrale luchtconditionering - en zuivering zijn in elk van de 2 stallen twee extra gangen van 1,00 breed nodig. Inclusief extra muur wordt de stal zo 2,20 m breder. De investeringskosten van deze gangen zijn lager dan voor de gewone stal, zodat de gemiddelde bouwkosten € 10,- per m<sup>2</sup> lager zijn. Vanwege de extra oppervlakte (520 m<sup>2</sup>) zijn de stallen toch € 60.600,- duurder (€ 1,85 per dierplaats). Bij het systeem worden de extra investeringen geschat op € 50,- per m<sup>2</sup> voor het warmte/koeling systeem en voor de luchtwasser. Daarentegen kan zo'n € 8,00 per m<sup>2</sup> bespaard worden op ventilatieapparatuur doordat slechts 1/3 van de ventilatiecapaciteit nodig is. De extra investeringen bedragen € 138.600,- voor de installaties (€ 4,20 per dierplaats).

In het systeem wordt bespaard op de verwarmingskosten, omdat er geen bijverwarming nodig is. Deze bedragen 5 €cent per kuiken (besparing 5 €cent pok), omdat verondersteld wordt dat een besparing van 50% mogelijk is. Wel zijn er kosten voor koeling van 1,5 €cent poh en voor de luchtwasser (spuiwater) van 2,5 €cent poh, eveneens ingeschat op basis van de vleeskuikenhouderij.

#### Resultaten

De extra investeringskosten bedragen € 1,85 + € 4,20 is € 6,05 per dierplaats. De extra kosten bedragen jaarlijks € 0,80 per dierplaats voor de huisvesting. Door besparing op de toegerekende kosten wordt hiervan € 0,40 terugverdiend, waardoor de netto exploitatiekosten € 0,40 per dierplaats per jaar zijn.

**Tabel 4.11** Extra investeringen en jaarkosten integrale luchtconditionering - en zuivering bij opfok vleeskuikenouderdieren (bedragen excl. BTW)

|                                    | Investering (€)<br>Excl. BTW | Jaarkosten<br>(%) | Jaarkosten (€)<br>Excl. BTW |
|------------------------------------|------------------------------|-------------------|-----------------------------|
| Bouwkundig                         | 60.600                       | 7,65              | 4.600                       |
| Installaties                       | 138.600                      | 15,65             | 21.700                      |
| Totaal                             | 199.200                      |                   | 26.300                      |
| Totaal pdp <sup>1</sup>            | 6,05                         |                   | 0,80                        |
| Exploitatiekosten pdp <sup>1</sup> |                              |                   | -0,40                       |
| Totale kosten pdp <sup>1</sup>     |                              |                   | 0,40 <sup>2</sup>           |

<sup>1</sup> pdp: per dierplaats<sup>2</sup> zie voetnoot op blz. 66

#### 4.7.6 Investerings- en exploitatiekosten vleeskalkoenen

##### Uitgangspunten (excl. BTW)

De uitgangspunten staan in tabel 4.12. Voor het systeem met integrale luchtconditionering - en zuivering zijn in elk van de 3 stallen twee extra gangen van 1,50 breed nodig. Inclusief extra muur wordt de stal zo 3,20 m breder. De investeringskosten van deze gangen zijn lager dan voor de gewone stal, zodat de gemiddelde bouwkosten € 10,- per m<sup>2</sup> lager zijn. Vanwege de extra oppervlakte (850 m<sup>2</sup>) zijn de stallen toch € 100.500,- duurder (€ 5,00 per dierplaats). Bij het systeem worden de extra investeringen geschat op € 100,- per m<sup>2</sup> voor het warmte/koeling systeem en de luchtwasser. Daarentegen kan zo'n € 14,00 per m<sup>2</sup> bespaard worden op ventilatieapparatuur doordat slechts 1/3 van de ventilatiecapaciteit nodig is. De extra investeringen bedragen € 451.500,- voor de installaties (€ 22,50 per dierplaats).

In het systeem met integrale luchtconditionering - en zuivering wordt bespaard op de verwarmingskosten, omdat er geen bijverwarming nodig is. De verwarmingskosten bedragen 4 €cent per kuiken (besparing 34 €cent pok), omdat verondersteld wordt dat een besparing van 90% mogelijk is. De besparing is hoger dan bij opfokleghennen en opfokvleeskuikenouderdieren vanwege de hogere warmteproductie door de dieren. Wel zijn er kosten voor koeling van 4 €cent pok en voor de luchtwasser (spuiwater) van 8 €cent pok, ingeschat op basis van de vleeskuikenhouderij.

##### Resultaten

De extra investeringskosten bedragen € 5,00 + € 22,50 is € 27,50 per dierplaats.

De extra exploitatiekosten bedragen jaarlijks € 3,93 per dierplaats voor de huisvesting. Door besparing op de toegerekende kosten wordt hiervan € 0,70 terugverdiend, waardoor de netto exploitatiekosten € 3,23 per dierplaats per jaar zijn.

**Tabel 4.12** Extra investeringen en jaarkosten integrale luchtconditionering - en zuivering bij vleeskalkoenen (bedragen excl. BTW)

|                                    | Investering (€)<br>Excl. BTW | Jaarkosten<br>(%) | Jaarkosten (€)<br>Excl. BTW |
|------------------------------------|------------------------------|-------------------|-----------------------------|
| Bouwkundig                         | 100.500                      | 7,65              | 7.700                       |
| Installaties                       | 451.500                      | 15,65             | 70.650                      |
| Totaal                             | 552.000                      |                   | 78.350                      |
| Totaal pdp <sup>1</sup>            | 27,50                        |                   | 3,93                        |
| Exploitatiekosten pdp <sup>1</sup> |                              |                   | -0,70                       |
| Totale kosten pdp <sup>1</sup>     |                              |                   | 3,23 <sup>2</sup>           |

<sup>1</sup> pdp: per dierplaats<sup>2</sup> zie voetnoot op blz. 66

Omdat bij vleeskalkoenen met het systeem mogelijk betere technische resultaten behaald kunnen worden, wordt hiervoor een scenario doorgerekend. De uitgangspunten hiervoor (Integrale luchtconditionering - en zuivering<sup>+</sup>) staan in tabel 4.13. Door een hogere groeisnelheid worden er meer ronden per jaar behaald, de voederconversie is lager evenals de uitval.

**Tabel 4.13** Uitgangspunten berekeningen integrale luchtconditionering - en zuivering<sup>+</sup> bij vleeskalkoenen (bedragen excl. BTW)<sup>1</sup>

|                                                 | Standaardstal       | Integrale luchtconditionering - en zuivering <sup>+</sup> |
|-------------------------------------------------|---------------------|-----------------------------------------------------------|
| Aantal vleeskalkoenen                           | 20.000              | 20.000                                                    |
| Bezettingsdichtheid                             |                     |                                                           |
| (hennen/m <sup>2</sup> )                        | 5,2                 | 5,2                                                       |
| (hanen/m <sup>2</sup> )                         | 3,0                 | 3,0                                                       |
| Investeringskosten (€/m <sup>2</sup> )          |                     |                                                           |
| Gebouw                                          | 190,00              | 180,00                                                    |
| Inventaris                                      | 80,00               | 166,00                                                    |
| Oppervlakte gebouwen (bruto m <sup>2</sup> )    | 5.250               | 6.100                                                     |
| Jaarkosten (afschrijving, onderhoud, rente) (%) |                     |                                                           |
| Gebouw                                          | 7,65                | 7,65                                                      |
| Inventaris standaard                            | 12,65               | 12,65                                                     |
| Extra inventaris                                |                     | 15,65                                                     |
| Scenario                                        | Gemiddeld Nederland | TerraSea+                                                 |
| <i>Productietechnische kengetallen</i>          |                     |                                                           |
| Groeisnelheid (relatief)                        | 100%                | 105%                                                      |
| # rondes/jaar                                   | 2,9                 | 3,04                                                      |
| Netto voederconversie                           | 2,65                | 2,53                                                      |
| Uitval (%)                                      | 8,5                 | 6,5                                                       |

<sup>1</sup> zie voetnoot op blz. 66

In tabel 4.14 staan de resultaten van de berekening weergegeven. Het scenario Integrale luchtconditionering - en zuivering<sup>+</sup> heeft een hoger saldo van ruim 77 €cent pok (€ 53.800,- per bedrijf) vanwege lagere voerkosten en besparing op de verwarmingskosten. Doordat de huisvestingskosten toenemen, namelijk met € 78.350,- geeft het systeem op basis van de gebruikte uitgangspunten een € 24.450,- slechter bedrijfsresultaat (€ 1,23 per dierplaats). Of deze verbetering ook op andere bedrijven gehaald kan worden is niet zeker, dit is mede afhankelijk van het huidige niveau van de technische resultaten op een bedrijf.

**Tabel 4.14** Resultaten berekeningen Integrale luchtconditionering - en zuivering<sup>+</sup> bij vleeskalkoenen (bedragen excl. BTW)<sup>1</sup>

| Scenario                                    | Standaardstal              | Integrale luchtconditionering - en zuivering |                                                               |
|---------------------------------------------|----------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
|                                             | Gemiddeld Nederland<br>(€) | Gemiddeld Nederland<br>(€)                   | Integrale luchtconditionering - en zuivering <sup>+</sup> (€) |
| <i>Resultaten per 100 opgezette kuikens</i> |                            |                                              |                                                               |
| Opbrengsten vlees (a)                       | 1.454                      | 1.454                                        | 1.492                                                         |
| Toegerekende kosten                         |                            |                                              |                                                               |
| (eendagskuikens, voer) (b)                  | 980                        | 980                                          | 965                                                           |
| Overige toegerekende kosten (c)             | 220                        | 196                                          | 196                                                           |
| wv: - Elektriciteit                         | 30                         | 30                                           | 30                                                            |
| - Verwarming                                | 38                         | 4                                            | 4                                                             |
| - Koeling + water wasser                    |                            | 12                                           | 12                                                            |
| Saldo (a-b-c)                               | 254                        | 278                                          | 331                                                           |
| <i>Resultaten per bedrijf</i>               |                            |                                              |                                                               |
| Saldo per bedrijf op jaarbasis              | 147.400                    | 161.200                                      | 201.200                                                       |
| Huisvestingskosten                          | 129.450                    | 207.800                                      | 207.800                                                       |
| Saldo minus huisvestingskosten              | 17.950                     | -46.600                                      | -6.600                                                        |
| Voordeel t.o.v. standaard                   | 0                          | -64.550                                      | -24.550                                                       |
| Kosten per dierplaats                       |                            | 3,23                                         | 1,23                                                          |

<sup>1</sup> zie voetnoot op blz. 66

## 4.8 Grondhuisvesting met vloerverwarming en –koeling bij opfokvleeskuikenouderdieren en vleeskalkoenen

### 4.8.1 Beschrijving

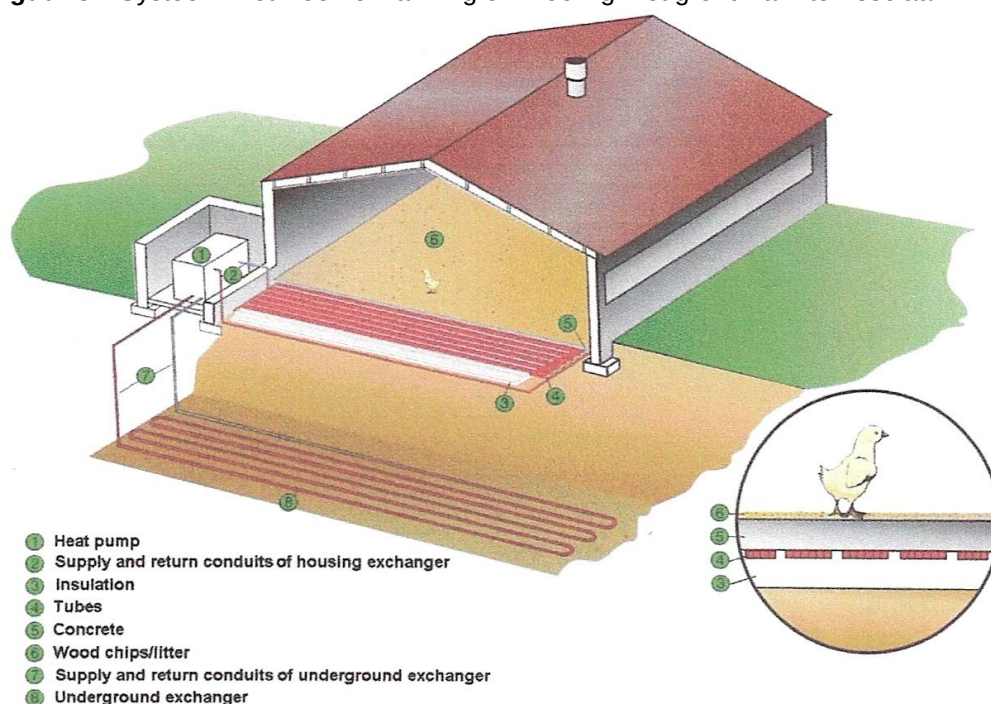
In de stalvloer zijn op een isolatielaag vloerelementen aangebracht voor de verwarming en koeling van de vloer en het strooisel (zie figuur 8)<sup>8</sup>. De vloerverwarming levert een belangrijke bijdrage aan de opvang van de opfokkuikens en de kalkoenkuikens tijdens de eerste week van de productieperiode. De koeling remt de vorming van ammoniak en reduceert daarmee de ammoniakemissie.

Voor het verwarmen van de vloer kan gebruik worden gemaakt van conventionele cv-ketels. Het systeem wordt echter aangeboden met de mogelijkheid gebruik te maken van grondwarmte. Hiertoe wordt grondwater opgepompt (puls) en de warmte hieruit wordt via een warmtepomp afgegeven aan het water in de vloerelementen. De warmtepomp brengt de warmte van het water in de elementen op een hogere temperatuur dan die van het grondwater. Bij de eerste systemen werd niet gewerkt met grondwater, maar met een grondwarmtewisselaar. Hierbij zijn tyeenslangen in de grond gelegd op een diepte van ongeveer vier meter, waardoor water wordt gepompt vanuit de warmtepomp. Het toepassen van een grondwarmtewisselaar is alleen mogelijk als er op het bedrijf voldoende ruimte aanwezig is. Eventueel kan bij nieuwbouw het pakket onder de stal worden aangelegd. Hiermee zijn echter nog geen ervaringen opgedaan.

Tijdens het verwarmen van de vloer wordt bij het hiervoor genoemde systeem warmte onttrokken aan de grond. Tijdens het koelen van de vloer kan de warmte die wordt afgevoerd worden afgegeven aan de grond. Deze warmte kan dan bij de volgende ronde weer worden gebruikt om de vloer op te warmen. Dit geeft een besparing op de verwarmingskosten. De warmtepompen gebruiken echter veel elektriciteit, waardoor er een toename is in stroomkosten.

Nadeel van het systeem is de zwaarte van de vloer. Bij een ondergrond waar verzakking op kan treden stuit de toepassing op mogelijke bezwaren: slangen kunnen scheuren of breken door verplaatsing van de bodem. Bij bestaande stallen kan men het systeem toepassen, men dient dan echter wel een nieuwe dekvloer met hierin de lamellen aan te brengen. Als de stal niet voldoende hoog is om de nieuwe vloer over de oude te storten, zal de oude moeten worden verwijderd. Dit geeft extra kosten.

**Figuur 8** Systeem met vloerverwarming en -koeling met grondwarmtewisselaar



<sup>8</sup> Dit systeem is in de praktijk beter bekend als het Kombideksysteem

#### 4.8.2 Emissie

De toepassing van vloerverwarming en -koeling geeft bij vleeskuikens een reductie van bijna 44% (0,045 versus 0,080 kg NH<sub>3</sub>/dierplaats/jaar). Gebruik van het systeem bij opfokvleeskuikenouderdieren en vleeskalkoenen kan een vergelijkbare reductie geven. Vooral vanwege het uitschakelen van de broei in het strooisel. Ten opzichte van vleeskuikens is de periode met broei in het strooisel veel langer. Als wordt uitgegaan van een reductiepercentage van 40%, komt de emissie voor opfokvleeskuikenouderdieren op 0,160 kg NH<sub>3</sub>/dierplaats/jaar en voor vleeskalkoenen op 0,408 kg NH<sub>3</sub>/dierplaats/jaar.

#### 4.8.3 Praktijkverwachtingen

De gebruikers van het systeem (tot nu toe vleeskuikenhouders) geven aan dat er tijd nodig is voordat het gehele proces van warmteopslag en -afgifte met de bodem is geoptimaliseerd en in balans is. Het op de juiste manier gebruiken van het systeem vraagt de nodige ervaring. De hoeveelheid besparing op de verwarmingskosten is daar ook sterk van afhankelijk. Door een vrij lage vloertemperatuur te vragen kan veel warmte uit de vloer in de grond worden opgeslagen. Bij een lage vloertemperatuur treedt er echter condensvorming op aan de bovenkant van de vloer. Het condenswater trekt in het strooisel en dit wordt daardoor nat. Nat strooisel geeft bij vleeskuikens allerlei problemen. Het (te) snel koelen en/of een lage temperatuur aanhouden geeft dus wel gevaren. Vanwege de veel langere productieperiode bij opfok vleeskuikenouderdieren en vleeskalkoenen in vergelijking met vleeskuikens, is de verwachting dat het hergebruiken van grondwarmte zeker interessant is. Vooral bij kalkoenen is de warmteproductie heel groot.

Wat betreft de technische resultaten zijn er wel verschillen tussen de vleeskuikenbedrijven die het systeem gebruiken. Het ene bedrijf geeft aan duidelijke verbetering te zien. Een ander bedrijf heeft geen verschil met de op het bedrijf aanwezige traditionele stal. Wel wordt door alle gebruikers aangegeven dat het klimaat tijdens de eerste week optimaal kan worden afgesteld op de kwaliteit van de eendagskuikens. Dit dankzij de vloerverwarming. Ook is er over het algemeen minder uitval tijdens een periode met hoge buitentemperaturen. Dit is toe te schrijven aan de mogelijkheid de vloer in die perioden te koelen en daarmee de warmteproductie van de dieren af te voeren. Ook wordt de stal niet opgewarmd door broei in het strooisel. In de berekening van de exploitatiekosten is gerekend met een lichte verbetering van de technische resultaten voor vleeskalkoenen. Omdat opfok vleeskuikenouderdieren niet vanwege groei-eigenschappen gehouden worden, is een mogelijke verbetering in technische resultaten moeilijk in te schatten valt. Een groep van vleeskuikenhouders heeft geïnventariseerd wat het verschil is in energiekosten van het systeem. Daartoe is het verbruik van het bedrijf voordat het werkte met het systeem van vloerverwarming en -koeling vergeleken met verbruik inclusief het systeem. De verschillen tussen de bedrijven waren erg groot. Gemiddeld kwam er een besparing uit van 25-30%. Als echter de prijs voor aardgas stijgt, neemt de besparing op de energiekosten toe. Reden is dat het systeem in principe geen gasverbruik kent. Een bedrijf met 100% systeem van vloerverwarming en -koeling verbruikt alleen elektriciteit. Om een stal alleen met vloerverwarming op de juiste temperatuur te krijgen leek de eerste gebruikers van het systeem echter niet goed haalbaar. Daarom is er ook nog ruimteverwarming in de stallen aanwezig die op gas wordt gestookt.

#### 4.8.4 Exploitatiekosten opfokvleeskuikenouderdieren

##### Uitgangspunten (excl. BTW)

De uitgangspunten staan in tabel 4.15. Bij het systeem met vloerverwarming en -koeling kan er bespaard worden op de vloerisolatie. Hierdoor zijn de investeringskosten per m<sup>2</sup> voor de stal € 5,- lager. Bij het systeem zijn er extra investeringen van circa € 45,- per m<sup>2</sup> (€ 4,- per dierplaats) voor de inventaris. Voor een bedrijf met 33.000 opfok ouderdieren (11 dieren/m<sup>2</sup>) betekent dit een extra investering van € 126.000,-. In het systeem kan mogelijk, vanwege een groot warmte-overschot door de lange productieperiode, 35% bespaard op de energiekosten. Weliswaar stijgen de kosten voor elektriciteit van 15 naar 20 €cent/opgehokt dier, maar de verwarmingskosten nemen met 50% af van 42 naar 21 €cent/opgehokt kuiken.

In deze berekeningen is niet meegenomen de mogelijkheid om EIA aan te vragen voor het systeem. Reden hiervoor is dat dit erg afhankelijk is van de bedrijfssituatie.

Op basis van bedrijfsbezoeken is gebleken dat met het systeem met vloerverwarming en -koeling bij vleeskuikens betere resultaten kunnen worden behaald in vergelijking met traditioneel. Maar dit is bij opfok vleeskuikenuouderdieren waarschijnlijk niet het geval. Om deze reden worden de kosten berekend bij gelijke technische resultaten.

**Tabel 4.15** Uitgangspunten berekeningen systeem vloerverwarming en -koeling (bedragen excl. BTW)

|                                                 | Standaardstal | Vloerverwarming en -koeling |
|-------------------------------------------------|---------------|-----------------------------|
| Aantal opfok vleeskuiken-ouderdieren            | 33.000        | 33.000                      |
| Bezettingsdichtheid (dieren/m <sup>2</sup> )    | 11            | 11                          |
| Investeringskosten (€/m <sup>2</sup> )          |               |                             |
| Gebouw                                          | 190,00        | 185,00                      |
| Inventaris                                      | 65,00         | 110,00                      |
| Jaarkosten (afschrijving, onderhoud, rente) (%) |               |                             |
| Gebouw                                          | 7,65          | 7,65                        |
| Inventaris                                      | 12,65         | 12,65                       |

#### Resultaat

In tabel 4.16 staan de resultaten van de berekening weergegeven. Het systeem met vloerverwarming en -koeling heeft een hoger saldo van € 16 per 100 opgehoekte hennen (€ 12.540,- per bedrijf) vanwege besparing op de energiekosten. Doordat de huisvestingskosten nog meer toenemen, namelijk met ruim € 18.800,-, geeft het systeem bij gelijke technische resultaten een negatief bedrijfsresultaat ten opzichte van standaard van bijna € 6.300,-. Kosten zonder technische verbetering: € 0,19 per dierplaats per jaar. De extra kosten voor huisvesting bedragen € 0,57 per dierplaats per jaar, wat deels gecompenseerd wordt door € 0,38 lagere energiekosten.

**Tabel 4.16** Extra investeringen en jaarkosten vloerverwarming en -koeling bij opfokvleeskuiken-ouderdieren (bedragen excl. BTW)

|                                | Investering (€) | Jaarkosten (%) | Jaarkosten (€) |
|--------------------------------|-----------------|----------------|----------------|
| Bouwkundig                     | - 15.750        | 7,65           | -1.200         |
| Installaties                   | 141.750         | 12,65          | 5.360          |
| Totaal                         | 126.000         |                | 4.160          |
| Totaal pdp <sup>1</sup>        | 3,80            |                | 0,51           |
| Energiekosten pdp <sup>1</sup> |                 |                | -0,38          |
| Totale kosten pdp <sup>1</sup> |                 |                | 0,13           |

<sup>1</sup> pdp: per dierplaats

#### 4.8.5 Exploitatiekosten vleeskalkoenen

##### Uitgangspunten (excl. BTW)

De uitgangspunten staan in tabel 4.17. Bij het systeem met vloerverwarming en -koeling kan er bespaard worden op de vloerisolatie. Hierdoor zijn de investeringskosten per m<sup>2</sup> voor de stal € 5,- lager. Bij het systeem zijn er extra investeringen van circa € 30,- per m<sup>2</sup> (€ 8,00 per dierplaats) voor de inventaris. Voor een bedrijf met 20.000 vleeskalkoenen (4 dieren/netto m<sup>2</sup>) betekent dit een extra investering van € 160.000,-. In het systeem kan mogelijk, vanwege een groot warmteoverschot door de lange productieperiode, 35% bespaard op de energiekosten. Weliswaar stijgen de kosten voor elektriciteit van 30 naar 40 €cent/opgehoekt dier, maar de verwarmingskosten nemen naar schatting met 80% af van 38 naar 8 €cent/opgehoekt kalkoen.

In deze berekeningen is niet meegenomen de mogelijkheid om EIA aan te vragen voor het systeem. Reden hiervoor is dat dit erg afhankelijk is van de bedrijfssituatie.

Op basis van bedrijfsbezoeken is gebleken dat met het systeem met vloerverwarming en -koeling bij vleeskalkoenen betere resultaten kunnen worden behaald in vergelijking met traditioneel. Maar dit is niet altijd het geval en het is ook niet zeker dat dit bij vleeskalkoenen gerealiseerd wordt, al valt dit wel te verwachten. Om deze reden is bij de (kostprijs) berekeningen bij het systeem uitgegaan van twee scenario's: één waarbij de resultaten vergelijkbaar zijn (Gemiddeld Nederland) en één waarbij ze beter zijn dan traditioneel (vloerverwarming en -koeling<sup>+</sup>). De aflevergewichten zijn voor alle scenario's gelijk. In het scenario's '+' bij systeem is de voederconversie 4 punten beter dan in een standaard situatie. Door een 6 gram hogere groeisnelheid wordt er jaarlijks 0,1 ronde extra gedraaid.

**Tabel 4.17** Uitgangspunten berekeningen Kombideksysteem vleeskalkoenen (bedragen excl. BTW)

|                                              | Standaardstal       | Vloerverwarming en -koeling |                                          |
|----------------------------------------------|---------------------|-----------------------------|------------------------------------------|
| Aantal vleeskalkoenen                        | 20.000              | 20.000                      |                                          |
| Bezettingsdichtheid (dieren/m <sup>2</sup> ) | 4                   | 4                           |                                          |
| Investeringskosten (€/m <sup>2</sup> )       |                     |                             |                                          |
| Gebouw                                       | 190,00              | 185,00                      |                                          |
| Inventaris                                   | 80,00               | 110,00                      |                                          |
| Scenario                                     | Gemiddeld Nederland | Gemiddeld Nederland         | Vloerverwarming en -koeling <sup>+</sup> |
| <i>Productietechnische kengetallen</i>       |                     |                             |                                          |
| Groeisnelheid (relatief)                     | 100%                | 100%                        | 105%                                     |
| # rondes/jaar                                | 2,9                 | 2,9                         | 3,0                                      |
| Netto voederconversie                        | 2,65                | 2,65                        | 2,61                                     |
| Uitval (%)                                   | 8,5                 | 8,5                         | 6,5                                      |

#### Resultaat

In tabel 4.18 staan de resultaten van de berekening weergegeven. Het systeem met vloerverwarming en -koeling heeft een hoger saldo van € 20 per 100 opgehokte vleeskalkoenen (€ 11.600,- per bedrijf) vanwege besparing op de energiekosten. Doordat de huisvestingskosten nog meer toenemen, namelijk met ruim € 18.200,-, geeft het systeem bij gelijke technische resultaten een negatief bedrijfsresultaat ten opzichte van standaard van ruim € 6.600,-. Kosten zonder technische verbetering: € 0,33 per dierplaats per jaar. De extra kosten voor huisvesting bedragen € 0,91 per dierplaats per jaar, wat deels gecompenseerd wordt door € 0,58 lagere energiekosten.

**Tabel 4.18** Extra investeringen en jaarkosten systeem met vloerverwarming en -koeling bij vleeskalkoenen (bedragen excl. BTW)

|                                         | Investering (€) | Jaarkosten (%) | Jaarkosten (€)      |                                          |
|-----------------------------------------|-----------------|----------------|---------------------|------------------------------------------|
|                                         |                 |                | Gemiddeld Nederland | Vloerverwarming en -koeling <sup>+</sup> |
| Bouwkundig                              | - 26.250        | 7,65           | - 2.000             | - 2.000                                  |
| Installaties                            | 160.125         | 12,65          | 20.250              | 20.250                                   |
| Totaal                                  | 133.875         |                | 18.250              | 18.250                                   |
| Totaal pdp <sup>1</sup>                 | 6,70            |                | 0,91                | 0,91                                     |
| Energiekosten pdp <sup>1</sup>          |                 |                | -0,58               | -0,58                                    |
| Technische verbetering pdp <sup>1</sup> |                 |                |                     | -0,93                                    |
| Totale kosten pdp <sup>1</sup>          |                 |                | 0,33                | -0,60                                    |

<sup>1</sup> pdp: per dierplaats

De technische resultaten kunnen bij toepassing van het systeem met vloerverwarming en -koeling verbeteren ten opzichte van traditionele huisvesting. Samen met de lagere energiekosten kan de som van meeropbrengsten minus meerkosten in de praktijk positief uitvallen.

## **5 Investerings en kosten van NH<sub>3</sub>-emissiebeperkende systemen nertsen**

### **5.1 Beschrijving**

Nertsen worden gehouden in kooien, meestal geplaatst in open stallen, de zogenaamde sheds. Dit is in feite niet meer dan een dak om de dieren tegen zon en regen te beschermen. Daarnaast zijn er gesloten systemen, zoals hallen of kassen. In een shed of hal staan meerdere rijen kooien naast elkaar. Het is altijd een even aantal. Dit vanwege het met behulp van een schuif verwijderen van de mest uit de goten die onder de kooien zit. Door het regelmatig (2x per dag) verwijderen van de mest naar een gesloten opslag, is ingeschat dat de emissie van ammoniak ruim halveert ten opzichte van de situatie waarin de mest onder de kooien op de grond valt. Om dit te verifiëren zijn metingen gepland.

Om de emissie van ammoniak van de nertsen verder te reduceren kan de mest vaker dan 2x per dag uit de goten worden geschoven. Met name tijdens de groeiperiode van de jongen (juni tot en met november) kan dit effect hebben.

### **5.2 Emissie**

De inschatting is dat de emissie per dierplaats per jaar door het extra schuiven zal afnemen naar 0,170 kg NH<sub>3</sub>/teef/jaar. Dit door een halvering van de emissie in de periode dat er 4x per dag de mest uit de goten wordt verwijderd.

### **5.3 Kosten**

Het installeren van de techniek vraagt geen extra investering van het bedrijf; alle apparatuur (goot, motor, kabels en schuif) zijn immers al aanwezig. Wel zal het extra kosten met zich meebrengen. Uitgaande van alleen vaker schuiven tijdens de maanden juni tot en met november, zijn de extra kosten voor 4x per dag schuiven nihil ten opzichte van de huidige eis van 2x per dag.



## 6 Overzicht investeringen en jaarkosten voor emissiearme technieken

In elke tabel staan eerst de investeringen voor de standaardstal vermeld. Voor elk emissiereducerend systeem worden de extra investeringen en jaarkosten vermeld. De jaarkosten voor de exploitatie kunnen bestaan uit onder andere energiekosten, chemicaliën en/of afzet van spuiwater.

**Tabel 6.1** Witveeskalveren: extra investeringen en jaarkosten van systemen voor ammoniakreductie. Bedragen excl. BTW (800 dierplaatsen).

|                                                     | Extra<br>investering | Extra<br>jaarkosten<br>investering | Extra<br>jaarkosten<br>exploitatie | Extra<br>jaarkosten<br>totaal | NH <sub>3</sub> -emissie |        | Kosten<br>reductie      |
|-----------------------------------------------------|----------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|--------------------------|--------|-------------------------|
|                                                     | €/dierplaats         |                                    |                                    |                               | kg/d.pl./jr              | % red. | €/kg<br>NH <sub>3</sub> |
| Standaard                                           | 1.250                |                                    |                                    |                               | 2,50                     |        |                         |
| Chemisch luchtwassysteem<br>90% emissiereductie     | 130                  | 19                                 | 20                                 | 39                            | 0,25                     | 90     | 17                      |
| Gecombineerd luchtwassysteem<br>85% emissiereductie | 180                  | 27                                 | 23                                 | 50                            | 0,37                     | 85     | 24                      |
| Biologisch luchtwassysteem<br>70% emissiereductie   | 150                  | 22                                 | 22                                 | 44                            | 0,75                     | 70     | 25                      |
| Kelderluchtbehandeling                              | 36                   | 5                                  | 6,50                               | 11,50                         | 1,5                      | 40     | 12                      |
| Koeling van mest                                    | 130                  | 18                                 | 5                                  | 23                            | 1,5                      | 40     | 23                      |
| i.c.m. warmteterugwinning                           | 170                  | 24                                 | -1,50                              | 22,50                         | 1,5                      | 40     | 23                      |

Voor een bedrijf met 800 vleeskalverplaatsen voor witvees variëren de extra kosten van € 9.200 tot € 40.000. De normale huisvestingskosten zijn ongeveer € 120.000.

**Tabel 6.2** Rosé Vleeskalveren: extra investeringen en jaarkosten van systemen voor ammoniakreductie. Bedragen excl. BTW (500 dierplaatsen).

|                                                     | Extra<br>investering | Extra<br>jaarkosten<br>investering | Extra<br>jaarkosten<br>exploitatie | Extra<br>jaarkosten<br>totaal | NH <sub>3</sub> -emissie |        | Kosten<br>reductie      |
|-----------------------------------------------------|----------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|--------------------------|--------|-------------------------|
|                                                     | €/dierplaats         |                                    |                                    |                               | kg/d.pl./jr              | % red. | €/kg<br>NH <sub>3</sub> |
| Standaard                                           | 1.100                |                                    |                                    |                               | 3,75*                    |        |                         |
| Chemisch luchtwassysteem<br>90% emissiereductie     | 98                   | 14                                 | 16                                 | 30                            | 0,38                     | 90     | 12                      |
| Gecombineerd luchtwassysteem<br>85% emissiereductie | 120                  | 18                                 | 18                                 | 36                            | 0,56                     | 85     | 15                      |
| Biologisch luchtwassysteem<br>70% emissiereductie   | 100                  | 15                                 | 16                                 | 31                            | 1,12                     | 70     | 16                      |
| Kelderluchtbehandeling                              | 27                   | 4                                  | 5                                  | 9                             | 1,25                     | 65     | 14                      |

\* Bij rosékalveren is uitgegaan van 1,5 X hogere emissie dan bij witveeskalveren. Hoewel officieel (in Rav lijst) dezelfde emissiefactor wordt gehanteerd, is de emissie in werkelijkheid waarschijnlijk beduidend hoger.

Ombouwkosten van natuurlijke naar mechanische ventilatie: schatting investering €30 per dierplaats, jaarkosten €12. Deze kosten komen bovenop de in tabel 6.2 genoemde getallen, behalve bij kelderluchtbehandeling.

De extra kosten voor emissiearme technieken variëren voor een bedrijf met 500 dierplaatsen voor rosékalveren van € 4.500 tot bijna € 18.000. De normale huisvestingskosten bedragen ongeveer € 66.000.

**Tabel 6.3** Opfokleghennen grondhuisvesting: extra investeringen en jaarkosten van systemen voor ammoniakreductie. Bedragen excl. BTW (50.000 dierplaatsen).

|                                                | Extra<br>investering | Extra<br>jaarkosten<br>investering | Extra<br>jaarkosten<br>exploitatie | Extra<br>jaarkosten<br>totaal | NH <sub>3</sub> -<br>emissie |        | Kosten<br>reductie      |
|------------------------------------------------|----------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|------------------------------|--------|-------------------------|
|                                                | €/dierplaats         |                                    |                                    |                               | kg/d.pl./jr                  | % red. | €/kg<br>NH <sub>3</sub> |
| Standaard                                      | 16,50                |                                    |                                    |                               | 0,170                        |        |                         |
| Integrale luchtconditionering<br>en -zuivering | 4,35                 | 0,57                               | -0,18                              | 0,39                          | 0,043                        | 75     | 3,07                    |
| Twee verdiepingenstal                          | -0,18                | 0,07                               | 0,02                               | 0,09                          | 0,037                        | 78     | 0,68                    |
| Perfo (E.2.8.) verdiepte put                   | 2,60                 | 0,18                               | 0,12                               | 0,30                          | 0,059                        | 65     | 2,70                    |
| Perfo (E.2.8.) vlakke vloer                    | 1,40                 | 0,10                               | 0,11                               | 0,21                          | 0,059                        | 65     | 1,89                    |
| Mestbeluchting onder beun                      | 1,00                 | 0,13                               | 0,23                               | 0,35                          | 0,068                        | 60     | 3,43                    |

Voor een bedrijf met 50.000 dierplaatsen in grondhuisvesting, variëren de extra kosten voor het toepassen van een emissiearm systeem van € 4.500 tot bijna € 20.000. De berekende huisvestingskosten bij een dergelijke omvang zijn ongeveer € 100.000.

**Tabel 6.4** Opfokvleeskuikenouderdieren: extra investeringen en jaarkosten van systemen voor ammoniakreductie. Bedragen excl. BTW (33.000 dierplaatsen).

|                                                       | Extra<br>investering | Extra<br>jaarkosten<br>investering | Extra<br>jaarkosten<br>exploitatie | Extra<br>jaarkosten<br>totaal | NH <sub>3</sub> -<br>emissie |        | Kosten<br>reductie      |
|-------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|------------------------------|--------|-------------------------|
|                                                       | €/dierplaats         |                                    |                                    |                               | kg/d.pl./jr                  | % red. | €/kg<br>NH <sub>3</sub> |
| Standaard                                             | 23,25                |                                    |                                    |                               | 0,250                        |        |                         |
| Chemisch luchtwassysteem<br>90% emissiereductie       | 3,85                 | 0,60                               | 0,75                               | 1,35                          | 0,025                        | 90     | 6,00                    |
| Gecombineerd luchtwas-<br>systeem 70% emissiereductie | 6,07                 | 0,94                               | 0,62                               | 1,56                          | 0,075                        | 70     | 8,91                    |
| Integrale luchtconditionering en<br>-zuivering        | 6,05                 | 0,80                               | -0,40                              | 0,40                          | 0,063                        | 75     | 2,14                    |
| Mixluchtventilatie                                    | 1,95                 | 0,28                               | 0,03                               | 0,31                          | 0,135                        | 45     | 2,70                    |
| Vloerverwarming en -koeling                           | 3,80                 | 0,51                               | -0,38                              | 0,13                          | 0,160                        | 35     | 1,44                    |

Uitgaande van de extra kosten per dierplaats variëren de jaarlijkse kosten voor emissiearme systemen voor opfokvleeskuikenouderdieren bij een bedrijf met 33.000 plaatsen van bijna € 4.500 tot € 51.500. Bij traditionele huisvesting zijn de huisvestingskosten ongeveer € 92.000.

**Tabel 6.5** Vleeskalkoenen: extra investeringen en jaarkosten van systemen voor ammoniakreductie. Bedragen excl. BTW (20.000 dierplaatsen).

|                                                             | Extra<br>investering | Extra<br>jaarkosten<br>investering | Extra<br>jaarkosten<br>exploitatie | Extra<br>jaarkosten<br>totaal | NH <sub>3</sub> -<br>emissie |        | Kosten<br>reductie      |
|-------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|------------------------------|--------|-------------------------|
|                                                             | €/dierplaats         |                                    |                                    |                               | kg/d.pl./jr                  | % red. | €/kg<br>NH <sub>3</sub> |
| Standaard                                                   | 70                   |                                    |                                    |                               | 0,680                        |        |                         |
| Chemisch luchtwassysteem                                    | 29                   | 4,50                               | 4,50                               | 9,00                          | 0,070                        | 90     | 14,75                   |
| 90% emissiereductie                                         |                      |                                    |                                    |                               |                              |        |                         |
| Gecombineerd luchtwas-<br>systeem 70% emissiereductie       | 37,50                | 5,80                               | 4,20                               | 10,00                         | 0,204                        | 70     | 21,00                   |
| Integrale luchtconditionering en<br>-zuivering              | 27,50                | 3,93                               | -0,70                              | 3,23                          | 0,170                        | 75     | 6,33                    |
| Integrale luchtconditionering en<br>-zuivering <sup>+</sup> | 27,50                | 3,93                               | -2,70*                             | 1,23                          | 0,170                        | 75     | 2,41                    |
| Mixluchtventilatie                                          | 5,30                 | 0,77                               | 0,05                               | 0,82                          | 0,367                        | 45     | 2,62                    |
| Vloerverwarming en -koeling                                 | 6,70                 | 0,91                               | -0,58                              | 0,33                          | 0,408                        | 40     | 1,21                    |
| Vloerverwarming en -koeling <sup>+</sup>                    | 6,70                 | 0,91                               | -1,51*                             | -0,60                         | 0,408                        | 40     | -2,21                   |

\* Bij Integrale luchtconditionering en -zuivering<sup>+</sup> en Vloerverwarming en -koeling<sup>+</sup> zijn deze bedragen inclusief verbetering technische resultaten<sup>9</sup>

Bij 20.000 plaatsen voor vleeskalkoenen variëren de extra kosten voor het toepassen van emissiearme systemen van ongeveer € 6.500 tot € 200.000. Als de inschatting met betrekking tot het verbeteren van de technische resultaten wordt waar gemaakt, is er een besparing mogelijk van ongeveer € 12.000. De normale huisvestingskosten op een bedrijf met 20.00 plaatsen voor vleeskalkoenen is ongeveer € 170.000.

**Tabel 6.6** Nertsen: extra investeringen en jaarkosten van systemen voor ammoniakreductie. Bedragen excl. BTW (4.000 dierplaatsen).

|                        | Extra<br>investering | Extra<br>jaarkosten<br>investering | Extra<br>jaarkosten<br>exploitatie | Extra<br>jaarkosten<br>totaal | NH <sub>3</sub> -<br>emissie |        | Kosten<br>reductie      |
|------------------------|----------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|------------------------------|--------|-------------------------|
|                        | €/dierplaats         |                                    |                                    |                               | kg/d.pl./jr                  | % red. | €/kg<br>NH <sub>3</sub> |
| Standaard              | 150                  |                                    |                                    |                               | 0,250                        |        |                         |
| Vaker mest verwijderen | 0                    | 0                                  | nihil                              | nihil                         | 0,170                        | 35     | 0                       |

Vanwege het feit dat er alleen een gering extra energieverbruik is voor het vaker mest verwijderen, zijn de extra kosten voor deze aanpassing nihil. Op een bedrijf met 4.000 dierplaatsen zijn de normale huisvestingskosten ongeveer € 72.000.

<sup>9</sup> ASG beschikt niet over onafhankelijk gemeten resultaten voor dit systeem, waardoor hier gebruikt gemaakt wordt van informatie van de fabrikant over het systeem bij vleeskuikens. Dit geldt zowel de investeringskosten, als de energiebesparing en verbetering van technische resultaten.

## 7 Voorstel opname technieken in Rav en grenswaarden Besluit huisvesting

Op basis van de informatie in de vorige hoofdstukken en de definitie van de term BBT is het mogelijk aan te geven of de beschreven technieken kunnen worden opgenomen in bijlage 1 van de Regeling ammoniak en veehouderij (Rav) en of het mogelijk is een grenswaarde op te nemen voor de betreffende diercategorie in het Besluit huisvesting.

### 7.1 Aanmerken als BBT

De term BBT (Best Beschikbare Techniek) is in paragraaf 1.1 (Aanleiding) gedefinieerd als: een techniek die technische haalbaarheid combineert met economische betaalbaarheid. Aan het eind van de eerste fase van het project is onder andere op basis van de technische haalbaarheid een keuze gemaakt uit een aantal voorgedragen technieken om verder uit te werken ten aanzien van de kosten. Op basis van de inschatting van de kosten zoals weergegeven in het vorige hoofdstuk kan dan de afweging worden gemaakt om een systeem aan te merken als BBT voor een bepaalde sector. De extra kosten kunnen dan worden afgezet tegen bijvoorbeeld het saldo van de betreffende diercategorie om een indicatie te hebben van de hoogte van de kosten. In onderstaande tabel zijn de saldo's van de betreffende diergroepen weergegeven, zoals berekend in KWIN 2008-2009. Tevens is aangegeven welke techniek aangemerkt zou kunnen worden als BBT wanneer wordt uitgegaan van een extra kostenniveau van 10 of 25% van het saldo.

**Tabel 7.1** Overzicht saldo en mogelijke BBT-technieken per diercategorie. Bedragen excl. BTW.

| Diercategorie               | Saldo<br>(€/dierplaats/jr) | BBT bij extra kostenniveau van ..% van het saldo |                                                                                                                     |
|-----------------------------|----------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                             |                            | 10%                                              | 25%                                                                                                                 |
| Vleeskalveren, witvlees     | 76,-                       |                                                  | - Kelderluchtbehandeling                                                                                            |
| Vleeskalveren, rosévvlees   | 31,-                       |                                                  |                                                                                                                     |
| Opfokleghennen              | 1,70                       | - Tweeverdiepingenstal                           | - Tweeverdiepingenstal                                                                                              |
| Opfokvleeskuikenouderdieren | 1,90                       | - Vloerverwarming en -koeling                    | - Perfovloer<br>- Vloerverwarming en -koeling                                                                       |
| Vleeskalkoenen              | 7,50                       | - Vloerverwarming en -koeling                    | - Mixluchtventilatie<br>- Integrale luchtconditionering en -zuivering <sup>+</sup><br>- Vloerverwarming en -koeling |
| Nertsen                     | 75,-                       | - Vaker mest verwijderen                         | - Mixluchtventilatie<br>- Vaker mest verwijderen                                                                    |

<sup>+</sup> Geldt alleen als de technische resultaten verbeteren

### 7.2 Grenswaarden Besluit huisvesting

Omdat voor vleeskalveren er eigenlijk nog geen technieken aangemerkt kunnen worden als BBT, is het advies om voor deze diergroep geen grenswaarde in het Besluit huisvesting op te nemen. Voor de andere diercategorieën is dit wel mogelijk. Daarbij moet dan gekeken worden naar de beschikbare technieken in relatie tot technieken die mogelijk als BBT zijn aan te merken. Technieken met een hoge reductie (lage emissie) zijn in een aantal gevallen wel BBT, terwijl technieken met een lage reductie (hoge emissie) dat niet zijn. Door de grenswaarde hoger vast te stellen dan de emissie van het systeem dat als BBT wordt aangemerkt, is er voor de veehouder wel een keuzemogelijkheid. Een extra aspect dat meespeelt bij het vaststellen van de grenswaarde is het stimuleren van de technieken via de VAMIL/MIA-regeling. Deelname aan deze regeling is mogelijk via het voldoen aan de Maatlat Duurzame Veehouderij (MDV). Voor het onderdeel ammoniak moet een minimaal aantal punten worden gehaald. Nu is dat aantal punten gelijk aan het aantal punten dat wordt gehaald door het toepassen van het systeem met een emissie gelijk aan de grenswaarde van het Besluit huisvesting. Voor dat systeem ontbreekt dan de financiële stimulans. Door de grenswaarde hoger, en dus het minimum aantal punten lager, te stellen dan dat van een bepaald systeem, wordt het toepassen van emissiearme technieken in deze sectoren meer gestimuleerd.

Op basis van bovenstaande komen we tot de volgende voorstellen voor een grenswaarde in het Besluit huisvesting:

- vleeskalveren; voor zowel wit- als rosé vlees geen grenswaarde
- opfokleghennen; 0,070 kg  $\text{NH}_3$ /dierplaats/jaar
- opfokvleeskuikenouderdieren; 0,183 kg  $\text{NH}_3$ /dierplaats/jaar
- vleeskalkoenen; 0,410 kg  $\text{NH}_3$ /dierplaats/jaar
- nertsen; 0,250 kg  $\text{NH}_3$ /dierplaats/jaar.

## Literatuur

Ellen, H.H. en I. Vermeij (2005). Kosten ammoniakemissie-reducerende systemen in de pluimveehouderij. Praktijkboek 43, Animal Sciences Group van Wageningen UR, Lelystad.

Ellen, H.H., J. van Harn en I. Vermeij (2008). Exploitatiekosten ammoniakemissiearme systemen vleeskuikenhouderij. Rapport 108, Animal Sciences Group van Wageningen UR, Lelystad.

Ellen, H.H., M.C.J. Smits en N.W.M. Ogink (2008). Aanmerking BBT kleine sectoren. Vertrouwelijk rapport 129, Animal Sciences Group van Wageningen UR, Lelystad.

Kwantitatieve Informatie Veehouderij 2008-2009 (2008). Handboek 6, Animal Sciences Group van Wageningen UR, Lelystad.

Smits, M.C.J., R.W. Melse, A.C. Smits en N.W.M. Ogink (2005). Bouwsteen stallen. Quick scan van opties voor vermindering van ammoniak- en geuremissie uit vleeskalverstallen in de Agrarische Enclave Uddel Elspeet. Rapport 509, Agrotechnology & Food Innovations B.V., Wageningen UR, Wageningen.

Smits, M.C.J., J.B. Campen en J.W.H. Huis in 't Veld, 2008. Emissiereductie door kelderluchtbehandeling in een vleeskalverstal; proof of principle. ASG Rapport 179, Wageningen UR, Lelystad.



Wageningen UR Livestock Research

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

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