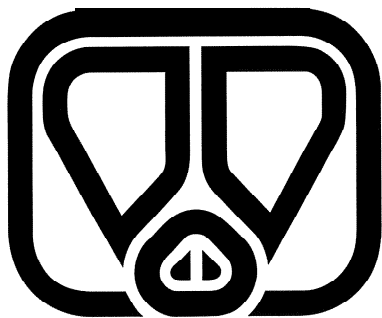


Ir. E.R. ter Elst-Wahle  
Ing. G.M. den Brok

# Effect van vloeruitvoering op hokbevuiling en ammoniakemissie bij vleesvarkens

*Effect of floor design on  
pen fouling and ammonia  
emmission for fatteners*



**Praktijkonderzoek Varkenshouderij**

Locatie:  
Varkensproefbedrijf  
"Zuid- en West-Nederland"  
Vlaamseweg 17  
6029 PK Sterksel  
tel: 040 - 226 23 76

Proefverslag nummer P 1.154  
augustus 1996  
ISSN 0922 - 8586

# INHOUDSOPGAVE

|       |                                                                                     |    |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------|----|
|       | SAMENVATTING                                                                        | 3  |
|       | SUMMARY                                                                             | 4  |
| 1     | INLEIDING                                                                           | 5  |
| 2     | DEELONDERZOEK I. EFFECT VLOERUITVOERING<br>OP HOKBEVUILING                          | 6  |
| 2.1   | Materiaal en methode                                                                | 6  |
| 2.1.1 | Proefafdeling                                                                       | 6  |
| 2.1.2 | Proefbehandelingen                                                                  | 6  |
| 2.1.3 | Proefdieren, voeding en klimaatinstellingen                                         | 7  |
| 2.1.4 | Gegevensverzameling en -verwerking                                                  | 7  |
| 2.2   | Resultaten en discussie                                                             | 8  |
| 2.3   | Conclusie                                                                           | 13 |
| 3     | DEELONDERZOEK II. AMMONIAKEMISSION BIJ<br>VLOERUITVOERING MET MINIMALE HOKBEVUILING | 14 |
| 3.1   | Materiaal en methode                                                                | 14 |
| 3.1.1 | Proefafdeling                                                                       | 14 |
| 3.1.2 | Mest afdalen uit de mestput                                                         | 14 |
| 3.1.3 | Proefdieren, voeding en klimaatinstellingen                                         | 15 |
| 3.1.4 | Gegevensverzameling en -verwerking                                                  | 15 |
| 3.2   | Resultaten en discussie                                                             | 15 |
| 3.3   | Conclusie                                                                           | 19 |
| 4     | BETEKENIS VOOR DE PRAKTIJK                                                          | 20 |
|       | LITERATUUR                                                                          | 21 |
|       | BIJLAGEN                                                                            | 22 |
|       | REEDSEERDERVERSCHENENPROEFVERSLAGEN                                                 | 24 |

# SAMENVATTING

Ernstige hokbevuiling kan tot een aanzienlijke ammoniakemissie vanaf de vloer leiden. Hokbevuiling wordt veroorzaakt doordat dieren op een plaats mesten waar de mest niet afgevoerd wordt. Het kan beperkt worden door een goede vloeruitvoering en een verbetering van de mestdoorlaatbaarheid van het rooster. De vloeruitvoering heeft betrekking op de verhouding dichte vloer/rooster-vloer en de onderlinge plaatsing binnen het hok. In dit onderzoek is bij vleesvarkens het effect van vloeruitvoering op de hokbevuiling en de ammoniakemissie bestudeerd. Het onderzoek bestond uit twee deelonderzoeken. In het eerste deelonderzoek is vastgesteld welke vloeruitvoering tot minimale bevuiling leidde. In het tweede deelonderzoek is de ammoniakemissie bij de vloeruitvoering met minimale hokbevuiling vastgesteld.

## Effect vloeruitvoering op hokbevuiling

Binnen één afdeling zijn vijf verschillende vloeruitvoeringen aangebracht. De hokken waren 1,80 m breed en 3,70 m lang. Er zijn gedurende vijf ronden gegevens verzameld. De volgende vloeruitvoeringen zijn vergeleken (allen zonder mestspleet):

- 1 een hok met twee bolle vloeren van elk 1,80 m lang met ertussen 1,62 m rooster. De roosters voor en achter in het hok waren 0,72 m lang. De roosters waren van metalen driekant. Het dichte vloeroppervlak bedroeg 0,40 m<sup>2</sup> per varken;
- 2 een hok met een bolle dichte vloer als eiland en daar omheen metalen driekantroosters. Het dichte vloeroppervlak bedroeg 0,32 m<sup>2</sup> per varken;
- 3 een hok met een groot rooster voorin van polymeerbeton (1,80 m), een bolle vloer (1,30 m) en een smal metalen driekantrooster (0,60 m). Het dichte vloeroppervlak bedroeg 0,26 m<sup>2</sup> per varken;
- 4 hetzelfde als het vorige hok, maar het groot rooster was een metalen driekantrooster;
- 5 hetzelfde als het vorige hok, maar het groot rooster was van traditioneel beton (referentie).

De volgende gegevens zijn verzameld: hokbevuilingsscore, technische resultaten en veterinaire behandelingen. De bevuilingssco-

re varieerde van '0' (schoon) tot '5' (zeer ernstig bevuild en nat).

Het hok met een bolle vloer en alle roosters van metalen driekant (hok 4) kwam als het schoonste hok naar voren. Het percentage waarnemingen met een score '0' of '1' was hier 92,2%. Het hok met de twee bolle vloeren (hok 1) was het meest bevuild: 43% van de waarnemingen had een score '0' of '1'. Het percentage voor hok 2 (eiland), hok 3 (polymeerbeton) en hok 5 (traditioneel beton) was respectievelijk 84,9%, 76,9% en 71,1%. De technische resultaten en de veterinaire behandelingen verschilden niet tussen de vijf vloeruitvoeringen. De jaarkosten van de vloeruitvoering met de minimale bevuiling (hok 4) waren echter f 3,38 per vleesvarkensplaats hoger dan die van de referentie-vloeruitvoering (hok 5).

## Ammoniakemissie bij vloeruitvoering met minimale hokbevuiling

De afdeling werd verbouwd volgens de resultaten van het bovenstaande deelonderzoek en de praktijkwaarnemingen. Uit praktijkwaarnemingen bleek dat het plaatsen van de bolle dichte vloer voor in het hok tot minder bevuiling leidde dan plaatsing achter in het hok. De afdeling werd voorzien van vijf identieke hokken met daarin de volgende vloer: 0,65 m metalen driekantrooster, een betegelde bolle dichte vloer van 1,30 m en 1,30 m metalen driekantrooster (inclusief 0,1 m mestspleet). De hokken waren 1,80 m breed. Er was een mestkanaal (40 cm diep) aangebracht en de mest werd via een rioleringssysteem afgelaten. Het onderzoek heeft vijf ronden geduurd. In de eerste drie ronden waren de beide mestkanalen gekoppeld en werd de mest via één centrale afsluiter afgelaten. In ronde 4 en 5 waren beide kanalen ontkoppeld en werd elk kanaal afzonderlijk afgelaten. In het smalle mestkanaal werd een grestrog aangebracht. De ammoniakemissie was gemiddeld 1,9 kg per dierplaats per jaar. De gemeten emissie kwam met name vanuit de mestkelder. De vloeruitvoering met minimale hokbevuiling is zodoende een goede uitgangssituatie om verder te werken aan vermindering van emissie, voornamelijk uit de mestkelder.

## SUMMARY

Good floor design and improved slats are aspects that can reduce pen fouling. Serious pen fouling also leads to considerable ammonia emission. Therefore research has been conducted into finding a floor design which minimises pen fouling. Five floor designs were compared during five fattening periods:

- a pen with two convex floors and metal tri bar slats;
- a pen with a convex floor as an island and metal tri bar slats;
- a pen with 1.80 m polymer concrete slats at the front, a 1.30 m convex floor and 0.60 m metal tri bar slats;
- the same pen, in which all slats were of metal tri bar;
- the same pen, in which the polymer concrete slats were replaced by traditional concrete slats.

The pen with the convex floor and metal tri bar slats was the cleanest compared to the other four pens. The pen with the convex floor as an island followed. The pen with two convex floors gave the highest level of pen fouling. Technical results and veterinary

treatments were similar in the five floor designs. From field data it was concluded that a convex floor at the front of the pen gave less pen fouling than a convex floor at the back of the pen. This type of floor was not included in the research.

The room was renovated as a result of the above research and field data. The five pens were identical. The floor was as follows: 0.65 m metal tri bar slats, 1.30 m convex floor and 1.30 m metal tri bar slats. The manure channel was 0.40 m deep and the manure was removed by a sewer system. During the first three fattening periods both manure channels were connected by one central valve. During the fourth and fifth fattening period the manure channels were disconnected (one valve per Channel). The average ammonia emission was 1.9 kg per animal place per year. The majority of the measured emission came from the manure channels. The floor design with minimal pen fouling was therefore a good starting point for further reductions in ammonia emission from mainly the manure channels.

# 1 INLEIDING

Ammoniakvorming in de stal vindt voor een deel plaats op de roosters en de dichte vloer. Vooral wanneer ernstige hokbevuiling optreedt kan de ammoniakemissie vanaf de vloer aanzienlijk zijn. De hokbevuiling kan beperkt worden door een goede vloeruitvoering en een verbetering van de mestdoorlaatbaarheid van de roosters. Een goede vloeruitvoering betreft de verhouding dichte vloer/roostervloer en de onderlinge plaatsing van dichte vloer en roostervloer binnen het hok. De kwaliteit van het rooster wordt bepaald door het gebruikte materiaal (slijtvastheid), de ruwheid en vorm van de roosterbalk en de breedte van de balk en de spleet. De ruwheid van de roosterbalk kan invloed hebben op eventuele beschadigingen aan de dieren als de roosters te glad zijn of worden.

De mestdoorlaatbaarheid wordt bepaald door de vorm van de roosterbalk en de breedte van de balk en de spleet. Metalen driekantrasters blijken een goede mestdoorlaat te hebben in vergelijking met betonroosters. De belangrijkste voorwaarde die aan de dichte vloer gesteld wordt is een slijtvast en stroef oppervlak. De vloer moet hellend of bol zijn uitgevoerd om te voorkomen dat urine op de vloer blijft staan.

Bij de vloeruitvoering moet ook rekening gehouden worden met de eisen die gesteld worden in de Gezondheid- en Welzijnswet.

De oppervlakte dichte vloer en het totale vloeroppervlak moeten respectievelijk  $0,3\text{ m}^2$  en  $0,7\text{ m}^2$  per vleesvarken zijn (Varkensbesluit, 1994).

Het in dit verslag beschreven onderzoek bestond uit twee deelonderzoeken. In het eerste deel is nagegaan bij welke vloeruitvoering de hokbevuiling bij vleesvarkens het minst is. In de periode juni 1991 tot maart 1993 heeft dit onderzoek gedurende vijf ronden plaatsgevonden. Daarna is de proefafdeling op basis van de resultaten van het eerste deelonderzoek en ervaringen in de praktijk aangepast (Bokma en Rasing, 1992). Het tweede deelonderzoek betrof het bepalen van de ammoniakemissie bij de vloeruitvoering met minimale hokbevuiling. Het tweede deelonderzoek vond plaats in de periode van februari 1994 tot september 1995 gedurende vijf ronden. Het onderzoek is uitgevoerd op het Varkensproefbedrijf "Zuid- en West-Nederland" te Sterksel en is gefinancierd door FOMA (FinancieringsOverleg Mest- en Ammoniakonderzoek).

In dit onderzoeksrapport wordt het eerste deelonderzoek, de bepaling van een goede vloeruitvoering, eerst in zijn geheel beschreven (hoofdstuk 2). Daarna wordt in hoofdstuk 3 het tweede deelonderzoek, het vaststellen van de ammoniakemissie bij de vloeruitvoering met minimale hokbevuiling, beschreven in een vergelijkbare vorm.

# 2 DEELONDERZOEK I. EFFECT VLOERUITVOERING OP HOKBEVUILING

## 2.1 Materiaal en methode

### 2.1.1 Proefafdeling

De afdeling bestond uit vijf hokken van elk 1,80 m breed en 3,70 m lang en een 0,80 m brede voergang. De vijf hokken hadden elk een andere vloeruitvoering. Per hok werden negen dieren opgelegd. Onder de roosters lagen ondiepe (50 cm) mestkanalen. De dichte vloer was niet onderkelderd. De mest werd afgevoerd via een vacuümriolerings-systeem. De lucht werd aangevoerd via grondbuizen. Deze zijn gedurende één ronde (van de totaal vijf ronden) niet gebruikt. De lucht kwam vanuit de centrale gang boven het ventilatieplafond en via het plafond in de afdeling. De ventilator hing op het einde van de afdeling boven de voergang (figuur 1).

### 2.1.2 Proefbehandelingen

Elk hok van de afdeling was uitgevoerd met een andere vloeruitvoering en/of een ander roostertype. In figuur 1 is dit schematisch weergegeven. In tabel 1 zijn de oppervlakten en verhoudingen dichte vloer en roostervloer weergegeven. Dit is inclusief de benodigde ruimte voor een brijbak (0,16 m<sup>2</sup> per hok). De oppervlakte per vleesvarken ligt bij de drie laatste hokken onder de eis van 0,3 m<sup>2</sup> per vleesvarken (Varkensbesluit, 1994). Op het moment dat het onderzoek werd uitgevoerd speelde deze eis (nog) niet. De volgende vloeruitvoeringen zijn vergeleken (allen zonder mestspleet):

- 1 2 x bol; metaal: een hok met twee bolle vloeren en metalen driekantrooster met een tussenhek aan het begin van de tweede bolle vloer. De varkens hadden tot een lichaamsgewicht van 40 kg alleen de beschikking over het voorste deel van het hok. Daarna beschikten ze over het gehele hok. Aanleiding voor deze hokvorm was de veronderstelling dat jonge dieren niet helemaal achterin het hok mesten. Metalen roosters zorgen voor een goede mestdoorlaat. De breedte van de balk en spleet zijn beide 1,0 cm.
- 2 eiland; metaal: een hok met een bolle dichte vloer in het midden van het hok met aan alle zijden een metalen driekantrooster met een balk- en spleetbreedte van 1,0 cm. In de gevallen dat er gemest wordt op de dichte vloer, vindt dit meestal langs de hokafscheidings plaats. Door het plaatsen van roosters op deze plekken wordt getracht bevuilding van de dichte vloer te voorkomen. Voor een goede mestdoorlaat werden ook hier metalen roosters gebruikt.
- 3 bol; polymeerbeton/metaal: een hok met voorin een groot roostergedeelte van 1,80 m, uitgevoerd in polymeerbeton. Dit rooster had een balkbreedte van 3,5 cm en een spleetbreedte van 1,2 cm. Vervolgens kwam er een bolle vloer van 1,30 m en achterin het hok een metalen driekantrooster (0,60 m). In polymeerbeton is kunstvezel verwerkt. Hierdoor kan

Tabel 1: Oppewlakten en verhouding dichte vloer en rooster per vloeruitvoering bij opleg van negen vleesvarkens per hok.

| vloeruitvoering |                      | dichte vloer         |    | roostervloer         |    |
|-----------------|----------------------|----------------------|----|----------------------|----|
| dichte vloer    | rooster              | m <sup>2</sup> /dier | %  | m <sup>2</sup> /dier | %  |
| 2 x bol         | metaal               | 0,40                 | 54 | 0,34                 | 46 |
| eiland          | metaal               | 0,32                 | 42 | 0,42                 | 58 |
| bol             | polymeerbeton/metaal | 0,26                 | 35 | 0,48                 | 65 |
| bol             | metaal               | 0,26                 | 35 | 0,48                 | 65 |
| bol             | beton/metaal         | 0,26                 | 35 | 0,48                 | 65 |

de balkbreedte in vergelijking met traditioneel beton afnemen, waarbij de draagkracht gehandhaafd blijft ten opzichte van het traditionele betonrooster. Door toepassing van polymerebeton in plaats van traditioneel beton is mogelijk de mestdoorlaatbaarheid beter.

- 4 bol; metaal: hetzelfde hok als in proefbehandeling 3, met dit verschil dat het grote roostergedeelte was uitgevoerd in driekant metaal.
- 5 bol; beton/metaal: hetzelfde hok als in proefbehandeling 3, met dit verschil dat het grote roostergedeelte was uitgevoerd in traditioneel beton met een 10 cm brede balk en een 2 cm brede spleet. Deze vloeruitvoering wordt in de praktijk veel toegepast en diende in dit onderzoek als referentie.

### Z.1.3 Proefdieren, voeding en klimaatinstellingen

De afdeling werd in één keer volgelegd met varkens van de kruisingsstypen GY, x DuNL, Gy, x GY<sub>z</sub>NL en Krusta x GY<sub>z</sub>NL. Per hok werden negen dieren opgelegd. De vleesvarkens werden op een gemiddeld gewicht van 24 kg gemengd naar sexe opgelegd. De vleesvarkens zijn afgeleverd op een gemiddeld geslacht gewicht van 87,5 kg.

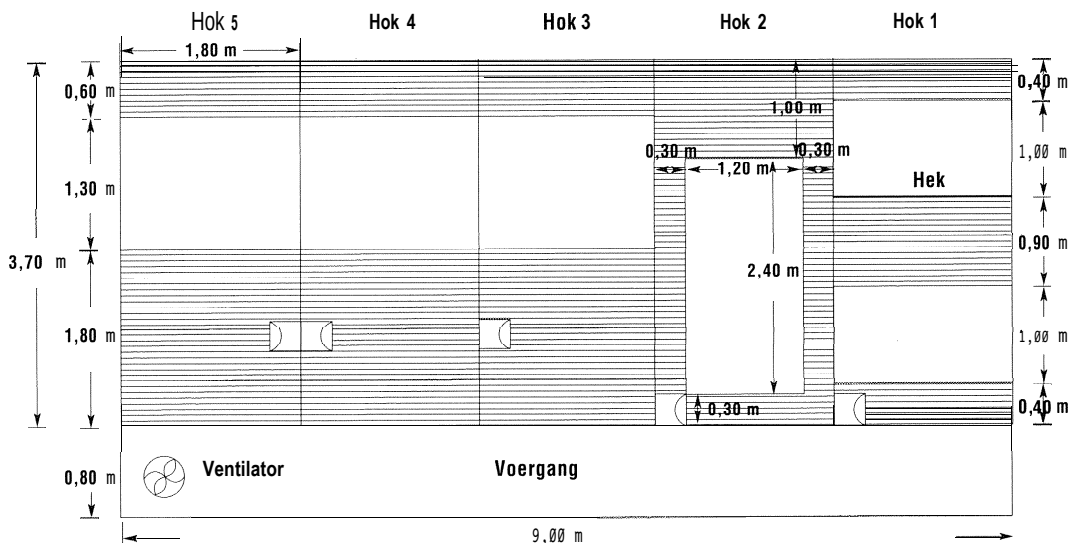
De vleesvarkens zijn onbeperkt gevoerd via

een brijbak, die voor in het hok op de roostervloer was geplaatst. Gedurende de eerste vier weken na opleg werd startvoer verstrekt (EW = 1,06). Daarna is in één week tijd geleidelijk overgeschakeld op afmestvoer (EW = 1,03). Drinkwater stond onbeperkt via de drinknippel van de brijbak ter beschikking.

Op de dag van inleg werd een afdelingstemperatuur nagestreefd van 21°C, die in een periode van zestig dagen werd afgebouwd naar 17°C. De instelling van de minimum- en maximumventilatie was respectievelijk 15 en 80 m<sup>3</sup> per dier per uur. De maximale ventilatie kan door de weerstand van de grondbuis lager geweest zijn. De bandbreedte was 5°C en de thermoneutrale zone was 2°C.

### 21.4 Gegevensverzameling en -verwerking Hokbevuiling

Gemiddeld twee keer per week werd de mate van hokbevuiling in de afdeling vastgesteld door het scoren van de bevuiling van de roosters, de dichte vloer en de dieren. De score varieerde van 0 (schoon) tot en met 5 (zeer ernstig bevuild en nat). Bij de vaststelling is vooral gelet op de grootte van de mestplek en de natheid van de roosters. De vaststelling van de mate van hokbevuiling werd steeds door dezelfde persoon uitgevoerd.



Figuur 1: Proefafdeling met de verschillende vloeruitvoeringen.

Hok 1 (2 x bol; metaal) en 2 (eiland; metaal) hadden een andere vloerindeling dan hok 3, 4 en 5 (figuur 1). Om de verschillende vloeronderdelen toch te kunnen vergelijken is de vloeruitvoering van hok 1 en 2 zodanig gedefinieerd dat er sprake was van een roostergedeelte voor in het hok, een dichte vloer in het midden en een roostergedeelte achter in het hok. De volgende werkwijze is hierbij gehanteerd: in hok 1 (2 x bol; metaal) was tijdens de eerste weken het hek dicht, waardoor het rooster in het midden als rooster achterin is beschouwd (figuur 1). Gedurende de periode na het openen van het hek zijn de beide dichte vloeren en het rooster in het midden samengevoegd tot een totaal aan dichte vloer. In hok 2 (eiland;

metaal; zie figuur 1) zijn de dichte vloer en de roosters links en rechts gedefinieerd als dichte vloer. De hokbevuilingscores voor dichte vloer, rooster links en rooster rechts zijn samengevoegd door per waarnemingsdatum de scores te wegen naar het aandeel dat elk onderdeel in de totale oppervlakte van de gedefinieerde dichte vloer had (16,7%, 16,7% en 66,7%).

Versillen in mate van hokbevuiling tussen de vijf proefbehandelingen zijn statistisch getoetst met behulp van een logistisch regressiemodel (drempelmodel van McCullagh) (Oude Voshaar, 1994).

#### Overige gegevens

De volgende gegevens zijn eveneens vast-

Tabel 2: Procentuele verdeling van de bevuilingscores van de dichte vloer, het rooster voor, het rooster achter en de dieren bij vijf vloeruitvoeringen (aantal waarnemingen per hok is 142).

| onderdeel      | score | vloeruitvoering   |                  |                                |               |                     |
|----------------|-------|-------------------|------------------|--------------------------------|---------------|---------------------|
|                |       | 2 x bol<br>metaal | eiland<br>metaal | bol, polymeer-<br>beton/metaal | bol<br>metaal | bol<br>beton/metaal |
| rooster voor   | ∅     | 40,8              | 78,9             | 40,1                           | 74,6          | 43,0                |
|                |       | 26,8              | 14,1             | 35,9                           | 16,2          | 16,2                |
|                | 2     | 21,1              | 5,6              | 12,7                           | 9,2           | 21,8                |
|                | 3     | 4,2               | 1,4              | 7,0                            | 0,0           | 16,2                |
|                | 4+5   | 7,0               | 0,0              | 4,2                            | 0,0           | 2,8                 |
| dichte vloer   | ∅     | 7,7               | 47,2             | 39,4                           | 78,9          | 67,6                |
|                |       | 26,8              | 37,3             | 26,1                           | 16,2          | 26,1                |
|                | 2     | 40,8              | 13,4             | 23,2                           | 2,8           | 5,6                 |
|                | 3     | 19,0              | 2,1              | 9,9                            | 2,1           | 0,7                 |
|                | 4+5   | 5,6               | 0,0              | 1,4                            | 0,0           | 0,0                 |
| rooster achter | ∅     | 42,3              | 43,0             | 23,2                           | 65,5          | 70,4                |
|                |       | 37,3              | 40,8             | 49,3                           | 24,6          | 23,9                |
|                | 2     | 10,6              | 9,2              | 15,5                           | 8,5           | 4,9                 |
|                | 3     | 6,3               | 4,2              | 9,9                            | 1,4           | 0,7                 |
|                | 4+5   | 3,5               | 2,8              | 2,1                            | 0,0           | 0,0                 |
| dieren         | ∅     | 12,7              | 26,8             | 21,8                           | 53,5          | 47,2                |
|                |       | 49,3              | 64,1             | 69,0                           | 45,1          | 52,1                |
|                | 2     | 31,0              | 7,7              | 8,5                            | 1,4           | 0,7                 |
|                | 3     | 7,0               | 1,4              | 0,7                            | 0,0           | 0,0                 |
|                | 4+5   | 0,0               | 0,0              | 0,0                            | 0,0           | 0,0                 |

a,b,c: Een verschillende letter binnen een rij duidt op een verschil tussen de vloeruitvoeringen in de verdeling van de hokbevuilingscores over de vijf klassen.



gelegd:

- veterinaire behandelingen;
- technische resultaten van de vleesvarkens, bestaande uit opleggewicht, geslacht gewicht, uitval, groei, voeropname per dag, voerconversie en EW-conversie;
- alle overige bijzonderheden die van invloed konden zijn op de proef.

De technische resultaten zijn statistisch getoetst met behulp van variantie-analyse. De veterinaire behandelingen zijn getoetst met behulp van de chi-kwadraat toets.

## 2.2 Resultaten en discussie

### 2.2.1 Hokbevuiling

In tabel 2 is een overzicht gegeven van de mate van hokbevuiling bij de vijf verschillende vloeruitvoeringen. In figuur 2 wordt voor elk onderdeel van de vloer en voor de dieren het gesommeerde aantal waarnemingen met score '0' of '1' weergegeven. Bij de interpretatie van de resultaten moet bedacht worden dat er voor hok 1 (2 x bol; metaal) en hok 2 (eiland; metaal) een samenvoeging van bepaalde vloeroppervlakten heeft plaatsgevonden. In bijlage 1 zijn de scores voor de afzonderlijke onderdelen van deze twee hokken opgenomen. De vergelijking van de hokbevuiling is uitgevoerd binnen één afdeling. De vijf verschil-

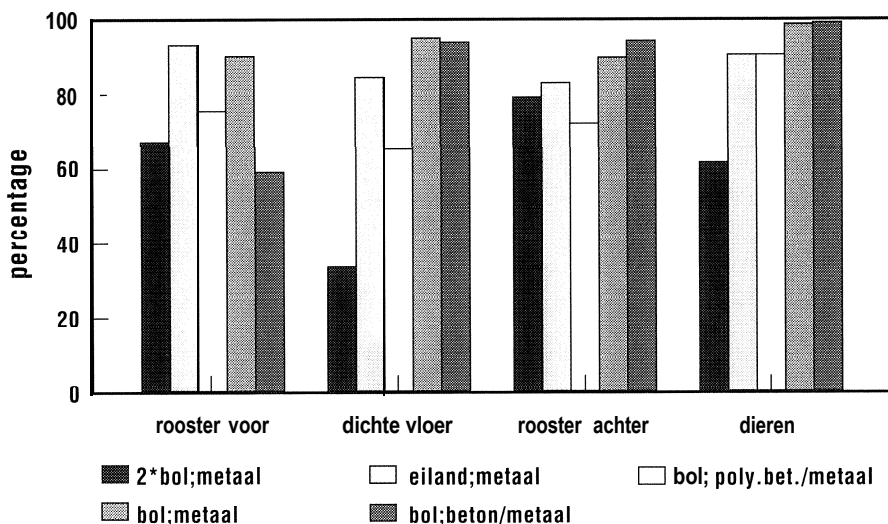
lende vloeruitvoeringen zijn gedurende het onderzoek niet gewisseld. Hierdoor kan een effect van klimaat op hokbevuiling aanwezig zijn. De aan- en afvoer van lucht heeft steeds op dezelfde plek plaatsgevonden. Door verstrengeling is hiermee bij de statistische verwerking van de bevuilingsscores geen rekening gehouden.

#### *Rooster voor*

Het voorste roostergedeelte was in hok 2 (eiland; metaal) en hok 4 (bol; metaal) significant schoner dan in de andere drie hokken (tabel 2; figuur 2). Het roosteroppervlak was in hok 2 wel kleiner dan in hok 4. In hok 4 bestond het voorste roostergedeelte uit metalen driekantruster. Dit type rooster leidde duidelijk tot minder hokbevuiling dan het traditionele betonrooster en het polymeerbetonrooster. De spleetbreedte van 1,2 cm bij het polymeerbetonrooster bleek duidelijk te klein; de mest werd slecht doorgetrapt.

#### *Dichte vloer*

De bevuiling van de dichte vloer verschilt significant tussen de vijf hokken (tabel 2). Van het totale aantal waarnemingen in hok 1 (2 x bol; metaal) had slechts 345% een score '0' of '1', terwijl in hok 4 (bol; metaal) het percentage 95,1% was (figuur 2). De overige drie hokken lagen hier tussenin.



Figuur 2: Het percentage waarnemingen met een bevuilingsscore '0' of '1' voor de dichte vloer, het rooster voor, het rooster achter en de dieren voor de vijf vloeruitvoeringen.

### Rooster achter

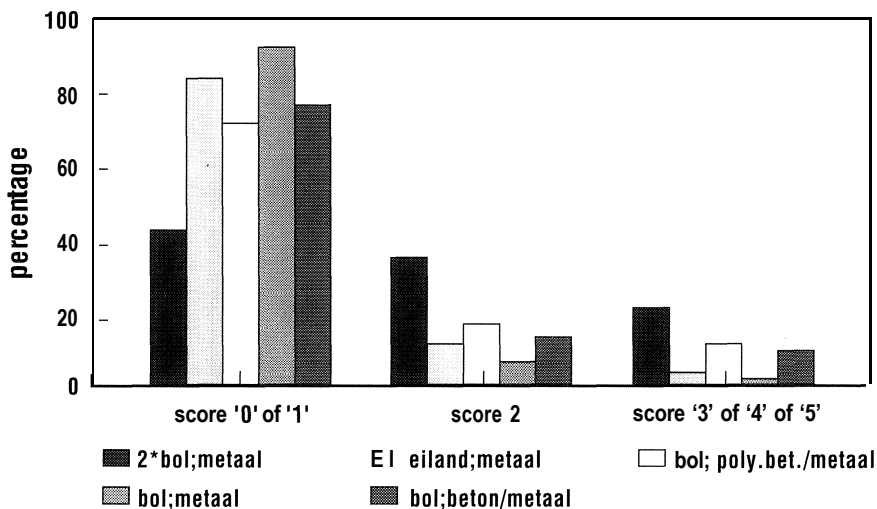
Het achterste roostergedeelte was in hok 1 (2 x bol; metaal) en 2 (eiland; metaal) in gelijke mate bevuild. De bevuiling was significant hoger dan in hok 4 (bol; metaal) en 5 (bol; beton/metaal), die onderling niet verschilden. In hok 3 (bol; polymeerbeton/metaal) bevond zich een even groot achterste roostergedeelte van metalen driekant als in hok 4 en 5. Toch bleek er in hok 3 sprake te zijn van een grotere mate van bevuiling. Een mogelijke verklaring is dat het polymeerbeton in het voorste deel van het hok een slechte mestdoorlaat had. Hierdoor kan mest van het grote rooster aan de poten van de varkens meegenomen zijn naar het rooster achterin het hok. De dichte vloer is in dit hok ook meer bevuild (figuur 2).

### Dieren

Vergelijking van de bevuiling van de dieren in hok 3, 4 en 5 laat een zelfde beeld zien als de bevuiling van het achterste roostergedeelte. In het hok met een bolle vloer en alle roosters van metalen driekant (hok 4) en in het traditionele hok (hok 5) waren de dieren niet tot nauwelijks bevuild. De dieren in hok 2 (eiland; metaal) en 3 (bol; polymeerbeton/metaal) waren meer bevuild. In het hok met twee bolle vloeren en metalen driekantroosters waren de dieren het meest bevuild.

### Volledige vloeruitvoering

In figuur 3 wordt de mate van hokbevuiling van het gehele vloeroppervlak weergegeven. De scores van de onderdelen zijn, gewogen naar oppervlakte, samengevoegd tot één score. Over het geheel gezien bleek de vloeruitvoering van bolle dichte vloer en metalen driekantroosters (hok 4) de laagste hokbevuiling te hebben. Hok 2 met het eiland als dichte vloer volgde daarop. Hok 1 met twee bolle vloeren en metalen driekantroosters kwam als slechtste naar voren. Het hok met polymeerbetonrooster en metalen driekantrooster (hok 3) was qua bevuiling beter dan hok 1. Het hok met de combinatie van betonrooster en metalen driekantrooster lag qua bevuiling tussen hok 2 en hok 3 in. Door Hoofs (1991) zijn vergelijkbare vloeruitvoeringen als die in hok 3, 4 en 5 onderzocht, waarbij al het aanwezige rooster uit metalen driekant of uit beton bestond. Ook uit dit onderzoek bleek dat betonrooster tot meer bevuiling leidt dan metalen driekantrooster. Vrielink (1995) meldt dat het metalen driekantrooster de minste bevuiling geeft, gevolgd door het gecombineerd rooster (beton en metalen driekant) en betonrooster met en zonder mestspleet. Het smalle rooster is echter voor in het hok geplaatst, maar geeft op zich vergelijkbare resultaten met hok 3, 4 en 5.



Figuur 3: Procentuele verdeling van de bevuilingsscore van het gehele vloeroppervlak voor de vijf vloeruitvoeringen.

Het plaatsen van de dichte vloer achter in het hok leidde bij gespeende biggen tot zowel een mestplek voor op het rooster als achter op het smalle rooster (Vermeer et al., 1995). Bij plaatsing van de dichte vloer voor in het hok werd alleen op het grote rooster meer bevuild vastgesteld dan bij plaatsing van de dichte vloer achter in het hok (Vermeer et al., 1995).

#### 2.2.2 Relatie tussen hokbevuilding en ammoniakemissie

Bij een lage mate van hokbevuilding is de ammoniakemissie aan het vloeroppervlak lager. Ongeveer 70 procent van de totale ammoniakemissie vindt plaats vanuit de mestput en de overige 30 procent vanaf bevuild vloeroppervlak en bevuilde dieren (Van Cuyck en Verdoes, 1992). Dit betekent dat het mestkanaal niet te groot mag zijn, maar ook weer niet te klein vanwege enige mestopslag. Verdoes en Aarnink (1991) geven in modelberekeningen aan dat de ammoniakemissie evenredig is met het mestoppervlak. Wanneer er geen mestopslag plaatsvindt onder het dichte vloergedeelte, wordt het mestoppervlak dat met de lucht in aanraking komt verkleind. Daarmee verkleint ook de emissie. Het verkleinen van het roosteroppervlak betekent echter een vergroting van het dichte vloeroppervlak en daarmee een vergroting van de kans op hokbevuilding. Dit blijkt zowel uit onderzoek bij zogende zeugen (Wahle et al., 1992) als bij vleesvarkens (Den Brok en Voermans, 1995). Ook in het huidige onderzoek blijkt dat een hok met een dichte vloer-oppervlak van 0,26 m<sup>2</sup> per vleesvarken (hok 3, 4 en 5) minder bevuild is dan een hok met een dicht oppervlak van 0,40 m<sup>2</sup> per vleesvarken (hok 1). Hok 2 met 0,32 m<sup>2</sup> dichte vloer per vleesvarken is in dit opzicht vergelijkbaar met hok 4 (bol; metaal). Als gevolg van het gedrag van het varken zijn er binnen een hok functiegebieden te onderscheiden. Een varken heeft van nature de neiging om ver van zijn eetplek en ligplaats te mesten en urineren (Bokma et al., 1990). Dit betekent dat bij het verstrekken van het voer voor in het hok, het vleesvarken achter in het hok zal mesten. Om bevuilding van de dichte vloer te voorkomen zal het rooster achter in het hok van voldoende omvang moeten zijn (minimaal 1,0-1,2 m lang) en goed mest moeten doorlaten. Dit betekent dat de dichte

vloer verder naar voren verplaatst moet worden om de kans op bevuilding van dit gedeelte te voorkomen. Uit waarnemingen op praktijkbedrijven blijkt dat plaatsing van de dichte vloer voor in het hok tot minder bevuilding leidt dan plaatsing van de dichte vloer achterin (Bokma en Rasing, 1992). In dit onderzoek was de bevuilding van de drie hokken met de bolle vloer achterin niet buitensporig. Er was echter geen hok met een dichte vloer vóór in het hok in het onderzoek opgenomen. Een vergelijking is zodoende niet mogelijk. Uit onderzoek bij gespeende biggen bleek duidelijk dat het plaatsen van de dichte vloer voor in het hok leidde tot minder bevuilding dan plaatsing van de dichte vloer achter in het hok (Vermeer et al., 1995).

#### 2.2.3 Technische resultaten en veterinaire behandelingen

In tabel 3 en 4 zijn respectievelijk de technische resultaten en de veterinaire behandelingen voor de vijf verschillende vloeruitvoeringen opgenomen. De vloeruitvoeringen zijn gedurende het onderzoek niet gewisseld. Hierdoor kan een effect van klimaat aanwezig zijn. De aan- en afvoer van lucht kan tot luchtstromingen leiden, waardoor de dieren een bepaald liggedrag vertonen. Hierdoor kan de bevuilding in het hok worden beïnvloed. Door verstrengeling van vloertype en plaatsing van het hok in de afdeling kon met dit aspect bij de statistische verwerking geen rekening worden gehouden.

De kwaliteit van het rooster kan van invloed zijn op de technische resultaten en het aantal uitgevoerde behandelingen. De groei, de voeropname (gram/dag), de voerconversie en de EW-conversie verschilden niet significant tussen de vloeruitvoeringen (tabel 3). Het aantal uitgevallen dieren kon niet statistisch getoetst worden doordat het aantal opgelegde dieren te klein was. De redenen van uitval bleken divers te zijn.

Het totaal aantal behandelde vleesvarkens was niet significant verschillend tussen de vijf vloeruitvoeringen. De redenen van behandeling waren evenals de uitval divers. Vrieling (1995) constateerde dat op metalen driekant-rooster significant meer kreupelheden worden waargenomen dan op een betonnen rooster met of zonder mestspleet. Hoofs (1991) vond geen verschillen in beenwerkproblemen tussen de verschillende roostertypen, hetgeen

overeenkomt met de resultaten van dit onderzoek.

## 2.2.4 Economische beschouwing

In de economische beschouwing zijn de investeringsbedragen en de jaarkosten per

vleesvarkensplaats voor de vloeruitvoering vastgesteld (tabel 5). De vloeruitvoering met metalen driekantruster en betonrooster is de referentie. De berekening is uitgevoerd voor een afdeling met acht hokken en tien vleesvarkens per hok (Bens et al., 1994). In

Tabel 3: Technische resultaten per vloeruitvoering.

| dichte vloer<br>rooster                | 2 x bol<br>metaal | eiland<br>metaal  | bol,<br>polymeerbeton/<br>metaal | bol<br>metaal     | bol<br>beton/metaal |
|----------------------------------------|-------------------|-------------------|----------------------------------|-------------------|---------------------|
| aantal ronden <sup>1</sup>             | 5                 | 5                 | 5                                | 5                 | 5                   |
| opleggewicht (kg)                      | 25,3              | 24,3              | 23,5                             | 22,8              | 23,4                |
| geslacht gewicht (kg)                  | 89,7              | 89,1              | 86,9                             | 85,2              | 86,7                |
| groei (g/dag)                          | 750 <sup>a</sup>  | 752 <sup>a</sup>  | 752 <sup>a</sup>                 | 738 <sup>a</sup>  | 747 <sup>a</sup>    |
| voeropname (kg/dag)                    | 2,21 <sup>a</sup> | 2,15 <sup>a</sup> | 2,24 <sup>a</sup>                | 2,12 <sup>a</sup> | 2,09 <sup>a</sup>   |
| voerconversie                          | 2,94 <sup>a</sup> | 2,86 <sup>a</sup> | 2,97 <sup>a</sup>                | 2,87 <sup>a</sup> | 2,80 <sup>a</sup>   |
| EW-conversie                           | 3,03 <sup>a</sup> | 2,95 <sup>a</sup> | 3,07 <sup>a</sup>                | 2,96 <sup>a</sup> | 2,88 <sup>a</sup>   |
| aantal uitgevallen<br>reden van uitval | 1                 | 0                 | 6                                | 6                 | 1                   |
| - luchtwegen                           | 1                 | 0                 | 1                                | 0                 | 1                   |
| - beenwerk                             | 0                 | 0                 | 1                                | 0                 | 0                   |
| - zenuwstelsel                         | 0                 | 0                 | 1                                | 0                 | 0                   |
| - achterblijven                        | 0                 | 0                 | 2                                | 0                 | 0                   |
| - diversen                             | 0                 | 0                 | 1                                | 0                 | 0                   |

<sup>1</sup> in de eerste ronde zijn acht dieren per hok opgelegd.

<sup>a</sup> waarden met verschillend superscript zijn significant verschillend ( $p < 0,05$ ).

Tabel 4: Het aantal individueel behandelde vleesvarkens per vloeruitvoering.

| dichte vloer<br>rooster              | 2 x bol<br>metaal | eiland<br>metaal | bol,<br>polymeerbeton/<br>metaal | bol<br>metaal   | bol<br>beton/metaal |
|--------------------------------------|-------------------|------------------|----------------------------------|-----------------|---------------------|
| aantal opgelegd                      | 44                | 44               | 44                               | 44              | 44                  |
| totaal aantal behandeld <sup>1</sup> | 7 <sup>a</sup>    | 7 <sup>a</sup>   | 17 <sup>a</sup>                  | 10 <sup>a</sup> | 12 <sup>a</sup>     |
| aantal behandeld voor*:              |                   |                  |                                  |                 |                     |
| - diarree                            | 2                 | 0                | 4                                | 1               | 0                   |
| - longen                             | 3                 | 3                | 4                                | 8               | 9                   |
| - kreupel                            | 5                 | 2                | 6                                | 1               | 3                   |
| - staartbijten                       | 0                 | 1                | 3                                | 2               | 0                   |
| - achterblijver                      | 0                 | 1                | 3                                | 2               | 0                   |
| - diversen                           | 0                 | 1                | 3                                | 1               | 2                   |

<sup>1</sup> het is mogelijk dat een dier zowel behandeld is voor diarree als voor een longaandoening; dit wordt dan slechts eenmaal meegenomen in totaal aantal.

<sup>2</sup> een behandeld dier kan in meer dan één categorie voorkomen.

<sup>a</sup> waarden met verschillend superscript zijn significant verschillend ( $p < 0,05$ ).

een afdeling bevindt zich maar één van de vijf vloeruitvoeringen. De investering bestaat uit de roostervloer, de dichte vloer, afwerking van de dichte vloer, de kelderwand binnen en de keldervloer. Prijzen zijn afkomstig uit offertes. De afschrijvingstermijnen en onderhoudspercentages zijn gebaseerd op Bens et al. (1994). Het rentepercentage is 8% (IKC-Veehouderij, 1995). Bijlage 3 bevat een uitgebreide beschrijving van de berekening. De investeringsbedragen per vleesvarkensplaats zijn voor de vier vloeruitvoeringen ten opzichte van de referentie minimaal f 18,- hoger. De jaarkosten zijn eveneens hoger: variërend van f 2,54 tot f 3,81 meer dan bij de referentie. Het hok met een eiland als dichte vloer leidt tot de hoogste extra investeringsbedragen en jaarkosten. Het hok met minimale hokbevuiling (bol; metaal) heeft de één na hoogste jaarkosten. Het hok met polymerebeton leidt tot lage jaarkosten. Dit type rooster wordt echter niet meer in Nederland geleverd. De combinatie van een hoge aanschafprijs en een slechtere mestdoorlaatbaarheid dan metalen driekanroosters is daarvoor mogelijk de reden.

### 2.3 Conclusie

De minste hokbevuiling werd waargenomen in een hok met een bolle dichte vloer en een metalen driekanrooster. De jaarkosten van deze vloeruitvoering zijn echter wel hoger dan die voor de referentie-vloeruitvoering van metaal- en betonrooster (f 3,38). Het toepassen van een eiland als dichte vloer of een dubbele dichte vloer gaf per dier wel meer oppervlak dichte vloer, maar leidde tot meer hokbevuiling. De jaarkosten van een eiland als dichte vloer zijn tevens hoog: f 3,81 meer ten opzichte van een vloer met beton- en metalen driekanrooster. In het hok met de minste hokbevuiling was de bolle dichte vloer achter in het hok geplaatst. Doordat de hokken op een vaste plaats in de afdeling lagen, kan het klimaat echter een rol gespeeld hebben. Door verstrengeling is hiermee geen rekening gehouden in de statistische verwerking. Volgens praktijkwaarnemingen door Bokma en Rasing (1992) heeft het de voorkeur om de bolle vloer meer naar voren in het hok te plaatsen. Deze vloeruitvoering is echter niet in het onderzoek meegenomen.

Tabel 5: De investeringsbedragen en jaarkosten in guldens per vleesvarkensplaats voor de vijf hoktypen.

| dichte vloer<br>rooster      | 2 x bol<br>metaal | eiland<br>metaal | bol,<br>polymeerbeton/<br>metaal | bol<br>metaal | bol<br>beton/metaal |
|------------------------------|-------------------|------------------|----------------------------------|---------------|---------------------|
| investeringsbedragen         |                   |                  |                                  |               |                     |
| - dichte vloer               | 39,68             | 48,99            | 55,89                            | 55,89         | 37,69               |
| - roostervloer               | 36,45             | 29,16            | 23,67                            | 23,67         | 23,67               |
| - kelders                    | 38,99             | 42,43            | 32,82                            | 32,82         | 32,82               |
| totaal per plaats            | 115,11            | 120,58           | 112,38                           | 112,38        | 94,18               |
| in verhouding tot referentie | +20,93            | +26,40           | +18,20                           | +18,20        | 0                   |
| jaarkosten                   |                   |                  |                                  |               |                     |
| - afschrijving               | 7,88              | 8,43             | 8,43                             | 8,23          | 6,41                |
| - rentekosten                | 1,00              | 1,14             | 0,41                             | 1,25          | 0,41                |
| - onderhoud                  | 4,60              | 4,82             | 4,50                             | 4,50          | 3,77                |
| totaal per plaats            | 13,48             | 14,40            | 13,13                            | 13,97         | 10,59               |
| in verhouding tot referentie | +2,89             | +3,81            | +2,54                            | +3,38         | 0                   |

### 3 DEELONDERZOEK II. AMMONIAKEMISSION BIJ VLOERUI VOERING MET MINIMALE HOKBEVUILING

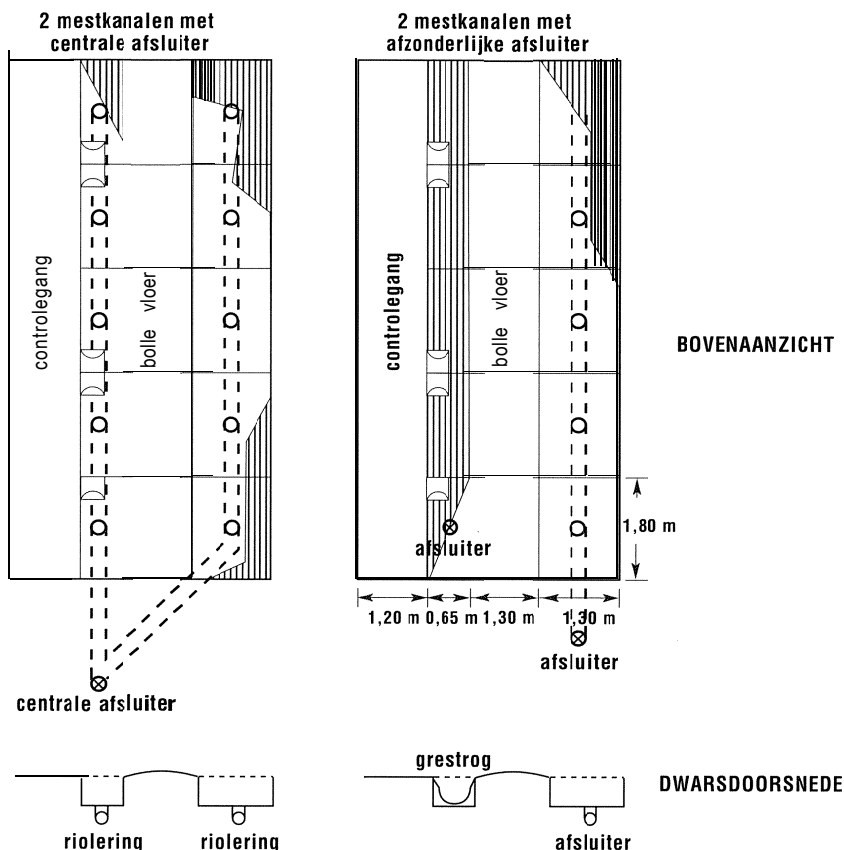
De resultaten uit het deelonderzoek 'effect vloeruitvoering op hokbevuilding' en de resultaten uit praktijkwaarnemingen (Bokma en Rasing, 1992) hebben geleid tot verbouwing van de afdeling. Het doel was om de ammoniakemissie bij een vloeruitvoering met minimale hokbevuilding vast te stellen.

#### 3.1 Materiaal en methode

##### 3.1.1 Proefafdeling

De proefafdeling bestond uit vijf identieke hokken. Elk hok was 1,80 m breed en 3,25 m diep. Vanaf de voergang (1,20 m) gezien was er eerst een smal rooster (0,65 m), vervolgens een bolle vloer (1,30 m)

en achter in het hok een roostervloer (1,30 m) inclusief een mestpleet van 10 cm breed tegen de achterwand (figuur 4). Het gehele roosteroppervlak was uitgevoerd in metalen driekantrooster met een balkbreedte van 1 cm en een spleetbreedte van 1,2 cm. De bolle vloer was betegeld met antisliptegels. De oppervlakte dichte vloer was 0,29 m<sup>2</sup> per vleesvarken bij een opleg van acht dieren per hok. De hokaafdeling bestond uit hekwerk boven het grote roostergedeelte en verder uit dichte kunststof planken. De verse lucht werd via grondbuizen ingelaten. Vanuit een condensput kwam de lucht rechtstreeks in een luchtkanaal onder de controlegang. De vloer boven het luchtkanaal



Figuur 4: Afdeling met één centrale afsluiter en met twee afsluiters voor het afdalen van mest.

naal bestond uit verwarmde metalen driekantroosters die de binnenkomende lucht indien gewenst verder konden opwarmen. De ventilator was boven in de nok geplaatst aan de achterzijde van de hokken. Er was vloerverwarming aanwezig.

### 3.1.2 Mest aflaten uit de mestput

De beide mestkanalen hadden een diepte van 40 cm. Tijdens de eerste drie ronden stonden de beide kanalen met elkaar in verbinding en werd de mest via een riolerings-systeem per put met een centrale afsluiter gelijktijdig afgelaten (figuur 4). Na het openen van de afsluiter werd ten gevolge van onderdruk de mest uit de mestkanalen gezogen. Tijdens ronde 4 en 5 stonden de putten niet met elkaar in verbinding en werd de mest via een afsluiter per kanaal afgelaten (figuur 4). Het rioleringsysteem in het smalle kanaal was vervangen door een grestrog op de putbodem met één afvoerpunt aan het uiteinde. In de grestrog bleef reinigingswater achter.

### 3.1.3 Proefdieren, voeding en klimaatinstellingen

De afdeling werd in één keer volgelegd met varkens van de kruisingstypen Gy, x GY<sub>2</sub>NL en Krusta x GY<sub>2</sub>NL. Per hok werden acht dieren opgelegd. De vleesvarkens werden op een gemiddeld gewicht van 25,9 kg gemengd naar sekse opgelegd. De vleesvarkens zijn afgeleverd op een gemiddeld geslacht gewicht van 86,0 kg.

De vleesvarkens werden onbeperkt gevoerd via een brijbak, die op het rooster langs de voergang geplaatst was. Gedurende de eerste vier weken na opleg werd startvoer verstrekt (EW = 1,06). Daarna werd in één week tijd geleidelijk overgeschakeld naar afmestvoer (EW = 1,03). Drinkwater stond onbeperkt via de drinknippel van de brijbak ter beschikking.

Op de dag van inleg werd een afdelingstemperatuur nagestreefd van 21°C, die in een periode van zestig dagen werd afgebouwd naar 17°C. De instelling van de minimum- en maximumventilatie was respectievelijk 15 en 80 m<sup>3</sup> per dier per uur. De bandbreedte was 5°C en de thermoneutrale zone was 2°C.

### 3.1.4 Gegevensverzameling en -verwerking *Ammoniakemissie*

In de afdeling werd continu de ammoniakemissie gemeten door middel van een B&K 1302 monitor. In de ventilatiekamer was een meetventilator aangebracht voor het meten van het ventilatiedebiet. De meetopstelling was geijkt volgens het protocol van de meetploeg van het Praktijkonderzoek Varkenshouderij (Van 't Klooster et al., 1992). Op basis van ammoniakconcentratie en ventilatiedebiet is een gemiddelde ammoniakemissie (gram per dag) bepaald. Wanneer het aantal waarnemingen per dag door storing of onderhoud minder dan vijf bedroeg, werd geen daggemiddelde bepaald. De emissie per dag is per ronde omgerekend naar een ammoniakemissie uitgedrukt in kg per dierplaats per jaar. Daarbij is rekening gehouden met een bezettingsgraad van 90% en een achtergrondconcentratie van ammoniak van 0,14 mg/m<sup>3</sup> (constante concentratie). Deze concentratie werd gemeten met de NO<sub>x</sub>-monitor gedurende de periode maart 1994 tot september 1995 en is gebaseerd op gemiddeld 53 waarnemingen per dag.

### *Hokbevuiling*

Gemiddeld één keer per week is de mate van hokbevuiling vastgelegd door één en dezelfde persoon die een score voor bevuiling gaf. De score liep van 0 (schoon) tot 5 (zeer ernstig bevuild en nat) (zie ook paragraaf 2.1.4). De bevuiling van de roosters, de dichte vloer en de dieren is afzonderlijk gescoord.

### *Overige gegevens*

Ook zijn gegevens vastgelegd over de technische resultaten van de dieren en eventuele aanpassingen aan het uitmestsysteem. De technische resultaten zijn niet statistisch getoetst omdat geen referentieafdeling aanwezig was.

## 3.2 Resultaten en discussie

### *Mest aflaten*

Varkens hebben de neiging om ver van hun eet- en ligplaats te mesten, in dit geval dus achter in het hok. In het smalle kanaal komt dus nauwelijks mest terecht. Gedurende de eerste drie ronden stonden beide mestkana-

len met elkaar in verbinding en kwam mest vanuit het grote mestkanaal in het smalle mestkanaal terecht. Dit is het resultaat van de wet van communicerende vaten. Het mestoppervlak werd hierdoor vergroot en daarmee kon de emissie toenemen. Daarom zijn de putten na ronde 3 aangepast, zodat ze in ronde 4 en 5 niet meer met elkaar in verbinding stonden. Op deze manier werd het totale emitterend putoppervlak met ongeveer een derde verkleind. In het smalle mestkanaal werd een grestrog geplaatst waarin na het reinigen van de afdeling water achterbleef. Daardoor bleef de ammoniakconcentratie in het smalle mestkanaal in het eerste gedeelte van de mestperiode laag. De grestrog zorgde eveneens voor een extra verkleining van het emissie-oppervlak.

#### Ammoniakemissie

De ammoniakemissie in de afdeling met een vloeruitvoering met minimale hokbevuiling wordt vermeld in tabel 6. Over alle vijf ronden heen was de ammoniakemissie 1,9 kg per dierplaats per jaar bij een gemiddelde temperatuur van 21°C. In figuur 5 wordt de emissie (gram/dag) in de afdeling tijdens de eerste drie ronden weergegeven. In figuur 6 staan de emissiewaarden van ronde 4 en 5. De tweede ronde vond plaats in een extreem warme zomer. De temperatuur in de stal liep hoog op. Daarom werd de ventilatietoestand tijdelijk op 100% (is 100 m<sup>3</sup> per dier per uur) ingesteld, wat blijkt uit het gemiddeld hogere ventilatiedebiet. Het koelingseffect van de grondbuizen was verminderd doordat de lucht een te korte tijd in de bui-

zen verbleef. Daarnaast speelde een lage grondwaterstand mogelijk ook een rol bij het verminderde koelingseffect. De hogere staltemperatuur leidde tot een hogere ammoniakemissie. In ronde 5 was er eveneens sprake van hoge buitentemperaturen. Door het handhaven van het normale ventilatieniveau kon het koelingseffect van de grondbuizen goed benut worden en was er sprake van een lager emissieniveau dan in ronde 2. In de eerste drie ronden werd de mest via één centrale afsluiter afgelaten en in ronde 4 en 5 via twee afsluiters. De gemiddelde ammoniakemissie bij hantering van één afsluiter was 2,1 kg per dierplaats per jaar. De emissie in de tweede ronde was echter hoger dan in de twee andere ronden (tabel 6). Bij twee afsluiters was de emissie gemiddeld 1,7 kg per dierplaats per jaar. Doordat de twee mestafslaatsystemen ná elkaar en niet naast elkaar zijn onderzocht is een onderlinge vergelijking niet mogelijk. De emissie en het ventilatiedebiet zijn beide resultanten van vele factoren. Deze factoren zijn onder andere het opleggewicht van de vleesvarkens, de voeropname, de temperatuur in en buiten de afdeling en de windrichting. Het opleggewicht en de voeropname van de vleesvarkens bleek tussen de ronden te verschillen (bijlage 2).

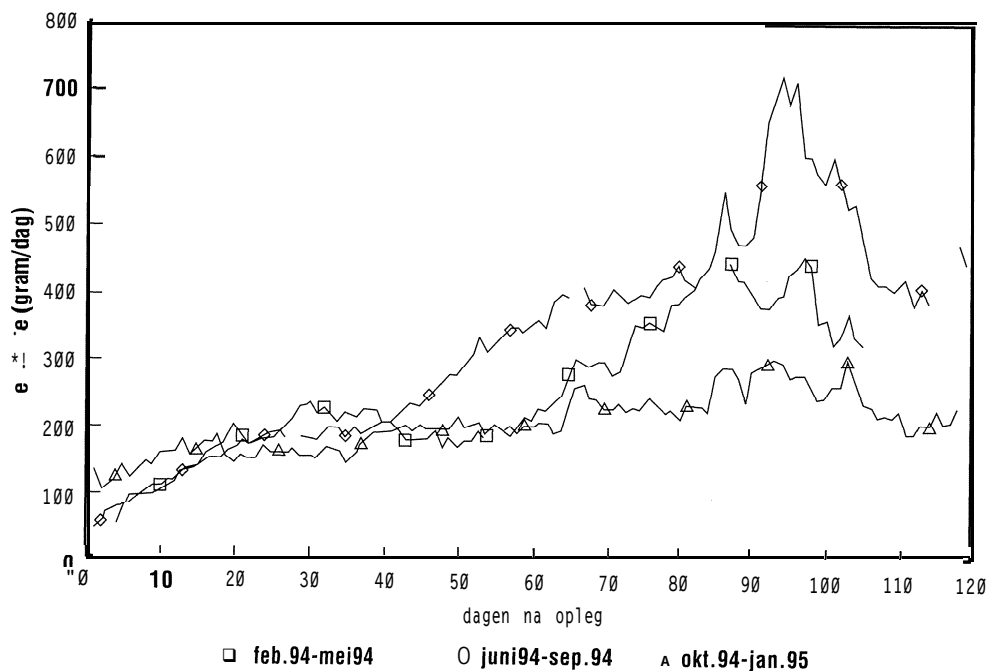
Als wordt aangenomen dat alle mest achter in het hok geproduceerd wordt, dan zou het totale emitterende putoppervlak bij twee aparte mestkanalen ongeveer een derde lager zijn dan bij mestkanalen die met elkaar in open verbinding staan. Volgens de theorie

Tabel 6: Ammoniakemissie, NH<sub>3</sub>-concentratie, afdelingstemperatuur en ventilatiedebiet in een afdeling met een vloeruitvoering met minimale hokbevuiling (vijf ronden).

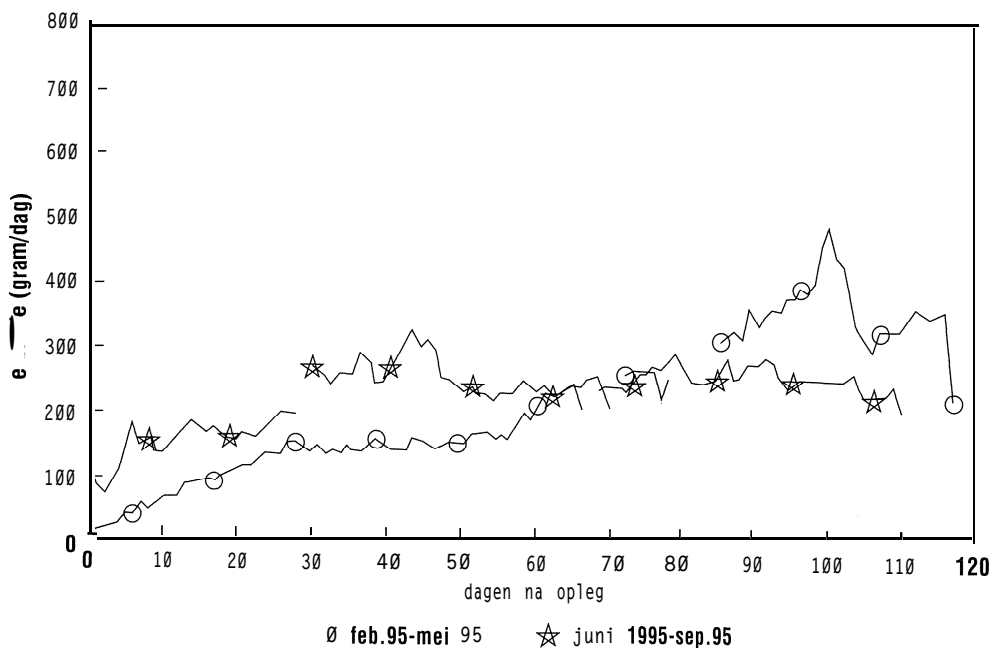
|                                                    | één centrale afsluiter |           |            | twee afsluiters |            |
|----------------------------------------------------|------------------------|-----------|------------|-----------------|------------|
|                                                    | ronde 1                | ronde 2   | ronde 3    | ronde 4         | ronde 5    |
| periode                                            | 2/94-5/95              | 6/94-9/94 | 10/94-1/95 | 2/95-5/95       | 6/95-10/95 |
| temperatuur (°C)                                   | 19,2                   | 22,3      | 19,9       | 19,6            | 24,2       |
| ventilatiedebiet (m <sup>3</sup> /uur)             | 1.955                  | 2.937     | 1.359      | 1.409           | 2.227      |
| NH <sub>3</sub> -concentratie (mg/m <sup>3</sup> ) | 5,25                   | 4,43      | 6,79       | 5,83            | 4,30       |
| ammoniakemissie (kg/dpl/j) <sup>1</sup>            | 1,99                   | 2,61      | 1,63       | 1,67            | 1,81       |

<sup>1</sup> kg per dierplaats per jaar, gecorrigeerd voor bezettingsgraad en achtergrondconcentratie.





Figuur 5: Ammoniakemissie (gram/dag) voor drie rondes in de afdeling met een vloeruitvoering met minimale hokbevuiling en met één centrale afsluiter voor mestafvoer.



Figuur 6: Ammoniakemissie (gram/dag) voor twee rondes in de afdeling met een vloeruitvoering met minimale hokbevuiling en met twee afsluiters voor mestafvoer.

van Verdoes (1990) zou de de ammoniak-emissie met ongeveer een kwart te reduceren zijn. Uit het onderzoek blijkt dat de ammoniakemissie in de afdeling met de twee aparte mestkanalen met ongeveer een vijfde is gereduceerd. Een mogelijke verklaring is dat het emitterend oppervlak in het smalle mestkanaal niet geheel wordt uitgeschakeld.

#### Hokbevuiling

De hokbevuiling in het onderzochte hoktype bleek inderdaad laag te zijn (tabel 7). Het rooster voor in het hok was niet bevuild. De bevuiling van de dieren was minimaal: ongeveer 90% van de waarnemingen gaf een score van '0'. Vergelijking met de resultaten in tabel 2 leert dat de bevuiling van de dieren en bevuiling van het rooster voorin is

verbeterd. De bolle vloer is schoner dan de dichte vloeren in de vijf verschillende hokuitvoeringen in het eerste deelonderzoek. Doordat de bolle vloer tevens is betegeld, vindt er bij eventuele bevuiling praktisch geen aanhechting van mest plaats. Bevuiling van het rooster achter in het hok treedt nauwelijks op: ongeveer 75% van de waarnemingen heeft een score van '0' of '1'. Het percentage is wel lager dan in het vorige deelonderzoek (ongeveer 90%) als gevolg van diarree-problemen tijdens de derde ronde. Daarnaast werd het grote rooster achter in het hok nu voornamelijk als mestplaats gebruikt, zodat enige bevuiling optrad. De emissiefactor voor vleesvarkens gehuisvest in hokken met half rooster is 2,5 kg ammoniak per dierplaats per jaar (VROM,

Tabel 7: Procentuele verdeling van de bevuilingsscore van de dichte vloer, het grote rooster en de dieren (aantal waarnemingen = 329).

| Onderdeel      | score |      |      |     |
|----------------|-------|------|------|-----|
|                | 0     | 1    | 2    | 3-5 |
| rooster voor   | 98,8  | 1,2  | 0,0  | 0,0 |
| bolle vloer    | 82,1  | 16,4 | 1,5  | 0,0 |
| rooster achter | 31,3  | 42,9 | 19,8 | 6,1 |
| dieren         | 90,3  | 9,4  | 0,3  | 0,0 |

Tabel 8: Technische resultaten van vleesvarkens in een afdeling met een vloeruitvoering met minimale hokbevuiling

|                       | onderzoek |      |                     |
|-----------------------|-----------|------|---------------------|
|                       | gemiddeld | std* | bedrijfs-gemiddelde |
| aantal ronden         | 5         |      |                     |
| opleggewicht (kg)     | 25,9      | 33,  | 24,9                |
| geslacht gewicht (kg) | 86,0      | 2,8  | 86,8                |
| groei (g/dag)         | 787       | 40,  | 772                 |
| voeropname (kg/dag)   | 2,09      | 0,14 | 2,10                |
| voerconversie         | 2,65      | 0,09 | 2,72                |
| EW-conversie          | 2,83      | 0,10 |                     |
| uitval (%)            | 3,0       | 6,4  | 2,2                 |

\*std = standaardafwijking. Dit is een maat voor de variatie van het kengetal tussen de dieren.

1993). In de afdeling met een vloeruitvoering met minimale hokbevuiling was de ammoniakemissie 1,9 kg ammoniak per dierplaats per jaar. Dit is 24% lager dan de norm van 2,5 kg. De hokbevuiling was minimaal, waardoor de emissie vanaf de roosters zo goed als nihil was. De afname van de emissie komt redelijk overeen met de in hoofdstuk 2.2 genoemde stelling dat in een traditioneel hok 30 procent van de totale ammoniakemissie plaatsvindt vanaf bevuild vloeroppervlak en dieren. De overige emissie (70 procent) zal vanuit de mestput plaatsvinden. Dit type hok geeft dan ook een goede uitgangssituatie om verder te werken aan emissiereductie. Er zal dan met name aandacht aan de emissie vanuit de mestkelder moeten worden besteed.

#### Technische resultaten

In tabel 8 staan de technische resultaten weergegeven van de vleesvarkens over de vijf ronden in de afdeling met de vloeruitvoering met minimale hokbevuiling. Het gemiddelde opleggewicht (25,9 kg) en de gemid-

delde groei (787 g/dag) lagen iets hoger dan het bedrijfsgemiddelde over de periode 1994 -1995: respectievelijk 24,9 kg en 772 g/dag. De voerconversie is beter dan het bedrijfsgemiddelde (2,65 ten opzichte van 2,72). De gemiddelde voeropname (2,09 kg/dag) is iets lager dan het bedrijfsgemiddelde (2,10 kg/dag). Het gemiddelde geslacht gewicht is vergelijkbaar met het bedrijfsgemiddelde van 86,8 kg.

#### 3.3 Conclusie

De ammoniakemissie in de afdeling voor vleesvarkens met een bolle dichte vloer voor in de hokken en alle roosters van metalen driekant, was gemiddeld over vijf ronden 1,9 kg per dierplaats per jaar. De hokbevuiling was bij deze vloeruitvoering gering, waardoor de emissie vanaf de vloer en de dieren eveneens minimaal was. Deze inrichting kan als uitgangssituatie dienen voor het verder verminderen van de ammoniakemissie. De reductie moet gericht zijn op het verminderen van de emissie uit de mestkelder.

## 4 BETEKENIS VOOR DE PRAKTIJK

Naast de minimale eisen voor totaal hokoppervlak en hoeveelheid dichte vloer, respectievelijk 0,7 en 0,3 m<sup>2</sup> per dier, dient bij de bepaling van de hokuitvoering voor vleesvarkens ook rekening te worden gehouden met hun natuurlijke mestgedrag. Een varken heeft de neiging om ver van de eet- en ligplaats te gaan mesten. In het hok staat een brijbak altijd naast de controlegang opgesteld, zodat het varken bij voorkeur achterin het hok zal mesten. Het mestgedrag achterin het hok wordt extra gestimuleerd door toepassing van smalle en diepe hokken. Het hok mag maximaal 1,80 tot 2,00 m breed zijn. Bij brede en ondiepe hokken is het risico groot dat niet alleen achterin maar ook in de "lege" hoek voorin en op de bolle vloer gemest wordt. Om hokbevuiling verder te beperken dient het rooster achterin goed mestdoorlatend te zijn en is het rooster eventueel gecombineerd met een mestspleet. Het rooster moet van voldoende omvang zijn: minimaal 1,2 meter diep.

De vorming en vervluchtiging van ammoniak uit de stal wordt onder andere beïnvloed door het totale mestoppervlak. Door het toepassen van een bolle vloer zonder mestopslag eronder, wordt niet alleen aan de eis van dichte vloeroppervlak per vleesvarken voldaan (Varkensbesluit, 1994), maar wordt ook het totale mestoppervlak op een eenvoudige manier beperkt. Door elk mestkanaal van een afzonderlijke afsluiter te voorzien en door benutting van reinigingswater om (tijdelijk) de ammoniakconcentratie van de mestvloeistof te verminderen in met name het smalle kanaal kan de totale emissie verder beperkt worden. Een goede afwerking van de bolle vloer voorkomt aanhechting van mest en beperkt de reinigingsduur. De inrichting zoals beschreven in dit verslag vormt een goede uitgangssituatie en dient als basis voor vervolgonderzoek om de ammoniakemissie verder te verlagen. Bij nieuwbouw of renovatie is een dergelijk hoktype op dit moment dan ook het beste advies.

# LITERATUUR

Bens, P.A.M., A.G. Altena, G.B.C. Backus, B.H.P. Frederix, A.W. de Vos en G.J.M. van der Zanden 1994. *Afschrijven van varkensstallen. Afschrijvingskosten van varkensstallen met verschillende ontmestingsystemen*. IKC-Veehouderij, Rosmalen.

Bokma, Sj., J.P.L. de Kleijn en C.M.C. van der Peet-Schwering 1990. *Hokvorm en hokuitvoering voor groeiende varkens: een synthese*. Proefstation voor de Varkenshouderij, Rosmalen, proefverslag nummer P1.57.

Bokma, Sj. en J. Rasing 1992. *Hokbevuiling bij biggen en vleesvarkens*. Hendrix' voeders BV, Boxmeer, 10 p.

Brok, G.M. den en M.P. Voermans 1995. *Oppervlakte en urine-afvoer van de dichte vloer in relatie tot hokbevuiling bij vleesvarkens*. Praktijkonderzoek Varkenshouderij, proefverslag nummer P1. 133.

Cuyck, J. van en N. Verdoes 1992. *Vloeruitvoering en hokbevuiling bij vleesvarkens*. In: Praktijkonderzoek Varkenshouderij, 6.6, p. 11-13

Hoofs, A. 1991. *Metalen driekantrooster in vleesvarkenshokken met bolle vloeruitvoering*. Varkensproefbedrijf "Zuid- en West-Nederland", proefverslag nummer P 1.73.

Klooster, C.E. van 't, B.P. Heitlager en J.P.B.F. van Gastel 1992. *Measurement systems for emissions of ammonia and other gasses at the Research Institute for Pig Husbandry*. Research Institute for Pig Husbandry, Rosmalen, The Netherlands, Report P3.92.

Oude Voshaar, J.H. 1994. *Statistiek voor Onderzoekers* Wageningen Pers, Wageningen.

Varkensbesluit 1994. *Besluit van 7 juli 1994, houdende regelen ter zake van het houden en huisvesten van varkens (Varkensbesluit)*. In: Staatsblad van het Koninkrijk der Nederlanden, 577, p. 1-17.

Verdoes, N. en A.J.A. Aarnink 1991. *Vluchtig gedrag van ammoniak vastgelegd in model*. In: Boerderij/Varkenshouderij, 76, no. 5, 26-VA - 27-VA.

Verdoes, N. 1990. *Wanneer treedt de ammoniak uit de mestvloeistof?* Proefstation voor de Varkenshouderij, Rosmalen, interne notitie.

Vermeer, H.M., H. Altena en M.G.M. Vrielink 1995. *Vloeruitvoering en hokbevuiling bij gespeende biggen*, Praktijkonderzoek Varkenshouderij, proefverslag nummer Pl. 138.

Vrielink, M.G.M 1995. *Invloed van mest-spleet en roostervloer op hokbevuiling en kreupelheid bij vleesvarkens*. Praktijkonderzoek Varkenshouderij, proefverslag nummer P 4.10

VROM, 1993. *Groen Label. Emissie-arme stallen beoordelingsrichtlijn*. Den Haag.

Wahle, E.R., H.M. Vermeer, J.G. Plagge en A.M.A. van Rooy 1992. *Vergelijking van 1,0, 1,3 en 1,4 m lengte dichte vloer in kraarnop-fokhokken*. Varkensproefbedrijf "Noord- en Oost-Nederland", proefverslag nummer P 1.83.

## BIJLAGEN

Bijlage 1: Procentuele verdeling van de bevuilingsscore voor de verschillende onderdelen voor het hok met twee bolle dichte vloeren en metalen driekantruster en het hok met een eiland als dichte vloer en metalen driekantruster.

|                 | score |      |      |      |      |
|-----------------|-------|------|------|------|------|
|                 | 0     | 1    | 2    | 3    | 4+5  |
| 2 x bol; metaal |       |      |      |      |      |
| rooster voor    | 40,8  | 26,8 | 21,1 | 4,2  | 7,0  |
| dichte vloer 1  | 16,2  | 28,9 | 19,7 | 16,9 | 18,3 |
| rooster midden  | 61,3  | 31,0 | 7,0  | 0,7  | 0,0  |
| dichte vloer 2  | 30,6  | 20,7 | 19,0 | 18,2 | 11,6 |
| rooster achter  | 43,0  | 34,7 | 10,7 | 7,4  | 4,1  |
| dieren          | 12,7  | 49,3 | 31,0 | 7,0  | 0,0  |
| eiland; metaal  |       |      |      |      |      |
| rooster voor    | 78,9  | 14,1 | 5,6  | 1,4  | 0,0  |
| rooster links   | 84,5  | 13,4 | 2,1  | 0,0  | 0,0  |
| rooster rechts  | 95,8  | 4,2  | 0,0  | 0,0  | 0,0  |
| dichte vloer    | 44,4  | 26,1 | 17,6 | 9,9  | 2,1  |
| rooster achter  | 43,0  | 40,9 | 9,2  | 4,2  | 2,8  |
| dieren          | 26,8  | 64,1 | 7,7  | 1,4  | 0,0  |

Bijlage 2 Technische resultaten van vleesvarkens in een afdeling met een vloeruitvoering met minimale hokbevuiling.

|                       | ronde 1 | ronde 2 | ronde 3 | ronde 4 | ronde 5 |
|-----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| aantal opgelegd       | 40      | 40      | 40      | 40      | 40      |
| opleggewicht (kg)     | 28,3    | 29,0    | 25,0    | 24,0    | 23,1    |
| geslacht gewicht (kg) | 88,8    | 89,3    | 86,8    | 85,7    | 82,8    |
| groei (g/dag)         | 844     | 769     | 788     | 784     | 753     |
| voeropname (kg/dag)   | 2,27    | 2,03    | 2,14    | 2,07    | 1,94    |
| voerconversie         | 2,69    | 2,64    | 2,72    | 2,64    | 2,58    |
| EW-conversie          | 2,79    | 2,73    | 2,95    | 2,86    | 2,80    |
| uitval (%)            | 0       | 2,5     | 7,5     | 0       | 5       |

### Bijlage 3: De investeringsbedragen en jaarkosten voor de vijf verschillende vloeruitvoeringen.

Uitgangspunten: Afdeling met acht hokken en tien vleesvarkens per hok. Rentepercentage 8%

|                                   | prijs per m <sup>2</sup> | afschrijvingstermijn | onderhoudspercentage |
|-----------------------------------|--------------------------|----------------------|----------------------|
| metaal driekantruster             | 115,00                   | 10                   | 2                    |
| polymeerbetonrooster <sup>1</sup> | 115,00                   | 10                   | 0                    |
| betonrooster                      | 65,00                    | 10                   | 0                    |
| dichte vloer                      | 65,00                    | 20                   | 0                    |
| dichte vloer afwerking            | 25,00                    | 10                   | 2                    |
| kelderwand binnen                 | 60,00                    | 20                   | 0                    |
| keldervloer                       | 42,50                    | 40                   | 0                    |

<sup>1</sup> polymeerbetonrooster wordt in Nederland niet meer geleverd. De prijs is een aanname.

| vloer-<br>uitvoering               | onderdeel      | metalen drie-<br>kantrooster | polymeer<br>betonrooster | beton-<br>rooster | dichte<br>vloer | dichte vloer<br>afwerking | kelderwand<br>binnen | kelder-<br>vloer | totaal   |
|------------------------------------|----------------|------------------------------|--------------------------|-------------------|-----------------|---------------------------|----------------------|------------------|----------|
| 2 x bol;<br>metaal                 | m <sup>2</sup> | 27,60                        |                          |                   | 32,40           | 32,40                     | 32,43                | 27,60            |          |
|                                    | invest. bedr.  | 3.147,00                     |                          | -                 | 2.106,00        | 810,00                    | 1.945,00             | 1.173,00         | 9.208,00 |
|                                    | afschr. kost.  | 317,00                       |                          |                   | 105,30          | 81,00                     | 97,29                | 29,33            | 630,32   |
|                                    | onderh.kost.   | 63,48                        |                          |                   | 0,00            | 16,20                     | 0,00                 | 0,00             | 79,68    |
|                                    | rentekosten    |                              |                          |                   |                 |                           |                      |                  | 368,35   |
| eiland;<br>metaal                  | m <sup>2</sup> | 34,08                        |                          |                   | 25,92           | 25,92                     | 32,43                | 34,08            |          |
|                                    | invest. bedr.  | 3.919,20                     |                          | -                 | 1.684,80        | 648,00                    | 1.945,80             | 1.448,40         | 9.646,20 |
|                                    | afschr. kost.  | 391,92                       |                          |                   | 84,24           | 64,80                     | 97,29                | 36,21            | 674,46   |
|                                    | onderh. kost.  | 78,38                        |                          |                   | 0,00            | 12,96                     | 0,00                 | 0,00             | 91,34    |
|                                    | rentekosten    |                              |                          |                   |                 |                           |                      |                  | 385,85   |
| bol; poly-<br>meerbeton/<br>metaal | m <sup>2</sup> | 9,76                         | 29,12                    | -                 | 21,04           | 21,04                     | 16,22                | 38,88            |          |
|                                    | invest. bedr.  | 1.22,40                      | 3.348,80                 | -                 | 1.367,60        | 526,00                    | 973,20               | 1.652,40         | 8.990,40 |
|                                    | afschr. kost.  | 112,24                       | 334,88                   | -                 | 68,38           | 52,60                     | 48,66                | 41,31            | 658,07   |
|                                    | onderh.kost.   | 22,45                        | 0,00                     | -                 | 0,00            | 10,52                     | 0,00                 | 0,00             | 32,97    |
|                                    | rentekosten    |                              |                          |                   |                 |                           |                      |                  | 359,62   |
| bol; metaal                        | m <sup>2</sup> | 38,88                        |                          |                   | 21,04           | 21,04                     | 16,22                | 38,88            |          |
|                                    | invest.bedr.   | 4.471,20                     |                          | -                 | 1.367,60        | 526,00                    | 973,20               | 1.652,40         | 8.990,40 |
|                                    | afschr. kost.  | 447,12                       |                          |                   | 68,38           | 52,60                     | 48,66                | 41,31            | 658,07   |
|                                    | onderh. kost.  | 89,12                        |                          |                   | 0,00            | 10,52                     | 0,00                 | 0,00             | 99,94    |
|                                    | rentekosten    |                              |                          |                   |                 |                           |                      |                  | 359,62   |
| bol; beton/<br>metaal              | m <sup>2</sup> | 9,76                         |                          | 29,12             | 21,04           | 21,04                     | 16,22                | 38,88            |          |
|                                    | invest. bedr.  | 1.122,40                     | -                        | 1.892,80          | 1.367,60        | 526,00                    | 973,20               | 1.652,40         | 7.534,40 |
|                                    | afschr. kost.  | 112,24                       |                          | 189,28            | 68,38           | 52,60                     | 48,66                | 41,31            | 512,47   |
|                                    | onderh.kost.   | 22,45                        |                          | 0,00              | 0,00            | 10,52                     | 0,00                 | 0,00             | 32,97    |
|                                    | rentekosten    |                              |                          |                   |                 |                           |                      |                  | 301,38   |

# REEDS EERDER VERSCHENEN PROEFVERSLAGEN

## Proefverslag P1. 139

*Gescheiden afvoer van urine en faeces in combinatie met spoelen bij vleesvarkens.* E.R. ter Elst-Wahle en Brok, G.M. den, november 1995.

## Proefverslag P1. 140

*Effect van multifasenvoeding op de technische resultaten en het waterverbruik van borgen en zeugen.* C.M.C. van der Peet-Schwering en Plagge, J.G., december 1995.

## Proefverslag P1. 141

*Ammoniakarm huisvestingssysteem voor gespeende biggen.* M.P. Voermans en Hendriks, J.G.L., februari 1996.

## Proefverslag Pi. 142

*Signaleren van afwijkingen in het eet- en drinkgedrag bij vleesvarkens.* P.J. L. Ramaekers, Huiskes, J.H., Vesseur, P.C., Binnendijk, G.P. en Vermeer, H.M., februari 1996.

## Proefverslag P1. 143

*Bedrijfsvoering en bedrijfsuitrusting op hoogproductieve zeugenbedrijven.* P.F.M.M. Roelofs en Backus, G.B.C., maart 1996.

## Proefverslag P1. 144

*MiA R of mineralenboekhouding?* C. E. P. van Brakel, Geurts, J. en Backus, G.B.C., maart 1996.

## Proefverslag Pl. 145

*Effect van voeding en huisvesting op de ammoniakemissie uit vleesvarkensstallen.* C.M.C. van der Peet-Schwering, Verdoes, N., Voermans, M.P. en Beelen, G.M., maart 1996.

## Proefverslag P1. 146

*Ammoniakemissie in een vleesvarkensstal bij gebruik van een vloeibare afdeklaag in de mestkelder* E.R. ter Elst-Wahle en Brok, G.M. den, mei 1996.

## Proefverslag Pl. 147

*Economische evaluatie van het voeren van natte bijproducten aan vleesvarkens.* C. E.P. van Brakel, Scholten, R.H.J. en Backus, G.B.C., april 1996.

## Proefverslag P1. 148

*Aanzuren van vleesvarkensmest met organische zuren.* J.G.L. Hendriks en Vrielink, M.G.M., mei 1996.

## Proefverslag Pl. 149

*Zware vleesvarkens en luchtgedroogde ham.* J.H. Huiskes, Binnendijk G.P. en Trigt, P.H. van, juni 1996.

## Proefverslag P1. 150

*Microbieel aanzuren van vleesvarkensmest.* J.G.L. Hendriks en Vrielink, M.G.M., juni 1996.

## Proefverslag P1. 151

*Onbeperkte wateropname van dragende zeugen in groepshuisvesting.* H.M. Vermeer, Peet-Schwering, C.M.C. van der en Wilt, F.J. van der, juli 1996.

## Proefverslag P1. 152

*Gedoseerde waterverstrekking aan individueel gehuisveste dragende zeugen.* C.M.C. van der Peet-Schwering, Voermans, M.P. en Vermeer, H.M., augustus 1996

## Proefverslag P1. 153

*Automatisch geregelde na tuurlijke ven tila tie bij vleesvarkens.* I.A.A.C. Mouwen, Geurts, P.J.W.M., Binnendijk, G.P. en Brakel, C.E.P. van, augustus 1996

Exemplaren van proefverslagen kunnen worden verkregen door f 18,50 per verslag (m.u.v. Pl. 117, deze kost f 50,-) over te maken op Postbanknummer 51.73.462 ten name van het Proefstation voor de Varkenshouderij, Lunerkampweg 7, 5245 NB ROSMALEN, onder vermelding van het gewenste verslagnummer. Buitenlandse abonnees betalen f 20,- per P 1-verslag (dit is inclusief verzendkosten) én f 15,- administratiekosten per bestelling (m.u.v. P1.117, deze kost f 75,-).

Ook bestaat de mogelijkheid een abonnement te nemen op de proefverslagen voor f 250,- per jaar.