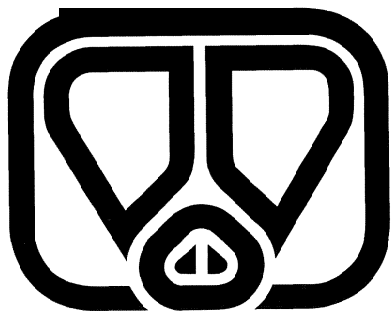


ing. A.J.A.M. van Zeeland
ir. N. Verdoes

Emissie-arme huisvesting bij grote groepen gespeende biggen

*Housing large groups of
weaned piglets in low
emission systems*



Praktijkonderzoek Varkenshouderij

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

Proefverslag nummer P 1.207
juni 1998
ISSN 0922 - 8586

© 1998, Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

INHOUDSOPGAVE

	SAMENVATTING	4
	SUMMARY	5
1	INLEIDING	6
2	MATERIAAL EN METHODE	7
2.1	Proefdieren en proefomvang	7
2.2	Huisvesting	7
2'2.1	Water- en mestkanaal	7
2'2.2	Gedeeltelijk rooster en schuine putwanden	8
2.3	Voer, voersystemen en drinkwater	8
2.4	Klimaat	8
2.5	Verzameling en verwerking van de gegevens	9
2.5.1	Ammoniakmetingen	9
2.5.2	Technische resultaten	9
2.5.3	Bevuiling hok en schuine putwanden	9
2.5.4	Water- en mestniveau, tijdstip van mest afdalen en mestproductie	9
3	RESULTATEN	10
3.1	Ammoniakemissie	10
3'1.1	Water- en mestkanaal	10
3'1.2	Gedeeltelijk rooster en schuine putwanden	10
3.2	Technische resultaten	11
3.3	Hokbevuiling	11
3'3.1	Afdeling met water- en mestkanaal	11
3'3.2	Afdeling met schuine putwanden	13
3.4	Gegevens omtrent water- en mestniveau	14
4	ECONOMISCHE BESCHOUWING	15
5	DISCUSSIE EN CONCLUSIES	17
5.1	Algemeen	17
5'1.1	Water- en mestkanaal	17
5'1.2	Gedeeltelijk rooster en schuine putwanden	17
5.2	Economische evaluatie	18
5.3	Betekenis voor de praktijk	18
5.4	Conclusies	19
	LITERATUUR	20
	BIJLAGEN	21

SAMENVATTING

Vanwege de lagere huisvestings- en schoonmaakkosten, betere resultaten in de afmestfase (Vermeer en Hoofs, 1994) en de toekomstige verplichting voor het toepassen van stabiele groepen staat de huisvesting van grote groepen gespeende biggen steeds meer in de belangstelling. In grote groepen hebben de dieren meer bewegingsvrijheid, wat mogelijk ook het welzijn ten goede komt. Voor grote groepen gespeende biggen worden steeds betere voedertechnieken ontwikkeld, waardoor de lagere technische resultaten ten opzichte van kleinere groepen mogelijk worden verbeterd. Hierdoor zullen in de toekomst gespeende biggen vaker in grote groepen worden gehuisvest en neemt de behoefte voor een eenvoudig emissie-arm systeem voor grote groepen gespeende biggen toe. Op het Varkensproefbedrijf te Sterksel is onderzoek verricht naar twee afdelingen met grote groepen gespeende biggen. In één afdeling werd een water- en mestkanaal toegepast. De andere afdeling werd voorzien van een gedeeltelijk roostervloer in combinatie met schuine putwanden in het mestkanaal. Verwacht werd, mede op basis van eerdere beproevingen van beide systemen bij respectievelijk kraamzeugen (Den Brok et al., 1997) en vleesvarkens (Van Zeeland, 1997), dat de ammoniakemissie van beide systemen onder de Groen Label-norm van 0,30 kg NH₃ per dierplaats per jaar zou blijven.

In de afdeling met het water- en mestkanaal waren de gespeende biggen gehuisvest op een volledig roostervloer. Boven het mestkanaal was er een metalen driekantrouster en boven het waterkanaal een harde kunststof roostervloer. Bij de afdeling met gedeeltelijk roostervloer en schuine putwanden was de putwand onder een hoek van 45° aan de zijde van de bolle vloer gemonteerd en werd de mest één à twee keer per ronde afgelaten. Doelstelling van het onderzoek was de ammoniakemissie te bepalen volgens de beoordelingsrichtlijn emissie-arme stalsystemen (Van der Hoek et al., 1996). Daarnaast zijn gegevens meegenomen die als randvoorwaarden van belang zijn bij het meetprotocol.

De metingen vonden plaats in de periode maart tot en met oktober 1997. De ammoniakemissie gedurende de eerste, tweede en derde ronde was voor de afdeling met een water- en mestkanaal respectievelijk 0,38, 0,33 en 0,30 kg NH₃ per dierplaats per jaar. Dit is gemiddeld 0,34 kg NH₃ per dierplaats per jaar. Voor de afdeling met de gedeeltelijke roostervloer met schuine putwanden was de ammoniakemissie dit (voor de eerste, tweede en derde ronde) respectievelijk 0,30, 0,19 en 0,35 kg NH₃ per dierplaats per jaar. Dit is gemiddeld 0,28 kg NH₃ per dierplaats per jaar.

Uit het onderzoek kwam naar voren dat gespeende biggen in grote groepen over het algemeen op een beperkt aantal plaatsen in de afdeling mesten. In de afdeling die was uitgerust met het water- en mestkanaal kwam, ondanks aanpassingen, in ronde 3 teveel mest in het waterkanaal. De afdeling met de gedeeltelijk roostervloer en schuine putwanden bleef wel onder de Groen Label-norm van 0,30 kg NH₃ per dierplaats per jaar. Het gemiddelde mestniveau bedroeg hierbij 8,4 cm en het maximale mestniveau 16,5 cm. Dit komt overeen met een emitterend mestoppervlak van respectievelijk 0,12 en 0,13 m² per dierplaats.

Van deze afdelingen zijn bij nieuwbouw de kosten vergeleken met de kosten van een afdeling van de standaardstal. De oppervlakte van een afdeling van de standaardstal voor 60 gespeende biggen is vergelijkbaar met de oppervlakte voor 80 gespeende biggen in grote groepen, door het ontbreken van de controlegang bij deze huisvestingsvorm. De extra jaarkosten zijn hierdoor voor een afdeling met een water- en mestkanaal f 10,38 lager en voor een afdeling met een gedeeltelijk roostervloer met schuine putwanden f 12,13 lager dan voor een standaardstal. De extra jaarkosten per kg ammoniakreductie zijn respectievelijk -f 34,60 en -f 43,32.

Momenteel zijn dit de goedkoopste emissie-arme systemen voor grote groepen gespeende biggen.

SUMMARY

In the Netherlands many farmers are interested in housing weaned piglets in big groups because of lower housing- and cleaning costs, better performance in the growing/finishing phase (Vermeer and Hoofs, 1994) and the future obligation to use stable groups (mixing is forbidden). Besides these advantages the piglets have more freedom of movement, which probably increases their welfare. Research shows a lower performance in big groups in comparison with small groups, but the performance may increase by the application of better feeding techniques in large groups. For these reasons piglets will be housed in large groups more frequently. The need for a low cost system with low ammonia emission for large groups is growing.

On the Experiment Pig Farm in Sterksel a study was carried out using two systems with large groups piglets. In the first compartment a water and manure channel was applied under fully slatted floors. The slats above the manure channel were tribar, those above the water channel were plastic. The second compartment was equipped with a partly slatted floor and sloped walls in the manure pit. The pit wall was placed at an angle of 45° and the manure was removed one to two times per nursery period. The expectation was - based on experiences from recent research using the water and manure channel for farrowing sows (Den Brok et al., 1997) and sloped walls for fattening pigs (Van Zeeland, 1997) - that the ammonia emission of both systems would remain below the threshold for Green Label Awards (0.30 kg NH₃ per pig place and year).

The aim of the research was to measure the ammonia emission in accordance with the protocol for measuring animal house with low emission, formulated by Van der Hoek et al., 1996. In the protocol, data on performance, climatization and feeding must also be measured.

The parameters were measured in the period from March to October 1997. The ammonia volatilization during the first, second and third period in the water and manure channel and fully slatted floor was 0.38, 0.33 and 0.30 kg NH₃ per pig place and year respectively (with a mean of 0.34 kg NH₃). The ammonia emission in the room with partly slatted floor and sloped pit walls was 0.30, 0.19 and 0.35 kg NH₃ per pig place and year (with a mean of 0.28 kg NH₃) respectively.

The research showed that weaned piglets in large groups defaecate and urinate on a limited number of places in the room. In the room with the water and manure channel and fully slatted floor, too much manure was dropped in the water and manure channel in spite of adaptations in the third period. In the room with partly slatted floor and sloped pit walls, the pens remained very clean and the ammonia emission remained below the threshold for Green Label. The average level of the manure in the pits was 8.4 cm and the maximal level was 16.5 cm. This corresponds with an emitting surface of 0.12 m² and 0.13 m² per piglet place respectively.

The costs of these rooms were compared with rooms in a traditional pig house with new building situations. The surface of a room for 60 piglets in a traditional pig house is equal to the surface for 80 piglets in a large group system, since no control path is necessary. In comparison with the traditional pig house the extra annual costs in a room with a water and manure channel and fully slatted floors are 10.38 DFL lower. The costs of a room with partly slatted floors and sloped pit walls are 12.13 DFL lower. The extra annual costs per kg ammonia reduction are 34.60 and 43.32 DFL respectively. At present these systems are the cheapest way of housing large groups of weaned piglets with a low ammonia emission.

1 INLEIDING

De huisvesting van grote groepen gespeen-
de biggen staat steeds meer in de belang-
stelling. Onder andere doordat bij toepas-
sing van dit systeem de ruimte efficiënter
wordt gebruikt en er betere resultaten in de
afmestfase mogelijk zijn (Vermeer en Hoofs,
1994), zijn grote groepen gespeende big-
gen wellicht goed bruikbaar voor de wettelij-
ke verplichting van stabiele groepen.

Daarnaast hebben de dieren meer bewe-
gingsvrijheid, wat mogelijk het welzijn ten
goede komt. Voor gespeende biggen zijn
ook steeds betere voedertechnieken ontwik-
keld, die wellicht het verschil in technische
resultaten tussen kleine en grote groepen
gespeende biggen kleiner maken waardoor
in de toekomst gespeende biggen vaker in
grote groepen zullen worden gehuisvest.
Hierdoor neemt de behoefte voor een een-
voudig emissie-arm systeem voor grote
groepen gespeende biggen toe.

Twee eenvoudige emissie-arme principes
die bij traditionele huisvesting worden toege-
past zijn een water- en mestkanaal in combi-
natie met een volledige roostervloer en een
gedeeltelijke roostervloer in combinatie met
schuine putwanden.

Het eerste systeem blijkt goed te functione-
ren bij kraamzeugen (Den Brok et al., 1997).
Onder de specifieke mestplaatsen bevindt
zich het mestkanaal en onder de specifieke

ligplaatsen het waterkanaal. In het waterka-
naal blijft het reinigingswater staan. De mest
die hierin valt wordt zodanig verdund dat de
ammoniakemissie uit dit kanaal vrijwel nihil is.
Het tweede emissie-arme principe gaat uit
van een gedeeltelijke roostervloer in combi-
natie met schuine putwanden. Door toepas-
sing van een hellende dichte vloer wordt het
emitterend oppervlak gereduceerd.

Van Zeeland (1997) vond dat het toepassen
van schuine wanden in het mestkanaal bij
vleesvarkens, in combinatie met frequent
aflaten, een mogelijkheid is om het emitte-
rend oppervlak in de mestkelder zodanig te
verkleinen dat hierdoor de ammoniakemissie
verlaagd wordt.

Deze twee principes zijn toegepast in afde-
lingen met grote groepen gespeende big-
gen. Verwacht werd, op basis van bovenge-
noemd onderzoek, dat de ammoniakemissie
van beide systemen onder de Groen Label-
norm van 0,30 kg NH₃ per dierplaats per
jaar zou komen.

Doelstelling van dit onderzoek was de am-
moniakemissie vast te stellen volgens de
beoordelingsrichtlijn emissie-arme stalsyste-
men (Van der Hoek et al., 1996). Daarnaast
zijn gegevens geregistreerd die als rand-
voorwaarden van belang zijn bij het meet-
protocol.

2 MATERIAAL EN METHODE

2.1 Proefdieren en proefomvang

Het onderzoek is uitgevoerd op het Varkens-proefbedrijf "Zuid- en West-Nederland" te Sterksel in de periode van maart tot en met oktober 1997. De biggen waren van het kruisingstype Krusta x (Gy, x NL) en Gy, x NL. De dieren zijn opgelegd en afgeleverd volgens het Groen Label-meetprotocol.

2.2 Huisvesting

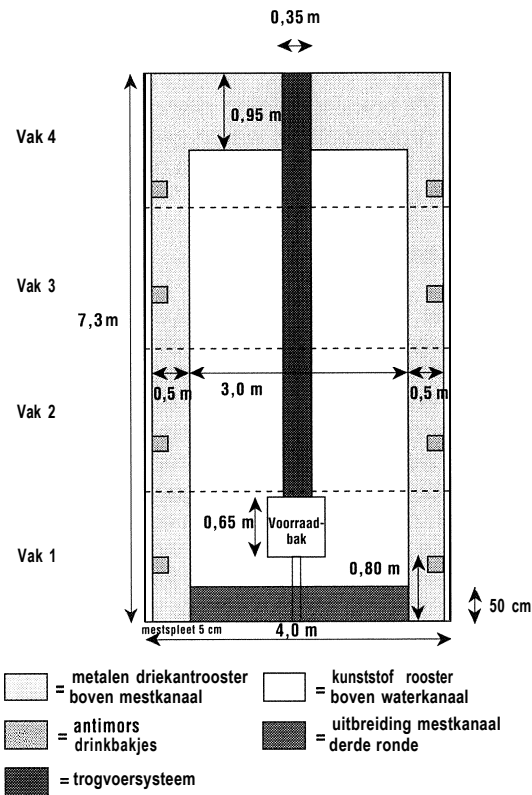
Beide afdelingen waren 4 m breed en 7,3 m diep. Door het ontbreken van een controle-gang was het mogelijk de gehele oppervlakte van de afdeling te benutten voor de huisvesting van de dieren. In beide afdelingen werden twee grote koppels gespeende biggen gehouden. De koppels waren binnen

een afdeling voor een groot gedeelte gescheiden door het voersysteem (dat daarmee ook als hokafscheiding functioneerde). In verband met de troglengte van het toegepaste voersysteem was de koppelgrootte 43 biggen bij de afdeling met het water- en mestkanaal. Bij de afdeling met schuine putwanden en gedeeltelijke roostervloer was de koppelgrootte 48 biggen.

2.2.1 Water- en mestkanaal

Deze afdeling (figuur 1) was van een volledige roostervloer voorzien. De mestkelder (54 cm diep) was door middel van betonnen muurtjes verdeeld in twee mestkanalen en één waterkanaal. De twee L-vormige mestkanalen lagen langs de zijwanden en achterkant van de afdeling. Op basis van de ervaring ten aanzien van het mest- en liggedrag van gespeende biggen was de verwachting dat in deze afdeling de meeste biggen langs de zij- en achterkant zouden mesten. Biggen gebruiken namelijk de warmste roosters als ligruimte. Bij erg warme dagen wordt echter het koudste materiaal als ligruimte gebruikt. Om het liggedrag enigszins te sturen was het mestgedeelte voorzien van metalen driekantroosters en het liggedeelte van harde kunststof roosters. Aan de achterzijde was het mestkanaal 95 cm breed en langs de zijwanden 50 cm breed. Het metalen driekantrooster op deze mestkanalen was voorzien van een mestspleet van 5 cm. Bij aanvang van iedere ronde stond in het waterkanaal 5 tot 10 cm (reinigings)water. De mest werd afgevoerd via een rioleringssysteem, waarbij het waterkanaal één afvoerpunt had en elk mestkanaal vier. De totale afdeling was 29,2 m², waarvan 19,1 m² waterkanaal en 10,1 m² mestkanaal. Dit kwam overeen met een vloeroppervlakte per big van 0,34 m² (inclusief het toegepaste voersysteem). De oppervlakte van het water- en mestkanaal bedroeg respectievelijk 0,22 m² en 0,12 m² per big. Het voersysteem was 0,03 m² per dierplaats, waardoor het netto dieroppervlak per big 0,31 m² bedroeg.

Voor aanvang van de derde ronde werd aan de voorzijde van de afdeling het mestkanaal met 50 cm verbreed (figuur 1). Dit mestkanaal



Figuur 1: Plattegrond van de afdeling met grote groepen gespeende biggen met water- en mestkanaal

stond in verbinding met de reeds bestaande mestkanalen en was voorzien van een metalen driekantrouter. Het vloeroppervlak van het water- en mestkanaal werd hierdoor per big respectievelijk $0,20\text{ m}^2$ en $0,14\text{ m}^2$.

2.2.2 Gedeeltelijk rooster en schuine putwanden

Deze afdeling had een dichte hellende vloer (met vloerverwarming) die in totaal $1,80\text{ m}$ breed was en niet was onderkelderd (figuur 2). Aan beide zijden van de dichte hellende vloer bevond zich een metalen driekantrouter van $1,05\text{ m}$ breed en een mestspleet van 5 cm tegen de muurzijde. Hieronder lag het mestkanaal met een putdiepte van 45 cm .

Om het emitterend oppervlak in het mestkanaal verder te verkleinen was er in elke put een kunststof wand onder een hoek van 45°

aan de zijde van de dichte bolle vloer gemonteerd (figuur 3). Deze kunststof wand werd om bouwtechnische redenen 7 cm onder de roosters bevestigd. De mest werd afgevoerd via een rioleringssysteem, waarbij elk mestkanaal om de twee meter was voorzien van een afvoerpunt. In deze afdeling was de vloeroppervlakte per big $0,31\text{ m}^2$, waarvan $0,12\text{ m}^2$ dichte vloer (inclusief het toegepaste voersysteem) en $0,19\text{ m}^2$ roostervloer. Exclusief het voersysteem bedroeg de oppervlakte $0,30\text{ m}^2$ per opgelegde big.

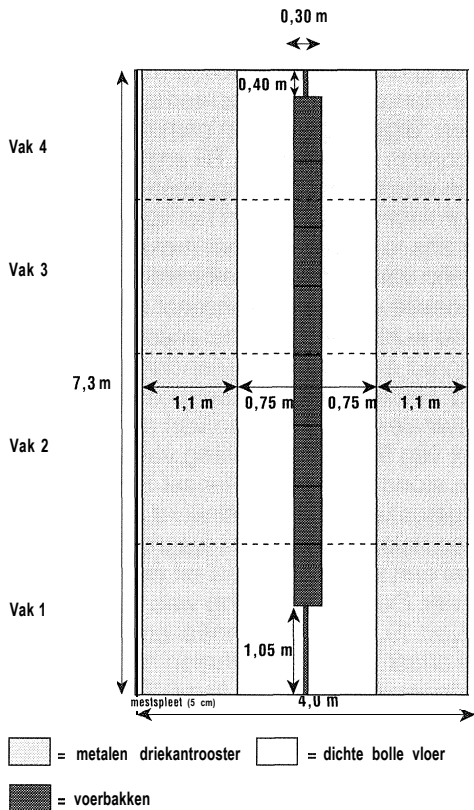
2.3 Voer, voersystemen en drinkwater

In beide afdelingen werden de biggen gevoerd via een computergestuurde droogvoerinstallatie met een standaard biggenvoer ($\text{EW} = 1,10$, ruw-eiwitgehalte = 175 g/kg). In de afdeling met het water- en mestkanaal werden de biggen semi-onbeperkt gevoerd via een lange trog en werd onbeperkt drinkwater verstrekt via vier antimorsbakjes aan beide zijmuren.

In de afdeling met de schuine putwanden werd het voer verstrekt via een voerbak die tevens als hokafscheiding diende. De drinkbak en droogvoerbak waren geïntegreerd in één bak. Zowel drinkwater als droogvoer stonden onbeperkt ter beschikking.

2.4 Klimaat

Bij beide afdelingen kwam via een met jaloezieën regelbaar inlaatrooster de verse lucht boven het ventilatieplafond, waarna de lucht via het ventilatieplafond over de afdeling werd verdeeld. Het ventilatieplafond bestond uit houtwolcementplaten waarop een mineraalwoldeken lag. Door een geijkte ventilator met een doorsnee van 35 cm en met automatische diafragmaschuiven werd de lucht afgevoerd. Bij opleg werd de temperatuur ingesteld op 28°C . Met behulp van een curve werd de temperatuur afgebouwd naar 24°C op dag 7 en 22°C op dag 45. De minimumventilatie bedroeg $4\text{ m}^3/\text{uur}$ per dier bij opleg en liep geleidelijk op tot $10\text{ m}^3/\text{uur}$ per dier op dag 45. Er werd niet meer geventileerd dan $30\text{ m}^3/\text{uur}$ per dier. De thermoneutrale zone en bandbreedte waren respectievelijk 2°C en 5°C .



Figuur 2: Plattegrond van de afdeling met grote groepen gespeende biggen met gedeeltelijk rooster en schuine putwanden

2.5 Verzameling en verwerking van de gegevens

2.5.1 Ammoniakmetingen

Beide afdelingen waren in gebruik sinds juni 1996. Vanaf 19 maart tot en met 10 juli 1997 zijn de ammoniakconcentratiemetingen verricht met behulp van een NO_x-monitor. Vervolgens zijn de metingen van de ammoniakconcentratie overgenomen door een B&K-monitor type 1302. De ammoniakconcentratie is gemeten volgens het meetprotocol van het Praktijkonderzoek Varkenshouderij (Van 't Klooster et al., 1992). De achtergrondconcentratie is met behulp van de NO_x-monitor verwerkt tot 10 juli. Daarna is de achtergrondconcentratie niet meer gemeten. Het ventilatie-debiet werd vastgelegd met behulp van een meetventilator. Bij berekening van de ammoniakemissie per dierplaats per jaar werd er gerekend met een bezettingsgraad van 90%. In elke meetperiode werd er gemeten totdat minstens 50% van de dieren het gewichtstraject had bereikt van 22 - 28 kg.

2.5.2 Technische resultaten

Zowel bij opleg als bij afleveren werden de biggen individueel gewogen. Op basis van deze gewichten en de voergift zijn de groei per dag en de voederconversie berekend. Ook is het uitvalpercentage bepaald.

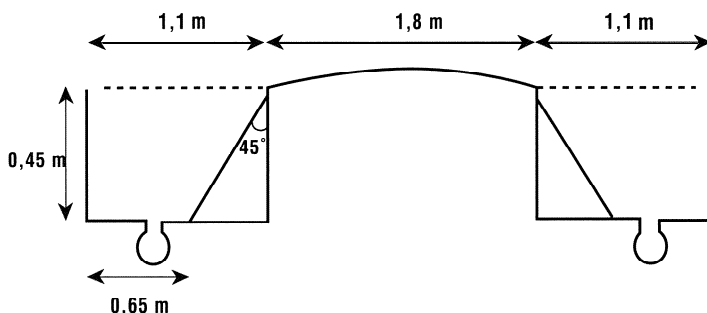
2.5.3 Bevuiling hok en schuine putwanden

Elk hok werd in vier denkbeeldige vakken ingedeeld (figuur 1 en 2). Voor elk vak werd een bevuilingsscore gegeven volgens het

protocol bevuilingsscores Praktijkonderzoek Varkenshouderij. De score liep van 0 (0% van oppervlak vuil/nat) tot en met 4 (75 - 100% van oppervlak vuil/nat). Tweemaal per week werden in de afdeling met het water- en mestkanaal naast de kunststof rooster-vloer, ook de metalen driekantroosters beoordeeld. In de afdeling met de schuine putwand werd tweemaal per week de hok-bevuiling genoteerd van zowel de metalen driekantroosters als de dichte hellende vloer. Daarnaast zijn de vakverdelingen en scores ook toegepast voor beoordeling van de bevuiling van de schuine putwand, die tweemaal per week werd uitgevoerd.

2.5.4 Water- en mestniveau, tijdstip van mest aflaten en mestproductie

De hoogte van het mestniveau in de afdeling met schuine putwanden is van invloed op het emitterend oppervlak. Daarnaast geeft een niveaustijging in het waterkanaal in de afdeling met het water- en mestkanaal een indicatie van de hoeveelheid mest in het waterkanaal. Daarom zijn gedurende het gehele onderzoek tweemaal per week zowel het mest- als waterniveau gemeten in beide afdelingen. Verder is het mestniveau voor en na het aflaten van de mest bepaald. Uit het niveau en de oppervlakte van het water- en mestkanaal is de mestproductie per dier berekend. Deze berekening is uitgevoerd voor de afdeling met het water- en mestkanaal om een indicatie te krijgen van het aandeel mest in het waterkanaal ten opzichte van de totale mestproductie.



Figuur 3: Dwarsdoorsnede afdeling gedeeltelijk rooster en schuine putwand bij de huisvesting van grote groepen gespeende biggen

3 RESULTATEN

3.1 Ammoniakemissie

3.1.1 Water- en mestkanaal

In tabel 1 zijn de gegevens van de ammoniakmetingen verwerkt. De ammoniakemissies van ronde 1, 2 en 3 zijn grafisch weergegeven in figuur 4.

Bij aanvang van ronde 1 was als gevolg van een stroomstoring de NO_x-analyser gedurende vier dagen defect. De metingen in ronde 2 en 3 zijn zonder storingen verlopen. Door grote verschillen in opleggewicht en daggroei bereikte ronde 2 veel eerder het gewicht van 22 - 28 kg.

3.1.2 Gedeeltelijk rooster en schuine putwanden

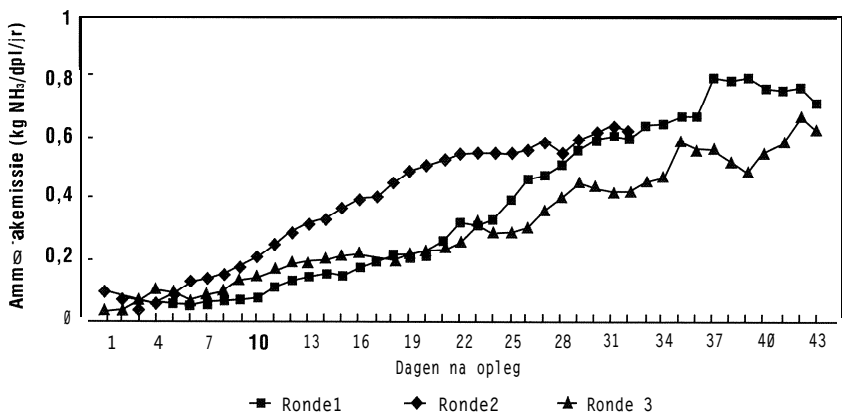
In tabel 2 zijn de gegevens van de ammoniakmetingen vermeld. De ammoniakemissies gedurende rondes 1, 2 en 3 zijn grafisch weergegeven in figuur 5.

Op 2 juli (dag 24, ronde 2) heeft de B&K een tot nu toe onbekende storing gehad. In ronde 2 was er gedurende dag 28 tot en met 32 een defect aan de ventilator. Hierdoor werd het ventilatiedebiet te hoog. De waarnemingen met betrekking tot de ammoniakemissie in deze periode zijn daarom niet meegenomen.

Tabel 1: Gegevens ammoniakmetingen van de afdeling met water- en mestkanaal

	Ronde 1	Ronde 2	Ronde 3
Oplegdatum	19-03-97	09-06-97	2 1-08-97
Laatste meetdag	29-04-97	10-07-97	02- 10-97
Lengte van de ronde (dagen)	43	32	43
Aantal dagen gemeten (dagen)	39	32	43
Percentage meetdagen	91%	100%	100%
Temperatuur in de ventilatiekamer (°C)	24,5	24,7	24,9
Temperatuur buiten (°C)	7,7	16,4	15,5
Ventilatiedebiet (m ³ /uur/dpl)	7,2	9,6	7,7
Ammoniakconcentratie (mg NH ₃ /m ³)	7,80	4,88	4,81
Ammoniakemissie (kg NH ₃ /dpl/jr)	0,38 ¹	0,33 ¹	0,30

¹ Gecorrigeerd voor achtergrondconcentratie



Figuur 4: Ammoniakemissie in ronde 1, 2 en 3 in de afdeling met water- en mestkanaal bij grote groepen gespeende biggen

3.2 Technische resultaten

De technische resultaten van de afdeling met water- en mestkanaal en de afdeling met schuine putwanden zijn vermeld in bijlage 1 en 2. Doordat er tijdens het onderzoek Varkenspest heerste in de buurt van het proefbedrijf, was het onmogelijk de biggen af te leveren, als gevolg van het ingestelde vervoersverbod. Hierdoor werd elke ronde uit de proef op één dag in zijn geheel gewogen Dit had als nadeel dat bij enkele opfokronden minder dan 80% van de biggen in de gewichtscategorie viel van 22 - 28 kg, zoals gesteld is in de beoordelingsrichtlijn

emissie-arme stalsystemen (Van der Hoek et al., 1996). Opleggewicht, groeisnelheid per dier per dag, en uitvalspercentage voldeden wel aan deze voorwaarden.

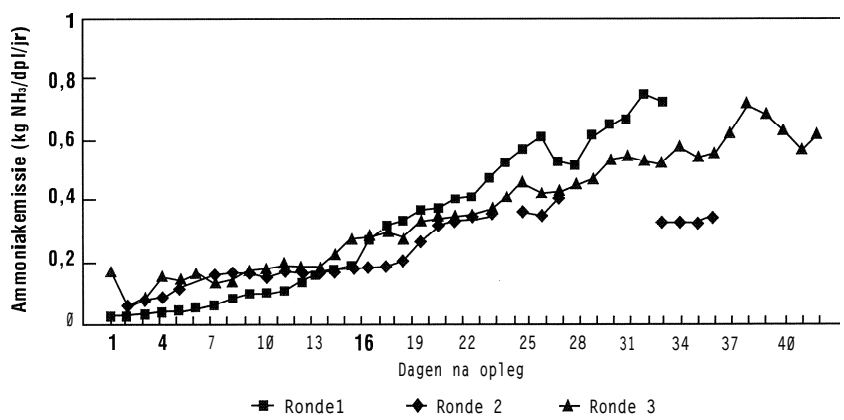
3.3 Hokbevuiling

3.3.1 Afdeling met water- en mestkanaal
In tabel 3 zijn de hokbevuilingsscores vermeld van de eerste ronde. Score 3 en 4 kwamen niet voor. Bevuiling werd alleen geconstateerd in de vakken 1 en 4 (voor- en achterzijde afdeling). De vakken 2 en 3 werden gedurende de gehele opfokronde als schoon beoordeeld.

Tabel 2: Gegevens ammoniakmetingen afdeling met gedeeltelijk rooster en schuine putwanden

	Ronde 1	Ronde 2	Ronde 3
Oplegdatum	10-04-97	09-06-97	25-07-97
Laatste meetdag	12-05-97	14-07-97	04-09-97
Lengte van de ronde (dagen)	33	36	42
Aantal dagen gemeten (dagen)	33	30	42
Percentage meetdagen	100%	83%	100%
Temperatuur in de ventilatiekamer (°C)	26,2	26,6	26,7
Temperatuur buiten (°C)	16,9	16,9	20,2
Ventilatiedebit (m³/uur/dpl)	7,3	10,1	11,2
Ammoniakconcentratie (mg NH ₃ /m³)	5,34	2,78	4,1
Ammoniakemissie (kg NH ₃ /dpl/jr)	0,30 ¹	0,19 ¹	0,35

¹ Gecorrigeerd voor achtergrondconcentratie



Figuur 5: Ammoniakemissie in ronde 1, 2 en 3 in de afdeling met gedeeltelijk rooster en schuine putwand bij grote groepen gespeende biggen

Tabel 4 geeft de bevuiling van de kunststof- en de metalen driekantrasters in de afdeling met het water- en mestkanaal gedurende de tweede ronde weer. Score 3 en 4 kwamen niet voor. De vakken 2, 3, en 4 zijn steeds als schoon beoordeeld. Vóór in de afdeling werd zowel in ronde 1 als in ronde 2 meer gemest dan vooraf werd verwacht. Door hier een waterkanaal (50 cm breed) bij het mestkanaal (figuur 1) te voegen, is er naar gestreefd om (in de derde ronde) de mate van bevuiling van de kunststof roosters te verlagen en daardoor de bevuiling van het waterkanaal te verminderen.

Tabel 5 geeft de mate van bevuiling van de kunststof- en de metalen roostervloer na ver-

groting van het mestkanaal weer. Score 3 en 4 kwamen niet voor. In vak 1 (voorzijde) trad wederom alle bevuiling op. Vak 2, 3 en 4 werden bij alle waarnemingen schoon bevonden. De bevuiling van de kunststof roosters in vak 1 was geringer dan de bevuiling in ronde 1 en 2. Doordat het mestkanaal aan de voorzijde niet breed (50 cm) genoeg was, werd het waterkanaal op deze mestplek nog steeds bevuild. Het mestpatroon van ronde 2 en 3 was gelijk: indien er eenmaal een mestplek was gecreëerd, dan werd hier massaal gemest. Wellicht speelde aan de voorzijde de plaats van de voerstallatie (figuur 2) een rol in het ontstaan van deze mestplek. De biggen in ronde 1 mestten zowel in vak 1 (voorzijde) als vak 4 (ach-

Tabel 3: Bevuiling roostervloer afdeling met water- en mestkanaal eerste ronde

	vak 1		vak 2, 3		vak 4	
score	kunststof	metaal	kunststof	metaal	kunststof	metaal
0 (schoon)	50,0%	72,2%	100%	100%	100%	5,6%
1 (0 - 25% bevuild)	22,2%	5,6%	0%	0%	0%	77,7%
2 (25 - 50% bevuild)	27,8%	22,2%	0%	0%	0%	16,7%

Tabel 4: Bevuiling roostervloer afdeling met water- en mestkanaal tweede ronde

	vak 1		vak 2, 3 en 4	
score	kunststof	metaal	kunststof	metaal
0 (schoon)	11,1%	38,9%	100%	100%
1 (0 - 25% bevuild)	66,7%	44,4%	0%	0%
2 (25 - 50% bevuild)	22,2%	16,7%	0%	0%

Tabel 5: Bevuiling roostervloer afdeling met water- en mestkanaal derde ronde

	vak 1		vak 2, 3 en 4	
score	kunststof	metaal	kunststof	metaal
0 (schoon)	68,2%	20,4%	100%	100%
1 (0 - 25% bevuild)	31,8%	52,3%	0%	0%
2 (25 - 50% bevuild)	0%	27,3%	0%	0%

terzijde). Doordat ronde 1 in het voorjaar plaatsvond speelde waarschijnlijk het seizoen mee, waardoor ook de zijde van de (koude) buitenmuur (vak 4) gekozen werd als locatie om te mesten.

3.3.2 Afdeling met schuine putwanden

In tabel 6 en 7 is de mate van bevuiling van de dichte hellende vloer en de metalen driekantroosters verwerkt. In bijna 75% van de waarnemingen was de hellende vloer schoon. De bevuiling die optrad werd vooral in vak 4 (achterzijde) geconstateerd. De metalen driekantroosters werden in 61% van de waarnemingen schoon bevonden, De bevuiling die hier optrad werd vooral in vak 4 (achterzijde) en in mindere mate in vak 1 (voorzijde) geconstateerd. De vaste mestplaatsen in deze afdeling lagen vooral aan

de achterzijde en in mindere mate aan de voorzijde.

In tabel 8 is de mate van bevuiling van de schuine putwanden vermeld. De bevuiling van de schuine putwand vertoonde een patroon dat overeenkwam met de bevuiling van de roosters. De schuine wanden in vak 1 en vak 4 (voor- en achterzijde van de afdeling) werden het meest bevuild. Score 3 en 4 kwamen niet voor.

3.4 Gegevens omtrent water- en mestniveau

In tabel 9 staan de water- en mestniveaus van de afdeling met het water- en mestkanaal. Het waterniveau bij aanvang van de eerste en tweede ronde was gemiddeld 9

Tabel 6: Bevuiling van de dichte hellende vloer in de afdeling met gedeelte'lijk rooster en schuine putwanden

score	vak 1	vak 2	vak 3	vak 4
0 (schoon)	81,3%	851%	845%	48,3%
1 (0 - 25% bevuild)	11,3%	11,3%	11,9%	35,3%
2 (25 - 50% bevuild)	7,4%	3,6%	3,6%	6,4%
3 (50 - 75% bevuild)	0% ₀₀	0% ₀₀	0% ₀₀	10,0%

Tabel 7: Bevuilingsscore metalen driekantroosters in de afdeling met gedeeltelijk rooster en schuine putwanden

score	vak 1	vak 2	vak 3	vak 4
0 (schoon)	63,8%	83,2%	69,7%	27,4%
1 (0 - 25% bevuild)	36,2%	16,8%	30,3%	41,6%
2 (25 - 50% bevuild)	0% ₀₀	0% ₀₀	0% ₀₀	27,4%
3 (50 - 75% bevuild)	0% ₀₀	0% ₀₀	0% ₀₀	3,6%

Tabel 8: Bevuiling van de schuine putwanden

score	vak 1	vak 2	vak 3	vak 4
0 (schoon)	28,5%	65,5%	53,3%	24,3%
1 (0 - 25% bevuild)	52,4%	22,8%	34,9%	45,7%
2 (25 - 50% bevuild)	19,1%	11,9%	11,9%	30,0%

cm. Het niveau in het waterkanaal steeg gedurende deze ronden gemiddeld met 13 cm. Een niveaustijging van 13 cm komt overeen met een mestproductie in het waterkanaal van 2.476 liter. De niveaustijging in de mestkanalen over deze perioden was gemiddeld 20,6 cm. Dit komt overeen met 2.090 liter mest. De gemiddelde mestproductie gedurende de eerste en tweede ronde was daarmee 4.566 liter (exclusief verdamping). Omgerekend naar het daggemiddelde was de mestproductie 1,67 liter per big. Van de totaal geproduceerde mest viel 54% in het waterkanaal. Door deze bevulling van het waterkanaal was de ammoniakemissie uit het waterkanaal hoger dan verwacht.

Voor aanvang van de derde ronde werd het mestkanaal vergroot aan de voorzijde van de afdeling. Na deze aanpassing was het waterkanaal gedurende deze opfokronde met 4 cm gestegen. Dit komt overeen met

702 liter mest. De niveaustijging in het waterkanaal was nu aanzienlijk minder dan in ronde 1 en 2. Door een kleine lekkage aan de afsluiter van het linker mestkanaal zijn de gegevens omtrent de mestproductie van ronde 3 niet betrouwbaar. Deze zijn daarom niet vermeld.

Bijlage 3 geeft grafisch de niveaustijging in het waterkanaal en de ammoniakemissie in ronde 1, 2 en 3 weer.

In tabel 10 staan de gegevens omtrent het mest aflaten en de mestniveaus in de afdeling met schuine putwanden. Door het aflaten van de mest (een à twee keer) bedroeg het gemiddelde mestniveau 8,4 cm. Het hoogste mestniveau was 16,5 cm.

Omgerekend naar het emitterend mestoppervlak is dit respectievelijk 0,12 m² en 0,13 m² per big.

In bijlage 4 zijn voor ronde 1, 2 en 3 de invloeden van het aflaten van de mest op de ammoniakemissie weergegeven in grafieken.

Tabel 9: Water- en mestniveau, mestproductie en moment van aflaten in de afdeling met water- en mestkanaal

	ronde 1	ronde 2	gemiddeld	ronde 3 (aangepast)
Beginniveau mestkanaal (cm)	2,5	3 0	2,8	1,5
Gemiddeld mestniveau (cm)	11,3	10,8	11,0	8,4
Totale stijging mestkanaal (cm)	23,5	17,8	20,6	23,8
Beginniveau waterkanaal (cm)	7,0	11,0	9,0	10,0
Gemiddeld niveau waterkanaal (cm)	10,2	16,1	13,2	11,7
Totale stijging waterkanaal (cm)	12	14	13	4
Mestproductie per big (liter/dag)	1,76	1,58	1,67	niet betrouwbaar
Mestproductie per big (liter/ronde)	54,4	52,0	53,2	niet betrouwbaar

Tabel 10: Mestniveau en mest aflaten in de afdeling met gedeeltelijk rooster en schuine putwanden

	ronde 1	ronde 2	ronde 3	gemiddeld
Beginniveau mestkanaal (cm)	6,5	25,6	60,9	5,0
Gemiddeld mestniveau (cm)	9,7			8,4
Aantal dagen voor eerste keer aflaten	20	29	18	22
Gemiddeld mestniveau bij aflaten (cm)	16,5	16,5	14,5	15,8
Aantal keren afgelaten per ronde	1	1	2	1,3

4 ECONOMISCHE BESCHOUWING

In de kostenberekening zijn de afdelingen met water- en mestkanaal en schuine putwanden in combinatie met gedeeltelijke roostervloer bij nieuwbouw vergeleken met de standaardstal (Den Brok et al., 1997). De biggenopfokafdeling van de standaardstal ziet er als volgt uit:

- de afdelingsgrootte is zes hokken voor elk tien biggen;
- de biggenopfokhokken zijn 2,60 m lang en 1,25 m breed;
- de roostervloer bestaat uit een volledig metalen driekanrooster;
- de hokoppervlakte per big is 0,3m²;
- er wordt gevoerd met een eenvoudige droogvoerinstallatie met vier voerpunten;
- de hokafscheiding is hekwerk, waarvan de onderste helft dicht is uitgevoerd;
- de mestkelders zijn ondiep (0,60 m) en voorzien van een eenvoudig rioleringssysteem;
- de afdeling is uitgerust met een ventilatieplafond, ventilator en verwarming;
- de voergang is 80 cm breed.

De aanpassingen van de standaardstal ten opzichte van een afdeling met een water- en mestkanaal zijn:

- de afdeling heeft plaats voor twee grote koppels van 40 gespeende biggen;
- een controlegang ontbreekt;
- de totale oppervlakte van deze afdeling is gelijk aan de oppervlakte van de biggenopfokafdeling in een standaardstal met 60 ligplaatsen;
- volledige roostervloer, waarvan 0,18m² kunststof rooster en 0,12m² metalen driekanrooster per big;
- de hokafscheiding bestaat voor een gedeelte uit brijbakken;

- het waterkanaal is uitgerust met vier afvoerpunten naar het rioleringssysteem.

De verschillen tussen een afdeling met water- en mestkanaal en een afdeling met schuine putwanden zijn:

- gedeeltelijk roostervloer, waarvan 0,12m² dichte hellende vloer en 0,18m² metalen driekanrooster per big;
- schuine putwand;
- vloerverwarming in het dichte vloergedeelte. In bijlage 5 zijn de investerings- en jaarkosten per onderdeel vermeld. Bij grote groepen gespeende biggen zijn de huisvestingskosten lager door het vervallen van de controlegang en een groot deel van de hokafscheiding. De controlegang van de standaardstal is 80 cm breed en 7,5 m lang. Deze oppervlakte wordt bij huisvesting van grote koppels gebruikt voor de huisvesting van twintig gespeende biggen (0,3m²/dpl). Het totale vloeroppervlak in een afdeling met twee koppels gespeende biggen van veertig stuks is vergelijkbaar met zes hokken met elk tien gespeende biggen in de standaardstal. Naast een optimaal gebruik van deze afdeling, worden ventilatieplafond en verwarming efficiënt gebruikt. Daarnaast zijn de schoonmaakkosten per ligplaats lager (Vermeer en Hoofs, 1994).

In tabel 11 zijn de investerings- en jaarkosten weergegeven ten opzichte van een biggenopfokafdeling van de standaardstal. De afdeling met het water- en mestkanaal is f 89,17 per dierplaats goedkoper dan de standaardstal. Dit levert een verlaging van de jaarkosten op met f 10,38. De afdeling met de schuine putwanden is f 97,15 per dierplaats goedkoper dan de standaardstal.

Tabel 11: Investerings- en jaarkosten per dierplaats ten opzichte van de standaardstal

	Investering/ dierplaats	Jaarkosten/ dierplaats/jaar
Volledig rooster met water- en mestkanaal	- f 89,17	- f 10,38
Gedeeltelijk rooster met schuine putwanden	- f 97,15	- f 12,13

De verlaging van de jaarkosten bedraagt bij deze afdeling f 12,13. Wel dient opgemerkt te worden dat wanneer de standaardstal uit-

gerust zou zijn met een dubbele rij hokken per controlegang, de bouwkosten van de standaardstal lager zouden zijn.

5 DISCUSSIE EN CONCLUSIES

5.1 Algemeen

De reductie in ammoniakemissie wordt bij beide systemen gerealiseerd door verkleining van het emitterend oppervlak. Verdoes (1992) stelt dat een verkleining van het emitterend oppervlak met 10% resulteert in een verlaging van de ammoniakemissie van ongeveer 8 - 8,5%.

Verkleining van het emitterend oppervlak is in dit onderzoek gerealiseerd door toepassing van een water- en mestkanaal, waarbij het mestkanaal zich onder de verwachte mestplaatsen bevond en het waterkanaal onder de verwachte ligplaatsen. Een tweede onderzochte mogelijkheid is de toepassing van een gedeeltelijk roostervloer in combinatie met een schuine putwand in het mestkanaal. Het emitterend oppervlak wordt dan enerzijds verkleind door een groter dicht vloeroppervlak en anderzijds door de schuine putwand, omdat het mestniveau bepalend is voor het emitterend oppervlak in het mestkanaal.

5.1.1 Water- en mestkanaal

De oppervlakte van deze afdeling met het water- en mestkanaal was 29,2 m². Gedurende de eerste en tweede ronde bedroeg de oppervlakte van het waterkanaal 19,1 m² en van het mestkanaal 10,1 m². Wanneer er alleen ammoniak uit het mestkanaal emitteert, dan is het emitterend oppervlak 35% van de totale oppervlakte in deze afdeling. Het emitterend oppervlak zou hierdoor theoretisch met 65% worden gereduceerd. Uitgaande van de norm van 0,6 kg NH₃ per dierplaats per jaar van traditionele huisvesting en uitgaande van de juistheid van de stelling van Verdoes (1992), zou bij dit systeem een ammoniakemissie van 0,27 kg NH₃ per dierplaats per jaar behaald kunnen worden. Het mestgedrag was echter anders dan vooraf verwacht; bijna 54% van de geproduceerde mest in ronde 1 en 2 kwam terecht in het waterkanaal. De ammoniakemissie uit het waterkanaal was daarvoor hoger dan verwacht en het gevolg hiervan was dat de ammoniakemissie in de eerste en tweede ronde gemiddeld 0,35 kg

NH₃ per dierplaats per jaar bedroeg.

Door uitbreiding van het mestkanaal aan de voorzijde van de afdeling met 50 cm, werd het oppervlak van het waterkanaal vermindert met 1,5 m² tot 17,6 m² en het emitterend mestoppervlak nam toe van 10,1 m² naar 11,6 m². Het percentage van het vloeroppervlak dat als emitterend oppervlak werd gerekend was nu 60%. Verwacht werd dat de ammoniakemissie zou afnemen tot ongeveer 0,29 kg NH₃ per dierplaats per jaar. Op basis van de meetgegevens werd in ronde 3 een ammoniakemissie vastgesteld van 0,30 kg NH₃ per dierplaats per jaar (exclusief achtergrondconcentratie). Deze aanpassing leverde dus duidelijk een verbetering ten aanzien van de emissie.

De metingen zijn verricht met een lagere hokbezetting (0,34 m² per dierplaats) dan gewoonlijk (0,30 m² per dierplaats) door de beperkte troglengte van het toegepaste voersysteem. De reductie in ammoniakemissie wordt gerealiseerd door verkleining van het emitterend oppervlak. Door toepassing van een voersysteem waarbij voerbakken worden gebruikt, kan de hokbezetting met ruim 10% omhoog. Hierdoor wordt het emitterend oppervlak per dier verminderd en zal de ammoniakemissie waarschijnlijk lager zijn dan de in dit onderzoek gevonden waarde.

In mogelijk vervolgonderzoek wordt geprobeerd het vloeroppervlak nog efficiënter in te delen, zodat de ammoniakemissie onder de vastgestelde Groen Label-norm komt.

5.1.2 Gedeeltelijk rooster en schuine putwanden

Gemiddeld waren er in de afdeling met schuine putwanden 94 biggen aanwezig. Derhalve was er per big 0,14 m² (45%) vloeroppervlak en 0,17 m² (55%) metalen driekantrooster. Door toepassing van schuine putwanden in het mestkanaal werd het emitterend oppervlak (oppervlakte mest) beperkt.

De gehanteerde norm van 0,6 kg NH₃ per dierplaats per jaar is gesteld op basis van een traditionele biggenopfokafdeling met een volledig roostervloer. De verkleining van het emitterend oppervlak wordt gerealiseerd

door zowel het dichte vloergedeelte als door de schuine putwanden. Bij een gemiddeld mestniveau van 8,4 cm bedroeg de verkleining van het emitterend oppervlak 60%. Uitgaande van de stelling van Verdoes (1992) is een ammoniakemissie mogelijk van ongeveer 0,29 kg NH₃ per dierplaats per jaar. De gemiddelde ammoniakemissie in ronde 1, 2 en 3 was 0,29 kg NH₃ per dierplaats per jaar.

De gemeten en de berekende ammoniakemissie komen hier goed overeen. Normaal gesproken ligt de gemeten ammoniakemissie hoger dan de berekende. Een beperkt aantal mestplaatsen in de afdeling heeft mogelijk een positief effect op de ammoniakemissie bij grote groepen gespeende biggen.

De mestaflaatsmomenten (dag 23 ronde 1, dag 29 ronde 2, dag 18 en dag 36 ronde 3) hadden geen directe invloed op de ammoniakemissie, waarschijnlijk doordat er na het aflaten van de mest nog een laag van ongeveer 2 cm mest achterbleef in het mestkanaal.

5.2 Economische evaluatie

De aangepaste afdeling met een water- en mestkanaal voor grote groepen gespeende biggen heeft een ammoniakreductie van 0,30 kg NH₃ per dierplaats per jaar. De jaar-kosten ten opzichte van de biggenafdeling in de standaardstal zijn f 10,38 lager. De jaarkosten per kg ammoniakreductie in dit systeem zijn f 34,60 lager. De afdeling met de gedeeltelijk roostervloer met schuine putwanden heeft een ammoniakreductie van 0,32 kg NH₃ per dierplaats per jaar. Ten opzichte van een standaardafdeling zijn de jaarkosten f 12,13 lager. De jaarkosten per kg ammoniakreductie voor dit systeem zijn f 43,32 lager.

5.3 Betekenis voor de praktijk

De verwachting is dat in de toekomst het huisvesten van gespeende biggen in grotere groepen meer toegepast zal worden. Een aantal praktische ervaringen met deze huisvestingssystemen zijn als volgt.

De biggenopfokafdeling met het water- en mestkanaal moet voldoende afvoerpunten

naar het rioleringssysteem hebben. De eventuele mest die in het waterkanaal terecht komt bezinkt en is moeilijk te verwijderen als er maar één afvoerpunt is. Beter zou zijn het waterkanaal hellend uit te voeren, zodat er betere mogelijkheden zijn om het waterkanaal te reinigen. Geadviseerd wordt langs alle buitenmuren een mestkanaal aan te leggen en daarbinnen het waterkanaal. Het liggedrag van de biggen is namelijk in de winter anders dan in de zomer. Het valt daarom op dat de biggen een centraal mestpunt kiezen dat zich in de hoeken van het hok bevindt. Het mestkanaal kan aan de voor- en achterzijde breder zijn en in het midden van de afdeling smaller dan in de onderzochte afdeling.

Er is ook gekeken naar de bevuilding van de antimorsbakjes die bevestigd waren tegen beide zijmuren. Er is gedurende de proef geen bevuilding geconstateerd. De beste montageplaats voor deze bakjes is verspreid tegen de zijmuur, waarbij de hoeken vermeden dienen te worden.

De schuine putwanden in de afdeling met de gedeeltelijk roostervloer en schuine putwanden waren 7 cm onder de rooster gemonteerd voor een stevigere constructie. Bijkomend voordeel is dat mest zich minder snel ophoopt vlak onder de roosters. Bovendien kan op die manier eventueel onderafzuiging worden toegepast. De schuine putwanden dienen van een zo glad mogelijk materiaal vervaardigd te zijn. Een lichte kleur van de schuine putwand is gemakkelijk voor controle bij het schoonspuiten. Daarnaast is een goed functionerend rioleringssysteem essentieel voor het snel en goed aflaten van de mest. Door een effectieve vliegenbestrijding op het gehele bedrijf was de vliegenoverlast gedurende het onderzoek minimaal. Daarnaast wordt de overlast van vliegen beperkt door de frequente mestafoer en door opdroging van de eventuele mest die de schuine putwand bevuilt. In vervolgonderzoek zal worden bezien in hoeverre emissiereductie bij grote koppels gespeende biggen mogelijk is bij een oppervlakte per dier zoals aangegeven in de voorstellen van het nieuwe Varkensbesluit. Punt van onderzoek is vooral het dan te realiseren emitterend oppervlak in de mestkelder.

5.4 Conclusies

De ammoniakemissie in de afdeling met het water- en mestkanaal bedroeg tijdens ronde 1 en 2 respectievelijk 0,38 en 0,33 kg ammoniak per dierplaats per jaar. Dit is gemiddeld 0,36 kg ammoniak per dierplaats per jaar. Na aanpassing van het mestkanaal was de ammoniakemissie (ronde 3) 0,30 kg ammoniak per dierplaats per jaar (exclusief achtergrondconcentratie). De jaarkosten per kg ammoniakreductie voor dit systeem be-

dragen -f 34,60.

De ammoniakemissie in de afdeling met schuine putwanden en een halfroostervloer bedroeg tijdens ronde 1, 2 en 3 respectievelijk 0,30, 0,19 en 0,35 kg ammoniak per dierplaats per jaar. Gemiddeld is dit 0,28 kg ammoniak per dierplaats per jaar. De jaarkosten per kg ammoniakreductie bedragen voor dit systeem -f 43,32. Daarmee is het op dit moment het goedkoopste emissie-arme systeem voor de huisvesting van grote groepen gespeende biggen.

LITERATUUR

Brok, G.M. den, N. Verdoes, A.I.J. Hoofs en C.E.P. van Brakel 1997. *Varkensstallen met een lage ammoniakuitstoot*. Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen. Rapport P 2.32.

Hoek, K.W. van der, C.G.J. Leijen, H.J.M. Hendriks, W. Scherphof, A.M. van de Weerdhof, F. Jansen en J. Oosthoek 1996. *Beoordelingsrichtlijnen emissie-arme stal-systemen*.

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, Rosmalen*. Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen. Intern report P3.92.

Kwin-V 1996-1997. *Kwantitatieve Informatie Veehouderij 1997-1996*. Informatie en Kennis Centrum Land bouw.

Verdoes, N. 1992. *Wanneer treedt ammoniak uit de mestvloeistof?* Interne notitie Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen.

Vermeer, H.M. en A.I.J. Hoofs 1994. *Het effect van de groepsgrootte bij gespeende biggen op technische en economische resultaten*. Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen. Proefverslag P1. 118.

Zeeland, A.J.A.M van 1997. *Schuine wanden in het mestkanaal van een vleesvarkensstal*. Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen. Proefverslag P4.22.

BIJLAGEN

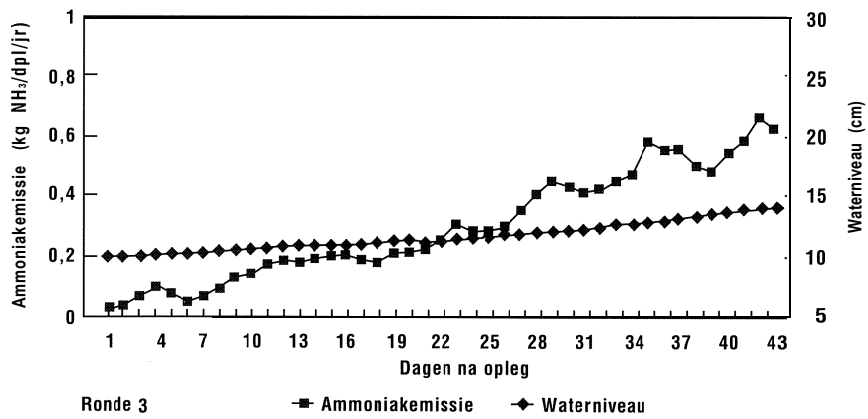
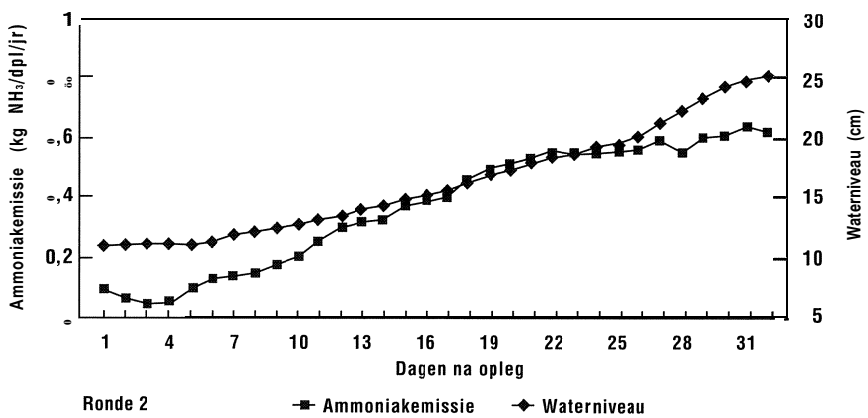
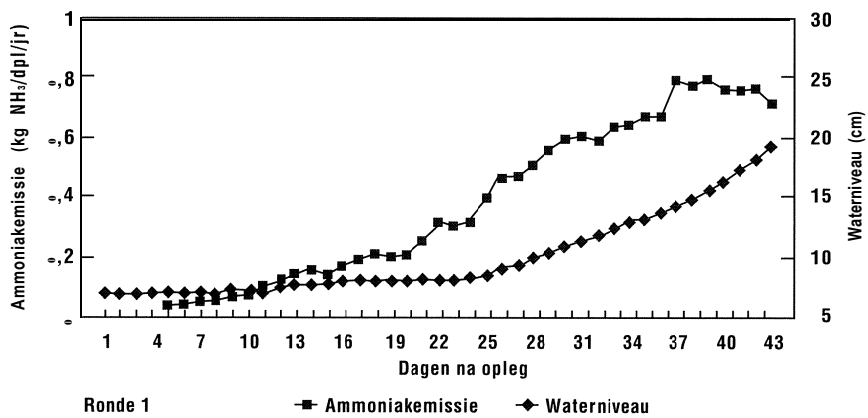
Bijlage 1: Technische resultaten afdeling water- en mestkanaal

	Ronde 1	Ronde 2	Ronde 3
Oplegdatum (aantal opgelegde dieren)	19-03-97 (86)	09-06-97 (86)	21-08-97 (86)
Afleverdatum (aantal afgeleverde dieren)	29-04-97 (85)	10-07-97 (85)	02-10-97 (86)
Opleggewicht (kg)	88	11,1	87
Aflevergewicht (kg)	24,4	24,1	24,4
Percentage boven 28 kg	9,3%	5,8%	5,8%
Percentage onder 22 kg	18,6%	12,8%	11,6%
Groei per dag (gr/dier/dag)	381	418	375
Voederconversie	1,72	1,62	1,61
Uitvalspercentage	1,2%	1,2%	0%

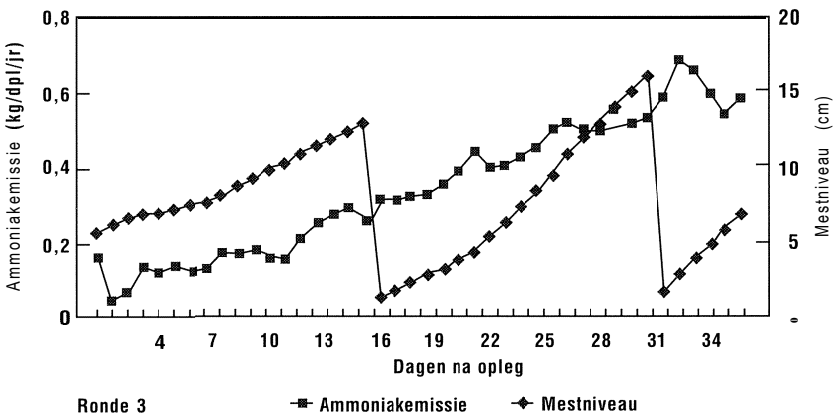
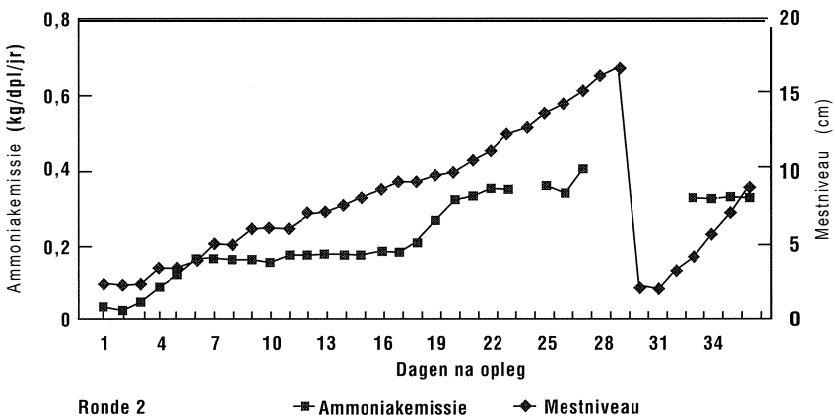
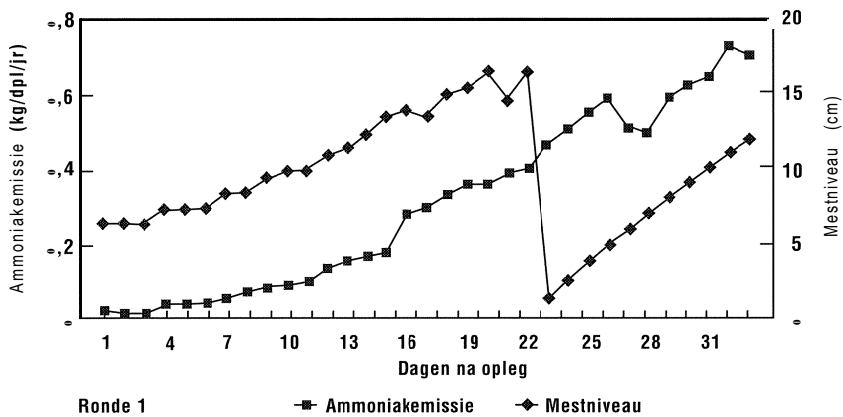
Bijlage 2: Technische resultaten afdeling met schuine putwanden

	Ronde 1	Ronde 2	Ronde 3
Oplegdatum (aantal opgelegde dieren)	10-04-97 (90)	09-06-1997 (96)	25-07-97 (96)
Afleverdatum (aantal afgeleverde dieren)	12-05-97 (90)	14-07-1997 (95)	04-09-97 (92)
Opleggewicht (kg)	10,0	24698	90
Aflevergewicht (kg)	26,3	24,3	24,35
Percentage boven 28 kg	34,4%	19,8%	13,5%
Percentage onder 22 kg	13,3%	16,7%	5,2%
Groei per dag (gr/dier/dag)	510	424	379
Voederconversie	1,55	1,69	1,67
Uitvalspercentage	0%	1%	4,2%

Bijlage 3: Verloop van waterniveau en ammoniakemissie in ronde 1, 2 en 3 bij biggenopfokafdeling met water- en mestkanaal



Bijlage 4: Verloop van mestniveau op de ammoniakemissie in ronde 1, 2 en 3 bij de afdeling met gedeeltelijk rooster en schuine putwanden



Bijlage 5: Investeringskosten en jaarkosten per onderdeel

	standaard		water- en mestkanaal		schuine putwanden	
	invest. kosten	jaar- kosten	invest. kosten	jaar- kosten	invest. kosten	jaar- kosten
Buitenste kelderwand	f 5,69	f 0,34	f 4,08	f 0,24	f 4,08	f 0,24
Binnenste kelderwand	f 9,20	f 0,78	f 12,33	f 1,04	f 11,47	f 0,97
Keldervloer	f 33,68	f 2,02	f 25,56	f 1,53	f 25,26	f 1,53
Schuine putwand					f 1,70	f 0,25
Dicht vloergedeelte	f 14,97	f 1,27			f 19,57	f 1,66
Rioleringsysteem	f 5,20	f 0,50	f 34,22	f 3,25	f 16,51	f 1,57
Buitenmuur	f 29,88	f 2,09	f 23,22	f 1,63	f 23,22	f 1,63
Binnenmuur	f 40,70	f 3,87	f 28,10	f 2,67	f 28,10	f 2,67
Kap en spanten	f 45,96	f 3,22	f 35,-	f 2,45	f 35,-	f 2,45
Dakisolatie	f 16,77	f 1,43	f 12,78	f 1,08	f 12,78	f 1,08
(Ventilatie)plafond	f 27,77	f 3,19	f 21,23	f 2,44	f 21,23	f 2,44
Voerbakken	f 21,--	f 3,78	f 21,-	f 3,78	f 21,-	f 3,78
Hokomwanding	f 22,20	f 3,44	f 2,--	f 0,31	f 2,-	f 0,31
Metaal- en kunststof rooster	f 36,56	f 5,66	f 40,88	f 6,33	f 20,08	f 3,11
Watervoorziening	f 5,41	f 0,84	f 3,61	f 0,56	f 3,61	f 0,56
Verwarming	f 27,77	f 3,50	f 20,83	f 2,62	f 31,25	f 3,93
Ventilatie en regelapparatuur	f 57,16	f 7,22	f 37,16	f 4,69	f 37,16	f 4,69
Voerinstallatie(droog)	f 22,50	f 3,71	f 11,25	f 1,86	f 11,25	f 1,86
Totaal	f 422,42	f 46,86	f 333,25	f 36,48	f325,27	f 34,73