



Varkens

PraktijkRapport 1

Huisvestingssystemen met 60% dichte vloeren voor vleesvarkens

Januari 2002



Colofon

Uitgever

Praktijkonderzoek Veehouderij
Postbus 2176, 8203 AD Lelystad
Telefoon 0320 - 293 211
Fax 0320 - 241 584
E-mail info@pv.agro.nl.
Internet <http://www.pv.wageningen-ur.nl>

Redactie en fotografie

Praktijkonderzoek Veehouderij

© Praktijkonderzoek Veehouderij

Het is verboden zonder schriftelijke toestemming van de uitgever deze uitgave of delen van deze uitgave te kopiëren, te vermenigvuldigen, digitaal om te zetten of op een andere wijze beschikbaar te stellen.

Aansprakelijkheid

Het Praktijkonderzoek Veehouderij aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen

Bestellen

ISSN 0169-3689
Eerste druk 2002/oplage 250
Prijs € 17,50 (f 38,56)

Losse nummers zijn schriftelijk, telefonisch, per E-mail of via de website te bestellen bij de uitgever.



PRAKTIJKONDERZOEK
VEEHOUDERIJ

PraktijkRapport 1

Huisvestingssystemen met 60% dichte vloeren voor vleesvarkens

Pens for finishing pigs with 60% solid floor area

H.A.M. Spoolder (editor)

Januari 2002

Voorwoord

In het Varkensbesluit 1998 zijn eerder vastgestelde huisvestingsnormen en verzorgingsvoorschriften voor het houden van varkens aangescherpt. Naast het verplicht stellen van groepshuisvesting van guste en dragende zeugen is het verruimen van het vloeroppervlak voor vleesvarkens met 30% het meest ingrijpend voor de praktijk. In de voorbereiding van het Varkensbesluit 1998 is ook overwogen om het dichte vloeroppervlak voor vleesvarkens te verruimen. Vanwege mogelijke risico's op hokbevuiling en diergezondheid heeft het ministerie van LNV het Praktijkonderzoek Veehouderij tezamen met IMAG, ID-Lelystad en Wageningen Universiteit opdracht gegeven een meerjarig onderzoek te starten naar de haalbaarheid van huisvestingssystemen voor vleesvarkens met een groot aandeel dichte vloer.

Na een vooronderzoek zijn op het Praktijkcentrum Sterksel een drietal huisvestingssystemen met een groot aandeel dichte vloer gebouwd die vervolgens zijn vergeleken met een referentiesysteem. In elk van de systemen zijn metingen verricht voor het vaststellen van het dierenwelzijn, diergezondheid, milieubelasting, arbeidsbelasting en technische en economische resultaten. De metingen voor het vaststellen van de arbeidsbelasting (stof) zijn uitgevoerd in opdracht van het Productschap voor Vee en Vlees. Ook zijn in het onderzoek een aantal praktijkbedrijven gemonitord, waarvan (een deel van) de vleesvarkens zijn gehuisvest in hokken met een groot aandeel dichte vloer. Dankzij de bereidwillige medewerking van deze groep varkenshouders zijn de resultaten van het vergelijkend onderzoek verrijkt met gebruikservaringen uit de praktijk.

Het u voorliggende rapport bevat een gedetailleerde beschrijving van het onderzoek en de onderzoeksresultaten. Bij de interpretatie van de resultaten zijn niet alleen onderzoekers van het Praktijkonderzoek Veehouderij, IMAG en ID-Lelystad betrokken, maar is ook gebruik gemaakt van expertise van de Leerstoelgroep Dierwetenschappen van Wageningen Universiteit. In de interpretatie is ingegaan op de relevantie van de onderzoeksresultaten in de beleidsvorming van het aandeel dichte vloer in huisvestingssystemen voor vleesvarkens.

dr.ir. J.W.G.M. Swinkels
(Hoofd Varkens, Pluimvee, Nertsen en Konijnen)

Samenvatting

In het ontwerpbesluit houdende wijziging van het Varkensbesluit (november 1997) werd voorgesteld de hoeveelheid dichte vloer in hokken voor gebruiksvarkens te verruimen naar 0,6 m² voor vleesvarkens tussen 85 en 110 kg (60% van de totale oppervlakte van 1,0 m²). Naar aanleiding van het ontwerpbesluit rezen vragen over de effecten van deze voorgenomen maatregel op hokbevuiling, en dus op dierenwelzijn en –gezondheid, milieu en de arbeidsomstandigheden van de varkenshouder. Het Praktijkonderzoek Veehouderij, het IMAG te Wageningen en het ID-Lelystad kregen vervolgens de opdracht deze effecten te kwantificeren en gegevens aan te dragen die de besluitvorming rond dit beleidsvoornemen konden vergemakkelijken. Daartoe werden zowel een aantal varkenshouderijbedrijven bezocht waar ervaring bestond met het werken met een oppervlakte van meer dan 60% dichte vloer, als een vergelijkende studie gemaakt van een viertal huisvestingsystemen voor vleesvarkens waarvan er drie een aandeel van 60% en één een aandeel van 40% dichte vloer had.

De bedrijfsbezoeken vonden plaats in de zomer van 2000, en de winter van 2001. Varkenshouders werd gevraagd naar hun ervaringen met de huisvesting van hun vleesvarkens, en de vleesvarkensstallen werden bezocht om aspecten van bevuiling, huisvesting, ventilatie en dergelijke te kunnen vaststellen. De verslaglegging van dit deel van het project is beschrijvend (kwalitatief) van aard. Gesteld kan worden dat op een aantal bedrijven de hokbevuiling goed in de hand werd gehouden, maar dat op andere bedrijven een duidelijk hygiëneprobleem aanwezig was. Verder waren de problemen groter in de zomerperiode dan in de winterperiode. Het bleek moeilijk eenduidige oorzaken aan te wijzen die het succes van een systeem bepalen, maar over het algemeen leken nieuwe stallen waarin nadrukkelijk rekening werd gehouden met de sturing van het lig- en mestgedrag beter te functioneren.

De systeemvergelijking werd op het Praktijkcentrum Sterksel uitgevoerd tussen januari en november 2001. De belangrijkste kenmerken van de drie systemen die werden vergeleken met de referentiestal R met 40% dichte vloer zijn samengevat in onderstaande tabel:

Basiskennmerken van de onderzochte systemen

Systeem	Oppervlak DV / dier	Emitterend Putoppervlak*	Groeps-grootte	Voeding	Type voer	Vloer
A	0,6 m ²	0,17 m ²	12 dieren	Bep./onbep.	Brij	Bol
B	0,6 m ²	0,15 m ²	12 dieren	Onbep. / onbep.	Droog	Bol
C	0,36 – 0,6 m ²	0,25 m ²	24 dieren	Onbep. / onbep.	Droog	Hellend
Ref. (R)	0,4 m ²	0,25 m ²	12 dieren	Onbep. / onbep.	Droog	Bol

* Per dierplaats bij 20 cm mestniveau en met gebruik van schuine putwanden.

Van elk systeem werden twee afdelingen met elk 144 dieren uitgevoerd (8 afdelingen in totaal). Beide afdelingen werden gedurende een zomer en een winterperiode gevolgd. Naast hokbevuiling, ammoniakemissie, arbeidsbehoefte, liggedrag van de varkens, veterinaire behandelingen en technische resultaten werd gekeken naar het effect van vloerkoeling op het gebruik van de dichte vloer voor liggen en mesten.

De systemen A, B en C lieten met name aan het eind van de ronde op de dichte vloer een groter percentage bevuiling zien dan systeem R (3,9^a, 2,3^b, 9,4^c, 0,8^d percentage dichte vloer die bevuild is voor A, B, C en R; P<0,05; verschillende superscripten geven significant verschil van P<0,05 weer). Deze bevuiling bleek erger in de zomerronde dan in de winterperiode (P<0,001). De ammoniakemissie metingen die werden uitgevoerd conform de beoordelingsrichtlijn voor emissie-arme stalsystemen toonden een jaarlijkse NH₃ emissie per dierplaats van 1,7, 1,5, 2,0 en 1,5 kg voor respectievelijk systeem A, B, C en R. De dagelijkse werkzaamheden kostten evenveel tijd in de vier systemen (rond de 5 minuten per dag per afdeling), maar na afloop van elke ronde moest meer tijd gestoken worden in het schoonmaken van systeem A (279^a, 181^b, 179^b en 181^b minuten schoonmaaktijd voor systeem A, B, C en R; P<0,001). Qua technische resultaten verschilde systeem A op een aantal punten van de andere: de groei was minder (726^a, 788^{ab}, 768^{ab}, 816^b gram groei per dag voor A, B, C en R; P<0,05) en omdat de voeropname gelijk was verschilde ook de voederconversie (3,02^a, 2,74^b, 2,79^b en 2,71^b kg/kg; voor A, B, C en R; P<0,001). Er was geen verschil tussen de systemen met betrekking tot veterinaire behandelingen of uitval, maar de uitval was relatief hoog (ca. 5%) vanwege gezondheidsproblemen (Circo en longproblemen).

Het aantal liggende dieren werd niet beïnvloed door het huisvestingssysteem, maar de varkens lagen in de winterperiode minder op het rooster dan tijdens de zomerperiode ($P < 0,05$). Verder lagen de R varkens tijdens de zomerperiode significant vaker op het rooster dan de dieren in de andere behandelingen ($P < 0,05$). Dit verschil is evenredig met de hoeveelheid beschikbare roostervloer. Binnen de grenswaarden van het experiment waren een paar graden temperatuurverschil van grotere invloed op het liggen op het rooster, dan het aandeel dichte vloer. Vloerkoeling zorgde voor een klein maar significant effect op het liggedrag van de dieren tijdens de warmere dagen. In zowel systeem B als C lagen gemiddeld over de dag 7,1% minder varkens op de roostervloer (systeem B: 15,9 versus 8,8; systeem C: 27,6 versus 20,5 ; $P < 0,001$). Vloerkoeling had geen effect op bevuilding van de dichte vloer met urine of feces (b.v. systeem C: 3,18 vs 3,01 % bevuilding met urine op dichte vloer voor ongekoeld vs gekoeld; $P > 0,05$). De gemeten hoeveelheid stof in de afdelingen met droogvoer was relatief hoog in vergelijking met algemeen gangbare normen. Inhaleerbaar stof was gemiddeld meer dan $2,5 \text{ mg/m}^3$ stallucht, respirabel stof meer dan ca. $0,50 \text{ mg/m}^3$. De systemen verschilden onderling: in systeem A (waar brijvoer gevoerd werd) werd een lagere hoeveelheid inhaleerbaar en inspireerbaar stof gemeten dan in de hierboven genoemde systemen (respectievelijk 0,79 en $0,03 \text{ mg/m}^3$). Systemen B, C en R verschilden onderling niet significant. Echter, gezien de grote variatie tussen metingen binnen een systeem en de grootte van het rekenkundige verschil tussen systemen B en R, is het heel goed mogelijk dat bij een groter aantal herhalingen wel een effect van het aandeel dichte vloer gevonden zou worden. De kosten voor nieuwbouw van stallen met 60% dichte vloer worden vergelijkbaar geacht met die van gangbare systemen (ca. € 470,- per dierplaats) en de berekende kostprijs voor een kg geslacht gewicht verschilde niet tussen de systemen (1,46; 1,36; 1,34 en 1,37 Euro voor A, B, C en R).

Concluderend wordt gesteld dat het houden van vleesvarkens op $1,0 \text{ m}^2$ met 60% dichte vloer leidde tot meer hokbevuilding dan bij 40% dichte vloer. De daaruit voortvloeiende consequenties voor ammoniakemissie en arbeidsbehoefte (schoonmaken) waren zeer variabel voor de onderzochte 60% systemen, maar nooit beter dan voor 40%. Voor één 60% variant (systeem B) waren de consequenties niet aantoonbaar verschillend van de referentiestal. De omstandigheden waaronder gemeten werd waren optimaal. Het is aannemelijk te veronderstellen dat als meer 'druk' op het systeem wordt uitgeoefend (bijvoorbeeld zwaardere varkens bij warmer weer), het verschil tussen de referentie en systeem B toeneemt. Verwacht wordt verder dat bij aanpassing van bestaande stalsituaties (verbouw) richting 60% dichte vloer de kans op problemen groter is dan bij nieuwbouw. De reden daarvan is dat bij verbouw vaak nog minder kan worden gestuurd in het lig- en mestgedrag van de dieren. Tegenover deze verwachte nadelen staat dat het welzijnsvoordeel voor de dieren van het vergrootte dichte vloeroppervlak, althans voor zover af te leiden uit het liggedrag, hokhygiëne, groei en veterinaire behandelingen, waarschijnlijk relatief klein is.

Summary

The amendment to the *Varkensbesluit* (parliamentary order relating to pigs) of November 1997, relating to the design of housing, proposes increasing the area of solid floor in pens for finishing pigs weighing between 85 and 110 kg to 0.6 m², i.e. to 60% of the total area of 1.0 m². This raises questions about the effects of such a measure on the fouling of the pen and thus questions about animal welfare and health, the environment, and the working conditions for the pig farmer. The Research Institute for Animal Husbandry, IMAG-DLO Institute of Agricultural Engineering in Wageningen and ID-Lelystad Institute for Animal Science and Health were therefore commissioned to quantify these effects and to supply data that would assist the policy-makers to make decisions. This entailed visiting a number of pig farms with experience of working with pens having more than 60% solid floors. In addition, a study was done on four housing systems, three with 60% solid floors and one with 40% solid floor.

The farms were visited in summer in 2000 and winter 2001. The pig farmers were asked about their experiences with the accommodation for their pigs, and the pig houses were visited to record fouling, accommodation, ventilation and similar aspects. The description of this part of the project is qualitative in nature. It can be stated that on some farms the pen fouling was under control, but that on others there was clearly a hygiene problem. Furthermore, the problems were greater in the summer than in the winter. It proved difficult to identify unequivocal reasons for the success of a system, but in general it seemed that new pig houses designed to manipulate the lying and dunging behaviour function better.

The comparison of systems was carried out the Sterksel research centre between January and November 2001. The most important characteristics of the three systems compared with the reference pig house R, which had 40% solid floor, are summarised in the table below.

Basic characteristics of the systems studied

System	Area SF*/pig (m ²)	Emitting area of pit** (m ²)	Group size	Feeding	Feed	Floor
A	0.6	0.17	12 pigs	controlled/ad lib.	mash	Domed
B	0.6	0.15	12 pigs	ad lib.	dry	Domed
C	0.36-0.6	0.25	24 pigs	ad lib.	dry	Sloping
Ref. (R)	0.4	0.25	12 pigs	ad lib.	dry	Domed

* solid floor

** per pig place, assuming slurry 20 cm deep and sloping pit walls

Each system had two rooms (8 rooms in total), each containing 144 animals. All rooms were monitored during a summer round and a winter round. In addition to pen fouling, ammonia emission, labour requirements, the pigs' lying behaviour, veterinary treatment and technical results, the effect of floor cooling on the use of the solid floor for lying and dunging was also examined.

In systems A, B and C there was a higher percentage of fouling on the solid floor, especially at the end of the round, compared with system R. (The percentages of solid floor fouled were 3.9^a, 2.3^b, 9.4^c, 0.8^d for A, B, C and R; $P < 0.05$; different superscripts indicate a significant difference of $P < 0.05$). This fouling was worse in the summer round than in the winter round ($P < 0.001$). The measurements of ammonia emission, obtained in accordance with the guidelines for assessing emission-poor housing systems, showed that the annual emission of NH₃ per pig place was 1.7 kg for system A, 1.5 kg for system B, 2.0 kg for system C and 1.5 kg for system R. In all four systems the amount of work required daily was about 5 minutes per room, but at the end of each round more time had to be spent cleaning system A. The cleaning times for systems A, B, C and R were respectively 279^a, 181^b, 179^b and 181^b minutes; $P < 0.001$). In terms of technical results, system A differed from the other systems in a number of ways: growth was less (726^a, 788^{ab}, 768^{ab}, 816^b grams growth per day for A, B, C and R; $P < 0.05$), and because food intake was the same, the feed conversion also differed (3.02^a, 2.74^b, 2.79^b and 2.71^b kg/kg for A, B, C and R; $P < 0.001$). There was no difference between the systems in veterinary treatment or mortality, but mortality was relatively high (ca. 5%) because of health problems (Circo and lung disorders). The number of pigs lying down was not influenced by the housing system, but in winter the pigs lay on the slatted floor less than in summer ($P < 0.05$). Furthermore, the pigs in R lay on the slatted floor significantly more often in the summer than the pigs in the other systems ($P < 0.05$). This difference was proportional to the amount of slatted floor available. Within the boundary conditions of the experiment, temperature differences of a few degrees had more influence than the proportion of solid floor on the lying down on the slatted floor. Floor cooling resulted in a small but significant effect on the pigs' lying behaviour during warmer days. On average, in systems B and C, 7.1% fewer pigs lay on the slatted floor (15.9 versus 8.8 for system B; 27.6 versus 20.5 for system C; $P < 0.001$).

Floor cooling had no effect on the fouling of the solid floor with urine or faeces. (For example, for system C 3.18% fouling with urine on the solid floor with no cooling versus 3.01% with cooling; $P < 0.05$.) Relatively large amounts of dust were measured in the rooms with dry feed by comparison with the generally accepted norms. On average, the amount of inhalable dust was over 2.5 mg/m^3 air in the pig house, and there was over 0.50 mg/m^3 respirable dust.) The systems differed: in system A (where mash was fed), smaller amounts of inhalable and respirable dust were measured than in the systems mentioned above (respectively 0.79 and 0.03 mg/m^3). Systems B, C and R did not differ from each other significantly. However, given the large variation between the measurements within a system, plus the size of the mathematical difference between systems B and R, it is very possible that an effect of the proportion of solid floor would have been found if the measurements had been repeated more.

The costs of constructing new pig houses with 60% solid floor were found to be similar to those of constructing conventional pig houses (ca. 1000 guilders per pig place) and the calculated cost price for a kg of carcass weight did not differ between the systems (3.21, 2.99, 2.96 and 3.02 guilders for A, B, C and R).

It is concluded that keeping finishers on 1.0 m^2 with a 60% solid floor leads to more pen fouling than if there is a 40% solid floor. The implications for ammonia emission and labour requirements (cleaning) were very variable for the 60% systems studied, but were never better than they were for 40%. For one 60% variant (system B), the consequences were not demonstrably different compared with the reference system. The measurements were taken under optimal conditions. It is conceivable that the more "pressure" put on a system (e.g. heavier pigs and warmer weather), the greater the difference will be between the reference and system B. It is also probable that converting conventional pig houses to 60% solid floor will increase the likelihood of problems compared with building new pig houses. This is because in converted pig houses there is often less possibility of manipulating the pigs' lying and dunging behaviour. These expected disadvantages are counterbalanced by the benefits to animal welfare of a larger area of solid floor. These advantages are however relatively small, insofar as could be ascertained from lying behaviour, pen hygiene, growth and veterinary treatment.

Inhoudsopgave

Voorwoord

Samenvatting

Summary

1	Inleiding	1
	DEEL 1 SYSTEEMVERGELIJKING	2
2	Aanpak systeemvergelijking	2
2.1	Aard van het onderzoek	2
2.2	Plaats van uitvoering	2
2.3	Onderzochte systemen	3
2.4	Aanvang en duur van de proef en proefdieren	5
2.5	Waarnemingen	6
3	Hokbevuiling bij een vergroot aandeel dichte vloer voor vleesvarkens	7
3.1	Materiaal en methode	7
3.1.1	Statistische analyse	7
3.2	Resultaten	7
3.2.1	Korstvorming	9
3.3	Discussie	10
4	Ammoniakemissies in relatie tot het aandeel dichte vloer	11
4.1	Meetmethodiek	11
4.2	Resultaten	11
4.3	Discussie	14
4.4	Conclusie	14
5	Liggedrag van vleesvarkens in hokken met 60% dichte vloer	16
5.1	Materiaal en methode	16
5.1.1	Proefuitvoering	16
5.1.2	Gedragwaarnemingen	16
5.1.3	Statistische analyse	17
5.2	Resultaten	17
5.2.1	Liggedrag	18
5.3	Conclusies	21
6	Technische resultaten, slachtkwaliteit en gezondheid vleesvarkens	22
6.1	Technische resultaten	22
6.2	Slachtkwaliteit	23
6.3	Uitval	23
6.4	Behandelingen wegens gezondheidsproblemen	24
6.5	Discussie en conclusies	25
7	Gebruik van vloerkoeling voor sturing van lig- en werkgedrag bij hoge omgevingstemperaturen	26
7.1	Inleiding	26
7.2	Materiaal en methode	26
7.3	Resultaten	28
7.4	Discussie	29

7.5	Conclusies	30
8	Arbeidsbehoefte	31
8.1	Waarnemingsmethodiek	31
8.2	Resultaten.....	31
8.3	Conclusie.....	32
9	Concentraties stof in relatie tot het aandeel dichte vloer	33
9.1	Inleiding	33
9.2	Materiaal en methode.....	33
9.3	Statistische analyse	33
9.4	Resultaten.....	34
9.5	Discussie	35
9.6	Conclusies	36
10	Economische evaluatie.....	37
10.1	Bouwkosten.....	37
10.2	Financiële resultaten.....	38
10.3	Conclusie	39
	DEEL 2 BEDRIJFSBEZOEKEN.....	40
11	Aanpak bedrijfsbezoeken	40
11.1	Selectie bedrijven.....	40
11.2	Waarnemingenprotocol.....	40
12	Bezochte stalsystemen	41
12.1	Bolle-vloerenstal (n=4).....	41
12.2	Hellende-vloerenstal (n=3).....	42
12.3	Gezwaard-Deense-stal (n=2)	43
12.4	K2-stal (n=1)	44
12.5	Beddenstal	45
	Samenvatting	45
13	Ervaringen met de systemen	47
13.1	Redenen keuze voor 60% dichte vloer in vleesvarkenshokken	47
13.2	Klimaatbeheersing	47
13.3	Bevuiling van de dichte vloer en de varkens.....	48
13.4	Diergezondheid en productie.....	48
13.5	Arbeid.....	49
14	Discussie bedrijfsbezoeken	50
	ALGEMEEN	52
15	Overzicht van de belangrijkste resultaten.....	52
16	Discussiepunten en eindconclusie	53
17	Literatuur	55

1 Inleiding

H.A.M. Spoolder (PV)

In het ontwerpbesluit houdende wijziging van het Varkensbesluit (november 1997) werd voorgesteld het totaal beschikbaar oppervlak en het dichte vloeroppervlak te verruimen voor gebruiksvarkens. In vergelijking met het Varkensbesluit 1994 werd het totaal beschikbaar oppervlak voor de gewichtscategorie varkens van 85 tot 110 kg vergroot van 0,7 m² naar 1 m² en het dichte vloeroppervlak van 0,3 m² naar 0,6 m². Tijdens de bestudering van het ontwerpbesluit werd duidelijk dat een vergroting van het dichte vloeroppervlak in huisvestingssystemen het risico op hokbevuiling verhoogd (Den Brok en Voermans, 1995). Hokbevuiling is mogelijk nadelig voor de gezondheid van het dier, voor het milieu (emissies en mogelijk stank) en de varkenshouder (stalluchtkwaliteit en arbeidsomstandigheden).

Naar aanleiding van de opmerkingen werd het ontwerpbesluit van november 1997 gewijzigd. In het besluit tot wijziging van het Varkensbesluit van juni 1998 is opgenomen dat de in het Varkensbesluit 1994 opgenomen dichte vloeroppervlak voor de verschillende gewichtscategorieën varkens gehandhaafd worden bij de gewijzigde minimumoppervlakte normen. In de memorie van toelichting is vermeld dat de overheid opdracht zal geven tot onderzoek naar de invulling van de in november 1997 voorgestelde vergroting van het dichte vloeroppervlak tot 60% van het minimumoppervlakte per dier.

Dit onderzoek is uitgevoerd in één interdisciplinair project door drie instellingen: het IMAG te Wageningen, het ID Lelystad, Wageningen Universiteit (betrokken bij eerste fase) en het Praktijkonderzoek Veehouderij. Het PV fungeerde als projectleider. Het project betrof twee fasen. De eerste fase van dit onderzoek is afgerond in 2000. Aan het eind ervan werden antwoorden op specifieke onderzoeksvragen met betrekking tot hokvormen, temperatuur, ervaringen tijdens de biggenopfok en huisvestingstrajecten voorgelegd aan een groep externe adviseurs. Deze Klankbordgroep heeft vervolgens een drietal hoksystemen ontworpen die in de praktijk goed zouden moeten functioneren met een dichte vloerandaal van 0,6 m² per 1,0 m². Voorgesteld werd deze systemen te vergelijken met een gangbaar systeem. Daarnaast werd door de Klankbordgroep voorgesteld ook praktijkervaringen met systemen met 60% dichte vloer of meer gestructureerd te verzamelen.

Beide suggesties werden overgenomen en uitgevoerd in de tweede fase van het project. Het verslag van deze fase vindt u in dit eindrapport, dat bestaat uit twee delen. Deel 1 van het rapport doet verslag van het vergelijkend onderzoek op het Praktijkcentrum Sterksel. Daar zijn de hoksystemen ontworpen door de hierboven genoemde Klankbordgroep, gebouwd en getoetst aan een referentiesysteem met een aandeel van 40% dichte vloer. In Deel 2 wordt verslag gedaan van bezoeken aan 11 bedrijven die in de vleesvarkenshouderij werken met een aandeel dichte vloeren van 60% of meer. Dit deel van het rapport is beschrijvend van aard: er kunnen geen kwantitatieve analyses uitgevoerd worden naar aanleiding van de verkregen data.

De doelstellingen van deze tweede fase kunnen als volgt geformuleerd worden:

1. Het toetsen van de hypothese dat huisvestingssystemen voor vleesvarkens met 60% dichte vloer
 - a. slechter functioneren op het gebied van hokbevuiling, ammoniakemissies, arbeid, technische resultaten, stofontwikkeling en (investerings-) kosten,
 - b. een positief effect hebben op het liggedrag van de dieren ten opzichte van een systeem met 40% dichte vloer.
2. Het verzamelen van ervaringen in de praktijk met het gebruik van een aandeel van 60% dichte vloeren, die kunnen bijdragen aan de besluitvorming rond de vraag of een aandeel van 60% dichte vloer op een verantwoorde manier kan worden ingevoerd.

DEEL 1 SYSTEEMVERGELIJKING

2 Aanpak systeemvergelijking

H.A.M. Spoolder en A.I.J. Hoofs (PV)

2.1 Aard van het onderzoek

Ten behoeve van de systeemvergelijking zijn op het Praktijkcentrum Sterksel in het najaar van 2000 drie typen huisvesting voor vleesvarkens gebouwd in afdelingen van elk 144 dierplaatsen. Bij de vaststelling van de huisvestingssystemen is geprobeerd om aspecten van voederwijze (simultaan vs. sequentieel) groeps grootte ('groot' vs 'klein') beschikbaar dichte vloer oppervlakte bij opleg ($0,35 \text{ m}^2$ of $0,6 \text{ m}^2$) en vloeruitvoering (bol en hellend) op te nemen in de ontwerpen. De systemen werden zodanig ingericht dat elk op zich een zo gunstig mogelijke combinatie van deze factoren in zich heeft. Met nadruk wordt echter gesteld dat dit onderzoek niet de bedoeling had deze **factoren** met elkaar te vergelijken, maar de complete **systemen** (die uit de verschillende factoren zijn opgebouwd). Naast de drie systemen werd een Referentieafdeling opgenomen met een percentage dichte vloer van 40%. In tegenstelling tot het wettelijk minimum ($0,3 \text{ m}^2$ bij $1,0 \text{ m}^2$ totaal oppervlak) is dit het meest gangbare percentage. De referentieafdeling werd ingericht volgens een in de praktijk veel gebruikte indeling, met bolle vloer en ad libitum droogvoer.

Hoewel voor het toetsen van de onderzoekshypothese geen factorieel onderzoek gedaan hoeft te worden, zijn in overleg met, en deels op verzoek van de opdrachtgever toch twee factoren expliciet opgenomen. Het betrof hier de factoren vloerkoeling (wel of niet) en methode van trogvoeding (sonde of volledig gelijktijdig).

Van vloerkoeling werd verwacht dat het een belangrijk sturend effect heeft op de primaire uitleesparameters (lig- en mestgedrag). Bij aanvang van het project waren er echter onvoldoende harde data om die veronderstelling te onderbouwen. Daarbij is vloerkoeling relatief eenvoudig inpasbaar in bestaande systemen met vloerverwarming. Uiteraard werd vloerkoeling alleen toegepast als het stalklimaat daartoe aanleiding gaf.

Van trogvoeding werd een wezenlijk ander effect op lig- en mestgedrag (en dus mogelijk hokbevuiling) verwacht bij twee varianten. De eerste variant bestond uit volledig gelijktijdig vreten deels boven de dichte vloer in een lengteopstelling (12 dieren tegelijk). De tweede variant betrof een verkorte voertrog boven het waterkanaal waarvan de dieren met ongeveer vier tegelijk konden vreten. In dit systeem was brijvoer het grootste deel van de dag beschikbaar.

2.2 Plaats van uitvoering

Het onderzoek vond plaats op het Praktijkcentrum Sterksel, in afdelingen 1 t/m 8. In Figuur 2.1 is aangegeven van welke afdelingen gebruik gemaakt gaat worden. De details met betrekking tot de hokuitvoering maakten onderdeel uit van de proefbehandelingen en staan in paragraaf 2.3 vermeld.

Figuur 2.1 Indeling van de proefbehandelingen in de nieuwe vleesvarkensstal van het Praktijkcentrum Sterksel

Vloerkoeling	Afd. 7 Systeem B		Afd. 8 Systeem B	Emissiemetingen volgens GL
	Afd. 5 Referentie		Afd. 6 Referentie	Emissiemetingen volgens GL
Vloerkoeling	Afd. 3 Systeem C		Afd. 4 Systeem C	Emissiemetingen volgens GL
	Afdeling niet in de proef		Afdeling niet in de proef	
	Afd. 1 Systeem A		Afd. 2 Systeem A	Emissiemetingen volgens GL
	Afdeling niet in de proef		Afdeling niet in de proef	

2.3 Onderzochte systemen

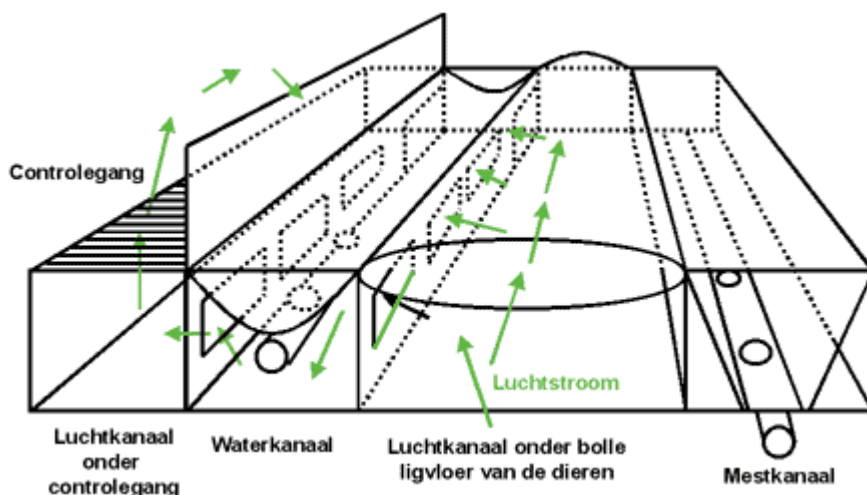
De basiskenmerken van de hokvarianten zijn samengevat in tabel 2.1. Van elk systeem werden twee afdelingen gebouwd, elk met 144 vleesvarkenplaatsen. Voor de systemen A, B en R resulteerde dit in 2 x 12 hokken per variant (12 dieren per hok) en voor systeem C betekende dit dat er 2 x 6 hokken beschikbaar waren (24 dieren per hok). Voor het onderzoek naar vloerkoeling werd in een aantal hokken van een tweetal afdelingen (te weten 3 en 7) zo nodig gekoeld tijdens de zomerronde. Emissiemetingen vonden alleen plaats in de afdelingen met even nummers: 2, 4, 6 en 8. Afdelingsplattegronden en details van de vier systemen zijn opgenomen in de bijlage.

Tabel 2.1 Basiskenmerken van de onderzochte systemen

Systeem	Afdeling.	Oppervlak dichte vloer/dier	Emitterend Putoppervlak*	Groeps-grootte	Voeding	Type voer	Vloer
A	1+2	0,6 m ²	0,17 m ²	12 dieren	Bep./onbep.	Brij	Bol
B	7+8	0,6 m ²	0,15 m ²	12 dieren	Onbep. (R)	Droog	Bol
C	3+4	0,36 – 0,6 m ²	0,25 m ²	24 dieren	Onbep. (R)	Droog	Hellend
Ref. (R)	5+6	0,4 m ²	0,25 m ²	12 dieren	Onbep. (R)	Droog	Bol

* Per dierplaats bij 20 cm mestniveau en met gebruik van schuine putwanden

In alle afdelingen kwam de verse lucht direct van buiten naar binnen via een luchtinlaatbak aan de kopse kant van de afdeling (zijgevel van de stal). De ruimte onder de bolle vloer of hellende vloer werd als luchtinlaatkanaal gebruikt. De lucht werd via openingen in de draagmuur van de vloer onder het waterkanaal doorgetrokken en stroomde via openingen in de vloer van de controlegang naar de dieren. De vloer van de controlegang bestond uit betonnen roosters waaronder twee deltapijpen voor verwarming van de binnenkomende lucht waren gemonteerd. De ligvloer was voorzien van vloerverwarming (Figuur 2.2). De af te voeren lucht werd hoog afgezogen. Met betrekking tot de klimaatsinstellingen werden de standaardnormen gehanteerd zoals gebruikelijk op het proefbedrijf (zie tabel 2.2). Er werd in principe geen strooisel verstrekt. In uitzonderlijke gevallen werd zaagsel gestrooid om natte vloeren minder glad te maken.

Figuur 2.2 Schematische weergave van het grondkanaalventilatiesysteem**Tabel 2.2** Klimaatinstellingen in de proefafdelingen

Dag nummer	Begin temp. ventilator °C	Minimum ventilatie*		Maximum ventilatie		Ventilatie bandbreedte °C
		m ³ /d	%	m ³ /d	%	
1	26,0	5	7	30	38	4
3	25,0	5	7	30	38	4
7	24,0	7	9	35	44	4
14	22,0	9	12	40	50	5
50	21,5	13	17	60	75	5
100	21,0	20	25	70	88	6

* Per 22 maart 2001 is de minimum ventilatie 5% hoger ingesteld.

Aanvullende informatie over de onderzochte systemen wordt hieronder per variant weergegeven.

System A (afdelingen 1 en 2)

Dit systeem bestond uit hokken van 2,5 x 5,00 m. Er werden 12 dieren per hok opgelegd. Oorspronkelijk hadden deze hokken bijna 55% dichte vloer. De extra benodigde 5% werd verkregen door 38 cm van het betonrooster op het waterkanaal met zogenaamde sleuvenluiters te dichten. Voor drainage werden een paar spleten deels open gelaten. De hokken hadden vanaf de achterwand gezien 1,50 m metalen driekantrooster (15 mm balk en 15 mm spleet), vervolgens een dichte bolle vloer (2,80 m), dan een horizontaal betonrooster met sluiters van 38 cm en tot slot 45 cm betonrooster (65 mm balk, 20 mm spleet). In afdeling 2 werd de putwanden schuin uitgevoerd (hoek 60°). De hoogte van de hokafdeling was 1,1 m. Boven het driekantrooster was de hokafdeling open (metalen verticale spijlen), ter hoogte van de bolle vloer was de afdeling dicht.

Drinkwater werd onbeperkt verstrekt. De dieren werden simultaan gevoerd. Op verzoek van de opdrachtgever werd hierbij in één helft (6 hokken) van elke afdeling gebruik gemaakt van sondevoeding, en in de ander van trogvoeding. Dit resulteerde in 12 herhalingen per type voersysteem per ronde.

System B (afdelingen 7 en 8)

System B had identieke hokken als systeem A, maar zonder dat een deel van het betonrooster hoefde te worden dicht gelegd. De hokken waren 2,50 x 5,00 m (12 dieren per hok) en hadden vanaf de achterwand gezien 1,50 m metalen driekantrooster (15 mm balk en 15 mm spleet) met mestspleet, vervolgens een dichte bolle vloer (3,00 m) en tot slot 50 cm betonrooster (65 mm balk, 20 mm spleet). In afdeling 4 werd de putwanden schuin uitgevoerd (hoek 60°). De hoogte van de hokafdeling was 1,1 m. Boven het driekantrooster was de hokafdeling open (metalen verticale spijlen), ter hoogte van de bolle vloer was de afdeling dicht.

In tegenstelling tot A werden de dieren bij systeem B middels een droogvoerbak sequentieel (dus na elkaar) gevoerd. Er werd onbeperkt gevoerd: de bakken mochten niet leeg staan. De droogvoerbakken stonden zo opgesteld dat de vreetrichting parallel aan de voergang lag. Drinkwater werd onbeperkt verstrekt. De vloer in één helft van afdeling 7 werd eventueel gekoeld, de andere helft niet. Dit resulteert in minimaal 24 herhalingen zonder koeling op hokniveau over twee verschillende afdelingen. In afdeling 8 werd de ammoniakemissie gemeten.

Systeem C (afdelingen 3 en 4)

De afmetingen van deze hokken waren 5,00 x 5,00 m. Vanaf de achterwand gezien bestond de vloer uit een 0,09 m brede mestpleet gevolgd door 1,91 m metalen driekant (15 mm balk, 15 mm spleet) en een dicht gedeelte van 3,00 m. De dichte vloer had een helling van 6% in de richting van het rooster. De voeding was sequentieel en onbeperkt. Per hok van 24 dieren werden twee droogvoerbakken geplaatst voor in het hok aan de voergang. Drinkwater werd onbeperkt verstrekt. Voor systeem C werd gekozen voor een managementsysteem waarbij de vleesvarkens aanvankelijk beginnen op een oppervlak van 0,6 m² (0,36 m² dichte vloer), rond 50 kg over gingen naar 0,8 m² (0,45 m² dichte vloer) en rond 85 kg naar 1 m² (met 0,6 m² dichte vloer). In de proefafdelingen werd dit gesimuleerd door op de aangegeven momenten één zijwand van elk hok te verplaatsen waardoor extra beschikbaar oppervlak voor de dieren ontstond. Eén helft van afdeling 3 werd eventueel gekoeld, de ander niet. Dit resulteert in minimaal 18 herhalingen zonder koeling op hokniveau over twee verschillende afdelingen. In afdeling 4 werd de ammoniakemissie gemeten.

Referentieafdeling (afdelingen 5 en 6)

Een referentieafdeling bestond uit 12 hokken vergelijkbaar met systeem B, waarbij het aandeel dichte vloer echter 40% en geen 60% bedroeg. Daartoe bestond de vloer vanaf de achterwand uit 0,09 m mestspleet, dan 1,91 m metalen driekant (15 mm balk, 15 mm spleet), 2,0 m dichte, bolle vloer en tot slot 1,0 m betonrooster.

De varkens werden onbeperkt sequentieel gevoerd middels één droogvoerbak per hok, drinkwater was onbeperkt verkrijgbaar.

In afdeling 6 werd de ammoniakemissie gemeten.

2.4 Aanvang en duur van de proef en proefdieren

De proef startte in januari 2001 en de waarnemingen werden eind oktober van dat jaar afgerond. In totaal werden in 8 afdelingen twee rondes van telkens 144 dieren opgelegd volgens het schema in tabel 2.3. In totaal werden dus 2 x 8 x 144 = 2304 vleesvarkens opgelegd. De dieren waren van het type Krusta x (GY₂ x NL). Vanwege de grote aantallen dieren die tegelijk werden opgelegd kwamen ze uit een aantal verschillende biggenopfokafdelingen. De groepsgrootte in de biggenopfok varieerde van 35 – 70. Brijvoer werd in de opfokfase niet vertrekt. Vloeruitvoering en wijze van voerverstrekking varieerden tussen de biggenopfokgroepen. Op de dag voor opleg werden de biggen gewogen en werd bepaald welke dieren ingedeeld werden in de proef. Er werd gemengd gemest: het streven was de helft van elke groep uit zeugjes, de andere helft uit borgjes te laten bestaan. Voor behandelingen A, B en R werden groepen van 12 geselecteerd en voor behandeling C groepen van 24 dieren. De toewijzing van de groepen aan de proefbehandelingen geschiedde door loting. Conform het varkensbesluit werden de biggen bij opleg in de vleesvarkensstal niet opnieuw gemengd.

Tabel 2.3 Oplegdata per afdeling

Afdeling	Systeem	Opleg ronde 1	Opleg ronde 2
1	A	12-01-01	30-05-01
7	B	09-01-01	22-05-01
3	C	23-01-01	05-07-01
5	R	27-01-01	01-06-01
2	A	25-01-01	01-06-01
8	B	01-03-01	28-06-01
4	C	08-02-01	14-06-01
6	R	14-02-01	20-06-01

2.5 Waarnemingen

De waarnemingen die in de loop van het project gedaan zijn richten zich met name op het gebruik van de ruimte door de dieren, en de consequenties voor varkenshouder en bedrijfsvoering. De meetmethodiek en de resultaten worden nader omschreven in de volgende hoofdstukken: Hokbevuiling (hoofdstuk 3), Ammoniak emissies (4), Liggedrag (5), Technische resultaten, slachtkwaliteit en gezondheid (6), Vloerkoeling (7), Arbeid (8) en de Economische Evaluatie (9).

3 Hokbevuiling bij een vergroot aandeel dichte vloer voor vleesvarkens

H. Hopster en B. Hulsegge (ID-Lelystad)

3.1 Materiaal en methode

Vanaf het opleggen tot het moment dat de eerste varkens uit een afdeling afgeleverd werden, is twee maal per week voor elk hok in elke afdeling de bevuiling van het hok met mest en urine op een plattegrond van de afdeling ingetekend. De waarnemingen met betrekking tot de hokbevuiling zijn op de verschillende dagen in de mestperiode op verschillende tijdstippen van de dag (tussen 7.30 en 16.30 uur) uitgevoerd, om verschillen in hokbevuiling gedurende de dag te ondervangen. Op één waarnemingsdag zijn de waarnemingen van alle afdelingen direct na elkaar uitgevoerd. De bevuiling van de roostervloer is niet meegenomen.

Per hok is op de plattegronden het percentage bevuilde vloer oppervlak van de dicht vloer (0-100% in stappen van 5 %) gescoord. Dit kon bevuiling door mest en/of urine of alleen urine zijn. Direct na afleveren van de varkens is korstvorming in het hok ingetekend. De score voor korstvorming is analoog uitgevoerd als die voor hokbevuiling. Gedurende de waarnemingsdagen is de gemiddelde temperatuur over 24 uur in de afdelingen vastgelegd.

3.1.1 Statistische analyse

Per hok zijn de hokbevuilingsscores gemiddeld over alle waarnemingen gedurende een ronde. Naast de totale hokbevuiling is een hokbevuilingsscore voor drie perioden (1: 7–36 2: 37–66 en 3: 67–96 dagen na opleggen) in een ronde berekend. De periodes zijn zo gekozen dat zij aansluiten bij de periodes waarin gedragswaarnemingen zijn gedaan (zie hoofdstuk 5). De gemiddelde scores (percentages) zijn beschouwd als 'nieuwe' waarnemingen en gebruikt als basis voor de statistische analyse.

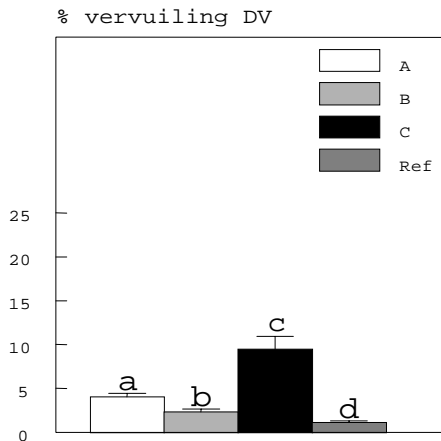
De waarnemingen zijn geanalyseerd met behulp van logistische regressie. De behandelingsverschillen zijn geschat met behulp van maximum quasi-likelihood methode. Zie voor technische detail McCullagh en Nelder (1990). In het model zijn hoofdeffecten en interacties opgenomen voor huisvestingssysteem, mestronde en periode in de mestronde. De gemiddelde temperatuur in de afdeling is opgenomen als covariabele. Daarnaast zijn voor de hokbevuilingsscore voor drie perioden extra toevalsbijdragen voor de hokken opgenomen. Zo wordt rekening gehouden met eventuele (positieve) correlatie tussen waarnemingen aan hetzelfde hok. Hokbevuilingsscores van dagen waarvan de gemiddelde afdelingstemperatuur ontbreken zijn buiten de analyses gehouden. Effecten zijn significant als $P < 0.05$. De berekeningen zijn uitgevoerd met het statistisch pakket Genstat 5 (Genstat, 1993).

3.2 Resultaten

Gemiddeld lag de temperatuur gezien over alle huisvestingssystemen in ronde 2 (zomer; 25,8°C) 3,2°C hoger dan in ronde 1 (winter; 22,6°C).

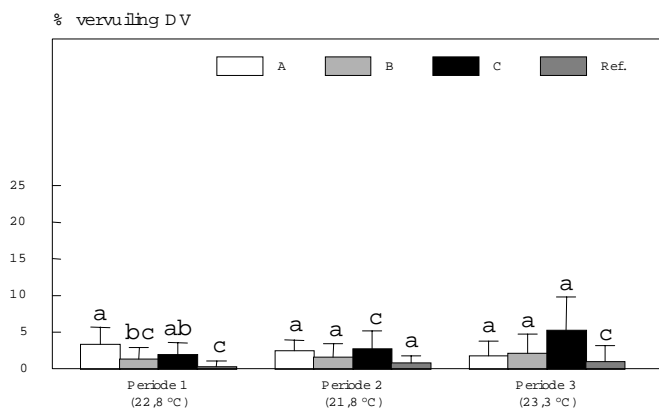
Uit de ingetekende hokbevuilingsspatronen blijkt dat een beperkt deel van de mest en urine op de dichte vloer gedeponeerd wordt. In figuur 3.1 is over de twee rondes en de drie perioden per ronde heen het percentage hokbevuiling per systeem weergegeven. De hokken van alle afdelingen zijn in de tweede ronde meer bevuild dan in de eerste ronde ($P=0.000$) Dit is mogelijk veroorzaakt door de hogere temperaturen tijdens de tweede ronde in vergelijking met de eerste ronde. De gemiddelde afdelingstemperatuur heeft namelijk significante ($P=0.000$) invloed op het percentage hokbevuiling. Verder zijn er significante interacties waargenomen tussen ronde en huisvestingssysteem ($P=0.01$), tussen ronde en periode ($P=0.001$), tussen huisvestingssysteem en periode ($P=0.011$) en tussen gemiddelde temperatuur in afdelingen en periode ($P=0.000$) Dit betekent dat aan hokbevuiling een complex samenspel van factoren als temperatuur, ronde en huisvestingssysteem ten grondslag lag.

Figuur 3.1 Percentage (gemiddelden en s.e.m.) dichte vloerooppervlak dat bevuild is. Verschillende letters per huisvestingssysteem geven aan dat verschillen tussen systemen significant ($P < 0.05$) zijn

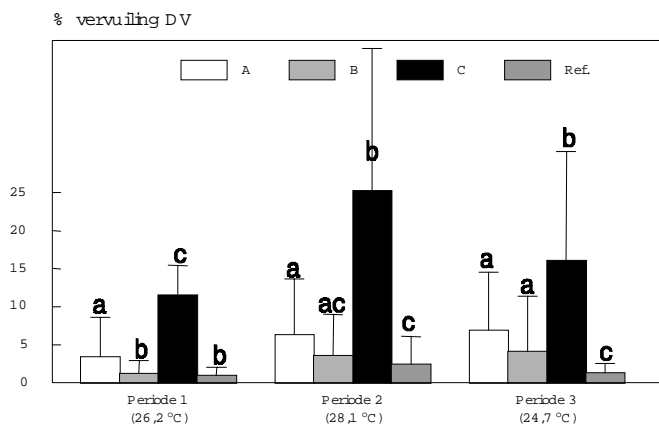


Figuur 3.2 Percentage (gemiddelden en standaardafwijkingen) bevuiling van de dichte vloer voor de verschillende huisvestingssystemen, perioden in de mesttronden en ronden. De temperaturen tussen haakjes geven per periode de gemiddelde staltemperatuur aan voor de onderzochte systemen. Verschillende letters per huisvestingssysteem geven aan dat verschillen tussen systemen significant ($P < 0.05$) zijn

Ronde 1



Ronde 2



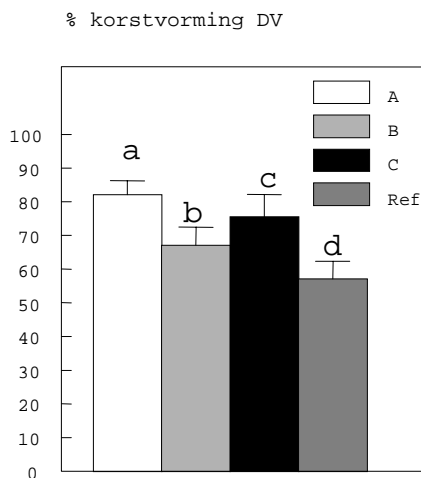
Om een en ander beter inzichtelijk te maken is in figuur 3.2 het percentage hokbevuiling in de verschillende huisvestingssystemen voor de twee rondes apart en per periode weergegeven. De meeste bevuiling is geconstateerd bij huisvestingssysteem C. De bevuiling bestond overwegend uit urine. Het patroon van deze bevuiling is een langgerekte strook tot het rooster achterin het hok. Er bestaat een groot verschil in hokbevuiling tussen de twee afdelingen binnen dit huisvestingssysteem. Dit wordt het sterkst waargenomen in ronde 2. Het huisvestingssysteem met 0,4 m² dichte vloeroppervlak per dier laat de minste hokbevuiling zien. De bevuiling, vooral urine, in huisvestingssysteem A is in de eerste ronde en het begin van de tweede ronde een strook tegen het rooster voor in het hok. De bevuiling op deze plaats in het hok wordt mogelijk veroorzaakt door het gebruik van sleuvensluiters in dit deel van het hok of samenhangen met de plaatsing van de voerbak. De bevuiling is vooral gelegen tegenover de plaats van de trog. In huisvestingssysteem B is de bevuiling, zowel mest als urine, gesitueerd tegen het rooster welke zich achter in het hok bevindt. Er bestaat een variatie in hokbevuiling tussen hokken. Hokken gesitueerd tegen de buitenmuur lijken de meeste bevuiling te hebben. Voor huisvestingssysteem C geldt dit ook voor de hokken gelegen tegen de binnenmuur. Er bestaat ook een grote variatie in hokbevuiling tussen de verschillende waarnemingsdagen, welke bij alle vier huisvestingssystemen wordt waargenomen. Opvallend is dat hokbevuiling van de dichte vloer over het algemeen niet langs de hokafscheidingen lag.

In ronde 2 is de dichte vloer meer bevuild dan in ronde 1, mogelijk als gevolg van een hogere etmaaltemperatuur. Verder valt op dat in huisvestingssysteem C, met uitzondering van periode 1 in ronde 1, de bevuiling van de dichte vloer het hoogst is. In ronde 1 neemt, met uitzondering van huisvestingssysteem A, de bevuiling toe naarmate de mestperiode toeneemt. De bevuiling in huisvestingssystemen A en B nemen in ronde 2 ook toe naarmate de mestperiode toeneemt. Voor de huisvestingssystemen C en Referentie geldt dat in ronde 2 de meeste bevuiling wordt waargenomen in periode 2. Hokbevuiling in huisvestingssysteem C, ronde 2 wordt sterk bepaald door één enkele afdeling waar de vervuiling extreem was.

3.2.1 Korstvorming

In de eerste ronde is in verband met de MKZ-crisis geen korstvorming op een plattegrond ingetekend voor één van de afdelingen van huisvestingssysteem C. In figuur 3.3 is de mate van korstvorming door bevuiling als percentage van de dichte vloer weergegeven. Hierbij is gemiddeld over rondes en is geen rekening gehouden met de ernst (dikte) van de korstvorming.

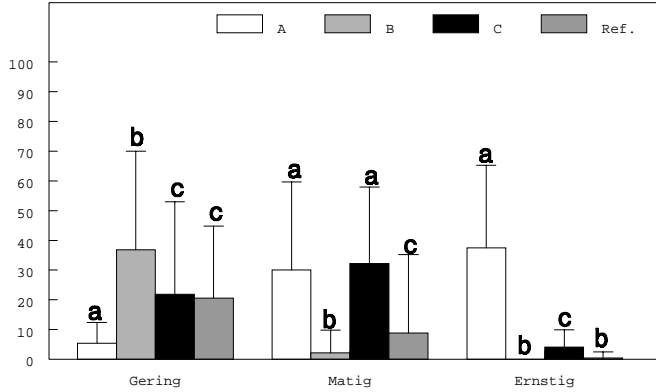
Figuur 3.3 Percentage (gemiddelde en sem) dichte vloer welke bedekt is met een korst van bevuiling. Verschillende letters per huisvestingssysteem duiden op significante ($P < 0.05$) verschillen tussen huisvestingssystemen.



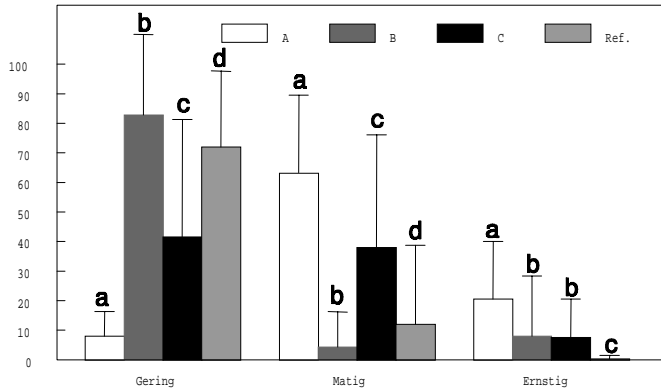
Figuur 3.3 geeft een globale indruk van de verschillen in korstvorming tussen de diverse huisvestingssystemen. Gemiddeld over 2 rondes wordt in het referentiesysteem (40%DV) de minste korstvorming aangetroffen. Een genuanceerder beeld is gegeven in figuur 3.3a.

Figuur 3.3a Percentage (gemiddelde en sem) dichte vloer welke bedekt is met een korst van bevuilding voor de 2 verschillende rondes. Verschillende letters per huisvestingssysteem duiden op significante ($P < 0.05$) verschillen tussen huisvestingssystemen binnen de categorieën gering, matig en ernstig

Ronde 1



Ronde 2



3.3 Discussie

Het percentage dichte vloer dat ernstige korstvorming door bevuilding heeft was het grootst in huisvestingssysteem A. Dit systeem had als voersysteem brijvoer, maar bovendien was een strook van circa 35 cm van het waterkanaal grenzend aan de bolle vloer afgesloten met sleuvensluiters. De andere drie huisvestingssystemen hadden een droogvoersysteem. Systeem A had niet alleen het hoogste percentage vloer dat bedekt was met een korst, maar ook de ernst van korstvorming was het grootst. Het oppervlak van de dichte vloer dat een ernstige korstvorming had bedroeg voor huisvestingssysteem A 37.4 % in de eerste ronde en 20.6 % in de tweede ronde. In de andere huisvestingssystemen was dit percentage kleiner dan 10%. Ernstige korstvorming komt in het Referentie huisvestingssysteem nauwelijks voor. Slechts minder dan 0.5 % van het dichte vloer oppervlak is bedekt met ernstige korstvorming. Het oppervlak dichte vloer wat bedekt is met matige korstvorming is het hoogst in de huisvestingssystemen A en C. Een hoog percentage geringe korstvorming wordt waargenomen in ronde 2 bij de huisvestingssystemen B en Referentie. In ronde 2 is het oppervlak dichtvloer waarop zich een korst van bevuilding heeft gevormd hoger dan in ronde 1. Mogelijk wordt het verschil tussen rondes mede bepaald door verschil in temperatuur.

4 Ammoniakemissies in relatie tot het aandeel dichte vloer

M. Timmerman en H. Gunnink (PV)

4.1 Meetmethodiek

Voor elk systeem is de ammoniakemissie gemeten conform de beoordelingsrichtlijn voor emissie-arme stalsystemen (Hoek et al., 1996). De ammoniakconcentratie van de uitgaande lucht is gedurende twee ronden gemeten met behulp van een B&K-monitor (type 1302). Tegelijkertijd is het ventilatiedebiet gemeten met behulp van een geijkte meetwaaier en werd de temperatuur bepaald met behulp van een thermokoppel. De achtergrondconcentratie van ammoniak is niet gemeten. Bij de verwerking van de meetgegevens zijn ten aanzien van de ammoniakconcentratie, het ventilatiedebiet en de temperatuur van de uitgaande lucht gecontroleerd. De ammoniakemissie is berekend volgens de beoordelingsrichtlijn voor emissie-arme stalsystemen (Hoek et al., 1996), waarbij dagen met 12 of minder uurgemiddelden zijn verwijderd. Vanwege MKZ zijn de vleesvarkens in ronde 1 later afgeleverd dan normaal het geval zou zijn. Daarom zijn de ammoniakcijfers van ronde 1 berekend over een oplegperiode van 108 dagen. Bij de berekening van de ammoniakemissie per dierplaats per jaar is uitgegaan van een bezettingsgraad van 90%.

Voor en na het aflaten van de mest werd het mestniveau in de putten gemeten met behulp van een peilstok. Uit de mesthoogte is het emitterend mestoppervlak in het mestkanaal berekend. Het emitterend mestoppervlak is dus berekend exclusief het waterkanaal. De frequentie van aflaten werd geregistreerd. In een logboek zijn alle bijzonderheden vermeld.

4.2 Resultaten

In tabellen 4.1 en 4.2 staan de emissiecijfers van de twee ronden van de verschillende systemen weergegeven.

Tabel 4.1 Resultaten van de ammoniakmetingen van de eerste ronde

	Systeem A	Systeem B	Systeem C	Systeem R
Oplegdatum	25-jan-01	14-feb-01	1-mrt-01	8-feb-01
Laatste meetdag	12- mei-01	1-jun-01	16-jun-01	26-mei-01
Lengte van de ronde (dagen)	108	108	108	108
Aantal dagen gemeten (dagen)	99	106	104	103
Percentage meetdagen (%)	92	98	96	95
Gemiddelde temperatuur in ventilatiekokers (°C)	19,9 ¹⁾	21,3	21,1	21,2
Gemiddelde temperatuur buiten (°C)	5,9	8,2	10,0	7,5
Gemiddelde mesthoogte op aflatmoment (cm)	29	28	22	23
Gemiddeld emitterend mestoppervlak op aflatmoment (m ²)	0,20	0,17	0,25	0,26
Gemiddeld ventilatiedebiet (m ³ /uur)	3200	4323	4703	3860
Gemiddelde ammoniakconcentratie (mg NH ₃ /m ³)	10,18	6,63	7,29	7,69
Ammoniakemissie (kg NH ₃ /dp/jr)	1,76	1,41	1,74	1,37

Tabel 4.2 Resultaten van de ammoniakmetingen van de tweede ronde

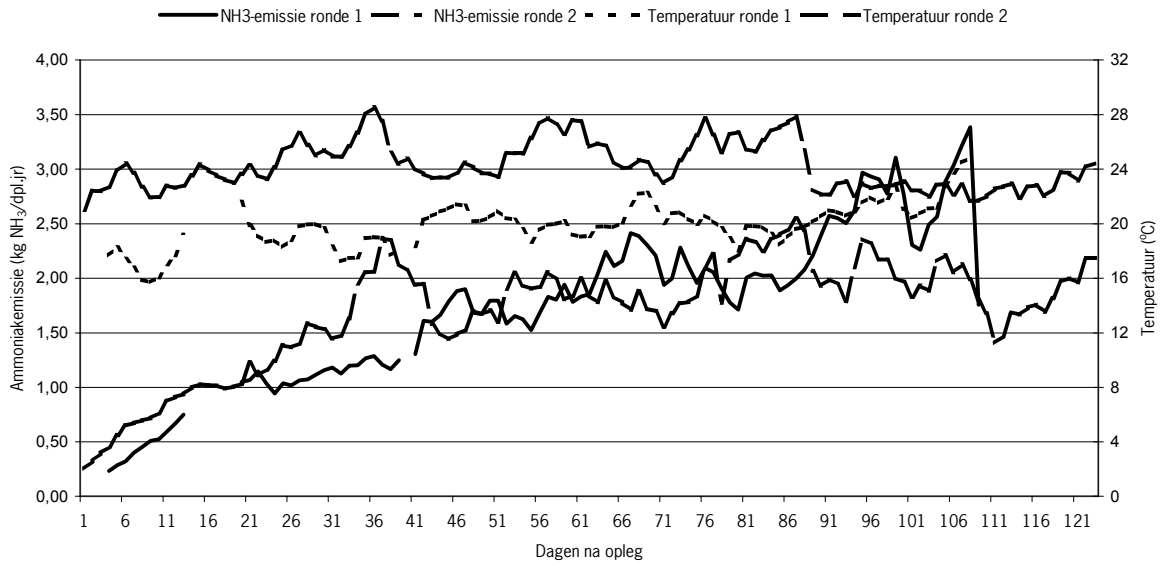
	Systeem A	Systeem B	Systeem C	Systeem R
Oplegdatum	01-jun-01	20-jun-01	28-jun-01	14-jun-01
Laatste meetdag	01-okt-01	15-okt-01	29-okt-01	02-okt-01
Lengte van de ronde (dagen)	123	118	124	111
Aantal dagen gemeten (dagen)	123	114	119	111
Percentage meetdagen (%)	100	97	96	100
Gemiddelde temperatuur in ventilatiekokers (°C)	24,2	22,9	23,1	24,1
Gemiddelde temperatuur buiten (°C)	18,7	19,1	18,3	19,3
Gemiddelde mesthoogte op aflatmoment (cm)	23	23		20
Gemiddeld emitterend mestoppervlak op aflatmoment (m ²)	0,18	0,16		0,24
Gemiddeld ventilatiedebiet (m ³ /uur)	4541	5875	5901	4862
Gemiddelde ammoniakconcentratie (mg NH ₃ /m ³)	6,91	4,88	7,27	6,45
Ammoniakemissie (kg NH ₃ /dp/jr)	1,69	1,52	2,31	1,70

De thermokoppel in de afdeling met systeem A heeft gedurende ronde 1 ongeveer 2 °C te laag gemeten. De oorzaak bleek niet te achterhalen. Verder zijn een aantal dagen verwijderd vanwege onderhoud en kallibratie van de meetapparatuur.

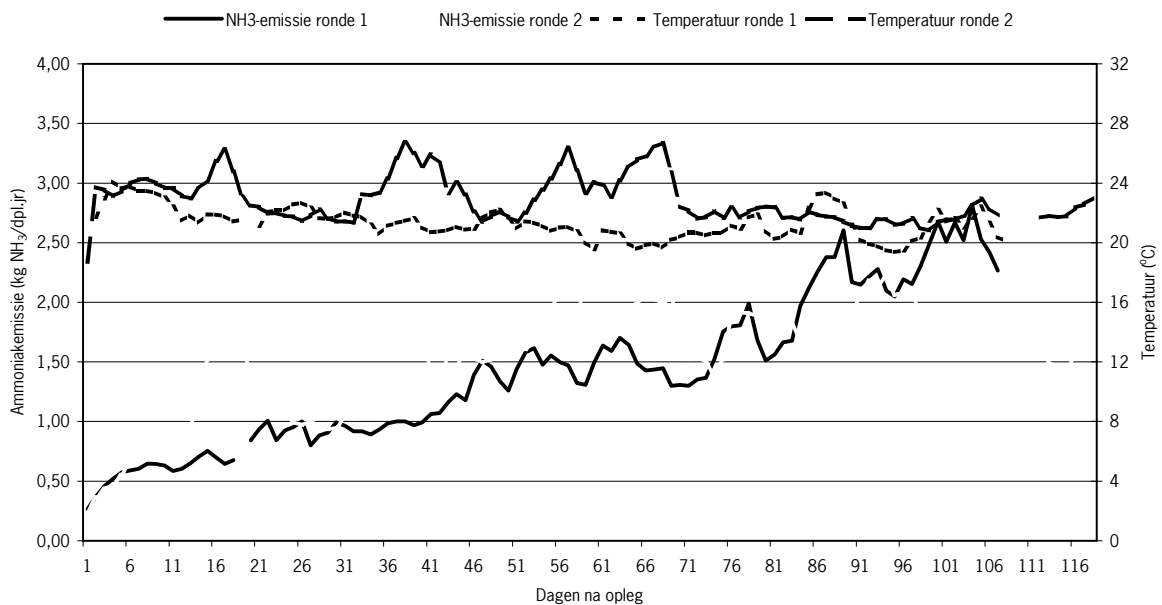
Bij de afdeling met systeem A is tijdens de twee ronden drie keer het waterkanaal afgelaten, omdat teveel urine, mest en voer in het waterkanaal terecht kwam. Bij de andere systemen met waterkanaal is deze alleen na afloop van de ronde afgelaten.

In figuren 4.1 tot en met 4.4 staan de verlopen van de daggemiddelde ammoniakemissie en de daggemiddelde temperatuur tijdens de twee ronden weergegeven.

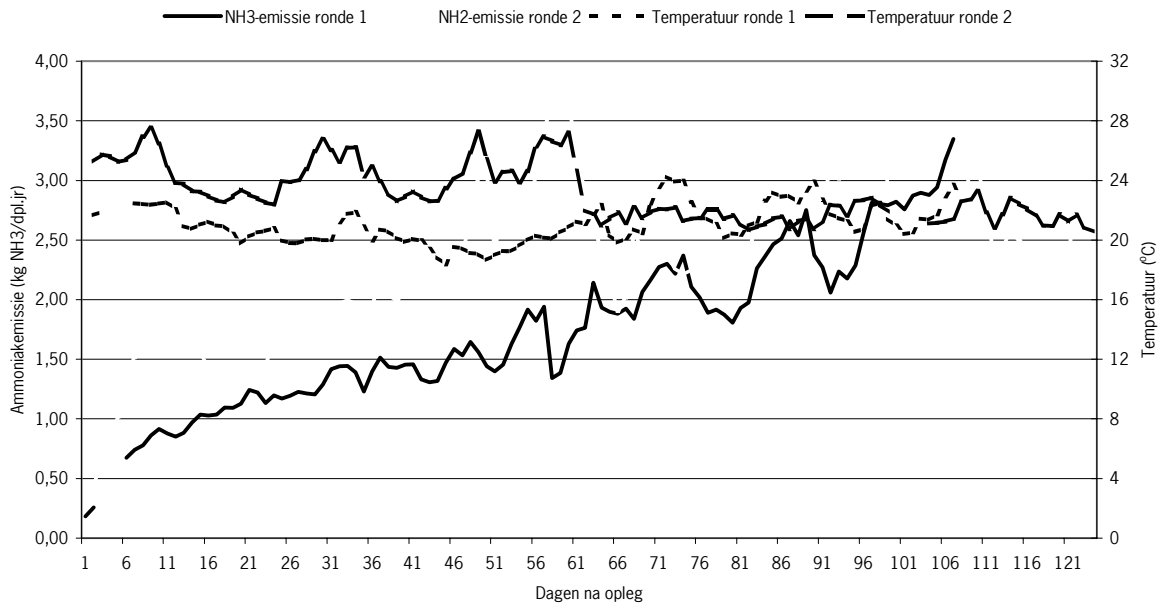
Figuur 4.1 Verloop van de ammoniakemissie en de temperatuur bij systeem A



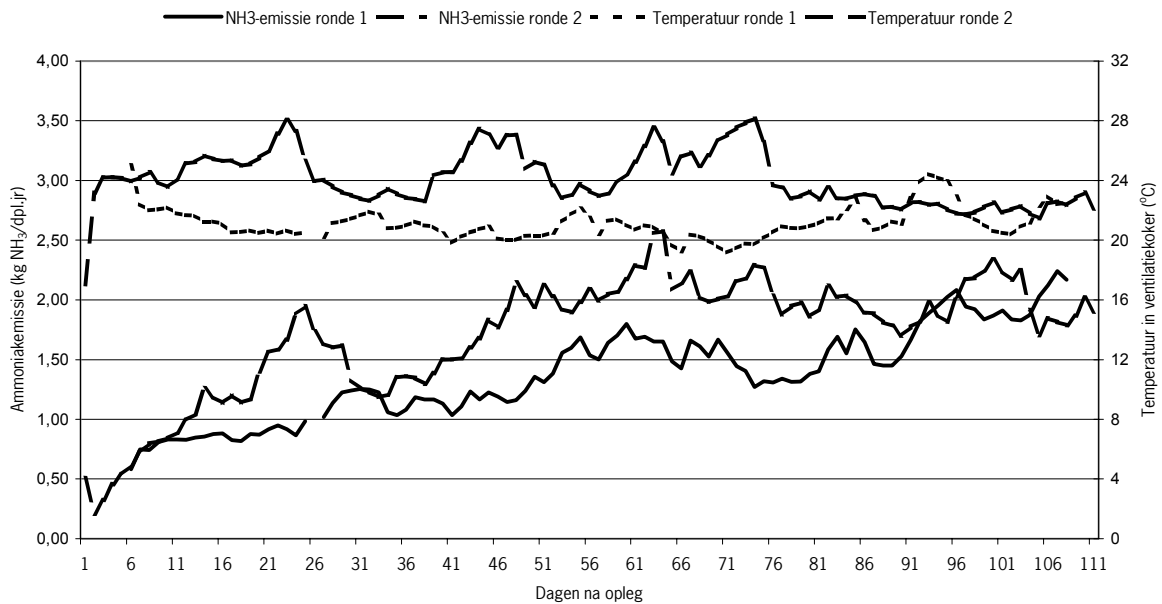
Figuur 4.2 Verloop van de ammoniakemissie en de temperatuur bij systeem B



Figuur 4.3 Verloop van de ammoniakemissie en de temperatuur bij systeem C



Figuur 4.4 Verloop van de ammoniakemissie en de temperatuur bij systeem R



De ammoniakemissie heeft bij alle systemen een stijgend verloop, wat normaal genoemd kan worden bij vleesvarkens. De ammoniakemissie neemt toe tijdens de mestperiode door meer bevueling en hogere stikstofopname en -uitscheiding. De vleesvarkens zijn in ronde 2 in twee keer afgeleverd. Het effect van de eerste levering is terug te zien in de lichte daling van de ammoniakemissie na die levering. De eerste leveringen vonden plaats op dag 110, 98, 11 en 104 voor respectievelijk systeem A, B, C en R.

De temperatuur blijft tijdens de eerste ronde redelijk constant. De temperatuur is tijdens de tweede ronde hoger en heeft duidelijke uitschieters naar boven tijdens warme dagen. Dit had een duidelijke invloed op de ammoniakemissie, die toenam tijdens warme dagen.

De berekende ammoniakemissie per dierplaats per jaar is 1,7, 1,5, 2,0 en 1,5 kg NH₃ voor respectievelijk systeem A, B, C en R.

4.3 Discussie

In dit onderzoek is de achtergrondconcentratie van ammoniak niet gemeten. De gemeten ammoniakemissie van de verschillende systemen ligt dus in werkelijkheid lager. Tijdens warme dagen was de ammoniakemissie bij alle systemen duidelijk hoger. Een verklaring hiervoor is dat de meeste ligplaatsvervuiling bij vleesvarkens voorkomt bij hoge temperaturen. De varkens gaan tijdens warme dagen op de roosters liggen en gaan op de dichte vloer mesten. De omstandigheden in de proefopzet waren optimaal qua stalbouw (grondkanaalventilatie en hokinrichting). Tevens vielen de laatste weken van afmesten (kritieke periode voor hokbevuiling) niet samen met periodes van warm weer.

Uit de analyse is gebleken dat het moment van aflaten geen duidelijke invloed had op de ammoniakemissie. Er is wel een duidelijke dalende emissie vastgesteld na mestaf laten bij mestpannen in kraamopfokhokken en bij biggenopfokhokken (Van Zeeland en Verdoes, 1998). Het heeft waarschijnlijk te maken met de geringe hokbevuiling in deze hokken. Bij dit onderzoek met vleesvarkens was er wel bevuiling van de dichte vloer. Het effect van aflaten werd in dit onderzoek versluierd door de hokbevuiling.

Bij een onderzoek (Van Zeeland, 1997) naar de ammoniakemissie bij vleesvarkens gehuisvest in hokken met schuine wanden in het mestkanaal en 40% dichte vloeroppervlak was de gemeten ammoniakemissie 1,0 kg per dierplaats per jaar na correctie voor de achtergrondconcentratie. In dat onderzoek was het emitterend putoppervlak 0,18 m² per dier. De gemeten ammoniakemissie bij het referentiesysteem R met 40% dichte vloeroppervlak was 1,5 kg NH₃ per dierplaats per jaar. Het verschil tussen deze twee systemen kan worden verklaard doordat bij systeem R het emitterend oppervlak beduidend hoger was (0,25 m² per dier). De gemeten ammoniakemissie bij systeem R en systeem B bedroeg bij beide systemen 1,5 kg NH₃ per dierplaats per jaar. Bij systeem B was de hokbevuiling iets hoger dan bij systeem R. Het gemeten emitterend oppervlak bij aflaten daarentegen was bij systeem R ongeveer 50% hoger dan bij systeem B. Door het emitterend mestoppervlak bij systeem R verder te verkleinen (b.v. middels het aanbrengen van extra schuine wanden) is het mogelijk om de ammoniakemissie bij dit systeem nog te verlagen. Daar staat tegenover dat bij systeem B met name het lig- en mestgedrag van de dieren moet worden beïnvloed om emissie verder te reduceren.

De gemeten ammoniakemissie bij systeem A is hoger dan bij systeem B. Het gemeten emitterend oppervlak in het mestkanaal was bij systeem A hoger. Tevens werd bij systeem A ook gemest en geürineerd in het waterkanaal, waardoor uit het waterkanaal meer emissie kwam bij systeem A dan bij systeem B. Dat er meer gemest en geürineerd werd in het waterkanaal bij systeem A was mogelijk het gevolg van het dicht leggen van een deel van de roostervloer voorin de hokken van systeem A met sleuvenluiters om aan de norm van 60% dichte vloer te voldoen. Ook was de hokbevuiling bij systeem A hoger dan bij systeem B. De grotere hokbevuiling kan mogelijk veroorzaakt doordat bij gelijktijdige voeding er meer mestruimte nodig is dan bij volgtijdige voeding, vanwege de synchronisatie van activiteiten. Het voeren van bijproducten heeft mogelijk plakkerige mest tot gevolg wat zou leiden tot meer hokbevuiling. Ook het dichtleggen van de roostervloer door sleuvenluiters heeft mogelijk tot meer hokbevuiling geleid doordat mest en urine slechter wegliep.

De gemeten ammoniakemissie bij systeem C is hoger dan bij de systemen A en B. Het gemeten emitterend oppervlak in het mestkanaal was bij systeem C beduidend hoger. Tevens was bij systeem C de hokbevuiling het grootst, wat leidde tot meer ammoniakemissie. Een mogelijke oorzaak van de grotere hokbevuiling is dat bij systeem C meer dieren per hok aanwezig waren. Door de gekozen hokvorm was er tevens minder sturing van het mestgedrag mogelijk. Hierdoor was er meer keuzevrijheid waar de varkens gingen liggen en mesten

Het zou kunnen zijn dat het totale emitterend oppervlak (dieren, vloeren, putten) bij 40% dichte vloeroppervlak (zoals in systeem R) gelijk is aan het totale emitterend oppervlak (dieren, vloeren, putten) bij 60% dichte vloer (bijvoorbeeld systeem B). Bij 60% dichte vloeroppervlak is het emitterend oppervlak dan verschoven richting de vloeren en de dieren. Hiervan is de temperatuur hoger dan de temperatuur van de mest in de put, waardoor de ammoniakemissie hoger ligt.

4.4 Conclusie

Bij alle onderzochte systemen lag de ammoniakemissie boven 1,1 kg NH₃/dierplaats/jr die wordt voorgesteld als grenswaarde in het nieuwe AMvB huisvesting. Het bleek mogelijk een gelijke ammoniak emissie van ca. 1,5 kg NH₃/dierplaats/jr te halen in een stal met 60% dichte vloeroppervlak als in een referentiestal met 40% dichte vloeroppervlak. De verschillen tussen de systemen met 60% dichte vloer onderling waren groot. De belangrijkste oorzaken voor het verschil in de gemeten ammoniakemissie van de systemen zijn de hokbevuiling en het

emitterend oppervlak in het mestkanaal. Daarbij komt de emissie bij de 60% dichte vloer stallen met name van de bevuilde vloeren, en bij de 40% dichte vloer stal uit het mestkanaal.

5 Liggedrag van vleesvarkens in hokken met 60% dichte vloer

H. Hopster en E.W. Ruesink (ID-Lelystad)

5.1 Materiaal en methode

5.1.1 Proefuitvoering

Van elk huisvestingssysteem (A, B, C en Referentie) zijn 8 herhalingen in het onderzoek opgenomen (2 hokken per afdeling, 2 afdelingen en 2 ronden). In ronde 1 is gedurende de werkdag (07.30 – 16.30 uur) de verlichting volledig aangeschakeld. Gedurende de nacht brandde aanvankelijk alleen de nachtverlichting. Nadat duidelijk werd dat de kwaliteit van de opnames bij deze nachtverlichting zeer te wensen over liet, is besloten om ook 's nachts de verlichting volledig aan te laten. Om in ronde 2 een verschil in lichtintensiteit tussen dag en nacht te waarborgen zijn voor de nachtverlichting speciale TL's aangebracht. De stal is voorzien van ramen waardoor de lichtintensiteit in de hokken mede is beïnvloed door de weeromstandigheden en door het seizoen.

5.1.2 Gedragswaarnemingen

Om inzicht te krijgen in het liggedrag van varkens in de verschillende huisvestingssystemen zijn gedurende 24 uur, op drie tijdstippen in de mestperiode (ongeveer week 4, week 8 en week 14 na opleg), time-lapse video-opnamen gemaakt. De hokken zijn per waarnemingstijdstip aselekt gekozen, waarbij binnen een mestrond en afdeling een hok slechts eenmaal is geobserveerd. Zo werd afhankelijkheid tussen waarnemingen binnen afdelingen voorkomen. De gekozen opzet bood namelijk geen ruimte voor analyse van random hokeffecten. Het aantal waarnemingen is weergegeven in tabel 5.1.

Tabel 5.1 Aantal geplande en gerealiseerde (tussen haakjes) 24-uurs observaties per mestrond, per tijdstip na opleggen en per huisvestingssysteem

Systeem	Ronde 1			Ronde 2		
	Week na opleg 4	8	14	4	8	14
A	4 (3)	4 (4)	4 (4)	4 (4)	4 (4)	4 (4)
B	4 (4)	4 (4)	4 (4)	4 (4)	4 (4)	4 (3)
C	4 (3)	4 (3)	4 (4)	4 (3)	4 (3)	4 (3)
Referentie	4 (4)	4 (3)	4 (4)	4 (4)	4 (4)	4 (4)

In tabel 5.2 is het ethogram weergegeven waarin aangegeven is welke aspecten bij het observeren van de dieren via het scan-sampling (elke 20 minuten) van het videomateriaal zijn vastgelegd.

Gedurende de waarnemingsdagen is de gemiddelde temperatuur over 24 uur in de afdelingen vastgelegd.

Tabel 5.2 Ethogram

Kenmerk	Beschrijving	Definitie
Houding	Liggen	Lichaam wordt door geen enkele poot ondersteund en verandert niet van positie
	Staan	Lichaam wordt door één of meer poten ondersteund, positie verandering niet uitgesloten
Plaats	Roostervloer achter	Lichaam bevindt zich voor meer dan de helft op de roostervloer achter in het hok
	Roostervloer voor	Lichaam bevindt zich voor meer dan de helft op de roostervloer voor in het hok
	Dichte vloer	Lichaam bevindt zich voor meer dan de helft op de dichte vloer

5.1.3 Statistische analyse

Voor de statistische analyse is de 24 uren observatieperiode opgedeeld in 2 perioden (06.00 tot 18.00 uur = dag, 18.00 tot 06.00 uur = nacht). Voor de twee perioden en voor het totale etmaal zijn voor alle variabelen eerst gemiddelden per hok berekend. Dat wil zeggen dat voor de parameters in tabel 5.2 is uitgerekend welk percentage van het totaal aantal dieren gemiddeld in een hok bepaald gedrag vertoonde. Deze gemiddelde percentages zijn beschouwd als 'nieuwe' waarnemingen en gebruikt als basis voor de statistische analyse.

Percentages zijn geanalyseerd met behulp van logistische regressie volgens een binomiale verdeling in een model met een multiplicatieve overdispersie-parameter. De behandelingsverschillen zijn geschat met behulp van maximum quasi-likelihood methode. De overdispersie-parameter is geschat uit de Pearson's chi-kwadraat. Zie voor technische details McCullagh en Nelder (1990). In het model zijn hoofdeffecten en interacties opgenomen voor huisvestingssysteem (S), fase in de mestperiode (P), dagdeel (D) en mestronde (R). Verder is de gemiddelde etmaaltemperatuur in een afdeling als co-variabele in het model opgenomen. Aangezien temperatuurgegevens niet voor de dag- en nachtperiode apart beschikbaar waren, is bij de analyse van gedragsgegevens per dag- en nachtperiode de gemiddelde etmaaltemperatuur opgenomen. Effecten zijn significant genoemd als $P < 0.05$. De berekeningen zijn uitgevoerd met het statistisch pakket Genstat 5 (Genstat, 1993).

5.2 Resultaten

In tabel 5.1 staan het aantal gerealiseerde waarnemingen per mestronde en tijdstip in de mestronde vermeld. Uit de tabel blijkt dat bij de huisvestingssystemen A en C in mestronde 1 een aantal waarnemingen ontbreken. Dit is een gevolg van technische problemen met de beeldkwaliteit van de video-opname, waardoor het liggedrag van de dieren niet kon worden gescoord. In ronde 2 ontbreken een aantal waarnemingen omdat aan een zijde van één afdeling van huisvestingssysteem C de vloerkoeling in werking was gesteld. Het kan niet worden uitgesloten dat vloerkoeling invloed heeft op het liggedrag van varkens en daarom zijn deze gegevens niet in de analyses meegenomen.

Gemiddelden en standaardafwijkingen van de gemiddelde etmaaltemperatuur tijdens de gedragwaarnemingsdagen per huisvestingssysteem en ronde staan in de tabel 5.3 vermeld. Uit de tabel blijkt dat de etmaaltemperatuur in ronde 2 over het algemeen hoger was dan in ronde 1. De gemiddelde etmaaltemperatuur over alle waarnemingen was in ronde 1 22.7 ± 1.6 en in ronde 2 26.3 ± 1.9 °C ($P < 0.01$). Ronde 1 is uitgevoerd in het voorjaar, terwijl ronde 2 in de zomer is uitgevoerd.

Tabel 5.3 Gemiddelden, standaardafwijkingen (sd) en aantal waarnemingen (n) van de temperatuur op dagen waarop in de verschillende huisvestingssystemen en ronden gedragswaarnemingen zijn uitgevoerd

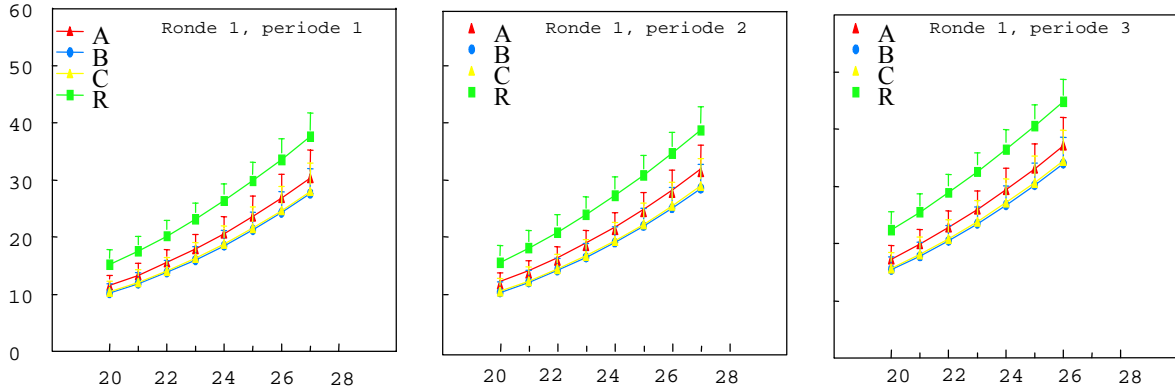
		Ronde 1		Ronde 2	
		gemiddelde \pm sd	n	gemiddelde \pm sd	n
<u>Periode 1</u>	A	22.8 \pm 0.3	3	26.3 \pm 1.6	4
	B	22.7 \pm 0.1	4	24.1 \pm 0.1	2
	C	22.8 \pm 0.8	3	27.8 \pm 2.1	3
	Referentie	22.7 \pm 0.4	4	26.5 \pm 1.4	4
<u>Periode 2</u>	A	21.0 \pm 0.2	4	27.0 \pm 1.8	4
	B	21.6 \pm 0.5	4	27.9 \pm 0.6	4
	C	22.8 \pm 2.2	3	27.7 \pm 2.5	3
	Referentie	22.0 \pm 0.2	3	29.8 \pm 0.0	2
<u>Periode 3</u>	A	22.3 \pm 1.3	4	24.6 \pm 0.2	4
	B	23.0 \pm 0.8	4	23.7 \pm 0.0	2
	C	21.5 \pm 0.7	2	25.0 \pm 0.4	3
	Referentie	26.5 \pm 1.1	4	25.5 \pm 0.8	4

5.2.1 Liggedrag

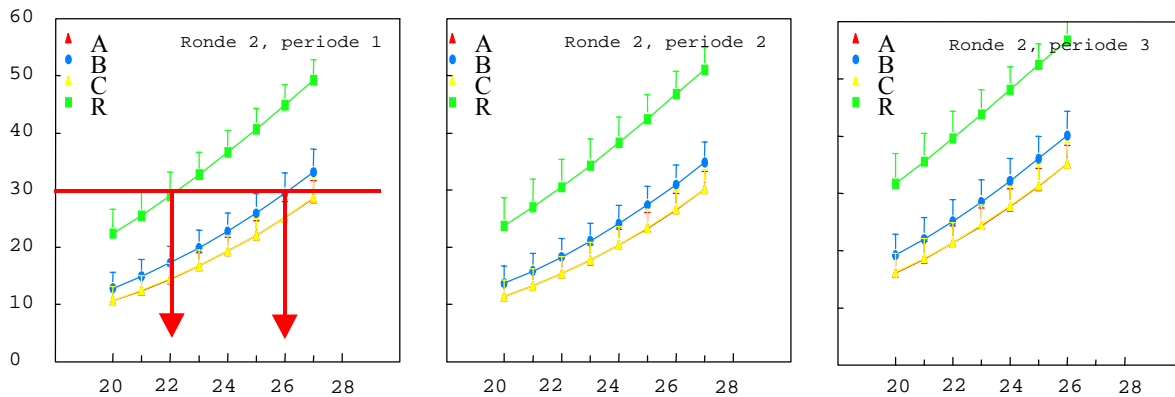
Het globale beeld is dat veel varkens liggen gedurende lange perioden van de dag. Dit geldt voor de verschillende huisvestingssystemen, tijdens de verschillende waarnemingsperiodes in een mestronde en in de beide ronden. Het percentage varkens dat gemiddeld over de 24 uur ligt varieert, over alle huisvestingssysteem, van 84.4% tot 90.1%. Wat betreft het percentage liggende varkens, gemiddeld over een 24 uur waarnemingsperiode, is tussen de vier huisvestingssystemen geen significant verschil aangetoond ($P > 0,05$). Zoals verwacht liggen er bij 40% DV structureel meer varkens op de roostervloer dan bij 60% DV: er is in de eerstgenoemde hokken immers minder dichte vloer om op te liggen. De ligplaats wordt echter zo mogelijk nog sterker bepaald door de temperatuur in de stal. Uit figuur 5.1 valt af te leiden dat het verschil tussen 40 en 60% DV in percentage varkens dat op de roostervloer ligt equivalent is aan een verschil dat wordt bereikt bij een temperatuursverhoging van 2 (Ronde 1) tot 4°C (Ronde 2) in een huisvestingssysteem met 60% DV. Bij wijze van voorbeeld kan men hiervoor een horizontale lijn trekken in de grafiek van ronde 2, periode 1, ter hoogte van de y-waarde '30% varkens op de dichte vloer'. De lijn snijdt de waarnemingen van systeem R ter hoogte van staltemperatuur 22 °C, en de waarnemingen van systeem B ter hoogte van temperatuur 26 °C: een verschil van 4 graden.

Figuur 5.1 Percentage (gemiddelde en standaardafwijking) varkens dat op de roostervloer ligt (Y-as) als functie van de gemiddelde etmaaltemperatuur per afdeling (X-as), weergegeven voor de twee rondes en de drie perioden per ronde afzonderlijk voor de vier verschillende huisvestingssystemen. Het lijnvoorbeeld in de grafiek van Ronde 2, Periode 1 wordt toegelicht in de tekst

Ronde 1



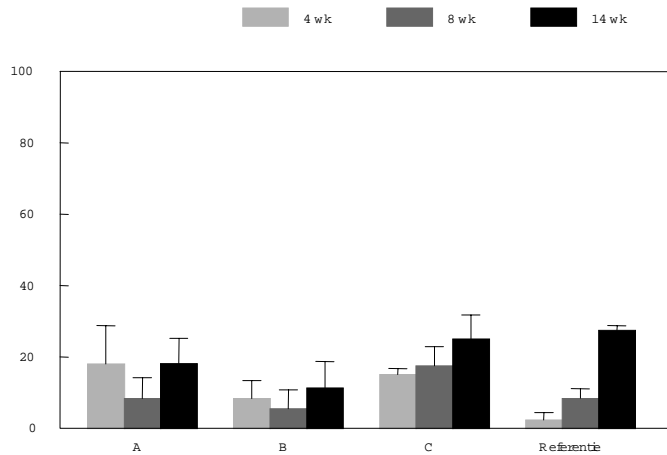
Ronde 2



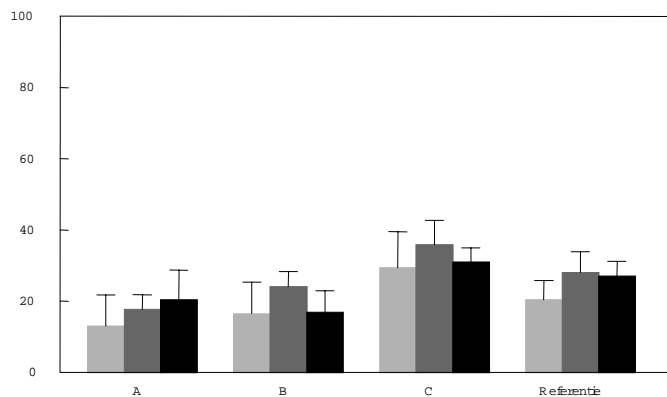
Als we het percentage varkens dat per 24 uur op het rooster ligt analyseren, blijkt er een significante ($P < 0.05$) interactie tussen ronde en huisvestingssysteem te bestaan. Naast een sterke invloed van huisvestingssysteem ($P < 0.01$), waarnemingsperiode ($P = 0.00$), etmaaltemperatuur ($P = 0.00$) en ronde ($P < 0.05$) heeft dag/nacht effect op het percentage varkens dat op de rooster ligt. In het Referentie huisvestingssysteem is het percentage varkens dat op de rooster ligt het hoogst. Dit wordt zowel in de dag als in de nachtperiode waargenomen. Gedurende de nacht ligt een groter percentage van de varkens op de roostervloer dan overdag ($P=0.000$). Waarschijnlijk omdat er 's nachts sowieso meer varkens liggen dan overdag. Voor de verschillende systemen bedraagt dit percentage 0-10%. Tussen systemen zijn geen verschillen aangetoond. Varkens liggen in ronde 2 meer op de roostervloer dan in ronde 1.

Figuur 5.2 Varkens liggend op de roostervloer achter in het hok (in % van het totaal aantal varkens per hok), gemiddeld per 24 uur voor de verschillende huisvestingssystemen (zie tabel 5.2), de verschillende waarnemingstijdstippen en rondes

Ronde 1



Ronde 2



Voor het percentage varkens gemiddeld over 24 uur dat op de roostervloer achter in het hok ligt wordt geen significant verschil ($P > 0.05$) tussen ronde 1 en 2 gevonden. Huisvestingssysteem, periode in de mestronde en temperatuur hebben significante effecten ($P < 0.000$) op het percentage liggende varkens op de roostervloer achter in het hok. In huisvestingssysteem C is het percentage varkens dat gemiddeld op de roostervloer achter in het hok ligt het hoogst. Hierbij dient opgemerkt te worden dat huisvestingssysteem C, in tegenstelling tot A, B en Referentie, geen roostervloer voor in de hokken heeft. Het smalle rooster voor in de hokken in de systemen A, B en R werd namelijk frequent door de varkens gebruikt om op te liggen. Nadat ze de voerbak hadden bezocht die zich op dit rooster bevond, ging een deel van de varkens ter plekke liggen. Of dit was ter verkoeling is onbekend. Vervolgens heeft het Referentie huisvestingssysteem het hoogste percentage liggende dieren op het rooster achter in het hok. Dit huissysteem heeft van de vier systemen het hoogste percentage roostervloer in de hokken. Het percentage liggende dieren op de roostervloer achter in het hok neemt toe naarmate de afmestperiode verliep. Ook neemt het percentage varkens dat op de roostervloer achter in het hok ligt toe bij het stijgen van de temperatuur in de afdeling.

Uit de analyse van het percentage gemiddeld over 12 uur (dag/nacht) wordt een significante interactie gevonden tussen ronde en huisvestingssysteem ($P < 0.05$). Significante effecten ($P < 0.05$) worden waargenomen voor huisvestingssysteem, periode in de mestronde, dagdeel (dag/nacht) en temperatuur.

5.3 Conclusies

1. De onderzochte huisvestingssystemen hadden geen invloed op de hoeveelheid tijd die varkens liggend doorbrengen.
2. Varkens geven er de voorkeur aan te liggen op een dichte vloer als de staltemperatuur zich in het thermoneutrale gebied bevindt, en op een roostervloer als het warm is: bij thermoneutrale omstandigheden is de hoeveelheid dichte vloer de beperkende factor bij de keuze van de dieren voor een ligplek, bij hoge temperaturen de hoeveelheid roostervloer.

6 Technische resultaten, slachtkwaliteit en gezondheid vleesvarkens

A.I.J. Hoofs en G.P. Binnendijk (PV)

De technische resultaten (groei, voeropname, voederconversie en slachtkwaliteit) zijn op hokniveau geanalyseerd met REML onder het volgende gemengde model:

$$Y = \text{gewicht bij opleg} + \text{ronde} + \text{rest 1} + \text{proefbehandeling} + \text{rest 2}$$

Het aantal uitgevallen vleesvarkens en aantal behandelde vleesvarkens wegens gezondheidsproblemen, alsmede de verdeling van het aantal dieren over de slachttypen klassen zijn geanalyseerd met de χ^2 toets.

6.1 Technische resultaten

In tabel 6.1 zijn de technische resultaten van de vleesvarkens van opleg tot afleveren per proefbehandeling weergegeven op basis van gewogen levend eindgewicht. Voor de verschillen in opleggewicht is gecorrigeerd.

Tabel 6.1 Technische resultaten van opleg tot afleveren van de vleesvarkens per proefbehandeling

	A	B	C	R	Sign. ¹
Aantal vleesvarkens opgelegd	576	576	576	576	
Aantal hokken	48	48	24	48	
Aantal dieren per hok	12	12	24	12	
Opleggewicht (kg)	28,0	26,5	28,1	24,4	
Oplegleeftijd (dgn)	72	71	74	64	
Eindgewicht (kg)	114	112	121	117	
Aantal mestdagen	118	112	120	114	
Groei (g/dier/dag)	726 ^a	788 ^{ab}	768 ^{ab}	816 ^b	*
Voeropname (kg/dag)	2,18	2,12	2,14	2,21	
Voederconversie	3,02 ^a	2,74 ^b	2,79 ^b	2,71 ^b	***
EW-opname	2,39	2,32	2,34	2,42	
EW-conversie	3,31 ^a	3,00 ^b	3,05 ^b	2,97 ^b	***

¹ Significantie: * = 0,05 > p > 0,01; *** = P < 0,001. Verschillende superscripts in een rij geven een significant verschil van P < 0,05 aan

De voeropname per dier dag is niet verschillend tussen de vier proefbehandelingen.

De groeisnelheid van de vleesvarkens gehuisvest in proefbehandeling R (referentie afdeling) is hoger dan van de vleesvarkens uit proefbehandeling A. Tussen de proefbehandelingen B, C en R zijn geen verschillen in groeisnelheid geconstateerd.

De voederconversie en EW-conversie zijn bij proefbehandeling A ongunstiger dan bij de proefbehandeling B, C en R. Tussen B, C en R zijn er geen verschillen voederconversie en EW-conversie. De hogere voederconversie bij proefbehandeling A wordt veroorzaakt door voervermorsing in de hokken waarbij de vleesvarkens gevoerd worden via een trog met beperkt aantal vreetplaatsen (4 vreetplaatsen voor 12 vleesvarkens). De voederconversie in deze hokken is 3,28 (tabel 6.2). Ook gaf het voerproces in deze hokken (sensorvoersysteem) met de in dit onderzoek gebruikte bijvoerinstantie veel technische storingen. Dit heeft mogelijk ook geleid tot een hogere voederconversie.

De voederconversie van vleesvarkens gevoerd via een trog waarbij het aantal vreetplaatsen gelijk is met het aantal dieren (gelijktijdig vreten) bedroeg 2,78 en is dus vergelijkbaar met de voederconversie van de vleesvarkens uit de proefbehandelingen B, C en R.

Tabel 6.2 Een vergelijking van de technische resultaten van varkens op de twee brijvoedersystemen in huisvestingssysteem A

	Korte trog	Lange trog	Significantie
Aantal vleesvarkens opgelegd	288	288	-
Aantal hokken	24	24	-
Aantal dieren per hok	12	12	-
Opleggewicht (kg)	28,0	27,9	-
Oplegleeftijd (dgn)	72	72	-
Groei (g/dier/dag)	731	727	
Voeropname (kg/dag)	2,39	2,01	***
Voederconversie	3,28	2,78	***
EW-opname	2,62	2,21	***
EW-conversie	3,60	3,04	***

Korte trog = brijvoeding via korte trog (aantal vreetplaatsen : aantal vleesvarkens = 1:4)

Lange trog = brijvoeding via lange trog (aantal vreetplaatsen : aantal vleesvarkens = 1:1)

6.2 Slachtkwaliteit

De slachtkwaliteit van de vleesvarkens zijn per proefbehandeling weergegeven in tabel 6.3.

Tabel 6.3 Slachtkwaliteit vleesvarkens per proefbehandeling

	A	B	C	R	Sign.
Aanhoudingspercentage	79,2	79,0	79,7	78,2	
Mager vlees (%)	55,2	53,9	53,8	54,1	
% dieren met type AA	12,4	3,9	6,5	5,6	
% dieren met type A	74,0	80,4	76,4	79,8	
% dieren met type B	13,6	15,7	17,1	14,6	

Er zijn geen verschillen in mager vleespercentage en typebeoordeling tussen de verschillende proefbehandelingen.

In tabel 6.4 zijn de uitslagen van het long- en leveronderzoek van de vleesvarkens weergegeven.

Tabel 6.4 Resultaten long- en leveronderzoek geslachte vleesvarkens per proefbehandeling

	A	B	C	R	Sign.
Aantal vleesvarkens beoordeeld	327	259	255	206	
% niet aangetaste vleesvarkens	68,8 ^b	81,1 ^c	58,4 ^a	76,2 ^b	***

Significantie: *** = $P < 0,001$. Verschillende superscripts in een rij geven een significant verschil van $P < 0,05$ aan.

Bij proefbehandeling C is het percentage niet aangetaste vleesvarkens het laagst en bij proefbehandeling B is dit percentage het hoogst. Tussen de proefbehandelingen A en R is er geen verschil in percentage aangetaste vleesvarkens.

Het percentage niet aangetaste vleesvarkens is relatief hoog en is veroorzaakt door APP en Circo, hetgeen in de onderzoeksperiode op het Praktijkcentrum een breed gezondheidsprobleem was.

6.3 Uitval

In tabel 6.5 is het aantal uitgevallen vleesvarkens per proefbehandeling weergegeven. Tevens zijn de oorzaken van uitval vermeld. Uitval omvat zowel sterfte van vleesvarkens als verplaatsen van vleesvarkens naar een ziekenstal wegens gezondheidsproblemen (bijvoorbeeld kreupelheden of vermageren).

Tabel 6.5 Uitval vleesvarkens per proefbehandeling

	A	B	C	R	Signif.
Aantal vleesvarkens opgelegd	576	576	576	576	
Aantal vleesvarkens uitgevallen	29	30	25	41	
Reden uitval:					
- kreupelheden	4	5	1	8	
- luchtwegproblemen	10	5	7	5	
- achterblijven	6	7	8	8	
- maagdarmsstoornissen	2	1	2	0	
- overigen	7 ^a	12 ^{ab}	7 ^a	20 ^b	*

Significantie: * = 0,01 < p < 0,05

Er zijn geen verschillen in totaal aantal uitgevallen vleesvarkens tussen de proefbehandelingen. Het aantal uitgevallen vleesvarkens is hoog. In de onderzoeksperiode veroorzaakten APP en Circo in alle vleesvarkensafdelingen op het Praktijkcentrum gezondheidsproblemen.

6.4 Behandelingen wegens gezondheidsproblemen

In tabel 6.6 is het aantal individueel wegens gezondheidsstoornissen behandelde vleesvarkens weergegeven per reden van behandeling en per proefbehandeling. Ook het aantal behandelingen per behandeld vleesvarken en het aantal groepsbehandelingen zijn per proefbehandeling vermeld in tabel 6.5.

Tabel 6.6 Behandelingen wegens gezondheidsstoornissen van de vleesvarkens per proefbehandeling

Systeem		A	B	C	R	Sign
Vleesvarkens opgelegd		576	576	576	576	
Vleesvarkens behandeld wegens						
- kreupelheden						
	aantal	41 ^{ab}	32 ^{ab}	26 ^a	47 ^b	#
	percentage	7,6	5,6	4,5	8,2	
- luchtwegproblemen						
	aantal	112 ^b	59 ^a	43 ^a	52 ^a	***
	percentage	19,4	10,2	7,5	9,0	
- achterblijven						
	aantal	10	3	4	4	
	percentage	1,7	0,5	0,7	0,7	
- maagdarmsstoornissen						
	aantal	1	1	0	4	
	percentage	0,2	0,2	0	0,7	
- staartbijten						
	aantal	7	4	8	3	
	percentage	1,2	0,7	1,4	0,5	
- overigen						
	aantal	17 ^a	13 ^a	3 ^b	13 ^a	
	percentage	3,0	2,3	0,5	2,3	#
Aantal behandelingen per gezondheidsstoornis						
- kreupelheden		2,4	3,0	2,6	2,6	
- luchtwegproblemen		1,8	2,4	2,3	2,5	
- achterblijven		1,7	2,3	1,7	2,3	
- maagdarmsstoornissen		5,0	2,0	0	2,0	
- staartbijten		2,0	4,0	2,0	4,0	
- overigen		1,4	2,1	3,5	1,8	
Groepsbehandelingen wegens						
- luchtwegproblemen		5	3	4	4	
- maagdarmsstoornissen		1	0	1	0	

Significantie: # = 0,05 < p < 0,10; * = 0,01 < p < 0,05; *** = p < 0,001

Bij proefbehandeling A is het aantal vleesvarkens dat behandeld is wegens luchtwegproblemen veel hoger dan bij de proefbehandelingen B, C en R. Dit wordt veroorzaakt door één ronde. In deze ronde zijn 69 vleesvarkens behandeld wegens luchtwegproblemen.

6.5 Discussie en conclusies

De technische resultaten met betrekking tot systeem A vallen tegen, temeer daar van het voeren van brijvoer meer verwacht werd (Scholten, 2001). Het sensorvoedersysteem (de korte trog), dat in de helft van de hokken van systeem A werd toegepast was daar voor het grootste deel schuld aan: de dieren vermorsten bij dit systeem erg veel voer. Het ontwerp van de voerbakken en de beperkte beschikbaarheid van het voer waren hier debet aan. De resultaten van dieren in de hokken met de lange trog waren niet verschillend van die in de andere systemen, hoewel eigenlijk van brijvoer een betere groei en voederconversie werd verwacht (Scholten, 2001).

Concluderend kan gesteld worden dat er tussen de systemen geen grote verschillen in technische resultaten, slachtkwaliteit en gezondheid van de vleesvarkens werd geconstateerd.

7 Gebruik van vloerkoeling voor sturing van lig- en werkgedrag bij hoge omgevingstemperaturen

A.J.A. Aarnink en H.T. Thuy (IMAG)

7.1 Inleiding

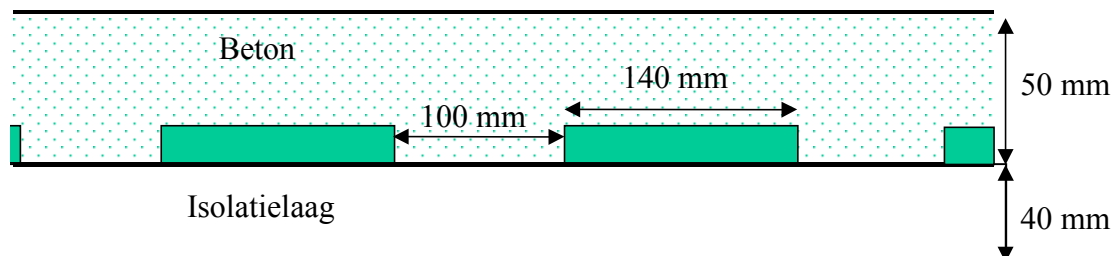
In een goed ontworpen hok zullen de dieren een duidelijke scheiding aanbrengen tussen lig- en mestplaats (Buré, 1986). Ze zullen gaan liggen op de dichte vloer en mesten op de roostervloer. De dichte vloer blijft schoon. Bij hoge temperaturen (hittestress) zoeken de varkens echter verkoeling, die ze vinden op de roostervloer. De scheiding tussen lig- en mestplaats verdwijnt, met als gevolg bevuilding van de dichte vloer (Aarnink e.a. 2001). Dit is ongewenst, zowel uit oogpunt van welzijn en gezondheid van de dieren, als uit het oogpunt van milieu (hogere ammoniak- en stankemissies) en arbeidsbehoefte (schoonmaken van hokken).

De doelstelling van dit deelproject was het effect te bepalen van vloerkoeling op het lig- en mestgedrag van vleesvarkens in verschillende hoktypen. Daarnaast is het effect bepaald van vloerkoeling op de voeropname en de groei van de varkens.

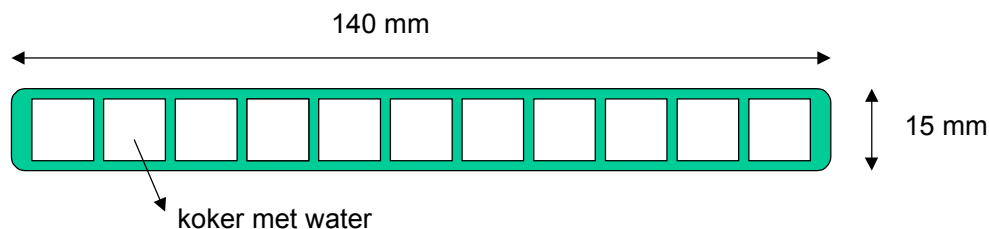
7.2 Materiaal en methode

Het onderzoek binnen dit deelproject is verricht in één afdeling van systeem B (afdeling 7) en in één afdeling van systeem C (afdeling 3). In deze afdelingen werd de ene helft van de hokken uitgerust met vloerkoeling, de ander helft zonder. In systeem C zijn de hokken in het begin smaller gemaakt. Op twee tijdstippen (bij een gemiddeld gewicht van 50 en 85 kg) zijn de hokken breder gemaakt. In systeem C werden lamellen in de vloer gelegd waar het (koude) water doorstroomde (R&R Systems, zie Figuren 7.1 en 7.2). In de afdeling met hoktype B werden standaard slangen gelegd, die ook voor vloerverwarming worden gebruikt (zie Figuur 7.3). Het onderzoek binnen dit project is gedurende de maanden juni tot en met augustus verricht.

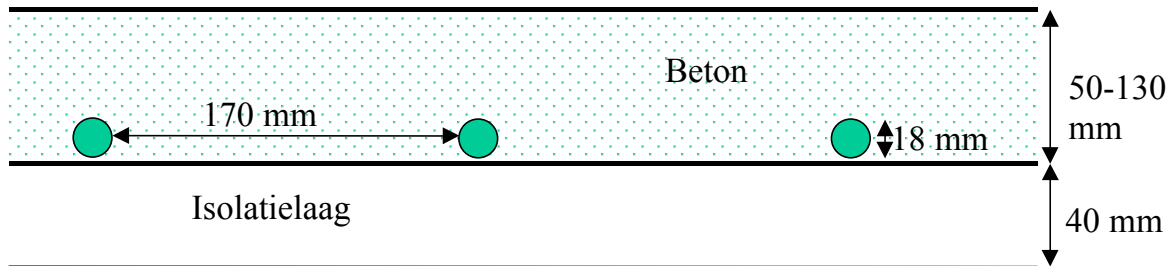
Figuur 7.1 Vloerkoelingsysteem met behulp van lamellen



Figuur 7.2 Detailtekening lamel



Figuur 7.3 Vloerkoelsysteem met behulp van slangen. De dikte van de betonlaag van de bolle vloer varieerde van 50 tot 130 mm



Regeling klimaatsysteem

De eerste twee weken na opleg werd de vloer verwarmd met een ingaande watertemperatuur aflopend van 30 naar 25°C. Vanaf week 3 werd de vloerkoeling ingeschakeld. Deze werd als volgt geregeld:

- De vloerkoeling werd ingeschakeld bij een ruimtetemperatuur boven de 25°C aan het begin van week 3 en boven de 20°C aan het eind van week 7. Hier tussenin liep de inschakeltemperatuur lineair af. Van week 7 tot het einde bleef de inschakeltemperatuur op 20°C staan.
- Tot 24 juli was de temperatuur van het ingaande water in de vloer ingesteld op 23°C. Bij elke 2°C hogere ruimtetemperatuur dan de inschakeltemperatuur voor de vloerkoeling werd de watertemperatuur 1°C lager ingesteld, met een minimum van 18 °C.
- Vanaf 24 juli was de temperatuur van het ingaande water in de vloer ingesteld op 21°C, met een minimum van 16°C.

Het water in het vloercircuit werd gekoeld met behulp van grondwater. Via het tegenstroomprincipe werd het water van het vloercircuit in een warmtewisselaar afgekoeld.

De volgende metingen werden elke 10 minuten verricht:

- Buitentemperatuur, temperatuur op dierniveau, buiten RV en RV op dierniveau (2 per afdeling, 1 m boven een gekoelde en een ongekoelede dichte vloer).
- Ventilatie-debiet.
- Temperatuur van aanvoer- en retourwater.
- Debiet water in vloercircuit.
- Energie-opname door vloercircuit, berekend uit de metingen aangegeven in de vorige twee punten.

De volgende waarnemingen werden gedaan:

- Liggedrag: Het liggedrag werd bepaald aan de hand van 24-uurs video-opnamen. Het volgende werd bepaald:
 - Waar liggen de varkens. De ligruimte werd ingedeeld in 6 vakken en de roostervloer in 2 vakken. Het aantal liggende dieren in de verschillende vakken werd bepaald.
 - Hoe liggen de varkens (gestrekt of buikligging of ertussenin).
- Mestgedrag: dagelijks, behalve in de weekends, werd de met urine en feces bevulde plekken op een rastertekening van het hok ingetekend. De korstvorming is gescoord op licht, matig en ernstig, waarbij het totaal van licht, matig en ernstig altijd 100% is.

De waarnemingen werden gedaan tijdens perioden dat de vloerkoeling aan stond. De opnamen werden paarsgewijs gemaakt, één hok met en één hok zonder vloerkoeling in dezelfde afdeling. Elke 15 minuten werd het liggedrag van de varkens bepaald.

Statistische analyses

De resultaten zijn geanalyseerd met de ANOVA procedure van Genstat (Genstat 5 Committee, 1993). Wel of geen koeling en systeem (B of C) waren de hoofdeffecten in de analyse. De afdelingstemperatuur is bij de analyse van het liggedrag opgenomen als co-variabele in het model. De hokken vormden de experimentele eenheden in dit onderzoek.

7.3 Resultaten

Aantal waarnemingen

In tabel 7.3 worden het aantal 24-uurs waarnemingen per hok gegeven voor de beide systemen. Tijdens deze 24-uurs waarnemingen was de gemiddelde temperatuur tijdens het warme deel van de dag (van 10:30 tot 22:30) hoger dan 25°C.

Tabel 7.3 Aantal 24-uurs waarnemingen per hok met gemiddelde temperatuur gedurende het warme deel van de dag en het gemiddeld aantal dagen na opleg

Systeem	Hok	Aantal 24-uurs waarnemingen	Temperatuur (10:30 – 22:30)	Dagen na opleg
C	1	13	27,2	61,7
	2	16	26,2	58,7
	3	8	26,1	58,9
B	1	3	26,0	54,2
	2	6	25,8	59,4
	3	6	26,1	54,8
	4	4	26,9	48,4
	5	3	25,3	32,8
	6	5	27,1	39,1

Percentage liggende dieren op de roostervloer

Tijdens de observatiedagen lagen gemiddeld 82,4% van de varkens. Er was geen effect van systeem of van vloerkoeling op het totaal percentage liggende dieren ($P > 0,05$). In tabel 7.4 worden de percentages liggende dieren op de roostervloer gegeven tijdens respectievelijk het koele en warme deel van de dag voor de gekoelde en ongekoeelde hokken.

Tabel 7.4 Percentage liggende dieren op de roostervloer tijdens het koele (22:30-10:30) en warme (10:30 – 22:30) deel van de dag bij een ongekoeelde en gekoelde vloer in systemen B en C

Periode	Systeem B		Systeem C		Effect koeling		Effect systeem	
	ongekoeld	gekoeld	ongekoeld	gekoeld	s.e.d.	P	s.e.d.	P
22:30-10:30	13,8	7,1	26,7	20,3	1,3	<0,01	1,5	<0,001
10:30-22:30	18,0	10,6	28,4	20,6	1,1	<0,001	1,2	<0,001

De gemiddelde afdelingstemperatuur tijdens het koele deel van de dag was 24,7 en 24,1 °C en tijdens het warme deel van de dag 26,5 en 26,6 °C voor respectievelijk systemen B en C. De gemiddelde RV was 54,0 en 59,9% tijdens het koele deel van de dag en 47,8 en 53,5% tijdens het warme deel van de dag voor respectievelijk systeem B en C. De afgegeven warmte aan de vloer was gemiddeld 28,3 en 38,3 W tijdens het koele deel van de dag en 28,7 en 45,0 W tijdens het warme deel van de dag voor respectievelijk systeem B en C.

Uit tabel 7.4 blijkt dat als gevolg van vloerkoeling bij hoge omgevingstemperaturen significant minder dieren op de roostervloer lagen. In zowel systeem B als C lagen gemiddeld over de dag 7,1% minder varkens op de roostervloer (systeem B: 15,9 versus 8,8; systeem C: 27,6 versus 20,5). In systeem B lagen gemiddeld 11,6% minder dieren op de roostervloer dan in systeem C. Zowel het effect van koeling als het effect van de systeem op het percentage liggende dieren op de roostervloer was sterk significant. Er was geen interactie tussen het systeem- en het koeleffect. Tijdens het warme deel van de dag (10:30-22:30) lagen meer dieren (2,4%) op de roostervloer dan tijdens het koele deel van de dag (22:30-10:30). Het effect van koeling was tijdens het warme deel van de dag iets groter dan tijdens het koele deel.

Bevuiling van de dichte vloer

In tabel 7.5 wordt het resultaat gegeven van de analyse van het effect van vloerkoeling op de bevuiling van de dichte vloer met urine en feces.

Tabel 7.5 Effect van vloerkoeling en afdeling op de bevuilding van de dichte vloer met urine en feces (in % van het totale dichte vloeroppervlak)

Bevuiling	Systeem B		Systeem C		Effect koeling		Effect systeem	
	Ongekoeld	Gekoeld	Ongekoeld	gekoeld	s.e.d.	P	s.e.d.	P
Urine	0,94	0,66	3,18	3,01	0,22	n.s.	0,24	<0.001
Feces	0,80	0,76	0,62	0,59	0,14	n.s.	0,15	n.s.

Uit tabel 7.5 blijkt dat koeling slechts een geringe, niet significante, vermindering gaf van de bevuilding van de dichte vloer. Verder blijkt dat het systeem wel een significante invloed had op de bevuilding van de dichte vloer met urine. Voor bevuilding met feces werd geen effect van het systeem gevonden.

In tabel 7.6 wordt het effect gegeven van vloerkoeling op de mate van korstvorming in de beide afdelingen. Uit de tabel blijkt dat vloerkoeling geen significant effect had op de mate van korstvorming. Het systeem had wel een significant effect op korstvorming. Het grootste oppervlak van systeem B had slechts een lichte mate van korstvorming, terwijl het grootste oppervlak van systeem C een matige korstvorming had. Ernstige korstvorming verschilde niet significant tussen beide systemen.

Tabel 7.6 Effect van vloerkoeling en systeem op korstvorming op de dichte vloer (in % van het totale dichte vloeroppervlak)

Korst- vorming	Systeem B		Systeem C		Effect koeling		Effect systeem	
	ongekoeld	gekoeld	ongekoeld	gekoeld	s.e.d.	P	s.e.d.	P
Licht	65,8	92,0	3,0	12,7	14,6	n.s.	15,5	<0.00
Matig	10,8	0,0	73,7	82,7	6,5	n.s.	6,9	<0.00
Sterk	23,3	8,0	23,3	4,7	11,0	n.s.	11,6	n.s.

Lighouding

In tabel 7.7 worden respectievelijk de effecten gegeven van vloerkoeling op het liggen op de buik en het liggen op de zij op de dichte vloer.

Tabel 7.7 Effect van vloerkoeling en systeem op het liggen op de buik op de dichte vloer (als percentage van het aantal liggende varkens)

Lighouding	Systeem B		Systeem C		Effect koeling		Effect systeem	
	ongekoeld	gekoeld	ongekoeld	gekoeld	s.e.d.	P	s.e.d.	P
Buik	26,6	27,3	24,4	24,2	1,1	n.s.	1,1	<0.05
Zij	52,8	51,9	50,9	48,6	1,3	n.s.	1,4	n.s.

Uit tabel 7.7 blijkt dat vloerkoeling geen significant effect had op het liggen op de buik of het liggen op de zij. In systeem B lagen de varkens iets meer op de buik dan in systeem C. Er werd geen effect gevonden van systeem op het liggen op de zij.

7.4 Discussie

Uit de resultaten blijkt een statistisch significant effect van vloerkoeling op het ligpatroon van vleesvarkens bij hoge omgevingstemperaturen (overdag > 25°C). Bij een gemiddeld percentage liggende dieren van 82,4%, lagen in systeem C in de ongekoelde hokken tijdens de observatiedagen 5,4 varkens op de roostervloer. In de gekoelde hokken was dit 1,4 varken minder. In systeem B lagen gemiddeld 1,6 varkens op de roostervloer bij de ongekoelde vloer en 0,9 varken bij de gekoelde vloer. Het geringe aantal liggende dieren op de roostervloer had geen duidelijk effect op de bevuilding van de dichte vloer. De dichte vloer van systeem B werd sowieso weinig bevuild. In systeem C trad wel enige bevuilding op. Het verschil in bevuilding ten opzichte van systeem B zou veroorzaakt kunnen zijn door het verschil in vloeruitvoering (hellend ten opzichte van bol) en door het grotere aantal liggende dieren op de roostervloer. Het grotere aantal liggende dieren op de roostervloer in systeem C zou veroorzaakt kunnen zijn door de geringere ruimte die de dieren hadden tot ca. 85 kg. De hokken in systeem C werden immers twee maal vergroot, bij ca. 60 kg van 0,6 naar 0,8 m² per varken en bij ca. 85 kg van 0,8 naar 1,0 m².

Het effect van vloerkoeling op het lig- en mestgedrag is geringer dan vooraf werd verwacht. Eén van de oorzaken zou kunnen zijn dat de verse ventilatielucht in dit onderzoek vanuit de voergang direct bij de dieren in de ligruimte terecht kwam. Dit kan de dieren meer naar de ligruimte getrokken hebben. In eerder onderzoek (Aarnink e.a., 2001) kwam de lucht via een geperforeerd ventilatieplafond uniform de afdeling binnen. In dat onderzoek lagen bij hoge omgevingstemperaturen relatief meer dieren op de roostervloer en werd geconstateerd dat indien de roostervloer voor meer dan 28% vol ligt met varkens, het risico van bevuilding duidelijk toeneemt.

Van Wagenberg en Aarnink (2001) geven aan dat vleesvarkens in een jaar met gemiddelde temperaturen gedurende ca. 1900 uur enige mate van koeling nodig hebben om in de comfortzone te blijven. Dit is 22% van de tijd gedurende het jaar.

In systeem B werd de vloer minder gekoeld dan in systeem C. Dit had waarschijnlijk twee oorzaken: In systeem B was verder verwijderd van de warmtewisselaar. Hierdoor werd het water meer opgewarmd voordat het de vloer inging, ondanks het feit dat de leidingen geïsoleerd waren. In systeem B was de hoeveelheid water dat door de leidingen stroomde geringer dan in systeem C, namelijk gemiddeld respectievelijk 0,8 en 0,6 m³/h. Dit werd waarschijnlijk vooral veroorzaakt door het grotere doorstroomoppervlak van de panelen in de vloer in systeem C.

Ondanks de mindere koeling in de afdeling met systeem B, was het effect op het aantal liggende dieren op de roostervloer vergelijkbaar met die van de afdeling met systeem C. Hieruit zou afgeleid kunnen worden dat extra koeling van de dichte vloer geen extra effect oplevert ten aanzien van het ligpatroon van de vleesvarkens. Een harde conclusie is hierover echter niet te trekken, aangezien het type koelsysteem (slangen versus panelen) verstrengeld is met de overige verschillen tussen de systemen B en C.

De lighouding van de dieren was niet verschillend tussen de gekoelde en de ongekoelede dichte vloer. Dit duidt erop dat de vloer in ieder geval niet te koud was voor de dieren. Het is de verwachting dat bij een (te) koude vloer de dieren meer op de buik gaan liggen.

Uit het feit dat geen duidelijk verschil werd geconstateerd in het oppervlak van de dichte vloer dat bevuild was met urine, mag geconcludeerd worden dat vloerkoeling in dit onderzoek waarschijnlijk geen effect heeft gehad op de ammoniakemissie uit de stal.

7.5 Conclusies

Vloerkoeling heeft een significant effect op het ligpatroon van vleesvarkens bij hoge omgevingstemperaturen. Bij gebruik van vloerkoeling gaat overdag ca. 8% minder dieren op de roostervloer liggen.

Het verschil in ligpatroon veroorzaakte geen duidelijk verschil in bevuilding van de hokken. De ammoniakemissie was daarom in de gekoelde hokken waarschijnlijk niet lager dan in de ongekoelede hokken.

Systeem B had minder bevuilding dan systeem C.

Vloerkoeling had in dit onderzoek geen effect op de lighouding van de varkens.

8 Arbeidsbehoefte

E.M. van den Heuvel en H.A.M. Spoolder (PV)

8.1 Waarnemingsmethodiek

De metingen naar de arbeidsbehoefte zijn verricht op twee momenten: tijdens de dagelijkse werkzaamheden en bij schoonmaken van de afdelingen na afleveren. Deze tijdsregistraties zijn evenals de werkwijzen volgens vaste protocollen uitgevoerd.

De dagelijkse werkzaamheden bestonden uit drie onderdelen. Allereerst de dagelijkse controle, waarbij gekeken werd naar diergezondheid en hokhygiëne. Daarna werden indien nodig veterinaire behandelingen toegepast, en tot slot werden indien nodig hokken schoongemaakt. Voor de dagelijkse werkzaamheden zijn de volgende gegevens geregistreerd: de datum, het tijdstip van binnenkomst in de afdeling en het tijdstip van verlaten van de afdeling. Verder werd het type werkzaamheden dat verricht werd en in welke hokken dit gebeurde genoteerd. Waar nodig werd aangegeven welke dieren behandeld zijn en welke hokken schoongemaakt zijn.

Bij het schoonspuiten van de afdeling na afleveren werd de afdeling bezemschoon gemaakt waarna de afdeling werd ingeweekt voor een periode van 24 uur. Daarna werd begonnen met het schoonspuiten met de hogedrukspuit. Voor het schoonspuiten van de afdeling is het volgende geregistreerd: afleverdatum, duur van het inweken en duur van het schoonspuiten zelf en de naam van de dierversorger die de werkzaamheid uitvoerde.

De data zijn geanalyseerd met behulp van variantieanalyse met afdeling als experimentele eenheid. Bij het analyseren van de schoonspuitdata werd inweektijd meegenomen als co-variabele.

8.2 Resultaten

Er was geen effect van ronde (seizoen; winter vs zomerronde) op de duur van de dagelijkse werkzaamheden in de stal (5,27 vs 4,97; $P > 0,05$), op de gemiddelde hoeveelheid tijd per dag die nodig was voor veterinaire behandelingen (0,73 vs 0,78; $P > 0,05$) of en het gemiddelde aantal hokken per afdeling dat werd schoongemaakt (0,19 vs 0,24; $P > 0,05$). Wel werd er een effect gevonden van het systeem op het gemiddeld aantal hokken dat per dag moest worden schoongemaakt (tabel 8.1): bij systeem A moest het vaakst worden ingegrepen ($P < 0,05$). Hoewel het verschil tussen de systemen daarbij groot lijkt, blijkt uit de ruwe data dat het dagelijks om kleine handelingen ging die geen invloed hebben gehad op de totaal benodigde tijd in de betrokken afdelingen. Het lijkt daarbij aannemelijk dat aan de observatie van dieren in systeem A minder tijd besteed werd dan in de andere systemen (ter 'compensatie'), of dat dit gelijktijdig werd gedaan met het schoonmaken van hokken in de afdeling.

Tabel 8.1 Effect van type huisvestingssysteem op de hoeveelheid en het type dagelijkse werkzaamheden in de stal

	Systeem					Sign.
	A	B	C	R	Sed	
Gemiddelde duur dagelijkse werkzaamheden (min/afdeling)	4,94	5,29	5,20	5,04	0,473	NS
Gemiddeld aantal dieren dat per dag veterinair is behandeld	0,84	0,90	0,60	0,67	0,271	NS
Gemiddeld aantal hokken dat per dag is schoongemaakt*	0,66 ^a	0,10 ^b	0,03 ^b	0,06 ^b	0,229	<0,1

Bij systeem C is gecorrigeerd voor het aantal hokken in de afdelingen (6 i.t.t. 12 in de andere systemen). Een verschillend superscript geeft aan dat de waarden statistisch verschillend zijn ($P < 0,05$).

De vier systemen verschilden onderling in de hoeveelheid arbeid die na afloop nodig was om ze schoon te maken. De benodigde arbeid was daarbij significant hoger voor systeem A in vergelijking met de drie anderen (tabel 8.2). Er was geen seizoenseffect of seizoen * systeem effect op de hoeveelheid tijd die nodig was voor het schoonmaken na afloop (197,6 vs 218,4 min voor respectievelijk zomer vs. winter, $P > 0,05$).

Tabel 8.2 Arbeidsbehoefte bij schoonspuiten afdeling

	Systeem				Sed	Sign.
	A	B	C	R		
Gem. schoonmaaktijd (min) ¹	278,7 ^a	180,9 ^b	179,1 ^b	181,1 ^b	15,46	<,001

¹ De gemiddelden zijn gebaseerd op vier waarnemingen en gecorrigeerd voor inweektijd. Een verschillend superscript geeft aan dat de waarden statistisch verschillend zijn ($P < 0,05$).

De totale arbeidsbehoefte van dagelijkse werkzaamheden over 108 meetdagen plus schoonmaken aan het eind 812,2, 752,2, 740,7 en 725,4 minuten per 144 varkens voor respectievelijk systeem A, B, C en R ($P > 0,05$).

8.3 Conclusie

- Bij gebruik van 60% dichte vloer bestaat een vergelijkbare totale arbeidsbehoefte als bij het gebruik van 40% dichte vloer.
- De hogere arbeidsbehoefte aan het eind van een mestronde in systeem A was mogelijk meer te wijten aan het voersysteem of de vloeruitvoering bij de trog, dan aan het aandeel dichte vloer.

9 Concentraties stof in relatie tot het aandeel dichte vloer

E.M. van den Heuvel, H.A.M. Spoolder, A.H.A.A.M. van Lierop (PV)

9.1 Inleiding

De hoeveelheid stof in de stallucht kan toenemen bij een stijgend aandeel dichte vloer omdat een afname van het aandeel roostervloer met zich meebrengt dat in de put minder stof kan neerslaan. Stof kan schadelijk zijn voor de gezondheid. Zeugen- en vleesvarkenshouders (Willems et al, 1984; Donham et al., 1989), maar ook veterinairen die werkzaam zijn op varkensbedrijven (Tielen et al., 1995) lijden meer aan respiratoire problemen dan andere bevolkingsgroepen. Risicofactoren zijn de concentraties van inhaleerbaar en respirabel stof, endotoxinen, allergenen en verschillende gassen in de stallucht (Donham, 1995). Gezondheidsklachten die na verloop van tijd kunnen optreden zijn koorts, hoofdpijn en ademhalingsmoeilijkheden. De meeste problemen zijn acuut en reversibel. De klachten nemen toe naarmate men langer aan de omstandigheden wordt blootgesteld (Donham, 1995) en kunnen onomkeerbaar worden. De meeste risicofactoren zijn gecorreleerd (Donham 1986) en verondersteld mag worden dat het vóórkomen en de ernst van de gezondheidsproblemen toenemen bij toenemende hoeveelheden stof in de stallucht.

9.2 Materiaal en methode

In alle proefafdelingen zijn de concentraties inhaleerbaar en respirabel stof bepaald volgens het protocol van Van 't Klooster et al (1991). Het verschil tussen inhaleerbaar en respirabel stof berust op de grootte van de deeltjes. Bij inhaleerbaar stof spreekt men van deeltjes die weliswaar kunnen worden ingeademd, maar niet in de alveoli van de longen terechtkomen. Dat kan wel gebeuren met respirabel stof, dat bestaat uit deeltjes kleiner dan 5 µm. Er zijn metingen uitgevoerd op 3 plaatsen in de afdeling: boven de controlegang is het inhaleerbaar stofgehalte gemeten op ongeveer 170 cm hoogte, en boven het tweede hok vanaf de toegangsdeur (bij systeem C het eerste hok) zijn het inhaleerbaar en het respirabel stofgehalte gemeten op ongeveer 170 cm boven de dichte vloer. In totaal is gedurende iedere ronde drie keer gedurende een periode van ongeveer 3 weken het stofgehalte gemeten. De eerste meetperiode begon ongeveer 14 dagen na opleg, de tweede meetperiode ongeveer 6 weken na opleg en de derde meetperiode ongeveer 11 weken na opleg van de dieren. De stofmetingen zijn afgesloten voordat de eerste vleesvarkens zijn afgeleverd aan de slachterij.

9.3 Statistische analyse

Per ronde is per afdeling en per meetperiode en meetplaats de gemiddelde stofconcentratie (in mg droog stof per m³) berekend. Daarbij is rekening gehouden met de tijdsduur dat het filter in de filterhouder heeft gezeten en de hoeveelheid door het filter aangezogen lucht (het debiet).

Over beide rondes en de drie meetperiodes heen is de concentratie droog stof per m³ geanalyseerd onder REML. Hierbij is eenzijdig getoetst, vanwege de verwachting dat de stofconcentratie toeneemt bij toenemend percentage dichte vloer. Het model zag er als volgt uit:

$$Y = \text{constante} + \text{systeem} + \text{dagen na opleg} + \text{systeem} * \text{dagen na opleg} + \text{ronde} + \text{periode} + \text{ronde} * \text{afdeling} + \text{ronde} * \text{periode} + \text{ronde} * \text{afdeling} * \text{periode} + \text{rest}$$

Over beide rondes heen, maar per periode, is de concentratie droog stof per m³ geanalyseerd onder ANOVA. Het model, waarbij met het gemiddelde stofgehalte per proefafdeling is gerekend, zag er als volgt uit:

$$Y = \text{constante} + \text{ronde} + \text{systeem binnen ronde} + \text{rest}$$

9.4 Resultaten

In tabel 9.1 zijn de gecorrigeerde gemiddelde stofgehalten per huisvestingssysteem per meetplaats en per meetperiode vermeld, als ook per huisvestingssysteem per meetplaats over de gehele mestronde. De concentraties stof in de onderzochte huisvestingssystemen verschilden significant van elkaar zowel over de gehele mestronde, als tijdens individuele meetperiodes. Daarbij was de stofconcentratie in systeem A consequent lager dan in de andere systemen. Systemen R en B, die enkel verschilden in het aandeel dichte vloer, waren niet aantoonbaar verschillend met betrekking tot de hoeveelheid stof in de stallucht. Numeriek had systeem R echter consequent een lager gehalte aan inhaleerbaar stof (ca. 20% minder) en respirabel stof (30-70%) dan systeem B. De variatie tussen de vier herhalingen binnen elk systeem was echter relatief groot.

Tabel 9.1 Stofgehalten per meetplaats en per periode bij diverse huisvestingssystemen (in mg/m³). (N=4 per meetperiode per meetplaats)¹

Systeem	A	B	C	R	Significantie ²
<i>Inhaleerbaar stofgehalte boven de controlegang:</i>					
periode 1	0,95 ^a	3,30 ^b	3,34 ^b	2,69 ^b	***
periode 2	0,83 ^a	2,61 ^b	2,63 ^b	2,04 ^b	***
periode 3	0,59 ^a	2,98 ^b	2,85 ^b	2,46 ^b	***
gemiddeld	0,79 ^a	2,96 ^b	2,94 ^b	2,39 ^b	***
<i>Inhaleerbaar stofgehalte boven de hokken:</i>					
periode 1	1,20 ^a	3,99 ^b	2,99 ^b	3,28 ^b	**
periode 2	1,09 ^a	3,34 ^b	2,26 ^{ab}	2,74 ^{ab}	*
periode 3	0,80 ^a	3,54 ^b	2,71 ^b	2,97 ^b	***
gemiddeld	1,03 ^a	3,62 ^b	2,65 ^b	2,99 ^b	***
<i>Respirabel stofgehalte boven de hokken:</i>					
periode 1	0,05 ^a	1,06 ^b	0,45 ^{ab}	0,70 ^b	*
periode 2	0,02 ^a	0,83 ^b	0,40 ^{ab}	0,26 ^{ab}	*
periode 3	0,06 ^a	1,00 ^b	0,81 ^b	0,40 ^{ab}	*
gemiddeld	0,03 ^a	0,96 ^b	0,55 ^b	0,45 ^b	***

¹ Analyses zijn uitgevoerd op log getransformeerde data. Een maat van spreiding is niet te geven omdat terugtransformatie van de berekende spreiding geen correcte weergave geeft. Waarden met een verschillend superscript in één rij zijn significant verschillend (P<0,05)

² Significantieniveaus: * = P<0,05; ** = P<0,01; *** = P<0,001

Er zijn geen verschillen tussen de meetperiodes per huisvestingssysteem aangetoond (P>0,05). Alleen voor systeem R werd een tendens gevonden tot een iets hogere concentratie respirabel stof boven de hokken in de eerste periode dan daarna (0,70, 0,26 en 0,40 mg/m³ voor respectievelijk periode 1, 2 en 3; P<0,10). Wel waren er seizoenseffecten ten aanzien van de gemeten hoeveelheid stof: tijdens de eerste ronde (winter / voorjaar) werd meer stof in de lucht gemeten. tabel 9.2 geeft aan hoe groot de verschillen waren per huisvestingssysteem. Uit de tabel blijkt ook dat de grootste bijdrage aan de verschillen tussen huisvestingssystemen geleverd wordt in de eerste ronde.

Tabel 9.2 Stofgehalten per meetplaats en per ronde (winter en zomer) bij diverse huisvestingsystemen (in mg/m³)¹

Systeem	A	B	C	R	Systeemeffect ²
<i>Inhaleerbaar stofgehalte boven de controlegang:</i>					
Winter/voorjaar	1,23 ^a	4,32 ^b	4,75 ^b	3,73 ^b	***
Zomer	0,45	1,45	1,08	1,00	n.s.
Ronde effect	*	**	***	***	
<i>Inhaleerbaar stofgehalte boven de hokken:</i>					
Winter/voorjaar	1,45 ^a	5,21 ^b	4,26 ^b	4,50 ^b	***
Zomer	0,63	1,93	1,01	1,40	#
Ronde effect	*	***	***	***	
<i>Respirabel stofgehalte boven de hokken:</i>					
Winter/voorjaar	0,16 ^a	1,54 ^b	0,95 ^b	0,86 ^b	***
Zomer	0,05	0,27	0,10	0,09	n.s.
Ronde effect	*	***	**	***	

¹ Analyses zijn uitgevoerd op log getransformeerde data. Een maat van spreiding is niet te geven omdat terugtransformatie van de berekende spreiding geen correcte weergave geeft. Waarden met een verschillend superscript in één rij zijn significant verschillend (P<0,05)

² Significantieniveaus: # = P<0,1; * = P<0,05; ** = P<0,01; *** = P<0,001

9.5 Discussie

De gemeten stofniveaus in systemen B en C lagen iets boven eerder gemeten waarden in de vleesvarkensstallen van het Praktijkonderzoek. Van 't Klooster et al. (1991) vonden in een gangbare vleesvarkensstal over een periode van juli tot april gehalten van rond de 2,50 mg/m³ stallucht, systemen B en C in de huidige proef (boven de controlegang) respectievelijk 2,96 en 2,94 mg/m³. De stofconcentratie in systeem A lag daar behoorlijk ver onder (0,79 mg/m³). Dit was verwacht, omdat van brijvoeding bekend is dat 22 tot 54% minder stof vrij komt in de stallucht in vergelijking met droogvoer (o.a. Baekbo en Wolstrup, 1989). Tussen de referentiestal R (2,39 mg/m³) en systeem B konden geen significante verschillen aangetoond worden in concentratie stof boven de voegang: het aandeel dichte vloer op zich lijkt dus geen effect te hebben. Echter, de gemiddelde waarden van de inhaleerbare stofconcentraties waren consequent ca. 20% lager in de referentiestal dan in systeem B. Met betrekking tot het respirabel stof was dit verschil nog groter: de gemiddelden verschilden tussen 30 en 70%! Dat de verschillen niet statistisch aantoonbaar waren heeft mogelijk te maken met de onverwacht grote variatie in stofconcentraties in de stallen. Hoewel de hypothese dat stofconcentraties toenemen bij toenemend aandeel dichte vloer daarom aan de hand van de huidige resultaten verworpen moet worden, lijkt het aannemelijk dat bij een groter aantal herhalingen wel degelijk een positief verband tussen hoeveelheid stof en hoeveelheid dichte vloer zal worden aangetoond.

Er is in de literatuur geen maximum toegelaten waarde (MAC; Maximum Accepted Concentration) vastgesteld voor de hoeveelheid stof in varkensstallen. Wel hebben Donham en Cumro (1999) op basis van epidemiologisch onderzoek vastgesteld dat in varkensstallen stofconcentraties van meer dan 2,4 mg/m³ inhaleerbaar en 0,16 mg/m³ respirabel stof gezondheidsrisico's veroorzaken. Deze grenswaarde voor respirabel stof werd, althans boven de varkenshokken in de huidige proef, ruim overschreden in drie van de vier onderzochte systemen (B: 0,96, C: 0,55 en R: 0,45 mg/m³). Donham en Cumro (1999) baseren hun grenswaarden op metingen aan personen die gedurende 6 jaar minimaal 2 uur per dag aan de stofhoeveelheid werden blootgesteld. Roelofs en Binnendijk (2000) vragen zich af of Nederlandse varkenshouders niet *meer* dan de door Donham en Cumro (1999) aangenomen hoeveelheid tijd in varkensstallen werken. Geconcludeerd kan worden dat de gevonden waarden bij systemen B, C en R in ieder geval nadelige gevolgen kunnen hebben voor de gezondheid.

De verschillen tussen ronde 1 en 2 zijn zeer groot. Ronde 1 (winter en voorjaar) liet veel hogere waarden zien dan ronde 2 (zomer en vroeg najaar): bij de hoeveelheid respirabel stof kon dit soms een factor 10 schelen. Een verklaring is te vinden in het feit dat het stofgehalte sterk wordt beïnvloed door het

ventilatie-niveau (Roelofs en Binnendijk, 2000). Vanwege de afvoer van warmte wordt in de zomer meer geventileerd dan in de winter. Gustafsson (1999) geeft aan dat 20-40% van het stof uit de stallucht verdwijnt door ventilatie. Het verschil in de huidige proef is echter veel groter dan dat en waarschijnlijk zijn ook andere oorzaken mede verantwoordelijk voor het verschil. Te denken valt daarbij aan het gebruikte ventilatiesysteem: de aanvoer van lucht was laag (via het grondkanaal) en de afvoer hoog. Het is mogelijk dat bij een omgekeerde ventilatierichting meer stof zou zijn neergeslagen (Verdoes, pers. com.). Daarnaast is bij het meten van de hokbevuiling geconstateerd dat deze tijdens de tweede ronde (zomerperiode) significant hoger was in alle afdelingen in vergelijking met de eerste ronde (Spoolder et al., 2001). Omdat op een natte vloer stof beter neer slaat kan dit bijgedragen hebben aan de verschillen tussen de rondes.

9.6 Conclusies

1. De gemeten stofconcentraties in de systemen waar droogvoer verstrekt werd waren zo hoog dat bij blootstelling onder praktijkomstandigheden de gezondheid schade kan oplopen. Het gebruik van stofmaskers in de stallen is daarom te allen tijde aan te bevelen.
2. De hypothese dat het aandeel dichte vloer de concentratie stof in de lucht verhoogd kan niet overtuigend verworpen worden. Vanwege de grote variatie in concentratie binnen systemen zijn de berekende verschillen tussen een vergelijkbaar systeem van 40% (R) met een systeem van 60% (B) weliswaar groot en eenduidig, maar niet significant.

10 Economische evaluatie

A.J.J. Bosma (PV)

10.1 Bouwkosten

In de stal waar het onderzoek is uitgevoerd was per afdeling één van de vier systemen aanwezig. Om de verschillende systemen financieel te kunnen vergelijken, zijn elk van de vier systemen omgerekend naar volledige stallen welke plaats bieden aan 2160 vleesvarkens. De stallen zijn opgedeeld in 15 afdelingen met 144 dieren per afdeling. In één afdeling zijn het kantoor, de hygiënesluis, de afleerruimte en een ziekenopvang ondergebracht. De mestopslag bevindt zich geheel buiten de stal en heeft voldoende capaciteit voor 9 maanden. De stal met systeem A is in dit onderzoek voorzien van twee soorten brijvoerinstallaties; restloze voeding en sensorvoeding. Voor de berekening van de stal met systeem A is als uitgangspunt genomen een brijvoerinstallatie van het type restloos. In de andere systemen is een droogvoerinstallatie met enkelvoudig circuit aangehouden. Deze varkens worden gevoerd middels droogvoerbakken. De stal waar het onderzoek heeft plaatsgevonden, is stapsgewijs gebouwd. Tussen de systemen zijn daardoor verschillen aanwezig wat betreft bouwmaterialen. Deze zijn onder andere te vinden in het waterkanaal. Omdat verwacht mag worden dat deze geen invloed hebben op de resultaten van het onderzoek, zijn deze verschillen weggehaald uit de berekening van de bouwkosten. Dit wil zeggen dat voor de berekening van de bouwkosten zoveel mogelijk van dezelfde bouwmaterialen wordt uitgegaan.

In tabel 10.1 zijn de bouwkosten van de verschillende systemen uiteengezet. De kosten zijn uitgerekend per ierplaats. Voor de berekening is gebruik gemaakt van het model 'Bouwfl' van het Praktijkonderzoek Veehouderij.

Tabel 10.1 Investeringskosten van de systemen per dierplaats (in Euro's)

INVESTERING (excl. BTW)	Systeem A	Systeem B	Systeem C	Referentie
Vorbereidend werk	10	10	10	10
Grondwerk	6	6	6	5
TOTAAL ALGEMEEN	16	16	16	15
Totaal onderbouw	134	134	107	128
Totaal bovenbouw	168	168	168	168
TOTAAL RUWBOUW	302	302	275	296
TOTAAL BOUW	318	318	291	311
TOTAAL INRICHTING	182	151	143	155
TOTAAL STAL	500	469	434	466

In tabel 10.2 zijn de bouwkosten vertaald naar de jaarlijkse kosten van de verschillende systemen. De kosten zijn uitgerekend per dierplaats. De gehanteerde rente is 6,3% (KWIN 2001-2002). De bedragen voor afschrijving en onderhoud worden berekend met het model 'Bouwfl'.

Tabel 10.2 Jaarlijkse kosten per dierplaats in Euro's (rente, afschrijving en onderhoud)

JAARKOSTEN (excl. BTW)	Systeem A	Systeem B	Systeem C	Referentie
Vorbereidend werk	0,70	0,70	0,70	0,70
Grondwerk	0,29	0,29	0,30	0,28
TOTAAL ALGEMEEN	0,99	0,99	1,00	0,98
totaal onderbouw	11,59	11,59	7,20	11,16
totaal bovenbouw	13,27	13,27	13,27	13,27
TOTAAL RUWBOUW	24,86	24,86	20,47	24,43
TOTAAL BOUW	25,85	25,85	21,47	25,41
TOTAAL INRICHTING	24,72	19,79	18,59	20,42
TOTAAL STAL	50,57	45,64	40,06	45,83

Uit bovenstaande tabel valt af te leiden dat de bouwkosten tussen een stal met 60% dichte vloer (systeem B) en een stal met 40% dichte vloer (Referentie) bijna gelijk zijn. Bij een bezettingspercentage van 93% zijn de jaarlijkse kosten van de stal met 60% dichte vloer $\text{€ } 0,19/0,93 = \text{€ } 0,21$ per gemiddeld aanwezig vleesvarken goedkoper.

De stal met Systeem A is $\text{€ } 34,-$ per varkensplaats duurder dan de Referentie. De oorzaak hiervan zijn hogere kosten van de brijvoerinstallatie ten opzichte van de droogvoerinstallatie.

Een bijna net zo groot verschil is te zien tussen Systeem C en de Referentie. De stal gebouwd volgens Systeem C is $\text{€ } 32,-$ goedkoper dan de Referentie. De oorzaken hiervan zijn het niet aanwezig zijn van het waterkanaal en de grotere groepen in Systeem C waardoor bijvoorbeeld minder hokafscheiding nodig was.

10.2 Financiële resultaten

De opbrengsten per vleesvarken zijn bepaald aan de hand van de geslachte gewichten, vleespercentage en typebeoordeling uit hoofdstuk 6. Het gehanteerde uitbetalingschema is conform wat door de slachterijen gebruikt wordt. De post overige toegerekende kosten is de verzameling van uitval, gezondheid, elektriciteit, verwarming en water. De kosten van uitval zijn berekend op basis van de uitval maal de gemiddelde waarde van de uitgevallen dieren. De kosten van gezondheid, elektriciteit, verwarming en water zijn gebaseerd op normen (KWIN 2001-2002). Deze kosten zijn voor elk systeem gelijk gesteld. In tabel 10.3 staan de resultaten van de berekeningen.

Tabel 10.3 Saldo per afgeleverd dier (in Euro's inclusief BTW)

	A	B	Systeem C	R	Sign.
Opbrengst dier	110,4	107,6	108,5	111,1	n.s.
Kostprijs big*	43,5	43,5	43,5	43,5	n.s.
Voerkosten	44,6	41,1	44,4	43,6	n.s.
Overige toegerekende kosten**	7,6	7,2	7,1	8,9	n.s.
Totale toegerekende kosten	95,7	91,8	95,0	96,0	n.s.
Saldo per afgeleverd dier	14,7	15,8	13,5	15,1	n.s.

* Kostprijs gestandaardiseerd over de vier systemen

** Overige kosten zijn gestandaardiseerd met uitzondering van de post 'uitval'

Tussen de verschillende systemen zijn geen significante verschillen gevonden in de opbrengsten en kosten van de dieren. De overige toegerekende kosten zijn bij alle systemen hoog te noemen. De oorzaak hiervan is de hoge uitval van dieren in het onderzoek.

Binnen systeem A zijn twee verschillende voersystemen gebruikt. In tabel 10.4 is het saldo opgesplitst naar de twee voersystemen.

Tabel 10.4 Saldo per afgeleverd dier (in Euro's inclusief BTW)

	Systeem		Sign.
	Korte trog	Lange trog	
Opbrengst dier	111,4	112,0	n.s.
Kostprijs big*	44,9	44,9	
Voerkosten	48,4	41,5	P < 0.0001.
Overige toegerekende kosten**	7,7	7,8	n.s.
Totale toegerekende kosten	101,0	94,2	P < 0.0001.
Saldo per afgeleverd dier	10,4	17,9	P < 0.0001.

* Kostprijs gestandaardiseerd over de twee voersystemen.

** Overige kosten zijn gestandaardiseerd met uitzondering van de post 'uitval'.

Tussen de voersystemen in systeem A is een significant verschil te zien in de voerkosten. Dit resulteert in een hoger saldo in het systeem met trogvoeding. De oorzaken van de verschillen in voerkosten zijn behandeld in hoofdstuk 6.

Op basis van de huisvestingskosten berekend in paragraaf 10.1 en de saldo's in tabel 10.3 is een kostprijs berekend per kilogram geslacht gewicht (tabel 10.5).

Tabel 10.5 Kostprijsberekening per kg geslachtgewicht (in Euro's inclusief BTW)

	Systeem			
	A	B	C	R
Totale toegerekende kosten (incl. rente)	1,11	1,10	1,06	1,07
Arbeidskosten	0,08	0,08	0,08	0,08
Huisvestingskosten	0,25	0,20	0,18	0,20
Overige algemene kosten	0,02	0,02	0,02	0,02
Kostprijs per kg geslacht gewicht	1,46	1,36	1,34	1,37

De arbeidskosten van de referentie zijn gesteld op € 6,82 per afgeleverd vleesvarken. De gemeten arbeidsbehoefte uit hoofdstuk 12 is gebruikt voor de berekening van de arbeidskosten van de andere systemen. De voerkosten van systeem A zijn berekend met dezelfde prijzen als de andere systemen. Voor systeem A is het mogelijk met de brijvoerinstallatie de voerkosten te verlagen door het voeren van goedkopere producten. De berekende kostprijzen zijn bij alle systemen hoog te noemen. De huisvestingskosten en de voerkosten zijn hier de hoofdoorzaken van. Systeem A heeft de hoogste kostprijs. Deze is € 0,09 hoger dan bij de Referentie. Systeem C realiseert de laagste kostprijs. De lagere bouwkosten zijn hier de oorzaak van.

10.3 Conclusie

- Nieuwbouw van stallen met een aandeel van 60% dichte vloer hoeft niet duurder te zijn dan nieuwbouw van stallen met een aandeel van 40%.
- De kostprijs voor de productie van varkensvlees in systemen met een aandeel van 60% dichte vloer ligt rond de prijs die voor het referentiesysteem met 40% dichte vloer berekend werd.

DEEL 2 BEDRIJFSBEZOeken

M.A. van der Gaag en J.J.H. Huijben (PV)

11 Aanpak bedrijfsbezoeken

11.1 Selectie bedrijven

Om praktijkbedrijven op te sporen die voor de reguliere markt produceren en de vleesvarkens op minimaal 60% dichte vloer huisvesten, is aan voorlichters van voerfabrikanten, stalinrichters en mensen die om veterinaire redenen op bedrijven komen, gevraagd om adressen van zulke bedrijven. De genoemde bedrijven zijn telefonisch benaderd met de vraag of zij aan de gewenste eis van 60% dichte vloer voldeden en zo ja, of zij aan het onderzoek mee wilden doen.

11.2 Waarnemingenprotocol

Er zijn twee rondes bedrijfsbezoeken geweest. De eerste ronde (9 bedrijven) in augustus en september van 2000. Een deel van de bedrijven van de eerste ronde (drie in totaal) is een tweede keer bezocht in februari 2001. In september 2001 is nog één extra bedrijf bezocht dat niet eerder kon worden meegenomen omdat het nog in aanbouw was. Voor de tweede ronde is van de bedrijven met vergelijkbare systemen steeds één bedrijf uitgekozen en is de nadruk gelegd op systemen die in de praktijk het meest gangbaar zijn. Tijdens een bezoek werd de stal bekeken en een visuele beoordeling gegeven aan de bevulling van de dieren en van het hok. Bij de bevulling van het hok is in de eerste instantie gekeken naar mest en vocht op de dichte vloer en indien er opvallende bevulling op het rooster was is dit apart vermeld. Tevens zijn er in de stal foto's gemaakt en is van ieder staltype een schets gemaakt. Aansluitend werd er een vragenlijst ingevuld over de persoonlijke ervaringen met het stalsysteem samen met de varkenshouder. Het onderzoek is beschrijvend van aard: het was niet opgezet om statistische vergelijkingen tussen systemen te kunnen uitvoeren.

12 Bezochte stalsystemen

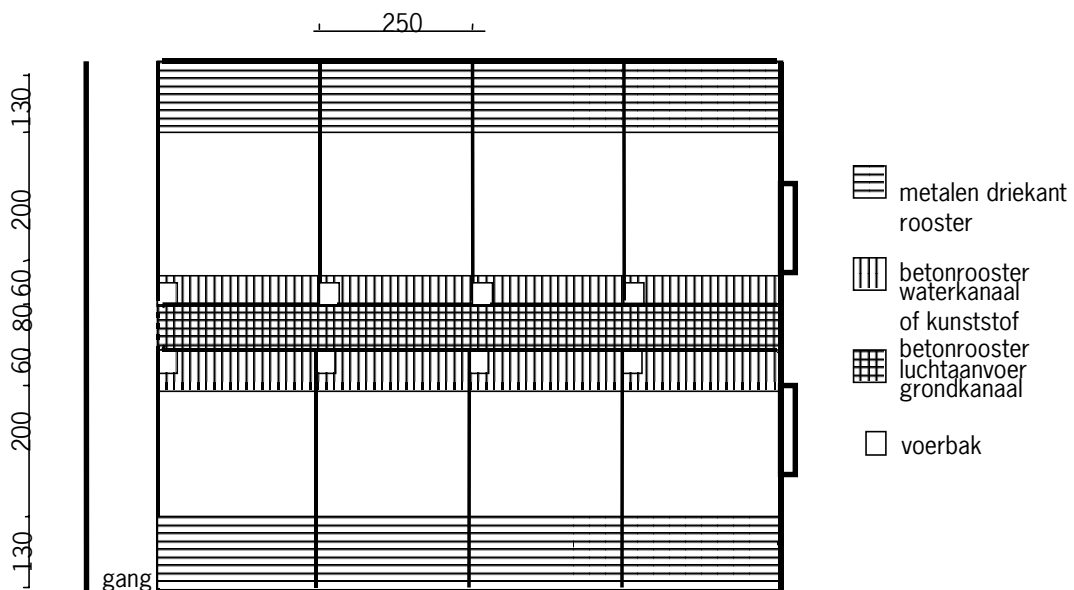
M.A. van der Gaag en J.J.H. Huijben (PV)

De huisvestingssystemen van de bezochte bedrijven zijn onder te verdelen in zes verschillende typen: Bolle-vloerenstal, Hellende-vloerenstal, Gezwaaid-Deense-stal, K2-stal en de Beddenstal. Eén bedrijf had twee stallen met twee verschillende systemen, zodat er elf stallen beschreven zullen worden. Eerst zullen deze zes typen globaal beschreven worden en in de volgende paragrafen wordt op verschillende aspecten een vergelijking gemaakt tussen de systemen.

12.1 Bolle-vloerenstal (n=4)

De vier bedrijven met Bolle-vloerenstallen zijn tussen 1998 en 2000 gebouwd. In een Bolle-vloerenstal bestaat een afdeling uit een aantal rechthoekige hokken met een smal rooster aan de voorkant, een bolle dichte vloer in het midden en een breed rooster aan de achterkant (Figuur 12.1). De roosters kunnen van beton, metaal of kunststof zijn. Er kan achter het rooster nog een mest spleet van 7 tot 11 cm aanwezig zijn. Het afschot van de bolle vloer varieert sterk tussen bedrijven en ligt tussen de 5 en 12%. Het bedrijf met 12% afschot heeft later vloerverwarming onder de bolle vloer geplaatst, waardoor extra bolling nodig was. Er worden 9 tot 12 dieren per hok gehuisvest. De oppervlakte van een hok hangt af van het aantal dieren, maar de verhouding lengte: breedte is ongeveer 2:1. Alle hokken zijn voorzien van een ketting als afleidingsmateriaal. Drie bedrijven hebben de ketting boven de dichte vloer en één bedrijf heeft de ketting boven het rooster.

Figuur 12.1 Voorbeeld van een Bolle-vloerenstal (ventilatie met grondkanaal)

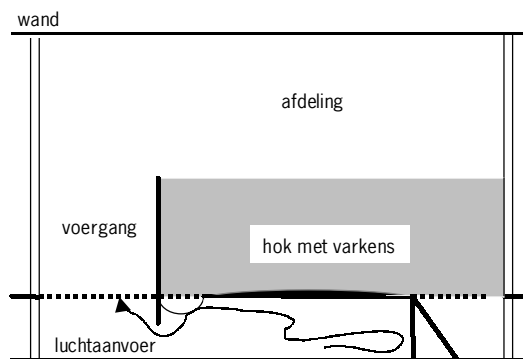


Bij alle bedrijven staat er een voerbak met drinknippel voor in het hok. Eén bedrijf voert brijvoer, de andere drie bedrijven hebben een brijbak met drinknippel. Eén droogvoerbedrijf voert automatisch en de andere twee bedrijven maken gebruik van een voerdoseerwagen. Bij alle bedrijven waren er één vreetplaats per hok.

Twee bedrijven ventileren via een grondkanaal (zie Figuur 12.2), waarbij de luchtaanvoer onder de bolle vloer plaatsvindt. Eén bedrijf heeft een Oolmansysteem, wat betekent dat de lucht in de afdeling wordt gelaten via een spleet in het plafond langs de muur van de voergang (zie Figuur 12.2). Het vierde bedrijf heeft deur/voergangventilatie, waarbij het moeilijk was alle hokken in een afdeling voldoende en gelijkmatig te ventileren.

Figuur 12.2 Dwarsdoorsnede van het Oolmansysteem

Dwarsdoorsnede van een grondkanaal



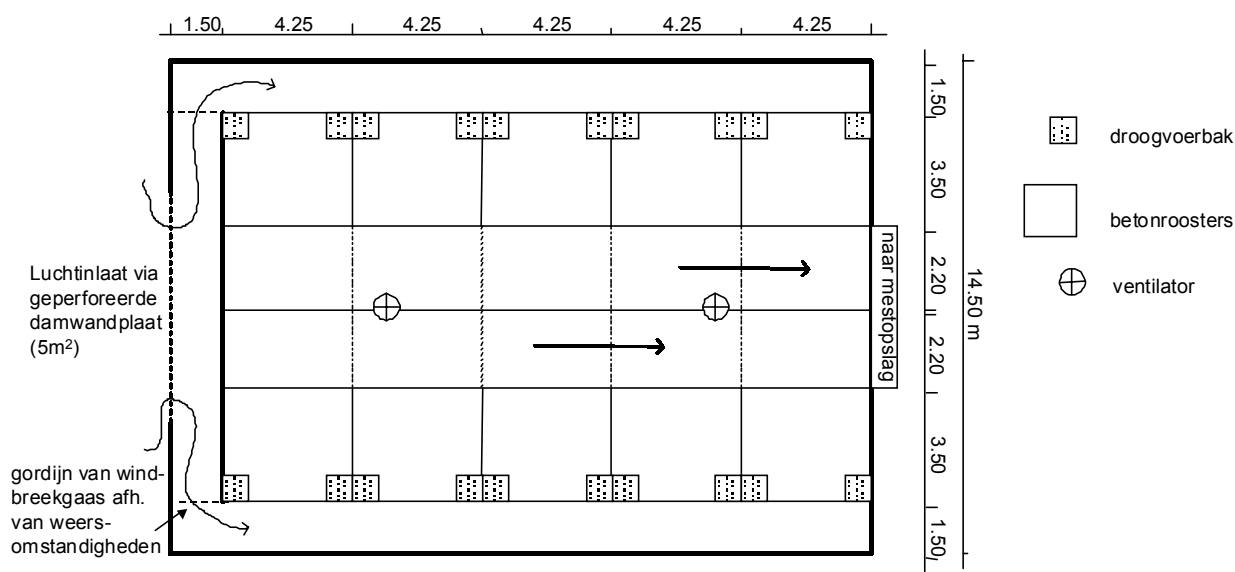
In tabel 12.1 zijn enkele kenmerken van de vier bezochte Bolle-vloerenstallen weergegeven.

Tabel 12.1 Enkele kenmerken van de vier bezochte Bolle-vloerenstallen

	Bolle vloer 1	Bolle vloer 2	Bolle vloer 3	Bolle vloer 4
Bouwjaar stal	2000	1998	1999	1999
Bedrijfsomvang	2000	1200	4000	360
Aantal varkens op ≥ 60% dichte vloer	?	480	1800	360
Type voer	Droog	Droog	Brij	Droog
Voerverstrekking	Automatisch	Doseerwagen	Automatisch	Doseerwagen
Voer beschikbaarheid	Volgtijdig	Volgtijdig	Volgtijdig	Volgtijdig
Ventilatie	Oolman	Grondkanaal	Grondkanaal	Deur/voergang
Roostertype voor	Beton	Kunststof	Beton	Beton
Roostertype achter	Metaal	Metaal	Beton	Metaal

12.2 Hellende-vloerenstal (n=3)

Er zijn drie zogenaamde Hellende-vloerenstallen bezocht. Twee bedrijven met een Hellende-vloerenstal zijn in 2000 gebouwd en één stal is een verbouwsituatie uit 1998. Eén van de bedrijven heeft 50% dichte vloer in de stal, maar is wel meegenomen in deze inventarisatie. De hokken in een afdeling van een Hellende-vloerenstal zijn rechthoekig met een lengte: breedte verhouding van 1,75:1 tot 2:1. De vloer is aan de voorkant (waar de voerbak staat) dicht en daarachter is een roostervloer met eventueel een mest spleet. De dichte vloer loopt licht af richting roostervloer met een afschot van 1 tot 4% (zie figuur 12.3). Eén bedrijf maakt gebruik van droogvoerbakken en twee andere bedrijven van brijbakken. Per hok waren er één of twee vreetplaatsen aanwezig. De groepsgrootte varieerde tussen 6 en 50 dieren. Hellende-vloerenstal 2 legde in één hok 50 biggen op en splitste deze groep op een gewicht van ongeveer 50 kg op in twee groepen van 25 varkens. De reden hiervoor was dat de biggen anders in het begin van de ronde te veel ruimte hadden en de dichte vloer zouden bevuilden. Het mestgedrag is volgens de varkenshouders bij oudere varkens nagenoeg niet meer bij te sturen. De bedrijven hadden in ieder hok een ketting boven het rooster hangen.

Figuur 12.3 Voorbeeld Hellende-vloerenstal (met stro en voergangventilatie)**Tabel 12.2** Enkele kenmerken van de drie bezochte Helling stallen

	Hellende vloer 1	Hellende vloer 2	Hellende vloer 3
Bouwjaar stal	1998	2000	2000
Bedrijfsomvang	500	350	1050
Aantal varkens op ≥ 60% dichte vloer	500	350	525
Type voer	Droog	Droog	Droog
Voerverstrekking	Voerdoseerwagen	Voerdoseerwagen	Automatisch
Voer beschikbaarheid	Volgtijdig	Volgtijdig	Volgtijdig
Ventilatie	Plafond	Voergang	Deur
Roostertype	Beton	Beton	Beton

12.3 Gezwaard-Deense-stal (n=2)

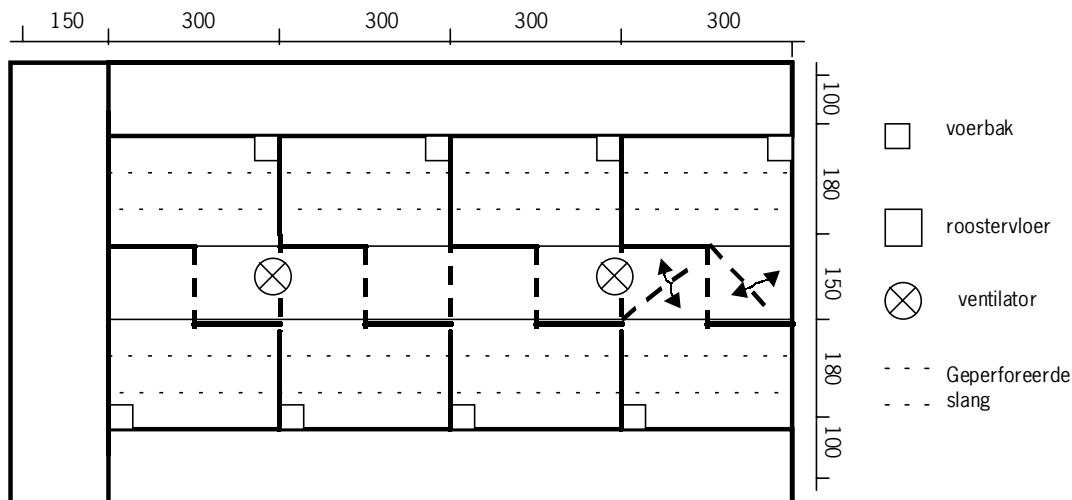
De bezochte stallen met een Gezwaard-Deense-stal zijn oudere stallen (1973, 1979) waar niet veel aan veranderd is. Dit type inrichting bestaat uit L-vormige hokken. Het korte stuk van de L bestaat uit roostervloer en de rest is dichte vloer (figuur 12.4).

De dichte vloer kan ingestrooid zijn met zaagsel en in het verleden was er vaak een stroruiw aanwezig. Tegenwoordig zijn deze ruiven verwijderd of al jaren niet meer in gebruik. De varkenshouders gaven aan dat het niet noodzakelijk was en het vullen van de ruiven wel extra arbeid opleverde. De bedrijven met dit stalsysteem zijn veelal kleinere bedrijven waar vleesvarkens als neventak worden gehouden. Oorspronkelijk werden de varkens in een Gezwaard-Deense-stal gevoerd uit een trog, maar de bedrijven hadden deze vervangen voor twee droogvoer- of brijbakken per hok. De voerbakken werden handmatig met brok bijgevuld. Per hok werden 8 tot 10 varkens gehuisvest. De ventilatie geschiedt via slangventilatie. Bij dit systeem wordt gebruik gemaakt van een slang van dun plastic met een diameter van 60 cm waarin gaatjes zijn gemaakt met een diameter van 2 cm. Deze slang is aangesloten op de centrale gang en op de buitenmuur en wordt zo met lucht gevuld. De verse lucht gaat via de gaatjes naar de afdeling. Deze slang hangt boven de hokken aan het plafond. Er was een ketting boven de dichte vloer in de hokken aanwezig.

Tabel 12.3 Enkele kenmerken van de twee bezochte Gezwaaid-Deense-stallen

	Gezwaaid Deens 1	Gezwaaid Deens 2
Bouwjaar stal	1979	1973
Bedrijfsomvang	300	500
Aantal varkens op ≥ 60% dichte vloer	300	500
Type voer	Droog	Droog
Voerverstrekking	Voerdoseerwagen	Handmatig
Voer beschikbaarheid	Volgtijdig	Volgtijdig
Ventilatie	Slang en deur	Slangventilatie
Roostertype	Beton	Beton

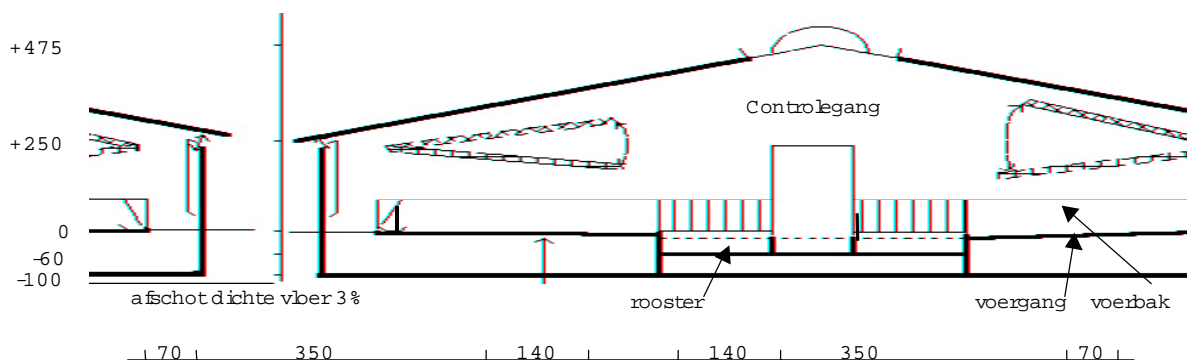
Figuur 12.4 Voorbeeld van een Gezwaaid-Deense-stal (met slangventilatie en zaagsel)



12.4 K2-stal (n=1)

De bezochte K2 stal oftewel de kistenstal dateerde uit 1987. Dit type huisvestingssysteem heeft een beweegbaar plafond onder het dak (Figuur 12.5). Afhankelijk van de buitentemperatuur kan zo de inhoud onder het plafond vergroot of verkleind worden. De stal is niet geïsoleerd. De vloer is voor meer dan 60% dicht en bestaat verder uit metalen driekant roosters. Op ruim één meter van het rooster is op de dichte vloer een dichte wand geplaatst die de opening naar het dichte gedeelte half afsluit. De aanwezige strouwen zijn volgens de varkenshouder al jaren niet meer in gebruik, er hangt wel een ketting aan de contacthekken boven het rooster. De droogvoerverstrekking in de twee brijbakken per hok is geautomatiseerd. Per hok worden 13 of 26 dieren gehuisvest. Bij verschillende hokken ontbraken enkele spijlen in de contacthekken zodat er ook groepen van 52 dieren ontstonden.

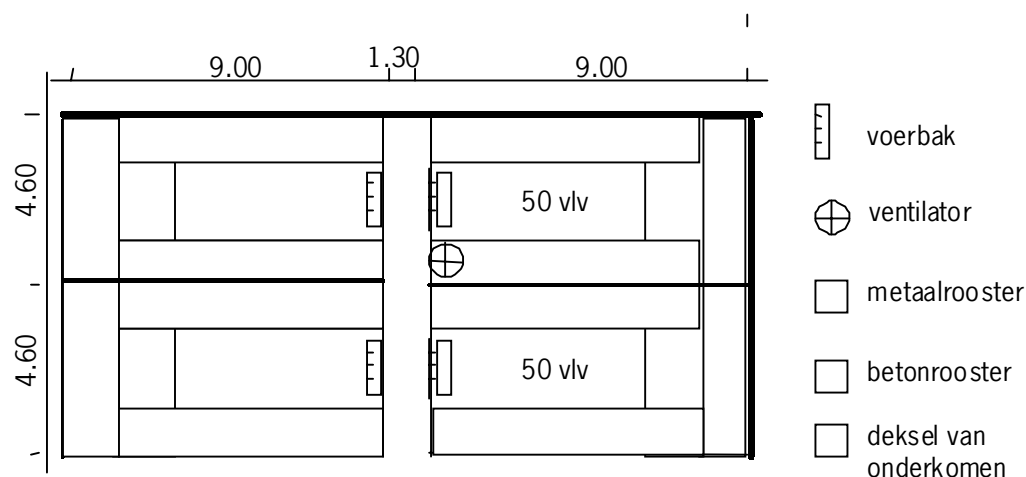
Figuur 12.5 Dwarsdoorsnede van een K2-stal



12.5 Beddenstal

De bezochte Beddenstal is gebouwd in 2000. De Beddenstal bestaat uit rechthoekige hokken van ongeveer 4,5 bij 9 meter. Het achterste deel bestaat uit metalen driekantrooster waarboven de drinkbakjes zijn geplaatst (zie Figuur 12.6). Langs de lange wanden zijn onderkomens gemaakt van ruim 1 meter hoog die afgedekt waren met een houten deksel (kan automatisch geopend worden) en aan de voorzijde hangen plastic flappen. In de onderkomens moet het klimaat comfortabel zijn om als ligplaats te gebruiken en de dichte betonnen vloer is de activiteitenruimte. De vloer voor het onderkomen naast de metalenroostervloer bestaat uit betonrooster. Al het vloeroppervlak in de onderkomens, de zogenaamde bedden, is dicht. Ongeveer 70% van het leefoppervlak bestaat uit dichte vloer. Per hok worden 50 vleesvarkens gehuisvest. Voer wordt automatisch verstrekt in een droogvoerbak met meerdere vreetplaatsen. De dichte vloer heeft een afschot van bijna 1% van de voerbak naar het rooster. De vloer in de onderkomens, het dak en het onderste deel van de zijwanden zijn geïsoleerd. De luchtinlaat geschiedt via de open zijwanden met gordijnen. Deze gordijnen openen en sluiten gemechaniseerd met behulp van een weerstation. De huisvesting van de biggen na spenen tot 30 kg is vergelijkbaar met de huisvesting van de vleesvarkens. De groeps grootte in de biggenopfok is 100 biggen per hok. Binnen één afdeling zijn 4 tot 10 hokken aanwezig, waardoor het veelal niet mogelijk is om all in – all out per afdeling toe te passen. In de hokken zijn afleidingsmaterialen geplaatst zoals een kettingen of een bal.

Figuur 12.6 Plattegrond van vier hokken in een Beddenstal



12.6 Samenvatting

De inrichting van de hokken is afhankelijk van het staltype. De Bolle-vloerenstal, de Hellende-vloerenstal, de K2 stal en de Beddenstal zijn rechthoekig van vorm waarbij de meest gangbare verhouding tussen lengte en breedte tussen de 1,75:1 en 2:1 ligt. De exacte maten van een hok hangen af van de groeps grootte in het hok. De totale oppervlakte per dier varieert tussen de 0,7 en 1 m².

Tabel 12.4 Enkele kenmerken van de hokinrichting bij zes huisvestingssystemen

	Bolle vloer	Hellende vloer	GezwaaidD eens	K2	Bedden
Groeps grootte	9 tot 12	6 tot 50*	8 tot 10	13 tot 52**	50
Afschot vloer (%)	5 tot 12	1 tot 4	-	2,8	1
Roostervloer voor	Divers	-	-	-	-
Roostervloer achter	Beton of metaal	Beton	Beton	Metaal	Beton en rooster
Vloerverwarming	Ja	Soms	Nee	Nee	Nee

* bij één stal wordt de groep op ongeveer 50 kg in 2 groepen van 25 dieren gesplitst

** in principe 13 of 26 per hok, soms door opening in afscheiding 52 dieren in een groep

De meeste bedrijven maken gebruik van een drinknippel in de voerbak en één bedrijf (Bolle-vloerenstal 3) voert brijvoer. Er zijn geen verschillen in voer (allen commerciële brok) of voerschema tussen de huisvestingstypen. De voerbak staat voor in het hok, zodat via de voer- of ventilatiegang eenvoudig controle plaats kan vinden.

13 Ervaringen met de systemen

M.A. van der Gaag en J.J.H. Huijben (PV)

13.1 Redenen keuze voor 60% dichte vloer in vleesvarkenshokken

Een bedrijf kan verschillende redenen hebben om voor een huisvestingssysteem met minimaal 60% dichte vloer te kiezen. Vier van de bezochte bedrijven hadden een oude stal uit de jaren '70 en '80 waarbij 60% van het leefoppervlak uit dichte vloer bestond. Dit zijn Gezwaaid-Deense-stallen en de K2-stal. De bedrijven die recent een nieuwe stal gebouwd hebben kozen voor 60% dichte vloer vanwege de regelgeving. Deze bedrijven kozen veelal voor een Bolle-vloerenstal. Dit systeem staat het dichtst bij de systemen die tot enkele jaren geleden werden gebouwd met 40% dichte vloer. Bij Hellende-vloerenstal 3 waar 50% van het leefoppervlak uit dichte vloer bestaat, kwam dit toevallig goed uit bij de bouw. Hellende-vloerenstal 2 had recent gebouwd en voor het gebruik van stro gekozen. Deze varkenshouder verwachtte dat door regelgeving of de markt het gebruik van stro(oisel) in de toekomst verplicht zal worden. Het bedrijf verstrekt beperkt stro als afleidingsmateriaal.

13.2 Klimaatbeheersing

Bij de vleesvarkens is goede klimaatregeling belangrijk om dat dit de gezondheid van de dieren sterk beïnvloedt en het mestgedrag kan sturen. Er zijn diverse ventilatiesystemen gezien zoals het oolmansysteem, plafondventilatie, slangventilatie en voergangventilatie. In tabel 13.1 is weergegeven hoe het klimaat tijdens de bezoeken is beoordeeld. Dit is echter een momentopname en er kunnen zodoende geen harde conclusies aan verbonden worden.

Tabel 13.1 Klimaat in de stal tijdens de bezoeken

	Type ventilatie	Klimaat zomerronde ¹⁾	Klimaat winterronde ²⁾
Bolle vloer 1	Oolman	Warm, krappe ventilatie	Voldoende
Bolle vloer 2	Grondkanaal	Fris, plezierig klimaat	Goed, frisse stal
Bolle vloer 3	Grondkanaal	Fris, misschien iets tocht	-
Bolle vloer 4	Deur & voergang	Warm, benauwd voor in gang	-
Hellende vloer 1	Plafond	Warm, redelijk klimaat	-
Hellende vloer 2	Voergang	Warm, niet optimaal ³⁾	Goed droog, veel ventilatie
Hellende vloer 3	Deur	Goed klimaat	-
Gezwaaid Deens 1	Slang & deur	Goed, iets benauwd	-
Gezwaaid Deens 2	Slang	Warm, benauwd	-
K2	Kistenstal	Frisse stal	-
Beddenstal	Natuurlijk	-	Redelijk ⁴⁾

¹⁾ in de zomerronde was het zonnig en de buitentemperatuur lag tussen de 18°C en 28°C

²⁾ in de winterronde was het wisselvallig weer en de buitentemperatuur lag tussen de 5°C en 14°C

³⁾ stal was nog niet volledig in gebruik

⁴⁾ tijdens dit bezoek was het wisselvallig weer en de buitentemperatuur was 16°C, tijdens het bezoek niet tussen de dieren geweest

Over het algemeen was het klimaat in de stal tijdens de winterronde beter dan tijdens de zomerronde. Het klimaat in de stal en in de hokken hangt af niet alleen af van de ventilatie, maar tevens van de inrichting van de afdeling en de hokken. Er werd weinig gebruik gemaakt van (vloer)verwarming, behalve bij opleg van de biggen. De instelling van de ventilatie en het ventilatiepatroon is eigenlijk belangrijker dan het type. Verschillende bedrijven waren nog bezig om de instellingen te verbeteren. Onder het instellen van ventilatie(patroon) vallen niet alleen de frequentie van de ventilator en de temperatuursregeling, maar ook de luchtbewegingen in de afdeling en in het hok. Bijvoorbeeld het plaatsen van extra schotjes aan de zijwand in de voergang bij voergangventilatie kan het ventilatiepatroon verbeteren doordat de frisse lucht beter afbuigt en bij de dieren terecht komt. Bij dit soort ventilatietypen zijn de hokken aan het eind van de gang veelal beter geventileerd dan aan het begin van de gang. In de Beddenstal wordt gebruik gemaakt van natuurlijke ventilatie. Deze wordt automatisch gestuurd met behulp van een weerstation. De varkenshouder experimenteert nog met de instelling ervan. Het principe van de Beddenstal is dat het klimaat in de onderkomens comfortabeler is dan in de activiteiten- en mestruimte.

13.3 Bevuiling van de dichte vloer en de varkens

De bevuiling van de dichte vloer (mest en vocht) en van de dieren is visueel beoordeeld op een schaal van één tot vijf, waarbij één geen bevuiling betekent en vijf betekent sterk bevuild (tabel 13.2). Opvallende bevuiling van het rooster en andere opmerkingen zijn apart vermeld.

Tabel 13.2 Visuele score van hok- en dierbevuiling in verschillende huisvestingssystemen tijdens de bedrijfsbezoeken (1 = geen bevuiling, 5 = sterk bevuild)

Stal	Type rooster	Zomerronde		Winterronde	
		Bevuiling hok	Bevuiling varkens	Bevuiling hok	Bevuiling varkens
Bolle vloer 1	Beton & metaal	1	3	1	2
Bolle vloer 2	Kunststof & metaal	1	1	2	1
Bolle vloer 3	Beton	2	1	-	-
Bolle vloer 4	Beton & metaal	3	2	-	-
Hellende vloer 1	Beton	3	3	-	-
Hellende vloer 2	Beton	3 ^{a)}	3 ^{a)}	1	1
Hellende vloer 3	Beton	2	2	-	-
Gezwaaid Deens 1	Beton	5 ^{b)}	2	-	-
Gezwaaid Deens 2	Beton	1	1	-	-
K2	Metaal	1	2	-	-
Beddenstal	Beton & metaal	-	-	2 – 4 ^{d)}	3

a) bedrijf nog in opstart en deels nog leegstaand

b) droge dikke laag voerresten op de dichte vloer

d) biggenhokken schoner dan vleesvarkenshokken

Op basis van de bedrijfsbezoeken kan niet aangegeven worden welk systeem of welke vloeruitvoering het beste is, het is een beschrijving van wat er op de bedrijven is gezien. De mate van bevuiling van de dichte vloer kan afhankelijk zijn van de uitvoering van het huisvestingssysteem (bijvoorbeeld van het type rooster) en van het bedrijf. Een belangrijk verschil in uitvoering is bijvoorbeeld de aanwezigheid van een mestspleet. In Hellende-vloerenstal 1 waren zowel de roosters als de dichte vloer in de hokken zonder mestspleet sterker bevuild omdat er ophoping van mest ontstaat. Alleen in de Beddenstal maakt de varkenshouder de dichte vloer tijdens de ronde standaard schoon. Op enkele bedrijven veegt de varkenshouder in de hokken waar veel bevuiling ontstaat in het begin van de ronde de vloer wel eens schoon, maar dit is verder niet gebruikelijk. Hellende-vloerenstal 2 was tijdens de zomerronde pas opgestart en de stal was nog niet volledig in gebruik. Hierdoor functioneerde de ventilatie nog niet optimaal en was de bevuiling groter dan tijdens de winterronde. De borgen en zeugen werden apart opgelegd en met name in de hokken waar borgen werden gehuisvest was veel bevuiling te zien. Tijdens de winterronde waren alle hokken droog en schoon, hoewel tussen de rondes vaak niet gereinigd of ontsmet werd (het bedrijf hanteert geen all in – all out principe). Gezwaaid-Deense stal 1 had een hoge hokbevuiling, maar een lage score voor dierbevuiling. Dit was het gevolg van een dikke, maar droge laag voerresten op de dichte vloer. De Beddenstal had relatief veel problemen met bevuiling van de dichte vloer zowel in de onderkomens als de rest van de dichte vloer. Dit kon niet verholpen worden door aan het begin van de ronde één of enkele onderkomens af te sluiten. Er was wel verschil in de mate van bevuiling tussen groepen, maar dagelijks werd de vloer schoongeveegd. Aan het eind van één of enkele rondes werd de vloer met behulp van een kango (kleine slagbijtel) gereinigd. Doordat de afdeling nooit helemaal leegkomt werden de hokken niet na iedere ronde gereinigd en ontsmet. Het klimaat in de onderkomens is mede te sturen door de deksel iets geopend te houden.

13.4 Diergezondheid en productie

Bij twee bedrijven zijn in verschillende hokken staartbijters gezien en op drie bedrijven oorbijters. Dit kan op het vermeerderingsbedrijf begonnen zijn of samenhangen met het klimaat of onvoldoende afleiding. Op de meeste bedrijven hing een ketting in ieder vleesvarkenshok en enkele bedrijven verstrekten ander speelmateriaal zoals een bal. Problemen met staart- en oorbijten waren onafhankelijk van het type stalsysteem. Pootproblemen zijn op vier bedrijven gesignaleerd.

Soms waren de oorzaken aanwijsbaar, zoals een te gladde vloer of scherpe randjes aan hokafscheidingen. Gezwaaid-Deense-stal 1 had varkens met iets ontstoken ogen waar geen duidelijke oorzaak aanwijsbaar was. Verschillende bedrijven hadden te kampen met het circo-virus wat resulteerde in een lagere groei en meer uitval. Er was veel variatie in de slachtgegevens tussen de bezochte bedrijven. Het percentage leverafwijkingen varieerde tussen de 4 en meer dan 30% en het percentage longafwijkingen tussen de 2 en 15%. Op basis van de bedrijfbezoeken zijn hier geen harde conclusies aan te verbinden. Op twee bedrijven waren problemen met hoestende varkens. Geen van deze gezondheidskenmerken was aan de hand van de bedrijfsbezoeken direct te relateren aan een huisvestingsstelsel.

In tabel 13.3 zijn de gemiddelde productieresultaten van de bezochte bedrijven vermeld.

Tabel 13.3 Gemiddelde productieresultaten van de bezochte bedrijven

	Gemiddeld	Minimale waarde	Maximale waarde
Groei (g/dier/dag)	788	730	850
Voer (kg/ronde/dier)	218	200	235
Vleespercentage (gem)	56,1	55,3	57,1

Geen van deze productieresultaten was aan de hand van de bedrijfsbezoeken direct te relateren aan een huisvestingsstelsel.

13.5 Arbeid

Er is aan de varkenshouders gevraagd hoeveel tijd ze besteden aan de verschillende werkzaamheden in de vleesvarkensstal. Nagenoeg alle bezochte bedrijven lopen dagelijks tweemaal door de afdelingen voor controle van de dieren en de voerbakken. Bedrijven waarbij het voeren niet geautomatiseerd is zijn relatief veel tijd kwijt met voeren. Het reinigen en ontsmetten van de afdelingen na een ronde kost de varkenshouders 0,5 tot 2,5 uur per afdeling. Het is niet mogelijk om een vergelijking te maken omdat omvang van de bedrijven uiteenloopt van 300 tot 4000 vleesvarkens en het bijna onmogelijk is een goede inschatting te maken van de duur van specifieke bezigheden.

14 Discussie bedrijfsbezoeken

M.A. van der Gaag en J.J.H. Huijben (PV)

Het onderzoek was beschrijvend van aard en een systeemvergelijking is op basis van de bedrijfsbezoeken niet mogelijk. Wel is een indruk gekregen van de huidige praktijk en de systemen die voorkomen. Over het algemeen kan gesteld worden dat de vloeruitvoering met 60% van het leefoppervlak als dichte vloer op de bezochte bedrijven wisselend, maar redelijk tot goed kan functioneren. Enkele aspecten die bij vervolgonderzoek extra aandacht verdienen zijn: vloeruitvoering, hokinrichting, voermanagement, klimaatbeheersing, productiecijfers en arbeid. Voor de laatste twee aspecten is een onderzoek gedurende langere tijd noodzakelijk. De eerste drie aspecten zullen kort besproken worden.

De vloeruitvoering van zowel de dichte vloer als van het rooster is belangrijk. De dichte vloer heeft bij voorkeur een afschot, zoals bij de meeste systemen is gezien. Het type rooster is niet afhankelijk van het huisvestingssysteem. Metalen driekantroosters en kunststofroosters laten mest beter door, maar hebben een kortere levensduur. Betonroosters zijn goedkoper dan metaal of kunststof, maar hebben een hoger bevuilingsrisico. Ook de meeste bedrijven met betonroosters hadden overigens een lage hokbevuiling. Een mestspleet tegen de wand op de plek waar de meeste mest terecht komt, bevordert een schoner hok. De vloeruitvoering van de dichte vloer verdient eveneens aandacht. De vloer moet niet te ruw zijn vanwege risico op beschadigen van huid of klauwen en het niet goed kunnen reinigen na een ronde, maar ook zeker niet te glad. Eén bezocht bedrijf heeft de vloer dermate goed gecoat dat de vloer te glad is voor de varkens om er goed op te kunnen lopen. De dichte vloer kan ook betegeld worden met oude vloertegels, waarbij de onderkant naar boven ligt. Bij de Bolle-vloerenstallen en Hellende-vloerenstal 3 is er onder de dichte vloer vloerverwarming aangelegd. Enkele bedrijven laten het water in de vloerverwarming continu rondpompen zodat het water bij de oudere varkens verkoeling biedt en wordt verwarmd en bij de jongere dieren warmte afgeeft.

Bevuiling hangt echter niet alleen af van de vloeruitvoering, maar ook van de hokinrichting. De hokinrichting van de verschillende systemen varieerde sterk. Over het algemeen zijn de hokken rechthoekig. De bolle vloer loopt aan twee zijden af naar roosters en is vaak droog en schoon, misschien mede omdat in het begin van de ronde vloerverwarming gebruikt wordt. Bij een Hellende-vloerenstal is het gebruik van beperkt stro mogelijk. Een schot dat de mestruimte en de slaapruijnt deels afgescheiden houdt, lijkt een positieve invloed te hebben op het mestgedrag. Ook het voermanagement kan de bevuiling beïnvloeden. De bezochte bedrijven hebben allen een beperkt aantal vreetplaatsen per hok, waarbij veelal droogvoer werd verstrekt. Het gebruik van bijproducten en meerdere vreetplaatsen kunnen van invloed zijn op het functioneren van het systeem. Hierover zijn aan de hand van dit onderzoek geen uitspraken te doen.

Klimaatbeheersing, waaronder ventilatie in een afdeling is eveneens bepalend voor het sturen van het gedrag van een koppel varkens. In principe hangt deze niet af van het type stalsysteem. Slang- en plafondventilatie kan goed werken maar wordt niet aangeraden voor toekomstige stallen omdat de gaatjes dicht kunnen gaan zitten en het erg stoffig kan worden. Met name bij deurventilatie is het belangrijk ervoor te zorgen dat alle hokken voldoende worden voorzien van frisse lucht. Met behulp van tussenschotjes in de voer- c.q. controleingang kan dit bevorderd worden. Bij natuurlijk geventileerde stallen dient de frisse lucht eveneens op de juiste plek in het hok te komen en moeten de varkens de mogelijkheid hebben om bij kou een comfortabele slaapplek te vinden (bijvoorbeeld in de vorm van een diep strobed of onderkomens). Een goed ingesteld ventilatiepatroon kan het mestgedrag sturen en de gezondheid bevorderen. Over het algemeen is het in de zomer moeilijker een goed stalklimaat te bewerkstelligen, en treedt bevuiling van de dichte vloer op.

- *De bezochte Bolle-vloerenstallen met 60% dichte vloer is wat betreft uitvoering grotendeels hetzelfde als de Bolle-vloerenstal met 40% dichte vloer. Dit lijkt een goed systeem dat in principe niet veel extra arbeid oplevert, indien de bevuiling in de hand gehouden kan worden. Met ventilatie en efficiënt gebruik van de vloerverwarming is hierin te sturen.*
- *De bezochte Hellende-vloerenstallen lijken goede systemen maar waarbij met name in de zomermaanden extra bevuiling kan optreden als de temperatuur hoger wordt. Voldoende afschot, goede ventilatie en een mestspleet zijn dan zeer belangrijk. Door voerbakken in de hoeken op de dichte vloer te plaatsen worden de 'risicohoeken' weggenomen. Het systeem lijkt ook met grotere groepen (tot 25) te functioneren. Het systeem werkt mogelijk het best met stroverstreking, vanwege de 'bezemwerking' van stro.*

- *De bezochte Gezwaaid-Deense-stallen en de bezochte K2-stal* worden de laatste decennia niet meer gebouwd. Het mestgedrag wordt gestuurd doordat de lig- en mestruimte gescheiden zijn door een afscheiding. Dit is een sterk punt van beide systemen. De ventilatie in de K2-stal is niet optimaal en niet aan te raden. De Gezwaaid-Deense-stal is minder efficiënt wat betreft ruimte indeling omdat er twee voergangen in een afdeling aanwezig moeten zijn.
- *De bezochte Beddenstal* kent nog diverse kinderziektes. Het mestgedrag kon bij het bezochte bedrijf onvoldoende gestuurd worden, waardoor het systeem veel arbeid opleverde. Er lijkt meer onderzoek nodig te zijn alvorens dit systeem op grote schaal toegepast kan worden.

In de praktijk zijn systemen met 60% DV te vinden die goed functioneren, maar er zijn ook voorbeelden van bedrijven waar het heel slecht gaat. Een voorwaarde voor goed functioneren is dat er bij de ruwbouw en puttenplan rekening is gehouden met de sturing van het lig- en mestgedrag.

ALGEMEEN

H.A.M. Spolder (PV)

15 Overzicht van de belangrijkste resultaten

Voor wat betreft het vergelijkend onderzoek naar de huisvestingsystemen is de volgende samenvatting te geven:

1. Onder vergelijkbare omstandigheden qua temperatuur, zien we bij de hogere staltemperaturen dat 60% DV meer bevulling en meer korstvorming laat zien dan 40% DV. Tussen de systemen met 60% DV onderling zijn echter grote verschillen.
2. Bij alle onderzochte systemen lag de ammoniakemissie boven 1,1 kg NH₃/dierplaats/jr. Het bleek mogelijk een gelijke ammoniakemissie te halen in een 60% DV stal als in een referentiestal met 40% DV, maar de verschillen tussen de 60% DV systemen onderling waren groot.
3. De onderzochte huisvestingssystemen hadden geen invloed op de hoeveelheid tijd die varkens liggend doorbrengen.
4. Varkens geven er de voorkeur aan te liggen op een dichte vloer als de staltemperatuur zich in het thermoneutrale gebied bevindt, en op een roostervloer als het warm is: bij thermoneutrale omstandigheden is de hoeveelheid dichte vloer de beperkende factor bij de keuze van de dieren voor een ligplek, bij hoge temperaturen de hoeveelheid roostervloer.
5. Vloerkoeling heeft een relatief klein maar significant effect op het liggedrag van vleesvarkens bij hoge staltemperaturen: gemiddeld ligt bij vloerkoeling 1 dier (bij een groep van 12) meer op de dichte vloer in plaats van op de roostervloer.
6. Vloerkoeling verminderde ook bij hoge staltemperaturen niet de hoeveelheid bevulling op de dichte vloer en droeg waarschijnlijk niet bij aan het verminderen van stalemissies bij vergroot dichte vloeroppervlak. In de gemeten hokken trad overigens weinig hokbevulling op.
7. Bij gebruik van 60% DV kan een vergelijkbare arbeidsbehoefte bestaan als bij het gebruik van 40% DV, maar de hoeveelheid benodigde arbeid met name voor het schoonmaken van de hokken na afloop varieert aanzienlijk tussen systemen met 60% DV.
8. De technische resultaten verschillen niet tussen de gemeten systemen.
9. De uitval was hoog vanwege verschillende oorzaken, maar er zijn geen systematische effecten van huisvestingssysteem.
10. De gemeten stofconcentraties in de systemen waar droogvoer verstrekt werd waren zo hoog dat bij blootstelling onder praktijkomstandigheden de gezondheid schade kan oplopen.
11. Vanwege de grote variatie in stofconcentratie binnen systemen zijn de berekende verschillen tussen een vergelijkbaar systeem van 40% (R) met een systeem van 60% (B) weliswaar groot en eenduidig (meer stof bij meer dichte vloer), maar niet significant.

Ten aanzien van de bedrijfsbezoeken geldt:

12. In de praktijk zijn systemen met 60% DV te vinden die goed functioneren, maar er zijn ook voorbeelden van bedrijven waar het heel slecht gaat. Een voorwaarde voor goed functioneren is dat er bij de ruwbouw en puttenplan rekening is gehouden met de sturing van het lig- en mestgedrag.

16 Discussiepunten en eindconclusie

H.A.M. Spoolder (PV)

1. Een verschil in welzijnsniveau tussen vleesvarkens op 60% DV en 40% DV is op basis van de resultaten van dit onderzoek niet aangetoond. De vraag is of dit überhaupt mogelijk zal zijn.
2. Varkens lijken een voorkeur te hebben voor liggen op de dichte vloer, maar bij hogere ruimtetemperatuur wordt het voordeel van liggen op het rooster (afkoeling) groter dan het nadeel (minder comfortabel).
3. Koeling van de dichte vloer kan een mogelijke oplossing bieden: de combinatie van ligcomfort met afkoeling. Het aangetoonde effect is echter vooralsnog gering. Daarnaast moet nog aangetoond worden dat het de bevuilding van de dichte vloer vermindert, en is het nog de vraag of de extra kosten opwegen tegen de beoogde positieve effecten.
4. Een andere mogelijke oplossing is het aanbieden van een grotere hoeveelheid dichte vloer én een grotere hoeveelheid roostervloer in de laatste fase van de mestperiode. Daarmee zou het totaal beschikbaar oppervlak drastisch omhoog gaan. Nadeel is het groter emitterend oppervlak onder het rooster en de te verwachten bevuilding van de dichte vloer. Bovendien stijgen daarmee de investeringskosten.
5. In het experiment bleek het mogelijk de ammoniakemissie van een systeem met 60% DV op een vergelijkbaar niveau te krijgen als bij een systeem met 40% DV. Toch was de emissie relatief hoog, ondanks dat
 - a. in de huidige proefopzet optimale omstandigheden qua stalbouw (grondkanaalventilatie) en hokinrichting werden toegepast.
 - b. de laatste weken van afmesten (kritieke periode voor hokbevuilding) niet samenvielen met periodes van warm weer.
6. Een verdere verlaging van het emissieniveau is waarschijnlijk eenvoudiger bij systemen met 40% DV dan bij 60% DV: eventuele technische oplossingen (met name onder het rooster) zijn beter beheersbaar dan het gebruik van de functiegebieden door de dieren, en kunnen doeltreffender bij 40% DV toegepast worden.
7. Hoewel de totale arbeidsbehoefte tussen de systemen niet verschillend bleek, was er wel verschil in type werkzaamheden. Het schoonmaken van hokken wordt over het algemeen als zeer onaantrekkelijk werk beschouwd, en dat werk bleek meer tijd te kosten bij één van de drie onderzochte systemen met 60% DV. De hogere arbeidsbehoefte aan het eind van een mestronde in dit systeem was echter mogelijk meer te wijten aan het voersysteem of de vloeruitvoering bij de trog, dan aan het aandeel dichte vloer.
8. Ondanks dat hokbevuilding toenam met het aandeel dicht vloeroppervlak, zijn emissie, arbeidsbehoefte, diergezondheid en technische en economische resultaten waarschijnlijk allen op een vergelijkbaar niveau te krijgen bij het gebruik van een 60% DV systeem, in vergelijking met een 40% DV systeem. Vanwege de juiste sturing van het gedrag van de dieren luistert de ruwbouw van de stal en de inrichting van het hok echter nauwkeuriger bij 60% dichte vloer, en kan het dus eerder mis gaan.
9. Dat het simpelweg dichtstorten van een strook roostervloer om aan 60% te komen niet eenvoudig is bleek bij aanvang van het project. Zo moest bij systeem A tijdens de aanpassing van de stallen voorafgaand aan de proef gebruik gemaakt worden van zogenaamde sleuvenluiters omdat de betonlaag te dun zou worden. Mogelijk heeft het daardoor ontstane horizontale vlak naast de bestaande bolle vloer bijgedragen aan de grotere problemen met hokbevuilding (en dus emissie, slechtere hygiëne en extra arbeid). Het voortijdig afbreken van bestaande stallen ten behoeve van nieuwbouw brengt daarentegen grote kosten met zich mee.

Concluderend wordt gesteld dat het houden van vleesvarkens op 1,0 m² met 60% dichte vloer leidde tot meer hokbevuilding dan bij 40% dichte vloer. De daaruit voortvloeiende consequenties voor ammoniakemissie en arbeidsbehoefte (schoonmaken) waren zeer variabel voor de onderzochte 60% systemen, maar nooit beter dan voor 40%. Voor één 60% variant (systeem B) waren de consequenties niet aantoonbaar verschillend van de referentiestal. De omstandigheden waaronder gemeten werd waren optimaal. Het is aannemelijk te veronderstellen dat als meer 'druk' op het systeem wordt uitgeoefend (bijvoorbeeld zwaardere varkens bij warmer weer), het verschil tussen de referentie en systeem B toeneemt. Verwacht wordt verder dat bij aanpassing van bestaande stalsituaties (verbouw) richting 60% dichte vloer de kans op problemen groter is dan bij nieuwbouw. De reden daarvan is dat bij verbouw vaak nog minder kan worden gestuurd in het lig- en mestgedrag van de dieren. Tegenover deze verwachte nadelen staat dat het welzijnsvoordeel voor de dieren van het vergrootte dichte vloeroppervlak, althans voor

zover af te leiden uit het liggedrag, hokhygiëne, groei en veterinaire behandelingen, waarschijnlijk relatief klein is.

17 Literatuur

- Aarnink, A.J.A., J.W. Schrama, R.J.E. Verheijen and J. Stefanowska, 2001. Pen fouling in pig houses affected by temperature. Proceedings of the Sixth International Symposium on Livestock Environment, ASAE, St. Joseph Mich., p. 180-186
- Baekbo, P. en Wolstrup J., 1989. Aerosol sampling in pig fattening units. In: Agriculture, aerosol sampling in animal houses, proceedings of a workshop held at the University of Bristol, 22-26 juli 1988, pp. 135-142.
- Bure, R.G., 1986. Die Auswirkung der Buchtenstruktur auf das Liege- und Ausscheidungsverhalten von Schweinen Aktuelle Abeiten zur artgemässen Tierhaltung, KTBL-Schrift 319, Darmstadt-Kranichstein: 83-91
- Den Brok, G.M. en Voermans, M.P., 1995. Oppervlakte en urine-afvoer van de dichte vloer in relatie tot hokbevuiling bij vleesvarkens. Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Proefverslag P1.133.
- Donham, K.J. en Cumro, D., 1999. Setting maximum dust exposure levels for people and animals in livestock facilities. In: Congress proceedings of the international symposium on dust control in animal production facilities, 30 mei – 2 juni, Aarhus, Denemarken, pp 93-110.
- Donham, K.J., Scallan, W., Pependorf, W., Truehaft, M.W. en Roberts, R.C., 1986. Characterisation of dust collected from swine confinement buildings. In: American Industrial Hygiene Association Journal, 47: 404-410.
- Donham, K.J., Haglund, P., Peterson, Y., Rylander, R. en Belin, L., 1989. Environmental and health studies of farm workers in Swedish swine confinement buildings. In: British Journal of Industrial Medicine, 46: 31-37.
- Donham, K.J., 1995. A review – The effects of environmental conditions inside swine housing on worker and pig health. In: E.P. Hennessy en P.D. Cranwell (eds.), Manipulating pig production V, proceedings of the fifth biennial meeting of the Australasian Pig Science Association, 26-29 november, Canberra, Australië pp. 203-221.
- Genstat 5 Committee (1993). Genstat 5 Release 3 Reference Manual (R.W. Payne & P.W. Lane). Clarendon Press, Oxford.
- Gustafsson, G. 1999. Factors affecting the release and concentration of dust in pig houses. In: Journal of Agricultural Engineering Research, 74: 379-390.
- 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. Beoordelingsrichtlijn voor emissie-arme stalsystemen.
- Klooster, C.E. van 't, Roelofs, P.F.M.M., Binnendijk, G.P. en Duijf, M.J.M., 1991. Verlagen van het stofgehalte van de lucht in varkensstallen; resultaten anno 1991. Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Proefverslag P1.70.
- McCullagh, P. and Nelder, J.A. 1990 Generalized linear models. 2nd. edition. Chapman and Hall. Londen.
- Kwin (Kwantitatieve Informatie Veehouderij) 2001. Praktijkonderzoek Veehouderij, Lelystad.
- Roelofs, P.F.M.M en Binnendijk, G.P., 2000. Gezondheidseffecten van stof in varkensstallen en de invloed van een aangepast ventilatiesysteem op de stofconcentratie. Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Proefverslag P1.242.
- Scholten, R.H.J., 2001. Fermentation of liquid diets for pigs. Proefschrift Wageningen Universiteit, pp.174.
- Thissen, J.T.N.M. en Goedhart, P.W. Procedure RPAIR. In: Goedhart P.W. and Thissen, J.T.N.M. Genstat Procedure Library Manual and GLW-DLO Procedure Library Manual Release 3[1]. Rapport LWA-94-16. DLO-Groep Landbouwwiskunde. Wageningen.
- Tielen, M.J.M., Preller, L., Gullick, P.van, Vogelzang, P.J.J. en Elbers, A.R.W., 1995. Health status of Dutch pig farmers and veterinarians in relation to occupational exposure. In: Proceedings of the 46th EAAP meeting, Prague, paper M3.3.

Verdoes, N., 1990. Naar stallen met beperkte ammoniakuitstoot. Deelrapport Varkens. Stuurgroep Emissie-arme huisvestingssystemen.

VROM, 2001. Ontwerp-Besluit ammoniakemissie huisvesting veehouderij. Staatscourant 23 mei 2001, nr.99/pag.13.

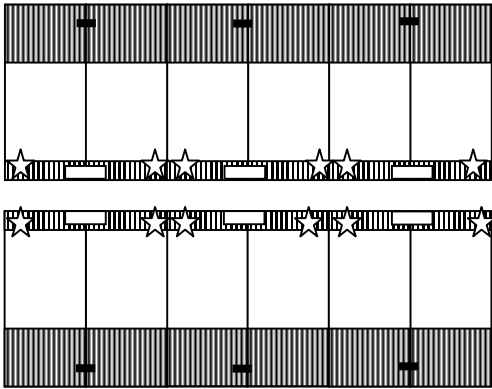
Wagenberg, A.V., A.J.A. Aarnink en M. Timmerman, 2001. Haalbaarheidsstudie naar toepassing van warmtepompen in de varkenshouderij. Rapport Praktijkonderzoek Veehouderij, in druk.

Willems, H., Verlinden, F. en Biersteker, K 1984. Arbeid en gezondheid van de Nederlandse agrariër. In: Tijdschrift voor Sociale Gezondheidszorg (62), nr. 1 pp. 21-27.

Zeeland, A.J.A.M. van., 1997. Schuine wanden in het mestkanaal van een vleesvarkensstal. Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen, Proefverslag 4.22.

Zeeland, A.J.A.M. van en Verdoes, N., 1998. Ammoniakemissie in kraamafdelingen met mestpannen. Rapport Praktijkonderzoek Varkenshouderij, P1.201.

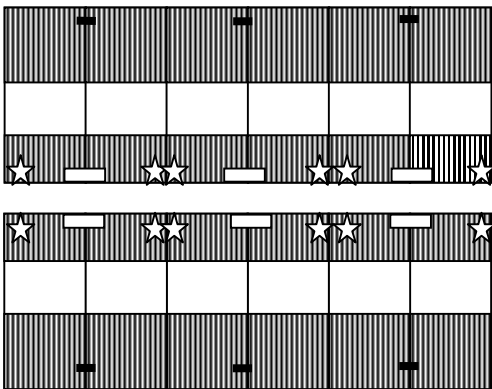
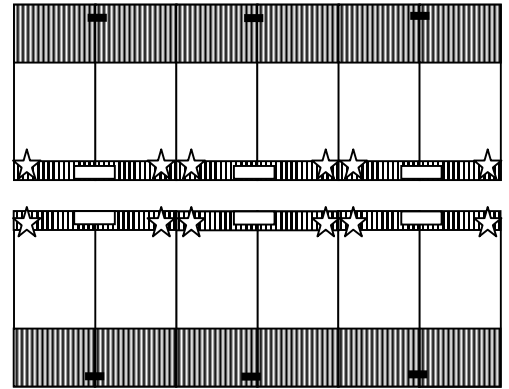
BIJLAGE Stalplattegrond



7

8

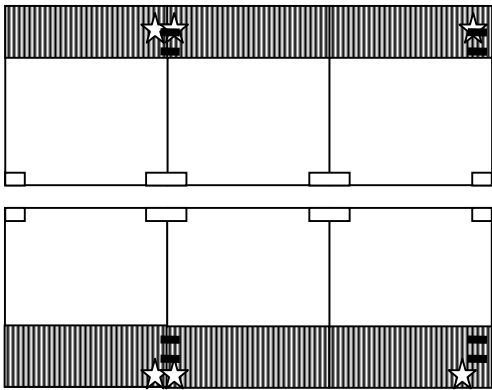
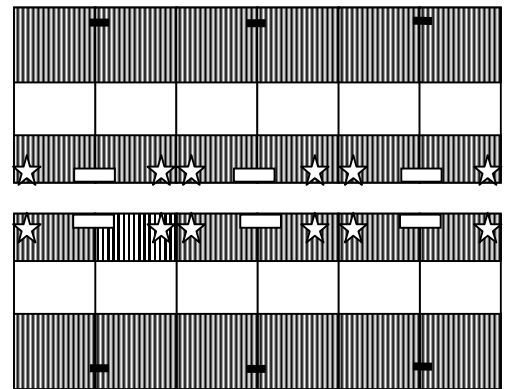
Systeem B
 Vloer: Bol
 Voer: Droog
 DV: 60%
 N: 12 per hok
 Vloerkoeling in 7
 Emissiemetingen in 8



5

6

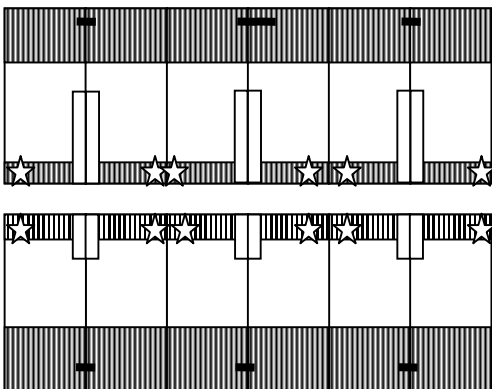
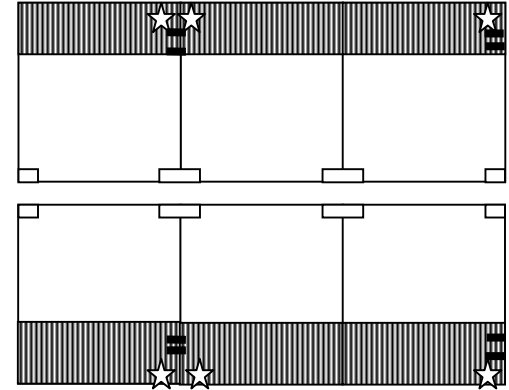
Systeem Referentie
 Vloer: Bol
 Voer: Droog
 DV: 40%
 N: 12 per hok
 Geen vloerkoeling
 Emissiemetingen in 6



3

4

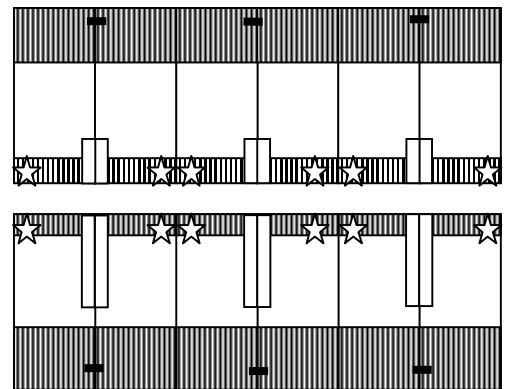
Systeem C
 Vloer: Hellend
 Voer: Droog
 DV: 60%
 N: 24 per hok
 Vloerkoeling in 3
 Emissiemetingen in 4



1

2

Systeem A
 Vloer: Bol
 Voer: Brij
 DV: 60%
 N: 12 per hok
 Geen vloerkoeling
 Emissiemetingen in 2



- ☆ Afleidingsmateriaal (ketting)
- Drinkbakje
- Voerbak