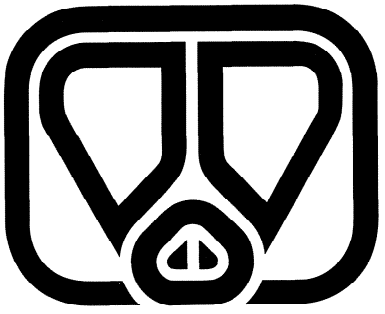
ir. E.M.A.M. Bruininx
ir. H.M. Vermeer
ir. P.F.G. Vereijken[1]
T. Wassenaar*
dr.ir. J.W.G.M. Swinkels

[1] Centrum voor Biometrie-DL0
[2] Agrarische Hogeschool Delft

Hoktype en welzijn van K.I.-beren

Pen type and welfare of A.I.-boars



Praktijkonderzoek Varkenshouderij

Locatie:
Proefstation voor de Varkenshouderij
Postbus 83
5240 AB Rosmalen
tel: 073 - 528 65 55

Proefverslag nummer P 1.203
mei 1998
ISSN 0922 - 8586

INHOUDSOPGAVE

	SAMENVATTING	6
	SUMMARY	8
1	INLEIDING	10
1.1	Doel	10
1.2	Onderzoeksopzet	10
1.3	Afbakening	11
2	DEFINITIE VAN BEERCATEGORIEËN	12
2.1	Volwassenheid en gewicht van beren	12
2.2	Volwassenheid en lichaamsafmetingen van beren	13
2.3	Ruimtebehoefte van beren	14
2.4	Meten van hoogte en lengte van K.I.-beren	15
2.5	Conclusies	16
3	BEDRIJFSANALYSE VAN PRODUCTIE EN GEZONDHEID	17
3.1	Verzameling van gegevens	17
3.2	Kwaliteitsanalyse van MIS-gegevens van K.I.-stations	17
3.2.1	Kwaliteitscriteria voor de individuele bestanden	17
3.2.2	Kwaliteitscriteria voor de gekoppelde bestanden	18
3.3	Statistisch model	19
3.3.1	Spermaproductie	19
3.3.2	Spermakwaliteit	20
3.3.3	Gezondheid	20
3.4	Resultaten	21
3.4.1	Spermaproductie	21
3.4.2	Spermakwaliteit	24
3.4.3	Gezondheid	25
3.5	Discussie	27
3.5.1	Kwaliteit van de data	27
3.5.2	Interpretatie van resultaten	27
3.5.3	Spermaproductie en spermakwaliteit	27
3.5.4	Gezondheid	28
3.5.5	Conclusies	28
4	GEDRAG EN GEZONDHEID VAN K.I.-BEREN	29
4.1	Inleiding	29
4.2	Proefopzet	29
4.2.1	Proefdieren en proefomvang	29
4.2.2	Proefbehandelingen en proefindeling	29
4.2.3	Voeding en drinkwaterverstrekking	29
4.2.4	Gegevensverzameling en gegevensverwerking	30
4.3	Resultaten	32
4.3.1	Houding van de beren	32
4.3.2	Orale activiteit	32
4.3.3	Sta- en zitgedrag	34
4.3.4	Hok- en dierbevuiling	34
4.3.5	Huidschade	35
4.3.6	Beenwerk	36

4.4	Discussie	38
4.4.1	Gedrag	38
4.4.2	Huid en beenwerk	39
4.4.3	Hok- en dierbevuiling	40
4.4.4	Conclusies	40
5	DISCUSSIE EN CONCLUSIES	41
5.1	Hoktype	41
5.2	Conclusies en aanbevelingen	41
	LITERATUUR	43
	BIJLAGEN	44
	REEDS EERDER VERSCHENEN PROEFVERSLAGEN	52

SAMENVATTING

Het Varkensbesluit van de Gezondheids- en Welzijnswet voor Dieren (1994) vereist een huisvesting van beren die zo gelegen en gebouwd moet zijn dat de beer zich kan omdraaien en de andere varkens kan horen, ruiken en zien. Ook moet de beer kunnen beschikken over een schone rustplaats. De ligruimte moet droog en comfortabel zijn. Verder moet het hok van een *volwassen* beer een vloeroppervlak hebben van tenminste 6 m? Wanneer het hok gebruikt wordt voor het dekken, moet het vloeroppervlak tenminste 7 m^2 zijn. Tenslotte moet een hok, als dit voorzien is van een roostervloer, voor tenminste tweederde van het totale vloeroppervlak bestaan uit een dicht vloergedeelte. Deze regels zijn gebaseerd op adviesmaten voor berenhokken op zeugenbedrijven, waar over het algemeen slechts enkele beren verblijven. Op Kunstmatige Inseminatie (K. I.)-stations worden veelal enkele honderden beren gehouden in ruime voerligboxen (0,8 x 2,5 m) of gedeeltelijk roosterhokken of strohokken (5 - 7 m^2). Aangezien bij beren nog nauwelijks onderzoek gedaan is naar de invloed van huisvesting op het welzijn, zijn in dit onderzoek de effecten van huisvesting op de welzijnsparameters productie, gezondheid en gedrag bestudeerd. Dit onderzoek is opgebouwd uit drie onderdelen:

- definitie van beercategorieën ter verduidelijking van het begrip "volwassen beer";
- analyse van relaties tussen hoktype en productie en gezondheid van beren;
- analyse van relaties tussen hoktype en gedrags- en gezondheidsgegevens van beren.

Definitie van beercategorieën

Het begrip *volwassen* zoals dat in het Varkensbesluit bij de huisvesting van K.I.-beren wordt gebruikt kan ter formulering van eisen aan hokoppervlakken het best geïnterpreteerd worden als maximum lichaamsafmetingen. In de literatuur wordt de benodigde ruimte voor varkens voor het uitoefenen van bepaald gedrag (zoals draaien) gerelateerd aan de lengte- en hoogtemaat van de dieren. Er zijn echter weinig gegevens beschikbaar over relaties tussen lichaamsmaten en leeftijd van hedendaagse K.I.-beren. Daarom is door het Praktijkonderzoek Varkenshouderij een protocol ontwikkeld ter bepaling van de hoogte- en lengtemaat van K.I.-beren met verschillende leeftijden van de rassen Groot Yorkshire-slachtvarkenvaderdier (GY-svd) en Krusta.
Op basis van de maximum gemeten lichaamslengte kan worden geconcludeerd dat een ligruimte van 2,5 m^2 aan alle GY-svd-beren en Krusta-beren de mogelijkheid biedt om volledig gestrekt te liggen.
Het totale benodigde hokoppervlak voor K.I.-beren kan gerelateerd worden aan leeftijd en lichamelijke ontwikkeling.

Bedrijfsanalyse van productie en gezondheid

Door middel van statistische analyses van verzamelde gegevens uit de Managementinformatiesystemen van zes K. I.-stations en uit enquêtes is inzicht verkregen in relaties tussen enerzijds hok-kenmerken en anderzijds productie- en gezondheidskenmerken. Voordat deze analyses uitgevoerd konden worden, zijn de verzamelde data eerst grondig beoordeeld op kwaliteit.
Vanwege de zeer ongelijkmatige verdeling van de data over instellingen van proeffactoren (bijvoorbeeld hoktype, leeftijd, ras) zijn de analyses beperkt tot de data van een K.I.-station waar de verdeling redelijk was. Uit de analyses kwamen geen aanwijzingen dat de beren in respectievelijk voerligboxen, gedeeltelijk roosterhokken en strohokken verschillen in spermaproductie. Wel waren er aanwijzingen dat het sperma van beren in de strohokken een betere kwaliteit had (minder morfologische afwijkingen) dan het sperma van beren in de gedeeltelijk roosterhokken en voerligboxen. Een verklaring van dit verschil zou kunnen liggen in verschillen tussen afdelingen, die los staan van het hoktype (bijvoorbeeld klimaatregeling) of, indien het een specifieke eigenschap van strohokken betreft, in de isolerende werking van het stro. Mogelijk staan beren in strohokken min-

der bloot aan temperatuurfluctuaties. De analyse heeft geen aanwijzingen opgeleverd voor verschillen in gezondheid tussen beren die gehuisvest zijn in respectievelijk voerligboxen, gedeeltelijk roosterhokken en strohokken.

Gedrag en gezondheid van K.I.-beren

Uit experimenteel onderzoek op een K.I.-station waar voerligboxen, gedeeltelijk roosterhokken en strohokken aanwezig waren bleek dat bij beren in de voerligboxen de minste orale activiteit voorkwam. In tegenstelling tot bij zeugen lijkt het optreden van orale activiteit voor K.I.-beren geen goede indicatie voor het vóórkomen van stereotiep gedrag. Ook bleek dat huid- en beenwerkschade meer voorkwamen in de voerligboxen dan in de strohokken. De resultaten van de beren in de gedeeltelijk roosterhokken lagen met betrekking tot huid- en beenwerkschade tussen die van de voerligboxen en strohokken in. Aanvullend bleek dat de beren in de voerligboxen vanwege de beperkte bewegingsvrijheid gedwongen waren om in hun eigen mest en urine te gaan liggen indien deze niet door de roosters viel. Hierdoor waren de beren in de voerligboxen bevuild, terwijl de roosters relatief schoon bleven.

Conclusie

De resultaten van dit onderzoek geven aan dat het bij de huisvesting van K.I.-beren raadzaam is om in een hok zonder stro functiegebieden te onderscheiden voor het uitoefenen van lig- en mestgedrag. Een ligruimte van 2,5 m^2 biedt volwassen beren de mogelijkheid om volledig gestrekt te kunnen liggen. Uitgaande van een totaal vloeroppervlak van minimaal 6 m^2 (Varkensbesluit van de Gezondheids- en Welzijnswet voor Dieren, 1994) komt dit neer op ongeveer 40% dichte vloer. Indien gestreefd wordt naar optimale gezondheid (minimale beenwerkproblemen, huidschade en bevuiling) en wellicht optimale spermakwaliteit geniet het gebruik van stro op de ondergrond de voorkeur boven een kale ondergrond van beton. De aspecten arbeid (kwantiteit én veiligheid) en het risico van ziekte-insleep (hygiëne) dienen onderdeel te zijn bij de afweging om wel of geen stro te gebruiken.



K.I.-beer in voerligbox



K.I.-beren in strohokken

SUMMARY

Introduction

The Dutch Welfare and Health Regulations for Pigs of 1994 states that the accommodation of boars should be such that the boar can turn round and hear, smell and see other pigs. Additionally the boar should have a clean resting place. This resting place should be dry and comfortable. Furthermore the pen for an *adult* boar should have a floor surface of at least 6 m? If the pen is used as a mating area, it should have a surface of at least 7 m? Finally, the boar pen should, in the case of a partially slatted floor, have a non-slatted area of at least 66%. These regulations are based on advice for boar pens in breeding farms which in general only have a few boars at their disposal. However, in Artificially Insemination (A. I.)-centres several hundred boars are often kept in crates (0,8 x 2,5 m) or in pens with a partially slatted floor or in pens with straw (5 - 7 m^2). The effect of housing on production, health and behaviour (all part of welfare) was studied since little research has been carried out on boars regarding the effects of housing on welfare. This project is divided in three parts:

- the definition of boar categories to clarify the statement "adult boar";
- the description of relationships between the housing of A.I.-boars and their production and health, using raw data from the management information systems of six A.I.-centres;
- the description of relationships between the housing of A.I.-boars and data on behaviour and health, based on an experiment at one A.I.-centre.

Definition of boar categories

In the case of the housing of boars, the expression adultness, as it is used in the Dutch Welfare and Health Regulations for Pigs of 1994, can best be interpreted in terms of bodysize for the formulation of pen specifications. In literature, the space requirements of pigs to perform certain behaviour (e.g. turning) are related to the body length and the body height of the animals. However, little data is available on relations between body size and the age of modern A.I.-boars.
At the Research Institute for Pig Husbandry a protocol was developed to measure the body height and length of A.I.-boars of the breeds Yorkshire-terminal boar and Krusta. Based on the maximal body size measured according to this protocol it was concluded that Yorkshire-terminal boars and Krusta boars are able to lie totally recumbent on a lying space of 2,5 m?

Relations between housing of A.I.-boars and production and health based on a database study

Relations between pen characteristics on the one hand and production and health features on the other were studied by means of statistical analysis of data from management information systems (MIS) from six A.I.-centres and from a questionnaire. Preceding this analysis the MIS-data were checked carefully for errors.
Because of the very unbalanced distribution of the data over the experimental factors the analysis was performed with the data of only one A.I.-centre in which the distribution of the data was acceptable.
The results of the analysis gave no indication of the effects of housing type (crates versus pens with partially slatted floors versus pens with straw) on sperm production. However, the results indicated a better quality (better morphology of the sperm cells) of the sperm produced by boars housed in pens with straw than by boars housed in crates or pens with a partially slatted floor. This difference in sperm quality may be explained by the isolating properties of straw. In this way boars are less affected by fluctuations in temperature. Another possible explanation for this difference is the occurrence of differences between compartments which have no relationship with pentype (e.g. climate control)
This database study gave no indication of

the effects of housing type on the health of A.I.-boars.

Relations between housing and welfare of A.I.-boars based on experimental research

From experimental research on an A.I.-centre with three kinds of boar pens (crates, pens with a partially slatted floor and pens with straw) it was concluded that A.I.-boars housed in crates show less oral activity. In contrast with sows, the occurrence of oral activity in A.I.-boars was considered to be a poor indication of the occurrence of stereotype behaviour in A.I.-boars.
Furthermore, it was concluded that the occurrence of skin and leg lesions was higher in crates than in pens with straw. The occurrence of skin and leg lesions in pens with a partially slatted floor was intermediate. Additionally, the results indicated that because of the limited freedom of movement, boars housed in slatted crates were forced to lie down in their own manure in as far as it remained on the slatted floor. That is why the boars housed in crates were dirty and the slatted floor stayed clean.

Conclusions

The results of this research project indicated that the housing of A.I.-boars should be differentiated into different areas for lying and dunging. A lying area of 2,5 m^2 is sufficient for totally recumbent lying. Based on a total floor space of at least 6 m^2 (Dutch Welfare en Health Regulations for Pigs, 1994) this implies 40% solid floor. For optimal health (minimal leg and skin lesions and minimal dirtiness) and maybe also for sperm quality, the use of straw on the pen floor is preferable. Labour aspects (quantity and safety) and hygiene concerning the use of straw should also be considered.

1 INLEIDING

In het Varkensbesluit van de Gezondheids- en Welzijnswet voor Dieren wordt voor de huisvesting van beren verwezen naar de EU-richtlijn (hoofdstuk II, onder I): "De berenhokken moeten zo gelegen en gebouwd zijn dat de beer zich kan omdraaien en de andere varkens kan horen, ruiken en zien, en moeten zo zijn ontworpen dat de beer over een schone plaats beschikt om te rusten. De ligruimte moet droog en comfortabel zijn. Verder moet het hok voor een volwassen beer een vloeroppervlakte hebben van tenminste 6 m? Wanneer het hok gebruikt wordt voor het dekken, moet de vloeroppervlakte echter tenminste 7 m^2 zijn". Ook moet een hok, als dit voorzien is van een roostervloer, voor tenminste tweederde van het totale vloeroppervlak bestaan uit een dicht vloergedeelte.
De regels in het Varkensbesluit en de EU-richtlijn zijn gebaseerd op de adviesmaten voor berenhokken op zeugenbedrijven. In 1984 werd voor een berenhok 2,00 x 2,75 (5,5 m^2) geadviseerd en voor een hok waarin ook werd gedekt 2,5 x 2,75 m (6,9 m^2) (Commissie Welzijn Varkens op praktijkbedrijven, 1984, 1986). Op zeugenbedrijven bevinden zich in het algemeen slechts enkele beren, die in hokken worden gehouden. Op Kunstmatige Inseminatie (K.I.)-stations worden veelal enkele honderden beren gehouden. Een aanzienlijk deel hiervan wordt gehouden in ruime voerligboxen (0,8 x 2,5 m). In vergelijking met zeugen bereiken beren een hoger volwassen gewicht en zullen ze een groter oppervlak nodig hebben om vrij te kunnen liggen. Zeugen worden doorgaans in boxen van 0,65 x 2,00 m gehouden (1,3 m^2; exclusief trog of inclusief verhoogde trog).
In tegenstelling tot bij zeugen is er bij beren nauwelijks onderzoek gedaan naar de invloed van het huisvestingssysteem op het welzijn. Met betrekking tot de definitie van dierlijk welzijn signaleren Duncan et al. (1993) in de literatuur twee benaderingen: in de ene benadering wordt de nadruk gelegd op het emotionele lijden van dieren, terwijl de andere benadering uitgaat van het biologisch functioneren van de dieren. Duncan et al. (1993) stellen dat beide benaderingswijzen in ogenschouw genomen moeten worden bij de beoordeling van het welzijn van dieren.
Concreet betekent dit, dat bij de beoordeling van het welzijn van dieren zowel fysiologische, immunologische als gedragsparameters van belang zijn. Een beoordeling op grond van één parameter is niet mogelijk. Kwantificering van het welzijn is niet mogelijk. Wel is het mogelijk enige volgorde aan te geven in welzijnsvriendelijkheid van systemen. Parameters die voor een welzijnsbeoordeling gebruikt kunnen worden zijn: veterinaire behandelingen, mate van huid- en beenwerkschade, uitval, uitval- en afvoerredenen, slachtbevindingen, productie, voer- en wateropname, gedrag en hormoonspiegels (Vermeer en Smeets, 1997).

1.1 Doel

Het doel van dit onderzoek is het bepalen van de relatie tussen hoktype (voerligboxen, gedeeltelijk roosterhokken en strohokken) en het welzijn van K.I.-beren. De parameters veterinaire behandelingen, uitval, spermaproductie en spermakwaliteit, gedrag, huid- en klauwbeschadigingen en bevuiling van hok en dier zijn in dit onderzoek gebruikt voor het beoordelen van het welzijn.

1.2 Onderzoeksopzet

Dit onderzoek bestaat uit drie onderdelen die samen een indruk geven van de invloed van de verschillende huisvestingvormen op het welzijn en de productie van K.I.-beren. Deze onderdelen zijn:

1 Definitie van beercategorieën in relatie tot huisvestingsnormen.
In dit onderdeel worden enkele fysieke kenmerken van K.I.-beren weergegeven die van belang (kunnen) zijn voor het vaststellen van huisvesting normen voor K.I.-beren. De bevindingen in dit onderdeel zijn voor een deel gebaseerd op literatuurgegevens en voor een deel op eigen waarnemingen.
2 Beschrijven van relaties tussen hoktype

van K.I.-beren en de fysiologische welzijnsparameters productie en gezondheid, op basis van databestanden van 6 K.I.-stations over een periode van vijf jaar. Deze databestanden bevatten productie- en gezondheidsgegevens van K.I.-beren en de hoktype-gegevens van deze beren.

3 Beschrijven van relaties tussen hoktype van K.I.-beren en gedrags- en gezondheidsvariabelen op basis van waarnemingen op een K.I.-station waar de drie hoofdvormen van hoktype (voerligboxen, gedeeltelijk roosterhokken en strohokken) voorkomen.

In de hierna volgende hoofdstukken worden de drie onderdelen achtereenvolgens behandeld. In het laatste afrondende hoofdstuk van dit rapport worden op basis van bovenstaande onderdelen algemene conclusies en aanbevelingen gegeven.

1.3 Afbakening

Dit onderzoek omvat niet volledig de benaderingen die door Duncan et al. (1993) gesignaleerd zijn ter definiëring van het begrip "dierlijk welzijn". Dit onderzoek geeft hooguit een indicatie van het welzijn van K.I.-beren. Deze indicatie is gebaseerd op waarnemingen die betrekking hebben op slechts enkele parameters, waarmee samen met andere parameters het welzijn van K.I.-beren beoordeeld kan worden. Het onderzoek is uitgevoerd in opdracht van de Bond van Verenigingen voor Kunstmatige Inseminatie van Varkens en de Vereniging voor Fokkerijinstellingen van Varkens.

2 DEFINITIE VAN BEERCATEGORIEËN

Het begrip "volwassen" wordt in het woordenboek (Van Dale, 1997) als volgt omschreven: "geestelijk en lichamelijk volgroeid, met kenmerken daarvan". Deze beschrijving gaat, evenals het woord "volwassen" zelf, uit van groei van het totale lichaam. Om praktisch om te kunnen gaan met het begrip volwassenheid is het belangrijk om één of enkele geschikte parameters boven water te krijgen die de mate van volwassenheid goed weergeven.
Echter, als het begrip volwassen niet letterlijk wordt bezien, zou er een toestand beschreven kunnen worden waarin begrippen als (sexuele) rijpheid en (einde van) puberteit een rol spelen.
Dit hoofdstuk gaat nader in op het begrip volwassenheid in het algemeen en volwassenheid van beren in het bijzonder. Daarbij wordt gebruik gemaakt van literatuurgegevens én van de resultaten van eigen metingen. Tenslotte gaat dit hoofdstuk in op de behoefte aan ruimte op basis van lichaamsmaten.

2.1 Volwassenheid en gewicht van beren

Als een dier in staat wordt gesteld om te groeien zonder negatieve invloeden van allerlei milieufactoren kan de relatie tussen levend gewicht en leeftijd weergegeven worden met behulp van een S-vormige curve (Taylor, 1980; Kemp, 1989). Moore (1985) berekende de wiskundige vergelijking die deze curve beschrijft (vergelijking 1).

Vergelijking 1:

$$W = A(1+e^{-pn \times (elog(t-3,5)/A\hat{}0,27))^{-1/0,27}}$$

waarbij:
W = levend gewicht (kg)
A = volwassen gewicht (kg)
pn = polynoom van de n^{de} orde
t = leeftijd vanaf conceptie (dagen)

Moore (1985) concludeerde dat voor beren een derdegraads polynoom (pn) de data van Brody en Hammond (geciteerd door Kemp, 1989) betreffende leeftijd en gewicht van beren goed beschrijft.
Mogelijk zijn deze data niet meer representatief voor de huidige beren. Kemp (1989) geeft in zijn proefschrift een polynoom weer zoals die door Knol (1989, persoonlijke mededeling) herberekend is. Deze nieuwe polynoom is berekend op basis van data van Yorkshire K.I.-beren. Zie vergelijking 2 (Knol 1989, persoonlijke mededeling).

Vergelijking 2:

$$p(n) = (1,5154/10.000) + 3,7892 \times X - 1,3992 \times X^2 + 0,0974 \times X^3$$

waarbij:
$X = {}^{e}log((t-3,5)/A^{0,27})$

In vergelijking 1 is het volwassen gewicht opgenomen. Moore (1985) merkt op dat de schatting van het volwassen gewicht veelal gezien wordt als een zwakke schakel in het opstellen van een vergelijking die de groei van zoogdieren beschrijft. Er wordt in de literatuur, ook door Moore (1985), weinig aandacht geschonken aan schattingen van volwassen maten. Moore (1985) merkt op dat vergelijking 1 gebruikt kan worden om het volwassen gewicht te schatten samen met de parameters voor pn(X). Voorwaarde hierbij is wel dat geschikte wegingsfactoren gebruikt moeten worden. Ook kan een schatting of voorspelling van het volwassen gewicht (A) gemaakt worden vanuit de historische gegevens over groei van een onvolwassen dier. Hierbij mag alleen het volwassen gewicht (A) als variabele beschouwd worden en worden de parameters van pn(X) als constanten beschouwd, die verkregen zijn van vergelijkbare maar volgroeide dieren (Moore, 1985). Taylor (1980) geeft schattingen van volwassen gewichten voor verscheidene diersoorten. Deze schattingen zijn gemaakt op basis van de specifieke groeicurve van elke soort. Het gewicht waarbij de S-vormige groeicurve af gaat vlakken, beschouwt Taylor (1980) als het volwassen gewicht.
Op basis van de vergelijkingen 1 en 2 construeerde Knol, (1989; geciteerd door

Kemp (1989)) een theoretische groeicurve (figuur 1). Deze groeicurve geeft de theoretische situatie weer waarin beren groeien, zonder invloeden van buitenaf. De groeicurve in figuur 1 geeft de maximumgroei van beren. Deze groei zal, onder invloed van allerlei milieu-invloeden, niet gehaald worden (Kemp, 1989). Eén van de invloeden betreft de voeding van de beren. Beren op K.I.-stations worden beperkt gevoerd en zullen dus een minder snelle ontwikkeling laten zien dan de theoretische groeicurve doet vermoeden. Daarom ligt de werkelijke groeicurve van K.I.-beren onder de theoretische groeicurve (Kemp, 1989).

2.2 Volwassenheid en lichaamsafmetingen van beren

Behalve lichaamsgewicht kunnen ook andere lichaamsmaten in aanmerking komen om de mate van volwassenheid van beren weer te geven. Voorbeelden zijn schouderhoogte, staart-schouder-afstand en schouder-snuit-afstand. Door Petchey en Hunt (1990) zijn deze data bij beren verzameld (Large White, Landras en Hybride).
Deze auteurs vonden een lineaire relatie tussen leeftijd (maanden) enerzijds en schouderhoogte (mm), lichaamslengte (som van snuit-schouder en schouder-staart) en lichaamsgewicht anderzijds. Deze relaties werden gevonden na regressie van de data van 17 beren op proefbedrijven (lichaamsgewicht en schouderhoogte) en na regressie van de data van 113 beren op praktijkbedrijven (lichaamslengte).

Vergelijking 3:

schouderhoogte (mm) =
695 + 6,09 x leeftijd (maanden)

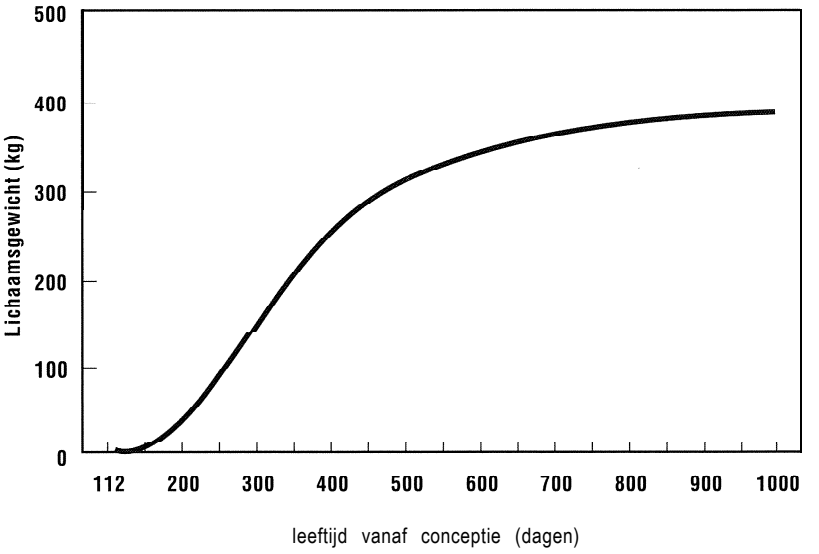
Vergelijking 4:

lichaamslengte (cm) =
158,826 + 1,227 x leeftijd (maanden)

Vergelijking 5:

lichaamsgewicht (kg) =
139 + 3,32 x leeftijd (maanden)

De relaties met leeftijd als verklarende variabele (vergelijking 3, 4 en 5) zijn lineaire vergelijkingen. Hierbij wordt bij het vorderen van de leeftijd dus geen maximum bereikt. De relaties zijn gevonden bij beren tot aan



Figuur 1: De (theoretische) relatie tussen leeftijd en lichaamsgewicht bij K.I.-beren (bron: Knol geciteerd door Kemp, 1989)

een leeftijd van 40 maanden, Petchey en Hunt (1990) geven niet aan of een "niet-lineair regressiemodel" beter of slechter past bij hun data dan een lineair model. Uit de data van Petchey en Hunt (1990), die verkregen zijn op praktijkbedrijven, bleek tevens dat weinig beren van bovenstaande rassen een schouderhoogte hadden boven de 97 cm. Dit wil overigens niet zeggen dat dit de maximum haalbare hoogte is, omdat veel beren al zijn afgevoerd voordat ze de maximumhoogte bereikt hebben.

2.3 Ruimtebehoefte van beren

De ruimte die varkens nodig hebben wordt in de eerste plaats bepaald door hun lichaamsmaten en houding (lichaamsruimte). Daarnaast is er behoefte aan "dynamische ruimte" (Baxter, 1984). Onder dynamische ruimte wordt de extra ruimte verstaan die nodig is door verandering van houding (van liggen tot staan), oriëntatie (omdraaien) of plaats (Baxter, 1984). Geen enkele kunstmatig gecreëerde ruimte is perfect. Er zal ook altijd ruimte zijn die niet door het dier benut kan worden; de zogenaamde restruimte.
Bij huisvesting van dieren kan tenslotte de zogenaamde sociale ruimte een rol spelen. De sociale ruimte is de ruimte die nodig is om gedrag uit te oefenen dat het gevolg is van de nabijheid van andere dieren. Dit is het duidelijkst bij groepshuisvesting. Ook bij individuele huisvesting echter kan sociale ruimte een rol spelen. In het geval dat een dominante zeug gehuisvest is in een voerligbox naast een onderdanige zeug, zal de onderdanige zeug de dominante zeug zoveel mogelijk willen mijden. De totale ruimte die een dier onder ideale omstandigheden heeft is de som van lichaamsruimte, dynamische ruimte, restruimte en sociale ruimte (Baxter, 1984). Ervan uitgaande dat de sociale ruimte bij individueel gehuisveste dieren geen rol speelt, kan de totale ruimte die toebedeeld wordt verkleind worden door het verminderen van de dynamische ruimte en het zoveel mogelijk beperken van de restruimte. Immers, de lichaamsruimte is constant. De ruimte die nodig is voor rustende varkens kan geëxtrapoleerd worden uit data die betrekking hebben op lichaamsmaten en houding (Baxter, 1984).
Door Hendry (geciteerd door Baxter, 1984) is onderzoek gedaan naar de relatie tussen gewicht en verscheidene lichaamsmaten (waaronder schouderhoogte) bij 25 varkens (Large White x Landras) vanaf een leeftijd van 1 dag tot aan 56 dagen. De metingen werden bij tien van deze dieren voortgezet tot aan een gewicht van ongeveer 92 kg. Door Petherick (geciteerd door Baxter, 1984) is zulk onderzoek uitgevoerd bij zeugen (Large White x Landras) van verschillende pariteiten en in verschillende stadia van de dracht. Het maximumgewicht bedroeg hier 286 kg. Op basis van de verkregen data werd geconcludeerd dat voor praktische toepassing een vergelijking van de vorm $L = kW^{1/3}$ voldoet. Eén van de gevonden relaties betrof: schouderhoogte (mm) = $150W^{1/3}$.
Hoewel er zeker afwijkingen bestonden van deze algemene vergelijkingen was de overeenstemming goed. Echter voor andere rassen moeten er nog meer data beschikbaar komen.
Op basis van de gevonden relaties kunnen vervolgens de ruimtebehoeften voor dieren in rust bepaald worden (Baxter, 1984). Belangrijk hierbij is de houding van de dieren in rust. Het maximale oppervlak dat varkens in rust nodig hebben wordt bereikt als ze op een zijde liggen met de poten gestrekt. Het oppervlak dat in deze situatie nodig is, is het product van de lichaamshoogte vermenigvuldigd met lichaamslengte (vergelijking 6).

Vergelijking 6:

$$0{,}16W^{0{,}33} \times 0{,}275W^{0{,}33} = 0{,}044W^{0{,}66}\ (m^2)$$

waarbij:
W = lichaamsgewicht

Als het gewicht van een volwassen beer op 400 kg wordt gesteld, bedraagt zijn oppervlaktebehoefte in rust: $0{,}044 \times 400^{0{,}66} = 2\ 30\ m^2$
Vooropgesteld dat voer en water bij de kop van het dier worden geplaatst en dat de mest verwijderd kan worden, wordt de minimumruimte bij opsluiting bepaald

door de maximumbehoefte aan "statische" ruimte. Als deze minimumruimte, behalve de lichaamsruimte, ook de ruimte bevat die nodig is voor opwaartse, neerwaartse en draaiende bewegingen van het lichaam, dan is deze statische ruimte ook de maat voor de minimaal acceptabele ruimte bij individuele huisvesting.
De extra ruimte die nodig is om te kunnen gaan staan en liggen is in een berekening van Baxter (1984) geschat op 20 procent. Dit heeft betrekking op de lengtemaat.
Ten aanzien van de minimaal benodigde ruimte om te kunnen omdraaien is weinig informatie beschikbaar. Robertson et al. (geciteerd door Baxter, 1984) geven aan dat zeugen en gelten verscheidene manieren kunnen ontwikkelen om in een beperkte ruimte te kunnen draaien. Baxter (1984) gaat uit van de formule $0,154W^{0,33}$ om de breedtemaat van de ruimte te berekenen die een normale wending van het dier mogelijk maakt. Deze breedte is geringer dan de breedtemaat die nodig is om de dieren op één zijde met de poten volledig gestrekt te laten liggen ($0,16\,W^{0,33}$). Deze vergelijkingen zijn afgeleid van gegevens van zeugen van 100 tot 200 kg.
Op basis van de gegevens van Baxter (1984) kan geconcludeerd worden dat de benodigde ruimte voor een beer om te kunnen gaan staan en liggen én om te kunnen draaien, ook berekend kan worden met vergelijking 6.

Hierbij geldt dat de hoogtemaat genomen moet worden als breedte van het hok om het dier op één zijde met volledig gestrekte poten te laten liggen. Deze maat geeft een beer dan ook voldoende ruimte om te kunnen draaien. Dit betekent wel dat de dieren hun lichaam moeten buigen om te kunnen draaien. Hierbij geldt de veronderstelling dat op basis van gegevens van zeugen, die overigens ook nog gevalideerd moeten worden, afgeleide vergelijkingen gebruikt mogen worden voor beren die hogere lichaamsgewichten bereiken.

2.4 Meten van hoogte en lengte van K.I.-beren

Om meer inzicht te krijgen in lichaamsmaten van K.I.-beren heeft het Praktijkonderzoek Varkenshouderij een protocol (bijlage 1) ontwikkeld ter bepaling van de lichaamsmaten van K.I.-beren. Baxter (1984) geeft aan dat het product van hoogtemaat en lengtemaat een indicatie vormt van de ruimte die varkens nodig hebben op met gestrekte poten op een zijde te kunnen liggen. Daarom beschrijft het "Protocol Lichaamsmaten" een methode waarmee hoogte- en lengtematen van K.I.-beren bepaald kunnen worden.
Op basis van dit protocol zijn op twee K.I.-stations metingen uitgevoerd bij beren van de rassen Krusta en GY-svd. Door vermenigvuldiging van de verkregen hoogte- en lengtemaat wordt het lichaamsoppervlak van de betreffende beer verkregen, Door middel van variantie-analyse met het statistische softwarepakket JMP® (SAS, 1995) is nagegaan of ras (GY-svd versus Krusta), station (1 versus 2), leeftijd en leeftijd x station effect hebben op de lengtemaat en op het lichaamsoppervlak van K.I.-beren.
Vervolgens is met behulp van "curve fitting" (JMP® SAS, 1995) een verband gezocht tussen leeftijd (maanden) enerzijds en lengte en lichaamsoppervlak anderzijds.
Uit de variantie-analyse bleek dat ras (GY-svd versus Krusta) en station (1 versus 2) geen effect ($p > 0,1$) hebben op lichaamslengte en -oppervlak. Leeftijd bleek wel invloed te hebben op lengte en lichaamsoppervlak ($p < 0,01$). Uit regressie-analyses bleek dat de relatie tussen leeftijd enerzijds en lichaamslengte en -oppervlak anderzijds redelijk beschreven wordt (R^2adj respectievelijk 0,33 en 0,35) door vergelijkingen waarin de reciproke van leeftijd (1/leeftijd) als verklarende variabele is opgenomen.
De gevonden relaties zijn weergegeven in de vergelijkingen 7 en 8.

Vergelijking 7:

Lengte (exclusief kop, cm) =
185,226 - 297,492 x (1/leeftijd (mnd))

Vergelijking 8:

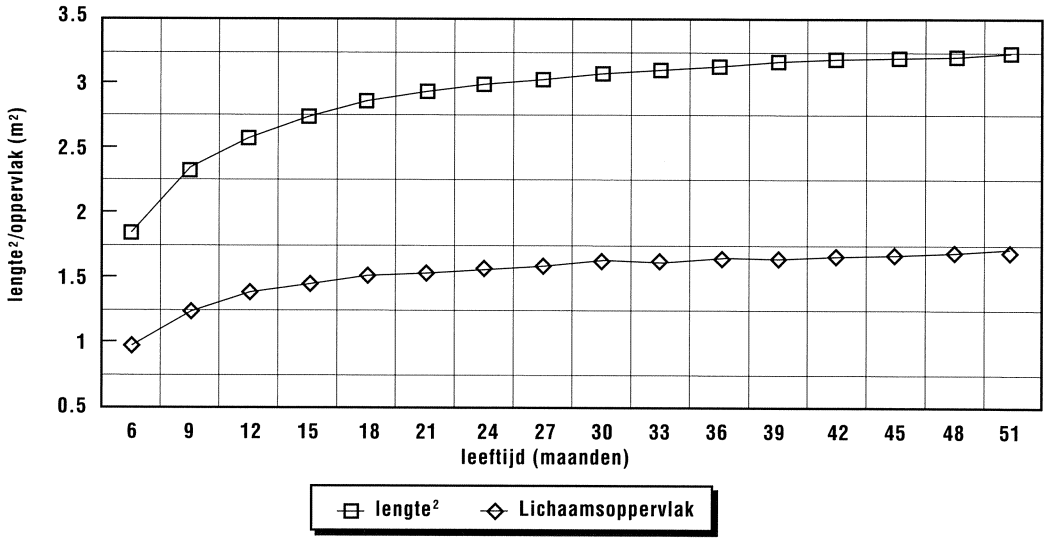
Lichaamsoppervlak(exclusief kop,m^2) =
1,76999 - 4,77111x (1/leeftijd (mnd))

Om zonder lichaamsbuiging te kunnen draaien in een hok moet het hokoppervlak tenminste het kwadraat van de lichaams-

lengte bedragen. In figuur 2 zijn vergelijking 8 en het kwadraat van de volgens vergelijking 7 berekende lichaamslengte weergegeven.

2.5 Conclusies

Uit vergelijking 7 blijkt dat een GY-svd-beer of een Krusta-beer op een leeftijd van 51 maanden (= maximumleeftijd waarbij metingen zijn uitgevoerd) een lichaamslengte (exclusief kop van ongeveer 40 cm) van ongeveer 1,8 m heeft. Het lichaamsoppervlak op een leeftijd van 51 maanden bedraagt ongeveer 1,7 m^2.
Ervan uitgaande dat een beer moet kunnen gaan staan en liggen én zonder lichaamsbuiging moet kunnen draaien, kan geconcludeerd worden dat een "gemiddelde" GY-svd-beer of Krusta-beer hiervoor in een hok van 3,5 m^2 voldoende ruimte heeft.
Uiteraard is de vorm van het hok hierbij van belang, omdat een te smal hok een draaiïng zonder lichaamsbuiging in de weg staat. In de praktijk wordt nog veelvuldig gebruik gemaakt van voerligboxen als hoktype voor K.I.-beren. De afmetingen van de voerligboxen zoals die voorkomen in het databestand (zie hoofdstuk 3) variëren van 2,54 m x 0,56 m tot 2,9 m x 0,9 m. Dit betekent dat de beren in deze hokken niet in staat zijn om zich te draaien zonder lichaamsbuiging. De oppervlakken van de gedeeltelijk roosterhokken en strohokken die zijn opgenomen in het databestand (zie hoofdstuk 3) waren in alle gevallen meer dan 3,5 m^2. De kortste zijde van deze hokken was voor het merendeel van de hokken groter dan of gelijk aan 2 m. Dit betekent dat zowel een GY-svd-beer als een Krusta-beer van 51 maanden volgens de regressievergelijking 7 in deze hokken zonder lichaamsbuiging kan draaien.
Vier procent van de beren waaraan metingen hebben plaatsgevonden had een lichaamslengte (exclusief kop) groter dan 1,87 m (= $\sqrt{3,5}$). Uitgaande van de maximaal gemeten lichaamslengte (exclusief kop) van 2,05 m biedt 4,2 m^2 voldoende ruimte.



Figuur 2: De relatie tussen leeftijd (maanden) en respectievelijk lichaamsoppervlak (exclusief kop, m^2) en lichaamslengte in kwadraat (exclusief kop, m^2) bij K.I.-beren

3 BEDRIJFSANALYSE VAN PRODUCTIE EN GEZONDHEID

31 Verzameling van gegevens

In de tweede helft van 1996 zijn van zes K.I.-stations (drie K. I.-organisaties) gegevens verzameld die afkomstig waren uit de managementinformatiesystemen (MIS-en) van de K.I.-stations. Deze gegevens zijn per organisatie aangeleverd in vier bestanden, De vier bestanden hadden betrekking op respectievelijk algemene beergegevens, spronggegevens, gezondheidsgegevens en verplaatsingsgegevens. Aangezien de gegevens te weinig informatie verschaften over de hokuitvoeringen op de betreffende K.I.-stations zijn op de zes K.I.-stations nog aanvullende enquêtes uitgevoerd, teneinde per K.I.-station een volledig beeld van de aanwezige hokken en hoktypen te krijgen. Aanvullend zijn met behulp van deze enquêtes ook gegevens met betrekking tot voer- en drinkwaterverstrekking en klimaatregeling op de K.I.-stations verkregen. Op basis van de kenmerken in tabel 1 zijn de hokken ingedeeld in hoktypen.

Na een inventarisatie bleek dat drie hoofdvormen in hoktype voor K.I.-beren konden worden onderscheiden, te weten: voerligboxen, gedeeltelijk roosterhokken en strohokken. Binnen deze hoofdvormen bestond wel veel variatie in de kenmerken die staan weergegeven in tabel 1.

3.2 Kwaliteitsanalyse van MIS-gegevens van K. I .-stations

In MIS-en van de K.I.-stations worden gegevens geregistreerd van de op het K.I.-station aanwezige beren. Deze gegevens worden voornamelijk gebruikt voor het ondersteunen van de dagelijkse bedrijfsvoering (berenkaarten, attentielijsten, registratie van gezondheidsproblemen en de toegepaste therapieën, registratie van productie et cetera). In zijn algemeenheid kan gesteld worden dat registratie van gegevens op K.I.-stations voor onderzoek, zoals het onderling vergelijken van hoktypen, niet gebruikelijk is. Daarom is eerst een grondige kwaliteitsanalyse en selectie van de verstrekte gegevens uitgevoerd. De kwaliteitsanalyse van de MIS-gegevens is in twee stappen uitgevoerd. Allereerst zijn de individuele, door de K.I.-stations opgestuurde, bestanden gescreend. Vervolgens zijn deze opgeschoonde bestanden gekoppeld met de hoktype-gegevens die door middel van de genoemde enquêtes zijn verzameld. Op deze manier is de "geschiedenis" van elke individuele beer in beeld gebracht.

3.2.1 Kwaliteitscriteria voor de individuele bestanden

Ten behoeve van de kwaliteitsanalyse zijn kwaliteitscriteria opgesteld waaraan de data moesten voldoen om in aanmerking te komen voor opname in het uiteindelijke databestand. Hier volgen de belangrijkste criteria:

1. In het gebruikte databestand zijn alleen gegevens opgenomen van de eindberen die behoren tot de rassen "CofokY";"GY-slachtvarkenvaderdier (GY-svd)" en "Krusta". Deze rassen kwamen op alle K.I.-stations voor.
2. De gegevens van beren die sprongre-

Tabel 1: Kenmerken van berenhokken op K.I.-stations

kenmerk	varianten per kenmerk		
oppervlak	van 1,5 m^2 tot 9 m^2		
mogelijkheid tot uitloop	ja	nee	
vloerverwarming	afwezig	aanwezig	
hokafscheiding	open	dicht	
vloeruitvoering	geperforeerd	dicht	gedeeltelijk rooster volledig rooster
bodembedekking	geen	stro	zaagsel

cords hebben op een leeftijd van minder dan 175 dagen zijn niet opgenomen in het databestand. Deze 175 dagen zijn beschouwd als biologische ondergrens voor gebruik van beren als spermaproducent.

3 Op basis van mondelinge mededelingen van medewerkers van de betrokken K.I.-verenigingen zijn de gegevens van beren die ooit op één dag meerdere sprongrecords hadden niet opgenomen in het gebruikte databestand.

4 De records in de tabel met gezondheidsgegevens zijn op basis van de beschrijvingen geüniformeerd over de zes K.I.-stations. Vervolgens zijn groepsbehandelingen, zoals ontwormingen, entingen et cetera, verwijderd uit het databestand. Daarna zijn de records opgesplitst naar geregistreerde behandeling of geregistreerd symptoom en ingedeeld in twee hoofdgroepen zoals "symptomen van beenwerkaandoeningen" en "behandelingen ten behoeve van het beenwerk". Beren waarvan op een leeftijd van minder dan 175 dagen veterinaire behandelingen of ziektesymptomen zijn geregistreerd op één van de zes K.I.-stations, zijn niet opgenomen in het uiteindelijke databestand. Indien deze gegevens zijn vastgelegd op een quarantainebedrijf zijn de op het betreffende K. I.-station verzamelde gegevens van deze beren wel opgenomen in het databestand.

Op basis van bovenstaande criteria zijn van de oorspronkelijke 451.675 sprongrecords ongeveer 299.000 records (66%) verwijderd.

3.2.2 Kwaliteitscriteria voor de gekoppelde bestanden

De tweede stap van de kwaliteitsanalyse betrof een screening van de gekoppelde tabellen met verplaatsings-, sprong-, gezondheids- en beergegevens. Door middel van deze koppeling van bestanden konden per individuele beer periodes van verblijf in bepaalde hoktypes onderscheiden worden, alsmede de sprongen die beren in deze verblijfperiodes hebben uitgevoerd én de veterinaire behandelingen die ze in die betreffende periode hebben ondergaan. Deze verblijven zijn weer onderverdeeld in combinaties van jaar en kwartaal. Op deze manier werd dus duidelijk welke beer in een bepaald kwartaal in een bepaald hoktype aanwezig was, welke sprongen (inclusief spronggegevens) in dat kwartaal door die beer zijn uitgevoerd én of deze beer in dit kwartaal één of meerdere veterinaire behandelingen heeft ondergaan of dat er ziektesymptomen zijn geregistreerd.
De belangrijkste selectiecriteria waren:

1. Kwartalen waarin voor een bepaalde beer sprongen zijn geregistreerd die 90 of meer berekende doses sperma opleverden zijn, vanwege de onwaarschijnlijkheid van dit hoge aantal berekende doses, niet meegenomen voor die betreffende beer. Sprongen waarbij 0 doses zijn geregistreerd zijn wel meegenomen.
2. Indien een beer geen volledig kwartaal in een bepaald hoktype heeft gezeten is dit betreffende kwartaal niet meegenomen. Dit geldt ook voor de kwartalen die (een deel van) de periode van de eerste 42 dagen na plaatsing in een bepaald hoktype omvatten. Aangezien de spermatogenese bij beren ongeveer 42 dagen duurt moet, om effecten van verblijven in vorige hoktypes te voorkomen, een voorperiode van 42 dagen in een bepaald hoktype in acht worden genomen.
3. Behandelingen of symptomen die in de eerste 42 dagen na plaatsing in een bepaald hoktype zijn geregistreerd zijn niet meegenomen, teneinde carry-over-effecten van eerdere hoktypes waarin de betreffende beer gelegen heeft te vermijden.

De spronggegevens die uiteindelijk zijn overgebleven zijn vervolgens per beer, per kwartaal en per verblijf in een hoktype gesommeerd. Een en ander resulteerde in een tabel waarin per beer en per verblijf-kwartaal onder andere het bijbehorende hoktype, de totale productie aan berekende spermadoses, het bijbehorende aantal sprongen, het aantal verplaatsingen binnen het hoktype, het percentage goede morfologie van de sprongen waarvan de morfologie is beoordeeld, het aantal sprongen waarvan de morfologie is beoordeeld en het aantal veterinaire behandelingen zijn vastgelegd. Van de ruim 152.000 records die na de kwaliteitsanalyse van de individuele bestanden

overbleven, bleven na de kwaliteitsanalyse van de gekoppelde bestanden 53.592 sprongrecords over. Dit betekent dat van de oorspronkelijke 451.675 sprongrecords bijna 90 procent niet voldeed aan bovengenoemde criteria. Dit hoge aandeel is niet alleen veroorzaakt door onbetrouwbaarheid van de data, maar ook doordat data voor dit onderzoek niet bruikbaar waren (andere rassen, onvolledige kwartalen in een een bepaald hoktype et cetera).

3.3 Statistisch model

In de bedrijfsanalyse naar de relatie tussen hoktype en welzijn van K.I.-beren staat de volgende vraag centraal. In welke mate heeft het hoktype waarin K.I.-beren zijn gehuisvest (voerligboxen, gedeeltelijk roosterhokken en strohokken) effect op de spermaproductie, de spermakwaliteit (weergegeven door het percentage van het aantal spermacellen met een goede morfologie) en de geregistreerde ziektesymptomen en veterinaire behandelingen. Ter beantwoording van deze vragen zijn voor genoemde kenmerken statistische modellen ontwikkeld waarmee de data zijn geanalyseerd.
Na bestudering van de geselecteerde spermaproductie- en spermakwaliteitsdata bleek dat deze zeer ongelijkmatig verdeeld waren over de zes K.I.-stations en dat niet altijd voor elke instelling van een proeffactor waarnemingen beschikbaar waren. Evenzo ontbraken waarnemingen voor combinaties van instellingen van twee proeffactoren. Dit had tot gevolg dat de data per K.I.-station niet altijd informatie bevatten over hoofdeff ecten en/of twee-factorinteracties. Indien de effecten van de proeffactoren binnen elk K.I.-station in dezelfde richting wijzen (geen interacties tussen de proeffactoren en K.I.-stations) kan informatie over hoofdeffecten en/of twee-weginteracties binnen een station gebruikt worden voor het schatten van deze effecten binnen andere stations. De geldigheid van de veronderstelling dat interacties tussen K.I.-station en overige factoren niet bestaan of verwaarloosbaar zijn vergeleken met de hoofdeffecten is niet te controleren én, vanwege management- en bedrijfsuitrustingsverschillen tussen de K.I.-stations, ook niet waarschijnlijk.

Op grond hiervan is de analyse van de spermaproductie- en spermakwaliteitsgegevens beperkt tot de data van één K.I.-station (K.I.-station Bunnik van Varkens K.I. Centraal Nederland), waarvan de data het meest gebalanceerd leken te zijn. Voor de beschrijving en analyse van behandelingseffecten zijn gemengde regressiemodellen met hoofdeffecten en twee-weginteracties gebruikt.
In paragraaf 3.3.1 en paragraaf 3.3.2 zijn de uitgangsmodellen weergegeven waarmee de gegevens van spermaproductie en spermakwaliteit zijn geanalyseerd. Op basis van de resultaten van de analyses volgens deze uitgangsmodellen zijn de uiteindelijke modellen tot stand gekomen. Daarmee zijn de uiteindelijke analyses uitgevoerd, waarvan de resultaten in paragraaf 4.4 zijn vermeld.

3.3.1 Spermaproductie

Voor de waarnemingen voor spermaproductie is een gemengd lineair regressiemodel aangepast. In dit model zijn een lineaire en een kwadratische component voor het aantal sprongen in een periode, ras, leeftijdscategorie, hoktype en de twee-factorinteracties tussen deze factoren als verklarende variabelen opgenomen. De periode-eff ecten en de interactie-effecten tussen periode en de overige factoren zijn als random beschouwd. De overige effecten zijn als fixed-effecten opgenomen in het model. In het model is rekening gehouden met afhankelijkheden tussen waarnemingen aan dezelfde beer door een extra random term voor beer-effecten op te nemen Het gemengde lineaire uitgangsmodel, waarbij de te verklaren variabele het berekende aantal doses sperma per dag is, kan worden weergegeven als in vergelijking 9.

Vergelijking 9:

$$\text{aantal doses per dag} = \text{constante} + \beta_1 x (X-\bar{X}) + \beta_2 x (X-\bar{X})^2 + \text{ras} + \text{leeftijdscategorie} + \text{hoktype} + \text{ras x leeftijdscategorie} + \text{ras x hoktype} + \text{leeftijdscategorie x hoktype} + \text{periode} + \text{periode x ras} + \text{periode x leeftijdscategorie} + \text{periode x hoktype} + \text{beer} + \text{rest}$$

In vergelijking 9 staat X voor het aantal sprongen van een beer in een desbetreffende periode, X staat voor het gemiddelde

aantal sprongen per beer over alle perioden en rest bestaat uit toevalsbijdragen van onbekende bronnen van variatie. In het gebruikte databestand komen de rassen CofokY, Krusta en Groot-Yorkshire-slachtvarkenvaderdier (GY-svd) voor. Verder kwamen in het gebruikte databestand drie leeftijdscategorieën (1 tot 2 jaar, 2-3 jaar, vanaf 3 jaar), drie hoktypen (voerligboxen, gedeeltelijk roosterhokken en strohokken) en tien perioden (vanaf het vierde kwartaal van 1993 tot en met het eerste kwartaal van 1996) voor. Elke periode is een combinatie van jaar en kwartaal.
Door middel van de opname van een lineaire en een kwadratische component voor het aantal sprongen kon het verband tussen spermaproductie en het aantal sprongen worden beschreven. Hierbij is er van uitgegaan dat bij een relatief laag aantal sprongen de spermaproductie kan worden vergroot door de betreffende beer vaker te laten springen, terwijl een (te) groot aantal sprongen een negatief effect zouden kunnen hebben op de spermaproductie.
Door middel van het random nemen van periode-eff ecten, beer-eff ecten en de eventuele effecten van interacties waarin periode een factor vormt, kon worden volstaan met de opname van slechts één parameter (de variantiecomponent) per effect. Aangezien de interesse voornamelijk uitgaat naar de effecten van ras, leeftijd en hoktype en niet naar mogelijke periode-eff ecten is voornoemde maatregel geoorloofd en kon het model beperkt worden in het aantal verklarende parameters. Schattingen van effecten en van de random variantiecomponenten zijn verkregen met de REML-methode (Restricted Maximum Likelihood) in Genstat (Genstat 5 Committee, 1993). Voor de toetsing van de vaste effecten zijn Wald-toetsen gebruikt, resulterend in benaderende chi-kwadraattoetsen. Paarsgewijze verschillen tussen voorspelde behandelingsgemiddelden zijn getoetst met een normale toets.

3.3.2 Spermakwaliteit

De spermakwaliteit is in de gebruikte dataset weergegeven door in de sperma-opbrengst per sprong het percentage spermacellen met een goede morfologie te bepalen. Spermacellen zonder afwijkingen aan kop, middenstuk en staart en zonder plasmadruppels voldeden aan deze eis.
Vanwege het binominale karakter van de data is aan de gemiddelden van de waargenomen "goede morfologie"-percentages een gemengd probit-model (Oude Voshaar, 1994) aangepast met ras, leeftijdscategorie, hoktype, periode en de twee-factorinteracties tussen deze factoren als verklarende variabelen Evenals bij de analyse van de productiedata zijn periode-eff ecten en interacties met periode random genomen. Ook is door middel van opname van een extra random term voor systematische verschillen tussen beren in het model rekening gehouden met afhankelijkheden tussen waarnemingen aan dezelfde beer.
Het gemengde probit-model is weergegeven in vergelijking 10.

Vergelijking 10:

probit(p) = constante + ras + leeftijdscategorie + hoktype + ras x leeftijdscategorie + ras x hoktype + leeftijdscategorie x hoktype + periode + perioderas + periode x leeftijdscategorie + periode x hoktype + beer + rest

In vergelijking 10 staat p ($0 < p < 1$) voor de verwachte fractie spermacellen met een goede morfologie. Deze fractie wordt in dit model, vanwege het veronderstelde binominale karakter, gemodelleerd op de zogenaamde probitschaal.

Schattingen van effecten en variantiecomponenten zijn verkregen met de IRREML-methode (Iterative Reweighted Restricted Maximum Likelihood, Engel and Keen, 1994) in Genstat (Genstat 5 Committee, 1993). Voor de toetsing van de vaste effecten zijn Wald-toetsen gebruikt, resulterend in benaderende chi-kwadraattoetsen. Paarsgewijze verschillen tussen voorspelde behandelingsgemiddelden op de probitschaal zijn getoetst met een normale toets.

3.3.3 Gezondheid

Indien opeenvolgende behandelingen of symptomen met gelijke code telkens binnen 14 dagen zijn geregistreerd, is in de uiteindelijke dataset voor de analyse van gezondheidsgegevens slechts één keer deze

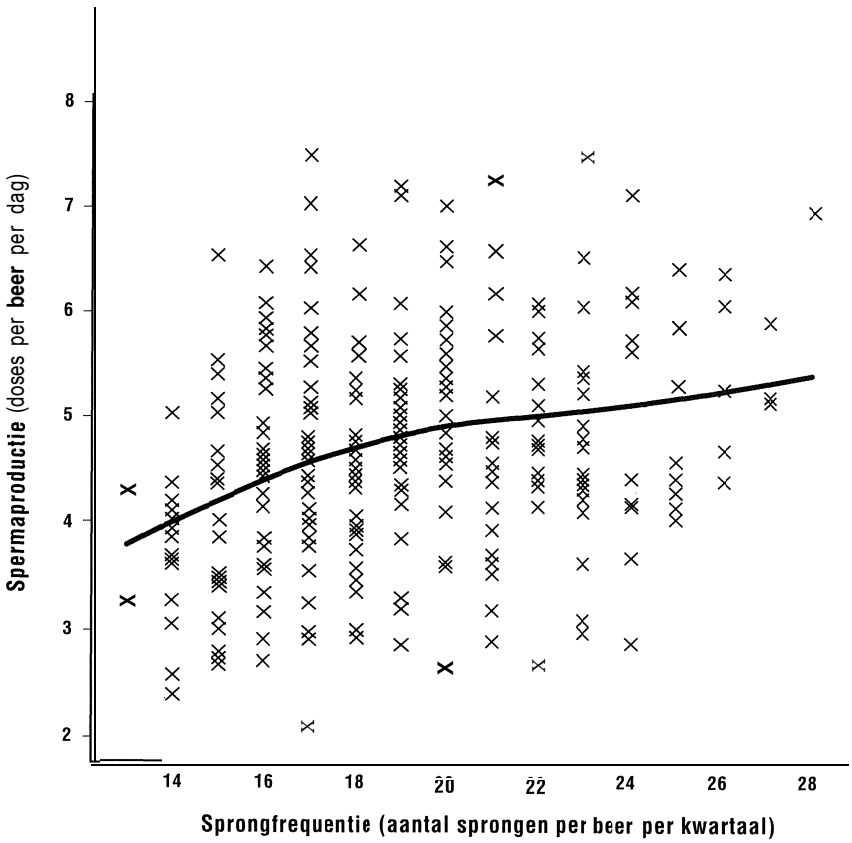
behandeling of dit symptoom opgenomen. De keuze om hierbij een interval van 14 dagen aan te houden is gebaseerd op het rapport "Onderzoek naar hoktype, voeding en veterinaire aspecten op K.I.-stations in Nederland" (Groenen en Hoornick, 1996). In de uiteindelijke sets met geregistreerde ziektesymptomen en veterinaire behandelingen zijn alleen de gegevens opgenomen van beren en perioden die ook in de uiteindelijke set met productiegegevens voorkwamen. In de databestanden met gezondheidsgegevens bevat elk record een individueel behandelingsgeval. Individuele beren kunnen meerdere keren behandeld zijn tegen dezelfde kwaal of kunnen meerdere registraties hebben van eenzelfde ziektesymptoom, terwijl het telkens toch nieuwe, op zichzelf staande gevallen betrof. Daarom zijn de geregistreerde veterinaire behandelingen en ziektesymptomen slechts beschrijvend weergegeven en zijn per leeftijdscategorie alleen de verschillen in aantallen beren die behandeld zijn of waarvan ziektesymptomen zijn geregistreerd getoetst met de chi-kwadraattoets.

3.4 Resultaten

De resultaten van de analyses van de spermaproductie- en spermakwaliteitgegevens én de resulaten van de analyses van geregistreerde ziektesymptomen en veterinaire behandelingen zijn beschreven in paragraaf 3.4.1 tot en met paragraaf 3.4.4.

3.4.1 Spermaproductie

Om een indruk te krijgen van de mate van variatie van de data én om een indruk te krijgen van het verband tussen het aantal sprongen in een kwartaal en het aantal bere-



Figuur 3: De relatie volgens een kwadratisch verband tussen spermaproductie (doses per dag) en de sprongfrequentie (aantal sprongen per beer per kwartaal)

kende doses sperma per dag zijn de spermaproductiedata uitgezet tegen het aantal sprongen, Hierbij zijn tweede- (figuur 3), derde- (bijlage 2) en vierdegraads (bijlage 3) functies aangepast om de vorm van het verband te onderzoeken.

Bij deze analyse is verondersteld dat de waarnemingen onderling onafhankelijk zijn. Vergelijking van figuur 3 met bijlagen 2 en 3 suggereert dat een tweedegraads functie de data afdoende beschrijft. Ook suggereren de grafieken dat er sprake is van een gigantische spreiding rondom de "gefitte" functies. De tweedegraads functie suggereert een sterkere toename van het gemiddeld aantal doses sperma per dag bij een relatief laag aantal sprongen, gevolgd door een geringere stijging van de spermaproductie bij hogere aantallen sprongen.
In tabel 2 zijn de ruwe, ongecorrigeerde spermaproductiegemiddelden per ras, leeftijdscategorie en hoktype weergegeven.

Uit de statistische analyse van de spermaproductiedata op basis van de in paragraaf 3.3.1 gegeven vergelijking 9 bleek dat de schatting van de variantiecomponent voor de interactie tussen periode en leeftijdscategorie klein was, vergeleken bij die voor de overige random interactie termen. Daarom is deze random term uit het aangepaste model 2 (bijlage 4) weggelaten. Tevens bleken de bijdragen van interactie tussen ras en leeftijdscategorie en tussen ras en hoktype onbelangrijk en zijn deze termen ook uit het aangepaste model 2 weggelaten (bijlage 4). Na deze eerste aanpassing van het model bleek de interactie tussen leeftijdscategorie en hoktype ook onbelangrijk en is deze term eveneens weggelaten uit het uiteindelijke model 3 (bijlage 4). In het uiteindelijke model 3 (bijlage 4) bleken op grond van de berekende p-waarden enkel de lineaire ($p < 0{,}001$) en kwadratische component ($p < 0{,}01$) voor het aantal sprongen significant van invloed te zijn op het verloop van het aantal doses sperma per dag. Ras-, leeftijds- en hoktype-effecten konden na correctie voor verschillen in sprongaantallen niet worden aangetoond (tabel 3).

De voorspelde gemiddelden in tabel 3 gelden bij een gemiddeld aantal van 18,9 sprongen (= X) per periode (minimaal 13 en maximaal 28 sprongen per periode). Voorspellingen bij een afwijkend aantal sprongen (X) worden verkregen door bij de

Tabel 2: Ruwe, ongecorrigeerde gemiddelde spermaproductie (aantal doses per beer per dag) per ras, leeftijdscategorie (aantal) en hoktype

Spermaproductie	Hoofdfactor		
		Ras	
	CofokY (n = 101)	Krusta (n = 66)	GY-svd (n = 125)
aantal doses	4,77	4,47	4,74
		Leeftijdscategorie	
	1 - 2 jaar (n = 147)	2 - 3 jaar (n = 119)	>= 3 jaar (n = 26)
aantal doses	4,61	4,179	4,69
		Hoktype	
	voerlig boxen (n = 96)	ged. roosterhokken (n = 113)	strohokken (n = 83)
aantal doses	4,53	4,72	4,84

Tabel 3: Voorspelde gemiddelde spermaproductie (doses per beer per dag) per ras (aantal), per leeftijdscategorie en per hoktype bij het gemiddelde sprongaantal (X =18,9)

Spermaproductie	Hoofdfactor				
			Ras		
	CofokY (n = 101)	Krusta (n = 66)	GY-svd (n = 125)	SED'	sign.2
aantal doses	5,07	4,96	4,55	0,26	n.s.
			Leeftijdscategorie		
	1-2 jaar (n = 147)	2 - 3 jaar (n = 119)	> = 3 jaar (n = 26)	SED'	sign.2
aantal doses	4,90	4,83	4,84	0,16	n.s.
			Hoktype		
	voerligb. (n = 96)	ged. roosterh. (n = 113)	strohokken (n = 83)	SED'	sign.2
aantal doses	4,65	4,95	4,98	0,24	n.s.

[1] SED: gepoolde standaard error van de verschillen (geeft een maat voor de precisie van de schatting van de verschillen)
[2] sign. = significantie: n.s.= niet significant

Tabel 4: Ruwe, ongecorrigeerde gemiddelde percentages spermacellen per sprong met een goede morfologie, weergegeven per ras, per leeftijdscategorie en per hoktype

Spermakwaliteit	Hoofdfactor		
		Ras	
	CofokY (n = 44)	Krusta (n = 21)	GY-svd (n = 52)
goede morfologie (%)	63	70,5	71
		Leeftijdscategorie	
	1- 2 jaar (n = 51)	2 - 3 jaar (n = 54)	> = 3 jaar (n = 12)
goede morfologie (%)	66,1	68,2	74,5
		Hoktype	
	voerligboxen (n = 37)	ged. roosterhokken (n = 44)	strohokken (n = 36)
goede morfologie (%)	64,5	65,6	74,2

in tabel 3 vermelde predicties $\beta_1 x (X-X) + \beta_2 x (X-X)^2 = 0{,}161 x ((X-X)+0{,}01\ 15 x (X-X)$* op te tellen. De berekende standaardafwijkingen van de regressiecoëfficiënten β_1 en β_2 bedragen respectievelijk 0,024 en 0,004 doses per beer per dag. Een en ander betekent dat indien een beer in de voerligboxen in een bepaalde periode 20 keer gesprongen heeft de voorspelde spermaproductie: $4{,}65 + 0{,}161 x (20-18{,}9) + 0{,}0115 x (20-18{,}9)2 = 4{,}84$ doses per dag bedraagt.

3.4.2 Spermakwaliteit

In tabel 4 zijn de ruwe ongecorrigeerde gemiddelde percentages spermacellen in een "sprongopbrengst" met een goede morfologie per ras, per leeftijdscategorie en per hoktype weergegeven.

Uit de statistische analyse van de spermakwaliteitdata op basis van de in paragraaf 3.3.2 gegeven vergelijking 10 bleek dat de schattingen van de variantiecomponenten voor de interacties periode x ras en periode x leeftijdscategorie negatieve waarden aannamen In model 2 (bijlage 5) is aangenomen dat deze componenten verwaarloosbaar zijn. Tevens leken de twee-weginteracties tussen ras, leeftijdscategorie en hoktype onbelangrijk. Deze zijn daarom uit model 2 weggelaten. Op grond van de berekende p-waarden (bijlage 5) blijken ras- en leeftijdseffecten niet belangrijk te zijn en is er enkel sprake van een significant ($p < 0{,}05$) effect van hoktype op spermakwaliteit.

In tabel 5 zijnde voorspelde gemiddelden voor spermakwaliteit op de onderliggende

Tabel 5: Voorspelde probit-waardes voor het aandeel goede spermacellen (op probit-schaal) per ras (aantal), per leeftijdscategorie (aantal) en per hoktype (aantal), waarbij de waarde op probit-schaal per hoktype ook is omgerekend naar percentage goede spermacellen

Spermakwaliteit	Hoofdfactor				
			Ras		
	CofokY (n = 44)	Krusta (n = 21)	GY-svd (n = 52)	SED'	sign.2
probit-waarde	0,40	0,39	0,55	0,14	n.s.
			Leeftijdscategorie		
	1 - 2 jaar (n = 51)	2 - 3 jaar (n = 54)	>= 3 jaar (n = 12)	SED'	sign.2
probit-waarde	0,42	0,42	0,50	0,12	n.s.
			Hoktype		
	voerligb. (n = 37)	ged. roosterh. (n = 44)	strohokken (n = 36)	SED'	sign.2
probit-waarde op probit-schaal	0,38[a]	0,28[a]	0,67[b]	0,15	*
percentage goede cellen	62,7[a]	61,6[a]	73,3[b]	3,98	*

1 SED: gepoolde standaard error van de verschillen (geeft een maat voor de precisie van de schatting van de verschillen)

2 sign. = significantie; n.s.= niet significant; * = $p < 0{,}05$

[a,b] een verschillende letter binnen een rij duidt op verschil ($p<0{,}05$) tussen de proefgroepen

probit-schaal weergegeven per ras, leeftijdscategorie en hoktype.

Uit tabel 5 blijkt dat de probit-waarden voor de fractie spermacellen met een goede morfologie bij de beren in de strohokken hoger ($p < 0,05$) was dan bij de beren in de gedeeltelijk roosterhokken en in de voerligboxen. Deze laatsten verschilden onderling niet in de probit-waarde voor de fractie spermacellen met een goede morfologie. Omrekening van de fracties op probit-schaal naar percentages cellen met een goede morfologie geeft 62,7%, 61,6% en 73,3% cellen met een goede morfologie per sprong bij beren in respectievelijk de voerligboxen, gedeeltelijk roosterhokken en strohokken.

3.4.3 Gezondheid

In tabel 6 zijn de veterinaire behandelingen per hoofdgroep (zie paragraaf 3.2.1) en per leeftijdscategorie voor de drie verschillende hoktypen weergegeven. Ook zijn in deze tabel de aantallen behandelde beren en het

Tabel 6: Aantal veterinaire behandelingen per behandelingsgroep, per leeftijdscategorie en per hoktype

		hoktype			
leeftijdscategorie	behandeld tegen/met:	voerlig-boxen	gedeeltelijk roosterhokken	stro-hokken	sign.[1]
1- 2 jaar	nier-/blaasstenen	1	1	1	[2]
	algemene antibiotica	10	7	6	[2]
	luchtwegaandoeningen	5	1	2	[2]
	spijsverteringsaandoeningen	1	0	0	[2]
	aandoeningen bewegingsapp.	47	25	9	[2]
	temperaturen	7	3	1	[2]
	aantal beren in productiedata	75	53	19	
	aantal behandelde beren	35	17	8	n.s.
2 - 3 jaar	nier-/blaasstenen	0	1	7	[2]
	algemene antibiotica	7	11	8	[2]
	luchtwegaandoeningen	3	6	6	[2]
	aandoeningen bewegingsapp.	7	24	25	[2]
	temperaturen	4	2	2	[2]
	aantal beren in poductiedata	20	51	48	
	aantal behandelde beren	10	13	14	n.s.
3 jaar en ouder	nier-/blaasstenen	0	1	2	[2]
	algemene antibiotica	0	1	3	[2]
	luchtwegaandoeningen	0	0	2	[2]
	aandoeningen bewegingsapp.	0	3	9	[2]
	temperaturen	0	1	0	[2]
	aantal beren in productiedata	1	9	16	
	aantal behandelde beren	ø	5	6	[3]

[1] sign. = significantie: n.s. = niet significant

[2] deze aantallen zijn niet getoetst vanwege het ontbreken van een goede referentiewaarde (zie paragraaf 3.3.3)

[3] te lage aantallen om te mogen toetsen

totale aantal beren in het spermaproductie-databestand per hoktype en leeftijdscategorie weergegeven. Alleen de verschillen in aantallen behandelde beren per leeftijdscategorie en per hoktype zijn getoetst.

Uit tabel 6 blijkt dat het aantal veterinaire behandelingen per behandelingsgroep, per leeftijdscategorie en per hoktype redelijk parellel loopt met de verdeling van het aantal beren over de leeftijdscategorieën en hoktypen in de spermaproductiegegevens. Hoewel niet getoetst, lijken grote verschillen in aantallen veterinaire behandelingen tussen de drie hoktypen niet aanwezig te zijn, Dit komt ook tot uiting in het ontbreken van significante verschillen in aantallen beren die per hoktype één of meerdere veterinaire behandelingen hebben ondergaan. Ook blijkt uit tabel 6 dat het grootste deel (ongeveer 57%) van de veterinaire behandelingen (over leeftijdscategorieën en hoktypen heen) uitgevoerd is vanwege aandoeningen aan het bewegingsapparaat.

In tabel 7 zijn de geregistreerde ziektesymptomen per hoofdgroep (zie paragraaf 4.2.1) en per leeftijdscategorie voor de drie verschillende hoktypen weergegeven. Ook zijn in deze tabel de aantallen beren waarvan één of meerdere keren ziektesymptomen zijn geregistreerd en het totale aantal beren in

Tabel 7: Aantal geregistreerde ziektesymptomen per symptoomgroep, per leeftijdscategorie en per hoktype

		hoktype			
leeftijdscategorie	behandeld tegen/met:	voerlig-boxen	gedeeltelijk roosterhokken	stro-hokken	sign.[1]
1-2 jaar	nier-/blaasstenen	4	2	2	[2]
	spijsverteringsaandoeningen	12	5		[2]
	aandoeningen geslachtsapp.	1	0	0	[2]
	aandoeningen bewegingsapp.	1	4		[2]
	aandoeningen centrale zenuwst.	1	0	0	[2]
	koorts	0	0	0	[2]
	aantal beren in productieset	75	53	19	
	aantal beren met symptomen	11	8	3	n.s.
2 - 3 jaar	nier-/blaasstenen	4	3	0	[2]
	spijsverteringsaandoeningen	6	6	7	[2]
	aandoeningen geslachtsapp.	0	2		[2]
	aandoeningen bewegingsapp.	0	3	6	[2]
	aantal beren in poductieset	20	51	48	
	aantal beren met symptomen	6			n.s.
3 jaar en ouder	spijsverteringsaandoeningen	0	1	2	[2]
	aandoeningen bewegingsapp.	0	0		[2]
	aantal beren in productieset	1		16	
	aantal beren met symptomen	0		3	[3]

[1] sign. = significantie: n.s. = niet significant

[2] deze aantallen zijn niet getoetst vanwege het ontbreken van een goede referentiewaarde (zie paragraaf 3.3.3)

[3] te lage aantallen om te mogen toetsen

het spermaproductie-databestand per hoktype en leeftijdscategorie weergegeven. Alleen de verschillen in aantallen beren waarvan één of meerdere keren ziektesymptomen zijn geregistreerd zijn per hoktype en per leeftijdscategorie getoetst.

Uit tabel 7 blijkt dat het aantal geregistreerde ziektesymptomen per hoktype laag was en dat er geen verschillen tussen hoktypen waren in aantal beren waarvan één of meerdere keren ziektesymptomen zijn geregistreerd. Uit tabel 7 blijkt ook dat voornamelijk symptomen van spijsverteringsaandoeningen zijn geregistreerd.

3.5 Discussie

3.5.1 Kwaliteit van de data

Ten behoeve van onderzoek naar de relaties tussen hoktypes en productie en gezondheid van beren op K.I.-stations zijn gegevens verzameld uit de MIS-en van zes K.I.-stations. Na afronding van de kwaliteitsanalyses van de MIS-gegevens van de zes K.I.-stations bleek dat bijna 90 procent van de data niet geschikt was voor gebruik in dit onderzoek. De geselecteerde gegevens zijn gebruikt om de effecten van hoktype (voerligboxen, gedeeltelijk roosterhokken en strohokken) op spermaproductie, spermakwaliteit en gezondheid van K.I.-beren te bestuderen.

3.5.2 Interpretatie van resultaten

Uit exploratie van de geselecteerde spermaproductie en -kwaliteitsdata bleek dat deze zeer ongelijkmatig verdeeld waren over de zes K.I.-stations. Niet voor elke instelling van een proeffactor bleken waarnemingen beschikbaar te zijn. Daarnaast ontbraken combinaties van instellingen van proeffactoren. Aangezien de aanwezigheid van interactie-effecten tussen K.I.-station en de overige proeffactoren zeer waarschijnlijk was en deze effecten vanwege afwezigheid van combinaties van instellingen van proeffactoren niet of moeilijk schatbaar waren, zijn de analyses beperkt tot de data van één K.I.-station. Dit betekent dat de gevonden effecten, mede vanwege de grote verschillen in management en hokuitvoeringen, niet algemeen geldig zijn voor alle K.I.-stations.

3.53 Spermaproductie en spermakwaliteit

Uit de resultaten van de statistische analyse van de spermaproductiegegevens komen geen aanwijzingen dat de beren in de hoktypen: voerligboxen, gedeeltelijk roosterhokken en strohokken verschillen in het aantal doses sperma dat deze per dag produceerden Wel blijkt dat de kwaliteit van het sperma van de beren in de strohokken beter was dan van de beren in de gedeeltelijk roosterhokken en voerligboxen, die onderling geen verschil in spermakwaliteit vertoonden. Hunter (1980) geeft aan dat aan spermacellen gehechte protoplasmadruppels een aanwijzing vormen voor een incomplete maturatie in de epididymes. Dit kan het gevolg zijn van een te hoge frequentie van spermacollectie. Een van de kenmerken van spermakwaliteit, waarop het sperma van beren in de gebruikte dataset is beoordeeld, is het percentage cellen met aangehechte protoplasmadruppels. Hoewel in het model voor de analyse van de de spermakwaliteitsdata niet gecorrigeerd kon worden voor verschillen in sprongfrequentie, lijkt het op basis van de ongecorrigeerde gemiddelde sprongaantallen per periode voor de beren in de voerligboxen, gedeeltelijk roosterhokken en strohokken (respectievelijk 18,2, 19,6 en 18,6 sprongen per periode) niet waarschijnlijk dat de sprongfrequentie per periode bij de beren in de strohokken lager was dan bij de beren in de voerligboxen. Wel is het op basis van deze ruwe gemiddelden aannemelijk dat de sprongfrequentie in de strohokken lager was dan in de gedeeltelijk roosterhokken. Aangezien de sprongfrequentie in de voerligboxen op basis van de ruwe gemiddelden ook lager was dan in de gedeeltelijk roosterhokken en aangezien de spermakwaliteit van beren in voerligboxen niet verschilde van die van beren in gedeeltelijk roosterhokken, vormen verschillen in sprongfrequentie geen verklaring voor de gevonden verschillen in spermakwaliteit. Daar komt nog bij dat er in deze benadering van uit wordt gegaan dat de verschillen in spermakwaliteit veroorzaakt worden door verschillen in het percentage spermacellen met aangehechte protoplasma-druppels. Aangezien de drie hoktypen op het betreffende K.I.-station in drie afzonderlijke afdelingen waren gebouwd, bestaat de

mogelijkheid dat afdelingseffecten (deels) verantwoordelijk zijn voor de gevonden verschillen in spermakwaliteit tussen de drie hoktypen. Een afdelingseffect kan bijvoorbeeld betrekking hebben op klimaatregeling. Uit tabel 8 (hoofdstuk 4) blijkt dat ventilatie en verwarming in de afdeling met strohokken anders was geregeld dan in de afdelingen met voerligboxen en gedeeltelijk roosterhokken.
Een andere, meer speculatieve verklaring voor de betere morfologie van het sperma van beren in de strohokken kan zijn dat de isolerende werking van het stro ten goede kwam aan de spermakwaliteit van de beren in de strohokken. Mogelijk hadden de beren in de strohokken minder last van fluctuaties in de omgevingstemperatuur.

3.5.4 Gezondheid

Gelet op de verdeling van de aantallen beren over de leeftijdscategorieën en hoktypen waren er geen grote verschillen in de aantallen veterinaire behandelingen en geregistreerde ziektesymptomen tussen de beren in de drie hoktypen. Op basis van de uitgevoerde analyses kan, mits de gezondheidsregistratie goed was, geconcludeerd worden dat de gezondheid van de beren in de drie hoktypes vergelijkbaar was. Hierbij moet echter bedacht worden dat de resultaten gebaseerd zijn op observationeel onderzoek en derhalve slechts als een indicatie beschouwd mogen worden. Gericht experimenteel onderzoek kan meer inzicht verschaffen in de effecten van hoktype op de gezondheid van K.I.-beren. Hierbij lijkt het interessant om met betrekking tot gezondheid de aandacht te richten op aandoeningen aan het bewegingsapparaat, aangezien deze aandoeningen verreweg de belangrijkste reden van behandeling vormden in de gebruikte gezond heidsdata.

3.5.5 Conclusies

Uit de resultaten van de bedrijfsanalyse van spermaproductie-, spermakwaliteit- en gezondheidsgegevens van K.I.-beren kan geconcludeerd worden dat het ten aanzien van spermaproductie en gezondheid niet uitmaakt of K.I.-beren (Cofok-Y, Krusta, GY-svd) in voerligboxen, gedeelteijk roosterhokken of strohokken worden gehuisvest, Wel blijkt de spermakwaliteit van beren in strohokken beter (minder morfologische afwijkingen per doses) dan die van beren in voerligboxen en gedeeltelijk roosterhokken. Deze conclusies zijn gebaseerd op gegevens van één K.I.-station. Verschillen tussen K.I.-stations zijn niet uitgesloten.

4 GEDRAG EN GEZONDHEID VAN K.I.-BEREN

4.1 Inleiding

Bij de beoordeling van dierlijk welzijn moeten meerdere aspecten meegenomen worden, waaronder gedrag en gezondheid (Vermeer en Smeets, 1997). In dit hoofdstuk worden drie hoktypen waarin K.I.-beren worden gehuisvest (voerligboxen, gedeeltelijk roosterhokken en strohokken) onderling vergeleken ten aanzien van gedrag en gezondheid. Deze vergelijking is gemaakt op basis van experimenteel onderzoek op een K.I.-station waarbij gegevens met betrekking tot gedrag, hok- en dierbevuiling en huid- en beenwerkschade zijn verzameld.

4.2 Proefopzet

Het experimentele onderzoek naar de relatie tussen hoktype van K.I.-beren en meerdere welzijnsparameters heeft plaatsgevonden op het K.I.-station te Bunnik van Varkens-K.I. Centraal Nederland.

4.2 1 Proefdieren en proefomvang

Het onderzoek is in december 1996 gestart met 60 beren die behoorden tot de rassen Groot Yorkshire-slachtvarkenvaderdier (GY-svd), Cofok-Groot Yorkshire (CofokY) of Krusta (GY x Duroc). Het onderzoek is beëindigd in juli 1997. Gedurende het verloop van het onderzoek zijn, afhankelijk van de aanvoer, nieuwe beren evenredig over de proefbehandelingen verdeeld. Aan het onderzoek hebben in totaal 80 beren deelgenomen

4.22 Proefbehandelingen en proefindeling

In het experimentele onderzoek zijn drie hoktypes van K.I.-beren met elkaar vergeleken: voerligboxen, gedeeltelijk roosterhokken en strohokken. Elk systeem betrof een aparte stal. In tabel 8 zijn enkele kenmerken van de huisvestingssystemen beschreven.

De 60 beren waarmee het experiment is gestart zijn ruim een maand (= gewenningsperiode) voor aanvang van de proef op basis van leeftijd en achtergrond (van welk hoktype afkomstig) verdeeld over de drie hoktypes. Gedurende de proef is de aan- en afvoer van K. I .-beren gewoon doorgegaan. Beren die tijdens de proefperiode zijn afgevoerd zijn, afhankelijk van de aanvoer, vervangen door nieuwe beren die gelijkmatig over de drie hoktypes zijn verdeeld. Indien beren gedurende de proefperiode om bepaalde redenen (gezondheid) van het ene hoktype naar het andere zijn verplaatst, zijn de betreffende beren uit de proef gehaald. Alleen de gegevens van deze beren van vóór de verplaatsting zijn meegenomen in de verwerking van de resultaten. Verplaatsingen binnen het hoktype waren wel toegestaan maar zijn zoveel mogelijk vermeden.

4.2.3 Voeding en drinkwate werstrekking

De beren kregen per dag 3, 0 kg berenbrok

Tabel 8: Kenmerken van de huisvestingssystemen voerligboxen, gedeeltelijk roosterhokken en strohokken op het K.I.-station

	voerligboxen	ged. roosterhokken	strohokken
afmetingen	2,5 m x 0,8 m	2,5 m x 2,5 m	3,0 m x 2,5 m
vloeruitvoering	beton	beton	beton
percentage rooster	100%	33%	0%
spleetbreedte roostervloer	25 mm	25 mm	
vloerbedekkingsmateriaal	geen	zaagsel	stro
hokafscheiding	open(dicht front)	open (dicht front)	open (dicht front)
ventilatie	deur/klep (indirecte inlaat)	deur/klep (indirecte inlaat)	klep (directe inlaat)
verwarming	centrale heater	centrale heater	buisverwarming
vloerverwarming	nee	ja	nee

(EW = 1,03; 8,1 g darmverteerbaar lysine per kg) in twee voerbeurten verstrekt. Voor het dekken en per graad Celsius (omgevingstemperatuur) lager dan 18°C kregen de beren 100 gram voer extra. De beren in de voerligboxen en in de gedeeltelijk roosterhokken kregen één keer per dag een "handvol" gehakseld stro verstrekt. Gedurende de winterperiode is handmatig gevoerd, in de zomerperiode kregen de beren automatisch voer verstrekt. Drinkwater is per afdeling via een nippelsysteem onbeperkt verstrekt.

4.2.4 Gegevensverzameling en gegevensverwerking

Ten behoeve van de vergelijking van de drie hoktypes zijn in de wintermaanden december 1996 en januari 1997 en in de zomermaanden mei, juni en juli 1997 telkens gedurende één week waarnemingen uitgevoerd. Deze waarnemingen betroffen:

- indirecte gedragswaarnemingen met behulp van videocamera's gedurende twee etmalen
- directe gedragswaarnemingen
- beoordelen van de hok- en dierbevuiling
- beoordelen van de huidschade
- beoordelen van het beenwerk

In figuur 4 is schematisch weergegeven hoe de waarnemingen over een waarnemingsweek waren verdeeld.

Indirecte gedragswaarnemíngen

In de waarnemingsperiode in januari, juni en juli 1997 zijn gedurende twee etmalen telkens tweemaal drie beren per systeem gefilmd met videocamera's (één camera per systeem). Vanwege technische storingen zijn in de maanden december en mei slechts éénmaal drie beren per systeem gefilmd. Door middel van deze waarnemingen zijn de activiteiten van de beren in de betreffende systemen vastgelegd. Hierbij is gekeken naar de tijd die beren in elk systeem gemiddeld besteedden aan liggen, zitten of staan. Tevens zijn gemiddelde tijdsintervallen tussen gedragingen berekend en is het gemiddelde aantal keren per etmaal dat een gedraging uitgevoerd is, bepaald.

Directe gedragswaarnemíngen

Vanaf het moment dat de eerste beren na de middagvoerbeurt hun trog ongeveer leeg hadden, zijn gedurende ongeveer anderhalf uur directe gedragswaarnemingen gedaan aan de beren in de drie huisvestingssystemen. Een waarnemer liep langs de beren, waarbij het gedrag op het moment van langslopen met behulp van een handheldcomputer is geregistreerd. De vastgelegde gedragingen staan beschreven in het ethogram (bijlage 6).

Gedurende vijf perioden is het gedrag van de beren waargenomen. Dit betrof twee winterperiodes waarin van elke beer het gedrag acht keer per periode is vastgelegd. In de zomer is het gedrag van de beren gedurende drie perioden waargenomen, waarin van elke beer per periode het gedrag twaalf keer is vastgelegd. Vervolgens zijn deze gedragingen onderverdeeld in de categorieën staan/zitten (beer is actief) versus liggen (beer is passief) én orale activiteit (exclusief eten, drinken of stro manipuleren) versus geen orale activiteit. Per beer en per periode is vervolgens de frequentie van het voorkomen van deze gedragingen berekend.

Met behulp van de IRREML-methode (Iterative Reweighted Restricted Maximum Likelihood, Engel en Keen, 1994; Keen, 1996) in Genstat (Genstat 5, release 3.2) zijn

maandag	dinsdag	woensdag	donderdag	vrijdag
0	C V		H B D	

0: opstellen video-apparatuur; C: verplaatsen camera's; V: beoordeling bevuiling; H: beoordeling huidschade; B: beoordeling beenwerk; D: directe gedragswaarnemingen;

Figuur 4: Schematische weergave van de verdeling van de waarnemingen gedurende één waarnemingsweek

effecten van periode, hoktype en periode x hoktype geschat. Voor toetsing van de vaste effecten zijn Wald-toetsen gebruikt, resulterend in benaderende chi-kwadraattoetsen. Paarsgewijze verschillen tussen voorspelde behandelingsgemiddelden zijn getoetst met een normale toets. In de analyse is tevens rekening gehouden met afhankelijkheid tussen waarnemingen aan dezelfde beer.

Hok- en dierbevuiling
Hok- en dierbevuiling zijn beoordeeld volgens het Protocol Hokbevuiling (Verdoes, 1995) van het Praktijkonderzoek voor de Varkenshouderij. Bij het beoordelen van de bevuiling van het hok is onderscheid gemaakt in dichte vloer (strohokken en gedeeltelijk roosterhokken) en roostervloer (voerligboxen en gedeeltelijk roosterhokken). Ook is de mate van bevuiling van het dier zelf beoordeeld. De beoordeling is weergegeven in een score van 0 tot 4. Hierbij staat de score 0 voor "schoon" en score 4 voor "ernstig bevuild" (tabel 9).

De bevuilingsscores zijn geanalyseerd met behulp van logistische regressie-analyse volgens het drempelmodel van McCullagh (Oude Voshaar, *1994).*

Huidschade
Elke waarnemingsperiode zijn huidbeschadigingsscores uitgevoerd bij alle aan het experiment deelnemende beren, De huidbeschadigingsscores zijn uitgevoerd op basis van een modificatie van het huidbeschadigingsscore-protocol van Vermeer en Smeets (1994). De huidbeschadigingsscore is een beoordelingscijfers op de schaal van 0 tot 5, waarbij 0 staat voor een "onbeschadigde huid", 1 voor een "licht beschadigde huid", 2 voor een "matig beschadigde huid", 3 voor een "ernstig beschadigde huid" en 4 voor een "zeer ernstig beschadigde huid". De huidscore is recht evenredig met het aantal beschadigingen. Elke beer kreeg een score voor de voorhand, de middenhand en de achterhand. De score is bedoeld om schade te meten die is veroorzaakt door de omgeving (waaronder het huisvestingssysteem).
De huidschadescores zijn geanalyseerd met behulp van logistische regressie-analyse volgens het drempelmodel van McCullagh (Oude Voshaar, *1994).*

Beenwerk
Voor de beoordeling van het beenwerk zijn de beren uit de hokken gehaald om ze een stukje te laten lopen. Vervolgens zijn het beenwerk en de klauwen geïnspecteerd op beschadigingen of verwondingen. Indien een beer weigerde uit het hok te komen of indien vanwege praktische redenen beoordelingen buiten het hok moeilijk waren, zijn de beoordelingen in het hok uitgevoerd. Bij de beoordeling is onderscheid gemaakt tussen voor- en achterpoten en zijn de volgende beschadigingen/gebreken vastgelegd: kreupelheden, dikke/beschadigde knieën, (bij)klauw-beschadigingen, stijfheid/stramheid.
Als een beer meerdere aandoeningen had is de meest ernstige meegenomen in de analyse. (Bij)klauwbeschadigingen zijn als het meest ernstig beschouwd.
De beoordelingen van het beenwerk zijn geanalyseerd met de chi-kwadraattoets, waarbij het aantal beren met aandoeningen aan respectievelijk de voor- en achterpoten apart is vergeleken tussen drie hoktypen.

Tabel *9:* Het percentage bevuild vloeroppervlak en de bijbehorende bevuilingsscore (Verdoes, 1995)

	hokbevuilingsscore				
	Ø	1	2	3	4
bevuild vloeroppervlak (%)	0	25	50	75	100

Bron: Verdoes, 1995

4.3 Resultaten

In tabel 10 is het verloop weergegeven van de aantallen beren per hoktype die aan het experiment hebben deelgenomen.

Uit tabel 10 blijkt dat met name in de voerligboxen een aanzienlijk verloop van beren heeft plaatsgevonden. Gedurende het experiment zijn met name in de voerligboxen beren uit het experiment gehaald en nieuwe (meestal jongere) beren hiervoor in de plaats gekomen. Dit betekent dat de gemiddelde leeftijd van de beren, die bij aanvang van de proef nog redelijk gelijk was voor de drie hoktypes, op het einde van de experimentele periode aanzienlijk verschilde tussen de drie hoktypes.
Van de 17 beren die gedurende de experimentele periode uit de proef zijn gehaald, zijn 10 dieren wegens beenwerkproblemen uitgevallen, In de strohokken zijn vijf van de zes tussentijds verwijderde beren uitgevallen vanwege selectie. In de gedeeltelijk roosterhokken zijn de beren om diverse redenen uitgevallen.

4.3.1 Houding van de beren

In tabel 11 staat de verdeling van de tijd weergegeven die K.I.-beren in de drie huisvestingssystemen gemiddeld besteedden aan "liggen", "zitten" en "staan".

Uit tabel 11 blijkt dat zowel in de zomerperiode als in de winterperiode de beren in alle hoktypen het grootste deel van de tijd (80-90%) per etmaal liggend doorbrachten. Beren in de voerligboxen en beren in de strohokken besteedden in de zomerperiode meer tijd aan "liggen" dan in de winterperiode (niet getoetst), terwijl de gemiddelde duur van een ligperiode in de zomer korter was. De tijdsduur die beren in de strohokken in de winterperiode liggend doorbrachten verschilde nauwelijks van de ligtijd in de zomerperiode. De gemiddelde duur van een ligperiode was bij beren in de strohokken in de winter korter dan in de zomerperiode.

4.3.2 Orale activiteit

Uit de analyses van de directe gedragswaarnemingen bleek dat voor het percentage waargenomen orale activiteit geen spra-

Tabel 10: Verloop van het aantal beren in de drie hoktypen: voerligboxen, gedeeltelijk roosterhokken en strohokken in de proefperiode (inclusief de gemiddelde leeftijd (in dagen) bij aanvang en bij afsluiting)

	Voerligboxen	gedeeltelijk roosterhokken	strohokken
start (december)	19	20	20
uitval van december tot januari	-3	-1	-1
ingevoegd tot januari	+4	+1	+1
waarnemingen januari	20	20	20
uitval van januari tot mei	-9	-4	-6
ingevoegd tot mei	+5	+2	+4
waarnemingen mei	16	18	18
uitval van mei tot juni	-2	-1	0
ingevoegd tot juni	0	0	0
waarnemingen juni	14	17	18
uitval van juni tot juli	-3	0	0
ingevoegd tot juli	+4	0	0
waarnemingen juli	15	17	18
gemiddelde leeftijd (dagen):			
start (december)	718	702	710
einde (juli)	631	848	778

ke was van interactie tussen hoktype en waarnemingsperiode ($p > 0,1$).
In tabel 12 zijn de voorspelde gemiddelden van het voorkomen van orale activiteit per waarnemingsperiode en per hoktype weergegeven

Uit tabel 12 blijkt dat hoktype effect had ($p < 0,01$) op het voorkomen van orale activiteit bij K.I.-beren.
Hierbij was het percentage beren met orale activiteit in de voerligboxen lager dan het percentage beren met orale activiteit in de gedeeltelijk roosterhokken en strohokken. Deze laatsten verschilden onderling niet in het voorkomen van oraal gedrag.
Aanvullend bleek uit de analyses dat behalve hoktype ook de periode van invloed was ($p < 0,001$) op het percentage beren dat orale activiteit vertoonde. Uit tabel 12 blijkt tevens dat het percentage beren dat orale actviteit vertoonde in de derde zomerperiode (juli, 1997) lager was dan het percentage beren dat oraal gedrag vertoonde in de overige perioden. De overige perioden vertoonden onderling geen verschillen in het optreden van orale activiteit.

Tabel 11: De verdeling van de tijd (%) die K.I.-beren in de hoktypen voeriigboxen, gedeeltelijk roosterhokken en strohokken in een etmaal gemiddeld besteden aan liggen, zitten en staan

		voerligboxen	gedeeltelijk roosterhokken	strohokken
winterperiode				
aantal beren		9	9	9
liggen:	tijdsbesteding (%)	84,3	82,3	86,1
	gem. aantal intervallen1	15,3	16,2	19,8
	gem. intervallengte (seconden)	4.749,7	4.381,5	3.760,2
zitten:	tijdsbesteding (%)	18	15	1,2
	gem. aantal intervallen	13,4	10'6	10,1
	gem. intervallengte (seconden)	117,6	124,6	101,7
staan:	tijdsbesteding (%)	13,9	16,2	12,7
	gem. aantal intervallen	11,6	12,1	15,9
	gem. intervallengte (seconden)	1.037,7	1.156,5	692,5
zomerperiode				
aantal beren		15	15	15
liggen:	tijdsbesteding (%)	88,9	88,4	85,4
	gem. aantal intervallen	17,2	18,9	18,3
	gem. intervallengte (seconden)	4.462,9	4.036,0	4.021,6
zitten:	tijdsbesteding (%)	19	1.9	1,9
	gem. aantal intervallen	14,9	16'7	14,9
	gem. intervallengte (seconden)	111,9	99,6	111,2
staan:	tijdsbesteding (%)	92	9.7	12,7
	aantal intervallen	10,8	13'6	14,8
	gem. intervallengte (seconden)	738,5	612,0	739,2

[1] een interval is de duur van een periode waarin een bepaalde gedraging is uitgevoerd

4.3.3 Sta- en zitgedrag

In tabel 13 zijn de voorspelde gemiddelden van het voorkomen van staan/zitten per periode en per hoktype weergegeven.

Uit tabel 13 blijkt dat er een interactie was tussen hoktype en waarnemingsperiode. In de twee wintermaanden (december 1996 en januari 1997) en in de maanden mei en juli van 1997 was het percentage beren in de strohokken dat sta- of zitgedrag vertoonde lager dan in de voerligboxen en gedeeltelijk roosterhokken. In de maanden december 1996 en mei 1997 was dit verschil significant ($p < 0,05$). Echter, in de maand juni 1997 was het percentage beren in de voerligboxen dat sta- of zitgedrag vertoonde lager ($p < 0,05$) dan in de gedeeltelijk roosterhokken en strohokken, die onderling niet verschilden

4.3.4 Hok- en dierbevuiling

In tabel 14 is de mate van vóórkomen en ernst van bevuiling van de hokken én van de beren in de voerligboxen, gedeeltelijk roosterhokken en strohokken weergegeven voor de winterperiode.

Uit tabel 14 blijkt dat in de winterperiode bevuiling van de roostervloeren in de

Tabel 12: Verloop van orale activiteiten gedurende 1,5 uur na voeren per waarnemingsperiode per hoktype (percentage beren met orale activiteit)

periode	voerligbox	gedeeltelijk rooster	strohokken	significantie' hoktype-effect
december 1996	5[a,p] (1,2)[2]	11[b,p] (2,0)	9[b,p] (1,8)	**
januari 1997	8[a,p] (1,6)	15[b,p] (2,4)	13[b,p] (2,2)	
mei 1997	7[a,p] (1,5)	13[b,p] (2,2)	12[b,p] (1,9)	
juni 1997	6[a,p] (1,3)	12[b,p] (2,1)	10[b,p] (1,8)	
juli 1997	2[a,q] (0,7)	5[b,q] (1,2)	4[b,q] (1,1)	
significantie[1] periode-effect	***	***	***	

1 significantie: ** = $p < 0,01$; *** = $p < 0,001$
2 tussen haakjes zijn de standaard errors weergegeven
a,b een verschillende letter binnen een rij duidt op verschil tussen de hoktypen
p,q een verschillende letter binnen een kolom duidt op verschil tussen perioden

Tabel 13: Verloop van staan/zitten per waarnemingsperiode gedurende 1,5 uur na voeren per hoktype (percentage beren dat staat of zit)

periode	voerligbox	gedeeltelijk rooster	strohok	significantie' hoktype x periode
december 1996	24[a] (4,1)[2]	31[a] (4,5)	13[b] (3,1)	***
januari 1997	29 (4,3)	37 (4,7)	22 (4,0)	
mei 1997	29[a] (4,2)	27[a] (3,8)	14[b] (2,8)	
juni 1997	9[a] (2,7)	25[b] (3,8)	27[b] (3,8)	
juli 1997	23 (3,9)	26 (3,9)	15 (3,0)	

1 significantie: *** = $p < 0,001$
2 tussen haakjes zijn de standaard errors weergegeven
a,b een verschillende letter binnen een rij duidt op verschil tussen de huisvestingssystemen ($p < 0,05$)

gedeeltelijk roosterhokken vaker en in ernstigere mate voorkwam ($p < 0,001$) dan in de voerligboxen. Verder blijkt dat in de winterperiode bevuiling van het dichte vloergedeelte van de gedeeltelijk roosterhokken vaker en in ernstigere mate voorkwam ($p < 0,001$) dan in de strohokken. Ook kwam in de winterperiode bevuiling van de beren zelf in de voerligboxen vaker en in ernstige mate voor dan in de gedeeltelijk roosterhokken en strohokken ($p < 0,05$). Tevens blijkt dat in de winterperiode bevuiling van de beren in de gedeeltelijk roosterhokken vaker en in ernstige mate voorkwam dan in de strohokken ($p < 0,05$).

In bijlage 7 is de mate van vóórkomen en de ernst van bevuiling van de hokken én van de beren in de zomerperiode weergegeven. Hieruit blijkt dat, in tegenstelling tot in de winterperiode, de dichte vloeren van de gedeeltelijk roosterhokken en strohokken in de zomerperiode onderling niet verschilden in mate van bevuiling. De overige resultaten stemmen overeen met de winterperiode.

4.3.5 Huidschade

In tabel 15 staan de resultaten per hoktype weergegeven van de huidschade-beoordelingen van de beren in de winterperiode.

Uit tabel 15 blijkt dat huidbeschadiging aan de voorhand in de winterperiode bij beren in de voerligboxen vaker en in ernstigere mate voorkwam ($p < 0,05$) dan bij beren in de gedeeltelijk roosterhokken en strohokken. De beren in de gedeeltelijk roosterhokken en strohokken verschilden hierin onderling niet

Tabel 14: Mate van vóórkomen en ernst van bevuiling (uitgedrukt als percentage van het aantal waarnemingen) van de hokken én van de beren in de hoktypes voerligboxen, gedeeltelijk roosterhokken en strohokken in de winterperiode

	voerligboxen	gedeeltelijk roosterhokken	strohokken	sign.[1]
aantal hokken/beren	39	40	40	
roostervloeren		[b]		***
0	64,1	15,0		
1	7,7	32,5		
2	12,8	25,0		
3	10,3	20,0		
4	5,1	7,5		
dichte vloer		[a]	[b]	***
0		32,5	85,0	
1		27,5	12,5	
2		32,5	2,5	
3		5	0	
4		2,5	0	
beer	[a]	[b]		*
0	48,7	75,0	95,0	
1	43,6	22,5	5	
2	7,7	2,5	0	
3	0	0	0	
4	0	0	0	

[1] sign. = significantie: * = ($p < 0,05$); *** = ($p < 0,001$)

[a,b] een verschillende letter binnen een rij duidt op een verschil ($p < 0,05$) in verdeling van bevuilingsscores tussen de proefgroepen

($p > 0,1$). Verder blijkt dat de mate en ernst van huidbeschadingen van de voor- en middenhand niet verschilden tussen de hoktypen ($p > 0,1$).
In bijlage 8 is de mate van vóórkomen en ernst van huidbeschadigingen weergegeven bij de beren in de zomerperiode. Hieruit blijkt dat huidbeschadigingen aan de voor- en achterhand in de zomerperiode vaker en in ernstigere mate voorkwamen bij beren in de voerligboxen ($p < 0,05$) dan in de gedeeltelijk roosterhokken en strohokken. In de gedeeltelijk roosterhokken kwamen huidbeschadigingen vaker en in ernstigere mate voor dan in de strohokken ($p < 0,05$). Tevens blijkt uit bijlage 8 dat huidbeschadigingen aan de middenhand vaker en in ernstigere mate voorkwamen bij beren in de voerligboxen dan bij beren in de gedeeltelijk roosterhokken en strohokken ($p < 0,05$). Tussen de beren in de gedeeltelijk roosterhokken en in de strohokken bestond hierin geen verschil ($p > 0,1$).

4.3.6 Beenwerk

In tabel 16 staan de resultaten weergegeven van de beenwerkbeoordelingen in de winterperiode.

Uit tabel 16 bliikt dat het aantal beren in voerligboxen waarbij in de winterperiode beenwerkaandoeningen aan de voorhand zijn geconstateerd hoger ($p < 0,05$) is dan het aantal beren met beenwerkaandoeningen aan de voorhand in de strohokken. Het aantal beren in de gedeeltelijk roosterhokken waarbij in de winterperiode beenwerkaandoeningen aan de voorhand zijn geconsta-

Tabel 15: Mate van vóórkomen en ernst van huidbeschadigingen (uitgedrukt als percentage van het aantal waarnemingen per huidscore) van de beren in de hoktypes voerligboxen, gedeeltelijk roosterhokken en strohokken in de winterperiode

	voerligboxen	gedeeltelijk roosterhokken	strohokken	sign.[1]
aantal hokken/beren	40	40	40	
voorhand				
huidscore	[a]	[b]	[b]	***
onbeschadigd	55,0	97,5	95,0	
licht beschadigd	35,0	2,5	5,0	
matig beschadigd	10,0	0	0	
ernstig beschadigd	0	0	0	
middenhand				
huidscore				n.s.
onbeschadigd	97,5	97,5	92,5	
licht beschadigd	2,5	2,5	7,5	
matig beschadigd	0	0	0	
ernstig beschadigd	0	0	0	
achterhand				
huidscore				n.s.
onbeschadigd	85,0	75,0	97,5	
licht beschadfigd	15,0	25,0	2,5	
matig beschadigd	0	0	0	
ernstig beschadigd	0	0	0	

[1] sign. = significantie: n.s. = niet significant; *** = ($p < 0,001$)

[a,b] een verschillende letter binnen een rij duidt op een verschil ($p < 0,05$) in verdeling van bevuilingsscores tussen de proefgroepen

teerd ligt tussen voornoemde aantallen in. Het aantal beren in de strohokken waarbij in de winterperiode beenwerkaandoeningen aan de achterhand zijn geconstateerd was duidelijk lager ($p < 0,05$) dan het aantal in zowel de voerligboxen als de gedeeltelijk roosterhokken. Het aantal beren in de gedeeltelijk roosterhokken waarbij in de winterperiode beenwerkaandoeningen aan de achterhand zijn geconstateerd verschilt niet significant ($p > 0,1$) van het aantal in de voerligboxen.
Opsplitsing naar soort aandoening van de aantallen beren waarbij in de winterperiode beenwerkaandoeningen zijn geconstateerd geeft aan dat de waargenomen aandoeningen voornamelijk betrekking hadden op (bij)klauwbeschadigingen. Het aantal beren in de voerligboxen waarbij in de winterperiode een (bij)klauwbeschadiging aan de voorhand is geconstateerd is hoger ($p < 0,05$) dan het aantal in de strohokken. Het aantal in de gedeeltelijk roosterhokken verschilt niet ($p > 0,1$) van de aantallen in de voerligboxen en in de strohokken. Het aantal beren in de strohokken waarbij in de winterperiode een (bij)klauwbeschadiging aan de achterhand is geconstateerd is lager ($p < 0,05$) dan het aantal beren met een (bij)klauwbeschadiging in de voerligboxen en het aantal in de gedeeltelijk roosterhokken. De aantallen beren met een (bij)klauwbeschadiging in de voerligboxen en in de gedeeltelijk roosterhokken waren in de winterperiode niet significant verschillend.

In bijlage 9 is de incidentie van beenwerkaandoeningen bij beren in de zomerperiode weergegeven. Hierbij valt op dat de incidentie van beenwerkaandoeningen in de drie hoktypes numeriek hoger is dan in de winterperiode. Verder blijkt uit bijlage 9 dat het aantal beren in de strohokken waarbij in de zomerperiode beenwerkaandoeningen aan de voorhand zijn geconstateerd, evenals in de winterperiode, lager ($p < 0,05$) is dan de aantallen beren in de voerligboxen waarbij beenwerkaandoeningen aan de voorhand zijn geconstateerd. In tegenstelling tot in de winterperiode blijkt in de zomerperiode het aantal beenwerkaandoeningen aan de voorhand bij beren in de gedeeltelijk roosterhokken significant ($p < 0,01$) hoger te zijn dan in de strohokken.
Tevens blijkt uit bijlage 9 dat het aantal beren in de strohokken waarbij in de zomer-

Tabel 16: Incidentie van beenwerkaandoeningen bij K.I.-beren in verschillende hoktypes (voerligboxen, gedeeltelijk roosterhokken en strohokken) in de winterperiode

	voerligboxen		gedeeltelijk roosterhokken		strohokken		sign.[1]	
	voor	*achter*	*voor*	*achter*	*voor*	*achter*	*voor*	*achter*
aantal beren	40	40	40	40	33	33		
aantal beren met aandoening	20[a]	8[p]	12[ab]	14[p]	4[b]	1[q]	**	**
percentage	50	20	30	35	12	3		
aard van de aandoening:								
stijf/stram	0	0	2	2	0	1		
kreupel	1	2	0	0	0	0		
kniebeschadiging	2	0	1	0	0	0		
(bij)klauwschade	17[a]	6[p]	9[ab]	12[p]	4[b]	0[q]		**

[1] sign. = significantie: de verschillen in aantal aandoeningen tussen proefbehandelingen is aangeduid met * ($p < 0,05$) en ** ($p < 0,01$)

[a,b] een verschillende letter binnen een rij duidt op verschil in beenwerkaandoeningen aan de voorhand tussen de proefgroepen

[p,q] een verschillende letter binnen een rij duidt op verschil in beenwerkaandoeningen aan de achterhand tussen de proefgroepen

periode beenwerkaandoeningen aan de achterhand zijn geconstateerd lager is ($p < 0,05$) dan het aantal beren met beenwerkaandoeningen aan de achterhand in de voerligboxen. Het numerieke verschil tussen voerligboxen en gedeeltelijk roosterhokken in aantallen beren waarbij in de zomerperiode een beenwerkaandoening aan de achterhand is geconstateerd geeft slechts een tendens weer ($p < 0,1$). Hierbij neigt het aantal beren in de gedeeltelijk roosterhokken naar lagere waarden dan in de voerligboxen. Ook het numerieke verschil tussen gedeeltelijk roosterhokken en strohokken in aantallen beren waarbij in de zomerperiode een beenwerkaandoening aan de achterhand is geconstateerd geeft een tendens weer ($p < 0,1$). Deze tendens wijst in de richting van lagere aantallen beren met beenwerkaandoeningen aan de achterhand in de strohokken dan in de gedeeltelijk roosterhokken.

4.4 Discussie

Het beoordelen van gedrag en gezondheid van K.I.-beren is niet mogelijk aan de hand van een enkele parameter. Door een integrale benadering van een huisvestingssysteem en gebruik van een combinatie van parameters is het wel mogelijk gedrag en gezondheid te beoordelen (Van Putten, 1981; Broom, 1991). Op basis van onderzoek waarin vier bedrijfssystemen voor guste en drachtige zeugen zijn vergeleken (Vermeer en Smeets, 1997) is een combinatie van variabelen gekozen die het mogelijk moest maken gedrag en gezondheid van K.I.-beren in verschillende huisvestingssystemen te beoordelen. In het onderzoek van Vermeer en Smeets (1997) wordt gezondheid gezien als basis, met gevolgen voor de productieresultaten. In het huidige onderzoek kunnen deze de "needs" of "vereisten" genoemd worden waaraan K. I.-organisaties veel aandacht schenken vanwege de economische betekenis. Bovenop deze basis komen volgens Vermeer en Smeets (1997) de "wants" of "wensen", die niet onmisbaar zijn voor het fysiologisch functioneren - en dus produceren-, maar meer een psychische behoefte dekken. Hierin kunnen de verschillen tussen de drie hoktypes voor K.I.-beren (voerligboxen, gedeeltelijk roosterhokken en strohokken) verwacht worden. In dit hoofdstuk is veel aandacht geschonken aan de "wants" van K.I.-beren door het meten en analyseren van verschillen in gedrag en beschadigingen van de huid en het beenwerk tussen de drie hoktypes. Daarnaast is de mate van bevuiling van hok en beer meegenomen.

4.4.1 Gedrag

Orale activiteit gedurende anderhalf uur na voeren

Uit onderzoek van Vermeer en Smeets (1997) blijkt dat er bij guste en dragende zeugen een sterke relatie bestaat tussen duidelijk stereotiep gedrag in de vorm van looskauwen en stangbijten enerzijds en de som van stereotiep gedrag en overig lik- en bijtgedrag anderzijds ($r = 0,90$). Een duidelijk onderscheid tussen stereotiep gedrag en andere orale activiteiten is echter niet altijd te maken. Omdat bovendien de hoeveelheid orale activiteit altijd groter dan, of gelijk is aan de hoeveelheid stereotiep gedrag, is de kans groot dat verschillen in orale activiteit duidelijker tot uiting komen. Daarom is, evenals in het onderzoek van Vermeer en Smeets (1997), ervoor gekozen om steeds gebruik te maken van het percentage orale activiteiten.

In vergelijking met het voorkomen van orale activiteit bij zeugen (Vermeer en Smeets, 1997) blijkt orale activiteit bij K.I.-beren op een lager niveau te liggen (maximaal 15% bij de K.I.-beren in gedeeltelijk roosterhokken versus maximaal 40% bij zeugen in voerligboxen). Uit de resultaten blijkt ook dat in de voerligboxen de minste orale activiteit voorkwam, in vergelijking met gedeeltelijk roosterhokken en strohokken. De mate van het voorkomen en de ernst van stereotiep gedrag worden mogelijk bepaald door de mate waarin de omgeving van het dier de uitvoering van gedragingen simplificeert of beperkt (Rushen et al., 1993). Hiervan uitgaande lag het niet in de lijn der verwachting dat het voorkomen van orale activiteiten bij K.I.-beren in de voerligboxen het laagst was gedurende de anderhalf uur na de middagvoerbeurt.

Ervan uitgaande dat de voerligboxen de uitvoering van gedragingen meer beperken dan de gedeeltelijk roosterhokken en de strohokken was de verwachting dat juist in

de voerligboxen de orale activiteit het meest voor zou komen. De resultaten van Vermeer en Smeets (1997) stemmen wel overeen met genoemde theorie. In vergelijking met groepshuisvestingssystemen voor zeugen vonden Vermeer en Smeets (1997) een hoger niveau van orale activiteit in de voerligboxen. Een verklaring voor de meeste orale activiteit in de gedeeltelijk roosterhokken en strohokken kan zijn dat in deze twee hoktypes meer tijd besteed wordt aan niet stereotiepe orale activiteit. Eet- en drinkactiviteiten en ook stro manipuleren zijn bij het beoordelen van orale activiteit buiten beschouwing gelaten. Het was echter onmogelijk om te corrigeren voor alle niet-stereotiepe orale activiteiten, Het voorkomen van orale activiteit lijkt voor K.I.-beren geen goede indicator voor stereotiep gedrag van K.I.-beren. Behalve een effect van huisvestingssysteem op het voorkomen van orale actviteit bij K.I.-beren, bleek ook de waarnemingsperiode effect te hebben. Het niveau van het voorkomen van orale activiteit bleek in juli 1997 in alle hoktypes lager te zijn.

Sta-/zitgedrag gedurende anderhalf uur na voeren

Uitgezonderd de waarnemingen in juni 1997 geven de resultaten aan dat het het percentage beren dat stond of zat het laagst was in de strohokken. De gedeeltelijk roosterhokken en voerligboxen verschilden hierin onderling niet, uitgezonderd tijdens de waarnemingen in juni. Als mag worden aangenomen dat staan/zitten de mate van activiteit van de beren weergeeft, geeft dit aan dat de beren in de strohokken op de waarnemingsdagen in december 1996 , januari 1997 (niet significant), mei en juli 1997 (niet significant) passiever waren dan de beren in de voerligboxen en de gedeeltelijk roosterhokken. Ondanks dat de beren in de strohokken geacht worden meer mogelijkheden te hebben om hun scala aan gedragingen uit te kunnen oefenen vertoonden deze, uitgezonderd de waarnemingen in juni 1997, de minste activiteit. De waarnemingen in juni 1997 geven in vergelijking met de overige waarnemingen een ander beeld. In juni vertoonden veel minder beren in de voerligboxen sta-/zitgedrag dan de beren in de gedeeltelijk roosterhokken en strohokken, die onderling niet verschilden.

4.4.2 Huid en beenwerk

Uit de resultaten blijkt dat over de zomer- en winterwaarnemingen en over de plaats van beschadiging heen de beren in de voerligboxen de meeste en de ernstigste huidschade vertoonden. De beren in de strohokken vertoonden over het algemeen de minste en ook de minst ernstige huidschade. De beren in de gedeeltelijk roosterhokken lagen met betrekking tot huidschadescores tussen genoemde uitersten in, waarbij ze meer naar de scores van de strohokken neigden. Een verklaring voor de gevonden verschillen in huidschade tussen de hoktypen is mogelijk de hokuitvoering. Beren op stro zullen vanwege de “dempende” effecten van het stro minder makkelijk beschadigingen aan de huid oplopen bij het opstaan en gaan liggen. Bij beren op een betonnen vloer (gedeeltelijk roosterhokken en voerligboxen) zal dit waarschijnlijk veel gemakkelijker gebeuren. Daar komt bij dat in de voerligboxen de ruimte die beren hebben om op te staan en te gaan liggen veel kleiner is. De kans dat deze beren bij het opstaan en gaan liggen hardhandig in contact komen met de hokafscheiding is groter.

Uit de beenwerkbeoordelingen blijkt dat het aantal beren met een beenwerkaandoening aan de voorhand en/of aan de achterhand over de winter- en zomerperiode heen in de voerligboxen hoger is dan in de strohokken. De beren in de gedeeltelijk roosterhokken liggen tussen deze twee uitersten in. Opsplitsing naar de aard van de aandoeningen geeft aan dat de aandoeningen voornamelijk bijklauw- en klauwbeschadigingen betreffen, De verschillen in (bij)klauwbeschadigingincidenties tussen hoktypen liggen ongeveer hetzelfde als bij de totale aantallen beren met een aandoening. Een uitzondering hierop is het grotere aantal beren in de gedeeltelijk roosterhokken met een (bij) klauwbeschadiging aan de achterhand. Evenals bij huidschade vormen de verschillen in hokuitvoeringen een mogelijke verklaring voor de gevonden verschillen in incidenties van beenwerkaandoeningen tussen de verschillende hoktypes. Uit eigen waarnemingen blijkt dat indien een liggende beer in de voerligboxen op wil staan, de poten van deze beer in veel gevallen deels onder de hokafscheiding liggen. Bij het opstaan raakt het dier met zijn poten de hokafschei-

ding. Dit contact is mogelijk dusdanig dat er schade aan het beenwerk ontstaat.
Onderzoek van Quemere et al. (geciteerd door Kroneman et al. , 1992) naar de effecten van platte stalen roosters, ronde stalen roosters , betonnen roosters en een dichte betonnen vloer met stro op het voorkomen van klauwlaesies, toonde aan dat voor zeugen de ronde stalen roostervloer het meest ongunstig en de dichte vloer met stro het meest gunstig is. Dit stemt overeen met de bevindingen van het huidige onderzoek, waarin de de incidentie van klauwbeschadigingen bij beren in strohokken het laagst is. Geconcludeerd kan worden dat ten aanzien van huid- en beenwerkschade de voerligboxen ten opzichte van de strohokken te wensen overlaten. De resultaten van de beren in de gedeeltelijk roosterhokken liggen tussen deze twee uitersten in.

4.4.3 Hok- en dierbevuiling
Ten aanzien van hok- en dierbevuiling waren er duidelijk verschillen tussen de hoktypen. Uit de resultaten blijkt dat de roostervloer van de voerligboxen schoner was dan die van de gedeeltelijk roosterhokken. De dichte vloer van de strohokken was schoner dan die van de gedeeltelijk roosterhokken (vooral in de winter). De beren in de voerligboxen bleken aanzienlijk minder schoon te zijn dan de beren in de strohokken. De bevuiling van de beren in de gedeeltelijk roosterhokken lag hier tussenin. Vanwege de beperkte bewegingsvrijheid zijn de beren in de voerligboxen gedwongen om in hun eigen mest en urine te gaan liggen als deze niet door de roosters valt. Hierdoor gaat veel mest en urine aan hun lichaam plakken, met als gevolg dat de hokken schoon en de beren bevuild zijn.
Vanwege absorptie van vocht door de strolaag in de strohokken zijn deze hokken en ook de beren droger en schoner.

4.4.4 Conclusies
Op basis van dit experimenteel onderzoek naar de verschillen in gedrag en gezondheid van K.I.-beren in voerligboxen, gedeeltelijk roosterhokken en strohokken kan geconcludeerd worden dat het meten van orale activiteiten bij K.I.-beren geen goede parameter is voor het voorkomen van stereotiep gedrag. Tevens is gebleken dat beren in strohokken over het algemeen passiever zijn. Deze gedragswaarnemingen geven voor K.I.-beren dus geen indicatie voor het welzijn.
Met betrekking tot huid - en beenwerkschade en bevuilingsscores bij K.I.-beren, als indicatoren van welzijn, kan op basis van het experimentele onderzoek worden geconcludeerd dat de voerligboxen te wensen overlaten ten opzichte van de strohokken. Het welzijn van de beren in de gedeeltelijk roosterhokken ligt op basis van genoemde indicatoren tussen dat van de beren in de voerligboxen en strohokken in.

5 DISCUSSIE EN CONCLUSIES

In dit onderzoek is getracht om door middel van gezondheids-, productie- en gedragsgegevens relaties te leggen tussen huisvesting en welzijn bij K.I.-beren. De bestudeerde huisvestingssystemen (voerligboxen, gedeeltelijk roosterhokken en strohokken) verschilden aanzienlijk op twee kenmerken:

- ruimte (2 m^2, 6,25 m^2 en 7,5 m^2)
- bodem (volledig rooster, gedeeltelijk rooster, stro)

Het Varkensbesluit van de Gezondheids- en Welzijnswet voor Dieren (1994) eist ten aanzien van bovenstaande kenmerken dat een berenhok een vloeroppervlak van minimaal 6 m^2 moet hebben. Tevens moet een hok, indien dit voorzien is van een roostervloer, voor tenminste tweederde van het totale vloeroppervlak bestaan uit een dicht vloergedeelte.

5 . 1 Hoktype

In een hok dat zo groot is als de dynamische ruimte (zie paragraaf 3.4) kan onderscheid gemaakt worden in functiegebieden: ligruimte en mestruimte. De gedeeltelijk roosterhokken en ook de strohokken boden de dieren deze mogelijkheid. Dit resulteerde in schonere beren in de gedeeltelijk roosterhokken en strohokken dan in de voerligboxen, waarbij de aanwezigheid van stro nog extra gunstig leek.
Gedragswaarnemingen gaven aan dat het vóórkomen van orale activiteiten bij K.I.-beren aanzienlijk minder was dan bij zeugen. Deze lage frequentie van orale activiteiten en het verwachte hoge aandeel van niet-stereotiepe orale activiteiten in de gedeeltelijk roosterhokken en strohokken geven aan dat gedragswaarnemingen ter bepaling van het voorkomen van stereotiep gedrag geen goede indicator vormen voor het welzijn van K.I.-beren.
Uit de resultaten blijkt dat de mate van vóórkomen en ernst van huidschade het zwaarst is in de voerligboxen en dat de beren in de gedeeltelijk roosterhokken en strohokken onderling over het algemeen veel minder verschillen. De dieren in de voerligboxen zijn vanwege de beperkte ruimte verplicht om continu op roosters te liggen. Hierdoor kunnen drukverschillen op de huid ontstaan die doorligplekken veroorzaken, wat tot uiting komt in meer huidschade. Dieren in de gedeeltelijk roosterhokken hebben de mogelijkheid om op het dichte vloergedeelte te liggen waardoor de druk op de huid gelijkmatiger verdeeld is en de huidschade al een stuk minder is. Strogebruik lijkt het optreden van huidschade nog extra te verminderen.
De effecten van strogebruik komen duidelijker naar voren uit de resultaten van de beenwerkbeoordelingen. Hieruit blijkt dat met betrekking tot beenwerkaandoeningen de beren in de voerligboxen en gedeeltelijk roosterhokken weinig verschillen, terwijl de incidentie van beenwerkaandoeningen bij beren in de strohokken duidelijk lager is.
Daar komt bij dat de resultaten van de dataset-analyse een duidelijk betere spermakwaliteit te zien gaven bij de beren in de strohokken. Dit verschil is mogelijk (mede) veroorzaakt door verschillen tussen afdelingen, die los staan van het hoktype (bijvoorbeeld klimaatregeling) of, indien het een specifieke eigenschap van strohokken betreft, in de isolerende werking van het stro. Mogelijk staan beren in strohokken minder bloot aan temperatuurfluctuaties.
Behalve de hokbevuilings- en huidschadescores geven de resultaten van de beenwerkbeoordelingen nog eens extra aan dat behalve ruimte ook het gebruik van stro erg belangrijk is bij de huisvesting van K.I.-beren.

5.2 Conclusies en aanbevelingen

Uit de resultaten van dit onderzoek blijkt dat het hoktype (voerligboxen, gedeeltelijk roosterhokken, strohokken) voor K.I.-beren effect heeft op gedrag, optreden van huid- en beenwerkbeschadigingen en hokbevuiling bij K.I.-beren. Ook de spermakwaliteit van K.I.-beren lijkt beïnvloed te worden door het hoktype waarin de K.I.-beren worden gehuisvest Bij de huisvesting van K.I.-beren is het raadzaam om in een hok zonder stro functiegebieden voor het uitoefenen van lig-

en mestgedrag te onderscheiden. Een ligruimte van 2,5 m^2 biedt beren met een hoogte van 1 meter en een lengte (inclusief kop) van 2,5 meter (dit is de maximum gemeten lengte) de mogelijkheid om volledig gestrekt op een zijde te liggen.
Uitgaande van een totaal vloeroppervlak van minimaal 6 m^2 (Varkensbesluit van de Gezondheids- en Welzijnswet voor Dieren, 1994) komt dit neer op ongeveer 40% dichte vloer. Het totale benodigde hokoppervlak voor beren kan gerelateerd worden aan lichamelijke ontwikkeling en leeftijd.
Indien gestreefd wordt naar optimale gezondheid (minimale beenwerkproblemen, huidschade en bevuiling) en wellicht naar optimale spermakwaliteit, geniet het gebruik van stro als ondergrond de voorkeur. De aspecten arbeid (kwantiteit én veiligheid) en risico van ziekte-insleep (hygiëne) dienen onderdeel te zijn van de afweging om wel of geen stro te gebruiken.

LITERATUUR

Baxter, S. *1984. Intensive pig production: environmental management and design,* Granada Publishing Ltd. London.

Broom, D.M. 1991a. *Assessing welfare and suffering.* Behav. Proc. 25: 117-123.

Broom, D. M. 1991b. *Animal welfare: concepts and measurement.* Journal of Animal Science, 69: *4167-4175.*

Duncan, I.J.H., J. Rushen and A.B. Lawrence *1993. Conclusions and implications for animal welfare.*
In: Lawrence A.B. and J. Rushen (eds.), "Stereotypic animal behaviour: fundamentals and applications to welfare", CAB International, Wallingford, UK, 193-206.

Engel, B. and A. Keen 1994. *A simple approach for the analysis of generalized linear mixed models.* Statistica Neerlandica, 48, 1-22.

Groenen, H. en L. Hoornick 1996. *Onderzoek naar huisvesting, voeding en veterinaire aspecten op k.i.-stations in Nederland. Een inventariserend onderzoek over de jaren 1992 en 1993.* Vakgroep Inwendige Ziekten en Voeding der Grote Huisdieren van de Faculteit Diergeneeskunde, Utrecht.

Gezondheids- en Welzijnswet voor Dieren *(1994) Varkensbesluit* Koninklijke Vermande B.V. Lelystad.

Hunter, R.H.F. *1980. Physiology and technology of reproduction in female domestic animals.* Academic Press Inc. (London) Ltd.

Keen, A. 1996. *Procedure IRREML* In: Goedhart P.W. and J.T.N. Thissen (eds.), "Genstat 5 GLW-DL0 Procedure Library Manual Release 3 [2]", Report LWA-96-05, DLO-Agricultural Mathematics Group, Wageningen, The Netherlands.

Kemp, B. 1989. *Investigations on breeding boars to contribute to a functional feeding strategy* Ph.D. thesis Department of Animal Nutrition, Agricultural University Wageningen.

Knol, E. *1989. Persoonlijke mededeling.*

Kroneman, A., L. Vellenga, H.M. Vermeer, F.J. van der Wilt 1992. *Klauwgezondheid bij varkens.* Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen en Vakgroep Inwendige Ziekten en Voeding der Grote Huisdieren van de Faculteit Diergeneeskunde Utrecht. Proefverslag P1.78.

Moore, A.J. 1985. *A mathematica/ equation for animal growth from embryo to adult.* Animal Production, 40: 441-453.

Oude Voshaar, J.H. 1995. *Statistiek voor onderzoekers* Wageningen Pers, 2e druk, Wageningen.

Petchey, A.M. and K.A. Hunt 1990. *The boar: size and space requirements.* Farm Building Progress, 99, 17-20.

Putten, G. van 1981. *Het meten van welzijn bij landbouwhuisdieren.* Tijdschrift voor Diergeneeskunde, 106,3, 106-118.

Rushen, J., A.B. Lawrence and E.M.C. Terlouw 1993. *The motivational basis of stereotypies.* In: Lawrence A.B. and J. Rushen (eds.), "Stereotypic animal behaviour: fundamentals and applications to welfare", CAB International, Wallingford, UK, 41-64.

Taylor, S.C.S. 1980. *Live-weight growth from embryo to adult in domesticated mammals.* Animal Production, 31: 223-235.

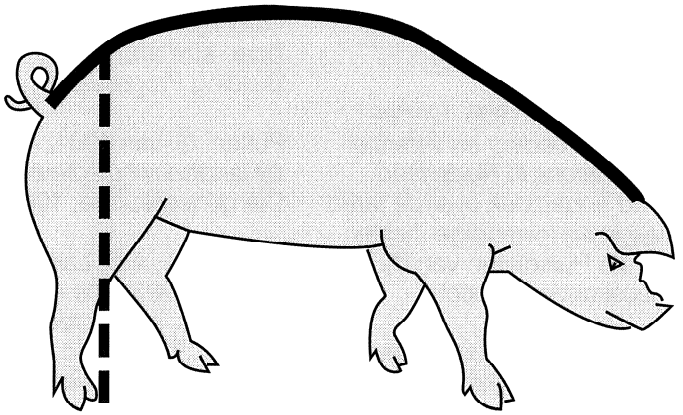
Verdoes, N. *1995. Protocol Hokbevuiling.* Praktijkonderzoek Varkenshouderij, intern rapport.

Vermeer, H.M. en J.J.J. Smeets 1997. *Gedrag en gezondheid.* In: Backus G.B.C. (ed.), "Vergelijking van vier bedrijfssystemen voor guste en drachtige zeugen", Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Proefverslag P1.171.

BIJLAGEN

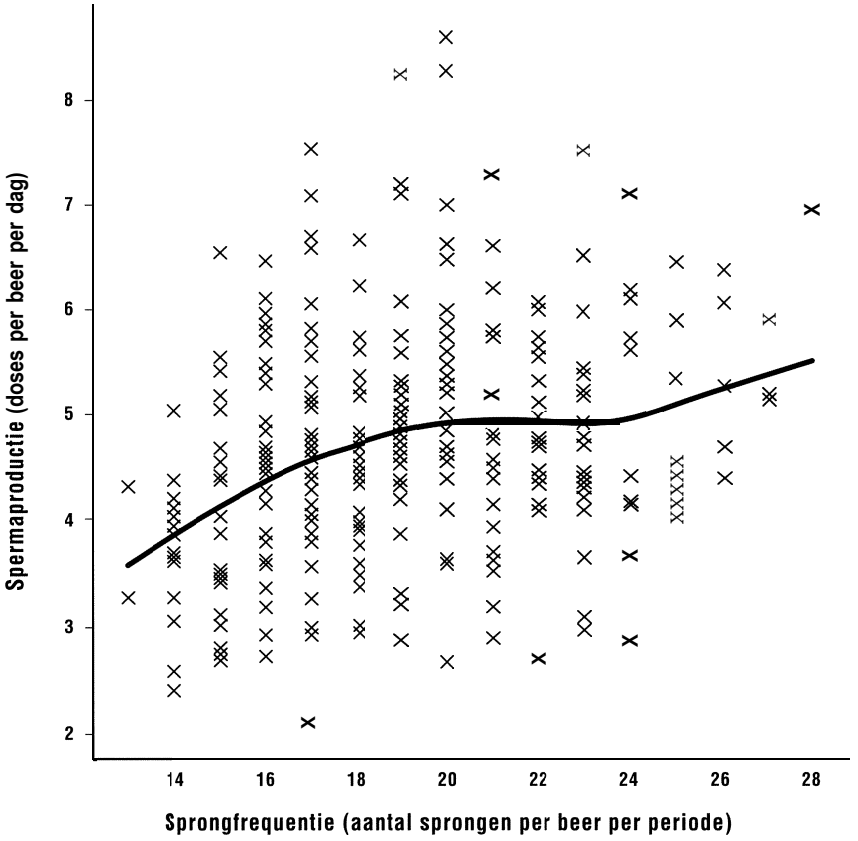
Bijlage 1: Bepaling van lichaamsmaten bij K.I.-beren

Om de vloeroppervlakeisen van K.I.-beren te bepalen dienen de lichaamsafmetingen van beren bekend te zijn. Relevante maten zijn zowel de hoogte- als de lengtemaat. Aangezien de hoogte van een beer -gemeten aan de schoft- sterk afhankelijk is van de houding van de beer, is gekozen voor de bekkenhoogte in vreethouding. Ook heeft houding veel invloed op de metingen van lichaamslengte. Daarom is gekozen om ook de lichaamslengte van een beer te meten in de houding tijdens vreten. Dit is voor de dieren een natuurlijke houding en ze zal door middel van het verstrekken van voer eenvoudiger te handhaven zijn. De lengte wordt vanaf het bot tussen de oren tot aan de staart-inplant gemeten. Deze maat vertegenwoordigt niet een rechte lijn, aangezien het meetlint op de dieren geplaatst wordt en dus bollingen van het lichaam gevolgd worden. Op deze manier worden de metingen wel op de meest uniforme manier uitgevoerd. Figuur 5 geeft schematisch de toegepaste methode van het meten van lichaamsmaten bij K. | .-beren weer.

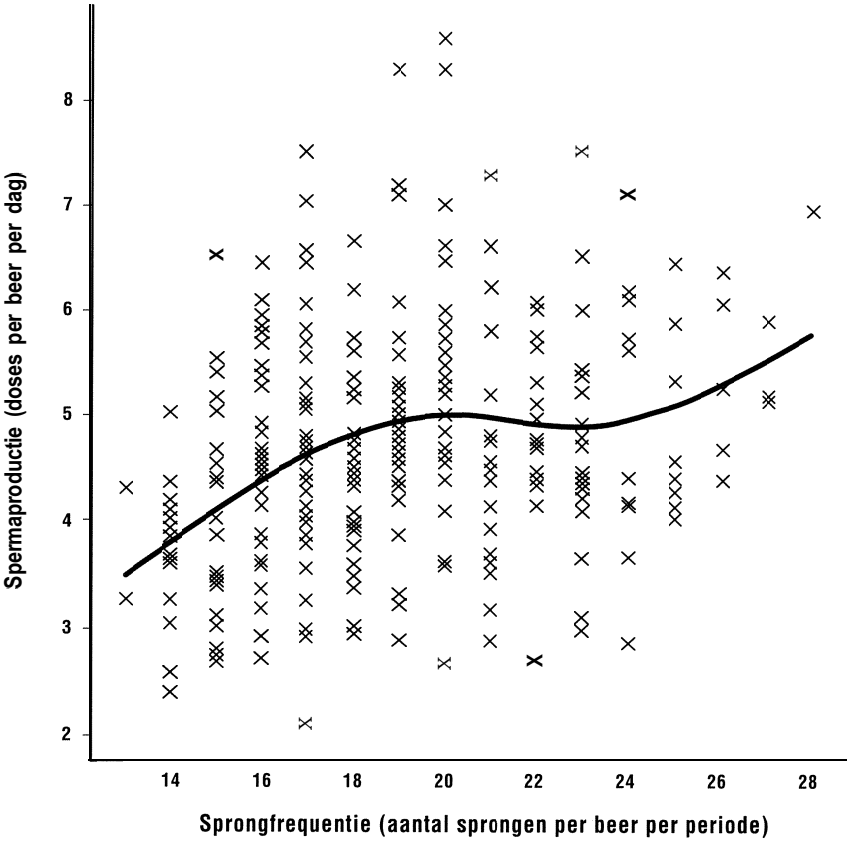


Figuur 5: Schematische weergave van hoogte- en lengtemaat K.I.-beren
Doorgetrokken lijn: lengtemaat.
Stippellijn: bekkenhoogte (punt tussen de heupbeenderen)

Bijlage 2: Relatie volgens een derdegraads verband tussen spermaproductie (doses per dag) en sprongfrequentie (aantal sprongen per beer per periode)



Bijlage 3: Relatie volgens een vierdegraads verband tussen spermaproductie (doses per dag) en sprongfrequentie (aantal sprongen per beer per periode)



Bijlage 4: Schattingen van de variantiecomponenten en Wald-toetsingsgrootheden voor de spermaproductiedata

Effect	Vrijheids-graden	Wald-toetsingsgrootheid		
		Model 1	Model 2	Model 3
X lineair	1	32,0***	33,0***	32,6***
X kwadratisch	1	8,1**	8,1**	8,1**
R = ras	2	3,3	3,6	3,7
L = leeftijdscat.	2	0,1	0,1	0,1
H = hoktype	2	2,3	2,4	2,4
R x L	4	3,5		
R x H	4	1,9		
L x H	4	9,3	5,5	-
σ^2_{beer}		0,69 (0,12)	0,65 (0,11)	0,63 (0,11)
$\sigma^2_{periode}$		0,16 (0,11)	0,19 (0,12)	0,19 (0,12)
$\sigma^2_{periode,ras}$		0,06 (0,04)	0,07 (0,04)	0,07 (0,04)
$\sigma^2_{periode,leeftcat.}$		0,00 (0,02)	-	-
$\sigma^2_{periode, hoktype}$		0,06 (0,04)	0,06 (0,04)	0,06 (0,04)
σ^2		0,26 (0,03)	0,27 (0,03)	0,27 (0,03)

Standaardafwijkingen staan tussen haakjes. X is de gecentreerde covariabele voor het aantal sprongen. R, L en H stellen hoofdeffecten voor en R x L, R x H en L x H zijn interacties.
*** = $p < 0,001$; ** = $p < 0,01$, refererend aan een chi-kwadraatverdeling, met negeren van effecten in volgende regels.

Bijlage 5: Schattingen van de variantiecomponenten en Wald-toetsingsgrootheden voor de spermakwaliteitsdata

Effect	Vrijheids-graden	Wald-toetsingsgrootheid	
		Model 1	Model 2
R = ras	2	1,3	1,4
L = leeftijdscat.	2	0,7	0,6
H = hoktype	2	6,4*	6,5*
R x L	4	4,1	
R x H	4	4,9	
L x H	4	0,9	-
σ^2_{beer}		0,11 (0,04)	0,11 (0,03)
$\sigma^2_{periode}$		0,03 (0,03)	0,03 (0,02)
$\sigma^2_{periode, ras}$		0,00 (-)	
$\sigma^2_{periode, leeftcat.}$		0,00 (-)	-
$\sigma^2_{periode, hoktype}$		0,03 (0,02)	0,02 (0,02)
ϕ*		12,0 (3,1)	11,2 (2,7)

Standaardafwijkingen staan tussen haakjes. R, L en H stellen hoofdeffecten voor en R x L, R x H en L x H zijn interacties.
* = $p < 0,05$, refererend aan een chi-kwadraatverdeling, met negeren van effecten in volgende regels
**ϕ = evenredigheidsfactor

Bijlage 6: Ethogram behorende bij de directe gedragswaarnemingen

Registratie van het gedrag vond gedurende anderhalf uur na vreten plaats. De waarnemingen gebeurden per individuele beer in een vaste volgorde. De code van het gedrag dat de beer op dat moment vertoonde werd in een handcomputer ingetoetst. De volgende gedragselementen zijn gebruikt:

1 *Liggen (passief)*
Het varken ligt op een zij of op de buik en er is geen orale activiteit waar te nemen.

2 *Liggend looskauwen*
De orale activiteit van het liggende varken bestaat uit het veelvuldig op en neer c.q. heen en weer bewegen van de onderkaak. De mond wordt hierbij vaak geopend en er wordt vaak een hoeveelheid schuim geproduceerd. Ook tongrollen of tongslaan wordt tot deze categorie gerekend. De varkens voeren dit gedrag bijna onverstoorbaar uit.

3 *Liggend likken en bijten*
De orale activiteit van het liggende varken bestaat uit het likken van de vloer of hokafscheiding of het niet stereotiep bijten op de ijzeren spijlen van de hokafscheiding. Het stereotiep bijten wordt onder categorie 14 (stangbijten) genoteerd.

4 *Staan (passief)*
Bij de staande varkens is geen orale activiteit waar te nemen. Andere staande activiteiten zoals urineren, mesten of het schuren van de rug aan hokafscheidingen worden ook onder deze code genoteerd.

5 *Staand looskauwen*
De orale activiteiten die bij liggend looskauwen (categorie 2) zijn vermeld worden staand uitgevoerd.

6 *Staand likken en bijten*
De orale activiteit van het staande varken bestaat uit het likken van vloer, trog of hokafscheiding of het niet stereotiep bijten op de ijzeren spijen van de hokafscheiding.

7 *Eten*
Eten wordt alleen genoteerd als er nog voer in de trog ligt.

8 *Drinken*
Drinken wordt genoteerd als een varken water uit de drinknippel opneemt.

9 *Zitten (passief)*
Het varken zit op de achterhand terwijl de voorpoten gestrekt onder de schouders staan en er is geen orale activiteit waar te nemen.

10 *Zittend looskauwen*
De orale activiteiten die bij liggend looskauwen (categorie 2) zijn vermeld worden zittend uitgevoerd.

11 *Zittend likken en bijten*
De orale activiteit van het zittende varken bestaat uit het likken van vloer, trog of hokafscheiding of het niet stereotiep bijten op de ijzeren spijlen van de hokafscheiding.

12 *Stro manipuleren*
Het bijten in, snuffelen aan of spelen met stro door varkens.

13 *Stangbijten*
Gedurende het stangbijten wordt een ijzeren spijl van de box-afscheiding in de mond genomen (meestal tot aan de mondhoeken) en er wordt stereotiep in gebeten.

Bijlage 7: Mate van vóórkomen en ernst van bevuiling (uitgedrukt als percentage van het aantal waarnemingen) van de hokken én van de beren in de huisvestingssystemen voerligboxen, gedeeltelijk roosterhokken en strohokken in de zomerperiode

	voerlig boxen	gedeeltelijk roosterhokken	strohokken	sign.1
aantal hokken/beren	44	52	54	
roostervloeren				
bevuilingsscore	a	b		*
0	70,4	44,2	-	
1	25,0	44,2	-	
2	2,3	11,6	-	
3	2,3	0	-	
4	0	0	-	
dichte vloer				
bevuilingsscores				n.s.
0		86,6	94,4	
1		9,6	5,6	
2		1,9	0	
3		1,9	0	
4		0	0	
beer				
bevuilingsscores	a	b	b	***
0	43,2	84,6	88,9	
1	50,0	13,5	9,2	
2	6,8	1,9	1,9	
3	0	0	0	
4	0	0	0	

1 sign. = significantie: n.s.= niet significant; * = ($p < 0,05$); *** = ($p < 0,001$)

a,b een verschillende letter binnen een rij duidt op een verschil ($p < 0,05$) in verdeling van bevuilingsscores tussen de proefgroepen

Bijlage 8: Mate van vóórkomen en ernst van huidbeschadigingen (uitgedrukt als percentage van het aantal waarnemingen per huidscore) van de beren in de hoktypes voerligboxen, gedeeltelijk roosterhokken en strohokken in de zomerperiode

	voerligboxen	gedeeltelijk roosterhokken	strohokken	sign.1
aantal hokken/beren	44	52	54	
voorhand				
huidscore		b		*
onbeschadigd	273	71,2	92,4	
licht beschadigd	45'5	26,9	5,7	
matig beschadigd	22;7	19,	1,9	
ernstig beschadigd	4,5	0	0	
middenhand				
huidscore	a	b	b	**
onbeschadigd	72,7	92,3	100,0	
licht beschadigd	25,0	7,7	0	
matig beschadigd	23,	0	0	
ernstig beschadigd	0	0	0	
achterhand				
huidscore		b	c	***
onbeschadigd	318	59,6	86.8,	
licht beschadigd	52'3	34,6	94,	
matig beschadigd	15;9	39,	3,8	
enstig beschadigd	0	19,	0	

1 sign. = significantie: * = ($p < 0,05$); ** = ($p < 0,01$); *** =($p < 0,001$)

a,b een verschillende letter binnen een rij duidt op een verschil ($p < 0,05$) in verdeling van bevuilingsscores tussen de proefgroepen

Bijlage 9: Incidentie van beenwerkaandoeningen bij K.I.-beren in verschillende hoktypes (voerligboxen, gedeeltelijk roosterhokken en strohokken) in de zomerperiode

	voerligboxen		gedeeltelijk roosterhokken		strohokken		sign.[1]	
	voor	*achter*	*voor*	*achter*	*voor*	*achter*	*voor*	*achter*
aantal beren	44	44	52	52	53	53		
aantal beren met aandoening	31^{a}	28^{p}	29^{a}	23^{pq}	18^{b}	15^{q}	**	**
percentage	70	64	56	44	34	28		
aard van de aandoening:								
stijf/stram	0	0	0	1	0	0		
kreupel	0	0	0	1	0	0		
kniebeschadiging	1	0	0	0	0	0		
(bij) klauwschade	30^{a}	27^{p}	29^{a}	21^{q}	18^{b}	15^{q}	*	**

1 sign. = significantie: de verschillen in aantal aandoeningen tussen proefbehandelingen zijn aangeduid met * ($p < 0,05$) en ** ($p < 0,01$)

a,b een verschillende letter binnen een rij duidt op verschil in beenwerkaandoeningen aan de voorhand tussen de proefgroepen

p,q een verschillende letter binnen een rij duidt op verschil in beenwerkaandoeningen aan de achterhand tussen de proefgroepen

REEDS EERDER VERSCHENEN PROEFVERSLAGEN

Proefverslag P 1.190
Een verhoogde zachte zeugenmat in het kraamhok. G.P. Binnendijk en Vermeer, H.M., oktober 1997.

Proefverslag P *1.191*
Effecten van maatregelen ter reductie van de mineralenuitscheiding door varkens in het NUBL-gebied. C.P.A. van Wagenberg en Backus, G.B.C., november 1997.

Proefverslag P 1.192
Ontwerp van biologische stikstofverwijderingssystemen voor varkensmest. C. C. R. van der Kaa en Gastel, J.P.B.F. van, november 1997.

Proefverslag P *1.193*
Oplegstra tegieën voor gespeende biggen en vleesvarkens. D.J.P.H. van de Loo, Hoofs, A.I.J. en Swinkels, J.W.G.M., november 1997.

Proefverslag P 1.194
Urine-pH, ammoniakemissie en technische resultaten van vleesvarkens na toevoeging aan het voer van organische zuren, met name benzoëzuur. G.M. den Brok, Hendriks, J.G.L., Vrielink, M.G.M. en Peet-Schwering, C.M.C. van der, december 1997.

Proefverslag P *1.195*
*Optimalisatie van het *STAR-concept ten aanzien van technische resultaten en gezondheid van vleesvarkens. R.* H. J . Scholten en Plagge, J.G. december 1997.

Proefverslag P *1.196*
IJzertoediening aan zuigende biggen via het drinkwater E.M.A.M. Bruininx, Swinkels, J.W.G.M., Binnendijk, G.P., Broekman, E.J.A.J., Straaten, A. van der en Peet-Schwering, C.M.C. van der, december 1997.

Proefverslag P 1.197
Technische en economische resultaten van bedrijven met zeugen in 1996. C.E.P. van Brakel, Lubben, J. en Bens, P.A.M., maart 1998.

Proefverslag P 1,198
Technische en economische resultaten van bedrijven met vleesvarkens in 1996. C.E.P. van Brakel, Lubben, J. en Bens, P.A.M., maart 1998.

Proefverslag P 1.199
Kraamhoktype en uitmestfrequentie bij scharrelvarkens: technische resultaten, arbeid en ammoniakemissie. J . H . Hu is kes , Plagge, J.G., Roelofs, P.F.M.M., Vermeer, H.M., Vonk, M.C., Binnendijk, G.P. en Brakel, C.E.P. van, maart 1998.

Proefverslag P 1.200
Gezondheidsmanagement op zeugenbedrijven. ER. ter Elst-Wahle, Vaessen, M.A., Binnendijk, G.P., Vos, H.J.P.M., Huirne, R.B.M. en Backus, G.B.C., april 1998.

Proefverslag P 1.201
Ammoniakemissie in kraamafdelingen met mestpannen. A.J.A.M. van Zeeland en Verdoes, N., april 1998.

Proefverslag P 1.202
Energiegebruik en technische resultaten van zeugen en biggen bij verlagen van de instelling van de ruimtetempera tuur in kraamafdelingen. P.J.W.M. Geurts, Binnendijk, G.P., Huijben, J.J.H. en Swinkels, J.W.G.M., april 1998.

Exemplaren van proefverslagen kunnen worden verkregen door *f* 25,- per verslag (m.u.v. P 1.117, deze kost f 50,-) over te maken op Postbanknummer 51.73.462 ten name van het Proefstation voor de Varkenshouderij, Lunerkampweg 7, 5245 NB ROSMALEN, onder vermelding van het gewenste verslagnummer. Buitenlandse abonnees betalen *f* 30,- per P l-verslag (dit is inclusief verzendkosten) én f 15,- administratiekosten per bestelling (m.u.v. P 1.117, deze kost *f* 75,-). Ook bestaat de mogelijkheid een abonnement te nemen op de proefverslagen voor *f* 300,- per jaar. Buitenlandse abonnees betalen f 375,- per jaar.