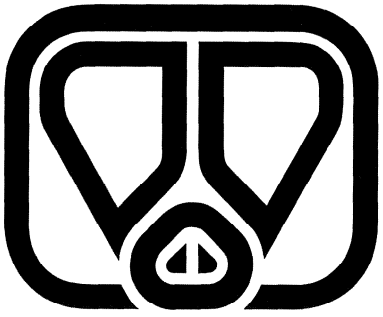
ir. C.M.C. van der Peet-Schwering
ir. N. Verdoes
ing. M.P. Voermans
ing. G.M. Beelen[1]

[1] TNO Voeding, afdeling ILOB, Wageningen

Effect van voeding en huisvesting op de ammoniakemissie uit vleesvarkensstallen

Effect of feeding and housing on the ammonia emission of growing and finishing pig facilities



Praktijkonderzoek Varkenshouderij

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

Proefverslag nummer P 1.145
april 1996
ISSN 0922 - 8586

INHOUDSOPGAVE

	SAMENVATTING	3
	SUMMARY	5
1	INLEIDING	6
2	MATERIAAL EN METHODE	7
2.1	Proefdieren en proefomvang	
2.2	Proefbehandelingen	
2.3	Proefindeling	8
2.4	Voedering en drinkwaterverstrekking	8
2.5	Huisvesting en klimaat	9
2.6	Verzameling en verwerking van de gegevens	9
2.6.1	Verzameling van de gegevens	9
2.6.2	Statistische analyse	11
3	RESULTATEN	12
3.1	Chemische samenstelling van de proefvoeders	12
3.2	Mesterijresultaten	12
3.3	Slachtkwaliteit	14
3.4	Uitval en gezondheid	14
3.5	Ammoniakemissie	15
3.6	Mesttemperatuur	17
3.7	Mestproductie en mestsamenstelling	18
3.8	Hokbevuiling	19
3.9	Balansproef	20
3.10	Berekende stikstof- en fosforuitscheiding	20
3.11	Economische resultaten	21
4	DISCUSSIE EN CONCLUSIES	23
4.1	Mesterijresultaten en slachtkwaliteit	23
4.2	Ammoniakemissie en mestproductie	23
4.3	Conclusies	25
	LITERATUUR	26
	BIJLAGEN	28
	REEDSEERDERVERSCHENENPROEFVERSLAGEN	38

SAMENVATTING

De overheid heeft de eis gesteld dat de uitstoot van ammoniak uit de landbouw in het jaar 2000 met 50% en in het jaar 2005 met 70% gereduceerd moet zijn ten opzichte van 1980. Er zijn inmiddels stalsystemen bekend waarmee de ammoniakemissie met 60 à 65% teruggebracht kan worden. Deze systemen zijn echter duur. Mogelijk kan de ammoniakemissie ook ver genoeg teruggedrongen worden via een combinatie van eenvoudige goedkope huisvestingsmaatregelen en voedingsmaatregelen. Dit was de aanleiding om op het Varkensproefbedrijf te Sterksel onderzoek uit te voeren naar het effect van voedingsmaatregelen in combinatie met eenvoudige huisvestingsmaatregelen op de ammoniakemissie uit vleesvarkensstallen. Om meer inzicht te krijgen in de stikstofuitscheiding via de mest en via de urine bij tweefasenvoedering en bij multifasenvoedering is door het ILOB-TNO een balansproef uitgevoerd.

In het onderzoek zijn vier proefbehandelingen met elkaar vergeleken:

1 tweefasenvoedering bij traditionele huisvesting;
2 multifasenvoedering bij traditionele huisvesting;
3 tweefasenvoedering bij aangepaste huisvesting;
4 multifasenvoedering bij aangepaste huisvesting.

Bij multifasenvoedering wordt de samenstelling van het voer continu aangepast aan de behoefte van het dier door een stikstofmineralenrijk (NMR) voer in steeds wisselende verhouding te mengen met een stikstofmineralenarm (NMA) voer. Het berekende eiwitgehalte en het gehalte aan darmverteerbaar lysine in het vleesvarkensvoer, het NMR- en NMA-voer waren respectievelijk 16,0% en 0,71%, 16,5% en 0,80% en 135% en 0,60%. Alle dieren kregen driemaal daags brij verstrekt met behulp van een restloze brijvoerinstallatie. De water : voerverhouding in de brij was 2,2 : 1. Borgen en zeugen zijn gescheiden opgelegd en kregen verschillende hoeveel heden voer.

Onder traditionele huisvesting werd verstaan: een betonnen dichte vloer van 0,3 m^2 per varken en betonroosters (10 cm balkbreedte, 1 cm spleetbreedte) van 0,4 m^2 per varken, één meter diepe putten onder het hele hok en mestaflaat na afloop van elke ronde. Onder eenvoudige huisvestingsmaatregelen werd verstaan: een betonnen dichte vloer van 0,3 m^2 per varken voorzien van anti-sliptegels, een metalen driekantrooster (1 cm balkbreedte en 1 cm spleetbreedte) van 0,4 m^2 per varken, een mestspleet van 10 cm achter in het hok, een ondiepe kelder (40 cm) onder het rooster en riolering.

De belangrijkste resultaten en conclusies van het onderzoek zijn:

- Er is een interactie tussen voeding en huisvesting voor wat betreft de ammoniakemissie per dierplaats per jaar. In het traditionele huisvestingssysteem leidde het voeren via multifasenvoedering tot een daling van de stikstofuitscheiding in de urine van 12,5%. De ammoniakemissie daarentegen daalde slechts met 3,5%. In het aangepaste huisvestingssysteem leidde het voeren via multifasenvoedering tot een reductie in de stikstofuitscheiding van 14,7% en een daling van de ammoniakemissie van 16,8%.
- In het aangepaste huisvestingssysteem lijkt er een relatie te zijn tussen de reductie in stikstofuitscheiding in de urine en de reductie in ammoniakemissie, mits er geen storende invloeden zijn zoals verschillen in temperatuur en pH van de mest en verschillen in ventilatiedebiet. In het traditionele huisvestingssysteem is geen eenduidige relatie gevonden tussen de reductie in stikstofuitscheiding in de urine en de reductie in ammoniakemissie. Het effect van lagere eiwitgehalten in het voer op de ammoniakemissie kan daarom waarschijnlijk alleen gemeten worden in een aangepast huisvestingssysteem.
- Het aangepaste huisvestingssysteem in deze proef reduceert de ammoniakemissie met 33,8% ten opzichte van het traditionele huisvestingssysteem.
- De combinatie van het aanpassen van de huisvesting en het voeren via multifasenvoedering leidt tot een reductie in de ammoniakemissie van 44,9%. Dit betekent

dat op een relatief simpele manier een grote bijdrage geleverd kan worden aan de verlaging van de ammoniakemissie.
- De jaarkosten per dierplaats per jaar zijn in het aangepaste huisvestingssysteem ƒ 9,36 hoger dan in het traditionele huisvestingssysteem.
- Borgen die gevoerd worden via multifasenvoedering behalen dezelfde technische resultaten als borgen die gevoerd worden via tweefasenvoedering. Zeugen die gevoerd worden via multifasenvoedering hebben een ongunstigere voeder- en EW-conversie dan zeugen die gevoerd worden via tweefasenvoedering. Er zijn geen verschillen in slachtkwaliteit.
- Het voeren via multifasenvoedering verhoogt de voerkosten per gemiddeld aanwezig vleesvarken per jaar met ƒ 4,61.
- Het voeren via multifasenvoedering leidde tot een verschuiving van kolom F naar G in MiAR.

SUMMARY

Dutch central government ains to reduce the emission of ammonia caused by agriculture by 50% in the year 2000 and 70% by the year 2005. 1980 is used as reference year.
In the few last years, the emphasis has been placed on the reduction of ammonia emission from animal housing. At present housing systems are available that make it possible to reduce ammonia emission by 60 to 65%. These housing systems, however, are very expensive. It may be possible to achieve a reduction in ammonia emission of about 60% by applying a combination of feeding and low cost housing measures.
Therefore, a study was conducted to examine the effect of low protein diets in combination with simple housing measures on ammonia emission and the performance of growing and finishing pigs at the Experiment Farm for Pig Husbandry at Sterksel. In a balance trial at ILOB-TNO nitrogen excretion in faeces and urine was measured.
Four experimental treatments were tested:
1 two phase feeding, traditional housing;
2 multi phase feeding, traditional housing;
3 two phase feeding, optimal housing;
4 multi phase feeding, optimal housing.
Multi phase feeding involves a feed having a high content of nitrogen and minerals (NMR-feed) being mixed with a feed having a low content of nitrogen and minerals (NMA-feed) in different ratios each week, The calculated amount of protein and ileal digestible lysine in the growing/finishing feed, NMR-feed and NMA-feed were, respectively, 16.0% and 0.71%, 16.5% and 0.80% and 13.5% and 0.60%. All pigs were fed three times a day in a trough using a wet feeding installation, Sows and barrows were fed different amounts of feed. The water to feed ratio was 2.2 :1.
The traditional housing had a concrete solid floor of 0.3 m^2 per pig and concrete slats (10 cm beam, 2 cm slit), a slurry pit of 1 m in depth and slurry was removed after every batch. The optimal housing had a concrete solid floor of 0.3 m^2 per pig with anti-skid tiles and metal slats (1 cm beam, 1 cm slit), a slurry pit of 0.4 m in depth, manure channels and a sewage removal system and manure split in the slatted floor (10 cm).
The most important results and conclusions are as follows:
- There is an interaction between feeding and housing measures on the ammonia emission. In the traditional housing system, multi-phase feeding reduces the ammonia emission by 3.5%. In the optimal housing system, multi-phase feeding reduces the ammonia emission by 16.8%.
- The relation between the reduction in nitrogen excretion in urine and the reduction in ammonia emission is dependent on the housing system. In an optimal housing system, there appears to be a relation between the reduction in nitrogen excretion in urine and the reduction in ammonia emission provided there are no disturbing factors such as differences in temperature and pH of the manure and ventilation flow rate. In the traditional housing system, there is no clear relation between the reduction in nitrogen excretion in urine and ammonia emission. The effect of low protein diets on ammonia emission may, therefore, only be measured in an optimal housing system.
- The optimal housing system reduces the ammonia emission by 33.8%.
- The combination of optimal housing and multi-phase feeding reduces the ammonia emission by 44.9%.
- The annual costs per pig place per year are *f* 9.36 higher in the optimal housing system.
- There are no differences in performance and slaughter quality between the barrows fed two- and multi-phase feeding. Sows fed with multi-phase feeding had a worse feed conversion ratio but there was no difference in slaughter quality between the sows fed two- or multi-phase feeding.
- The feeding costs per pig place per year are f 4.61 higher when pigs are fed via the method of multi-phase feeding.

1 INLEIDING

In de Nederlandse varkenshouderij komt een groot deel van de op het bedrijf aangevoerde stikstof (N) terecht in mest en urine. De N-benutting door vleesvarkens wordt gesteld op 30% (Schutte en Tamminga, 1992). Dit betekent dat 70% van de via het voer opgenomen N weer via de mest en urine wordt uitgescheiden. De totale N-uitscheiding via de mest bedraagt ongeveer 17%, de totale N-uitscheiding via de urine ongeveer 53% (Schutte en Tamminga, 1992). De N in de urine wordt grotendeels uitgescheiden in de vorm van ureum. Ureum wordt in de mest snel omgezet tot ammoniak (NH_3). Dit leidt tot NH,-emissie. De N-uitscheiding in de urine kan onder andere verminderd worden door toepassing van multifasenvoedering en door het gebruik van synthetische aminozuren. Schutte en Tamminga (1992) geven aan dat op korte termijn (tot 1995) de N-uitscheiding bij vleesvarkens via veevoedkundige maatregelen gereduceerd kan worden met 19%. Op lange termijn (1995 - 2000) kan de N-uitscheiding gereduceerd worden met 25%.
De overheid heeft de eis gesteld dat de uitstoot van NH, uit de landbouw in het jaar 2000 met 50%, en in het jaar 2005 met 70% gereduceerd moet zijn ten opzichte van 1980. Om dit te bereiken zal waarschijnlijk een combinatie van emissiebeperkende maatregelen toegepast moeten worden. Er zijn inmiddels een groot aantal berekeningen en metingen uitgevoerd naar het effect van voedingsmaatregelen op de N-uitscheiding in mest en urine (Kemme et al. 1994; Heinrichs 1994; Pfeiffer 1991; Fremaut en De Schrijver 1991; Latimier et al. 1993). Naar de invloed van voedingsmaatregelen op de NH,-emissie en naar de invloed van voedingsmaatregelen in combinatie met eenvoudige huisvestingsmaatregelen op de NH_3-emissie is tot nu toe weinig onderzoek gedaan in Nederland.
Latimier et al. (1993) vonden in een onderzoek naar het effect van eiwitverlaging in het voer dat de reductie in hoeveelheid geëmitteerde stikstof procentueel gelijk was aan de reductie in N-uitscheiding. In dit onderzoek kregen alle varkens evenveel water verstrekt. Fremaut en De Schrijver (1991) vonden daarentegen geen effect van eiwitverlaging in het voer op de ureumconcentratie in de urine en daarmee waarschijnlijk geen effect op de NH_3-emissie. Uit onderzoek van Elzing et al. (1992) is namelijk gebleken dat er een lineair verband bestaat tussen de ureumconcentratie in de urine en de NH,-emissie. De dieren in het onderzoek van Fremaut en De Schrijver (1991) konden onbeperkt water opnemen. De methode van drinkwaterverstrekking heeft dus waarschijnlijk invloed op het effect van eiwitverlaging in het voer op de NH,-emissie. Uit onderzoek van Pessara en Oldenburg (1992) is gebleken dat ook de ventilatiemethode (nokventilatie ten opzichte van onderafzuiging) invloed heeft op het effect van eiwitverlaging in het voer op de NH,-emissie.
Er zijn inmiddels stalsystemen bekend (zoals mestspoelen en mestschuiven) waarmee de NH_3-emissie met 60 à 65% teruggebracht kan worden (Hoeksma et al. 1993; Hendriks et al. 1995). Deze systemen zijn echter duur. Het is de vraag hoe ver de emissie teruggedrongen kan worden met een combinatie van eenvoudige, goedkope huisvestingsmaatregelen en voedingsmaatregelen.
Dit was de aanleiding om op het Varkensproefbedrijf te Sterksel een onderzoek uit te voeren naar het effect van voedingsmaatregelen in combinatie met eenvoudige huisvestingsmaatregelen op de NH_3-emissie uit vleesvarkensstallen. De kosten van de in dit onderzoek betrokken systemen vormen ook een punt van onderzoek. Om meer inzicht te krijgen in de stikstofuitscheiding via de mest en via de urine bij tweefasenvoedering en bij multifasenvoedering is door het ILOB-TNO een balansproef uitgevoerd. De stikstofuitscheiding via de mest en via de urine en de stikstofaanzet zijn gemeten bij vleesvarkens met een gewicht van 50, 70 en 90 kg.
Het onderzoek werd mogelijk gemaakt dankzij medefinanciering door het Financieringsoverleg Mest- en Ammoniakonderzoek (FOMA).

2 MATERIAAL EN METHODE

2.1 Proefdieren en proefomvang

Het onderzoek op het Varkensproefbedrijf "Zuid- en West-Nederland" te Sterksel is uitgevoerd met borgen en zeugen van de kruisingstypen (D x GY,)-beer x (GY, x NL)-zeug en GY_s-beer x (GY, x NL)-zeug. Op een gewicht van gemiddeld 23,4 kg zijn de dieren ingedeeld in de proef en opgelegd in de vleesvarkenshouderij. Op een gewicht van gemiddeld 110,8 kg zijn de dieren afgeleverd. Er zijn vier ronden gedraaid in vier afdelingen met in totaal 1.152 dieren. Het onderzoek is gestart in juli 1994 en beëindigd in december 1995.
De balansproef op het ILOB-TNO is uitgevoerd met 16 borgen die afkomstig waren van het Varkensproefbedrijf "Zuid- en West-Nederland" te Sterksel. Op een gewicht van circa 39 kg werden de borgen aangevoerd op het ILOB-TNO. Na een gewenningsperiode van 9 dagen wogen de borgen gemiddeld 46,0 kg en startte de balansproef. De balansproef duurde 61 dagen en is uitgevoerd van eind juni 1995 tot eind augustus 1995.

2.2 Proefbehandelingen

Het onderzoek is opgezet als een 2 x 2 factoriële proef waarbij vier proefbehandelingen met elkaar zijn vergeleken:
1 tweefasenvoedering bij traditionele huisvesting;
2 multifasenvoedering bij traditionele huisvesting;
3 tweefasenvoedering bij aangepaste huisvesting;
4 multifasenvoedering bij aangepaste huisvesting.
Alle dieren kregen driemaal daags brij verstrekt met behulp van een volautomatische restloze brijvoerinstallatie. De eerste vier weken na opleg was de water : voerverhouding in de brij 2,4:1, daarna tot afleveren 2,2:1. Borgen en zeugen zijn gescheiden opgelegd. De borgen en zeugen zijn gevoerd volgens de voerschema's in bijlage 1. De dieren die volgens tweefasenvoedering gevoerd werden, kregen de eerste vier weken na opleg startvoer verstrekt. In week 5 werd geleidelijk overgeschakeld van startvoer op vleesvarkensvoer. Vanaf week 6 tot en met afleveren kregen de dieren vleesvarkensvoer verstrekt.
De dieren die volgens multifasenvoedering gevoerd werden, kregen eveneens de eerste vier weken na opleg startvoer verstrekt. In week 5 kregen de dieren startvoer en stikstofmineralenrijk (NMR) voer verstrekt en vanaf week 6 NMR-voer en stikstofmineralenarm (NMA) voer. De mengverhoudingen zijn voor de borgen weergegeven in bijlage 2 en voor de zeugen in bijlage 3.

In twee afdelingen werd het onderzoek bij traditionele huisvesting uitgevoerd. Onder traditionele huisvesting werd verstaan:
- een bolle betonnen dichte vloer van 0,3 m^2 per varken en betonroosters (10 cm balkbreedte, 2 cm spleetbreedte) van 0,4 m^2 per varken;
- één meter diepe putten onder het hele hok;
- hokafscheidingen van eternieten platen boven het smalle rooster en de dichte vloer, en open hekwerk boven het grote rooster;
- mestaflaat na afloop van elke ronde;
- plafondventilatie (plastic folie met gaatjes).

In twee andere afdelingen waren eenvoudige aanpassingen in het huisvestingssysteem uitgevoerd. Onder aangepaste huisvesting werd verstaan:
- een bolle betonnen dichte vloer van 0,3 m^2 per varken, voorzien van anti-sliptegels;
- een metalen driekantrooster (1 cm balkbreedte en 1 cm spleetbreedte) van 0,4 m^2 per varken;
- een mestspleet van 10 cm breed achter in het hok;
- een ondiepe kelder (40 cm) alleen onder het rooster;
- mestafvoer via het IC Vacumest rioleringssysteem;
- hokafscheidingen van kunststof boven het smalle rooster en de dichte vloer, en open hekwerk boven het grote rooster;
- mestaflaat bij een mestniveau van circa 15 cm;
- plafondventilatie (V-vormige goten met gaatjes).

In bijlage 4 is een plattegrond weergegeven van de afdelingen waarin het onderzoek is uitgevoerd.

In de balansproef zijn alleen de proefbehandelingen tweefasenvoedering en multifasenvoedering met elkaar vergeleken. De borgen in de balansproef kregen ook driemaal daags brij verstrekt en werden gevoerd volgens het voerschema in bijlage 1 en de mengverhoudingen in bijlage 2. Als er voerresten waren, werd de voerhoeveelheid van het betreffende dier voor de volgende voerbeurt verminderd.

2.3 Proefindeling

Op een gewicht van circa 23 kg zijn de biggen ingedeeld en opgelegd voor de proef. De vier afdelingen zijn tegelijkertijd opgelegd. Borgen en zeugen zijn gescheiden gemest. Bij de indeling is gebruik gemaakt van een blokkenindeling. Een blok bestond uit vier hokken borgen of uit vier hokken zeugen. De dieren in de hokken binnen blokken waren qua afstamming, kruisingstype en begingewicht zoveel mogelijk aan elkaar gelijk. In elke afdeling werd één hok van een blok opgelegd. De proefindeling is onderaan deze pagina weergegeven:

In de balansproef zijn de borgen op een gewicht van gemiddeld 46,0 kg ingedeeld en opgelegd voor de proef. De borgen werden op basis van lichaamsgewicht ingedeeld in twee groepen van elk acht dieren. De proefbehandelingen werden at random toegewezen aan de twee groepen borgen.

2.4 Voedering en drinkwaterverstrekking

In alle proefgroepen kregen de dieren een standaard startkruimel (EW = 1,06; ruw eiwit = 176 g/kg; dvLYS = 8,2 g/kg) verstrekt. De overige voeders waren proefvoeders. De voeders werden geleverd in de vorm van kruimel. Met behulp van het Technisch Model Varkensvoeding (Van der Peet-Schwering et al. 1994) is berekend wat het gehalte aan darmverteerbaar lysine (= dvLYS) moest zijn in zowel het vleesvarkensvoer, het NMR-voer als het NMA-voer. Bij de vaststelling van de gehalten aan darmverteerbaar methionine + cystine (= dvM+C), threonine (= dvTHR) en tryptofaan (= dvTRY) is uitgegaan van de normen van het Centraal Veevoederbureau (CVB, 1994). De CVB-normen zijn uitgedrukt in percentage van lysine (= dvLYS) en zagen er als volgt uit: dvM+C = 59%, dvTHR = 60% en dvTRY = 18%. De gemiddelde grondstoffensamenstelling en de berekende chemische samenstelling van de gebruikte voeders zijn weergegeven in bijlage 5.
De verschillende proefvoeders zijn steeds zoveel mogelijk tegelijkertijd aangemaakt uit dezelfde batches grondstoffen waarbij de grondstoffensamenstelling steeds zo constant mogelijk gehouden werd. Omdat het onderzoek ongeveer anderhalf jaar gelopen heeft, zijn er kleine variaties geweest in de grondstoffensamenstelling. Telkens als de proefvoeders gemaakt werden, werd een productiemonster genomen. In de productiemonsters werd het eiwitgehalte bepaald via de Weende analyse. Als het geanalyseerde eiwitgehalte meer dan 0,5% afweek

Proefindeling

ronde afdeling	1	2	3	4
1	tweefasen	multifasen	tweefasen	multifasen
2	tweefasen	multifasen	tweefasen	multifasen
3	multifasen	tweefasen	multifasen	tweefasen
4	multifasen	tweefasen	multifasen	tweefasen

van het berekende eiwitgehalte werd het betreffende voer opnieuw gemaakt.
Gedurende het onderzoek zijn per ronde verzamelmonsters gemaakt van zowel het startvoer en het vleesvarkensvoer als het NMR-voer en het NMA-voer. Dit betekent dat gedurende het onderzoek van elk van deze vier voersoorten vier verzamelmonsters genomen zijn. De verzamelmonsters werden gemaakt door wekelijks een voermonster te nemen van de voeders die op dat moment gebruikt werden. De voermonsters zijn geanalyseerd op de gehalten aan droge stof, ruw eiwit, ruw vet, ruwe celstof, zetmeel en as.
Gedurende de gehele mestperiode werd drinkwater alleen verstrekt via de brij.
De balansproef heeft gelopen in de periode dat de derde ronde in de stallen gedraaid werd. Het voer dat gebruikt werd in de balansproef is gelijk aan het voer dat in de derde ronde gebruikt werd.

2.5 Huisvesting en klimaat

Het onderzoek is uitgevoerd in vier afdelingen met elk tien hokken voor acht vleesvarkens. Voor de berekening van de technische resultaten en veterinaire behandelingen werden slechts negen hokken per afdeling gebruikt omdat in één hok per afdeling borgen en zeugen gemengd opgelegd werden. Voor de overige metingen werden alle hokken in de afdeling gebruikt. In alle afdelingen waren de hokken aan de linkerkant 2,3 m diep en 2,7 m breed en werden de dieren gevoerd via lengtetroggen. De vloer bestond achtereenvolgens uit een smal rooster, een dichte bolle vloer en een groot rooster. Aan de linkerkant bevonden zich vier hokken. De hokken aan de rechterkant van de afdelingen waren 3,7 m diep en 1,8 m breed. De dieren werden hier gevoerd via dwarstroggen. Aan de rechterkant bevonden zich zes hokken. Deze hokken hadden een dichte bolle vloer met een smal rooster achterin en een groot rooster voorin. Een plattegrond van de afdelingen is weergegeven in bijlage 4.
In alle afdelingen werd mechanisch geventileerd en vond één meter boven de voergang bovenafzuiging plaats. Voordat de lucht in de afdelingen kwam, werd de lucht in de centrale gang, indien nodig, voorverwarmd tot 4°C. In de afdelingen waren de temperatuurinstellingen als volgt: direct na opleggen een temperatuur van 21 °C, die in 70 dagen geleidelijk werd verlaagd naar 19°C. De bandbreedte was 5°C. Indien nodig werd in de eerste drie weken na opleggen de vloerverwarming ingeschakeld.
De dieren in de balansproef waren individueel gehuisvest in metalen metabolismekooien in één afdeling. De afdeling werd mechanisch geventileerd en indien nodig verwarmd. De afdeling werd verlicht door TL-lampen, die van 7.30 uur tot 22.30 uur brandden.

2.6 Verzameling en verwerking van de gegevens

2.6.1 Verzameling van de gegevens

Technische resultaten

Alle dieren zijn bij opleg en vier weken na opleg gewogen. Het eindgewicht is berekend uit het geslacht gewicht, door vermenigvuldiging met de factor 1,3. Per kg meer of minder dan 83 kg geslacht gewicht was deze factor 0,0025 lager of hoger dan 1,3.
De hoeveelheid verstrekt voer is bij tussenweging, bij uitval en bij afleveren per hok geregistreerd. Aan de hand van deze gegevens zijn de volgende productiekenmerken berekend: groei per dag, voer- en EW-opname per dag en voeder- en EW-conversie. Daarnaast is de darmverteerbaar lysine-opname per dag berekend. Van de geslachte varkens zijn de volgende gegevens verzameld: warm geslacht gewicht, vleespercentage HGP en type-beoordeling. Het optreden en het verloop van ziekten en/of gebreken en de behandeling ervan zijn per dier geregistreerd. Bij uitval van een dier zijn de datum, het gewicht en oorzaak van uitval genoteerd. De uitgevallen dieren zijn niet meegenomen in de berekening van de mesterijresultaten.

Meting ammoniakemissie

In alle afdelingen is de NH_3-emissie bepaald met behulp van een B&K-monitor type 1302. Ongeveer tien keer per dag zijn in alle afdelingen de ammoniakconcentratie (in mg/m^3) en de temperatuur gemeten van de afgevoerde lucht in de ventilatiekoker.
Tegelijkertijd werd bij elke meting het ventilatiedebiet (in m^3/uur) vastgesteld met behulp van een meetventilator. De ventilatiekokers met meetventilatoren zijn geijkt in een wind-

tunnel. De NH_3-emissie is het produkt van de ammoniakconcentratie en het ventilatiedebiet. De gegevens werden opgeslagen in een datalogger. De meetopstelling werd volgens het standaard protocol van de meetploeg van het Praktijkonderzoek Varkenshouderij gecalibreerd en onderhouden (Van 't Klooster et al. 1992). De emissiegegevens werden elke tien dagen uitgelezen van de datalogger. Deze cijfers werden gecontroleerd en omgerekend tot daggemiddelden. Dagen met minder dan vijf metingen zijn buiten beschouwing gelaten. De gemeten ammoniakemissie in de afgevoerde lucht werd vervolgens verminderd met de hoeveelheid ammoniak die aangevoerd werd via de binnenkomende lucht, De ammoniakconcentratie in de binnenkomende lucht wordt achtergrondconcentratie genoemd. De achtergrondconcentratie is continu gemeten met een NO,-monitor. Een NO,-monitor meet lagere concentraties betrouwbaarder dan een B&K-monitor,
Uit de daggemiddelden werd de NH_3-emissie per dierplaats per jaar berekend. Hierbij werd een correctiefactor van 0,9 toegepast voor de gemiddelde bezetting van de afdeling op jaarbasis.

Mesttempera tuur, mestproductie en mestsamenstelling
In twee hokken per afdeling, één aan de linkerkant en één aan de rechterkant, is eens per week met een microcomputerthermometer de temperatuur van de bovenste mestlaag gemeten in zowel het smalle als het brede mestkanaal.
De mestproductie werd voor en na het aflaten van de mest in alle mestkanalen gemeten door middel van niveau-bepalingen met een meetlat. De mestproductie is alleen gemeten in de twee afdelingen met het aangepaste huisvestingssysteem. In de afdelingen met het traditionele huisvestingssysteem was het door de constructie van de mestkanalen niet mogelijk om de mestproductie betrouwbaar te meten. Hierdoor was het ook niet mogelijk om betrouwbare mestmonsters te nemen.
Eenmaal per maand werd in elk mestkanaal in de afdelingen met het aangepaste huisvestingssysteem een mestmonster genomen met een pvc-buis, die door de spleten van de roosters werd gestoken. Per mestkanaal werd minstens vijf maal geprikt. Hiervan werd één representatief mengmonster gemaakt. De mestmonsters zijn geanalyseerd op droge stof, anorganische stof, ammonium stikstof, chemisch zuurstofverbruik (CZV), stikstof totaal, fosfor en pH.

Hokbevuiling
De mate van hokbevuiling (score 0 t/m 3) is tweemaal per week vastgelegd in alle hokken. Score 0 betekent geen hokbevuiling en score 3 is ernstige hokbevuiling. De hokbevuiling is beoordeeld op het smalle rooster, op de dichte vloer en op het grote rooster. Bij de vastlegging is vooral gelet op de grootte van de mestplek en de natheid van de roosters.

Balansproef
In de balansproef werden bij vleesvarkens met een gewicht van 50, 70 en 90 kg, gedurende een periode van vijf dagen (5 x 24 uur), mest en urine kwantitatief verzameld voor de bepaling van de schijnbare faecale stikstofverteerbaarheid, de stikstofuitscheiding via de mest en de urine en de stikstofaanzet. De dieren die gevoerd werden via tweefasenvoedering kregen zowel op een gewicht van 50, 70 als 90 kg alleen vleesvarkensvoer verstrekt. De dieren die gevoerd werden via multifasenvoedering kregen op de gewichten van respectievelijk 50, 70 en 90 kg de volgende mengverhoudingen verstrekt: 80% NMR-voer en 20% NMA-voer, 35% NMR-voer en 65% NMA-voer en 100% NMA-voer.
De mest werd verzameld in bakken aan de achterzijde van de metabolismekooien. De bakken werden driemaal daags (bij elke voedering) geleegd. Na verzameling werd de mest per dier direct diepgevroren (-20°C) bewaard. Eénmaal daags (na de ochtendvoedering) werd de mest gewogen. Aan het eind van de verzamelperiode werd de mest ontdooid, per dier gehomogeniseerd, bemonsterd en geanalyseerd op het gehalte aan stikstof. Uit de opname aan stikstof via het voer en de uitscheiding aan stikstof via de mest werd de schijnbare faecale verteringscoëfficiënt van stikstof per dier berekend,
De urine werd verzameld in emmers met behulp van trechters die onder het rooster van de kooi bevestigd waren. Om vervluchtiging van stikstof tegen te gaan, werd per

dag 10 ml zwavelzuur (25% verdund) in elke lege emmer gedoseerd. De emmers werden éénmaal per dag verwisseld en de inhoud werd gewogen en gehomogeniseerd. Per dier werd een submonster van 10% genomen dat bij 4°C werd bewaard. Van elk dier werden de submonsters van vijf dagen samengevoegd, gehomogeniseerd, bemonsterd en geanalyseerd op het gehalte aan stikstof.
De stikstofaanzet werd als volgt berekend:
stikstofaanzet = stikstofopname via het voer - stikstofuitscheiding via de mest - stikstofuitscheiding via de urine.

2.6.2 Statistische analyse
De kenmerken groei per dag, voer- en EW-opname per dag, voeder- en EW-conversie, darmverteerbaar lysine-opname per dag en vleespercentage HGP zijn statistisch geanalyseerd met behulp van variantie-analyse (SAS, 1990) om vast te stellen of verschillen al dan niet op toeval berustten. Het model, waarin het hok de kleinste eenheid is, zag er als volgt uit:

$y = \mu$ + gewicht bij opleggen + huisvesting + afdeling binnen huisvesting + ronde + voeding + huisvesting x voeding + sexe + sexe x huisvesting + sexe x voeding + sexe x huisvesting x voeding + rest.

De NH_3-emissie is eveneens geanalyseerd met behulp van variantie-analyse. Het model, waarin de afdeling de kleinste eenheid is, zag er als volgt uit:

$y = \mu$ + huisvesting + afdeling binnen huisvesting + ronde + voeding + huisvesting x voeding + rest waarin y = natuurlijke logaritme van NH,-emissie (kg per dierplaats per jaar).

Met de chi-kwadraattoets is nagegaan of er tussen de proefgroepen verschillen bestonden in het aantal uitgevallen dieren en het aantal dieren dat behandeld is wegens gezondheidsstoornissen.
De type-beoordeling en hokbevuiling zijn geanalyseerd via logistische regressie met het drempelmodel van McCullagh (Oude Voshaar 1994).
De schijnbare faecale stikstofverteerbaarheid, de stikstofaanzet en de stikstofuitscheiding via de mest en de urine op een gewicht van 50, 70 en 90 kg zijn statistisch geanalyseerd met behulp van variantie-analyse (Norusis, 1992). Het model zag er als volgt uit:

$y = \mu$ + voeding + rest.

3 RESULTATEN

3.1 Chemische samenstelling van de proefvoeders

De gemiddelde resultaten van de chemische analyses van de proefvoeders zijn weergegeven in tabel 1.

In alle voeders komen de geanalyseerde en vooraf berekende gehalten goed met elkaar overeen.

3.2 Mesterijresultaten

In tabel 2 zijn de mesterijresultaten van opleg tot afleveren van de vier proefgroepen weergegeven. Het eindgewicht is het berekende eindgewicht. In bijlage 6 zijn de mesterijresultaten van opleg tot afleveren van de borgen en de zeugen afzonderlijk in de vier proefgroepen weergegeven.

Tabel 1: Geanalyseerde chemische samenstelling van de proefvoeders (g/kg)

	startvoer	vleesvarkensvoer	NMR-voer	NMA-voer
aantal	3	3	3	3
droge stof	889	894	898	894
ruw eiwit	179	164	170	138
ruw vet	41	50	52	50
ruwe celstof	52	61	57	59
zetmeel	364	366	355	385
as	60	66	70	65

Tabel 2: Mesterijresultaten van opleg tot afleveren van vleesvarkens gehuisvest in traditionele en aangepaste huisvesting en gevoerd via twee- en via multifasenvoedering

	traditionele huisvesting		aangepaste huisvesting			significantie*		
	tweefasen	multifasen	tweefasen	multifasen	SEM[1]	H	V	H*V
aantal dieren opgelegd	288	288	288	288				
aantal hokken	36	36	36	36				
begingewicht (kg)	23,4	23,4	23,4	23,4				
eindgewicht (kg)	111,0	110,9	111,1	110,0				
groei (g/dag)	746	744	756	742	4,5	n.s.	#	n.s.
voeropname (kg/dag)	1,97[a]	2,00[b]	2,00[b]	1,99[ab]	0,009			*
voederconversie	2,65[a]	2,70[b]	2,65[a]	2,69[ab]	0,018	n.s.	**	n.s.
EW-opname per dag	2,14[a]	2,17[b]	2,17[b]	2,16[ab]	0,009			*
EW-conversie	2,87[a]	2,93[b]	2,87[a]	2,92[ab]	0,020	n.s.	**	n.s.
dvLYS-opname (g/dag)	14,45[a]	13,78[b]	14,65[c]	13,72[b]	0,062			*
eiwitopname (g/dag)	326,5[a]	302,7[b]	330,9[c]	301,3[b]	1,39			*

SEM = gepoolde standaard error van het gemiddelde (geeft een indicatie van de nauwkeurigheid van de schatting van de gemeten variabele).
Significantie: n.s. = niet significant, # = ($p < 0,10$), * = ($p < 0,05$), ** = ($p < 0,01$). H = effect van huisvesting, V = effect van voeding, H*V = effect van interactie tussen huisvesting en voeding. Een verschillende letter binnen een rij duidt op verschil tussen de proefgroepen.

Uit tabel 2 blijkt dat er geen significante verschillen zijn in groei tussen de dieren uit de vier proefgroepen. In het traditionele huisvestingssysteem hebben de dieren die gevoerd zijn via multifasenvoedering een hogere voer- en EW-opname en een ongunstigere voeder- en EW-conversie dan de dieren die gevoerd zijn via tweefasenvoedering. In het aangepaste huisvestingssysteem zijn er geen verschillen in voer- en EW-opname tussen de dieren die gevoerd zijn via twee- en via multifasenvoedering. Wel is er in het aangepaste huisvestingssysteem een tendens tot een ongunstigere voeder- en EW-conversie van de dieren die gevoerd zijn via multifasenvoedering. In beide huisvestingssystemen hebben de dieren die gevoerd zijn via multifasenvoedering duidelijk minder darmverteerbaar lysine en minder eiwit opgenomen dan de dieren die gevoerd zijn via tweefasenvoedering.

In tabel 3 zijn de resultaten van opleg tot de eerste tussenweging op een gewicht van circa 42 kg weergegeven. In dit traject kregen de dieren alleen startvoer verstrekt. In bijlage 6 zijn de mesterijresultaten van opleg tot eerste tussenweging van de borgen en de zeugen afzonderlijk in de vier proefgroepen weergegeven.

Uit tabel 3 blijkt dat er in het traject van opleg tot tussenweging geen verschillen zijn in groei, voer- en EW-opname, voeder- en EW-conversie en opgenomen hoeveelheid darmverteerbaar lysine en eiwit tussen de dieren die gevoerd zijn via tweefasen- en via multifasenvoedering. Er zijn ook geen verschillen in mesterijresultaten tussen de dieren die gehouden zijn in het traditionele en in het aangepaste huisvestingssysteem.

In tabel 4 zijn de mesterijresultaten vanaf circa 42 kg tot afleveren weergegeven. In bijlage 6 zijn de mesterijresultaten van eerste tussenweging tot afleveren van de borgen en de zeugen afzonderlijk in de vier proefgroepen weergegeven.

Uit tabel 4 blijkt dat er in het traditionele huisvestingssysteem geen verschil is in groei tussen de dieren die gevoerd zijn via twee- en via multifasenvoedering. Er is wel een verschil in voer- en EW-opname en voeder- en EW-conversie. De dieren die gevoerd zijn via multifasenvoedering hebben een hogere voer- en EW-opname en een ongunstigere voeder- en EW-conversie. In het aangepaste huisvestingssysteem zijn er geen verschillen in voer- en EW-opname tussen de dieren die gevoerd zijn via twee- of

Tabel 3: Mesterijresultaten van opleg tot circa 42 kg van vleesvarkens gehuisvest in traditionele en aangepaste huisvesting en gevoerd via twee- en via multifasenvoedering

	traditionele huisvesting		aangepaste huisvesting			significantie*		
	tweefasen	multifasen	tweefasen	multifasen	SEM[1]	H	V	H*V
aantal dieren opgelegd	288	288	288	288				
aantal hokken	36	36	36	36				
begingewicht (kg)	23,4	23,4	23,4	23,4				
tussengewicht (kg)	41,8	42,1	42,2	42,1				
groei (g/dag)	580	592	593	592	7,7	n.s.	n.s.	n.s.
voeropname (kg/dag)	1,25	1,25	1,25	1,24	0,010	n.s.	n.s.	n.s.
voederconversie	2,17	2,12	2,11	2,11	0,024	n.s.	n.s.	n.s.
EW-opname per dag	1,33	1,32	1,32	1,32	0,010	n.s.	n.s.	n.s.
EW-conversie	2,31	2,24	2,24	2,24	0,025	n.s.	n.s.	n.s.
dvLYS-opname (g/dag)	10,27	10,25	10,23	10,20	0,079	n.s.	n.s.	n.s.
eiwitopname (g/dag)	219,1	218,7	218,4	217,7	1,68	n.s.	n.s.	n.s.

[1] SEM = gepoolde standaard error van het gemiddelde (geeft een indicatie van de nauwkeurigheid van de schatting van de gemeten variabele).

[2] Significantie: n.s. = niet significant. H = effect van huisvesting, V = effect van voeding, H*V = effect van interactie tussen huisvesting en voeding.

via multifasenvoedering. Wel is er een verschil in groei en voeder- en EW-conversie. De dieren die gevoerd zijn via multifasenvoedering zijn langzamer gegroeid en hebben een ongunstigere voeder- en EW-conversie. De dieren die gevoerd zijn via multifasenvoedering hebben minder darmverteerbaar lysine en minder eiwit opgenomen dan de dieren die gevoerd zijn via tweefasenvoedering.

3.3 Slachtkwaliteit

De resultaten van de classificatie van de geslachte dieren zijn weergegeven in tabel 5. In bijlage 6 is de slachtkwaliteit van de borgen en de zeugen afzonderlijk in de vier proefgroepen weergegeven.

Uit tabel 5 blijkt dat het voeren via multifasenvoedering en het aanpassen van de huisvesting geen effect hebben gehad op de slachtkwaliteit van de dieren. Er is geen verschil in vleespercentage en type-beoordeling tussen de dieren uit de vier proefgroepen.

3.4 Uitval en gezondheid

In tabel 6 zijn het aantal uitgevallen dieren en het aantal individueel wegens gezondheidsstoornissen behandelde dieren weergegeven Daarnaast zijn de reden van uitval en van behandeling vermeld. Naast de individuele behandelingen zijn enkele groepsbehandelingen uitgevoerd tegen hoest en tegen diarree. De groepsbehandelingen zijn niet vermeld in tabel 6.

Uit tabel 6 blijkt dat er tussen de vier proefgroepen geen verschillen zijn in het aantal uitgevallen dieren. Ook zijn er geen duidelijke verschillen in de reden van uitval. Bovendien zijn er tussen de vier proefgroepen geen verschillen in het aantal dieren dat veterinair behandeld is. Wel zijn er verschillen in de reden van behandeling. In het aangepaste huisvestingssysteem zijn meer dieren behandeld vanwege beenwerkaandoeningen dan in het traditionele huisvestingssysteem. In het traditionele huisvestingssysteem zijn meer dieren behandeld wegens diarree. De dieren die gevoerd zijn via multifasen-

Tabel 4: Mesterijresultaten vanaf circa 42 kg tot afleveren van vleesvarkens gehuisvest in traditionele en aangepaste huisvesting en gevoerd via twee- en via multifasenvoedering

	traditionele huisvesting		aangepaste huisvesting			significantie*		
	tweefasen	multifasen	tweefasen	multifasen	SEM[1]	H	V	H*V
aantal dieren opgelegd	288	288	288	288				
aantal hokken	36	36	36	36				
tussengewicht (kg)	41,8	42,1	42,2	42,1				
eindgewicht (kg)	111,0	110,9	111,1	110,0				
groei (g/dag)	807^{ab}	800^{b}	818^{a}	798^{b}	6,1	n.s.	*	n.s.
voeropname (kg/dag)	2,24^{a}	2,28^{b}	2,28^{b}	2,27^{b}	0,011			
voederconversie	2,78^{a}	2,86^{b}	2,80^{a}	2,85^{b}	0,022	n.s.	**	n.s.
EW-opname per dag	2,44^{a}	2,49^{b}	2,48^{b}	2,48^{b}	0,012			
EW-conversie	3,02^{a}	3,12^{b}	3,04^{a}	3,11^{b}	0,024	n.s.	**	n.s.
dvLYS-opname (g/dag)	16,00^{a}	15,09^{b}	16,31^{c}	15,03^{b}	0,077			
eiwitopname (g/dag)	366,0^{a}	333,7^{b}	373,1^{c}	332,4^{b}	1,74			

1 SEM = gepoolde standaard error van het gemiddelde (geeft een indicatie van de nauwkeurigheid van de schatting van de gemeten variabele).

2 Significantie: n.s. = niet significant, * = ($p < 0,05$), ** = ($p < 0,01$). H = effect van huisvesting, V = effect van voeding, H*V = effect van interactie tussen huisvesting en voeding.

a,b,c Een verschillende letter binnen een rij duidt op verschil tussen de proefgroepen.

voedering zijn vaker behandeld voor diarree dan de dieren die gevoerd zijn via tweefasenvoedering.

3.5 Ammoniakemissie

In tabel 7 zijn de temperatuur van de afgevoerde lucht, het ventilatiedebiet, de ammoniakconcentratie en de ammoniakemissie per dierplaats per jaar weergegeven in de vier proefgroepen. In bijlage 7 zijn deze gegevens weergegeven per ronde. De dagelijkse ammoniakemissie in de vier proefgroepen gedurende de vier ronden is weergegeven in de figuren 1 en 2. In ronde 1 is de ammoniakemissie de eerste zeven weken na

Tabel 5: Slachtkwaliteit van vleesvarkens gehuisvest in traditionele en aangepaste huisvesting en gevoerd via twee- en via multifasenvoedering

	traditionele huisvesting		aangepaste huisvesting			significantie*		
	tweefasen	multifasen	tweefasen	multifasen	SEM[1]	H	V	H*V
aantal dieren	288	288	288	288				
geslacht gewicht (kg)	86,0	86,0	86,1	85,0				
vleespercentage	54,9	54,9	55,0	55,0	0,2	n.s.	n.s.	n.s.
% dieren met type AA	14	14	15	12				
% dieren met type A	74	72	76	80		n.s.	n.s.	n.s.
% dieren met type B+C	12	14	9	8				

[1] SEM = gepoolde standaard error van het gemiddelde (geeft een indicatie van de nauwkeurigheid van de schatting van de gemeten variabele)

[2] Significantie: n.s. = niet significant, H = effect van huisvesting, V = effect van voeding, H*V = effect van interactie tussen huisvesting en voeding.

Tabel 6: Uitval en behandelingen wegens gezondheidsstoornissen van vleesvarkens gehuisvest in traditionele en aangepaste huisvesting en gevoerd via twee- en via multifasenvoedering

	traditionele huisvesting		aangepaste huisvesting		significantie*	
	tweefasen	multifasen	tweefasen	multifasen	H	V
aantal dieren opgelegd	288	288	288	288		
aantal dieren uitgevallen	9	11	5	8	n.s.	n.s.
reden van uitval:						
- beenwerkaandoeningen	1	1	1	2		
- luchtwegaandoeningen	3	3	2	0		
- maagdarmaandoeningen	0	6	0	4		
- diversen	5	1	2	2		
aantal dieren behandeld	90	91	88	84	n.s.	n.s.
reden van behandelingen:						
- beenwerkaandoeningen	16[a]	13[a]	27[b]	22[ab]	*	n.s.
- hoest	38	30	29	35	n.s.	n.s.
- diarree	7[a]	17[b]	0[c]	2[ac]	***	*
- diversen	29	31	32	25	n.s.	n.s.

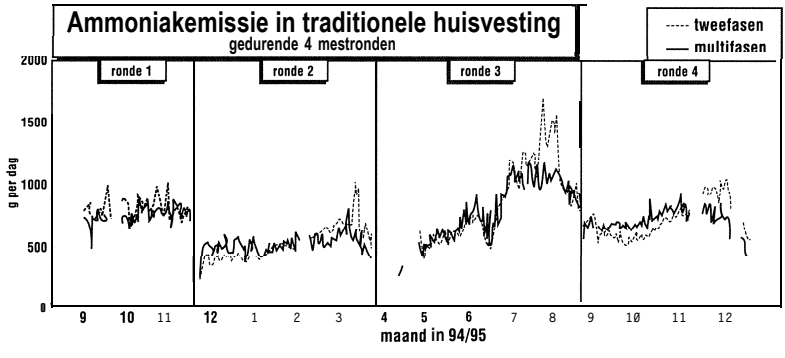
[1] Significantie: n.s. = niet significant, * = ($p < 0,05$), *** = ($p < 0,001$). H = effect van huisvesting, V = effect van voeding.

[a,b,c] Een verschillende letter binnen een rij duidt op verschil tussen de proefgroepen.

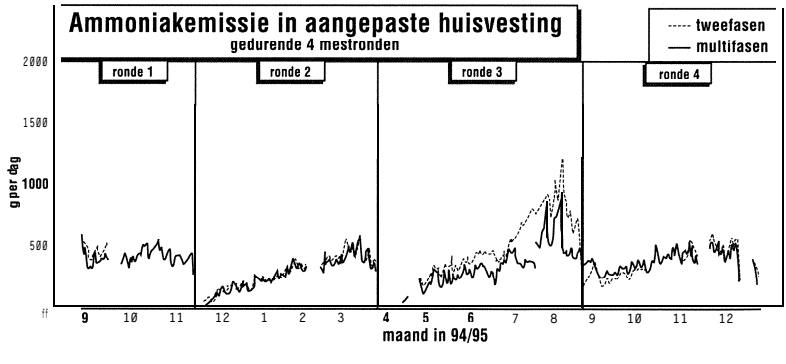
Tabel 7: Temperatuur, ventilatiedebiet, ammoniakconcentratie en ammoniakemissie per dierplaats per jaar van vleesvarkens gehuisvest in traditionele en aangepaste huisvesting en gevoerd via twee- en via multifasenvoedering

	traditionele huisvesting		aangepaste huisvesting	
	tweefasen	multifasen	tweefasen	multifasen
temperatuur' (°C)	20,2	20,5	20,3	20,1
ventilatiedebiet (m^3/uur)	2.765	2.632	2.846	2.822
ammoniakconcentratie[1] (mg/m^3)	12,36	13,17	7,72	6,40
NH_3-emissie[2] (kg/dpl/j)	2,87[a]	2,77[a]	1,90[b]	1,58[c]
reductie in NH_3-emissie		3,5%	33,8%	44,9%
reductie in NH_3-emissie ten opzichte van tweefasenvoedering		3,5%		16,8%

1 van de afgevoerde ventilatielucht.
2 gecorrigeerd voor achtergrondconcentratie.
a,b,c Een verschillende letter binnen een rij duidt op verschil tussen de proefgroepen.



Figuur 1: Dagelijkse ammoniakemissie van vleesvarkens gehuisvest in traditionele huisvesting en gevoerd via twee- en via multifasenvoedering



Figuur 2: Dagelijkse ammoniakemissie van vleesvarkens gehuisvest in aangepaste huisvesting en gevoerd via twee- en via multifasenvoedering

opleg niet gemeten omdat de apparatuur nog niet beschikbaar was. In ronde 4 is de laatste twee weken voor afleveren niet gemeten omdat de apparatuur defect was.

Uit tabel 7 blijkt dat er een interactie is tussen voeding en huisvesting voor wat betreft de NH,-emissie per dierplaats per jaar. In het traditionele huisvestingssysteem leidt multifasenvoedering tot een reductie in de NH,-emissie van 3,5%. In het aangepaste huisvestingssysteem leidt multifasenvoedering tot een reductie in de NH_3-emissie van 16,8%. Uit figuur 2 en bijlage 7 blijkt dat de reductie met name optreedt in de ronden 1 en 3 en in veel mindere mate in de ronden 2 en 4. Bij het voeren via tweefasenvoedering leidt aanpassing van het huisvestingssysteem tot een reductie in de NH,-emissie van 33,8%. De combinatie van het aanpassen van de huisvesting en het voeren via multifasenvoedering leidt tot een reductie in de NH,-emissie van 44,9%.

3.6 Mesttemperatuur

In twee hokken per afdeling, één aan de linker- en één aan de rechterkant, is één keer

Tabel 8: Temperatuur van de bovenste mestlaag van vleesvarkens gehuisvest in traditionele en aangepaste huisvesting en gevoerd via twee- en via multifasenvoedering

	traditionele huisvesting		aangepaste huisvesting	
	tweefasen	multifasen	tweefasen	multifasen
smal mestkanaal links	20,0˚C	20,5˚C	20,0˚C	19,8˚C
breed mestkanaal links	20,4˚C	205°C	19,9˚C	19,6˚C
smal mestkanaal rechts	20, 1˚C	20,3˚C	20,2˚C	19,9˚C
breed mestkanaal rechts	20,1˚C	20,7˚C	20,1˚C	20,2˚C

Tabel 9: Mestproductie (exclusief reinigingswater) per dierplaats per jaar en mestsamenstelling van vleesvarkens in aangepaste huisvesting en gevoerd via twee- en via multifasenvoedering

	mest-productie (m^3)	CZV[1] (g/kg)	NH_4-N[2] (g/kg)	stikstof totaal (g/kg)	fosfor (g/kg)	pH	droge stof (g/kg)	as (% in ds)
twee fasen:								
smal kanaal links	0,043	107,2	3,92	7,10	1,27	6,5	100,0	27,1
breed kanaal links	1,155	111,3	4,47	7,58	1,17	7,3	97,1	29,4
smal kanaal rechts	0,523	111,2	4,77	7,81	1,14	7,4	96,0	30,5
breed kanaal rechts	0,532	138,2	4,96	8,31	1,31	7,2	109,5	30,4
alle mestkanalen	1,113	118,9	4,68	7,84	1,20	7,3	100,3	29,9
multi fasen:								
smal kanaal links	0,033	69,2	2,92	5,12	1,10	6,7	70,0	29,9
breed kanaal links	1,155	108,6	3,95	6,83	1,03	7,2	94,7	29,4
smal kanaal rechts	0,377	105,1	3,89	6,73	1,04	72,	92,1	29,6
breed kanaal rechts	0,672	144,2	4,78	8,39	1,28	7,0	113,7	29,0
alle mestkanalen	1,104	120,5	4,23	7,36	1,12	7,1	100,9	29,3

[1]CZV = chemisch zuurstofverbruik.
[2]NH_4-N = ammonium stikstof.

per week de temperatuur van de bovenste mestlaag gemeten in zowel het smalle als het brede mestkanaal. In tabel 8 is de temperatuur van de bovenste mestlaag in de vier proefgroepen weergegeven. In bijlage 8 zijn de gegevens per ronde weergegeven.

Uit tabel 8 blijkt dat in het traditionele huisvestingssysteem de temperatuur van de bovenste mestlaag bij multifasenvoedering op alle meetplaatsen iets hoger is dan bij tweefasenvoedering. In het aangepaste huisvestingssysteem is de mesttemperatuur bij multifasenvoedering iets lager dan bij tweefasenvoedering.

3.7 Mestproductie en mestsamenstelling

In tabel 9 is de mestproductie (exclusief reinigingswater) per dierplaats per jaar van de varkens in het aangepaste huisvestingssysteem weergegeven, Ook de samenstelling van de mest is aangegeven. De mestproductie en de samenstelling van de mest zijn bepaald in zowel het smalle als het brede mestkanaal aan zowel de linker- als de rechterkant van de afdeling. Aan de linkerkant van de afdeling waren 32 dieren gehuisvest en aan de rechterkant 48 dieren. De mestproductie en mestsamenstelling in "alle mestkanalen" is berekend als het gewogen gemiddelde van de mestproducties en mestsamenstelling in de afzonderlijke mestkanalen.

Uit tabel 9 blijkt dat er in het aangepaste huisvestingssysteem vrijwel geen verschil is in mestproductie tussen de dieren die gevoerd zijn via twee- en via multifasenvoedering. Er zijn ook geen verschillen in het chemisch zuurstofverbruik en het droge stof- en asgehalte in de mest. De gehalten aan ammonium stikstof, stikstof totaal en fosfor in de mest zijn bij de dieren die gevoerd zijn via

Tabel 10: Mate en ernst van hokbevuiling (uitgedrukt als percentage van het aantal waarnemingen) van vleesvarkens gehuisvest in traditionele en aangepaste huisvesting en gevoerd via twee- en via multifasenvoedering

	traditionele huisvesting		aangepaste huisvesting		significantie[1]		
	tweefasen	multifasen	tweefasen	multifasen	H	V	H*V
Smal rooster	a	b	c	c			**
score 0	29,5	23,5	90,8	90,2			
score 1	26,4	27,8	7,5	8,8			
score 2	17,0	22,8	1,6	1,0			
score 3	27,1	25,9	*0,1*	0,0			
Dichte vloer	a	b					**
score 0	29,1	25,4	65 9	66 8			
score 1	32,9	34,4	25,6	26,9			
score 2	21,9	22,5	6,2	5,2			
score 3	16,1	17,7	2,3	*1,1*			
Groot roos ter	a	a	b				**
score 0	25.9	29,1	61,4	53 2			
score 1	34,3	28,9	31,3	37,1			
score 2	23,7	24,3	7,2	8,9			
score 3	16,1	17,7	0,1	0,8			

[1] Significantie: ** = ($p < 0,01$). H = effect van huisvesting, V = effect van voeding, H*V = effect van interactie tussen huisvesting en voeding.

a,b,c Een verschillende letter binnen een rij duidt op verschil tussen de proefgroepen in de verdeling van de hokbevuilingsscores over de vier klassen.

multifasenvoedering ongeveer 7% lager. De pH van de mest is bij de dieren die gevoerd zijn via multifasenvoedering 0,2 eenheden lager.

3.8 Hokbevuiling

In tabel 10 is de mate van hokbevuiling in de vier proefgroepen weergegeven. De hokbevuiling is beoordeeld op het smalle rooster, de dichte vloer en het grote rooster. In bijlage 9 is de hokbevuiling per ronde weergegeven.

Uit tabel 10 blijkt dat in het traditionele huisvestingssysteem hokbevuiling meer en in ernstigere mate voorkomt dan in het aangepaste huisvestingssysteem. Dit geldt zowel voor de bevuiling van het smalle rooster, de dichte vloer als het grote rooster. In het aangepaste huisvestingssysteem zijn er tussen de dieren die gevoerd zijn via twee- en via multifasenvoedering geen verschillen in de bevuiling van het smalle rooster en de dichte vloer, maar wel in de bevuiling van het grote rooster. Bij het voeren via multifasenvoedering wordt het grote rooster meer bevuild, In het traditionele huisvestingssysteem treedt bevuiling van het smalle rooster en de dichte vloer meer op bij de dieren die gevoerd zijn via multifasenvoedering. Er zijn in het traditionele huisvestingssysteem geen duidelijke verschillen in de bevuiling van het grote rooster tussen de dieren die gevoerd zijn via twee- en via multifasenvoedering.

Tabel 11: Stikstofopname, stikstofverteerbaarheid, stikstofaanzet en stikstofuitscheiding via de mest en de urine op een gewicht van 50, 70 en 90 kg van borgen die gevoerd zijn via twee- en via muitifasenvoedering

	tweefasen	multifasen	SEMI	significantie2
Gewicht van 50 kg:				
N-opname (g/dag)	48,1	47,7	0,47	n.s.
N-uitscheiding via de mest (g/dag)	11,3	11,1	0,38	n.s.
schijnbare faecale N-verteerbaarheid (%)	76,5	76,7	0,64	n.s.
N-uitscheiding via de urine (g/dag)	15,7	17,2	1,10	n.s.
totale N-uitscheiding (g/dag)	27,0	28,3	1,24	n.s.
N-aanzet (g/dag)	21,2	19,3	1,03	n.s.
Gewicht van 70 kg:				
N-opname (g/dag)	54,5	50,1	0,50	**
N-uitscheiding via de mest (g/dag)	10,9	10,2	0,39	n.s.
schijnbare faecale N-verteerbaarheid (%)	79,9	79,6	0,75	n.s.
N-uitscheiding via de urine (g/dag)	22,2	16,8	1,17	**
totale N-uitscheiding (g/dag)	33,1	27,0	1,12	**
N-aanzet (g/dag)	21,4	23,1	0,79	n.s.
Gewicht van 90 kg:				
N-opname (g/dag)	70,8	57,8	0,43	**
N-uitscheiding via de mest (g/dag)	12,4	11,8	0,47	n.s.
schijnbare faecale N-verteerbaarheid (%)	82,5	79,6	0,81	*
N-uitscheiding via de urine (g/dag)	30,4	19,0	1,04	**
totale N-uitscheiding (g/dag)	42,8	30,8	0,87	**
N-aanzet (g/dag)	28,0	27,0	0,76	n.s.

[1] SEM = gepoolde standaard error van het gemiddelde (geeft een indicatie van de nauwkeurigheid van de schatting van de gemeten variabele).

[2] Significantie: n.s. = niet significant, * = ($p < 0,05$), ** = ($p < 0,01$).

3.9 Balansproef

De balansproef is uitgevoerd in de warme zomermaanden van juli en augustus 1995. Door de hoge temperaturen hadden de dieren problemen om het voer op te nemen en is het voerschema verlaagd. Het aangepaste voerschema is weergegeven in bijlage 10. Bij de berekening van de resultaten bleek dat de stikstofaanzet van één dier dat gevoerd werd via tweefasenvoedering, gedurende alle verzamelperioden sterk afweek van die van de overige dieren uit deze groep. Dit dier is daarom buiten de berekeningen gehouden.
In tabel 11 zijn de schijnbare faecale stikstofverteerbaarheid, de stikstofaanzet en de stikstofuitscheiding via de mest en de urine van de borgen uit de twee proefgroepen weergegeven op een gewicht van 50, 70 en 90 kg.

Uit tabel 11 blijkt dat er op een gewicht van 50 kg geen verschillen in N-opname, N-uitscheiding, N-aanzet en faecale N-verteerbaarheid zijn tussen de dieren die vleesvarkensvoer verstrekt kregen en de dieren die NMR- en NMA-voer verstrekt kregen in een verhouding van 80 : 20. Op een gewicht van 70 kg zijn er tussen de dieren die vleesvarkensvoer verstrekt kregen en de dieren die NMR- en NMA-voer verstrekt kregen in een verhouding van 35 : 65, geen verschillen in de N-uitscheiding via de mest, de N-aanzet en de faecale N-verteerbaarheid. Wel zijn er verschillen in de N-opname, de N-uitscheiding via de urine en de totale N-uitscheiding. De borgen die via multifasenvoedering gevoerd zijn hebben minder stikstof opgenomen en scheiden minder stikstof uit via de urine. Op een gewicht van 90 kg zijn er tussen de dieren die vleesvarkensvoer en NMA-voer verstrekt kregen geen verschillen in N-uitscheiding via de mest en de N-aanzet. Wel zijn er verschillen in de N-opname, de N-uitscheiding via de urine, de totale N-uitscheiding en de faecale N-verteerbaarheid. De dieren die NMA-voer verstrekt kregen hebben minder stikstof opgenomen en scheiden minder stikstof uit via de urine dan de dieren die vleesvarkensvoer verstrekt kregen Daarnaast is de faecale N-verteerbaarheid van het NMA-voer lager dan dat van het vleesvarkensvoer.

3.10 Berekende stikstof- en fosforuitscheiding

Aan de hand van de verstrekte en de berekende aangezette hoeveelheid stikstof en fosfor is berekend hoe groot de stikstof- en fosforuitscheiding zijn in de vier proefgroepen. Bij de berekeningen is er vanuit gegaan dat vleesvarkens van 23,4 kg en 110,8 kg respectievelijk 0,123 kg en 0,551 kg fos-

Tabel 12: Berekende stikstof- en fosforuitscheiding per vleesvarken (23,4 - 11 0,8 kg)

	traditionele huisvesting		aangepaste huisvesting	
	tweefasen	multifasen	tweefasen	multifasen
verstrekt stikstof (kg)	6,168	5,730	6,168	5,653
sti kstofaanzet (kg)	2,106	2,106	2,106	2,106
totale stikstofuitscheiding (kg)	4,062	3,624	4,062	3,547
stikstofuitscheiding via de urine (kg)	2,773	2,426	2,773	2,366
reductie N-uitscheiding in de urine		12,5%	0,0%	14,7%
reductie N-uitscheiding in de urine ten opzichte van tweefasenvoedering		125%	-	14,7%
verstrekt fosfor (kg)	1,007	0,937	1,007	0,924
fosforaanzet (kg)	0,428	0,428	0,428	0,428
fosforuitscheiding (kg)	0,579	0,509	0,579	0,496
reductie fosforuitscheiding		12,1%	0,0%	14,3%
reductie fosforuitscheiding ten opzichte van tweefasenvoedering		12,1%		14,3%

for bevatten (Jong bloed et al. 1994). De eiwitaanzet bij de borgen en zeugen in het gewichtstraject van 23,4 kg tot 110,8 kg is berekend met het TMV (Van der Peet-Schwering et al. 1994). Omdat er tussen de dieren uit de vier proefgroepen geen verschillen zijn in groei en slachtkwaliteit is er vanuit gegaan dat ze dezelfde hoeveelheid eiwit aangezet hebben. Uit de balansproef blijkt ook dat er geen verschillen zijn in stikstofaanzet tussen de dieren die gevoerd zijn via twee- en via multifasenvoedering. Bij de berekening van de verstrekte hoeveelheid eiwit is uitgegaan van de geanalyseerde ruw eiwitgehalten in de voeders. Bij de berekening van de stikstofuitscheiding via de urine is uitgegaan van een verteringscoëfficiënt van ruw eiwit van 79,1%. De resultaten van de berekeningen zijn weergegeven in tabel 12. In bijlage 11 is de stikstofuitscheiding in de vier proefgroepen per ronde weergegeven.

Uit tabel 12 blijkt dat het voeren via multifasenvoedering in het traditionele en het aangepaste huisvestingssysteem heeft geleid tot een vermindering van de stikstofuitscheiding in de urine van respectievelijk 12,5% en 14,7% ten opzichte van tweefasenvoedering. De fosforuitscheiding is als gevolg van multifasenvoedering in het traditionele huisvestingssysteem gedaald met 12,1% en in het aangepaste huisvestingssysteem met 14,3%.

In tabel 13 zijn de mineralenaanvoer per gemiddeld aanwezig vleesvarken en de bijbehorende MiAR-kolommen (1995) weergegeven voor de verschillende proefgroepen. Bij de berekening van de ruw eiwitaanvoer is uitgegaan van de geanalyseerde ruw eiwitgehalten in de voeders. Voor alle proefgroepen is de omzetsnelheid gelijk, namelijk 3,04. Uit tabel 13 blijkt dat de dieren die gevoerd zijn via tweefasenvoedering terecht komen in MiAR-kolom F (1995). Dit betekent een fosfaatproductienorm van 5,0 kg fosfaat per gemiddeld aanwezig vleesvarken. De dieren die gevoerd zijn via multifasenvoedering zijn terecht gekomen in MiAR-kolom G. Dit betekent een fosfaatproductienorm van 4,4 kg fosfaat per gemiddeld aanwezig vleesvarken. De forfaitaire norm voor vleesvarkens is de fosfaatproductienorm van 7,4 kg fosfaat per gemiddeld aanwezig vleesvarken.

3.11 Economische resultaten

In de economische berekening wordt enerzijds het verschil in huisvestingskosten tussen het traditionele en het aangepaste huisvestingssysteem berekend en anderzijds het verschil in voerkosten tussen de dieren die gevoerd zijn via twee- en via multifasenvoedering. De kosten voor een eventuele aanschaf van een andere voerinstallatie of extra voersilo's bij het voeren via multifasenvoedering zijn niet meegenomen in de economische berekening omdat deze kosten sterk verschillen per bedrijf.
In de economische evaluatie van de twee huisvestingssystemen zijn de extra investeringskosten en de extra jaarkosten per dierplaats per jaar van het aangepaste huisvestingssysteem ten opzichte van het traditionele huisvestingssysteem berekend.
Bij de berekeningen zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- De investerings- en jaarkosten zijn inclusief montage en arbeid, maar exclusief BTW.
- De levensduur en het afschrijvingspercentage van de gebruikte materialen en bouwkundige werken zijn gebaseerd op gege-

Tabel 13: Mineralenaanvoer per gemiddeld aanwezig vleesvarken en de bijbehorende MiAR-kolommen (1995)

	traditionele huisvesting		aangepaste huisvesting	
	tweefasen	multifasen	tweefasen	multifasen
ruw eiwitaanvoer (kg)	117,19	108,87	117,20	107,41
fosforaanvoer (kg)	3,06	2,85	3,06	2,81
MiAR-kolom (1995)	F	G	F	G
reductie ten opzichte van forfaitaire norm	32,4%	40,5%	32,4%	40,5%

vens van Bens et al. (1994).
De rentekosten zijn 7% van het gemiddeld geinvesteerd vermogen, waarbij restwaarde = 0 is gehanteerd (IKC Veehouderij, *1995*).
De afmetingen van de hokken zijn 3,70 x 1,80 m, waarvan 2,4 m^2 dichte betonnen vloer. Er worden acht dieren per hok gehuisvest.
In het aangepaste huisvestingssysteem worden de investeringskosten met *f* 720,- en de jaarkosten met f 54,- (afschrijving = 4% en onderhoud = 0%) per hok verlaagd als gevolg van een goedkopere ondiepe kelder. Daarnaast zijn er extra investeringskosten voor mestopslagcapaciteit buiten de afdeling (inclusief opvangput en mestpomp) en voor de riolering. De investerings- en jaarkosten voor extra mestopslag bedragen respectievelijk *f* 480,- en f 52,80 (afschrijving = 5% en onderhoud = 25%) per hok. De investerings- en jaarkosten voor de riolering bedragen respectievelijk f 256,- en f 24,32 (afschrijving = 5% en onderhoud = 1%) per hok.
In het traditionele huisvestingssysteem bedragen de investerings- en jaarkosten voor de betonnen dichte vloer respectievelijk f 119,50 en f 10,16 (afschrijving = 5% en onderhoud = 0%) per hok en voor het betonrooster respectievelijk *f* 170,80 en *f* 23,06 (afschrijving = 10% en onderhoud = 0%) per hok.
In het aangepaste huisvestingssysteem bedragen de investerings- en jaarkosten voor de betonnen dichte vloer plus antisliptegels respectievelijk *f* 170,89 en *f* 14,53 (afschrijving = 5% en onderhoud = 0%) per hok en voor het metalen driekantrooster respectievelijk f 449,90 en f 69,73 (afschrijving = 10% en onderhoud = 2%) per hok.
- De investerings- en jaarkosten voor de mestspleet in het aangepaste huisvestingssysteem bedragen respectievelijk f 5,40 en f 0,73 (afschrijving = 10% en onderhoud = 0%) per hok.

In tabel 14 zijn de extra investerings- en extra jaarkosten per dierplaats per jaar en de extra jaarkosten per kg ammoniakreductie van het aangepaste huisvestingssysteem ten opzichte van het traditionele huisvestingssyteem weergegeven. Bij de berekening van de extra jaarkosten per kg ammoniakreductie is uitgegaan van de ammoniakemissies die gerealiseerd zijn bij tweefasenvoedering.

Uit tabel 14 blijkt dat de jaarkosten voor het aangepaste huisvestingssysteem bij de gehanteerde uitgangspunten *f* 9,36 per dierplaats per jaar hoger zijn dan voor het traditionele huisvestingssysteem.

Omdat er tussen de vier proefgroepen geen verschillen zijn in groei en slachtkwaliteit zijn alleen de verschillen in voerkosten berekend voor de dieren die gevoerd zijn via twee- en via multifasenvoedering en is er geen saldoberekening opgesteld. Bij de berekening van de voerkosten is er vanuit gegaan dat het startvoer f 46,40 per 100 kg kost, het vleesvarkensvoer *f* 40,80 per 100 kg, het NMR-voer *f* 41,80 per 100 kg en het NMA-voer f 40,80 per 100 kg. Daarnaast is uitgegaan van een omzetsnelheid van 3,04. Uit de berekeningen blijkt dat de voerkosten per gemiddeld aanwezig vleesvarken per jaar respectievelijk *f* 295,63 en *f* 300,24 bedragen voor de dieren die gevoerd zijn via tweefasenvoedering en via multifasenvoedering.

Tabel 14: Extra investering+ en extra jaarkosten per dierplaats per jaar en extra jaarkosten per kg ammoniakreductie van het aangepaste huisvestingssysteem ten opzichte van het traditionele huisvestingssysteem

	extra investeringskosten (*f* /dpl/j)[1]	extra jaarkosten (*f*/dpl/j)[1]	NH_3-emissie (kg/dpl/j)	extra jaarkosten per kg NH_3-reductie (*f* /kg NH_3)
traditionele huisvesting	-	-	2,87	-
aangepaste huisvesting	f 43,98	*f* 9,36	1,90	*f* 9,65

[1] *f*/dpl/j = guldens per dierplaats per jaar.

4 DISCUSSIE EN CONCLUSIES

4.1 Mesterijresultaten en slachtkwaliteit

In dit onderzoek is nagegaan wat het effect is van een combinatie van voedingsmaatregelen en eenvoudige aanpassingen in het huisvestingssysteem op de ammoniakemissie uit vleesvarkensstallen. Daarnaast is in zowel het traditionele als het aangepaste huisvestingssysteem nagegaan wat het effect is van multifasenvoedering op de technische resultaten van gescheiden gemeste borgen en zeugen. De eerste vier weken na opleg kregen alle dieren alleen startvoer verstrekt. In deze periode bleken er geen verschillen in technische resultaten te bestaan tussen de dieren die daarna overgeschakeld werden op één vleesvarkensvoer en de dieren die overgeschakeld werden op een combinatie van NMR- en NMA-voer (tabel 3 en bijlage 6).

In het traject van vier weken na opleg tot afleveren en in het traject van opleg tot afleveren waren er zowel in het traditionele als het aangepaste huisvestingssysteem geen verschillen in technische resultaten tussen de borgen die gevoerd werden via multifasenvoedering en via tweefasenvoedering. Ook waren er geen verschillen in slachtkwaliteit tussen de borgen gevoerd via twee- en via multifasenvoedering (bijlage 6). In de balansproef waren er tussen de borgen die gevoerd werden via twee- en via multifasenvoedering geen verschillen in stikstofaanzet. Op basis hiervan kan geconcludeerd worden dat de borgen die gevoerd werden via multifasenvoedering voldoende aminozuren verstrekt hebben gekregen.

In het traject van vier weken na opleg tot afleveren en in het traject van opleg tot afleveren hadden de zeugen die gevoerd werden via multifasenvoedering in zowel het traditionele als het aangepaste huisvestingssysteem een ongunstigere voeder- en EW-conversie dan de zeugen die gevoerd werden via tweefasenvoedering (bijlage 6). De zeugen die gevoerd werden via multifasenvoedering hebben in het traject van vier weken na opleg tot afleveren ongeveer 6% minder darmverteerbaar lysine, methionine + cystine, threonine en tryptofaan opgenomen dan de dieren die gevoerd werden via tweefasenvoedering. De ongunstigere EW-conversie zou dus het gevolg kunnen zijn van een aminozuurtekort. Er waren echter geen verschillen in vleespercentage en type-beoordeling tussen de zeugen die gevoerd zijn via twee- en via multifasenvoedering. Hierdoor is niet met zekerheid aan te geven of er wel sprake is geweest van een aminozuurtekort.

Kemme et al. (1994) vonden ook een iets ongunstigere voederconversie bij dieren die gevoerd werden via multifasenvoedering. In het traject van 42 tot 70 kg waren de verschillen in voederconversie significant, maar in het traject van opleg tot afleveren was dat niet het geval. Daarnaast moet bij dit onderzoek opgemerkt worden dat de dieren uit de controlegroep iets onder de geschatte behoefte aan darmverteerbare aminozuren gevoerd zijn.

Uit een onderzoek van Van der Peet-Schwering en Plagge (1995) bleek eveneens dat dieren die gevoerd werden via multifasenvoedering een ongunstigere voederconversie hebben dan dieren die gevoerd werden via tweefasenvoedering. In dat onderzoek waren de verschillen in voederconversie groter en werden de verschillen met name gevonden in het traject van vijf tot negen weken na opleg en in mindere mate in het traject van negen weken na opleg tot afleveren Van der Peet-Schwering en Plagge (1995) concludeerden dat de ongunstigere voederconversie het gevolg geweest kan zijn van een aminozuurtekort in het traject van negen weken na opleg tot afleveren, een nutriëntentekort in het traject van vijf tot negen weken na opleg, een verhoogde onderhoudsbehoefte, een slechtere benutting, een overschatting van de EW in het NMR- en/of NMA-voer of een combinatie van verschillende factoren. Deze conclusie mag ook getrokken worden voor dit onderzoek.

4.2 Ammoniakemissie en mestproductie

In het traditionele huisvestingssysteem heeft het voeren via multifasenvoedering geleid tot een berekende daling van de stikstofuitscheiding in de urine van 12,5% (tabel 12). De ammoniakemissie daarentegen daalde

slechts met 35% (tabel 7). Een reductie in stikstofuitscheiding in de urine leidt, bij een gelijk urinevolume, naar verwachting tot een vergelijkbare daling van de ammoniakemissie (Van Vuuren en Jongbloed, 1994; Latimier et al., 1993). De resultaten die gevonden zijn in het traditionele huisvestingssysteem stemmen niet overeen met deze verwachting. In een hok met 40% betonnen dichte vloer en 60% betonroosters wordt er vanuit gegaan dat ongeveer 70% van de stalemissie afkomstig is uit de kelder en 30% vanaf de dichte vloer en het rooster (Hoeksma et al., 1992). Mogelijk leidt een verlaging van de stikstofuitscheiding in de urine in een huisvestingssysteem met betonroosters en met een hoge mate van hokbevuiling als gevolg van een hoge urease-activiteit op het vloeroppervlak, alleen tot een reductie in ammoniakemissie vanuit de kelder en niet tot een reductie in ammoniakemissie vanaf de dichte vloer en het rooster. In dat geval zou de reductie in ammoniakemissie 8,8% moeten bedragen. Dit is nog steeds hoger dan de 3,5% die gemeten is.
In het traditionele huisvestingssysteem kwam iets meer hokbevuiling voor als gevoerd werd via multifasenvoedering. De reden hiervan is niet duidelijk, maar het verklaart mogelijk wel ten dele het kleine effect van multifasenvoedering op de ammoniakemissie. In het traditionele huisvestingssysteem was bij het voeren via multifasenvoedering de temperatuur van de bovenste mestlaag op alle meetplaatsen 0,1 tot 0,6°C hoger. Een hogere mesttemperatuur leidt tot een hoger percentage opgeloste ammoniak (Helvoort, 1988) en daarmee tot een hogere ammoniakemissie. Het verschil in temperatuur van de bovenste mestlaag bij twee- en bij multifasenvoedering is weliswaar niet groot (gemiddeld 0,35°C), maar het draagt waarschijnlijk wel bij aan het kleine effect van multifasenvoedering op de ammoniakemissie. Met het model van Elzing et al. (1992) kan berekend worden dat de 0,35°C hogere temperatuur van de bovenste mestlaag bij multifasenvoedering tot een verhoging van de emissiesnelheid leidt van 4% ten opzichte van tweefasenvoedering. Dit verklaart het nog aanwezige verschil tussen de reductie in stikstofuitscheiding in de urine en de reductie in ammoniakemissie.
In de eerste ronde is de eerste zeven weken van de mesterijperiode geen ammoniakemissie gemeten, Als in deze periode wel gemeten zou zijn, zouden de verschillen in ammoniakemissie tussen twee- en multifasenvoedering in de eerste ronde waarschijnlijk iets kleiner zijn geweest dan nu het geval is, omdat de eerste vier weken van de mesterijperiode alle dieren hetzelfde voer verstrekt kregen. Dit verandert echter niets aan de interpretatie van de resultaten.
Bij het voeren via tweefasenvoedering leidt aanpassing van het huisvestingssysteem tot een reductie in de ammoniakemissie van 33,8% (tabel 7). Vergelijkbare resultaten zijn gevonden door Den Brok en Verdoes (1994) en Derikx et al. (1995). In het aangepaste huisvestingssysteem komt hokbevuiling minder en in minder ernstige mate voor dan in het traditionele huisvestingssysteem. Daarnaast is het emitterende oppervlak vanaf de roosters en vanuit de kelder kleiner.
In het aangepaste huisvestingssysteem heeft het voeren via multifasenvoedering tot een reductie in de stikstofuitscheiding in de urine geleid van 14,7% (tabel 12) en tot een reductie in de ammoniakemissie van 16,8% (tabel 7). Het lijkt er dus op dat er in het aangepaste huisvestingssysteem, in tegenstelling tot in het traditionele huisvestingssysteem, wel een relatie is tussen de reductie in stikstofuitscheiding in de urine en de reductie in ammoniakemissie. De reductie in ammoniakemissie is echter met name gevonden in de ronden 1 en 3 en niet of nauwelijks in de ronden 2 en 4. In de ronden 1 en 3 waren er in het aangepaste huisvestingssysteem nauwelijks verschillen in hokbevuiling en temperatuur van de bovenste mestlaag tussen de dieren die gevoerd zijn via twee- en via multifasenvoedering. Omdat er in het aangepaste huisvestingssysteem waarschijnlijk vrijwel geen ammoniak emitteert vanaf het rooster en de dichte vloer, vindt alle ammoniakemissie plaats vanuit de kelder. Dit betekent dat, als er geen storende invloeden zijn zoals onder andere verschillen in temperatuur of pH van de mest, een lagere stikstofuitscheiding in de urine volledig tot uiting zal komen in een lagere ammoniakemissie.
In de ronden 2 en 4 werd de lagere stikstofuitscheiding in de urine niet teruggevonden in een evenredig lagere ammoniakemissie. In ronde 2 is erg veel bevuiling van het grote

rooster voorgekomen bij het voeren via multifasenvoedering. In ronde 4 is de laatste twee weken van de mesterijperiode niet gemeten, terwijl in deze periode de grootste effecten verwacht mogen worden. De grote mate van hokbevuiling en het niet meten dragen beiden waarschijnlijk bij aan de verklaring waarom het effect op de ammoniakemissie klein was. Ze geven echter geen volledige verklaring. In de ronden 2 en 4 was het ventilatiedebiet lager bij de dieren die gevoerd werden via tweefasenvoedering. Mogelijk leidt de lagere luchtverversing tot een lagere luchtsnelheid boven de mest en daarmee tot een geringere afvoer van ammoniak. Als dit werkelijk zo is draagt het verschil in ventilatiedebiet bij aan de verklaring van het kleine effect van multifasenvoedering op de ammoniakemissie in de ronden 2 en 4. De luchtsnelheid boven de mest is in dit onderzoek echter niet gemeten. In de ronden 2 en 4 was het niveau van ammoniakemissie aanmerkelijk lager dan in de ronden 1 en 3. Ronde 3 is gedraaid in de zomer en ronde 1 in de herfst. Mogelijk is het effect van voeding op de ammoniakemissie minder goed te meten bij lage niveaus van ammoniakemissie en draagt ook dit bij aan de verklaring van het kleine effect van multifasenvoedering op de ammoniakemissie in de ronden 2 en 4. Van Vuuren en Jongbloed (1994) geven aan dat voedingsmaatregelen in de zomer bij hogere temperaturen (en daardoor een hogere emissiesnel heid) een groter absoluut effect kunnen hebben op de ammoniakemissie dan in de winter.

De combinatie van het aanpassen van de huisvesting en het voeren via multifasenvoedering leidt tot een reductie in de stikstofuitscheiding in de urine van 14,7% en een reductie in de ammoniakemissie van 44,9%. Als er van uitgegaan wordt dat het aanpassen van de huisvesting de ammoniakemissie met 33,8% reduceert en dat vervolgens als gevolg van de lagere stikstofuitscheiding in de urine de ammoniakemissie nog eens verlaagd wordt met 14,7%, dan kan de reductie in ammoniakemissie van 44,9% verklaard worden (33,8 + 66,2 x 0,147 = 43,5%).

4.3 Conclusies

- In het aangepaste huisvestingssysteem lijkt er een relatie te zijn tussen de reductie in stikstofuitscheiding in de urine en de reductie in ammoniakemissie, mits er geen storende invloeden zijn zoals verschillen in temperatuur en pH van de mest en ventilatiedebiet. In het traditionele huisvestingssysteem is er geen eenduidige relatie gevonden tussen de reductie in stikstofuitscheiding in de urine en de reductie in ammoniakemissie. Het effect van lagere eiwitgehalten in het voer op de ammoniakemissie kan daarom waarschijnlijk alleen gemeten worden in aangepaste huisvestingssystemen.
- Het aangepaste huisvestingssysteem in deze proef reduceert de ammoniakemissie met 33,8% ten opzichte van het traditionele huisvestingssysteem.
- De combinatie van het aanpassen van de huisvesting en het voeren via multifasenvoedering leidt tot een reductie in de ammoniakemissie van 44,9%. Dit betekent dat op een relatief simpele manier een grote bijdrage geleverd kan worden aan de verlaging van de ammoniakemissie.
- De jaarkosten per dierplaats per jaar zijn in het aangepaste huisvestingssysteem f 9,36 hoger dan in het traditionele huisvestingssysteem.
- Borgen die gevoerd worden via multifasenvoedering behalen dezelfde technische resultaten als borgen die gevoerd worden via tweefasenvoedering. Zeugen die gevoerd worden via multifasenvoedering hebben een ongunstigere voeder- en EW-conversie dan zeugen die gevoerd worden via tweefasenvoedering.
- Het voeren via multifasenvoedering verhoogt de voerkosten per gemiddeld aanwezig vleesvarken per jaar met f 4,61.
- Het voeren via multifasenvoedering leidde in het onderzoek tot een verschuiving van kolom F naar G in MiAR.
- Van de vier ronden in het onderzoek voldoen twee ronden aan het protocol van Groen Label. In deze twee ronden is de ammoniakemissie bij de combinatie van het aanpassen van de huisvesting en het voeren via multifasenvoedering lager dan de Groen Label-norm, namelijk 1,46 kg ammoniak per dierplaats per jaar.

LITERATUUR

Bens, P.A.M., A.G. Altena, G.B.C. Backus, B.H.P. Frederix, A.W. de Vos en G.J.M van der Zanden 1994. *Afschrijven van varkensstallen, Afschrijvingskosten van varkensstallen met verschillende ontmestíngssystemen.* Rapport R 2, Informatie en Kennis Centrum Veehouderij, Ede.

Brok , G.M. den en N. Verdoes 1994. *Beperking ammoniakemissie begint bij aanpak hokbevuiling.* Varkens nr. 5, 56-57.

CVB 1994. *Voedernormen landbouwhuisdieren en voederwaarde veevoeders.* Verkorte tabel, CVB-reeks nr. 15.

Derikx, P.J.L., A.J.A. Aarnink, P. Hoeksma en H.C. Willers *1995. Reduction of ammonia emission from animal slurries by a liquid top layer.* Rapport 95-8, IMAG-DLO, Wageningen.

Elzing, A., W. Kroodsma, R. Scholtens en G.H. Uenk *1992. Ammoniakemissiemetingen in een modelsysteem van een rundveestal: theoretische beschouwingen.* Rapport 92-3, IMAG-DLO, Wageningen.

Fremaut, D. en R. de Schrijver 1991. *Het droge stof- en stikstofgehalte in de mengmest van vleesvarkens: invloed van de leeftijd en de eiwitopname.* Landbouwtijdschrift, 44, 5, 963-971.

Heinrichs, P. 1994. *Einfluß einder eiweißreduzierten Fütterung von Mastschweinen auf die Stickstoffbilanzen sowie die Mast- und Schlachtleistungen.* Dissertation, Institut für Landwirtschaftliche Verfahrenstechnik, Universitat Kiel.

Helvoort, M. van 1988. *Ammoniakemissie tijdens de opslag van varkensdrijfmest.* Stageverslag. IMAG-DLO, Wageningen.

Hendriks, J.G.L., G.M. den Brok en M.P. Voermans *1995. Ammoniakemissie-arme kraamstallen.* Proefverslag nummer P 1.134, Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen.

Hoeksma, P., N. Verdoes, J. Oosthoek en J.A.M. Voermans 1992. *Reduction of ammonia volatilization from pig houses using aerated slurry as recirculation liquid.* Livestock Production Science, 31, 121-132.

Hoeksma, P., J. Oosthoek, N. Verdoes en J.A.M. Voermans 1993. *Reductie van ammoniakemissie uit varkensstallen door mestspoelen met beluchte spoelvloeistof.* Rapport 93-23, IMAG-DLO, Wageningen.

IKC Veehouderij *1995. Kwantitatieve informatie veehouderij 1995-1996.* Publicatie nr. 6-95, Informatie en Kennis Centrum Veehouderij, Ede.

Jongbloed, A.W., H. Everts en P.A. Kemme *1994. Verteerbaar fosfor-normen voor varkens.* CVB-documentatierapport nr. *10.*

Kemme, P.A., N.P. Lenis en C.M.C. van der Peet-Schwering 1994. *Effect van voermethode en lagere mineralengehalten in het voer op de mineralenuitscheiding en technische resultaten bij vleesvarkens. Fase 2: Voeren naar de geschatte behoefte aan aminozuren met multifasenvoedering.* Rapport no. 267, ID-DL0 (IVVO), Lelystad.

Klooster, C.E. van 't, B.P. Heitlager en J.P.B.F. van Gastel 1992. *Measurement systems for emissions of ammonia and other gasses at the Research Institute for Pig Husbandry.* Rapport P 3.92, Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen

Latimier, P., J.Y. Dourmad en A. Corlouer *1993. Incidence, sur les performances et les rejets azotés du porc charcutier, de trois conduites alimentaires differenciées par l'apport de protéines.* Journées Rech. Porcine en France, 25, 295-300.

Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij *1995. Normen van de mestboekhouding.*

Norusis, M.J. 1992. *SPSS/PC + Base System User's Guide, version 5.0.* SPSS Inc. Chicago, IL.

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

Peet-Schwering, C.M.C. van der, H.J.P.M. Vos, G.F.V. van der Peet, M.W.A. Verstegen, E. Kanis, C.H.M. Smits, A.G. de Vries en N.P. Lenis 1994. *Informatiemodel Technisch Model Varkensvoeding.* Proefverslag P 1.117, Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen.

Peet-Schwering, C.M.C. van der en J.G. Plagge 1995. *Effect van multifasenvoedering op de technische resultaten en het waterverbruik van borgen en zeugen.* Proefverslag P 1.140, Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen.

Pessara, H. en J. Oldenburg 1992. *Verminderung des Ammoniakausstoßes aus Schweinemastställen.* Kraftfutter, 9, 410-414.

Pfeiffer, A.M. 1991. *Untersuchungen über den Einfluß proteinreduzierter Rationen auf die Stickstoff- und Wasserbilanzen sowie die Mastleistungen an wachsenden Schweinen.* Dissertation, Institut für Tierernährung und Tierphysiologie, Universität Kiel.

SAS 1990. *SAS/STAT User's guide: Statistics (Release 6.04 Ed).* SAS Inst. Inc., Cary, NC, USA.

Schutte, J.B. en S. Tamminga 1992. *Veevoedkundige methoden om N- en P-uitscheiding door pluimvee, varkens en rundvee te beperken.* ILOB rapport nr. I92-3792b.

Vuuren, A.M. van en A.W. Jongbloed 1994. *De rol van veevoedingsmaatregelen bij de beperking van de ammoniakemissie uit stal-/en. Raamplan.* Rapport no. 272, ID-DL0 (IVVO), Lelystad.

BIJLAGEN

Bijlage 1: Voerschema's voor de borgen en de zeugen

week	dagnr.	schemaborgen (kg/dag)	schemazeugen (kg/dag)
1	1	1,12	1,08
2	8	1,30	1,25
3	15	1,54	1,48
4	22	1,76	1,69
5	29	1,90	1,86
6	36	2,16	2,08
7	43	2,26	2,17
8	50	2,40	2,31
9	57	2,52	2,44
10	64	2,634	2,563
11	71	2,74	2,67
12	78	2,86	2,76
13	85	2,86	2,85
14	92	2,86	2,85
15	99	2,86	2,85
16	106	2,86	2,85

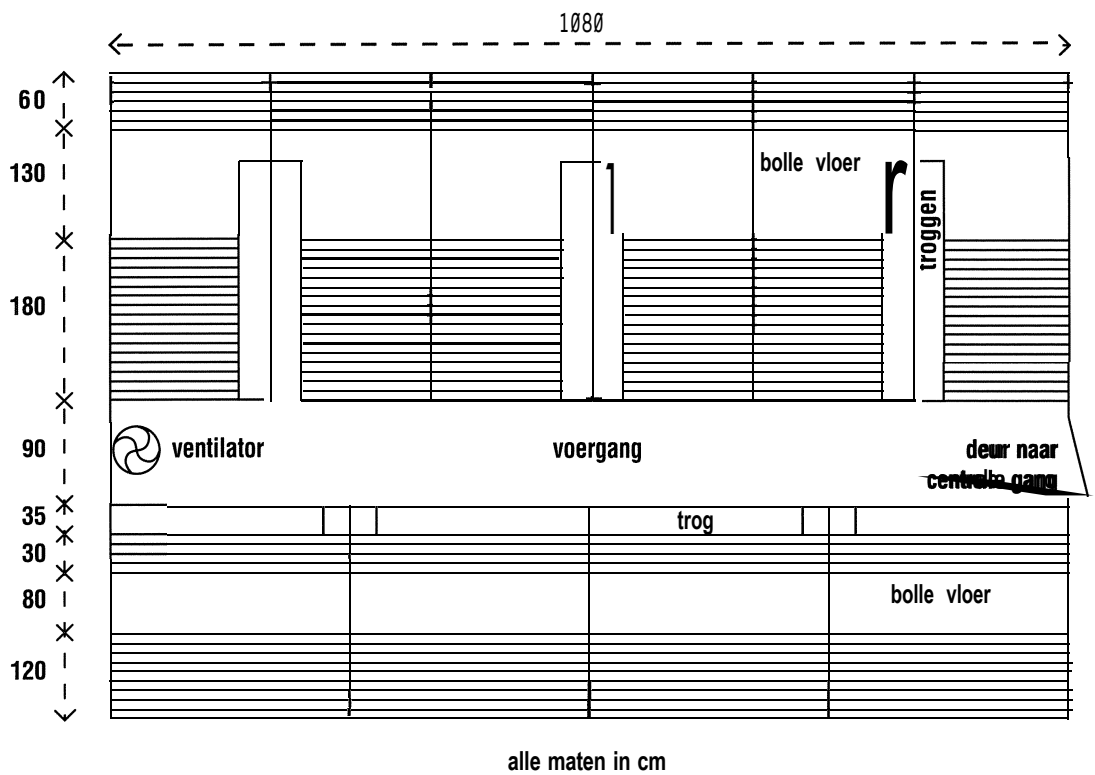
Bijlage 2: Borgen: mengverhoudingen en de te verstrekken gehalten aan darmverteerbaar lysine en eiwit gedurende het mesterijtraject.

week	voer (kg)	gewicht (kg)	startvoer (%)₀₀	NMR (%)₀₀	NMA (%)₀₀	dvLYS (g/kg)	eiwit (g/kg)
1	1,12	25,1	100	0	0	8,2	175
2	1,30	28,9	100	0	0	8,2	175
3	1,54	33,4	100	0	0	8,2	175
4	1,76	38,3	100	0	0	8,2	175
5	1,90	43,8	50	50	0	8,1	170
6	2,16	49,7	0	80	20	7,6	159
7	2,26	55,8	0	60	40	7,2	153
8	2,40	61,9	0	50	50	7,0	150
9	2,52	68,2	0	35	65	6,7	145
10	2,64	74,6	0	20	80	6,4	141
11	2,74	81,0	0	10	90	6,2	138
12	2,86	87,6	0	0	100	6,0	135
13	2,86	94,2	0	0	100	6,0	135
14	2,86	100,5	0	0	100	6,0	135
15	2,86	106,8	0	0	100	6,0	135

Bijlage 3: Zeugen: mengverhoudingen en de te verstrekken gehalten aan darmverteerbaar lysine en eiwit gedurende het mesterijtraject

week	voer (kg)	gewicht (kg)	startvoer (%)₀₀	NMR (%)₀₀	NMA (%)₀₀	dvLYS (g/kg)	eiwit (g/kg)
1	1,08	25,1	100	0	0	82	175
2	1,25	28,9	100	0	0	82	175
3	1,48	33,3	100	0	0	82	175
4	1,69	38,3	100	0	0	82	175
5	1,86	43,7	50	50	0	81	170
6	2,08	49,6	0	100	0	8,0	165
7	2,17	55,6	0	80	20	7,6	159
8	2,31	61,7	0	60	40	7,2	153
9	2,44	68,0	0	50	50	7,0	150
10	2,56	74,4	0	35	65	67	145
11	2,67	80,9	0	20	80	64	141
12	2,76	87,4	0	10	90	62	138
13	2,85	94,1	0	0	100	60	135
14	2,85	100,5	0	0	100	60	135
15	2,85	106,8	0	0	100	60	135

Bijlage 4: Plattegrond van de afdelingen waarin het onderzoek is uitgevoerd



Bijlage 5: Grondstoffensamenstelling (%) en berekende chemische samenstelling van de voeders (g/kg)

	vleesvarkensvoer	NMR-voer	NMA-voer	startvoer
raapzaadschroot	8 5	3 0	2.9	4 0
sojaschroot	20,0	24,4	12,4	15,0
zonnepitschroot	-		-	2,5
mengvet	3,5	3,3	3,4	1,5
vismeel	-		-	2 5
rukanaphos	0,17	0,18		0,24
krijt	0,88	1 0	1,12	1 5
mengzout	0,25	0,25	0,26	0,22
maisvoermeel	-			7,5
melasse	7,5	7,5	7,5	4,0
tapioca	40,0	40,0	40,0	17,8
tarwegries	6 5	9,0	13,0	
premix	0,99	1,56	1,21	0,69
tarwe	5,6	3,2	3,6	5,0
gerst	-			27 5
erwten	6,5	7,0	15,0	10,0
EW	1,09	1,09	1,09	1,06
ruw eiwit	160	165	135	176
ruw vet	49	48	48	39
ruwe celstof	57	55	61	54
zetmeel	363	355	395	375
as	69	75	66	66
dvLYS	7,1	8,0	6,0	8,2
dvM+C	4,2	4,7	3,5	4,9
dvTHR	4,3	4,8	3,6	4,9
dvTRY	1,3	1,5	1,1	1,6
totaal P	4,2	4,1	3,6	5,0
verteerbaar P	2,1	2,1	1,7	3,0

Bijlage 6: Mesterijresultaten van opleg tot afleveren, van opleg tot eerste tussenweging en van eerste tussenweging tot afleveren van de borgen en zeugen in de vier proefgroepen

	traditionele huisvesting		aangepaste huisvesting		significantie[1]			
	tweefasen	multifasen	tweefasen	multifasen	H	V	S	int.
aantal dieren opgelegd	288	288	288	288				
Van opleg tot tussenweging:								
begingewicht (kg):								
- borg	23,6	23,6	23,6	23,6				
- zeug	23,3	23,3	23,2	23,3				
groei (g/d):					n.s.	n.s.	***	n.s.[2]
- borg	599	605	610	596				
- zeug	561	580	576	587				
EW-opname per dag:					n.s.	n.s.	***	n.s.[2]
- borg	1,35	1,35	1,34	1,33				
- zeug	1,31	1,30	1,30	1,31				
EW-conversie:					n.s.	n.s.	n.s.	n.s.[2]
- borg	2,26	2,25	2,22	2,24				
- zeug	2,35	2,24	2,27	2,23				
Van tussenweging tot afleveren:								
tussengewicht (kg):								
- borg	42,6	42,7	43,0	42,5				
- zeug	41,0	41,6	41,4	41,8				
groei (g/d):					n.s.	*	n.s.	n.s.[2]
- borg	802	806	820	809				
- zeug	813	794	817	788				
EW-opname per dag:							***	*[3]
- borg	2,49^{ab}	2,52^{a}	2,52^{a}	2,53^{a}				
- zeug	2,39^{d}	2,46^{bc}	2,44^{bc}	2,43^{cd}				
EW-conversie:					n.s.			**[4]
- borg	3,11^{a}	3,14^{a}	3,09^{a}	3,13^{a}				
- zeug	2,94^{b}	3,10^{a}	3,00^{b}	3,08^{a}				
Van opleg tot afleveren:								
eindgewicht (kg):								
- borg	111,4	111,9	111,8	111,2				
- zeug	110,7	110,0	110,4	108,8				
groei (g/d):					n.s.	#	*	n.s.[2]
- borg	747	751	762	750				
- zeug	745	737	751	734				
EW-opname per dag:							***	*[3]
- borg	2,18^{a}	2,21^{a}	2,20^{a}	2,20^{a}				
- zeug	2,09^{b}	2,14^{c}	2,13^{c}	2,12^{bc}				
EW-conversie:					n.s.	**	**	n.s.[2]
- borg	2,93	2,94	2,89	2,94				
- zeug	2,81	2,91	2,84	2,90				
vleespercentage:					n.s.	n.s.	***	n.s.2
- borg	53,9	53,9	54,2	53,9				
- zeug	55,9	56,0	55,8	56,1				

1 Significantie: n.s. = niet significant, # = ($p < 0,10$), * = ($p < 0,05$), ** = ($p < 0,01$), *** = ($p < 0,001$).
H = effect van huisvesting, V = effect van voeding, S = effect van sexe, int. = interactie.

2 Geen enkele interactie is significant.

3 Er is een significante interactie tussen voeding en huisvesting.

4 Er is een significante interactie tussen voeding en sexe.

a,b Een verschillende letter binnen een rij duidt op verschil tussen de proefgroepen.

Bijlage 7: Temperatuur, ventilatiedebiet, ammoniakconcentratie en ammoniakemissie per dierplaats per jaar van vleesvarkens gehuisvest in traditionele en aangepaste huisvesting en gevoerd via twee- en via multifasenvoedering

	traditionele huisvesting		aangepaste huisvesting	
	tweefasen	multifasen	tweefasen	multifasen
Ronde *1* (12 juli t/m 15 nov. 1994):				
aantal meetdagen	64	64	64	65
temperatuur' (°C)	18,4	19,2	18,3	18,9
ventilatiedebiet (m^3/uur)	3.451	3.056	3.876	3.163
ammoniakconcentratie (mg/m^3)	10,36	11,21	7,05	6,21
NH_3-emissie[2] (kg/dpl/j)	3,25	3,08	2,58	1,80
Ronde 2 (22 nov. 1994 t/m 22 maart 1995):				
aantal meetdagen	112	113	113	113
temperatuur' (°C)	18,4	18,3	18,3	17,5
ventilatiedebiet (m^3/uur)	1.483	1.386	1.431	1.826
ammoniakconcentratie[1] (mg/m^3)	15,19	16,70	9,66	7,27
NH_3-emissie[2] (kg/dpl/j)	2,09	2,06	1,33	1,27
Ronde 3 (11 april t/m 15 aug. 1995):				
aantal meetdagen	113	112	112	113
temperatuur' (°C)	22,8	22,6	22,4	22,7
ventilatiedebiet (m^3/uur)	3.729	3.921	4.120	3.856
ammoniakconcentratie' (mg/m^3)	10,80	10,20	6,26	4,95
NH_3-emissie[2] (kg/dpl/j)	3,45	3,28	2,37	1,64
Ronde 4 (16 aug. t/m 11 dec. 1995):				
aantal meetdagen	96	97	97	97
temperatuur' (°C)	20,6	21,5	21,2	20,9
ventilatiedebiet (m^3/uur)	2.671	2.321	2.354	2.548
ammoniakconcentratie[1] (mg/m^3)	12,21	13,76	7,58	7,19
NH_3-emissie[2] (kg/dpl/j)	2,88	2,83	1,62	1,68

[1] van de afgevoerde ventilatielucht.

[2] gecorrigeerd voor achtergrondconcentratie.

Bijlage 8: Temperatuur van de bovenste mestlaag van vleesvarkens gehuisvest in traditionele en aangepaste huisvesting en gevoerd via twee- en via multifasenvoedering

	traditionele huisvesting		aangepaste huisvesting	
	tweefasen	multifasen	tweefasen	multifasen
Ronde 1 (12 juli t/m 15 nov. 1994):				
smal mestkanaal links	21,9°C	22,5°C	21,5°C	22,0°C
breed mestkanaal links	21,7°C	22,0°C	20,9°C	21,7°C
smal mestkanaal rechts	22,2°C	20,7°C	21,9°C	22,0°C
breed mestkanaal rechts	21,9°C	22,6°C	22,1°C	22,0°C
Ronde 2 (22 nov. 1994 t/m 22 maart 1995):				
smal mestkanaal links	17,6°C	18,6°C	17,8°C	16,9°C
breed mestkanaal links	18,3°C	18,1°C	17,8°C	16,2°C
smal mestkanaal rechts	16,4°C	17,8°C	17,2°C	16,5°C
breed mestkanaal rechts	17,4°C	18,0°C	17,0°C	17,8°C
Ronde 3 (11 april t/m 15 aug. 1995):				
smal mestkanaal links	20,1°C	19,4°C	19,4°C	19,7°C
breed mestkanaal links	20,0°C	20,3°C	19,4°C	19,3°C
smal mestkanaal rechts	20,3°C	20,5°C	19,6°C	19,7°C
breed mestkanaal rechts	19,7°C	20,2°C	19,7°C	19,9°C
Ronde 4 (16 aug. t/m 11 dec. 1995):				
smal mestkanaal links	205°C	21,3°C	21,2°C	20,7°C
breed mestkanaal links	21,4°C	21,7°C	21,8°C	20,9°C
smal mestkanaal rechts	21,5°C	21,9°C	21,8°C	21,4°C
breed mestkanaal rechts	21,3°C	21,7°C	21,7°C	21,2°C

Bijlage 9: Mate en ernst van hokbevuiling (uitgedrukt ais percentage van het aantal waarnemingen) van vleesvarkens gehuisvest in traditionele en aangepaste huisvesting en gevoerd via twee- en via multifasenvoedering

	traditionele huisvesting		aangepaste huisvesting	
	tweefasen	multifasen	tweefasen	multifasen
Ronde 1:				
Smal rooster				
score 0	38,7	15,4	92,0	94,7
score 1	38,3	37,3	7,3	5,3
score 2	15,3	32,0	0,7	0,0
score 3	7,7	15,3	0,0	0,0
Dichte vloer				
score 0	28,7	20,6	76,3	66,0
score 1	44,0	37,7	21,0	30,3
score 2	22,3	23,7	2,7	3,7
score 3	5,0	18,0	0,0	0,0
Groot rooster				
score 0	24,0	52,3	56,7	66,7
score 1	48,0	35,0	38,7	31,3
score 2	22,3	11,7	4,3	2,0
score 3	5,7	1,0	0,3	0,0
Ronde 2:				
Smal rooster				
score 0	32,5	40,7	92,0	98,2
score 1	7,5	25,7	8,0	1,8
score 2	7,9	17,9	0,0	0,0
score 3	52,1	15,7	0,0	0,0
Dichte vloer				
score 0	32,5	42,1	68,7	78,1
score 1	30,7	34,7	22,9	20,8
score 2	16,4	14,3	4,6	1,1
score 3	20,4	8,9	3,8	0,0
Groot rooster				
score 0	31,8	14,6	56,9	31,0
score 1	23,2	23,2	35,1	50,0
score 2	16,4	29,3	8,0	17,2
score 3	28,6	32,9	0,0	1,8
Ronde 3:				
Smal rooster				
score 0	34,2	19,8	86,6	90,2
score 1	33,4	16,9	8,3	8,8
score 2	24,1	21,6	4,7	1,0
score 3	8,3	41,7	0,4	0,0

Dichte vloer				
score 0	46,4	24,1	59,2	66,8
score 1	28,1	34,2	23,5	26,9
score 2	20,5	23,7	13,0	5,2
score 3	5,0	18,0	4,3	1,1
Groot rooster				
score 0	14,4	21,9	60,3	51,8
score 1	32,7	31,7	31,4	38,7
score 2	38,5	27,3	8,3	9,5
score 3	14,4	19,1	0,0	0,0
Ronde 4:				
Smal rooster				
score 0	11,5	18,6	92,5	86,4
score 1	25,5	30,3	6,4	12,2
score 2	21,1	19,3	1,1	1,4
score 3	41,9	31,8	0,0	0,0
Dichte vloer				
score 0	8,9	15,0	58,9	61,8
score 1	27.9	30,7	35,0	25,7
score 2	28’2	28,2	4,7	9,6
score 3	35;0	26,1	1,4	2,9
Groot rooster				
score 0	33,6	25,7	71,8	61,8
score 1	32,1	25,4	19,6	28,9
score 2	17,9	30,0	8,6	7,9
score 3	16,4	18,9	0,0	1,4

Bijlage 10: Verstrekte hoeveelheden voer per dier per dag in de balansproef

29 juni avond t/m 06 juli ochtend	1,90 kg	
06 juli middag t/m 07 juli middag	2,16 kg	
07 juli avond t/m 09 juli avond	2,10 kg	
10 juli ochtend t/m 14 juli ochtend	1,80 kg	(verzamelperiode 1)
14 juli middag t/m 18 juli ochtend	1,88 kg	
18 juli middag t/m 20 juli ochtend	1,95 kg	
20 juli middag t/m 26 juli middag	2,04 kg	
26 juli avond t/m 04 augustus ochtend	2,10 kg	(verzamelperiode 2)
04 augustus middag t/m 11 augustus ochtend	2,18 kg	
11 augustus middag t/m 13 augustus ochtend	2,33 kg	
13 augustus middag t/m 16 augustus ochtend	2,40 kg	
16 augustus middag t/m 18 augustus ochtend	2,48 kg	
18 augustus middag t/m 20 augustus ochtend	2,55 kg	
20 augustus middag t/m 29 augustus ochtend	2,63 kg	(verzamelperiode 3)

Tijdens de verzamelperioden 1 (50 kg), 2 (70 kg) en 3 (90 kg) bedroeg het voerniveau respectievelijk 3,15, 2,85 en 2,95 maal de onderhoudsbehoefte voor netto energie.

Bijlage 11: Stikstof- en fosforuitscheiding per vleesvarken

	traditionele huisvesting		aangepaste huisvesting	
	tweefasen	multifasen	tweefasen	multifasen
Ronde 1 (22,6 - 114,1 kg):				
verstrekt stikstof (kg)	6,627	6,165	6,567	5,928
sti kstofaanzet (kg)	2,203	2,203	2,203	2,203
totale stikstofuitscheiding (kg)	4,424	3,962	4,364	3,725
stikstofuitscheiding in de urine (kg)	3,039	2,674	2,991	2,486
reductie N-uitscheiding in de urine	-	12,0%	1,6%	18,2%
reductie N-uitscheiding in de urine ten opzichte van tweefasenvoedering	-	12,0%	-	16,9%
Ronde 2 (24,0 - 112,1 kg):				
verstrekt stikstof (kg)	6,092	5,530	6,051	5,559
sti kstofaanzet (kg)	2,123	2,123	2,123	2,123
totale stikstofuitscheiding (kg)	3,969	3,407	3,928	3,436
stikstofuitscheiding in de urine (kg)	2,696	2,251	2,663	2,274
reductie N-uitscheiding in de urine	-	165%	1,2%	15,7%
reductie N-uitscheiding in de urine ten opzichte van tweefasenvoedering	-	16,5%	-	14,6%
Ronde 3 (23,3 - 107,9 kg):				
verstrekt stikstof (kg)	5,974	5,658	5,992	5,466
sti kstofaanzet (kg)	2,042	2,042	2,042	2,042
totale stikstofuitscheiding (kg)	3,932	3,616	3,950	3,424
stikstofuitscheiding in de urine (kg)	2,683	2,433	2,698	2,282
reductie N-uitscheiding in de urine	-	9,3%	- 0,6%	14,9%
reductie N-uitscheiding in de urine ten opzichte van tweefasenvoedering	-	9,3%	-	15,4%
Ronde 4 (23,8 - 109,0 kg):				
verstrekt stikstof (kg)	5,978	5,566	6,062	5,658
sti kstofaanzet (kg)	2,056	2,056	2,056	2,056
totale stikstofuitscheiding (kg)	3,922	3,510	4,006	3,602
stikstofuitscheiding in de urine (kg)	2,673	2,347	2,739	2,419
reductie N-uitscheiding in de urine	-	12,2%	- 2,5%	9,5%
reductie N-uitscheiding in de urine ten opzichte van tweefasenvoedering	-	12,2%	-	11,7%

REEDS EERDER VERSCHENEN PROEFVERSLAGEN

Proefverslag P *1.92*
Rioleringssysteem voor de afvoer van mest. J.G.M. Thelosen, Cuyck, J.H.M. van en Voermans, J.A.M., juli 1993.

Proefverslag P *1.93*
Ervaringen met biowassers op vleesvarkensbedrijven in PROPRO. A.L.P. van de Sande-Schellekens en Backus, G.B.C., juni 1993.

Proefverslag P *1.94*
Mestpannen in kraamstallen. N. Verdoes e.a., augustus 1993.

Proefverslag P *1.95*
Reductie van ammoniakemissie uit varkensstallen door mestspoelen met beluchte spoelvloeistof. P. Hoeksma e.a., september 1993.

Proefverslag P *1.96*
Arbeid en arbeidsomstandigheden in diepstrooiselsystemen voor vleesvarkens. P.F. M . M . Roelofs e.a., augustus 1993.

Proefverslag P 1.97
Wel of niet bedrijfsmatig bijvoeren van zogende biggen met vast voer A. Hoofs, juli 1993.

Proefverslag P 1.98
Extra waterverstrekking aan /acterende zeugen J.H.M. van Cuyck en Baeten, P., oktober 1993.

Proefverslag P 1.99
Ervaringen met biobedden op vleesvarkensbedrijven in PROPRO. A.L.P. van de Sande-Schellekens en Backus, G.B.C., augustus 1993.

Proefverslag P *1.100*
Poliklinische kraamafdelingen in combinatie met zoogafdelingen. A.I.J. Hoofs, februari 1994.

Proefverslag P 1.101
Bedrijfsinpasbaarheid van vrijdragende afdekkingen op mestsilo's. Een enquête onder veehouders. A.L.P. van de Sande-Schellekens en Backus, G.B.C., september 1993.

Proefverslag P 1.102
Ervaringen met diepstrooisel op een varkensbedrijf in PROPRO. A.L.P. van de Sande-Schellekens, Backus, G.B.C. en Bokma, Sj., september 1993.

Proefverslag P 1.103
De invloed van in weekmethode, waterdruk, debiet en nozzle op het waterverbruik en werktijd voor het reinigen van varkensstallen met een hogedrukreiniger P.F.M.M. Roelofs, Hoofs, A.I.J. en Binnendijk, G.P., december 1993.

Proefverslag P 1.104
Ultrasone meting van spekdikte bij groeiende vleesvarkens en la tere classifica tieresultaten. W. Zhang, Huiskes, J.H. en Ramaekers, P.J.L., oktober 1993.

Proefverslag P 1.105
Temperatuurbehoefte van lacterende zeugen in relatie tot voeropname, produktie en energieverbruik. C.A. Makkink e.a., februari 1994.

Proefverslag P 1.106
Vergelijking diepstrooiselsys temen met een traditioneel huisvestingssysteem; praktische ervaringen. J.G.M. Thelosen, Cuyck, J.H.M. van en Voermans, J.A.M., maart 1994.

Proefverslag P 1.107
Gescheiden mesten van borgen en zeugen. C.M.C. van der Peet-Schwering en Binnendijk, G.P., april 1994.

Proefverslag P 1.108
Het effect van biggenblazers op de uitval van zuigende biggen. G.M. den Brok en Hoofs, A.I.J., april 1994

Proefverslag P 1.109
Het aantal nakomelingen geboren uit een tweede inseminatie, die 24 uur na de eerste is uitgevoerd. P.C. Vesseur en Binnendijk, G.P., april 1995.

Proefverslag P 1.110
Basis Registratie Gezondheid. E.R. ter Elst-Wahle e.a., juni 1994.

Proefverslag P 1.111
Milieu-investeringen op vleesvarkensbedrijven; het MILIV-rekenmodel. A.L.P. van de Sande-Schellekens en Backus, G.B.C., oktober 1994.

Proefverslag P 1.112
Economische effecten van structuurbeïnvloedende maatregelen op de varkenshouderij in Nederland. G.B.C. Backus, Baltussen, W.H.M. en Bens, P.A.M., juni *1994.*

Proefverslag P 1.113
Moederloze opfok of verlenging van de zoogperiode van biggen met "EMMA". C. N. Huysman e.a., 1994.

Proefverslag P 1.114
Het beperkt voeren van borgen aan een brijbak. C.M.C. van der Peet-Schwering en Hoofs, A.I.J., augustus 1994.

Proefverslag P *1.115*
De Turbomat voerautomaat voor gespeende biggen in vergelijking met een droogvoerbak. A.I.J. Hoofs en Plagge, J.G. , augustus *1994.*

Proefverslag Pl. 116
Gezondheidsproblemen van zeugen in groepshuisvesting. F.J. van der Wilt, Vellenga, L. en Vermeer, H.M., oktober 1994.

Proefverslag P1.117
Technisch Model Varkensvoeding. Informatiemodel. C.M.C. van der Peet-Schwering e.a., september 1994.

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

Proefverslag P1. 119
Mogelijkheden om de vleeskwaliteit van koppels vleesvarkens te bepalen door het gebruik van lichtreflectiemeting. M.J.H.M. Klein Breteler e.a. juni 1994.

Proefverslag P1. 120
Vergelijking van het één-, twee- en drieweekse produktiesysteem voor vermeerderingsbedrijven. P.F.M.M. Roelofs, Backus, G.B.C. en Verbaarschot, P.M.H.K., november 1994.

Proefverslag P1. 121
Literatuurstudie naar de problematiek rondom het mesten van beertjes. R.H.J. Scholten, Huiskes, J.H. en Vesseur, P.C., november 1994.

Proefverslag P1. 122
Mogelijkheden tot produktie van vleesbeertjes en afzet van vlees en vleesprodukten hiervan. R.H.J. Scholten e.a., december 1994.

Proefverslag P1.122a
Handleiding Rekenmodel BeerBorg (+ diskette). R.H.J. Scholten en Huiskes, J.H. januari 1995.

Proefverslag P1. 123
Automatische bepaling van het individuele lichaamsgewicht van vleesvarkens in het hok met een voorhandweger. P.J.L. Ramaekers e.a., maart 1995.

Proefverslag P1. 124
Varkenssector op kruispunt; drie mogelijke toekomstbeelden voor 2005. P.A.M. Bens, Backus, G.B.C. en Jahae, I.A.M.A., oktober 1994.

Proefverslag P1. 125
Studie naar klimatisering van de dekstal in relatie tot emissie en energie. I.A.A.C. Mouwen en Plagge, J.G., januari 1995.

Proefverslag P1. 126
Relatie tussen speendiarree en het ijzer- en zinkgehalte in speenvoer bij biggen. J.W.G.M. Swinkels, Binnendijk, G.P. en van der Peet-Schwering, C.M.C., februari 1995.

Proefverslag Pl. 127
Gebruikswaarde van diverse kunststof roosters in kraamhokken met volledig roostervloer. A.I.J. Hoofs, maart 1996.

Proefverslag Pl. 128
Vrijwaringsprogramma's tegen infectieziekten voor Nederlandse varkensbedrijven.

J.W.G.M. Swinkels en Vesseur, P.C., maart 1995.

Proefverslag P1. *129*
Vermindering van het volume van zeugenmest door middel van omgekeerde osmose. J.P.B.F. van Gastel en Thelosen, J.G.M., mei 1995.

Proefverslag P1. 130
Ervaringen met de Haglando-mestschuif op een vleesvarkensbedrijf in PROPRO. A. L. P. van de Sande-Schellekens, Brakel, C.E.P. van en Backus, G.B.C., juli 1995.

Proefverslag P1. 131
Invloed van de energiewaarde in voer op de mesterijresultaten en slachtkwaliteit van borgen. C.M.C. van der Peet-Schwering e.a., juli 1995.

Proefverslag P1.132
Ervaringen met het ontwikkelen van het expertsysteem "SHE". E.R. ter Elst-Wahle, Backus, G.B.C. en Vesseur, P.C., juni 1995,

Proefverslag P1. 133
Oppervlakte en urine-afvoer van de dichte vloer in relatie tot hokbevuiling bij vleesvarkens. G.M. den Brok en Voermans, M.P., juli 1995.

Proefverslag P1. 134
Ammoniakemissie-arme kraamstallen. J . G . L. Hendriks, Brok, G.M. den en Voermans, M.P., augustus 1995.

Proefverslag P1. 135
Invloed van de tijdsduur tussen inseminatie en ovulatie op de produktie van zeugen. P.C. Vesseur, Binnendijk G.P.en Soede, N.M., september 1995.

Proefverslag P1. 136
Bronststimulering van scharrelzeugen tijdens de lactatieperiode door gebruikmaking van natuurlijke hulpmiddelen. P.C. Vesseur, Plagge, J.G. en Scholten, R.H.J., september 1995.

Proefverslag P1. 137
Het effect van bloedplasma in speenvoeders met verschillende eiwitbronnen op de opfokresultaten van biggen. C.M.C. van der Peet-Schwering en Binnendijk, G.P., oktober 1995.

Proefverslag P1. 138
Vloeruitvoering en hokbevuiling bij gespeende biggen. H.M. Vermeer, Altena, H. en Vrielink, M.G.M., oktober 1995.

Proefverslag P1. 139
Gescheiden afvoer van urine en faeces in combinatie met spoelen bij vleesvarkens. E.R. ter Elst-Wahle en Brok, G.M. den, november 1995.

Proefverslag P1. 140
Effect van multifasenvoedering op de technische resultaten en het waterverbruik van borgen en zeugen. C.M.C. van der Peet-Schwering en Plagge, J.G., december 1995.

Proefverslag P1.141
Ammoniakarm huisvestingssysteem voor gespeende biggen, M.P. Voermans en Hendriks, J.G.L., februari 1996.

Proefverslag P1.142
Signaleren van afwijkingen in het eet- en drinkgedrag bij vleesvarkens. P.J. L. Ramaekers e.a., februari 1996.

Proefverslag P1. 143
Bedrijfsvoering en bedrijfsuitrusting op hoogproductieve zeugenbedrijven. P.F.M.M. Roelofs en Backus, G.B.C., maart 1996.

Proefverslag P1. 144
MiA R of mineralenboekhouding? C .E.P. van Brakel, Geurts, J. en Backus, G.B.C., maart 1996.

Exemplaren van proefverslagen kunnen worden verkregen door *f* 18,50 per verslag (m.u.v. PI .117, deze kost *f* 50,-) over te maken op Postbanknummer 51.73.462 ten name van het Proefstation voor de Varkenshouderij, Lunerkampweg 7, 5245 NB ROSMALEN, onder vermelding van het gewenste verslagnummer. Buitenlandse abonnees betalen *f* 20,- per P I-verslag (dit is inclusief verzendkosten) én f 15,- administratiekosten per bestelling (m.u.v. P1.117, deze kost *f* 75,-).
Ook bestaat de mogelijkheid een abonnement te nemen op de proefverslagen voor *f* 250,- per jaar.