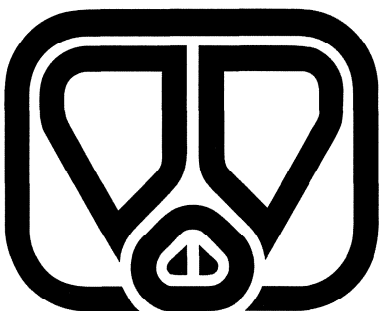


ing. G.M. den Brok
ir. J.G.L. Hendriks
ing. M.G.M. Vrielink
ir. C.M.C. van der Peet-
Schwering

Urine-pH, ammoniakemissie en technische resultaten van vleesvarkens na toevoeging aan het voer van organische zuren, met name benzoëzuur

*Urinary pH, ammonia emission
and performance of fattening
pigs, after the addition of a
mixture of organic acids, mainly
benzoic acid, to the feed*



Praktijkonderzoek Varkenshouderij

Locatie:
Varkensproefbedrijf
"Noord- en Oost-Nederland"
Drosteweg 8
8101 NB Raalte
tel: 0572 - 35 21 74

Proefverslag nummer P 1.194
december 1997
ISSN 0922 - 8586

INHOUDSOPGAVE

	SAMENVATTING	4
	SUMMARY	6
1	INLEIDING	8
2	MATERIAAL EN METHODE	10
21	Experiment I: ammoniakemissie en pH	10
2'1.1	Proefdieren en proefomvang	10
2'1.2	Proefbehandelingen	10
2'1.3	Proefindeling	11
2'1.4	Voeding	11
2'1.5	Huisvesting en klimaat	11
2'1.6	Verzameling en verwerking van de gegevens	11
22	Experiment II: technische resultaten en vleeskwiteit	13
2'2.1	Proefdieren en proefomvang	13
2'2.2	Proefbehandelingen	13
2'2.3	Proefindeling	13
2'2.4	Voeding	13
2'2.5	Huisvesting en klimaat	13
2'2.6	Verzameling en verwerking van de gegevens	14
3	RESULTATEN	15
31	Samenstelling van de voersoorten (experiment I en II)	15
32	Experiment I: ammoniakemissie en pH	15
3'2.1	Ammoniakemissie	15
3'2.2	Mestsamenstelling en pH	16
3'2.3	Waterverbruik	17
3'2.4	Hokbevuiling	18
33	Experiment II: technische resultaten en vleeskwiteit	18
3'3.1	Technische resultaten	18
3'2.2	Slachtkwaliteit en uitval	20
3'2.3	Vleeskwiteit	20
4	DISCUSSIE	22
4.1	Zuurgraad	22
4.2	Ammoniakemissie	22
4.3	Voersamenstelling en technische resultaten	23
4.4	Vleeskwiteit	24
4.5	Benzoëzuur	24
4.6	Economische evaluatie	25
5	CONCLUSIES	27
	LITERATUUR	28
	BIJLAGEN	30
	REEDS EERDER VERSCHENEN PROEFVERSLAGEN	35

SAMENVATTING

Vermindering van de ammoniakemissie uit varkensstallen is onder andere mogelijk door middel van technische oplossingen of door middel van bouwkundige aanpassingen. Deze bouwkundige aanpassingen zijn er voornamelijk op gericht om het mestoppervlak in de mestkelder en het met mest besmeurde oppervlak (dieren, vloeren en hokafscheidingen) te verkleinen. Momenteel wordt onderzoek verricht naar de mogelijkheden van voedingsmaatregelen, al dan niet in combinatie met aangepaste huisvesting. Een mogelijke voedingsmaatregel is het aanzuren van voer om zodoende de pH van urine en mengmest te verlagen. Uit fundamenteel vooronderzoek is gebleken dat op deze manier reducties in ammoniakemissie van 30 - 54% mogelijk zijn (Canh et al., 1996). Dit was aanleiding om op het Varkensproefbedrijf te Raalte een onderzoek bij vleesvarkens uit te voeren met aangezuurd voer in combinatie met eenvoudige huisvestingsmaatregelen. Het onderzoek werd gedurende drie mesttrondes uitgevoerd in drie afdelingen met elk zes hokken van elf dieren. In de afdelingen 1 en 2 werden per afdeling alle varkens gevoerd met standaardvoer (controle) of aangezuurd voer (proef). De aangepaste hokuitvoering, ook wel genoemd "hok met gescheiden mestkanalen" (van Brakel et al., 1997), bestond uit een smal kanaal (0,50 cm) voorzien van een goot en betonnen roosters, een bolle niet-onderkelderde vloer (1,85 m) en vervolgens een breed mestkanaal (1,60 m inclusief mestspleet) voorzien van riolering en metalen roosters. De brijbak was boven het smalle mestkanaal geplaatst. In deze identieke afdelingen werden onder andere ammoniak- en pH-metingen in de mest verricht. In afdeling 3 werden per ronde de varkens in drie hokken gevoerd met aangezuurd voer (proefvoer) en in drie hokken met standaardvoer (controlevoer). In deze afdeling werden de mogelijke verschillen in technische resultaten en vleeskwiteit vastgelegd. Beide groepen dieren kregen gedurende de eerste vier weken startvoer. Vervolgens werd in een week overgeschakeld op afmestvoer. Het start- en afmestvoer in de proefgroep

bevatten respectievelijk 1% en 2% van een mengsel van organische zuren. Dit mengsel was samengesteld uit 70% benzoëzuur, 165% calciumzouten (zure zouten), 6,5% mierenzuur en 7,0% propionzuur. Dit betekent dat het start- en afmestvoer in de proefgroep respectievelijk 0,7 en 1,4% benzoëzuur bevatten. Beide voeders in de proefgroep bevatten geen krijt meer. De EW- en ruw-eiwitgehalten werden tussen de controle- en proefgroep gelijk gehouden.

De belangrijkste conclusies van het onderzoek met het aangezuurd voer zijn:

- De gemiddelde pH van verse urine van vleesvarkens gevoerd met standaardvoer en aangezuurd startvoer is respectievelijk 7,50 en 5,69. Bij afmestvoer zijn de pH-waarden respectievelijk 7,48 en 5,02. Aanzuren van start- (1%) en afmestvoer (2%) leidt dus tot een verlaging van de urine-pH met respectievelijk 1,81 en 2,46.
- De gemiddelde pH van de toplaag (10 cm) van de mengmest van vleesvarkens gevoerd met standaardvoer en aangezuurd startvoer is respectievelijk 7,76 en 7,28, een verschil van 0,48. Bij afmestvoer zijn de pH-waarden respectievelijk 7,82 en 7,04, ofwel een verschil van 0,78.
- De aangepaste huisvesting voor vleesvarkens heeft in dit onderzoek geleid tot een gemiddelde ammoniakemissie van 2,04 kg per dierplaats per jaar (de standaardnorm bij traditionele huisvesting bedraagt 2,5 kg per dierplaats per jaar). De combinatie van aangepaste huisvesting en het voeren van aangezuurd voer heeft in dit onderzoek geleid tot een ammoniakemissie van 1,22 kg per dierplaats per jaar, ofwel een reductie van 40%. Doordat geen correctie op achtergrondconcentratie is uitgevoerd, zijn genoemde waarden een overschatting van de werkelijke ammoniakemissie (in vergelijkbare onderzoeken op het gebied van emissiemetingen is de gecorrigeerde ammoniakemissie globaal 0 - 5% lager dan de ongecorrigeerde waarde).
- Het voeren van aangezuurd voer aan

vleesvarkens heeft geen aantoonbare invloed op de vleeskwiteit.

- Het voeren van aangezuurd voer aan vleesvarkens heeft in dit onderzoek geleid tot een verbetering van de EW-conversie van 0,09 (2,83 ten opzichte van 2,92). Er is geen aantoonbaar verschil gevonden in uitval van de dieren.
- Door toevoeging van een mengsel van organische zuren in startvoer (+1%) en afmestvoer (+2%) stijgen de voerkosten

met gemiddeld f 17,60 per dierplaats per jaar. Vanwege de verbeterde EW-conversie daalt het saldo echter maar met f 5,66 per dierplaats per jaar. Door de combinatie van aangezuurde voeding en aangepaste huisvesting, zoals uitgevoerd in dit onderzoek, daalt de netto opbrengst per dierplaats per jaar met f 15,563 (respectievelijk f 5,66 en f 9,90). In tabel 1 is dit schematisch weergegeven.

Tabel 1: Overzicht van extra kosten van aangepaste huisvesting, al dan niet in combinatie met aangezuurd voer, ten opzichte van traditionele huisvesting

	ammoniak-emissie (kg/dpl/j)	extra investeringskosten (f /dpl) ¹	extra jaar-kosten (f /dpl/j)
traditionele huisvesting (betonnen roosters)	2,5 ²		
aangepaste huisvesting (metalen roosters)	2,0	42,00	9,90
aangepaste huisvesting en aangezuurd voer	1,2	42,00	15,56

¹ f/dpl= guldens per dierplaats

² 2,5 kg/dpl/jaar is vastgestelde norm voor traditionele halfroostervloeruitvoering met betonnen roosters

SUMMARY

Reducing ammonia emission from animal housing is possible using technical solutions (scraper systems, flushing systems) or by improving the pen design. This improved pen design is based on reducing the slurry surface area in the slurry pit and reducing the surface area covered in slurry in the pen. At the moment, more research is being carried out on the possibilities of using feeding measures, possibly in combination with housing measures, to reduce ammonia emission. A promising feeding measure is adding acidic salts to the feed in order to lower the pH of the urine and slurry. Initial research on this subject resulted in a 30 - 54% reduction of the ammonia emission.

Therefore, a study was conducted at the Experiment Farm for Pig Husbandry at Raalte to examine the effect of an improved pen design in combination with adding a mixture of several organic acids to the feed of fattening pigs on the pH of the urine and slurry, the ammonia emission and the performance of the pigs.

The research was conducted in three rooms and during three fattening periods. Each room had six pens containing 66 animals. In the first two identical rooms the pigs were fed with either control feed or acidified (experimental) feed. After each period the treatments were changed over. The improved pen design in the two rooms consisted of a narrow slurry channel (50 cm) with concrete slats at the front of the pen, a convex solid floor (185 cm) and a broad slurry channel with tri-bar metal slats and a sewage pipe system underneath at the back of the pen (160 cm, including a slurry slit). In these two rooms the pH of the urine and slurry and the ammonia emission were measured.

In the third room pigs in three pens were fed the control feed and pigs in another three pens were fed the experimental feed. In this room the effect of the experimental feed on performance and meat quality was examined. All pigs were fed using a dry-wet feeder and were fed with a starter feed during the first four weeks. After this period, the starter feed was replaced by a growing and finishing feed over a period of five days. The experi-

mental starter feed and growing finishing feed contained no CaCO_3 , but did contain a mixture of acid salts comprising 1% and 2% of the feed, respectively. The mixture consisted of 70% benzoic acid, 16.5% calcium salts, 6.5% formic acid and 7.0% propionic acid (experimental starter feed and growing finishing feed consisted of 0.7 and 1.4% benzoic acid, respectively). The ME and crude protein content of the control feed and experimental feed were equal.

The most important results and conclusions are:

- The average pH of the urine of fattening pigs fed with control- and acidified starter feed was 7.50 and 5.69, respectively (difference is 1.81). For fattening pigs fed on growing and finishing feed the pH of the urine was 7.48 and 5.02, respectively (difference is 2.46).
- The average pH of the top layer of the slurry of fattening pigs fed with control- and acidified starter feed was 7.76 and 7.28, respectively (difference is 0.48). For fattening pigs fed on growing and finishing feed the pH of the top layer was 7.82 and 7.04, respectively (difference is 0.78).
- The improved pen design in this study resulted in an ammonia emission of 2.04 kg per pig area per year (2.5 kg per pig area per year is standard for traditional pen design). The combination of improved pen design and acidified feed resulted in an ammonia emission of 1.22 kg per pig area per year, a reduction of 40%. The calculated ammonia emission rate was not corrected for the ammonia concentration of surrounding air (in similar research the corrected ammonia emission is about 0 - 5% lower than the not corrected emission).
- Feeding acidified feed to fattening pigs in this research did not influence the meat quality.
- Feeding acidified feed to fattening pigs in this research improved the feed ME-conversion ratio by 0.09 (2.83 instead of 2.92). There was no influence on mortality rate.
- The additional feeding costs for the use of acidified feed in this research was calcula-

ted to be Dfl 16.65 per pig area per year. Because of a better ME-conversion, the gross profit margin in this research decreased by only Dfl 5.66 per pig area per year. Together with the extra annual costs

of Dfl 9.90 per pig area for the improved pen design compared to a traditional housing system, the total extra annual costs were Dfl 5.66 + Dfl 9.90 = Dfl 15.56 per pig area (see table 1).

Table 1: Extra annual costs for the improved pen design compared to a traditional housing system, with or without the use of acidified feed

	ammonia emission (kg/ppl/y)	extra invest- ment costs (Dfl/ppl) ¹	extra annual costs (Dfl/ppl/y)
traditional housing (concrete slats)	2.52		
improved pen design (metal slats)	20.	42.00	9.90
improved pen design and acidified feed	1,2	42.00	15.56

¹Dfl/ppl= Dutch guilders per pig place
² 2.5 kg/ppl/y= ammonia emission norm for a traditional housing system for fattening pigs with a partly slatted floor and concrete slats

1 INLEIDING

Het onderzoek naar vermindering van de ammoniakemissie uit varkensstallen was eind jaren '80 en begin jaren '90 vooral gericht op het vinden van technische oplossingen. Voorbeelden zijn technieken als mestschuiven, mestspoelen, mest beluchten en mest aanzuren. Een groot aantal van de ontwikkelde technische oplossingen vergt aanzienlijke investeringen en onderhoud en is daarom minder geschikt of wordt in de praktijk nauwelijks toegepast. Het ammoniakonderzoek heeft echter ook een aantal eenvoudige en goedkope emissie-arme systemen opgeleverd. Deze systemen met voornamelijk bouwkundige aanpassingen zijn erop gericht om het mestoppervlak in de mestput en het met mest besmeurde oppervlak (dieren, vloeren en hokafscheidingen) zoveel mogelijk te verkleinen en zodoende de ammoniakemissie te verminderen. Bij vleesvarkens kan hierbij gedacht worden aan een verbetering van de mestdoorlaat van de roosters door toepassing van metalen driekantroosters in plaats van betonnen roosters. De mestput kan verkleind worden door het varkenshok voor een gedeelte te voorzien van een niet-onderkelderde dichte bolle vloer. Daarnaast kan het mestgedrag van de varkens gestuurd worden door toepassing van smalle diepe hokken in plaats van brede ondiepe hokken. Uit onderzoek van Van der Peet-Schwering et al. (1996) blijkt dat genoemde eenvoudige technische voorzieningen ten opzichte van gangbare huisvesting voor vleesvarkens met brijvoeding resulteren in een reductie van de ammoniakemissie met 34%. De combinatie van aangepaste huisvesting en multifasenvoeding leidde volgens dit rapport tot een extra reductie in ammoniakemissie van nog eens 11%. Hetzelfde effect van multifasenvoeding op de ammoniakemissie werd ook gevonden bij droogvoeding (Van der Peet-Schwering et al., 1997).

Er bestaat in theorie een exponentieel verband tussen zuurgraad van de mest en de ammoniakemissie (zie figuur 1). Uit onderzoek van Hendriks en Vrielink (1996a en b) blijkt dat het aanzuren van mest in de mestkelder in de praktijk kan leiden tot een verla-

ging van de ammoniakemissie. De mest werd aangezuurd door het toevoegen van organische zuren, zoals azijnzuur en MMDBA (mengsel van organische zuren dat vrijkomt bij de azijnzuurproductie), of via het toevoegen van micro-organismen die de benodigde zuren produceren. Bij de onderzochte aanzuursystemen werd de aangezuurde mest regelmatig gemengd. Dit mengen was noodzakelijk om te voorkomen dat bovenop de aangezuurde mest een laag verse niet-aangezuurde mest ontstond ten gevolge van de mestproductie. Het mengen van mest en bijbehorende dure technische aanpassingen kan achterwege blijven als de pH-verlaging van urine en/of mest direct via voedingsmaatregelen in het varken kan worden gerealiseerd. Mogelijk is dat aangezuurd voer ook kan leiden tot verbetering van technische resultaten, hetgeen bij direct aanzuren van mest uitgesloten is.

Elzing en Aarnink (1996) hebben aangetoond dat de pH van urine de ammoniakemissie vanaf de roostervloer en vanuit de mestkelder beïnvloedt. Indien de pH van urine verlaagd wordt van 7 naar 6 zou op basis van de gevonden resultaten een maximale reductie van de ammoniakemissie mogen worden verwacht van ten hoogste 13%.

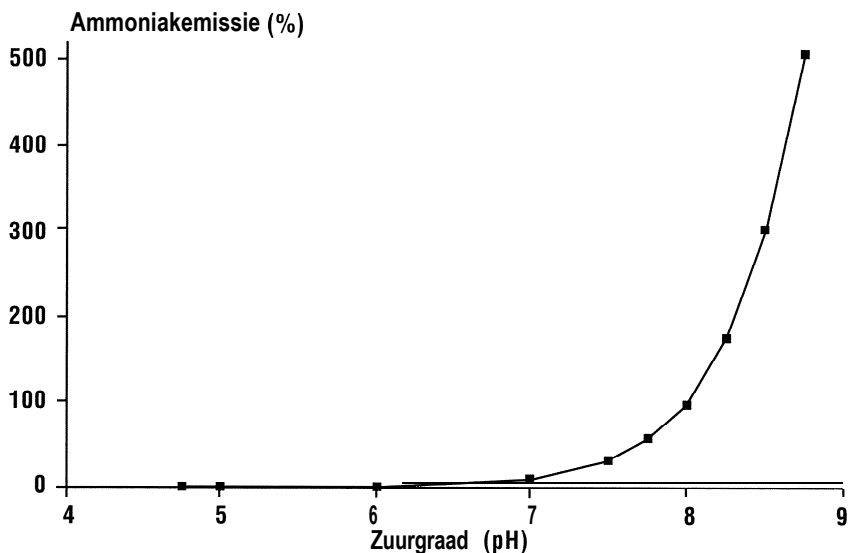
Uit onderzoek van Canh et al. (1996) blijkt dat de pH van urine en mengmest beïnvloed wordt door het toegepaste calciumniveau en de soort calciumzout. Tijdens dat onderzoek werden urine en faeces van vleesvarkens op balanskooien gemengd tot mengmest. In een laboratoriumopstelling werd de ammoniakemissie van de verschillende mengmestsoorten bepaald. Gemiddeld genomen werd een ammoniakreductie gevonden van 30%, 54% en 33% wanneer calciumcarbonaat werd vervangen door respectievelijk calciumsulfaat, calciumbenzoesaat en calciumchloride. Tevens bleek dat de emissie steeg bij een hoger niveau van calciumcarbonaat en daalde bij een hoger niveau van de andere zouten in het voer.

De resultaten van de onderzoeken van Hendriks en Vrielink (1996a en b), Elzing en Aarnink (1996) en Canh et al. (1996) waren

aanleiding om op het Varkensproefbedrijf te Raalte een proef bij vleesvarkens uit te voeren met aangezuurd voer in combinatie met eenvoudige huisvestingsmaatregelen. Doel van het onderzoek is het vaststellen van het effect van toevoeging van een mengsel van organische zuren, in het bijzon-

der benzoëzuur, aan mengvoer op de pH van de urine, de ammoniakemissie en technische resultaten bij vleesvarkens.

Het onderzoek is uitgevoerd in opdracht van Verdugt b.v. te Tiel.



Figuur 1: Theoretisch verband tussen zuurgraad en ammoniakemissie

2 MATERIAAL EN METHODE

Het onderzoek is uitgevoerd op het Varkens-proefbedrijf "Noord- en Oost-Nederland" te Raalte. Tijdens het onderzoek zijn twee experimenten gelijktijdig uitgevoerd. In experiment I, uitgevoerd in afdeling 1 en 2, werden per afdeling het standaardvoer (controle-groep) en het aangezuurd voer (proefgroep) verstrekt. Controle- en proefgroep werden na iedere ronde gewisseld. Hierdoor konden in deze afdelingen metingen worden verricht die alleen op afdelingsniveau kunnen worden uitgevoerd, zoals de ammoniakemissie en de pH-metingen in de mest. Het water-verbruik werd eveneens in deze twee afde-lingen gemeten. In experiment II, uitgevoerd in afdeling 3, werden tijdens elke ronde drie hokken varkens gevoerd met aangezuurd voer en drie hokken varkens met standaard-voer. Hierdoor kon in deze afdeling onder-zocht worden of er een invloed is van het aangezuurde voer op de technische resulta-ten en de vleeskwali-teit van vleesvarkens ten opzichte van het standaardvoer. In tabel 2 staat een overzicht van de gehanteerde proefopzet van beide experimenten. In totaal zijn er drie ronden gedraaid in drie afdelingen met in totaal 594 dieren. Het onderzoek is gestart in december 1995 en beëindigd in januari 1997.

2.1 Experiment I: ammoniakemissie en pH

2.1.1 Proefdieren en proefomvang

Het onderzoek is uitgevoerd met vleesvar-

kens van de kruisingstypen GY_s-beer x (GY, x NL)-zeug, GY, -beer x NL-zeug of GY, -beer x NL-zeug. Op een gewicht van circa 25 kg zijn de dieren opgelegd en bij een gemiddeld geslacht gewicht van circa 85 kg zijn de dieren afgeleverd. Er zijn drie ronden gedraaid met in totaal 396 dieren.

2.1.2 Proefbehandelingen

Er zijn twee proefbehandelingen met elkaar vergeleken:

1 voeding met standaardvoer bij aange-paste huisvesting;

2 voeding met aangezuurd voer bij aan-gepaste huisvesting.

Het aangezuurde start- en vleesvarkensvoer bevatten respectievelijk 1 en 2% van een mengsel van organische zuren en zouten, Dit mengsel was samengesteld uit 70% benzoë-zuur (het voer bevatte dus respectievelijk 0,7 en 1,4% benzoëzuur), 16,5% calciumzouten (zure zouten), 6,5% mierenzuur en 7,0% propionzuur. Doordat dit mengsel al verschillen-de calciumzouten bevat is het niet noodzake-lijk krijgt toe te voegen, vandaar dat de aange-zuurde voeders geen krijgt bevatten.

De varkens werden de gehele mestronde onbeperkt gevoerd. Water was vrij beschik-baar via een drinknippel in de brijbak. Alle varkens werden de eerste vier weken ge-voerd met startvoer. In week vijf werd gedu-rende één week overgeschakeld op vlees-varkensvoer.

Tabel 2: Overzicht van de proefopzet

	experiment I		experiment II
ronde	afdeling 1	afdeling 2	afdeling 3
1 (dec. 1995 - apr. 1996)	aangezuurd voer	standaardvoer	standaard- en aangezuurd voer
2 (apr. 1996 - sep. 1996)	standaardvoer	aangezuurd voer	standaard- en aangezuurd voer
3 (sep. 1996 - jan. 1997)	aangezuurd voer	standaardvoer	standaard- en aangezuurd voer
	afdeling 1 en 2		afdeling 3
metingen	ammoniakemissie pH-metingen mest en urine waterverbruik		technische resultaten vleeskwali-teit (ronde 2)

2.1.3 Proefindeling

Beide afdelingen werden gelijktijdig opgelegd. Bij opleg van de biggen is uitsluitend een evenredige verdeling gemaakt over beide afdelingen op basis van opleggewicht. De dieren werden gemengd opgelegd.

2.1.4 Voeding

De gemiddelde grondstoffsamenstelling en de berekende chemische samenstelling van de gebruikte voeders staan in bijlage 1. Het startvoer had een berekende EW van 1,08 en een ruw-eiwitgehalte van 170 g/kg. Het vleesvarkensvoer had een berekende EW van 1,07 en een ruw-eiwitgehalte van 150 g/kg. De standaardvoeders en aangezuurde voeders zijn steeds zoveel mogelijk tegelijkertijd aangemaakt uit dezelfde batches grondstoffen. Omdat het onderzoek drie ronden heeft geduurd, zijn er kleine variaties geweest in de grondstoffsamenstelling. Gedurende het onderzoek zijn per ronde verzamelmonsters gemaakt van de startvoeders en afmestvoeders. Van 'elk van de vier voersoorten zijn drie verzamelmonsters gemaakt. De verzamelmonsters werden gemaakt door wekelijks een voermonster te nemen van het voer in de brijbak. De verzamelmonsters werden geanalyseerd op de gehalten aan droge stof, ruw eiwit, ruw vet, ruwe celstof, zetmeel en as.

De grondstoffsamenstelling van de aangezuurde voeders werd enigszins gewijzigd ten opzichte van de controlevoeders, zodat toch voersoorten met een vergelijkbare EW en een vergelijkbaar ruw-eiwitgehalte werden verkregen.

2.1.5 Huisvesting en klimaat

Huisvesting

Twee identieke afdelingen met elk zes hokken voor elf vleesvarkens werden gebruikt. De hokken waren 2,0 m breed en 3,95 m lang en hadden vanaf de voergang (1,05 m breed) gezien de volgende indeling: een smal mestkanaal met betonnen roosters (0,50 m), een bolle niet-onderkelderde vloer (1,85 m) en een breed mestkanaal met metalen driekantrousters (1,60 m inclusief mestspleet van 10 cm). Het smalle mestka-

naal was voorzien van een goot met één enkele afsluiter. Door de smalle en diepe hokvorm werd met name achter in het hok gemest. De beperkte hoeveelheid mest die mogelijk in het smalle mestkanaal terechtkwam werd enigszins verdund door reinigingswater dat na het schoonmaken van de afdeling in het kanaal was achtergebleven. Het brede mestkanaal was voorzien van een rioleringsstelsel. De brijbak was in beide afdelingen voor in het hok geplaatst.

Klimaat

De verse lucht kwam via de centrale gang boven het plafond van de afdeling en vervolgens via een opening van 0,30 m breed en 11,5 m lengte boven de voergang in de afdeling. Indien nodig werd de lucht op de centrale gang voorverwarmd tot 5°C. De lucht werd afgevoerd via een ventilator in het plafond (doorsnede 45 cm). Bij de opleg werd een afdelingstemperatuur nagestreefd van 22°C, dalend naar 21°C 15 dagen na opleg en dalend naar 19°C 30 dagen na opleg. Vanaf dag 30 na opleg tot het eind van de ronde werd een afdelingstemperatuur nagestreefd van 19°C. De minimum- en de maximumventilatie waren respectievelijk 10 en 100 m³/h per dier. De bandbreedte varieerde afhankelijk van de buitentemperatuur van 4 tot 6°C.

2.1.6 Verzameling en verwerking van de gegevens

Ammoniakemissie

De ammoniakemissie werd in beide afdelingen continu gemeten met behulp van een Brüel & Kjær-analyser type 1302. Gemiddeld werd 26 keer per dag de ammoniakconcentratie en de temperatuur gemeten van de afgevoerde lucht in de ventilatiekoker. Tevens werd bij elke meting het ventilatiedebiet vastgesteld met behulp van een meetventilator (doorsnede 45 cm). De ventilatorkokers met meetventilatoren zijn geïnstalleerd in een windtunnel. De meetopstelling werd volgens het standaardprotocol van de meetploeg van het Praktijkonderzoek Varkenshouderij gecalculeerd en onderhouden (Van 't Klooster et al, 1992). De metingen zijn met behulp van formule 1 omgerekend naar de ammoniakemissie per dag (gr/dag).

De ammoniakemissie werd gemeten vanaf de dag van opleg tot en met de dag waarop 50% of meer van de varkens waren afgeleverd. Uit de resultaten van formule 1 werd met formule 2 per ronde de ammoniakemissie per dierplaats per jaar berekend. Hierbij werd een correctiefactor van 0,9 toegepast, voor de gemiddelde bezetting van de afdeling op jaarbasis.

De berekende ammoniakemissie is niet gecorrigeerd voor de achtergrondconcentratie, aangezien deze concentratie niet continu is gemeten.

De ammoniakemissie is geanalyseerd met behulp van variantie-analyse (SAS, 1990).

Het model, waarin de afdeling de kleinste eenheid is, zag er als volgt uit:

$y = \mu + \text{afdelingstemperatuur} + \text{ronde} + \text{behandeling} + \text{rest}$, waarin y = natuurlijke logaritme van de ammoniakemissie.

Mestsamenstelling en pH

In beide afdelingen werd per ronde viermaal een mestmonster genomen bij het aflaten van de mest. Van de mestmonsters werden het ammonium-, het totaal stikstof-, het drogestof- en het asgehalte bepaald. De analyses werden verricht op het milieulaboratorium van het IMAG-DLO.

Daarnaast werd in beide afdelingen eenmaal per week op twee plaatsen in de mest-

Formule 1:

$$NH_{3j} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} C_i \cdot Vent_i}{n_j} \cdot 24 \cdot 0,001$$

NH_{3j}	= Ammoniakemissie op dag j	(g/dag)
C_i	= Ammoniakconcentratie van de stallucht op tijdstip i	(mg/m ³)
$Vent_i$	= Ventilatie-debiet op tijdstip i	(m ³ /uur)
24	= Omrekeningsfactor voor uren naar dag	(uur/dag)
0,001	= Omrekeningsfactor voor mg naar g	(g/mg)
n_j	= Aantal waarnemingen op dag j	(-)

Formule 2:

$$NH_3 = \frac{\sum_{j=1}^{j=m} NH_{3j}}{m} \cdot 365 \cdot 0,9 \cdot 0,001$$

$$NH_3 = \frac{\quad}{z}$$

NH_3	= Ammoniakemissie per dierplaats per jaar	(kg/dpl/jaar)
NH_{3j}	= Ammoniakemissie op dag j (formule 1)	(g/dag)
m	= Aantal dagen (afdeling bezet en NH_3 -emissie gemeten) in meetperiode	(-)
365	= Omrekeningsfactor van dagen naar jaar	(dag/jaar)
0,9	= Correctiefactor voor gemiddelde bezetting	(-)
z'	= Aantal opgelegde dieren in de afdeling	(dpl)
0,001	= Omrekeningsfactor voor g naar kg	(kg/g)

kelder (via een brede mestspleet in hok 2 en 5) de pH van de mengmest gemeten, Tevens werd in genoemde afdelingen per ronde drie- tot vijfmaal (een- tot tweemaal tijdens de startfase en twee- tot driemaal tijdens de afmestfase) van een aantal varkens (aselect) de urine opgevangen. De pH van de urine werd vervolgens gemeten met een pH-meter (WTW, type pH95). De pH van de mengmest en van de urine is geanalyseerd met behulp van variantie-analyse (SAS, 1990). Het model, waarin de afdeling de kleinste eenheid is, zag er als volgt uit:
 $y = \mu + \text{ronde} + \text{weeknummer binnen ronde} + \text{behandeling} + \text{rest}.$

Waterverbruik

In afdeling 1 en 2 waren elk vier watermeters geplaatst. Watermeter A en B registreerden het afzonderlijke verbruik van de varkens in de hokken 1 en 2 en watermeter C en D registreerden respectievelijk het gezamenlijke verbruik van hok 3 + 4 en hok 5 + 6. Het verbruik werd wekelijks vastgelegd.

Hokbevuiling

Eénmaal per week werd de mate van hokbevuiling in beide afdelingen bepaald. Hierbij werd de bevuiling van de vloer (betonnen rooster voor, bolle vloer en metalen rooster achter) en van de dieren beoordeeld. Het natte oppervlak werd visueel gescoord op een schaal van 0 tot en met 4, overeenkomstig met 0%, 0 - 25%, 25 - 50%, 50 - 75% en 75 - 100% van het desbetreffende oppervlak. Tevens werd genoteerd of diarree wel of niet voorkwam. De hokbevuiling is geanalyseerd via logistische regressie met het drempelmodel van McCullagh (Oude Voshaar, 1994).

Technische resultaten

Alle dieren werden bij opleg gewogen. De hoeveelheid verstrekt voer is bij uitval en bij het afleveren per hok geregistreerd. Aan de hand van deze gegevens zijn de volgende productietekenen berekend: groei per dag, voer- en EW-opname per dag en voeder- en EW-conversie. Bij uitval van een dier werd de datum, het gewicht en de oorzaak van uitval genoteerd. De uitgevallen dieren zijn niet meegenomen in de berekening van de technische resultaten. De technische

resultaten van de vleesvarkens uit de afdelingen 1 en 2 die aangezuurd voer verstrekt kregen worden in bijlage 2 vermeld, uitsluitend ten behoeve van het meetprotocol voor ammoniakemissiemetingen (Anonymus, 1996).

2.2 Experiment II: technische resultaten en vleeskwaliteit

2.2.1 Proefdieren en proefomvang

Het onderzoek is uitgevoerd met vleesvarkens van de kruisingstypen zoals genoemd in § 2.1.1. De dieren zijn opgelegd op een gewicht van circa 26 kg en afgeleverd op een gemiddeld geslacht gewicht van circa 85 kg. Er zijn drie ronden gedraaid met in totaal 198 dieren.

2.2.2 Proefbehandelingen

In experiment II zijn dezelfde proefbehandelingen uitgevoerd als in experiment I (zie § 2.1.2).

2.2.3 Proefindeling

Bij de indeling van de biggen is gebruik gemaakt van een blokkenindeling. Een blok bestond uit twee hokken biggen. De dieren in de hokken binnen een blok waren qua afstamming, kruisingstype en begingewicht zoveel mogelijk aan elkaar gelijk. Aan elke proefgroep werd één hok van een blok toegewezen. Op deze manier werden in afdeling 3 drie hokken opgelegd die standaardvoer verstrekt kregen en drie hokken die aangezuurd voer kregen. De dieren werden gemengd opgelegd.

2.2.4 Voeding

De voeding en drinkwaterverstrekking in experiment II was exact hetzelfde als in experiment I (zie § 2.1.4).

2.2.5 Huisvesting en klimaat

Huisvesting

Er is één afdeling met zes hokken voor elf dieren gebruikt. De hokken waren 2,0 m breed en 4,45 m diep en hadden vanaf de voergang (1,05 m breed) gezien eerst een dichte hellende betonnen vloer (2,95 m) en vervolgens een mestkanaal met metalen driekantroosters (1,50 m inclusief mestspleet van 10 cm). Het mestkanaal was voorzien

van een rioleringsysteem. De brijbak was voor in het hok geplaatst.

Klimaat

De klimaatinstelling in experiment II was exact gelijk aan de instellingen gedurende experiment I (zie §2.1.5).

2.2.6 Verzameling en verwerking van de gegevens

Technische resultaten

In afdeling 3 werden alle dieren bij het opleggen, bij het overschakelen van start-naar vleesvarkensvoer en bij het afleveren gewogen. De hoeveelheid verstrekt voer is bij de tussenweging, bij uitval en bij het 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. Bij uitval van een dier werden de datum, het gewicht en de oorzaak van uitval genoteerd. De uitgevallen dieren zijn niet meegenomen in de berekening van de technische resultaten.

De kenmerken groei per dag, voer- en EW-opname per dag en voeder- en EW-conversie van de dieren 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: $y = \mu + \text{ronde} + \text{blok binnen ronde} + \text{behandeling} + \text{rest}$.

Met de chi-kwadraattoets is nagegaan of er tussen de proef- en controlegroep in afdeling 3 verschillen bestonden in het aantal uitgevallen dieren en het aantal dieren per reden van uitval.

Slachtkwaliteit en type-beoordeling zijn geanalyseerd via logistische regressie met het drempelmodel van McCullagh (Oude Voshaar, 1994).

Vleeskwaliiteit

Van de afgeleverde varkens uit afdeling 3, ronde 2 werden enkele vleeskwaliiteitsken-

merken bepaald. De 66 varkens (33 gevoerd met controlevoer en 33 gevoerd met standaardvoer) werden in twee leveringen afgevoerd naar de slachterij. Per varken werden naast het aanhoudingspercentage, het vleespercentage, de spierdikte, de spekdikte en de type-beoordeling/classificatie ook de volgende kenmerken gemeten:

- 1) pH-warm; 2) pH-koud; 3) dripverlies;
- 4) Japanse kleurschaal.

ad 1: Direct na het slachten (na 40 minuten) werd per varken de pH van het vlees gemeten in de bovenbilspier (*musculus semimembranosus*).

ad 2 24 Uren na het slachten werd in de koelcel per varken de pH van het vlees gemeten op dezelfde meetplaats als bij 1.

ad 3 24 Uren na het slachten werd van elk varken de ham afgesneden ter hoogte van de 5^e - 6^e lendewervel. Op het verse snijvlak werd een filtreerpapier geplakt, dat na ongeveer 8 seconden weer werd verwijderd. De vocht-opname door het filtreerpapier (het dripverlies) werd visueel gescoord op een schaal van 1 (0 - 20% van filtreerpapier nat) tot 5 (80 - 100% van filtreerpapier nat) (Kauffman et al., 1986).

ad 4: 24 Uren na het slachten werd van elk varken de ham afgesneden. De kleur van het vlees op het verse snijvlak voor de ham werd visueel vergeleken met behulp van de Japanse kleurschaal (Nakai et al., 1975).

De kenmerken aanhoudingspercentage, vleespercentage, spierdikte, spekdikte, pH-warm, pH-koud en het verschil tussen pH-warm en pH-koud zijn statistisch getoetst met behulp van variantie-analyse (SAS, 1990) volgens het model $y = \mu + \text{geslacht} + \text{gewicht} + \text{sexe} + \text{slachtdag} + \text{behandeling}$. De type-beoordeling/classificatie, de dripverliesscore en de kleur van het vlees (Japanse kleurschaal) zijn getoetst met behulp van het drempelmodel van McCullagh (Oude Voshaar, 1994).

3 RESULTATEN

3.1 Samenstelling van de voersoorten (experiment I en II)

De gemiddelde resultaten van de chemische analyses van de standaardvoeders en aangezuurde voeders zijn weergegeven in tabel 3. In bijlage 3 is de samenstelling van de voeders weergegeven per ronde.

De geanalyseerde gehalten in de voeders komen niet in alle gevallen overeen met de vooraf berekende chemische samenstelling (zie bijlage 1). Het werkelijke ruw-eiwitgehalte is in alle voeders hoger dan de berekende waarde, maar is per voersoort tussen controle en proef wel vergelijkbaar. Het werkelijke ruw-vetgehalte in de aangezuurde voeders is met name in het afmestvoer aan-

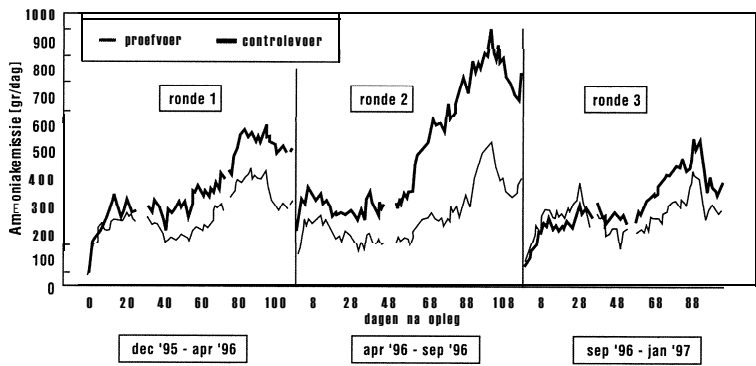
zienlijk hoger en in de controlevoeders lager dan het berekende gehalte. Het geanalyseerde ruw-vetgehalte in het afmestvoer van de controlegroep is bijvoorbeeld 7 g/kg lager en in het afmestvoer van de proefgroep 5 g/kg hoger.

Het werkelijke ruwe-celstofgehalte is in alle gevallen hoger dan de berekende waarde. Het werkelijke calciumgehalte is in de aangezuurde voeders lager en in de standaardvoeders hoger dan de vooraf berekende waarde.

3.2 Experiment I: ammoniakemissie en pH

3.2.1 Ammoniakemissie

In figuur 2 is het verloop van de ammoniakemissie in beide proefgroepen gedurende



Figuur 2: Ammoniakemissie uit een vleesvarkensafdeling, waarbij de vleesvarkens gevoerd zijn met aangezuurd voer of met standaardvoer

Tabel 3: Geanalyseerde chemische samenstelling van de standaardvoeders (controle) en aangezuurde voeders (proef), uitgedrukt in g/kg

	startvoer		afmestvoer	
	controle	proef	controle	proef
aantal	2	2	6	6
droge stof	878	885	882	884
ruw eiwit	177	181	159	159
ruw vet	36	40	34	46
ruwe celstof	51	46	44	46
calcium	7,7	6,4	7,1	48
as	52	51	51	47'

de drie ronden weergegeven (niet gecorrigeerd voor achtergrondconcentratie en temperatuur van de afgevoerde lucht). In tabel 4 zijn de gemiddelde temperatuur van de afgevoerde lucht, het ventilatiedebiet, de ammoniakconcentratie en de ammoniakemissie per dierplaats per jaar weergegeven. In bijlage 4 zijn de gegevens per ronde weergegeven. De in tabel 4 weergegeven ammoniakemissie per dierplaats per jaar is gecorrigeerd voor de temperatuur van de afgevoerde lucht, terwijl in bijlage 4 de ongecorrigeerde waarden zijn weergegeven.

In de controlegroep verloopt de ammoniakemissie volgens een normaal patroon. In de zomerperiode, in deze proef ronde 2, is de ammoniakemissie het hoogst vanwege hogere temperaturen. In de proefgroep is dit

patroon niet aanwezig. Er is een duidelijk effect van zure urine op de ammoniakemissie waarneembaar, met name in de zomerperiode.

Het voeren van aangezuurd voer leidt tot een reductie van de ammoniakemissie met 40%. Als gevolg van het beperkte aantal waarnemingen van drie per proefgroep is het onderscheidingsvermogen van de toets echter gering, dat wil zeggen dat er geen significant verschil aantoonbaar is ($p = 0,11$). Meer herhalingen zijn nodig om verschillen van 40% of meer significant te bevinden,

3.2.2 Mestsamenstelling en pH
In tabel 5 staan van beide proefgroepen de gemiddelde mestsamenstellingen weergegeven.

Tabel 4: Temperatuur, ventilatiedebiet, ammoniakconcentratie en ammoniakemissie per dierplaats per jaar van vleesvarkens, gevoerd met aangezuurd voer en standaardvoer

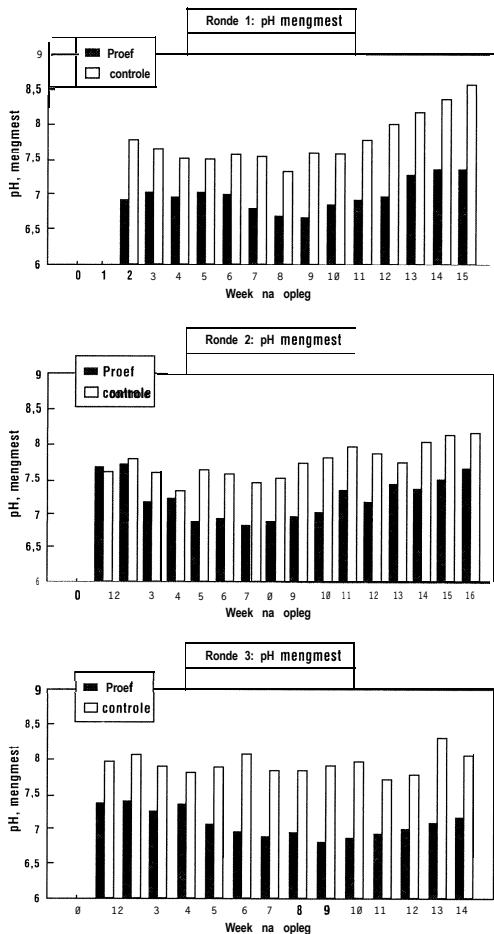
	controlegroep	proefgroep	SEM ¹	significantie [*]
temperatuur (°C) ³	21,3	21,7		
ventilatiedebiet (m ³ /uur)	2.942	2.956		
ammoniakconcentratie (mg/m ³) ³	5,79	4,07		
ammoniakemissie (kg/dpl/j) ⁴	2,04	1,22	0,097	n.s.
reductie in ammoniakemissie (%)	-	40		

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
³ van de afgevoerde lucht
⁴ niet gecorrigeerd voor achtergrondconcentratie

Tabel 5: Geanalyseerde samenstelling van mest van vleesvarkens die gevoerd zijn met standaardvoer (controle) of aangezuurd voer (proef)

	ronde 1 (n = 4) ¹		ronde 2 (n = 4)		ronde 3 (n = 3)		gemiddeld	
	controle	proef	controle	proef	controle	proef	controle	proef
NH ₄ -N (g/kg)	5,29	4,72	5,93	5,26	6,48	5,20	5,90	5,06
N _{kjeldahl} (g/kg)	10,6	85,	10,4	9,7	10,4	8,9	10,5	90,
ds (g/kg)	174	125	157	150	133	128	155	134
as (% van ds)	19,3	20,2	22,1	19,4	22,8	19,9	21,4	19,8

¹ n = aantal waarnemingen



Figuur 3: Verloop van de pH-waarde van mengmest afkomstig van vleesvarkens die gevoerd zijn met standaardvoer (controle) of met aangezuurd voer (proef)

In alle gevallen geldt dat de geanalyseerde gehalten in de mest uit de proefgroep lager zijn dan de gehalten in de controlegroep.

In figuur 3 is het verloop van de pH van de mengmest per ronde weergegeven. In tabel 6 staan de gemiddelde pH-waarden van mengmest en verse urine in beide proefgroepen gedurende de drie ronden weergegeven. Daarbij wordt tevens onderscheid gemaakt tussen de start- en afmestfase. In bijlage 5 is een overzicht gegeven per ronde.

Uit de resultaten in figuur 3, tabel 6 en bijlage 5 blijkt dat de gemiddelde pH-waarde van de mengmest in de groep met standaardvoer in de start- en afmestfase vergelijkbaar is. De pH van de mengmest in de groep met aangezuurd voer is tijdens de start- en afmestfase respectievelijk 0,5 en 0,8 lager dan in de groep met standaardvoer.

De pH van de urine in de groep met standaardvoer is evenals de pH van de mengmest gedurende de start- en afmestfase vergelijkbaar. De pH-waarde van de urine in de proefgroep is in de start- en afmestfase respectievelijk 1,8 en 2,5 lager dan in de controlegroep.

3.2.3 Waterverbruik

Het gemiddelde waterverbruik van de dieren in de proefgroep bedroeg in ronde 1, 2 en 3 respectievelijk 4,32, 4,13 en 4,10 liter per dier per dag. In de controlegroep was de wateropname respectievelijk 4,24, 4,10 en 4,62 liter per dier per dag. Het waterverbruik

Tabel 6: Gemiddelde pH-waarden van mengmest en verse urine, afkomstig van vleesvarkens die gevoerd zijn met standaardvoer (controle) of aangezuurd voer (proef)

	controle	proef	SEM ¹	significantie ²
<i>pH-mengmest.</i>				
startfase	7,76	7,28	0,070	***
afmestfase	7,82	7,04	0,030	***
<i>pH-urine.</i>				
startfase	7,50	5,69	0,272	*
afmestfase	7,48	5,02	0,085	***

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

² significantie: * = (p < 0,05); *** = (p < 0,001)

in de controlegroep is gemiddeld 3% hoger in vergelijking met het waterverbruik in de proefgroep, met name als gevolg van de resultaten in de derde ronde.

3.2.4 Hokbevuiling

In tabel 7 staan de resultaten vermeld van de hok- en dierbevuilingsscores die gedurende drie ronden in de afdelingen 1 en 2 zijn uitgevoerd.

Uit tabel 7 blijkt dat er tussen de proefgroepen geen verschillen zijn aangetoond in de hok- en dierbevuiling.

3.3 Experiment II: technische resultaten en vleeskwiteit

3.3.1 Technische resultaten

In tabel 8 zijn de technische resultaten van opleg tot afleveren van de beide proefgroepen

Tabel 7: Frequentieverdeling (%) van hok- en dierbevuilingsscore in afdelingen voor vleesvarkens

	score	standaardvoer	aangezuurd voer	significantie'
rooster voor				n.s.
	0	66,6	64,8	
	1	29,6	34,7	
	2 - 3 - 4	3,8	0,5	
dichte vloer				n.s.
	0	68,5	74,1	
	1	27,3	25,4	
	2 - 3 - 4	4,2	0,5	
rooster achter				n.s.
	0	13,9	15,7	
	1	83,8	83,8	
	2 - 3 - 4	2,3	0,5	
dieren				n.s.
	0	76,9	80,1	
	1	20,4	19,4	
	2 - 3 - 4	2,7	0,5	

1 significantie: n.s.= niet significant

Tabel 8: Technische resultaten van vleesvarkens vanaf opleg tot afleveren, gevoerd met standaardvoer (controle) en aangezuurd voer (proef)

	controle	proef	SEM ¹	significantie*
aantal dieren opgelegd	99	99		
aantal hokken	9	9		
begingewicht (kg)	26,1	26,2		
eindgewicht (kg)	107,4	108,2		
groei (g/dag)	723	737	7,5	n.s.
voeropname (kg/dag)	1,97	1,95	0,020	n.s.
voederconversie	2,72	2,64	0,022	*
EW-opname per dag	2,11	2,09	0,022	n.s.
EW-conversie	2,92	2,83	0,023	*

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)

pen in afdeling 3 weergegeven. Het eindgewicht is het gewogen eindgewicht.

Uit tabel 8 blijkt dat er tussen beide proefgroepen in afdeling 3 geen significante verschillen zijn in groei, voeropname en EW-opname per dag.
Varkens die gevoerd zijn met het aangezuurde voer hebben een gunstigere voederconversie en EW-conversie ($p = 0,0357$).

In tabel 9 zijn de technische resultaten van opleg tot de eerste tussenweging op een

gewicht van circa 42 kg weergegeven. In dit traject is uitsluitend startvoer verstrekt.

Uit tabel 9 blijkt dat er tussen beide proefgroepen tot een gewicht van circa 42 kg geen verschillen zijn in groei, voeropname, EW-opname, voederconversie en EW-conversie.

In tabel 10 zijn de technische resultaten vanaf een gewicht van circa 42 kg tot het einde van de mestperiode weergegeven. In dit traject is uitsluitend afmestvoer verstrekt.

Tabel 9: Technische resultaten van vleesvarkens vanaf opleg tot circa 42 kg, gevoerd met standaardvoer (controle) en aangezuurd voer (proef)

	controle	proef	SEM ¹	significantie ²
aantal dieren opgelegd	99	99		
aantal hokken	9	9		
begingewicht (kg)	26,1	26,2		
tussengewicht (kg)	41,8	42,2		
groei (g/dag)	645	659	15,8	n.s.
voeropname (kg/dag)	1,31	1,30	0,032	n.s.
voederconversie	2,03	1,98	0,045	n.s.
EW-opname per dag	1,41	1,41	0,034	n.s.
EW-conversie	2,19	2,13	0,048	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

Tabel 10: Technische resultaten van vleesvarkens vanaf circa 42 kg tot afleveren, gevoerd met standaardvoer (controle) en aangezuurd voer (proef)

	controle	proef	SEM ¹	significantie ²
aantal dieren opgelegd	99	99		
aantal hokken	9	9		
tussengewicht (kg)	41,8	42,2		
eindgewicht (kg)	107,4	108,2		
groei (g/dag)	746	761	8,9	n.s.
voeropname (kg/dag)	2,15	2,14	0,024	n.s.
voederconversie	2,89	2,81	0,027	#
EW-opname per dag	2,30	2,29	0,025	n.s.
EW-conversie	3,09	3,00	0,028	#

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; # = ($p < 0,10$)

Uit tabel 10 blijkt dat er tussen beide proefgroepen vanaf een gewicht van circa 42 kg tot afleveren geen verschillen zijn in groei, voeropname en EW-opname per dag. Er is in de groep met aangezuurd voer een tendens tot een gunstigere voederconversie ($p = 0,066$) en een gunstigere EW-conversie ($p = 0,065$) in vergelijking met de controle-groep.

3.2.2 Slachtkwaliteit en uitval

De resultaten van de classificatie van de geslachte dieren zijn weergegeven in tabel 11. Uit tabel 11 blijkt dat er geen verschillen zijn in vleespercentage, type-beoordeling en spekdikte tussen de beide proefgroepen.

In tabel 12 is het aantal uitgevallen dieren weergegeven. Daarnaast zijn de redenen van uitval vermeld.

Uit tabel 12 blijkt dat er tussen de dieren die gevoerd zijn met standaardvoer of aangezuurd voer geen verschillen zijn in het aantal uitgevallen dieren. Ook zijn er geen duidelijke verschillen in redenen van uitval.

3.2.3 Vleeskwiteit

De resultaten van de vleeskwiteitsmetingen, uitgevoerd bij de varkens van ronde 2 uit afdeling 3 zijn opgenomen in tabel 13. De vleesvarkens zijn in twee keer afgeleverd met een tussentijd van veertien dagen. Per slachtdag is van beide proefgroepen steeds een gelijk aantal dieren geslacht. Er is geen interactie tussen slachtdag en behandeling.

Uit tabel 13 blijkt dat er tussen de proef- en controlegroep geen verschillen zijn in aanhoudingspercentage, vleespercentage,

Tabel 11: Slachtkwaliteit van vleesvarkens gevoerd met standaardvoer (controle) en aangezuurd voer (proef)

	controle	proef	SEM ¹	significantie ²
aantal dieren	97	94		
geslacht gewicht (kg)	85,0	85,8		
vleespercentage (%)	56,1	56,3	0,26	n.s.
dieren met type AA (%)	13,4	12,8		
dieren met type A (%)	84,5	84,0		n.s.
dieren met type B (%)	2,1	3,2		
spekdikte (mm)	15,84	15,95	0,304	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

Tabel 12: Uitval van vleesvarkens gevoerd met standaardvoer en met aangezuurd voer

	standaardvoer	aangezuurd voer	significantie ¹
aantal dieren opgelegd	99	99	
aantal dieren uitgevallen	5	2	n.s.
redenen van uitval:			
- luchtwegaandoening	2	1	
- zenuwstelsel	1	0	
- staartbijten	1	0	
- onbekend	1	1	

¹ significantie: n.s. = niet significant

spierdikte, spekdikte, pH-warm en pH-koud. Er is een tendens ($p = 0,094$) tot een beperktere daling van de pH van het vlees (pH-verschil) in de proefgroep ten opzichte van de controlegroep gedurende de eerste 24 uur. Het geslacht gewicht is in de analyse meegenomen, omdat in de proefgroep de

dieren een hoger gemiddeld geslacht gewicht (+2,6 kg) hadden. Er is geen verschil tussen de proefgroepen ten aanzien van de kenmerken type-beoordeling, dripverlies ($p = 0,95$) en Japanse kleurschaal ($p = 0,85$). In bijlage 6 staan de resultaten van deze analyses weergegeven.

Tabel 13: Vleeskwiteit van vleesvarkens vanaf opleg tot afleveren gevoerd met standaardvoer en aangezuurd voer

	standaardvoer	aangezuurd voer	SEM ¹	significantie*
aantal dieren	33	33		
geslacht gewicht (kg)	84,1	86,7		
aanhoudingspercentage (HGP)	79,6	79,4	0,24	n.s.
vleespercentage	55,6	56,1	0,41	n.s.
spierdikte (mm)	51,4	51,9	0,74	n.s.
spekdikte (mm)	16,3	15,8	0,50	n.s.
pH-warm	6,40	6,30	0,052	n.s.
pH-koud	5,50	5,53	0,023	n.s.
pH-verschil	0,90	0,77	0,052	#

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; # = ($p < 0,10$)

4 DISCUSSIE

4.1 Zuurgraad

De pH van verse urine is in de proefgroep tijdens de start- en afmestfase respectievelijk 1,8 en 2,5 eenheden lager dan in de controlegroep. De daling van de pH van de mengmest in de proefgroep is veel beperkter en is in de start- en afmestfase respectievelijk 0,5 en 0,8. De zuurtoediening via het voer heeft vooral effect op de zuurgraad van de urine. Zodra urine in contact komt met de vaste mest treedt een buffering op, waardoor het effect op de zuurgraad van de mest veel kleiner is. De pH van deze buffer (de mengmest) is uiteindelijk voor een groot deel bepalend voor het effect op de ammoniakemissie uit de mestkelder. Het verschil in pH-waarde van de mengmest en urine in de afmestfase tussen proef- en controlegroep is groter dan tussen beide proefgroepen in de startfase. Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt door een hogere zuurdosering in het afmestvoer (2%) ten opzichte van de dosering in het startvoer (1%).

Opvallend is de toenemende pH-waarde van urine in de proefgroep in de startfase tussen de ronden 1, 2 en 3 (zie bijlage 5), terwijl voer met dezelfde berekende voersamenstelling gevoerd is. Een duidelijke verklaring hiervoor is niet gevonden.

Voor een deel is dezelfde stijgende tendens ook waarneembaar bij de pH van de mengmest in de proefgroep. Het onderzoek is gestart met volledig schone mestkelders. In de mestkelders bleef na mestafvoer op het einde van elke mestronde ongeveer 5 - 10 cm mest achter. Dit verklaart mogelijk de hogere pH-waarde van de mengmest in de proefgroep tijdens de beginfase van de volgende ronde (ronde 2 en 3), waarbij de proefgroepen van afdeling gewisseld werden. In figuur 2 is dit effect met name zichtbaar in ronde 2. In de praktijk zal deze situatie zich niet voordoen, omdat tussen de opeenvolgende ronden hetzelfde voer gevoerd zal worden.

Het vooraf berekende Ca-gehalte per voersoort was in beide proefgroepen gelijk (bijlage 1). Uit de geanalyseerde samenstelling

van de voeders (tabel 3) bleek echter dat de Ca-gehalten in de controlevoeders hoger waren en in de proefvoeders lager dan de berekende waarden. Onderzoek van Canh et al. (1996) toont aan dat de pH van urine en de pH van mengmest sterk worden beïnvloed door het Ca-niveau en het Ca-zout. Bij een hoger gehalte aan CaCO_3 in het voer steeg de pH in de urine en mengmest, hetgeen vervolgens leidde tot een hogere ammoniakemissie. Een lager gehalte aan CaSO_4 , Ca-benzoaat en CaCl_2 daarentegen leidde eveneens tot een hogere pH van de mest en urine en een hogere ammoniakemissie. Een en ander betekent dat ten aanzien van het huidige onderzoek geen conclusies zijn te trekken omdat niet duidelijk is wat de afzonderlijke effecten van de zouten op de ammoniakemissie zijn.

Ook dEB (de electrolytenbalans) kan van invloed zijn. Uit onderzoek van Canh et al. (1996) is gebleken dat een lagere dEB ($\text{Na} + \text{K} - \text{CL}$) in het algemeen de pH van urine en mengmest verlaagt. In dit onderzoek is dEB in de aangezuurde voeders en controlevoeders nauwelijks verschillend (respectievelijk 194 meq/kg voer en 197 meq/kg voer), zodat ten aanzien hiervan geen effect op de ammoniakemissie is te verwachten.

4.2 Ammoniakemissie

De ammoniakconcentratie van de binnenkomende lucht, aangeduid als achtergrondconcentratie, is tijdens het onderzoek niet continu geregistreerd. Correctie van de emissiemetingen op de achtergrondconcentratie is daarom niet mogelijk. Hierdoor zijn de ammoniakemissiecijfers in tabel 4 een overschatting van de werkelijke waarde. In vergelijkbare onderzoeken op het gebied van emissiemetingen is de gecorrigeerde ammoniakemissie globaal 0 - 5% lager dan de ongecorrigeerde waarde.

Het patroon van de ammoniakemissie is tussen de proef- en controlegroep per ronde enigszins vergelijkbaar, al is het emissieniveau in de controlegroep bijna continu

hoger dan in de proefgroep, met uitzondering van de startperiode in ronde 3. Dit wordt mogelijk mede veroorzaakt door het hogere gehalte aan ruw eiwit in het startvoer van de proefgroep. Het effect van aangezuurd voer is in alle drie de mestronden het hoogst tijdens de afmestfase. De hogere zuurconcentratie in het afmestvoer ten opzichte van het startvoer leidt tot een lagere pH van de mest en ook tot een lagere ammoniakemissie. Het verschil in ammoniakemissie tussen beide proefgroepen is in ronde 2 (zomerperiode) het hoogst. In de zomerperiode is normaliter de ammoniakemissie hoger, vanwege hogere afdelings-temperaturen, hogere mesttemperaturen en door toename van de hokbevuiling. Het emissiepatroon van de controlegroep in ronde 2 is dan ook vrij normaal te noemen. Het emissiepatroon van de proefgroep in ronde 2 heeft een afwijkend, vlakker verloop. De verlaging van de pH van de urine en van de toplaag van de mest in de kelder heeft blijkbaar een relatief grotere invloed op de ammoniakemissie dan verhoging van de temperatuur. In Srinath en Loehr (1974) wordt deze veronderstelling bevestigd. In dat onderzoek wordt ingegaan op het effect van pH en temperatuur op de hoeveelheid vrije ammoniak in de mestvloeistof. Bij een pH van de mest boven 7,5 à 8 neemt de hoeveelheid vrije ammoniak toe naarmate de pH of de temperatuur stijgt. Bij een pH lager dan 7,5 blijkt de hoeveelheid vrije ammoniak fors te dalen, zonder dat de temperatuur nog van invloed is

Gedurende dit onderzoek is naast de ammoniakemissie ook de geuremissie in de proefafdeling gemeten volgens het protocol van de Werkgroep Emissiefactoren (1995). De eerste resultaten hiervan zijn vermeld in Verdoes en Ogink (1997). De geuremissie bedroeg gemiddeld 14,21 geureenheden per varkensplaats per seconde, een reductie van 37% ten opzichte van een traditionele huisvesting. Na correctie op ventilatiehoeveelheid bedroeg de reductie zelfs 64%. Verlaging van de ammoniakemissie gaat in dit onderzoek dus tevens gepaard met een verlaging van de geuremissie. De definitieve resultaten zullen in 1998 gepubliceerd worden.

4.3 Voersamenstelling en technische resultaten

De geanalyseerde hoeveelheid ruw eiwit in het start- en afmestvoer bedraagt respectievelijk 177 - 181 g/kg en 159 g/kg (tabel 3) en voldoet daarmee aan de minimale norm die als randvoorwaarde wordt gesteld voor ammoniakmetingen ten behoeve van Groen Label.

Uit de geanalyseerde samenstelling van de in dit onderzoek gebruikte voersoorten is verder gebleken dat de gemeten waarden in een aantal gevallen niet overeenkwamen met de vooraf berekende samenstelling. Het geanalyseerde ruw-vetgehalte in het aangezuurde start- en afmestvoer is hoger en in de controlevoerders lager dan de vooraf berekende waarde. Bij de gehanteerde analysemethode voor de bepaling van het ruw-vetgehalte (extractie met behulp van petroleumether 40 - 60 in een soxhlet apparaat) zou mogelijk het aanwezige benzoëzuur geheel of gedeeltelijk geanalyseerd worden als ruw vet. Een extra controle-analyse van de diverse componenten in standaardmengvoer met verschillende percentages toegevoegd benzoëzuur heeft deze veronderstelling bevestigd. De resultaten van deze analyses zijn weergegeven in bijlage 7. Bij een toename van het gehalte aan benzoëzuur in het voer neemt het geanalyseerde ruw-vetgehalte toe. In de startfase is het verband niet rechtlijnig, in de afmestfase wel enigszins. Het gehalte van de overige componenten wordt niet beïnvloed door toevoeging van benzoëzuur

Het Ca-gehalte in de proefvoerders is lager dan in de standaardvoerders. Het geanalyseerde calciumgehalte in het proef-afmestvoer, vermeld in tabel 3, voldoet met een waarde van $4,8:1,07 = 4,5 \text{ g/EW}$ zelfs niet aan de minimale CVB-norm van $5,1 \text{ g/EW}$ (Anonymus, 1996). Een te laag calciumgehalte heeft mogelijk een nadelige invloed op de botaanzet van het dier, maar waarschijnlijk niet op de technische resultaten. De verschillen in ruw-eiwitgehalte en ruw-celstofgehalte tussen de proefvoerders onderling en met name bij de afmestvoerders zijn beperkt. Naar verwachting zullen dergelijke

lijke verschillen weinig invloed hebben op de technische resultaten.

Er is dus geen aanleiding om te veronderstellen dat de verschillen in geanalyseerde en berekende samenstelling effecten hebben op de technische resultaten.

Wateropname/voerbenutting

Uit onderzoek van Mroz et al. (1997) bleek dat door aanzuren van varkensvoerders met calciumbenzoaat en/of een organisch zuur de wateropname en daarmee de urineproductie wordt verlaagd. De gemiddelde wateropname was in dit onderzoek in ronde 1 en 2 tussen beide proefgroepen nauwelijks verschillend. In ronde 3 werd in de groep met aangezuurd voer wel minder water (0,52 l/dier/dag) opgenomen. Een verklaring voor het feit dat in ronde 1 en 2 geen verschil in wateropname is geconstateerd maar wel in ronde 3 is niet gevonden. Het drogestofgehalte van de mest in de proefgroep is gemiddeld 21 g/kg lager dan in de controlegroep (tabel 9). Dit wordt echter met name veroorzaakt door het grote verschil in drogestofgehalte van de mest in ronde 1, terwijl in ronde 2 en 3 geen verschillen zijn waar te nemen.

In het onderzoek van Mroz, et al. (1997) is tevens vastgesteld dat door toevoeging van organische zuren in het voer de darmverteerbaarheid werd verbeterd van onder andere ruw eiwit en enkele essentiële aminozuren (beiden tot 5%) en niet-essentiële aminozuren (tot 9,8%). Aangezuurd voer in combinatie met toevoegd calciumbenzoaat (24 g/kg voer) leidde ook tot een verhoogde verteerbaarheid van genoemde componenten, echter in mindere mate als gevolg van een lagere buffercapaciteit (respectievelijk tot 1,7%, 2,4% en 4,3%).

In ons onderzoek is door het aanzuren van voer geen verbetering van de groei vastgesteld, maar wel een verbetering in voederconversie. Dit komt mogelijk door een betere verteerbaarheid van de aminozuren. De verbeterde voederconversie van de proefgroep ten opzichte van de groep met standaardvoer verklaart mogelijk voor een deel het verschil in de samenstelling van de mengmest van beide proefgroepen (tabel 5). De gehalten aan $\text{NH}_4\text{-N}$ en $\text{N}_{\text{kjeldahl}}$ in de mengmest van de proefgroep zijn in alle

gevallen lager dan in de controlegroep, mogelijk doordat er minder onverteerde voedingsstoffen worden uitgescheiden.

4.4 Vleeskwaliteit

In de zomerperiode is de kans op negatieve kwaliteitsbeïnvloeding van het vlees groter, met name ten aanzien van de pH-waarde (Klein Breteler et al., 1995). Er is om deze reden bewust voor gekozen om de vleeskwaliteitsmetingen bij de varkens van ronde 2 uit te voeren. Eventuele verschillen zijn in deze periode het eerst te verwachten. In het onderzoek zijn echter geen significante verschillen gevonden in de vleeskwaliteitskenmerken tussen de vleesvarkens die aangezuurd voer verstrekt kregen (proefgroep) en de varkens die standaardvoer kregen (controlegroep). Opvallend is wel dat de pH-koud van het vlees (24 uur na het slachten) in beide proefgroepen onder het optimale traject van 5,6 tot 5,8 ligt (Van der Fels et al., 1997). Belangrijke mogelijke oorzaken zijn de omstandigheden op de slachtdag, zoals de zorgvuldigheid rond het vervoer, de rustperiode tussen vervoer en moment van slachten, de buitentemperatuur, et cetera. De pH-koud $< 5,6$ betekent een groter risico op PSE-vlees (Pale Soft Exudative) en een pH-koud $> 5,8$ geeft een verhoogd risico op DFD-vlees (Dry Firm Dark). De kans op PSE-vlees is in beide proefgroepen dus aanwezig maar is mede van andere factoren afhankelijk (Van der Fels et al., 1997). Er is in het onderzoek een tendens tot een beperktere daling van de pH van het vlees (pH-verschil) in de proefgroep ten opzichte van de controlegroep gedurende de eerste 24 uur na het slachten. Hoewel de pH-waarde van het vlees 24 uur na het slachten in beide proefgroepen (te) laag is, lijkt het voeren van aangezuurd voer het pH-verloop van het vlees gunstig te beïnvloeden. Het verschil is echter zeer beperkt.

4.5 Benzoëzuur

De in dit onderzoek gebruikte aangezuurde start- en afmestvoerders hadden een gehalte aan benzoëzuur van respectievelijk 0,7 en 1,4%. Dit zuur is tot op heden niet toegestaan in dierlijke voeding (voor het onder-

zoek is een ontheffing verleend). Benzoëzuur is echter wel toegestaan in de humane voeding, waar het wordt gebruikt als conserveringsmiddel, echter in een concentratie van maximaal 0,1%. Naast het concentratieverschil is de eenzijdigheid van de voeding, -varkens krijgen uitsluitend voer met eventueel dit zuur-, van invloed op de totale opname van dit zuur. Nader onderzoek zal door belanghebbenden worden uitgevoerd ten behoeve van het aanleggen van een dossier om uiteindelijk toelating van benzoëzuur in de varkensvoeding te bewerkstelligen.

4.6 Economische evaluatie

Het verschil in ammoniakemissie in de proefgroep ten opzichte van de gemiddelde ammoniakemissie in een traditionele vleesvarkensstal is niet alleen een gevolg van het aangepaste voer, maar wordt ook beïnvloed door het huisvestingssysteem. In de economische berekening is daarom onderscheid gemaakt in enerzijds de extra huisvestingskosten ten opzichte van een traditionele stal-uitvoering en anderzijds de onderlinge verschillen in voerkosten. Bij de berekening van de extra huisvestingskosten van de proefafdelingen is als uitgangspunt de standaard-vleesvarkensstal genomen, zoals die is geformuleerd in Van Brakel et al. (1997). Het gaat daarbij om een stal voor 1.840 vleesvarkens met afdelingen voor 80 dieren. De hokken zijn voorzien van gedeeltelijk rooster (beton) en volledige diepe onderkeldering. De extra investerings- en jaarkosten van de vleesvarkensstal zoals

in dit onderzoek is toegepast ten opzichte van de standaardstal, zijn berekend op respectievelijk f 42,- en f 9,90 per vleesvarkensplaats(Van Brakel et al., 1997). Om eventuele verschillen tussen beide proefgroepen te bepalen, is een saldoberekening uitgevoerd. De voerprijs (exclusief BTW bij minimaal 4 ton afname) van het standaardstartvoer en het aangezuurde startvoer was gedurende het onderzoek respectievelijk f 46,80 en f 48,77. De prijs van het standaardafmestvoer en het aangezuurde afmestvoer was respectievelijk f 41,40 en f 45,23. De verschillen in voerprijzen betreffen niet alleen de extra kosten voor het toegediende zuurmengsel à f 1,50 per kg product, maar ook de extra kosten voor de gewijzigde grondstoffensamenstelling. Toevoeging van 1% zuur betekent namelijk een 1% hoger geconcentreerde voersamenstelling (van benzoëzuur is geen EW-waarde bekend; vooralsnog wordt verondersteld dat de energetische waarde nul bedraagt). De voerleverancier verhoogde als gevolg hiervan de basisprijs van het voer met 1% per procent toevoeging van zuur. De prijs van het aangezuurde startvoer en afmestvoer is daardoor extra verhoogd met respectievelijk f 0,47 en f 0,64 per 100 kg. Bij de saldoberekening is verder uitgegaan van de behaalde technische resultaten in deze proef en de prijzen zoals vermeld in KWIN-V, (1996). Naast het verschil in voerkosten is uitgegaan van gelijke overige kosten voor bijvoorbeeld uitval (3%) en gezondheidszorg, omdat geen aantoonbare verschillen zijn gevonden in uitval en veterinaire behandelingen. De saldo's zijn per gemid-

Tabel 14: Economische evaluatie van vleesvarkens vanaf opleg tot afleveren, gevoerd met standaardvoer (controlegroep) en aangezuurd voer (proefgroep)

	controlegroep	proefgroep	SEM ¹	significantie*
aantal dieren opgelegd	99	99		
aantal hokken	9	9		
totale opbrengst (gld/dier)	253,78	257,55	2,204	n.s.
gemiddelde kostprijs hip (gld/dier)	100,65	100,65		
totale voerkosten* (gld/dier)	93,37	98,92	0,706	***
overige kosten (gld/dier)	14,62	14,62		
saldo per ronde (gld/dier)	45,14	43,36	2,070	n.s.
saldo per jaar (gld/dierplaats)	143,29	137,63	6,572	n.s.

deld dier in een hok berekend en getoetst op verschillen met de variantie-analyse, volgens hetzelfde model als bij de technische resultaten. In tabel 14 staan de resultaten van de economische evaluatie weergegeven. Er is uitgegaan van een omzetsnelheid van 3,17.

Uit tabel 14 blijkt dat er geen significante verschillen zijn in totale opbrengst per dier, saldo per dier en saldo per dierplaats per jaar. Er zijn wel verschillen in totale voerkosten per dier ($p = 0,0006$). De voerkosten in de proefgroep zijn **f** 5,55 per dier, ofwel

$3,17 \times 5,55 = \textbf{f} 17,60$ per dierplaats per jaar hoger dan in de controlegroep. Hoewel er onder de proefomstandigheden tussen beide proefgroepen (dus rekening houdend met de lagere EW-conversie in de proefgroep) geen significant verschil is aangetoond in saldo, is in absolute zin het saldo per dierplaats per jaar in de proefgroep **f** 5,66 lager dan in de controlegroep. De totale extra jaarkosten per dierplaats, inclusief aangepaste huisvesting, bedragen in dit onderzoek **f** 5,66 + **f** 9,90 = **f** 15,56. In tabel 15 is een en ander in een schematisch overzicht weergegeven.

Tabel 15: Overzicht van extra kosten van aangepaste huisvesting, al dan niet in combinatie met aangezuurd voer, ten opzichte van traditionele huisvesting.

	ammoniak-emissie (kg/dpl/j)	extra investeringskosten (f /dpl) ¹	extra jaarkosten (f /dpl/j)
traditionele huisvesting (betonnen roosters)	2,5 ²		
aangepaste huisvesting (metalen roosters)	2,0	42,00	9,90
aangepaste huisvesting en aangezuurd voer	1,2	42,00	15,56

¹ f/dpl= guldens per dierplaats

² 2,5 kg/dpl/jaar is vastgestelde norm voor traditionele halfrooster vloeruitvoering met betonnen roosters

5 CONCLUSIES

- De gemiddelde pH van verse urine van vleesvarkens gevoerd met standaardstartvoer en aangezuurd startvoer is respectievelijk 7,50 en 5,69. Bij afmestvoer zijn de pH-waarden respectievelijk 7,48 en 5,02. Aanzuren van start- (1%) en afmestvoer (2%) leidt dus tot een verlaging van de urine-pH met respectievelijk 1,81 en 2,46.
- De gemiddelde pH van de toplaag (10 cm) van de mengmest van vleesvarkens gevoerd met standaardstartvoer en aangezuurd startvoer is respectievelijk 7,76 en 7,28, een verschil van 0,48. Bij afmestvoer zijn de pH-waarden respectievelijk 7,82 en 7,04, ofwel een verschil van 0,78.
- De aangepaste huisvesting voor vleesvarkens heeft in dit onderzoek geleid tot een gemiddelde ammoniakemissie van 2,04 kg per dierplaats per jaar (de standaardnorm bij traditionele huisvesting bedraagt 2,5 kg per dierplaats per jaar). De combinatie van aangepaste huisvesting en het voeren van aangezuurd voer heeft in dit onderzoek geleid tot een ammoniakemissie van 1,22 kg per dierplaats per jaar. Ten opzichte van 2,04 kg is dit een reductie van 40%. Doordat geen correctie op achtergrondconcentratie is uitgevoerd, zijn genoemde waarden een overschatting van de werkelijke ammoniakemissie.
- Het voeren van aangezuurd voer aan vleesvarkens heeft geen aantoonbare invloed op de vleeskwiteit.
- Het voeren van aangezuurd voer aan vleesvarkens heeft in dit onderzoek geleid tot een verbetering van de EW-conversie van 0,09 (2,83 ten opzichte van 2,92). Daarnaast is er geen aantoonbaar verschil gevonden in uitval van de dieren.
- Door toevoeging van een mengsel van organische zuren in startvoer (+1%) en afmestvoer (+2%) stijgen de voerkosten met gemiddeld f 17,60 per dierplaats per jaar. Vanwege de verbeterde EW-conversie daalt het saldo echter maar met f 5,66 per dierplaats per jaar. Door de combinatie van aangezuurde voeding en aangepaste huisvesting, zoals uitgevoerd in dit onderzoek, daalt de netto opbrengst per dierplaats per jaar met f 15,56 (respectievelijk f 5,66 en f 9,90).

LITERATUUR

- Anonymus 1996. *Beoordelingsrichtlijn voor emissie-arme stallen*. Uitgave maart 1996.
- Anonymus 1996. *Voedernormen landbouw-huisdieren en voederwaarde veevoerders*. Verkorte tabel 1996. Centraal veevoederbureau, Lelystad. CVB-reeks nr.20
- Brakel, C.E.P. van, G.B.C. Backus 1998. *Economische aspecten van investeringen in emissie-arme stallen*. Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen. Proefverslag in voorbereiding.
- Canh, T.T., A.J.A. Aarnink, Z. Morz and A.W. Jongbloed 1996. *Influence of dietary calcium salts and electrolyte balance on the urinary pH, slurry pH and ammonia volatilization from slurry of growing- finishing pigs*. Wageningen. Report P 96-51.
- Elzing, A. en A.J.A. Aarnink 1996. *Invloed van de zuurgraad van varkensurine op de ammoniakemissie*. Wageningen. IMAG-DLO. Rapport 96-02
- Fels, J.B. van der, J.H. Huiskes, E. Kanis, P. Walstra en B. Hulsegge 1997. *Voorspelling en beoordeling vleeskwiteit van koppels vleesvarkens*. Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen. Proefverslag Pl. 181.
- Hendriks, J.G.L. en M.G.M. Vrielink 1996a. *Aanzuren van vleesvarkensmest met organische zuren*. Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen. Proefverslag P1.148.
- Hendriks, J.G.L. en M.G.M. Vrielink 1996b. *Microbieel aanzuren van vleesvarkensmest*. Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen. Proefverslag P1. 150.
- Kauffman, R.G., G. Eikelenboom, P.G. van der Wal, B. Engel and M. Zaar 1996. *The use of filter paper to estimate drip loss of porcine musculature*. Meat Science, 32: 351-355.
- Klein Breteler, M.J.H.M., W.M. Wes, J.H. Huiskes, E. Kanis en P. Walstra 1995. *Mogelijkheden om de vleeskwiteit van koppels vleesvarkens te bepalen door het gebruik van lichtreflectiemeting*. Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen. Proefverslag Pl.119.
- Klooster, CE. van 't, B.P. Heitlager en J.P.B.F. van Gastel 1992. *Measurement systems for emissions of ammonia and other gasses at the Research Institute for Pig Husbandry*. Research Institute for Pig Husbandry, Rosmalen. Report P3.92.
- Kwantitatieve Informatie Veehouderij 1996-1997. Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden (PR), 1996.
- Mroz, Z., A.W. Jongbloed, K. Partanen, K. Vreman, J.Th. M. van Diepen, P.A. Kemme and J. Kogut 1997. *The effect of dietary buffering capacity and organic acid supplementation (formic, fumaric or n-butyric acid) on digestibility of nutrients (protein, amino acids, energy and minerals), water intake and excreta production in growing pigs*. Lelystad. Report ID-DLO no. 97.014.
- Nakai, H., F. Saito, T. Ikeda, S. Ando and A. Komatsu 1975. *Standard models of porccolour*. Bull. Nat. Inst. Animal Industry, 29: 69-74.
- Oude Voshaar, J.H. 1994. *Statistiek voor onderzoekers* Wageningen pers, Wageningen.
- Peet-Schwering, C.M.C. van der, N. Verdoes, M.P. Voermans en G.M. Beelen 1996. *Effect van voeding en huisvesting op de ammoniakemissie uit vleesvarkensstallen*. Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen. Proefverslag P1. 145.
- Peet-Schwering, C.M.C. van der, M.P. Beurskens-Voermans en N. Verdoes 1997. *Het effect van multifasenvoeding op de ammoniakemissie uit vleesvarkensstallen*. Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen. Proefverslag Pl. 176.
- SAS. 1990. SAS/STAT User's guide: Statistics (Release 6.04 Ed.) SAS Inst. Inc., Cary, NC, USA.

Srinath, E.G. and R.C. Loehr 1974. *Ammonia desorption by diffused aeration*. In: Journal WPCF, Vol. 46, no. 8.

Verdoes, N. and N.W.M. Ogink 1997. *Odour emission from pig houses with low ammonia emission*. In: Proceedings of the international

symposium Ammonia and odour control from animal production facilities. Vinkeloord, the Netherlands, pp 317 - 325.

Werkgroep Emissiefactoren, 1995. *Meetprotocol voor geuremissies van varkensstallen*.

BIJLAGEN

Bijlage 1: Grondstoffensamenstelling (%) en berekende chemische samenstelling van de voeders (g/kg)

	startvoer		afmestvoer	
	proef	controle	proef	controle
rogge	5,0	5,0	15,0	15,0
gerst	30,0	30,0	15,0	15,0
tarwe	27,8	27,2	25,0	24,2
erwten	3,5	3,5	14,5	13,0
maisglutenvoermeel		-	7,1	6,5
raapzaadschroot	3,0	3,0	2,3	2,5
sojaschroot	15,2	14,0	6,5	7,3
tarwegries	2,8	4,4	5,0	5,0
rietmelasse	5,0	5,0	3,2	6,0
diermeel	1,3	2,0		
veevoedervet	1,90	1,83	2,20	2,21
mervit methionine/cystine 393	0,55	0,56	0,35	0,36
mervit threonine 397	0,26	0,29	0,29	0,30
vloeibare lysine	0,76	0,78	0,56	0,57
calprona p	0,70	0,70		
monocalciumfosfaat	0,33	0,22		0,02
zout	0,22	0,21	0,25	0,24
mervit start 293	0,50	0,50		
mervit slachtvarkens 736		-	0,50	0,50
mervit fytase 345	0,20	0,24	0,21	0,20
krijt		0,55		1,13
organische zuren en zouten	1,0	-	2,0	
<i>Berekende chemische samenstelling</i>				
EW	1,08	1,08	1,07	1,07
vocht	131	132	130	134
darmverteerbaar lysine	8,4	8,4	7,0	7,0
darmverteerbaar meth. + cyst.	5,2	5,2	4,5	4,5
zetmeel	380	380	400	388
calcium	7,3	7,3	6,3	6,3
fosfor	4,8	4,8	4,1	4,1
verteerbaar fosfor	2,9	2,9	2,1	2,1
natrium	1,2	1,2	1,3	1,4
kalium	9,0	9,0	8,3	9,1
chloor	3,2	3,2	3,0	3,4
<i>Gehalten per kg</i>				
ruw eiwit	169	170	150	150
ruw vet	39	40	41	41
ruwe celstof	39	40	40	39
as	50	53	44	53

Bijlage 2: Technische resultaten van vleesvarkens uit de afdelingen 1 en 2 die gevoerd zijn met aangezuurd voer

	ronde 1	ronde 2	ronde 3
Oplegdatum (aantal dieren)	29-12-1995 (66)	25-04- 1996 (66)	17-09- 1996 (66)
eerste afleverdatum (aantal dieren)	03-04- 1996 (30)	07-08-1996 (19)	11-12-1996 (9)
tweede afleverdatum (aantal dieren)	17-04- 1996 (36)	21-08-1996 (17)	20-12-1996 (18)
derde afleverdatum (aantal dieren)		04-09- 1996 (30)	03-01-1997 (38)
opleggewicht (kg)	26,2	24,6	24,6
geslacht gewicht (kg)	84,7	85,6	84,5
groei (kg/dier/dag)	806	715	842
voederconversie	2,45	2,64	2,42
voeropname (kg/dier/dag)	1,97	1,89	2,04
EW-conversie	2,62	2,83	2,60
uitvalspercentage (%)	0	0	1,5

Bijlage 3: Geanalyseerde chemische samenstelling van de standaardvoeders (controle) en aangezuurde voeders (proef), uitgedrukt in g/kg

	ronde 1		ronde 2		ronde 3	
	controle	proef	controle	proef	controle	proef
<i>Startvoer¹</i>						
aantal			1	1	1	1
droge stof			88,1	89,1	87,4	87,9
ruw eiwit			178	176	176	185
ruw vet			36	38	36	41
ruwe celstof			49	46	52	45
calcium			8,0	62,	7,4	6 6
as			55	53	49	48'
<i>A fmestvoer</i>						
aantal	2	2	2	2	2	2
droge stof	88,2	89,2	88,7	88,8	87,7	87,7
ruw eiwit	156	159	163	160	159	159
ruw vet	33	45	35	48	36	47
ruwe celstof	42	42	45	49	45	47
calcium	49'6,1	46 4,4	52 70	47' 50	53 83	4 9
as						47'

¹ geen gegevens beschikbaar van ronde 1

Bijlage 4: Temperatuur , ventilatiedebiet, ammoniakconcentratie en ammoniakemissie per dierplaats per jaar van vleesvarkens, gevoerd met standaardvoer en aangezuurd voer

	controlevoer	aangezuurd voer
<i>Ronde 1</i>	(29-12-1995 t/m 17-4-1996)	(29-12-1995 t/m 17-4-1996)
% meetdagen	94	94
temperatuur ¹ (°C)	19,9	20,9
ventilatiedebiet (m ³ /uur)	2.406	2.388
ammoniakconcentratie ¹ (mg/m ³)	6,40	4,80
ammoniakemissie ² (kg/dpl/j)	1,82	1,32
reductie in ammoniakemissie (%)	-	28
<i>Ronde 2</i>	(25-4-1996 t/m 4-9-1196)	(25-4-1996 t/m 21-8-1996)
% meetdagen	98	97
temperatuur ¹ (°C)	23,5	22,9
ventilatiedebiet (m ³ /uur)	3.838	3.711
ammoniakconcentratie ¹ (mg/m ³)	5,78	3,28
ammoniakemissie ² (kg/dpl/j)	2,61	1,31
reductie in ammoniakemissie (%)	-	50
<i>Ronde 3</i>	(17-9-1996 t/m 3-1-1997)	(17-9-1996 t/m 3-1-1997)
% meetdagen	94	94
temperatuur ¹ (°C)	20,5	21,4
ventilatiedebiet (m ³ /uur)	2.584	2.770
ammoniakconcentratie ¹ (mg/m ³)	5,26	4,19
ammoniakemissie ² (kg/dpl/j)	1,52	1,31
reductie in ammoniakemissie (%)	-	13

¹ van de afgevoerde lucht

² niet gecorrigeerd voor de achtergrondconcentratie

Bijlage 5: Gemiddelde pH-waarden van mengmest en verse urine per ronde, afkomstig van vleesvarkens die gevoerd zijn met standaardvoer (controle) of aangezuurd voer (proef).

	ronde 1		ronde 2		ronde 3	
	controle	proef	controle	proef	controle	proef
<i>pH-mengmest:</i>						
startfase	7,64 (3) ¹	6,97 (3)	7,66 (3)	7,52 (3)	7,97 (3)	7,34 (3)
afmestfase	7,81 (11)	6,98 (11)	7,76(13)	7,16 (13)	7,90(11)	6,99 (11)
<i>pH-urine:</i>						
startfase	7,54 (1)	5,13 (1)	7,91 (1)	5,85 (1)	7,06 (2)	6,09 (2)
afmestfase	7,36 (2)	4,98 (2)	7,41 (2)	5,00 (2)	7,67 (3)	5,08 (3)

¹: (..) = aantal waarnemingen

Bijlage 6: Frequentieverdeling (aantal dieren) van de vleeskenmerken type-beoordeling, drip-verlies en Japanse kleurschaal

	proefgroep	controlegroep	significantie'
type-beoordeling:			
aantal dieren met type AA	2	2	n.s.
aantal dieren met type A	30	29	
aantal dieren met type B	1	2	
dripverlies:			
score 0	3	6	n.s.
score 1	16	12	
score 2	7	7	
score 3	4		
score 4	2	5	
score 5	1	2	
Japanse kleurschaal:			
score 1	1	0	n.s.
score 2	0	2	
score 3	16	15	
score 4	15	16	
score 5	1	0	

¹ significantie: n.s. = niet significant

Bijlage 7: Geanalyseerde chemische samenstelling (g/kg) van standaardvoerders met diverse gehalten aan toegevoegd benzoëzuur

Startvoer (EW = 1,08)

	hoeveelheid toegevoegd benzoëzuur:			
	0%	0,7%	1,4%	2,1%
droge stof	892	891	891	889
ruw eiwit	179	178	177	176
ruw vet	43	45	50	51
ruwe celstof	55	55	51	52
calcium	66,	67,	67,	67,
as	53	52	52	52

Afmestvoer (EW = 1,07)

	hoeveelheid toegevoegd benzoëzuur:			
	0%	1,4%	2,8%	4,2%
droge stof	888	888	885	879
ruw eiwit	164	162	160	159
ruw vet	56	65	72	81
ruwe celstof	68	71	67	66
calcium	65,	64,	63,	6,4
as	58	57	57	55

Opmerking: Doel van bovenstaande analyse was om vast te stellen of bij de bepaling van het ruw-vetgehalte in het voer (extractie met behulp van petroleuether 40 - 60 in een soxhlet-apparaat) ook het benzoëzuur geheel of gedeeltelijk geanalyseerd wordt als ruw vet. Bovenstaande resultaten bevestigen de veronderstelling. In het onderzoek was 1 en 2% van het zuurmengsel toegevoegd in respectievelijk het start- en afmestvoer, waarvan respectievelijk 0,7 en 1,4% uit benzoëzuur bestond. Daarom is in dit controleproefje steeds een meervoud van de concentratie benzoëzuur aan de voermonsters toegevoegd.

REEDS EERDER VERSCHENEN PROEFVERSLAGEN

Proefverslag Pl. 160

PVE/IKB-Productinformatie Biggen. Informatie-uitwisseling tussen vermeerderaars en vleesvarkenhouders. J.B. van der Fels en Huiskes, J.H., september 1996.

Proefverslag P1.161

Klimaatregeling met koude-opslag in vleesvarkensstallen. N.Verdoes, Telle, M.G., Mouwen, I.A.A.C., Tuinte, J.H.G., Vrielink, M.G.M. en Brakel, C.E.P. van, oktober 1996.

Proefverslag P1.162

Ro ta tiekruising in de Nederlandse varkenshouderij. Deel 1: zeugenhouderij. F.C.A.M. Broeders, Vesseur, P.C., Kanis, E. en Vonk M.C., oktober 1996.

Proefverslag P1.163

Rotatiekruising in de Nederlandse varkenshouderij. Deel 2: vleesvarkenshouderij. J. H. Huiskes en Binnendijk, G.P., oktober 1996.

Proefverslag P1.164

Invloed van huisvestingssysteem op arbeid en arbeidsomstandigheden bij dragende zeugen. P.F.M.M. Roelofs en Sande-Schellekens, A.L.P. van de, november 1996.

Proefverslag Pl. 165

Structuurrijke grondstoffen in het mengvoer van vleesvarkens. R.H.J. Scholten, Brok, G.M. den en Binnendijk, G.P., december 1996

Proefverslag P1.166

Desinfectie van bedrijfsvreemd materiaal door bloots telling aan U V-C. P.F.M.M. Roelofs, december 1996.

Proefverslag P1.167

Herstructurering intensieve veehouderij in het zuidelijk zandgebied. J.H.A.N. Adams, Backus, G.B.C., Helming, J.F.M., Vermeer, A.W. en Zeijts, H. van, december 1996.

Proefverslag Pl. 168

Bloedplasma en bloedcellen in voer voor gespeende biggen. C.M.C. van der Peet-Schwering, Binnendijk, G.P., januari 1997.

Proefverslag Pl. 169

Ammoniakemissie en kosten van een aantal huisvestingssystemen. G.M. den Brok, Vrielink, M.G.M., Beurskens-Voermans, M.P. en Brakel, C.E.P. van, februari 1997

Proefverslag P1.170

Huisvesting van varkens in één hok van geboorte tot slacht. H.M. Vermeer, Plagge, J.G., Binnendijk, G.P. en Backus, G.B.C., februari 1997.

Proefverslag P1.171

Vergelijking van vier bedrijfssystemen voor guste en drachtige zeugen. G.B.C. Backus, Vermeer, H.M., Roelofs, P.F.M.M., Vesseur, P.C., Adams, J.H.A.N., Binnendijk, G.P., Smeets, J.J.J., Peet-Schwering, C.M.C. van der en Wilt, F.J. van der, april 1997.

Proefverslag Pl. 172

Euralclar mestspoel- en mestbehandelings-systeem. J.P.B.F. van Gastel, Verdoes, N. en Beurskens-Voermans, M.P., april 1997.

Proefverslag Pl. 173

Welzijn van varkens: van verzorgingsvoorschriften naar verzorgingsmaatregelen. H. M. Vermeer, Ekkel, E.D., Groot, J.S.M. de, Klooster, CE. van 't, Peet, G.F.V. van der en Swinkels, J.W.G.M., april 1997.

Proefverslag P1.174

Het verstrekken van startvoer aan gespeende biggen vanaf 18 kg lichaamsgewicht. D.J.P.H. van de Loo, Beurskens-Voermans, M.P. en Hoofs, A.I.J., april 1997.

Proefverslag Pl. 175

Het los bijvoeren van gemalen tarwe aan gespeende biggen. R.H.J. Scholten en Binnendijk, G.P., april 1997.

Proefverslag Pl. 177

Het voeren van gemalen en geplette tarwe aan vleesvarkens. C.M.C. van der Peet-Schwering, Plagge, J.G. en Scholten, R.H.J., juni 1997.

Proefverslag P1.178

Vermindering van de ammoniakemissie door een chemische luchtwasser M.G.M. Vrielink, Verdoes, N. en Gastel, J.P.B.F. van, juli 1997.

Proefverslag P 1.179

Het los bijvoeren van geplette of gestructureerde tarwe aan vleesvarkens. R. H. J. Scholten, Plagge J.G. en Peet-Schwering C.M.C. van der, juli 1997.

Proefverslag P 1.180

Vergelijking van grondbuizen en grondwaterunit bij vleesvarkens. J. J.H. Huijben en Hoofs, A.I.J., juli 1997.

Proefverslag P 1.181

Voorspelling en beoordeling vleeskwaliiteit van koppels vleesvarkens. J.B. van der Fels, Huiskes, J.H., Kanis, E., Walstra, P. en Hulsege, B., juli 1997.

Proefverslag P 1.182

Effecten van een extra ijzerinjectie op groei en humorale immuniteit van gespeende biggen. E.M.A.M. Bruininx, Jetten, K., Schrama, J.W., Parmentier, H.K. en Swinkels, J.W.G.M., september 1997.

Proefverslag P 1.183

Vergelijking van toegelaten I&R-gebruiksmarken. E.R. ter Elst-Wahle, Roelofs, P.F.M.M. en Adams, J.H.A.N, september 1997.

Proefverslag P 1.184

Vergelijking van de kostprijs van varkensvlees in een aantal geselecteerde EU-lidstaten (Europorc). M.A.H. Vaessen en Backus, G.B.C., oktober 1997.

Proefverslag P 1.185

Varkens- en runderplasma en dierlijk en plantaardig eiwit in voer voor gespeende biggen. C.M.C. van der Peet-Schwering en Binnendijk, G.P., oktober 1997.

Proefverslag P 1.186

Bijproducten via de drinknippel bij gespeende biggen en vleesvarkens. D. J.P.H. van de Loo en Scholten, R.H.J., oktober 1997.

Proefverslag P 1.187

Bijproducten in relatie tot technische resulta-

ten en milieukeurmerken bij vleesvarkens.

R.H.J. Scholten, Hoofs A.I.J. en Verdoes N., oktober 1997

Proefverslag P 1.188

Bijproductenrantsoen voor vleesvarkens: invloed van voerniveau en aminozuregehalte. R.H.J. Scholten, Hoofs, A.I.J. en Beurskens-Voermans, M.P., oktober 1997.

Proefverslag P 1.189

Groei-, slacht- en vleeskwaliiteitsresultaten bij nakomelingen van twee verschillende eindberen. J.H. Huiskes, Binnendijk, G.P., Hoofs, A.I.J. en Theissen, M., oktober 1997.

Proefverslag P 1.190

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

Proefverslag P 1.191

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

Proefverslag P 1.192

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

Proefverslag P 1.193

Oplegstrategieën voor gespeende biggen en vleesvarkens. D.J.P.H. van de Loo, Hoofs, A.I.J. en Swinkels, J.W.G.M., november 1997.

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