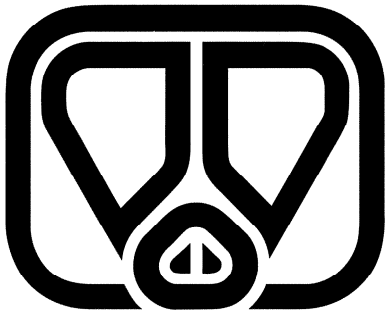


ing. J.J.H. Huijben
ing. D.J.P.H. van de Loo
ir. A.V. van Wagenberg
dr.ir. J.W.G.M. Swinkels
dr. P.C. Vesseur

Technisch functioneren van de Air Pathogen Free (APF)-stal: luchtbehandeling en hygiënemaatregelen

*Technical functioning of the
Air Pathogen Free
(APF)- facility: air treatment
and hygiene measures*



Praktijkonderzoek Varkenshouderij

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

Proefverslag nummer P 1.209
augustus 1998
ISSN 0922 - 8586

VOORWOORD

Door de ontwikkelingen in de varkenshouderij is er een toenemende aandacht voor het verminderen van ziekterisico's. Het waarborgen van voldoende zekerheid ten aanzien van de voedselveiligheid, vermindering van de kans op calamiteiten die gepaard gaan met de vernietiging van grote aantallen dieren en de noodzaak de technische resultaten te optimaliseren betekenen dat in de toekomst met steeds hogere ziekte-vrijstatussen gewerkt zal worden.

De in dit rapport beschreven "Air Pathogen Free"-stal (APF-stal) is uitgerust met overdrukventilatie in combinatie met een absoluut filtratiesysteem om infecties via de lucht te voorkomen. Daarnaast zijn ook meer gangbare methoden toegepast om ziekte-insleep via bezoekers en materialen te voorkomen. In dit onderzoek is het technisch functioneren van de APF-stal onderzocht. Daarmee heeft de toepasbaarheid van een

dergelijk systeem in de praktijk aandacht gehad. In de toekomst zal het onderzoek ingaan op de gevolgen van een dergelijk systeem voor de technische resultaten van biggen en vleesvarkens, die vanuit een bedrijf met gangbare ziekte-vrijstatus in de APF-stal worden opgelegd.

Een woord van dank voor de leden van de werkgroep APF-stal is hier op zijn plaats. In het bijzonder gaat onze dank uit naar de externe deskundigen M. Jaspers, ir. S. Bokma, ing. H.G. Bluemink, ing. A.J. van Ooijen, J. Pasman, drs. P.S. Kroon en medewerkers van de firma Ackermans-Jörgensen voor hun bijdrage en inzet.

Ir. J.A.M. Voermans,
waarnemend directeur Praktijkonderzoek
Varkenshouderij

INHOUDSOPGAVE

	SAMENVATTING	6
	SUMMARY	8
1	INLEIDING	9
1.1	Doel en afbakening	9
2	BESCHRIJVING VAN DE AIR PATHOGEN FREE-STAL	10
2.1	Accommodatie	10
2.2	De luchtbehandelingsinstallatie	11
2.2.1	Centrale voorbehandelingsunit en centraal luchtverdelingskanaal	11
2.2.2	Luchtaanvoer naar de afdelingen	13
2.2.3	Luchtverdeling in de afdelingen	13
2.2.4	Luchtafvoer uit de afdelingen	14
2.2.5	Filtering van de lucht en luchtdrukken in het systeem	14
2.2.6	Klimaatregeling en verwarming	15
2.3	Hygiëneprotocol	15
3	TESTEN VAN DE AIR PATHOGEN FREE-STAL	17
3.1	Luchtbehandelingssysteem	17
3.1.1	Luchtdruk	17
3.1.2	Luchthoeveelheid	17
3.1.3	Temperaturen	17
3.1.4	Relatieve luchtvochtigheid	17
3.1.5	Luchtsnelheid en luchtverdeling	17
3.1.6	Stof	18
3.2	Hygiëne	18
3.3	Energiegebruik	18
3.4	NH ₃ -emissie	18
4	RESULTATEN VAN DE AIR PATHOGEN FREE-STAL	19
4.1	Klimaat	19
4.1.1	Luchtdruk	19
4.1.2	Luchthoeveelheid	20
4.1.3	Temperaturen	21
4.1.4	Relatieve luchtvochtigheid	23
4.1.5	Luchtsnelheid en luchtverdeling	23
4.1.6	Stof	26
4.2	Hygiëne	26
4.3	Energiegebruik	26
4.4	NH ₃ -emissie	27
5	DISCUSSIE EN CONCLUSIE	28
5.1	Technisch functioneren van luchtbehandelings- en ventilatiesysteem	28
5.2	Hygiënemaatregelen	28
5.3	Conclusie	28
6	BETEKENIS VOOR DE PRAKTIJK	30
6.1	Extra investerings- en jaarkosten van een APF-stal voor vleesvarkens	30
6.2	Verbetering van de productieresultaten	30

LITERATUUR	32
BIJLAGEN	34
Bijlage 1: Temperatuur- en ventilatie-instellingen biggenopfokafdelingen (8 tot 23 kg)	34
Bijlage 2: Temperatuur- en ventilatie-instellingen vleesvarkensafdelingen (23 kg tot 110 kg)	35
Bijlage 3: Klasse-indeling en eigenschappen van de filters in de lucht- behandelingsinstallatie	36
Bijlage 4: Resultaten van de waarnemingen ter beoordeling van het reinigen	37
Bijlage 5: Economische evaluatie	38
REEDS EERDER VERSCHENEN PROEFVERSLAGEN	42

SAMENVATTING

Wanneer op een varkensbedrijf de insleep van ziekteverwekkers voorkomen wordt, zullen er onder de varkens, die vrij zijn van de betreffende ziekteverwekkers, minder ziektes uitbreken. Op een bedrijf kan een verkregen ziekte-vrij status beter behouden blijven. De voordelen zijn afhankelijk van het soort ziekteverwekker en kunnen tot uiting komen in betere bedrijfseconomische resultaten en/of betere afzetmogelijkheden. Zo is bijvoorbeeld de biggenexport naar een toenemend aantal Duitse deelstaten voorbehouden aan bedrijven met een Aujeszky-vrij-certificaat. Veel ziekteverwekkers voor varkens kunnen via de lucht worden verspreid (aerogene verspreiding). Luchtfiltering kan de insleep van ziekteverwekkers via de lucht voorkomen. Voor het Praktijkonderzoek Varkenshouderij is de Air Pathogen Free (APF)-stal gebouwd. De APF-stal bevat twee biggenopfok- en vier vleesvarkensafdelingen.

De APF-stal wordt met overdruk geventileerd en is uitgerust met een luchtbehandelingsinstallatie waarin de lucht wordt gefilterd met zogenaamde absoluutfilters om de insleep van ziekteverwekkers via de lucht tegen te gaan. De luchtbehandelingsinstallatie bestaat uit een centrale voorbehandelingsunit, een centraal luchtverdelingskanaal en per afdeling een nabehandelingsunit, een luchtverdelingskanaal en een luchtuitlaat. Bedrijfsmaatregelen die nodig zijn om insleep van ziekteverwekkers via andere kanalen tegen te gaan zijn opgenomen in een hygiëneprotocol (Van de Loo et al., 1996). In de periode juni 1996 tot en met juli 1997 is het technisch functioneren van de luchtbehandelingsinstallatie en de effectiviteit van een aantal hygiënemaatregelen onderzocht. Er zijn twee ronden vleesvarkens en vijf ronden biggen gedraaid.

Om het technisch functioneren van de luchtbehandelingsinstallatie te beoordelen is gedurende de testperiode het verloop van de luchtdruk op diverse plaatsen bijgehouden en zijn waarnemingen aan het binnenklimaat gedaan.

Met de luchtdrukmetingen kunnen verstoppingen of lekken in het systeem worden opgespoord.

Na een aantal technische verbeteringen aan het ventilatiesysteem bleek de gewenste luchthoeveelheid per afdeling goed te regelen. Ook is het mogelijk de lucht binnen een afdeling goed te verdelen. Hiertoe zijn drie schotjes van gelijke lengte bovenin het grondkanaal geplaatst. De schotjes zijn verdeeld over het grondkanaal loodrecht op de luchtstroom geplaatst zodat ze ieder een deel van de luchtstroom omhoog dwingen. De ingestelde afdelings- en vloertemperatuur worden zonder probleem bereikt. De normen voor CO₂- en NH₃-concentraties in de binnenlucht zijn niet overschreden. Hetzelfde geldt voor de stofconcentratie in de biggenafdelingen. De relatieve vochtigheid in een biggenopfokafdeling was gemiddeld over twee ronden 46%, terwijl als ondergrens 60% wordt gehanteerd (Werkgroep Klimaatnormen, 1989). In een vleesvarkensafdeling was gedurende een ronde in 66% van de tijd de relatieve vochtigheid lager dan de ondergrens van 50%. De gemiddelde relatieve vochtigheid over die ronde was 50%. Er hebben zich in de testperiode echter geen problemen voorgedaan die te wijten leken aan een te droge lucht. Bij het technisch functioneren werd ook het energiegebruik van de centrifugaalventilatoren in beschouwing genomen. De hieruit berekende energiekosten voor ventilatie bedragen per biggenplaats f 19,- per jaar en per vleesvarkensplaats f 30,- per jaar. Voor een conventioneel systeem wordt gerekend met f 6,- per vleesvarkensplaats per jaar (KWIN, 1997).

De bedrijfsmaatregelen voor handhaving van de hygiëne zijn opgenomen in een hygiëne-protocol. Van een aantal van de opgenomen procedures werd de effectiviteit onderzocht. De reiniging van de afdelingen werd als goed beoordeeld en uit bepalingen van het kiemgetal bleek dat de ontsmetting met formaldehyde effectief was. Ten aanzien van hygiëne hebben zich geen problemen voorgedaan.

In het kader van dit onderzoek zijn de praktijkkansen van een APF-stal voor 1.840 vleesvarkens ingeschat door middel van een

economische evaluatie. Op basis van de ingeschatte meerkosten per onderdeel bedragen de extra investeringskosten ten opzichte van een conventionele stal f 191,- per dierplaats. De jaarkosten van de APF-stal zijn ongeveer f 50,- per dierplaats hoger dan de jaarkosten van een conventionele stal. Om deze extra jaarkosten terug te verdienen moet door verbetering van de productieresultaten het saldo per vleesvarkensplaats per jaar met ongeveer f 50,- stijgen. Dit kan

bijvoorbeeld wanneer de groei per dier per dag met 9% stijgt (van 737 naar 819 gram per dier per dag) en de voederconversie met 9% daalt (van 2,78 naar 2,53 kg voer per kg groei). Het saldo per vleesvarkensplaats per jaar stijgt dan met f 50,- (Geisterfer, 1998). Voor bedrijven waar met een conventioneel systeem gemiddelde productieresultaten gehaald worden (groei 737 gram per dag, voederconversie 2,78) kan een APF-stal interessant zijn.



Luchtaanvoer via het grondkanaal onder de voergang bij vleesvarkens in de APF-stal

SUMMARY

When fewer pathogens can enter a pig facility, there is less risk of these pathogens causing disease amongst pigs free from them. The pig health status can more easily be kept on a pig farm. Depending on the kind of pathogen, the advantages can either be better economic results or better sales potential. For example, the export of piglets to a growing number of German provinces is reserved for only farms with an Aujeszky-free certificate. Many pathogens are spread through the air. Air filtering can prevent these pathogens from entering a pig facility via the air.

The Air Pathogen Free (APF) facility has been built for the Research Institute for Pig Husbandry. The APF facility contains two nursery rooms and four growing-finishing rooms.

In the APF facility, the introduction of airborne pathogens is prevented by an air treatment installation. The air treatment installation consists of a central pre-treatment unit, an air distribution channel and, for each room, a treatment unit, an air distribution channel and an air outlet. The introduction of pathogens in other ways is prevented by measurements described in a strict hygiene protocol (Van de Loo et al., 1996). The functioning of the air treatment installation and the effectiveness of some of the hygienic measures were tested between June 1996 and July 1997. Two batches of growing-finishing pigs and five batches of piglets were housed in the APF facility.

To judge the functioning of the air treatment installation during the test period the air pressure was collected and observed in several places in the system and measurements of the indoor climate within the rooms were carried out.

Blockages and leakages in the system could successfully be detected using the air pressure data. It was possible to control the amount of ventilation air in the rooms after several technical improvements. There were no problems with the air distribution within the rooms since three pieces of wood were placed in the air channel beneath the alley. The pieces of wood were placed in the air

stream in the air channel to force part of the air stream up.

The room and floor temperature gave no problems.

The measured values of CO₂ and NH₃ were always lower than the maximum acceptable concentrations. The same was found to be the case for the dust concentration. The mean relative humidity in the nursery room was 46%; 60% is seen as an acceptable lower limit (Wergroep Klimaatnormen, 1989). In a growing-finishing room the relative humidity was lower than the lower limit of 50% in 66% of the time. During the test period no problems occurred that could be caused by dry air.

The energy use of the air treatment installation was also measured. The calculated energy costs were Dfl 19.- per piglet place per year and Dfl 30.- per growing-finishing pig place per year.

The measures taken to maintain a good level of hygiene are described in a hygiene protocol. The effectiveness of several hygiene measures was tested. Cleaning the rooms was effective as was the treatment with formaldehyde to kill remaining agents in the room. During the test period no problems concerning hygiene occurred.

The economic perspective of an APF facility for 1,840 growing-finishing pigs was evaluated as a part of this study. The extra operational costs had to be offset by an improvement in pig performance. The extra investment costs compared to a regular facility were Dfl 191.- per pig place per year. The extra operating costs were Dfl 50.- per pig place per year.

To raise the gross margin by Dfl 50.- per pig place per year, the daily gain had to grow by 9% (from 737 to 819 gram per day) and the feed conversion had to improve by 9% (from 2.78 to 2.53 kg food per kg gain) (Geisterfer, 1998). For farms with a regular facility and mean production results (737 gram per day and 2.78 kg food per kg gain) an APF facility could be interesting.

1 INLEIDING

In de Nederlandse varkenshouderij wordt het belang van een erkende ziektevrij-status landelijk en op bedrijfsniveau, met name ten behoeve van export, meer en meer onderkend. Er is een landelijke ziektevrij-status voor de verwekkers van Veewetziekten (varkenspest, mond- en klauwzeer, blaasjesziekte, et cetera). Bedrijven met een ziektevrij-status voor de Ziekte van Aujeszky, schurft en snuffelziekte (Atrofische Rhinitis) kunnen worden gecertificeerd.

Voor de varkenshouder heeft een gecertificeerde ziektevrij-status meerdere voordelen. Ten eerste is een certificering naar ziektevrij-status positief voor het imago van het bedrijf en van de sector. Aan collega-varkenshouders en consument wordt getoond dat het bedrijf investeert in de diergezondheidszorg. Ten tweede hebben ervaringen in Denemarken en ervaringen van industriële subfokbedrijven in Frankrijk aangetoond dat een hoge ziektevrij-status positief uitwerkt op de technische en economische resultaten én het diergeneesmiddelengebruik terugdringt. Het behoud van marktaandeel (concurrentiepositie) kan als derde voordeel genoemd worden. De biggenexport naar een toenemend aantal Duitse deelstaten is nu bijvoorbeeld alleen voorbehouden aan bedrijven met een Aujeszky-vrij-certificaat. Het vierde voordeel van een hoge ziektevrij-status is dat de bedrijfsmaatregelen, gericht op het vrijhouden van het bedrijf van een aantal ziekteverwekkers, de verspreiding van andere op het bedrijf wél aanwezige ziekteverwekkers beperken. Hierdoor kan de door deze ziekteverwekkers veroorzaakte problematiek afnemen. Het Praktijkonderzoek Varkenshouderij meent dat ook in de toekomst het verkrijgen en handhaven van een gecertificeerde ziektevrij-status voor meer-

dere ziekteverwekkers nodig is voor behoud en verbetering van de concurrentiepositie van de Nederlandse varkenshouderij op de Europese markt en de wereldmarkt.

Vanuit deze visie heeft het Praktijkonderzoek een Air Pathogen Free (APF)-stal gebouwd op het Varkensproefbedrijf "Zuid- en West-Nederland" te Sterksel. Deze APF-stal is uitgerust met een luchtbehandelingsinstallatie met luchtfiltering en overdrukventilatie. Luchtfiltering voorkomt de insleep van ziekteverwekkers via de lucht. Ziekteverwekkers kunnen worden uitgestoten door de andere stallen van het Varkensproefbedrijf en door omliggende varkensbedrijven. Ook andere mogelijke insleepkanalen van ziekteverwekkers (diervormig materiaal, veewagens, transportmiddelen, personen, materialen, gereedschappen, ongedierte, voer en drinkwater) zijn zo volledig mogelijk afgeschermd. Bedrijfsmaatregelen die daarop zijn gericht zijn opgenomen in een hygiëneprotocol (Van de Loo, 1996).

1.1 Doel en afbakening

Het doel van dit onderzoek was het testen van het technisch functioneren van de luchtbehandelingsinstallatie en de effectiviteit van de in het hygiëneprotocol opgenomen procedures. Het onderzoek heeft betrekking op de periode juni 1996 tot juli 1997. In die tijd zijn twee ronden vleesvarkens en vijf ronden biggen gedraaid. Gedurende het testen van de APF-stal werden geen proefbehandelingen tussen of binnen de afdelingen aangebracht. Er zijn ook geen waarnemingen gedaan ten aanzien van de productieresultaten van de dieren in de APF-stal.

2 BESCHRIJVING VAN DE AIR PATHOGEN FREE-STAL

De APF-stal is ontworpen ten behoeve van het onderzoek naar vrijwaring van dierziekten. Bij de inrichting en uitvoering van het gebouw op het terrein van het Varkensproefbedrijf "Zuid- en West-Nederland" te Sterksel werd bijzondere aandacht besteed aan de hygiëne. In dit hoofdstuk wordt de stal beschreven met het accent op de luchtbehandelingsinstallatie. Voor de werkwijze met betrekking tot de handhaving van de hygiëne is een hygiëneprotocol opgesteld (Van de Loo et al., 1996).

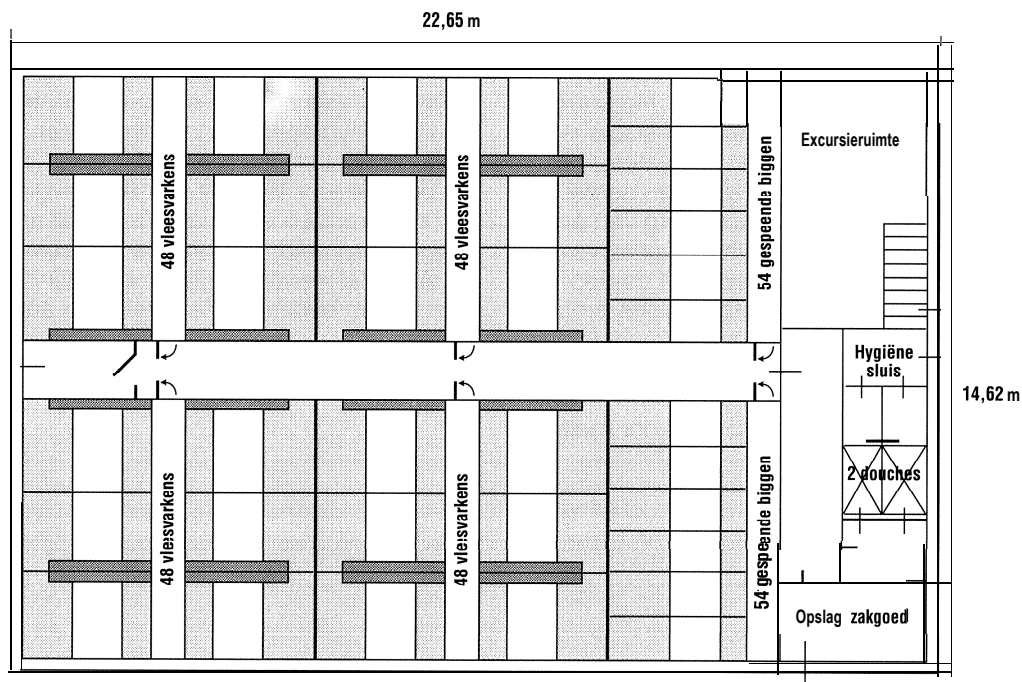
De stal wordt beschreven zoals deze bij aanvang van de proefperiode was. Waar later aanpassingen gedaan zijn wordt dit kort aangegeven en wordt de relevante paragraaf in hoofdstuk 4 vermeld. De opgenomen figuren in dit hoofdstuk tonen de eindsituatie.

2.1 Accommodatie

De APF-stal bestaat uit twee biggenopfokafdelingen, vier vleesvarkensafdelingen, een

hygiënesluis, een opslagruimte en een excursieruimte. De hygiënesluis heeft twee douches die het 'schone' en 'vuile' deel van de stal scheiden. In het 'vuile' deel van het gebouw bevindt zich de excursieruimte. Hier zijn tevens de belangrijkste meetgegevens af te lezen en kan de luchtbehandelingsinstallatie gecontroleerd en onderhouden worden. In het 'schone' deel bevinden zich de afdelingen en de voeropslag (zakvoer voor biggen). Via een deuropening naar buiten kan voer in deze ruimte worden gebracht, die vervolgens ontsmet kan worden. In figuur 1 is een plattegrond van de stal opgenomen.

De APF-stal heeft een centrale gang met aan weerszijden drie afdelingen. De eerste twee afdelingen zijn ingericht voor het huisvesten van elk 54 gespeende biggen van elk 28 dagen, 7 à 8 kg) tot 23 kg. Daarachter zijn vier afdelingen voor elk 48 vleesvarkens vanaf opleg (23 kg) tot afleveren (110 kg).



Figuur 1: Plattegrond van de Air Pathogen Free-stal

De biggenopfokafdelingen zijn Groen Labelwaardig en bevatten elk zes hokken met negen biggenplaatsen per hok. De hokken (3,20 m x 1,00 m) liggen aan één zijde van de controlegang (0,80 m breed). De vloer bestaat uit 0,60 m metalen driekantroster (noodrooster), een betegelde bolle vloer van 1,35 m en een breed mestkanaal van 1,25 meter (figuur 2). Achter in het hok zit een mestspleet van 5 cm breed. De hokafscheiding is van kunststof. De gespeende biggen in de biggenopfokafdelingen krijgen onbeperkt biggenkorrel verstrekt via een droogvoerbak geplaatst op het noodrooster. Aan de tegenoverliggende zijde, boven het noodrooster, zit een drinknippel met morsbak voor onbeperkte waterverstrekking.

De vleesvarkensafdelingen bevatten elk zes hokken met acht dierplaatsen per hok. De hokken (3,20 m x 2,05 m) liggen aan weerszijden van de controlegang (0,80 m breed) en de vloer is op dezelfde wijze ingedeeld als in de biggenopfokafdelingen (figuur 1). De mestspleet is 10 cm breed. De hokafscheiding is van kunststof. De vleesvarkens krijgen voer en drinkwater tegelijk in brijvorm verstrekt met behulp van een brijvoerinstallatie. In het brijvoer worden geen bijproducten bijgemengd. De vleesvarkens worden tweemaal per dag volgens een voerschema gevoerd in roestvrijstalen troggen met acht vreetplaatsen.

2.2 De luchtbehandelingsinstallatie

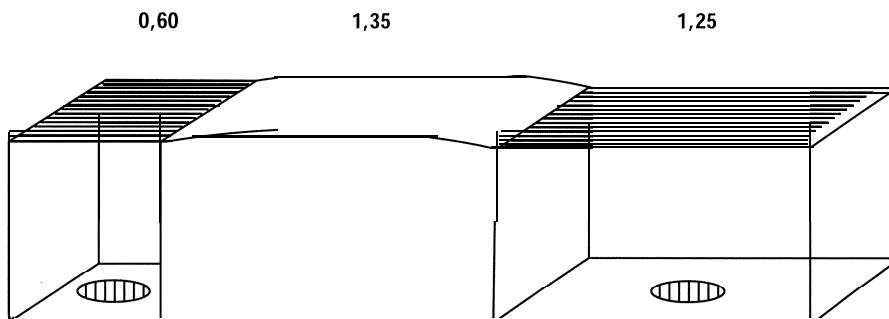
De luchtbehandelingsinstallatie bestaat uit een centrale voorbehandelingsunit, een cen-

traal luchtverdelingskanaal en per afdeling een nabehandelingsunit, luchtverdelingskanaal en luchtuitlaat.

2.2.1 Centrale voorbehandelingsunit en centraal luchtverdelingskanaal

De centrale voorbehandelingsunit bevat ventilatoren, voorfiltering en een grondwater-warmtewisselaar voor verwarming of koeling. Buitenlucht komt binnen via een opening (1 m x 2 m netto doorlaatopening) in de kopgevel van de stal op een hoogte van ongeveer 2,5 m. Om regeninslag te voorkomen zijn voor de inlaat jaloezieën geplaatst. De buitenlucht wordt aangezogen met behulp van twee centrifugaalventilatoren in de centrale voorbehandelingsunit. De ventilatoren verzorgen elk de helft van de totaal gewenste luchthoeveelheid. De kortsluiting van lucht wanneer één ventilator stilstaat (bijvoorbeeld door storing) wordt voorkomen met behulp van terugslagkleppen (zie figuur 3).

Een grondwaterwarmtewisselaar kan binnenkomende buitenlucht verwarmen of koelen. De grondwatertemperatuur is gedurende het hele jaar 10 à 12°C. Afhankelijk van verwarmings- of koelingsbehoefte zal het grondwater door de warmtewisselaar worden gepompt. Bij een buitentemperatuur van 17,5°C slaat de grondwaterpomp aan en gaat de warmtewisselaar als luchtkoeler werken. Wordt de buitentemperatuur daarna lager dan 14,5°C, dan stopt de grondwaterpomp. De condens, die bij de luchtkoeling kan ontstaan, wordt opgevangen en naar de riolering afgevoerd. Wanneer de buitentemperatuur lager dan 10,5°C wordt, gaat de



Figuur 2: Vloerindeling biggenopfok- en vleesvarkenshok in de Air Pathogen Free-stal

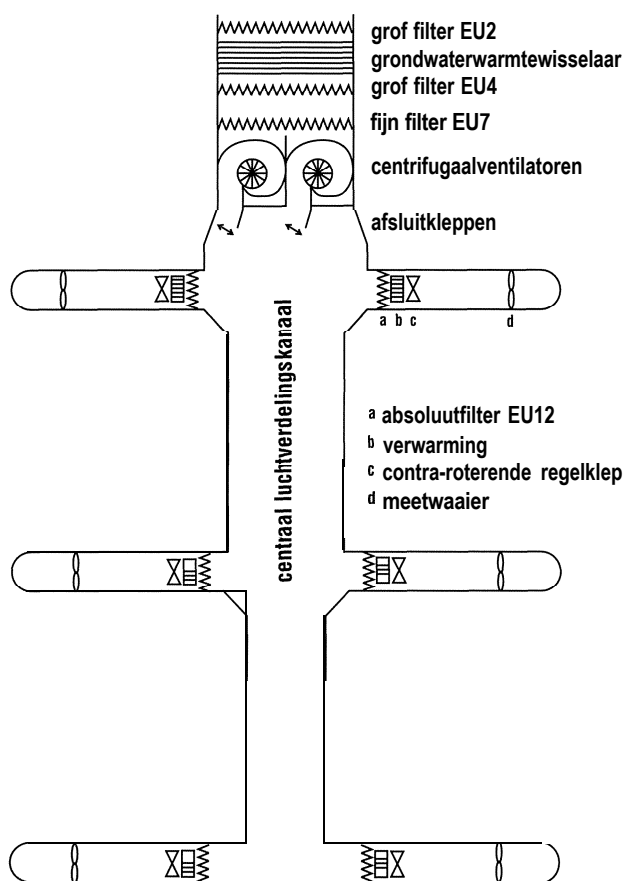
warmtewisselaar als luchtverwarmer werken. Wordt het daarna warmer dan 13,5°C, dan stopt de grondwaterpomp.

Als bij vorst door een storing de aanvoer van grondwater stopt, treedt de vorstbeveiliging in werking. Hierbij wordt het aanwezige water in de wisselaar automatisch afgetapt en wordt met perslucht de wisselaar drooggeblazen.

De voorbehandelde lucht gaat naar het centrale luchtverdelingskanaal, waar overdruk heerst. Dit kanaal ligt boven de centrale gang. Bij het ontwerp van dit kanaal is een luchtsnelheid van rond de 4 m/s nagestreefd om een turbulente luchtstroming te voorkomen. Ook bij maximumventilatie voor alle

afdelingen blijft de luchtsnelheid in het kanaal onder de norm van 6 m/s (Poly-Technisch Zakboekje, 1993). In het centrale luchtverdelingskanaal zijn de overgangen in dimensionering geleidelijk uitgevoerd en zijn afbuigingen naar de afdelingen met behulp van ronde bochten uitgevoerd. Met behulp van een aarde-aansluiting wordt voorkomen dat het centrale luchtverdelingskanaal statisch geladen wordt.

Bij aanleg van het kanaal was het de bedoeling dat de geïnstalleerde maximumcapaciteit bij de biggenafdelingen 1.500 m³/uur (27,8 m³/uur per big) zou bedragen en bij de vleesvarkensafdelingen 3.900 m³/uur (81 m³/uur per vleesvarken). In de praktijk blijkt



Figuur 3: Schematisch overzicht centrale voorbehandelingsunit met het centrale luchtverdelingskanaal en de luchtaanvoer naar de afdelingen in de Air Pathogen Free-stal (eindsituatie)

echter dat de geïnstalleerde maximumventilatie bij de biggenafdeling met schone filters 2.000 m³/uur is (37 m³/uur per dier). Dit is meer dan de streefwaarde bij het ontwerp en meer dan de veel gehanteerde norm van 30 m³/uur per dier. Dit is een gevolg van de dimensionering van het centrale luchtkanaal en de locatie van de aftakking naar de biggenafdeling, vlak achter de ventilatoren. Bij de vleesvarkensafdelingen is de gerealiseerde maximumventilatiecapaciteit met schone filters 3.250 m³/uur (67 m³/uur per dier). Dit is wat lager dan de streefwaarde bij ontwerp en ook lager dan de in de praktijk veel gehanteerde norm van 80 m³/uur per dier. Omdat de lucht wordt voorgekoeld en via een grondkanaal in de afdeling wordt gebracht mag deze norm echter met 15% worden verlaagd (Huijben, 1997). Het maximaal te realiseren ventilatiedebiet is in alle afdelingen van de APF-stal voldoende.

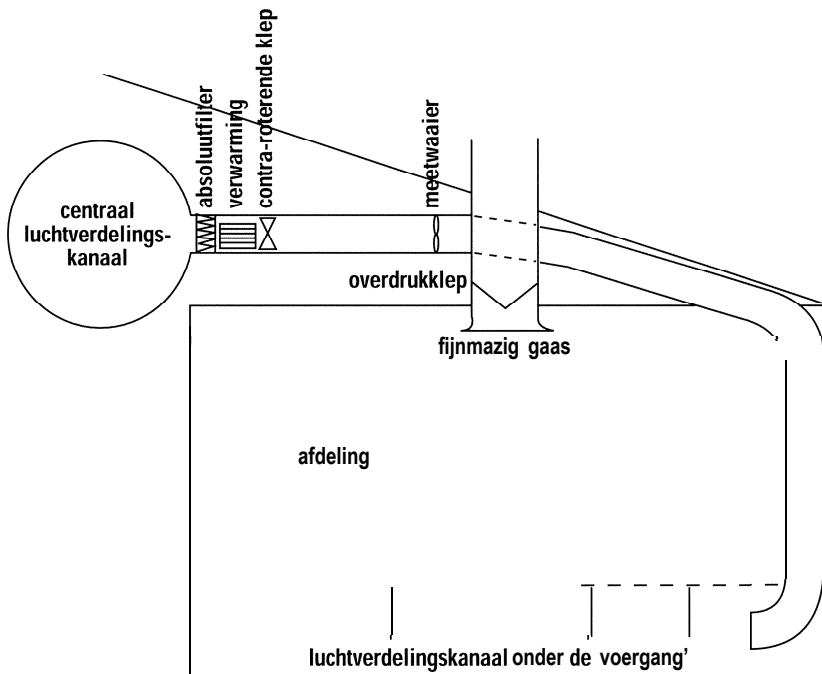
2.2.2 Luchtaanvoer naar de afdelingen

Een luchtaanvoerkanal (doorsnede 30 cm)

voert de voorbehandelde lucht vanuit het centrale luchtverdelingskanaal naar het grondkanaal (figuur 4). Per afdeling wordt de gewenste hoeveelheid lucht geregeld met behulp van een contra-roterende klep. Deze zit in het aanvoerkanal en wordt geregeld op basis van het signaal van een meetwaaier. De meetwaaier is in het luchtaanvoerkanal van de afdeling geplaatst, in eerste instantie dicht achter de contra-roterende klep, maar later ongeveer 3 meter voorbij deze klep (zie ook paragraaf 4.1.2) (zie figuur 4). Ook kan in het luchtaanvoerkanal de lucht per afdeling naverwarmd worden.

2.2.3 Luchtverdeling in de afdelingen

In eerste instantie werd de ventilatielucht verdeeld via geperforeerde slangen. Bij elke vleesvarkensafdeling werd een slang met een lengte van 5,40 m gebruikt, waarin 260 gaten met een doorsnede van 3 cm (één slang per afdeling). De luchtinlaatoppervlakte was in totaal 0,18 m² en de maximum-



Figuur 4: Dwarsdoorsnede door de centrale gang en één afdeling in de Air Pathogen Free-stal (eindsituatie)

intredesnelheid 5 m/s. Bij elke biggenopfokafdeling werd een slang met een lengte van 5,40 m gebruikt, waarin 62 gaten met een doorsnede van 4 cm. De totale luchtinlaatoppervlakte was 0,08 m² en de maximumintredesnelheid 7 m/s. Later zijn andere luchtverdeelsystemen toegepast (zie ook paragraaf 4.15).

2.2.4 Luchtafvoer uit de afdelingen

De lucht wordt afgevoerd via een luchtafvoerkoker. De constructie van de luchtafvoerkoker voorkomt regeninslag en windinvloeden. De luchtafvoerkoker is geplaatst boven in de afdeling, boven het middelste hok en zo ver mogelijk verwijderd van het grondkanaal onder de voergang. In de biggenopfok- en vleesvarkensafdelingen zijn respectievelijk één en twee luchtafvoerkokers geplaatst. Aan de onderzijde van de luchtafvoerkoker was een filterdoek (EU2) bevestigd. Dit filter weert het binnendringen van kleine voorwerpen en insecten van buiten naar binnen. Later is dit filterdoek vervangen door vliegengaas in verband met het snelle dichtslippen van het filter (zie ook paragraaf 4.1.1).

In de afvoerkoker is een gewichtsbelaste overdrukklep geplaatst. De overdruk in de afdeling wordt bepaald door deze klep en is instelbaar.

2.2.5 Filtering van de lucht en luchtdrukken in het systeem

Luchtfiltering voorkomt insleep van ziekteverwekkers - bacteriën en virussen - via de lucht. In bijlage 3 zijn de specifieke eigenschappen van de filters beschreven.

De binnenkomende lucht wordt trapsgewijs gefilterd. Voor bepaling van het benodigde filteroppervlak per filterklasse is uitgegaan van de maximaal berekende ventilatiebehoefte en de maximum-aanstroomsnelheid van de verschillende filters (bijlage 3).

De eerste filtering is geplaatst bij de luchtinlaat. Het rooster voor de wering van grof vuil en ongedierte heeft een maaswijdte van 1,5 cm. Gedurende de proefperiode is achter dit rooster nog een EU2-filter geplaatst (zie ook paragraaf 4.1.1). Vervolgens komt de grondwaterwarmtewisselaar, waarna de lucht door een groffilter (EU4) wordt gezogen. Na het groffilter is een fijnstoffilter (EU7) geplaatst.

Voor en na het grof- en fijnstoffilter wordt de druk gemeten en geregistreerd om de werking van de ventilatoren en de vervuilingsgaad van het filter te controleren.

In de nabehandeling wordt de voorbehandelde lucht met absoluutfilters gefilterd (EU1 2). Absoluutfilters weren ziekteverwekkers die zijn gehecht aan stof en andere vaste deeltjes. Voor en na de absoluutfiltering wordt tevens de druk gemeten. Uit het verloop van het drukverschil kan de vervuilingsgaad van de filters worden afgeleid.

Door toepassing van de grondwaterwarmtewisselaar wordt de lucht bij warm weer gekoeld. Het afkoelend effect van de luchtverversing is daarom groter, waardoor de luchthoeveelheid minder kan zijn. Dit verlengt de levensduur van de filters en beperkt het energieverbruik van de ventilatoren.

De filters dienen te worden vervangen als de gerealiseerde drukval boven de einddruk uitstijgt. In bijlage 3 staat per filtertype de toegestane einddruk. In de APF-stal wordt een vaste vervangingstermijn per filterklasse gehanteerd. De EU2-, EU4- en EU7-filters worden respectievelijk om de twee, vier en zes maanden vervangen. De absoluutfilters kunnen dankzij de voorfiltering naar verwachting tien jaar meegaan. Het vervangen van de absoluutfilters in de nabehandelingsunit mag alleen plaatsvinden als de afdeling leeg is, dus tussen twee ronden in.

In de centrale gang wordt de druk gemeten. Er moet een geringe overdruk zijn om een uitgaande luchtstroom te verzekeren bij het afleveren van de dieren. Ook wordt de druk in de afdelingen gemeten.

Alle signalen uit de drukmetingen worden gerelateerd aan de buitendruk (referentiedruk) en kunnen worden gebruikt voor alarmering en inzicht in de werking van het luchtbehandelingssysteem. In tabel 1 zijn richtlijnen voor de heersende druk op de verschillende locaties weergegeven. Bij bepaling van deze richtlijnen is gebruik gemaakt van de technische gegevens van de verschillende filters. Voor de drukval over andere weerstanden in het systeem (zoals bijvoorbeeld de grondwaterwarmtewisselaar) zijn aannames gedaan. De drukval

over filters en andere weerstanden in het luchtkanaal is sterk afhankelijk van de luchtsnelheid en dient daarom altijd in combinatie met de luchtsnelheid beoordeeld te worden.

De gewenste druk in het centrale kanaal wordt bepaald door de totale ventilatievraag en wordt gebruikt voor aansturing van de centrifugaalventilatoren. De druk in de afdelingen is onafhankelijk van de luchthoeveelheid omdat een overdrukklep in de luchtafvoerkoker de luchtdruk bepaalt. Via een instelbaar overdrukventiel tussen het centraal luchtverdelingskanaal wordt overdruk in de centrale gang gehandhaafd. In de situatie dat alle filters tegelijk vol zitten en ook in alle afdelingen de maximale luchthoeveelheid gevraagd wordt, zullen de ventilatoren niet volledig aan de vraag kunnen voldoen. Aangezien deze situatie zeer irreëel is, is dit bij het ontwerp van de luchtbehandelingsinstallatie niet als uitgangspunt gekozen.

2.2.6 Klimaatregeling en verwarming
Het klimaat wordt geregeld op basis van de gewenste ruimtetemperatuur. De klimaatregeling stuurt het ventilatiesysteem en de verwarming aan. De ruimtetemperatuur wordt gemeten met één voeler, geplaatst in het midden (1,3 m boven de overgang van ligruimte naar rooster) van elke afdeling. De vloertemperatuur wordt gemeten in de retourleiding van het warmwatercircuit onder de bolle vloer. Het ventilatiedebiet wordt gemeten met behulp van een meetwaaier in het luchtaanvoerkanaal. Alle meet- en regelgrootheden worden continu geregistreerd. De belangrijkste grootheden

kunnen zowel bij de afdeling als centraal (PC) bekeken en gewijzigd worden. De regeling gebeurt volledig automatisch, waarbij met de hand bijgestuurd kan worden. Het gehele regelsysteem, inclusief de alarmeringen, is aangesloten op het aanwezige ringleidingsysteem op het Varkensproefbedrijf te Sterksel.
Minimum- en maximumventilatie, ruimtetemperatuur en vloertemperatuur zijn door een curve ingegeven. De instellingen zijn vermeld in de bijlagen 1 en 2. De waarden voor de minimumventilatie en ruimtetemperatuur zijn ontleend aan de klimaatsnormen voor varkens (Werkgroep Klimaatsnormen, 1989).

De geïnstalleerde verwarmingscapaciteit in de nabehandelingsunit van de biggenopfokafdelingen heeft een vermogen van 1 kW. Bij minimumventilatie (200 m³/h) kan de lucht, die ongeveer 12°C is na het passeren van de grondwaterwarmtewisselaar, van 12°C (RV 40%) tot 26,3°C (RV 16%) worden opgewarmd. In combinatie met de warmteproductie in de stal en de warmteafgifte van de vloerverwarming is een ruimtetemperatuur van 28°C goed haalbaar. De verwarming in de nabehandelingsunit van de vleesvarkensafdelingen (2 kW) kan bij minimumventilatie (325 m³/uur) de lucht opwarmen van 12°C (RV 40%) tot 29,6°C (RV 14%).

2.3 Hygiëneprotocol

Voor handhaving van de hygiëne in de APF-stal worden alle mogelijke insleepkanalen van ziekteverwekkers afgeschermd. Alle bedrijfsmaatregelen die hiermee te maken hebben staan beschreven in het draaiboek APF-

Tabel 1: Richtlijnen voor heersende drukken op verschillende locaties in het luchtbehandelingssysteem bij gemiddelde en maximale luchtopbrengst van de ventilatoren en schone filters

	7.600 m³/uur (Pa)	17.000 m³/uur (Pa)
In de voorbehandeling, tussen EU7-filter en ventilatoren	-120	-300
Centraal kanaal	200	400
Afdelingen	40 à 80	40 à 80
Centrale gang	10 à 20	10 à 20

stal (Van de Loo et al., 1996). Hier worden de belangrijkste zaken uit dit rapport samengevat.

In het hygiëneprotocol zijn maatregelen beschreven die gericht zijn op het voorkomen van insleep van ziekteverwekkers van buitenaf. De insleep kan tot stand komen via veewagens en andere transportmiddelen, via personen, materialen, gereedschappen, ongedierte, huisdieren strooisel, voer en drinkwater.

Om de insleep via veewagens en andere transportmiddelen tegen te gaan is er een opleg-/afleverprocedure opgenomen. De deur naar buiten gaat alleen open wanneer de afdelingsdeur gesloten is. De centrale gang dient hierbij als opleg-/afleversluis. Na opleg/afleveren wordt de centrale gang ontsmet met formaldehyde.

Alle personen die de APF-stal betreden gaan door de hygiënesluis en moeten daar douchen. In de stal is bedrijfskleding aanwezig. Er worden in principe geen materialen mee naar binnen genomen. Indien dit toch nodig is, worden de materialen 5 minuten aan UV-licht blootgesteld. Dit is een effectieve manier om virussen en bacteriën op het oppervlak van gladde schone materialen te doden (Roelofs, 1997).

Om ziekte-insleep via ongedierte tegen te gaan zijn ongediertevalen geplaatst in de omgeving van de luchtbehandelingsinstallatie.

Voor het weren van ziekte-insleep via bulkvoer (vleesvarkens) en drinkwater zijn geen extra maatregelen getroffen in de APF-stal. Biggenvoer wordt aangeleverd in zakken en opgeslagen in de voeropslag. Wanneer nieuw zakgoed geleverd is wordt de voeropslag ontsmet met formaldehyde. Het is bekend dat formaldehyde de meeste bacteriën, schimmels en virussen vernietigt (VIDO, 1994).

Ook zijn er maatregelen in het hygiëneprotocol opgenomen die de overdracht van ziekteverwekkers tussen verschillende ronden tegen moeten gaan. In de APF-stal wordt het all-in all-out systeem toegepast en wordt na iedere ronde elke afdeling gereinigd en ontsmet.

Het reinigen gebeurt met een hogedrukspuit. Voordat met reinigen wordt begonnen, wordt eerst de mest uit de afdeling afgelaten. Het spoelwater van het reinigen wordt na het reinigen afgelaten en de grondkanalen worden leeggemaakt. Vervolgens wordt de afdeling ontsmet met formaldehyde.

Bij het vergassen van formaldehyde is het belangrijk dat dit snel gebeurt. Bij te trage vergassing is de aanwezige concentratie te laag. Met behulp van een pan op een elektrische kookplaat met tijd klok wordt in de APF-stal de formaldehyde op een snelle manier vergast.

3 TESTEN VAN DE AIR PATHOGEN FREE-STAL

In de proef werden waarnemingen uitgevoerd, gericht op het technisch functioneren van het luchtbehandelingssysteem en de effectiviteit van de bedrijfsmaatregelen ter handhaving van de hygiëne, zoals deze beschreven zijn in het hygiëneprotocol.

3.1 Luchtbehandelingssysteem

Ten behoeve van het tegengaan van de insleep van ziekteverwekkers via de ventilatielucht is de luchtbehandelingsinstallatie met luchtfiltering zoals beschreven in hoofdstuk 2 in de APF-stal geïnstalleerd. Om de technische werking te controleren zijn tijdens de proefperiode de in deze paragraaf beschreven waarnemingen uitgevoerd.

3.1.1 Luchtdruk

De in de stal gemeten luchtdrukken (zie hoofdstuk 2) werden wekelijks bekeken en op die manier gebruikt voor inzicht in de werking van het luchtbehandelingssysteem. Lage drukvallen kunnen bijvoorbeeld duiden op lekkage en hoge drukvallen op verstoppingen of dichtzittende filters.

3.1.2 Luchthoeveelheid

De hoeveelheid ventilatielucht die in een afdeling komt werd gemeten met behulp van de meetwaaier (Fancom) in de luchtaanvoerkoker. De signalen van deze meetwaaier gaven een indicatie of de ingestelde lucht-opbrengst ook gehaald werd.

Om te beoordelen of er voldoende luchtverversing was, werden regelmatig handmatig concentraties van de gassen CO_2 en NH_3 in de hokken gemeten met behulp van gasdetectiebuisjes (Drager). De concentraties van deze gassen in de afvoerkoker werden ook bepaald ten behoeve van de ammoniakemissiemeting (B&K-monitor).

3.1.3 Temperaturen

Omgevingstemperatuur

In alle afdelingen werd de omgevingstemperatuur continu gemeten en elk uur geregistreerd met behulp van de klimaatcomputer (Fancom). De sensor was geplaatst in het

midden van elke afdeling, 1,3 m boven de overgang van ligruimte naar achterste rooster. De door de sensor gemeten waarde werd in dit onderzoek als omgevingstemperatuur beschouwd voor de dieren. Bekeken is of de gemeten temperatuur binnen de comfortzone van de dieren viel.

Vloertemperatuur

In de aanvoer van het vloerverwarmingscircuit werd in alle afdelingen de temperatuur continu gemeten en elk uur geregistreerd met behulp van de geïnstalleerde klimaatcomputer (Fancom). Eén keer per week werd de vloertemperatuur van iedere afdeling gecontroleerd met behulp van een infraroodthermometer (TESTO). Door de infraroodthermometer op de vloer te richten kon de oppervlaktetemperatuur nauwkeurig bepaald worden.

3.1.4 Relatieve luchtvochtigheid

In één biggenopfok- en in één vleesvarkensafdeling is gedurende acht maanden (december 1996 tot en met juli 1997) de relatieve vochtigheid (RV) continu gemeten in het luchtafvoerkanaal met behulp van een B&K-monitor. In dezelfde biggenopfokafdeling is ook de RV op dierniveau geregistreerd. Met een thermo-hygrograaf (TESTO) is gedurende twee maanden, die in de meetperiode van de B&K-monitor vielen, gemeten,

3.1.5 Luchtsnelheid en luchtverdeling

Eénmaal per week werd in alle afdelingen op zes plaatsen de luchtsnelheid gemeten met behulp van een luchtsnelheidsmeter (TESTO). De metingen werden gedaan op dierniveau boven de dichte vloer in alle hokken. Aan de klimaatsinstellingen werd vooraf niets gewijzigd. Omdat het ventilatiedebiet van invloed is op de absolute waarde van de metingen mogen de resultaten van een week slechts relatief ten opzichte van elkaar worden beoordeeld.

Met behulp van rookproeven werd de luchtverdeling in beeld gebracht. Hiertoe werd de rook in het luchtaanvoerkanaal naar de afdeling geblazen.

3.1.6 Stof

In een biggenopfokafdeling zijn gedurende één ronde 24-uurs-gemiddelden bepaald van de concentratie stof in de stallucht. Op 1 m hoogte boven de ligruimte van de biggen is de hoeveelheid inspirabel stof (deeltjesgrootte $< 10 \mu\text{m}$) gemeten en op 1,70 m hoogte boven de werkgang zijn de hoeveelheden inspirabel en respirabel (deeltjesgrootte $< 5 \mu\text{m}$) stof gemeten. De metingen zijn uitgevoerd met Casella 7-hole filterhouders (type T1 3087 respectievelijk A7650/1). Het meetprotocol voor deze metingen is weergegeven in Van 't Klooster et al. (1991).

3.2 Hygiëne

In de vier afdelingen voor vleesvarkens is na één willekeurige ronde de kwaliteit van het reinigen en desinfecteren beoordeeld aan de hand van een visuele beoordeling, een ATP-meting (System SURE™) en een kiemgetalbepaling op elf plaatsen in één hok (zie bijlage 4).

De visuele beoordeling en de ATP-meting werden uitgevoerd voordat de afdeling werd ontsmet en nadat de buizen van de boxafscheidingen opgedroogd waren. Bij de visuele beoordeling werd in procenten beoordeeld op hoeveel van enkele vooraf bepaalde vakken zichtbaar vuil aanwezig was. Een vettige aanslag die met een nagel verwijderd kon worden werd hierbij beoordeeld als vuil. Een harde aanslag die niet kon worden verwijderd werd als schoon beoordeeld. De ATP-meting werd uitgevoerd volgens de System SURE™-methode. Direct na de visuele beoordeling werd met een swab het hele gemarkeerde vak bestreken. Hierbij werd de swab langzaam tegen de beweegrichting in gedraaid. De rest van de procedure is vastgelegd in het meetprotocol dat behoort bij de System SURE™. Met de ATP-meting wordt de aanwezigheid van adenosine-tri-fosfaat (ATP) uit bacteriën, schimmels, gisten en

organisch materiaal gemeten. Deze meting geeft een indicatie voor de kwaliteit van de reiniging.

De kiemgetal bepalingen werden uitgevoerd met behulp van contactafdrukken. Hierbij werden Rodac-plaatjes gebruikt, die gevuld waren met een voedingsbodem bestaande uit TSA, tween en lecithine.

Bij een kiemgetalbepaling werd het aantal levende kiemen op een bepaald oppervlak gemeten. Met deze meting wordt de effectiviteit van het desinfecteren bepaald (Roe-lofs, 1996).

3.3 Energiegebruik

Het filteren van de lucht kost extra energie omdat de drukval die over de filters ontstaat door de ventilatoren overwonnen moet worden. Om het energiegebruik te meten is een kWh-meter geplaatst.

Ook het energiegebruik voor verwarming is gemeten. Bij één biggenopfokafdeling en bij één vleesvarkensafdeling zijn hiervoor warmtemeters bij zowel ruimte- als vloerverwarming geplaatst.

De stand van de meters werd één keer per week geregistreerd.

3.4 NH₃-emissie

De ammoniakemissiemetingen zijn niet verricht volgens het protocol van Groen Label, omdat de meetwaaijer voor de bepaling van het luchtdebiet niet geijkt was.

In de afvoerkoker van één biggenopfokafdeling en van één vleesvarkensafdeling werd de NH₃-concentratie gedurende acht maanden elk uur gemeten met behulp van een B&K-monitor. De hoeveelheid ventilatielucht is gemeten in de aanvoerkoker van lucht naar de afdeling. Uurgemiddelden voor ventilatie en NH₃-concentratie zijn gebruikt voor de emissieberekening. Hierbij is uitgegaan van 90% bezetting.

4 RESULTATEN VAN DE AIR PATHOGEN FREE-STAL

Dit hoofdstuk gaat in op de meetresultaten die in de testperiode in de APF-stal zijn verzameld. Eventuele aanpassingen aan de stal of aan instellingen en de invloed daarvan op het technisch functioneren van de stal worden eveneens beschreven.

4.1 Klimaat

4.1.1 Luchtdruk

Enkele dagen na opstarten werden de drukken in de afdelingen veel hoger dan de richtlijn (tabel 1). Door het geproduceerde stof in de stal bleek het niet mogelijk te zijn om met een filterdoek (EU2) bij de luchtafvoer te werken. De filterdoeken op de afvoerkokers in de afdelingen zijn verwijderd en vervangen door vliegengaas.

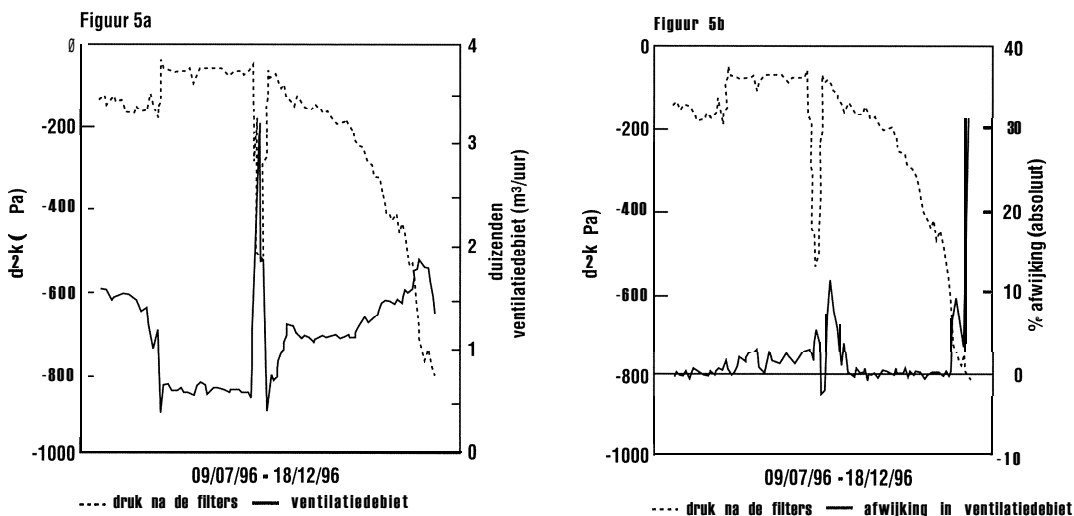
In figuur 5a en 5b is het verloop van de luchtdruk tussen het EU7-filter en de centrifugaalventilatoren weergegeven.

In de grafieken in figuur 5b zijn twee dalen te zien in het drukverloop waarin de gemeten waarde buiten de grenzen van de richtlijn valt. Het eerste dal is veroorzaakt door

een toename in ventilatie (figuur 5a). Gedurende deze periode werd er in de vier vleesvarkensafdelingen maximaal geventileerd na ontsmetting om de formaldehyde uit de stal te verwijderen. Het tweede dal bleek veroorzaakt te worden door verstoppingen in de grondwaterwarmtewisselaar. Deze bevindt zich vóór alle filters en functioneert zelf ook als filter. Ophoping van vuil tussen de lamellen van de warmtewisselaar zorgde voor een hoge drukval. Ten gevolge hiervan werd de luchtopbrengst lager en werden de afdelingen te weinig geventileerd. In figuur 5b is het oplopend verschil tussen berekend en gemeten opbrengstpercentage te zien. Na reiniging van de warmtewisselaar bleek dit probleem opgelost. Om een dergelijk probleem in de toekomst te voorkomen is vóór de warmtewisselaar een filterdoek (EU2) geplaatst (figuur 3).

Het drukverloop gedurende twee ronden in een vleesvarkensafdeling is opgenomen in figuur 6.

Uit figuur 6a blijkt dat de druk in de afdeling nogal schommelde en aan de lage kant was



Figuur 5: Druk tussen EU7-filter en ventilatoren en ventilatiedebiet in een vleesvarkensafdeling, absolute afwijking van de curve van de luchtopbrengst

vergeleken met de streefwaarde (tabel 1). Door de uitstroomweerstand van de lucht naar buiten te verhogen werd het drukverloop wat stabielier. De kleppen in de afvoerkokers zijn hiertoe verzwaard, waardoor de overdruk in de afdelingen steeg (figuur 6b).

4.1.2 Luchthoeveelheid

Bij aanvang van de proefperiode bleek dat de meetwaaiers in het luchtaanvoer kanaal een sterk schommelend signaal afgaven. Hierdoor werd de luchthoeveelheid slecht

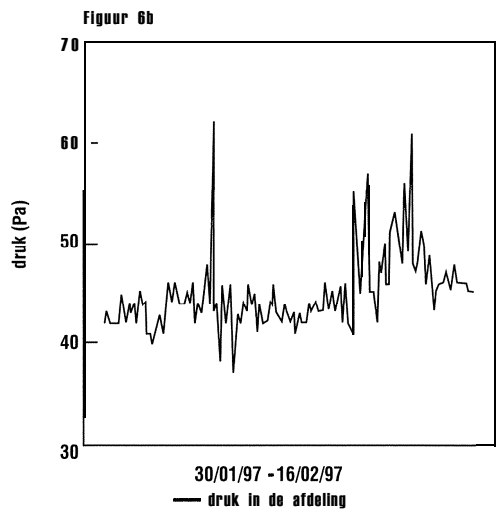
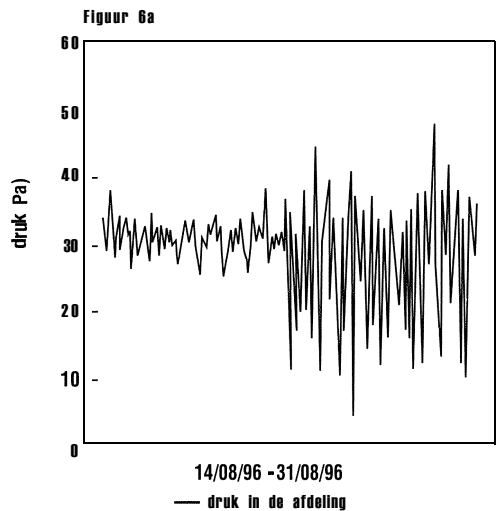
geregeld. De meetwaaiers waren te kort achter de contra-roterende klep gemonteerd waar de luchtstroming nog turbulent was. Een stabiele meting van het luchtdebiet was niet mogelijk. De meetwaaiers zijn direct na opstarten van de installatie enkele meters opgeschoven, waarna wel een goed meet-signaal verkregen werd.

Ook bleek dat de ingestelde minimumventilatie bij de biggenopfokafdelingen (200 m³/uur) te laag was om goed gemeten te

Tabel 2: Resultaten CO₂- en NH₃-concentratie-metingen in de afvoerkoker van de biggen- en vleesvarkensafdeling op basis van daggemiddelden

	Norm*	Gemiddeld	Standaardafwijking	Maximum
Biggenopfok				
CO ₂ -concentratie	< 0,2 vol %	0,12 vol %	0,03 vol %	0,17 vol %
NH ₃ -concentratie	< 10 ppm	5,3 ppm	2,2 ppm	9,2 ppm
(23-1-97 tot 16-4-97, 2 ronden)				
Vleesvarkens				
CO ₂ -concentratie	< 0,2 vol %	0,14 vol %	0,01 vol %	0,17 vol %
NH ₃ -concentratie	< 10 ppm	5,8 ppm	1,4 ppm	10,0 ppm
(5-3-97 tot 24-6-97, 1 ronde)				

* Werkgroep Klimaatnormen, 1989



Figuur 6: Drukverloop van twee ronden van een vleesvarkensafdeling, voor en na verzwaard van de luchtuitlaatklep

kunnen worden. De aanloopweerstand van de meetwaaier werd bij dit debiet maar net overwonnen waardoor de regeling instabiel werd. Later is een verbeterde meetwaaier geïnstalleerd.

Gedurende ronde 1 zijn bij zowel de biggen als de vleesvarkensafdelingen geen problemen ten gevolge van een slechte stalluchtkwaliteit opgetreden. Uit handmatige metingen met behulp van gasdetectiebuisjes bleek dat de luchtkwaliteit in de hokken aan de normen voldeed voor wat betreft CO_2 - en NH_3 -concentratie.

Tevens is de CO_2 - en NH_3 -concentratie in de afvoerkoker gemeten. De resultaten geven een indicatie voor de kwaliteit van de uitgaande lucht en zijn opgenomen in tabel 2.

Er was weinig variatie in de gemeten concentraties (lage standaardafwijking). De hoogst gemeten concentraties lagen binnen de normwaarde. Ook bij minimumventilatie zijn de normen dus niet overschreden.

4.1.3 Temperaturen

De in de stal gewenste temperatuur gedurende een ronde wordt ingegeven via een curve. De instellingen van de curve voor biggen hebben gedurende de proefperiode de volgende wijzigingen ondergaan:

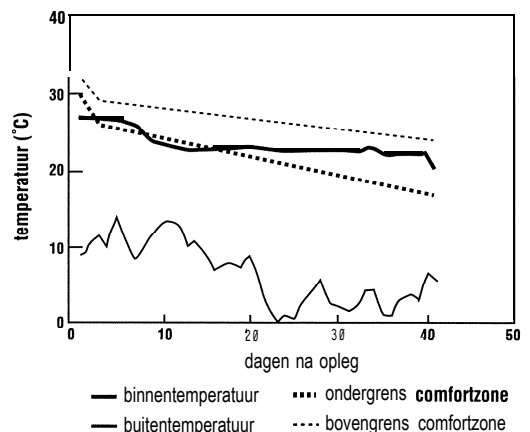
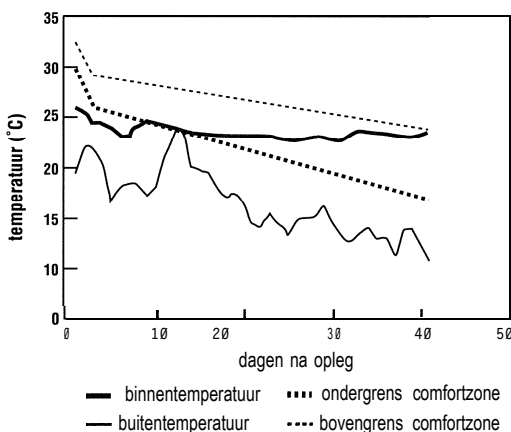
- Op dag 3 is een knippunt toegevoegd om

energie te besparen. Zodra de biggen opgelegd zijn duurt het enige tijd voordat er voer opgenomen wordt, onder andere door het optreden van stress als gevolg van verplaatsen en gewenning aan de nieuwe omgeving. Daarom dient de afdelingstemperatuur bij opleg van de biggen relatief hoog te zijn. Binnen drie dagen nemen alle biggen voer op en kan dus de ingestelde temperatuur naar beneden. Hiervoor is geen hele week nodig.

- Voor dagnummer 14 werd de instelling gewijzigd om een geleidelijker verloop van de curve, en daarmee van de ventilatie, te krijgen. De gewijzigde curve-instellingen zijn opgenomen in bijlage 1.

In figuur 7 zijn daggemiddelden van de buitentemperatuur en van de gerealiseerde temperatuur in een biggenafdeling gedurende een ronde in een koude en gedurende een ronde in een warmere periode weergegeven. Ook zijn in de figuur de berekende grenzen van de comfortzone van de biggen aangegeven bij een voerniveau van 3,5 keer onderhoud en een dichte geïsoleerde vloer (Sterrenburg en Van Ouwkerk., 1986).

Uit figuur 7 blijkt dat de luchttemperatuur in de biggenopfokafdeling voor beide situaties vrijwel onafhankelijk is van de buitentemperatuur. In het begin van de ronde in de



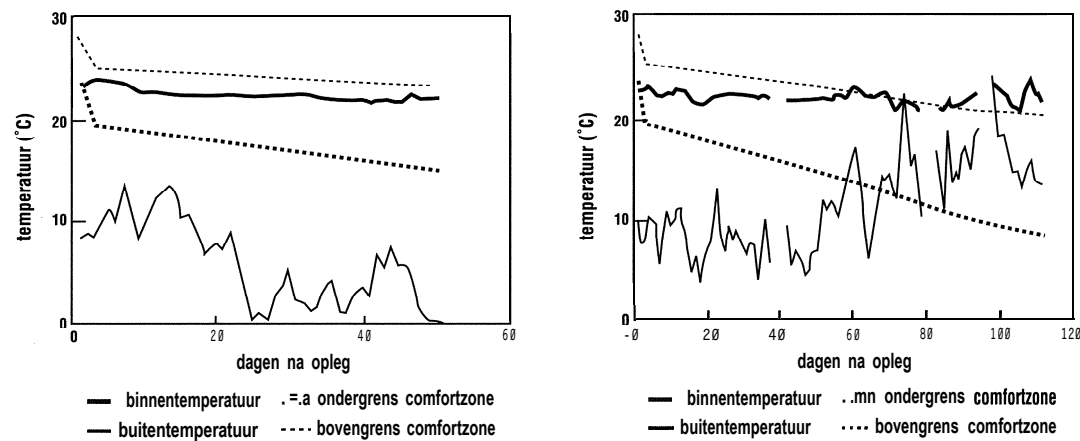
Figuur 7: Daggemiddelden van buiten- en afdelingstemperatuur gedurende een koude en een warmere periode in een biggenopfokafdeling van de Air Pathogen Free-stal met grenzen van de comfortzone (Sterrenburg en Van Ouwkerk, 1986)

warme periode (links) was de luchttemperatuur in de stal te laag. Dit had te maken met een verkeerde instelling op de klimaatcomputer. Een te lage temperatuur in de stal betekent dat de biggen niet optimaal zullen groeien. Voor het op temperatuur houden van het lichaam is extra energie nodig, die niet ten goede kan komen aan de groei.

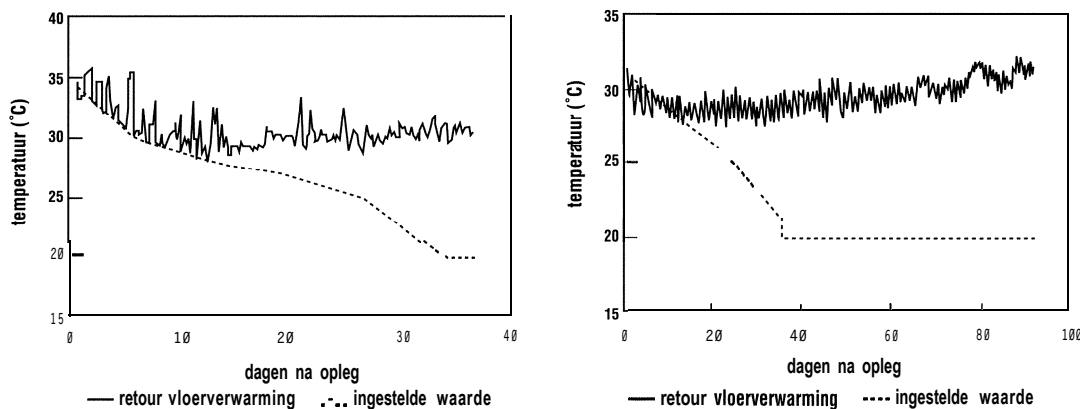
In figuur 8 zijn daggemiddelden van de buiten- en afdelingstemperatuur van een vleesvarkensafdeling opgenomen, voor een

ronde in een warmere periode en de eerste helft van een ronde in een koude periode. Tevens zijn in figuur 8 de grenzen van de comfortzone aangegeven bij een voerniveau van 3,5 keer onderhoud en een dichte geïsoleerde vloer (Sterrenburg en Van Ouwkerk, 1986).

Bij de vleesvarkens kon onder normale omstandigheden de luchttemperatuur in de stal binnen de comfortzone van de dieren gehouden worden. Bij warm weer werd bij



Figuur 8: Daggemiddelden van buiten- en afdelingstemperatuur gedurende een koude en een warmere periode in een vleesvarkensafdeling van de Air Pathogen Free-stal met grenzen van de comfortzone (Sterrenburg et al., 1986)



Figuur 9: Temperatuurverloop in retourleiding vloerverwarmingscircuit voor zowel biggenopfok- als vleesvarkensafdeling

zwarte varkens de bovengrens van de comfortzone overschreden, waardoor de varkens voer zullen hebben laten staan. Dit is normaal onder deze warme omstandigheden.

In figuur 9 is de watertemperatuur in de retourleiding van de vloerverwarming gedurende een ronde opgenomen voor een vleesvarkens- en voor een biggenopfokafdeling.

Uit deze figuur blijkt dat voor beide diercategorieën de ingestelde temperatuur zonder probleem wordt bereikt. Wanneer de dieren zwaarder worden neemt de ingestelde vloertemperatuur af, maar de temperatuur van het verwarmingswater blijft hoger omdat de lichaamswarmte van de dieren via de vloer aan het water wordt afgegeven. Controlemetingen met een infraroodthermometer gaven aan dat de temperatuur die de klimaatcomputer registreerde representatief was voor de gerealiseerde vloertemperatuur.

4.1.4 Relatieve luchtvochtigheid

De resultaten van de metingen van de relatieve luchtvochtigheden zijn opgenomen in tabel 3.

Geadviseerd wordt voor biggen een relatieve vochtigheid tussen de 60 en 80% en voor zwaardere varkens een relatieve vochtigheid tussen de 50 en 80% (Werkgroep Klimaatnormen, 1989). Ondanks dat niet binnen deze grenzen gebleven is, zijn er geen pro-

blemen opgetreden die te wijten leken aan een te droge lucht (bv. luchtweginfecties). Bevochtigen lijkt dus niet nodig.

4.1.5 Luchtsnelheid en luchtverdeling

In het begin van de periode werd in alle afdelingen de lucht verdeeld via geperforeerde slangen zoals beschreven in hoofdstuk 2. De luchtsnelheidsmetingen op dierniveau zijn gedaan bij circa 50% ventilatie (circa 1.500 m³/uur). De resultaten varieerden tussen de 0,1 en 0,37 m/s. Op enkele plaatsen was de luchtsnelheid hoger dan de norm van maximaal 0,2 m/s op dierniveau (Werkgroep Klimaatnormen, 1989). Er kon dus tocht optreden in enkele hokken. De luchtsnelheid varieerde erg per hok. Bij roekproeven bleek dat de luchtverdeling niet goed was: in enkele hokken werd te veel ververst en in andere hokken te weinig. Andere slangen zijn getest, waarbij de grootte van de openingen en het aantal openingen gevarieerd werd. Toepassing van deze andere slangen leidde niet tot een afdoende verbetering van de luchtverdeling. Vanwege de slechte luchtverdeling was het nodig te zoeken naar andere luchtverdelingssystemen dan slangen. Er zijn in dit kader drie alternatieven getest. In één vleesvarkensafdeling zijn rubberen stalmatten verdeeld op het driekantrooster in de voergang aangebracht (zie figuur 10). De matten werden zo neergelegd dat er openingen tussen de stalmatten bleven van 46 cm breed en 57 cm lang bij de aanvoerkoker,

Tabel 3: Resultaten van luchtvochtigheidsmetingen voor biggenopfok- en vleesvarkensafdeling (relatieve vochtigheden) op basis van daggemiddelden

	Norm*	Gemiddeld (RV)	Standaard-afwijking (RV)	minimum (RV)	% tijd onder de norm
Biggenopfok	60 - 80 %				
- in de afvoerkoker (B&K)		48%	9%	31%	96%
- in de afdeling (TESTO)		44%	6%	32%	100%
(23-1-97 tot 16-4-97, 2 ronden)					
Vleesvarkens	50 - 80 %				
- in de afvoerkoker (B&K)		50%	10%	28%	66%
(5-3-97 tot 24-6-97, 1 ronde)					

* Werkgroep Klimaatnormen, 1989

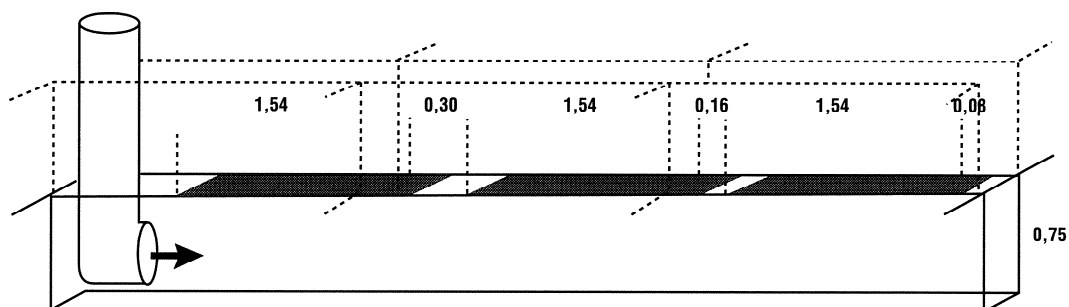
30 cm breed en 57 cm lang bij de eerstvolgende hokafdeling, 16 cm breed en 57 cm lang bij de volgende hokafdeling en 8 cm breed en 57 cm lang aan het eind van het grondkanaal bij de afdelingsdeur. De totale luchtinlaatoppervlakte in deze afdeling was daardoor 0,57 m²

In een tweede vleesvarkensafdeling werd met behulp van houten schotjes in het grondkanaal (breedte 57 cm) de lucht over de afdeling verdeeld (zie figuur 11). De schotjes dwingen de lucht uit het luchtkanaal naar boven de voergang in. Daarbij was het eerste schotje het dichtst bij de luchtaanvoer in de afdeling op de helft van het eerste hok 15 cm breed en 57 cm lang. Het was geplaatst tegen de onderkant van de driekantrasters boven in het grondkanaal. Het tweede schotje was 30 cm breed en 57 cm lang en geplaatst ter hoogte van de hokafdeling tussen het eerste en het

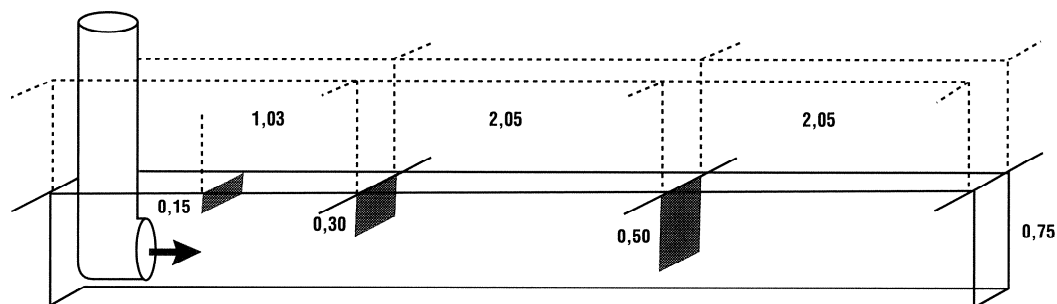
tweede hok in het grondkanaal. Ook dit werd bevestigd aan de onderkant van de driekantrasters boven in het grondkanaal. Het derde schotje was 50 cm breed en 57 cm lang en geplaatst ter hoogte van de hokafdeling tussen het tweede en het derde hok in het grondkanaal. De vrije ruimte voor de lucht was respectievelijk 60 cm, 45 cm en 25 cm ter breedte van het grondkanaal.

Als derde alternatief werd er in één vleesvarkensafdeling onder de roosters van de voergang een ventilatiebuis (Scan-air B.V., Mill) opgehangen. Deze bestaat uit een kunststof bovenkant, waaraan een stoffen filterdoek met klittenband wordt bevestigd. Via geleidingsprofielen neemt deze filterdoek de vorm van een ronde buis aan. Hierbij kan lucht aan het doek ontsnappen door de aanwezige fijne poriën in het doek (figuur 12).

De resultaten van de luchtsnelheidsmetin-



Figuur 10: Luchtverdelingssysteem met behulp van rubber stalmatten in de Air Pathogen Free-stal



Figuur 11: Luchtverdelingssysteem met behulp van schotten in de Air Pathogen Free-stal

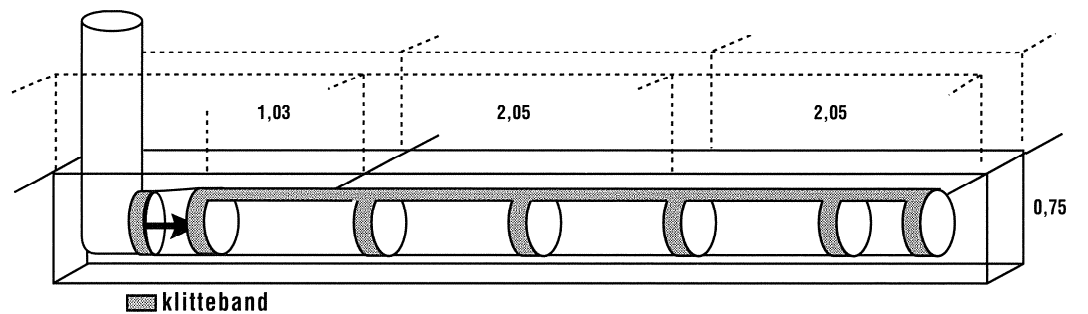
gen (gemiddelden) bij deze drie systemen zijn opgenomen in tabel 4. De metingen zijn gedaan bij circa 50% ventilatie. Hok 6 is hierin het hok het dichtste bij het uiteinde van de luchtaanvoerbuis en hok 1 is daarvan het verst verwijderd.

Bij deze systemen was de maximale luchtsnelheid op dierniveau bij een vergelijkbaar ventilatie-debiet minder hoog dan bij de verdeling van lucht via de slang. Ook gaven rookproeven te zien dat de luchtverdeling veel verbeterd was en dat alle drie de syste-

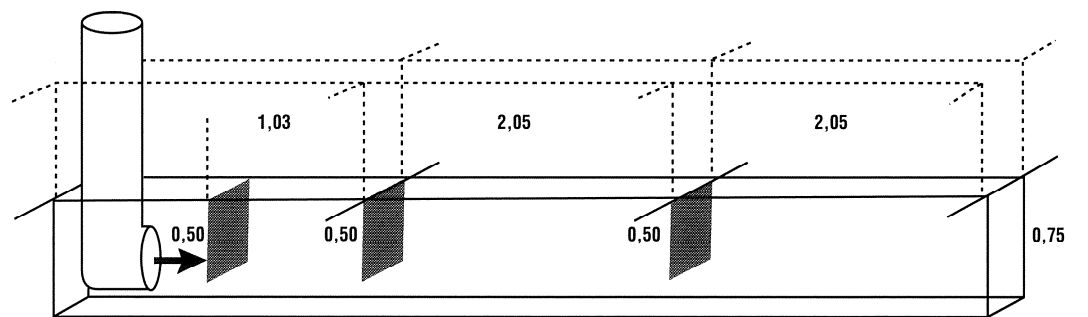
men goed voldeden, Omdat de luchtverdeling met behulp van schotjes het meest praktisch was, vooral om hygiënische redenen, is deze variant gekozen in plaats van de geperforeerde slangen. De luchtverdeling met behulp van schotjes zoals in figuur 11 is geschetst was erg goed bij lagere ventilatie-debieten (circa 50% ventilatie). Bij hogere debieten lieten rookproeven zien dat er nog steeds veel lucht onder de eerste twee schotten doorschoot, waardoor in hok 1 en 2 veel meer verse lucht kwam dan in hok 5 en 6. Om dit tegen te

Tabel 4: Gemeten luchtsnelheden (m/s) op dierniveau in vleesvarkensafdelingen in zes hokken bij circa 50% ventilatie

	hok 1	hok 2	hok 3	hok 4	hok 5	hok 6
rubber matten	0,15	0,16	0,19	0,17	0,11	0,12
schotten	0,19	0,20	0,20	0,18	0,09	0,11
ventilatiebuis	0,18	0,20	0,18	0,24	0,17	0,16



Figuur 12: Luchtverdeling met behulp van ventilatiebuis in de Air Pathogen Free-stal



Figuur 13: Het uiteindelijk toegepaste luchtverdeelsysteem in de afdelingen van de Air Pathogen Free-stal

Tabel 5: Resultaten van de stofmetingen in een biggenopfokafdeling, gemiddelden per ronde en standaardafwijking (tussen haakjes)

	inspirabel stof (mg/m ³)	respirabel stof (mg/m ³)
op 1,7 meter boven voerpad	0,7 (1,0)	0,3 (0,7)
op 1 meter boven de ligvloer	1,2 (1,0)	

Respirabel stof (deeltjesgrootte < 5 µm) is een fractie van inspirabel stof (deeltjesgrootte < 10 µm). Een norm voor de maximale stofconcentratie in stallucht is 2,4 mg/m³ (Donham, 1987).

gaan zijn de eerste twee schotten vervangen door grotere schotten (50 cm x 57 cm), zodat alle schotten even groot waren. Het uiteindelijk toegepaste luchtverdeelsysteem is geschetst in figuur 13.

4.1.6 Stof

Van de resultaten van de stofmetingen in de biggenopfokafdeling (24 uren-gemiddelden) is voor de twee locaties de gemiddelde stofconcentratie gedurende een ronde bekend. Het resultaat is opgenomen in tabel 5. Respirabel stof (deeltjesgrootte < 5 µm) is een fractie van inspirabel stof (deeltjesgrootte < 10 µm). Een norm voor de maximale stofconcentratie in stallucht is 2,4 mg/m³ (Donham, 1987).

4.2 Hygiëne

Het resultaat van de visuele beoordeling laat zien dat in één vleesvarkensafdeling de reiniging van twee van de elf waarnemingsplaatsen (bijlage 4), de hokafscheiding en de binnenkant van de trog, niet met 100% werd beoordeeld (beoordeling was 90% respectievelijk 95%). Er was nog een vettige aanslag aanwezig. Voor de drie andere vleesvarkensafdelingen werd de reiniging van alle elf waarnemingspunten met 100% beoordeeld.

De gemiddelde ATP-waarde over de elf waarnemingsplaatsen varieerde tussen de 700 en 1.400 voor de vier vleesvarkensafdelingen waar de waarnemingen uitgevoerd zijn (bijlage 4). Bij reinigen met water van een biggenopfokafdeling in een ander onderzoek was de gemiddelde bepaalde ATP-waarde over tien waarnemingspunten 5.300, bij reiniging met schuim 840. Voor een kraamhok was dit 3.500 respectievelijk

2.500. De in de APF-stal bepaalde ATP-waarden zijn dus relatief laag, wat duidt op een goede reiniging (Roelofs, 1997). Ter beoordeling van de kwaliteit van het ontsmetten is het kiemgetal bepaald. Met behulp van een waarderingscijfer dat Essens (1991) koppelt aan het aantal kiemen per 16 cm* zijn de metingen beoordeeld (tabel 6).

Het gemiddelde kiemgetal over de elf waarnemingsplaatsen (bijlage 4) na ontsmetting met formaldehyde varieerde voor de vier afdelingen tussen de 10 en 60. Het kiemgetal op de dichte vloer in twee van de vier afdelingen was erg hoog in verhouding tot alle overige waarnemingen (338 en 185 kiemen). Ook waren de kiemgetallen op de achterste roosters relatief hoog: gemiddeld over de vier waarnemingen 60.

4.3 Energiegebruik

Met behulp van kWh-meters is het energiegebruik van de centrifugaalventilatoren bepaald. De waarnemingen zijn uitgevoerd van 26-6-1996 tot 4-6-1997 (343 dagen). In deze periode hebben de ventilatoren 33.424 kWh gebruikt. Over deze periode is gemiddeld 78% van de ventilatie voor de vier vleesvarkensafdelingen geweest. Bij een

Tabel 6: Waarderingscijfer van het aantal kiemen per 16 cm* (Essens, 1991)

aantal kiemen	waarderingcijfer
0 - 50	10
51 - 250	5
> 250	1

kWh-prijs van 24 cent (KWIN, 1997) betekent dit ongeveer f 30,- elektriciteitskosten per vleesvarkensplaats per jaar. Per biggenplaats is dit f 19,- aan elektriciteitskosten per jaar voor de ventilatoren.

Gedurende de periode 16-12-96 tot 4-6-97 is het energiegebruik van de ruimte- en vloerverwarming in een biggenopfok- en een vleesvarkensafdeling gemeten. Door de ruimteverwarming in een biggenopfokafdeling is gedurende dit half jaar 3.721 MJ verbruikt. Dit komt neer op f 0,64 per dierplaats voor dit half jaar, bij een energieprijs van 59 cent per m³ aardgas (KWIN, 1997). In de geteste luchtbehandelingsinstallatie is op meerdere momenten binnenkomende ventiliatielucht, die werd gekoeld door de grondwaterwarmtewisselaar, in het luchttoevoerkanaal naar de biggenopfokafdelingen weer verwarmd. Hierdoor is meer energie gebruikt voor de ruimteverwarming dan onder opti-

malere omstandigheden, Voor de vloerverwarming is gedurende dit half jaar 454 MJ verbruikt. Dit komt neer op f 0,08 per dierplaats voor dit half jaar. De ruimteverwarming in de vleesvarkensafdeling is niet aan geweest. Voor de vloerverwarming in de vleesvarkensafdeling is 550 MJ verbruikt, wat neerkomt op f 0,09 per dierplaats voor dit half jaar.

4.4 NH₃-emissie

Bij de biggen zijn gedurende twee ronden ammoniakmetingen uitgevoerd en bij de vleesvarkens gedurende een ronde. De resultaten staan in tabel 7.

De ammoniakemissie bij de biggenopfokafdelingen bedraagt op basis van de metingen die gedurende twee ronden gedaan zijn 0,26 kg NH₃ per dierplaats per jaar. Dit is gelijk aan de toegekende emissiefactor van Groen Label (Den Brok et al., 1997).

Tabel 7: Ammoniakemissie bij biggen en vleesvarkens

	biggen ronde 1	biggen ronde 2	vleesvarkens ronde 1
periode	23/1/97 - 5/3/97	6/3/97 - 16/4/97	5/3/97 - 24/6/97
ammoniakemissie per dierplaats (kg/jaar) ¹	0 , 2 7 2	0,251	1,13

¹ bij bezettingsgraad van 90%

5 DISCUSSIE EN CONCLUSIE

5.1 Technisch functioneren van luchtbehandelings- en ventilatiesysteem

De technische problemen die in de APF-stal in de beschouwde periode voorkwamen konden goed opgelost worden.

De luchtdrukken die op meerdere plaatsen in het systeem gemeten werden geven een goed inzicht in de werking van de luchtbehandelingsinstallatie. Een verstopping van de grondwaterwarmtewisselaar kon goed opgespoord worden. Herhaling van dit probleem is te voorkomen door een filterdoek voor de grondwaterwarmtewisselaar te plaatsen.

De hoeveelheid luchtverversing in de stal was voldoende. De NH_3 - en CO_2 -concentratie bleven altijd onder de maximaal toelaatbare waarde.

De vloer- en luchttemperatuur in de afdelingen was goed te regelen en voldeed aan de ingestelde waarde. In de vleesvarkensafdelingen kan het bij warm weer en bij zware vleesvarkens echter wel warmer worden dan de ingestelde temperatuur. De bovengrens van de comfortzone bij een voerniveau van 3,5 wordt dan overschreden en de varkens zullen dan minder voer opnemen.

De luchtvochtigheid in de biggenopfokafdelingen was gemiddeld 44% en altijd lager dan de in de literatuur gestelde ondergrens van 60%. In de vleesvarkensafdeling was in 65% van de tijd de relatieve luchtvochtigheid onder de norm van 50%. Er zijn in de APF-stal geen problemen opgetreden die te wijten leken aan een te droge lucht, dus luchtbevochtiging lijkt niet nodig.

Voor een goede luchtverdeling binnen de afdeling zijn een aantal mogelijke oplossingen gevonden. Uiteindelijk zijn verticale schotten loodrecht op de luchtstroom in het grondkanaal onder de roosters van de voergang aangebracht. Deze schotten zijn goed reinigbaar en de luchtverdeling over de hokken is bij zowel hoge als lage ventilatiedebieten goed.

De energiekosten voor ventilatie bedragen jaarlijks per biggenplaats circa f 19,- en per vleesvarkensplaats circa f 30,-.

Om een goed technisch functioneren van de

luchtbehandelingsinstallatie te handhaven moet er een strikte controle zijn op de gehele technische installatie. Filters dienen schoongehouden en op tijd vervangen te worden. Om vroegtijdig problemen, bijvoorbeeld verstoppingen, te kunnen verhelpen is een voortdurende controle nodig.

5.2 Hygiënemaatregelen

Ten aanzien van de handhaving van de hygiëne zijn gedurende de beschouwde periode geen problemen opgetreden. De resultaten van de visuele beoordeling geven aan dat de APF-stal na reiniging schoon was. De gemiddelde ATP-waarde over de elf waarnemingsplaatsen varieerde tussen de 700 en 1.400 voor de vier vleesvarkensafdelingen waar de waarnemingen gedaan zijn.

De in de APF-stal bepaalde ATP-waarden zijn relatief laag, wat duidt op een goede reiniging.

Uit de bepalingen van het kiemgetal kan geconcludeerd worden dat de hokken op de meeste plaatsen goed ontsmet werden. Op de dichte vloer en achter op het rooster kan de ontsmetting minder effectief zijn.

5.3 Conclusie

De APF-stal in de geteste vorm is gebouwd voor onderzoeksdoeleinden met betrekking tot diergezondheid. Na de testperiode is de stal klaar voor dit doel.

Met betrekking tot het principe van de APF-stal zoals deze getest is kan worden geconcludeerd dat één luchttoevoersysteem voor zowel de biggenopfokafdelingen als de vleesvarkensafdelingen leidt tot extra energieverbruik voor verwarming. Terwijl de lucht bij de centrale inlaat gekoeld wordt door de grondwaterwarmtewisselaar om hoge temperaturen in de vleesvarkensafdeling tegen te gaan, kwam het voor dat de verwarming in de biggenopfokafdeling aanstond. In een praktijkstal is deze combinatie dan ook ongewenst. Voor verschillende diercategorieën die duidelijk verschillende klimaatseisen heb-

ben, dienen gescheiden luchtaanvoersystemen gebruikt te worden of dient de lucht-koeling/verwarming op een andere plek plaats te vinden.
Bij toepassing van een APF-stal is goed management van belang. De varkenshouder

zal moeten kunnen omgaan met de luchtbehandelingsinstallatie. Door regelmatige controle en goede interpretatie van de signalen moeten technische problemen snel aan het licht komen en verholpen worden.

6 BETEKENIS VOOR DE PRAKTIJK

Gezien het steeds groter wordende belang dat wordt gehecht aan een ziekte-vrij-status kan het principe van de APF-stal in de toekomst mogelijk toepassing vinden in de praktijk.

Bij bijvoorbeeld hoogwaardig fokmateriaal of de diercategorie biggen, die relatief makkelijk vatbaar zijn voor veel ziekten, zijn er vooral voordelen te verwachten ten aanzien van een hoge ziekte-vrij-status en de daaraan gekoppelde betere afzetmogelijkheden. Hoeveel deze voordelen opleveren is echter moeilijk in te schatten.

Bij vleesvarkens zullen betere productieresultaten, lagere uitval en een lager medicijngebruik de extra kosten goed moeten maken. Van deze voordelen is de financiële consequentie met een saldoberekening goed in te schatten. Daarom is voor de categorie vleesvarkens een economische evaluatie gemaakt.

6.1 Extra investerings- en jaarkosten van een APF-stal voor vleesvarkens

Als uitgangspunt is gekozen voor een vleesvarkensstal met 1.840 plaatsen: 23 afdelingen met 80 plaatsen, 10 varkens per hok. Een nauwkeurige beschrijving van de stal in conventionele en in APF-uitvoering wordt gegeven in bijlage 5.

Ook staat in bijlage 5 de berekening van de extra investeringskosten en extra jaarkosten. De extra jaarkosten zijn opgebouwd uit afschrijving, rente en onderhoud, extra onderhoud (vervangen filters) en kosten voor energie en arbeid (KWIN, 1997).

Tabel 8: Extra jaarkosten per dierplaats voor een Air Pathogen Free-stal

onderhoud, rente en afschrijving	f 21,41
vervanging filters	f 13,38
energiegebruik	f 18,90
arbeid	f 0,48
ontsmetting met formaldehyde	- f 4,68
verschil	f 50,04

Bij de omschreven omvang zijn de investeringskosten voor de conventionele stal f 897,- per dierplaats (zonder mestopslag) en voor de APF-stal f 1.088,-. De extra investering bedraagt f 191,- per dierplaats (zie bijlage 5). De extra jaarkosten bedragen ongeveer f 50,- per dierplaats per jaar (tabel 8). Door het gekozen uitgangspunt één luchtbehandelingsunit per drie afdelingen te plaatsen is geen schaafeffect te verwachten.

6.2 Verbetering van de productieresultaten

De extra jaarkosten van de APF-stal kunnen worden terugverdiend door betere productieresultaten, bijvoorbeeld een betere groei. Meer groei betekent meer ronden, dus meer afgeleverde varkens per dierplaats per jaar. Ook door een verbetering van de voederconversie, waardoor minder voer nodig is, kan de extra investering worden terugverdiend. Een verhoging van 9% in groei per dier per dag (van 737 naar 810 gram per dier per dag) en een verlaging van 9% in voederconversie (van 2,78 naar 2,53 kg voer per kg groei) zorgen ervoor dat het saldo per vleesvarkensplaats per jaar f 50,- stijgt (Geisterfer, 1998).

In een bedrijf waar reeds zeer hoge productieresultaten gehaald worden (> 760 gram per dag en voederconversie < 2,7 kg voer per kg groei), zal het moeilijker worden de investering terug te verdienen. In 1996 was op een gemiddeld presterend vleesvarkensbedrijf de groei 731 tot 746 gram per dag en de voederconversie 2,79. Twintig procent van de vleesvarkensbedrijven haalde een groei hoger dan 767 gram en een voederconversie van 2,69 per dag (Siva produkten, 1997).

Andere te verwachten voordelen zijn een verlaagd medicijngebruik en verhoogde opbrengsten als gevolg van de verhoogde ziekte-vrij-status. Hoeveel dit oplevert is moeilijk in te schatten.

In Denemarken is al jarenlang ervaring met het zogenaamde SPF (specific-pathogen free)-systeem. Deze SPF-varkens zijn vrij van

zeven gedefinieerde ziekteverwekkers. Dit zijn *Mycoplasma hyopneumoniae*, *DNT*+ *Pasteurella multocida*, *Actinobacillus pleuropneumoniae*, *Serpulina hyodysenteriae*, Aujeszky virus, schurft en luizen. Alleen de primaire SPF-varkens worden via een keizersnede geboren. Ten behoeve van de volgende schakel in de keten hoeft dus niet meer met de keizersnede gewerkt te worden. Als belangrijkste voordelen van dit systeem worden genoemd (Mandrup et al, 1980):

- 10% lagere voederconversie
- 10% hogere groei
- 30% minder veterinaire kosten

Volgens Huirne (de Vrey, 1990) kan in de SPF-varkenshouderij een meeropbrengst van f 25,- per afgeleverd vleesvarken gehaald worden.

Door toepassing van een APF-stal kan multiple isolated site production op één locatie nagebootst worden. Bij multiple isolated site production worden de varkens bij het spenen of na de biggenopfok verplaatst naar een stal op een andere locatie (off site facility). Door een grote afstand tussen de stallen zal er via de lucht nauwelijks of geen uitwisseling van ziektekiemen zijn. Over de verbe-

tering in productieresultaten van varkens in een off site facility ten opzichte van varkens die op het moederbedrijf blijven zijn geen gegevens bekend. In een Mexicaans onderzoek zijn de productieresultaten van vleesvarkens in een off site facility verzameld; er is geen referentie in het onderzoek meegenomen. De gemiddelde groei per dier per dag was 848 gram en de voederconversie was gemiddeld 2,80 kg voer per kg groei (Gómez et al. 1996). Uitgaande van gemiddelde Nederlandse productieresultaten, 737 gram groei per dier per dag en een voederconversie van 2,79, stijgt het saldo dan ruim f 23,- per dierplaats per jaar (Geisterfer, 1998).

In concentratiegebieden zullen zich meer ziekteverwekkers in de lucht bevinden dan in gebieden waar minder varkens worden gehouden. Het tegengaan van de insleep van ziekteverwekkers via de lucht zal waarschijnlijk in de concentratiegebieden een groter effect hebben dan daarbuiten. In een proef die het Praktijkonderzoek Varkenshouderij gaat doen in de APF-stal zal het effect van het niveau van ziektevrij-status op de productieresultaten bij vleesvarkens worden onderzocht (Bruininx, 1998).

LITERATUUR

- Brok, G.M. den, N. Verdoes, A.I.J. Hoofs en C.E.P van Brakel 1997. *Varkensstallen met een lage ammoniakuitstoot*. Rapport nummer P2.32, Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen.
- Bruininx, E.M.A.M. 1998. *Concept proefplan, Effect van ziektevrij-status op technische en economische resultaten van vleesvarkens*. Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen.
- Donham, K.J. 1987. *Human health and safety for workers in livestock housing*. In: Latest Developments in Livestock Housing, ASAE, St. Joseph, Michigan, 86-96.
- Essens, J. 1991. *Kiemgetalbepalingen van staloppervlakken na reiniging en desinfectie in de vleesvarkenshouderij*. Stichting Gezondheidsdienst voor Dieren in Zuid-Nederland, Boxtel, rapport no. 91.004.
- Geisterfer, R. 1998. *De gevoeligheid van het saldo van vleesvarkens en zeugen bij verandering van technische en economische kengetallen*. Proefverslag nummer P 3.156, Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen.
- Gómez, M., E. Cervantes, D. Basto, R. Vargas, C. Canto, J.R. Bustos and J. Córdoba 1996. *Isowean[®] multisite production system in the tropics. A performance review. II. Growth performance*. Proceedings, 14th Congress International Pig Veterinary Society, 481.
- Huijben, J. J. H. 1997. *Maximumcapaciteit kan vaak heel stuk lager*. Boerderij, vakdeel varkenshouderij, december 1997.
- Klooster, C.E. van 't, W. van der Hel, J.J.H. Huijben, A. van 't Ooster, E.N.J. van Ouwerkerk, H.G. Pluygers, C.J.M. Scheepens, G.J.W. Visscher en P.H. van der Voorst 1991. *Metten van klimaat in varkensstallen*. Proefverslag nummer P 1.68, Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen.
- Klooster, C.E. van 't, P.F.M.M. Roelofs, G.P. Binnendijk en M.J.M. Duijf 1991. *Verlagen van het stofgehalte van de lucht in varkensstallen; resultaten anno 1991*. Proefverslag PI.70, Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen.
- KWIN, Projectgroep 1997. *Kwantitatieve Informatie Veehouderij 1997- 1998 (K WIN)*. IKC-veehouderij.
- Loo, D.J.P.H. van de, J.J.H. Huijben en J.W.G.M. Swinkels 1996. *Draaiboek Air Pathogen Free-stal Varkensproefbedrijf "Zuid-en West-Nederland" Sterksel*. Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen.
- Mandrup, M. en K.S. Madsen 1980. *Development and results of the danish SPF-pig production system*. International Pig Veterinary Society, 364.
- Poly-Technisch Zakboekje. 1993. Koninklijke PBNA b.v., Arnhem.
- Roelofs, P.F.M.M. 1996. *Desinfectie van bedrijfsvreemd materiaal door blootstelling aan UV-C*, Proefverslag P 1.166, Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen.
- Roelofs, P.F.M.M. 1997. *Persoonlijke mededeling*.
- Siva produkten, maart 1997. *Kengetallenspiegel*.
- Sterrenburg, P. en E.N.J. van Ouwerkerk 1986. *Rekenmodel voor de bepaling van de thermische behaaglijkheidszone van varkens (BEZOVA)*. IMAG-DLO, rapport 78, Wageningen.
- Veterinary infections and disease organization (VIDO) 1994; *Depopulating and repopulating a swine herd*. Saskatoon , 34 p.

Vrey, P. de 1990. *SPF dierhouderij*. Verslag van contactdag productveiligheid, kwaliteit en afzet van roodvlees en pluimveevlees "Naar den vleze". Dienst Landbouwkundig Onderzoek, 5 - 11.

Werkgroep Klimaatnormen 1989. *Klimaatnormen voor varkens*. Proefverslag nummer P 1.43, Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen.

BIJLAGEN

Bijlage 1: Temperatuur- en ventilatie-instellingen biggenopfokafdelingen (8 tot 23 kg).

Temperatuurcurve	Dagnummer	Begintemperatuur ventilatie (°C)	Streefwaarde verwarming (°C)	Vloer-verwarming (°C)
knikpunt 1	1	30	28	35
knikpunt 2	3	27	25	33
knikpunt 3	7	26	24	30
kni kpunt 4	14	22	20	28
kni kpunt 5	21	21	18	27
knikpunt 6	28	21	18	25
knikpunt 7	35	20	17	20
knikpunt 8	49	20	17	20

Ventilatiecurve	Dagnummer	Band breedte ventilatie (°C)	Minimumventilatie per dier (m³/uur)	Maximumventilatie per dier (m³/uur)
knikpunt 1	1	3	3,7	9,3
knikpunt 2	3	3	3,7	11
knikpunt 3	7	3	3,7	17
knikpunt 4	14	3	5,6	22
knikpunt 5	21	3	5,6	28
knikpunt 6	28	3	5,6	33
knikpunt 7	35	3	5,6	37
knikpunt 8	49	3	5,6	37

Bijlage 2: Temperatuur- en ventilatie-instellingen vleesvarkensafdelingen (23 kg tot 110 kg)

Temperatuurcurve	Dagnummer	Begintemperatuur ventilatie (°C)	Streefwaarde verwarming (°C)	Vloer-verwarming (°C)
knikpunt 1	1	26	24	32
knikpunt 2	3	25	23	31
knikpunt 3	7	24	22	30
knikpunt 4	14	23	21	28
knikpunt 5	21	22	20	27
knikpunt 6	28	22	19	25
knikpunt 7	42	21	16	20
knikpunt 8	63	21	15	20
knikpunt 9	120	21	15	20

Ventilatiecurve	Dagnummer	Band breedte ventilatie (°C)	Minimumventilatie per dier (m³/uur)	Maximumventilatie per dier (m³/uur)
knikpunt 1	1	3	6,8	31
knikpunt 2	3	3	6,8	34
knikpunt 3	7	3	6 8	41
knikpunt 4	14	3	10'	44
knikpunt 5	21	3	10	47
knikpunt 6	28	3	14	51
knikpunt 7	42	3	14	61
knikpunt 8	63	3	14	68
knikpunt 9	120	3	14	68

Bijlage 3: Klasse-indeling en eigenschappen van de filters in de luchtbehandelingsinstallatie

In deze bijlage staan eigenschappen van de in de APF-stal toegepaste filters kort beschreven.

Filterklasse EU2	Dit filterdoek bestaat uit glasvezels die geïmpregneerd zijn met een stofbindmiddel. Het filterdoek is op rollen leverbaar en wordt in de APF-stal als voorfilter gebruikt.
Filterklasse EU4	Dit filterdoek bestaat uit een glasvezelfiltermat met progressieve dichtheid. Dit wil zeggen dat het weefsel aan de luchtuitlaatzijde dichter is dan aan de luchtinlaatzijde. Het vuil kan hierdoor diep in het medium doordringen. De glasvezelmat is geïmpregneerd met een stofbindmiddel en wordt in een vierkant stalen raamwerk geleverd.
Filterklasse EU7	Het filter is een zogenaamd zakkenfilter. Zakken gemaakt van glasvezelfilterdoek zijn in frame gemonteerd. Lucht wordt door de zakken heen geblazen waarbij de zakken aan de luchtuitlaatzijde elkaar niet raken. Het filterdoek bestaat uit zeer fijne synthetische vezels. Aan de luchtuitstroomzijde zit een sterk synthetisch gaas voor de stabiliteit van het filter en voor het voorkomen van afwaaien van deeltjes.
Filterklasse EU12	Het filter (absoluutfilter) is een zogenaamde cassette-filter. Het filtermedium is vast gemonteerd in een omringing die uitgevoerd is in chloorvrij polystyreen. Het filtermedium is van glasvezelfilterpapier, verlijmd met thermoplastische afstandhouders. De afstandhouders waarborgen een optimale afstand. Tussen de filtervouwen wordt een grote sterkte bereikt. Het filterpakket is volledig vochtbestendig.

Filterklasse	EU2	EU4	EU7	EU12
filtermedium	glasvezel	cellulose	glasvezel	glasvezelpapier
nominale lichtsnelheid (m/s)	25' 25	45 - 30 60	80 - 25 130	15
aanvangsdruk ¹ (Pa)				250'
einddruk ¹ (Pa)	130	180	450	500
filtercapaciteit				
% grove stofdeeltjes*	75	95	100	100
% fijne stofdeeltjes		35	85	100
% aerosolen (<0,3µm)			70	99,97
max. bedrijfstemperatuur (°C)	45	65	100	120

¹ bij nominale lichtsnelheid

² gewichtspercentage ingevangen stof

Bijlage 4: Resultaten van de waarnemingen ter beoordeling van het reinigen

afdeling	ATP-waarde vleesvarkenshokken				Kiemgetallen vleesvarkenshokken (aantal kiemen per 16 cm²)			
	AM1	AM2	AM3	AM4	AM1	AM2	AM3	AM4
dichte vloer (tegels)	536	1.661	650	6.345	80	17	7	24
dichte vloer (tegels)	467	260	929	369	338	185	6	54
buiswerk boven roostervloer	929	248	1.949	1.441	11	4	25	37
hokafscheiding (kunststof)	173	108	153	470	10	0	4	11
gecoate achterwand	437	396	301	306	1	3	2	5
voorkant RVS trog	282	257	241	197	7	3	9	14
binnenkant RVS trog	2.426	3.468	784	673	8	2	10	7
driekanrooster ruw	2.386	5.118	893	2.474	22	4	8	18
driekanrooster glad	2.937	504	1.592	1.248	116	4	30	92
kunststof hokafscheiding	140	458	96	215	4	79	3	41
achterkant RVS trog	460	2.797	128	291	-	-	-	-
gemiddeld	1.016	1.389	701	1.275	59,7	30,1	10,4	30,3

Bijlage 5: Economische evaluatie

Referentiestal:

Als norm voor de nieuwbouw van een vleesvarkensstal met 1.840 plaatsen wordt f 1.000,- gehanteerd (KWIN, 1997). Ten opzichte van deze 'standaardstal' wordt een aantal zaken gewijzigd, om een betere vergelijking met een APF-uitvoering mogelijk te maken. In onderstaande tabel zijn deze veranderingen en aanpassingen opgenomen.

Investering per dierplaats

Investeringsbedrag standaardstal		f 1.000,-
mestkanalen 40 cm diep in plaats van 1 meter	-	f 65 -
besparing mineraalwolplafond	-	f 53'75
grondkanaal (f 1.000,- per afdeling)		f 12'50
douche (f 2.500,-)		f 1'36
UV-kast (f 3.000,-)		f 1'63

Totale investeringskosten van de referentiestal per dierplaats
(exclusief vervangende mestopslag)

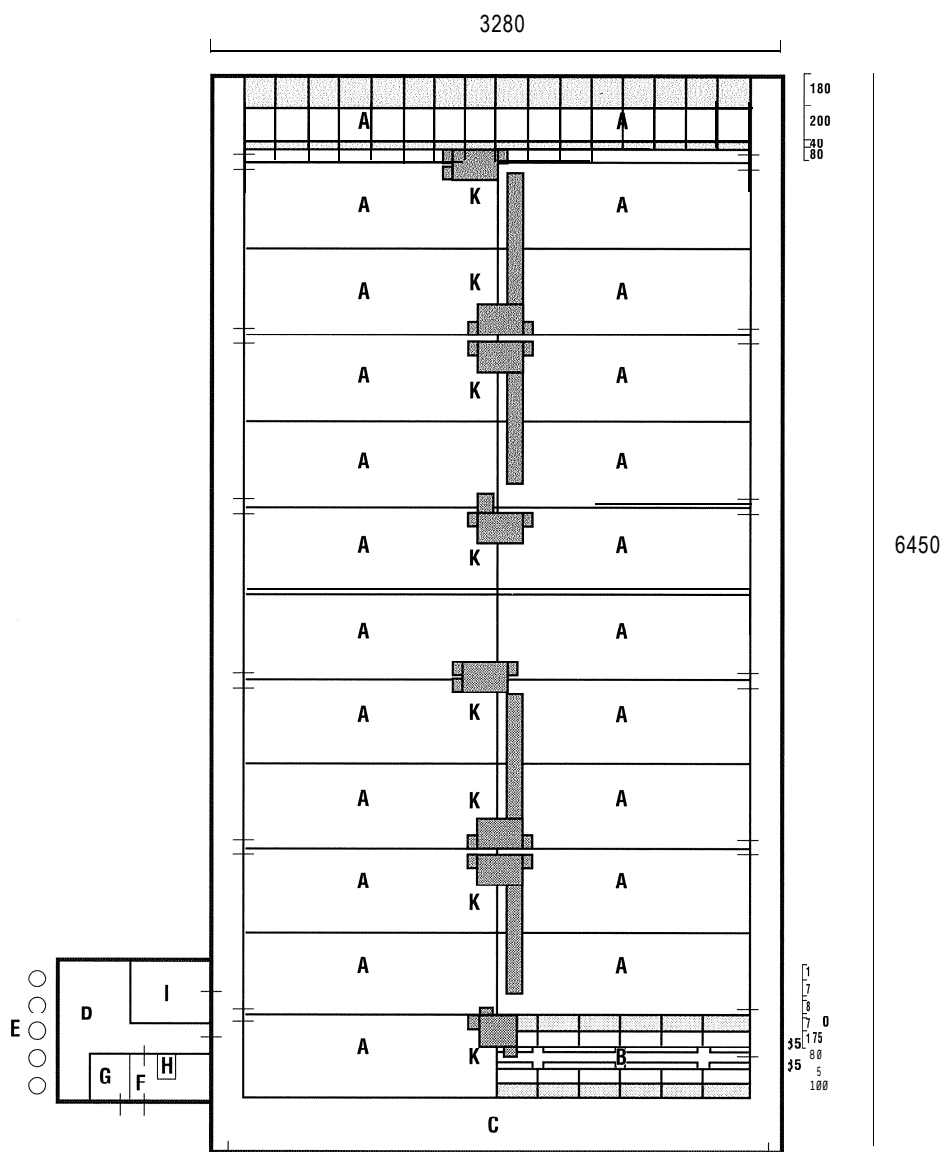
f 896,74

APF-stal:

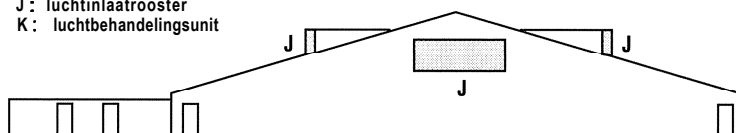
In bijgaande figuur is een schematische plattegrond van de stal opgenomen. Uitgangspunt was dat een APF-unit zoals in de APF-stal te Sterksel is geïnstalleerd lucht voor drie afdelingen levert. Er zijn dan acht units noodzakelijk. De afdelingen worden met een plafond afgesloten van de ruimte onder het dak. In de ruimte tussen plafond en dak worden de installaties opgesteld. Via de kopse gevels en via een uitbouw in het dak komt de lucht onder het dak. Er zijn geen extra kosten gerekend voor het goed luchtdicht maken van de stal.

Uitgangspunt was dat ook conventionele stallen goed luchtdicht dienen te zijn. Daarnaast is ook de referentiestal met een hygiënesluis en een UV-kast uitgerust.

Alle extra investeringen die noodzakelijk zijn staan in de tabel op pagina 40 en 41. Ook de besparingen ten opzichte van de referentiestal staan in de tabel. Er is gerekend met een rentepercentage van 6% (KWIN, 1997). De uitgangspunten voor afschrijving en onderhoud zijn in de tabel opgenomen.



Dwarsdoorsnede



Extra kosten A PF-stal

investering per eenheid	investering (per dierplaats)	afschrijvings- termijn	onderhouds- percentage	jaarkosten (per dierplaats)
jaloerieën voor luchtaanzuigopening	f 1.500,-	per stuk		f 3,26
omwanding van luchtbehandelingsunit	f 5.000,-	per unit		f 21,74
houders filters en condensatvoer	f 1.000,-	per unit		f 4,35
grondwaterwarmtewisselaar	f 20.084,-	per unit		f 87,32
centrifugaalventilatoren	f 1.800,-	per unit		f 7,83
frequentieregelaar	f 4.000,-	per unit		f 17,39
luchtaanvoerpijp naar afdeling	f 60,-	per meter (8m/afdeling)		f 6,-
contra-roterende klep in luchtaanvoerkanaal	f 1.300,-	per afdeling		f 16,25
radiateur verwarming in luchtaanvoerkanaal	f 750,-	per afdeling		f 9,38
luchtuitlaatklep en koker	f 1.000,-	per afdeling		f 12,50
geïsoleerd beloopbaar plafond	f 35,-	per m ²		f 4,76
gedeelte onbeloopbaar plafond	f 15,-	per m ²		f 12,23
verbindingsgang	f 400,-	per m ²		f 14,26
drukregeling	f 10.000,-	per stal		f 5,43
luchtafsluitende deuren	f 800,-	per afdeling		f 10,-
filters EU 12	f 639,20	per stuk (6 per unit)		f 16,67
filters EU2	f 224,43	per 15 m ²		
filters EU4	f 17,16	per stuk (6 per unit 6)		
filters EU7	f 175,08	per stuk (6 per unit)		
extra arbeid voor controle en onderhoud	f 36,44	per uur, 3 dagen/jaar		
ontsmettingsmiddel formaldehyde				
energie pomp grondwaterwarmtewisselaar				
energie voor verwarming*				
energie voor ventilatie				
investering per dierplaats	f 249,37			
jaarkosten per dierplaats				f 74,22

besparingen bij APF

luchtinlaat 2 keer 60 meter	f 90,-	per meter	f 5,87	20 jaar	1,2%	f 0,54
ventilator, diafragmaschijf en koker	f 2.000,-	per afdeling	f 25,-	10 jaar	1,2%	f 3,55
voor- en naverwarming	f 25,-	per dierplaats	f 25,-	10 jaar	1,2%	f 3,55
conventionele afdelingsdeuren	f 200,-	per stuk	f 2,50	20 jaar	1,2%	f 0,23
ontsmettingsmiddel voor in hogedrukspuit						f 4,31
energie voor verwarming						f 6,00
energie voor ventilatie						f 6,00
Besparingen investeringen per dierplaats			f 58,37			
Besparingen jaarkosten per dierplaats						f 24,18
Extra investering per dierplaats			f 191,00			
Extra jaarkosten per dierplaats						f 50,04

* Jaarlijkse behoefte voor ruimteverwarming bepaald met behulp van STALKL (van Ouwerkerk, 1984). Dit komt neer op f 0,34 per dierplaats. Voor de vloerverwarming wordt f 0,19 per dierplaats per jaar gerekend op basis van de resultaten van dit onderzoek.

Bij de vergelijking dient opgemerkt te worden dat koeling van de ventilatielucht alleen in het geval van de APF-uitvoering gebeurt.

REEDS EERDER VERSCHENEN PROEFVERSLAGEN

Proefverslag P1.159

Speendiarree bij biggen: de factoren voeding en Escherichia coli. E.M.A.M. Bruininx en Peet-Schwering, C.M.C. van der, september 1996.

Proefverslag Pl. 160

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

Proefverslag Pl. 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

Rotatiekruising 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

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

Proefverslag Pl. 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 Pl. 166

Desinfectie van bedrijfsvreemd materiaal door blootstelling aan UV-C. P.F.M.M. Roelofs, december 1996.

Proefverslag Pl. 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 P1.168

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 Pl. 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 P1.172

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, C.E. van 't, Peet, G.F.V. van der en Swinkels, J.W.G.M., april 1997.

Proefverslag Pl. 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 P 1.173

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 P 1.174

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

Proefverslag P 1.175

Proefverslag P 1.176

Effect van multifasenvoeding op de ammoniakemissie uit vleesvarkensstallen. C.M.C. van der Peet-Schwering, Beurskens-Voermans, M.P. en Verdoes, N., mei 1997.

Proefverslag P 1.177

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 P 1.178

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 gestructu-reerde tarwe aan vleesvarkens. R.H. J.

Proefverslag P 1.182

Effecten van een extra ijzerinjectie op groei en humorale immuniteit van gespeende big-gen. 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 l&R-gebruiksmen-ken. 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 varkens-vlees in een aantal geselecteerde EU-lidsta-ten (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 gespeen-de 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 aminozurengehal-te. R.H.J. Scholten, Hoofs, A.I.J. en Beurskens-Voermans, M.P., oktober 1997.

Proefverslag P 1.189

Groei-, slacht- en vleesqualiteitsresultaten bij nakomelingen van twee verschillende eind-beren. 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 stikstofverwijde-ringssystemen voor varkensmest. C.C.R. van der Kaa en Gastel, J.P.B.F. van, november 1997.

Proefverslag P 1.193

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

Proefverslag P 1.194

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

Proefverslag P 1.195

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

Proefverslag P 1.196

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

Proefverslag P 1.197

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

Proefverslag P 1.198

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

Proefverslag P 1.199

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

Proefverslag P 1.200

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

Proefverslag P 1.201

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

Proefverslag P 1.202

Energiegebruik en technische resultaten van

zeugen en biggen bij verlagen van de instelling van de ruimtetemperatuur in kraamafdelingen. P.J.W.M. Geurts, Binnendijk, G.P., Huijben, J.J.H. en Swinkels, J.W.G.M., april 1998.

Proefverslag P 1.203

Hoktype en welzijn van K. I. -beren. E.M.A.M. Bruininx, Vermeer, H.M., Vereijken, P.F.G., Wassenaar, T. en Swinkels, J.W.G.M., mei 1998.

Proefverslag P 1.204

Situatie en aanpassingsmogelijkheden op varkensbedrijven in Deurne en Ysselsteyn op het gebied van gezondheid, welzijn en milieu. M.A. van der Gaag, Aa, H.J.M. van der en Backus, G.B.C., mei 1998.

Proefverslag P 1.205

Reinigingsplaatsen voor veewagens op varkensbedrijven. P.F.M.M. Roelofs en Nijskens, J.J.W., mei 1998.

Proefverslag P 1.206

Brijvoer via Vario-Mix of lange trog bij vleesvarkens. A.I.J. Hoofs en Scholten, R.H.J., juni 1998.

Proefverslag P 1.207

Emissie-arme huisvesting bij grote groepen gespeende biggen, A.J.A.M. van Zeeland en Verdoes, N., juni 1998.

Proefverslag P 1.208

Vliegenbestrijding in varkensstallen. P.F.M. M. Roelofs, Nijskens, J.J.W., Vesseur, P.C. en Plagge, J.G., juli 1998.

Exemplaren van proefverslagen kunnen worden verkregen door f 25,- per verslag (m.u.v. P 1.117, deze kost f 50,-) over te maken op Postbanknummer 51.73.462 ten name van het Proefstation voor de Varkenshouderij, Lunerkampweg 7, 5245 NB ROSMALEN, onder vermelding van het gewenste verslagnummer. Buitenlandse abonnees betalen f 30,- per P 1-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.