C.E. van 't Klooster
P.F.M.M. Roelofs
G.P. Binnendijk
M.J.M. Duijf

Verlagen van het stofgehalte van de lucht in varkensstallen; resultaten anno 1991

Reduction of aerosol levels in pig houses; results up to 1991

Proefstation voor de Varkenshouderij

Varkensproefbedrijf "Zuid- en West-Nederland"

Proefstation voor de
Varkenshouderij
Postbus 83
5240 AB Rosmalen

Varkensproefbedrijf
"Zuid- en West-Nederland"
Vlaamseweg 17
6029 PK Sterksel

Proefverslag nummer P 1.70
november 1991

INHOUDSOPGAVE
CONTENTS

	SAMENVATTING	4
	SUMMARY	6
1	INLEIDING	7
	INTRODUCTION	7
2	LITERATUUROVERZICHT	8
	LITERATURE REVIEW	8
2.1	Stofproblematiek	8
2.2	Stofsamenstelling	8
2.3	Beschikbare meetmethoden	9
2.4	Internationale aanbevelingen meetmethoden	11
2.5	Stofgehalten verminderen	13
3	BEPALEN VAN STOFCONCENTRATIE OP HET PROEFSTATION VOOR DE VARKENSHOUDERIJ	15
	MEASURING DUSTCONCENTRATIONS AT THE RESEARCH INSTITUTE FOR PIG HUSBANDRY	15
4	INTERNE LUCHTFILTRATIE IN BIGGENAFDELING	16
	INTERNAL FILTRATION OF AIR IN ROOMS FOR WEANED PIGLETS	16
4.1	Opzet en uitvoering van het onderzoek	16
4.2	Resultaten	18
4.2.1	resultaten van de stofmetingen	18
4.2.2	opfokresultaten van de biggen	18
4.2.3	technische resultaten tijdens de mestfase	21
4.3	Economische beschouwing	22
5	BIGGENAFDELING WEKELIJKS SCHOONSPUITEN	23
	WEEKLY CLEANING OF ROOMS FOR WEANED PIGLETS	23
5.1	Opzet en uitvoering van het onderzoek	23
5.2	Resultaten	24
5.2.1	resultaten van de stofmetingen	24
5.2.2	opfokresultaten van de biggen	24
5.2.3	technische resultaten tijdens de mestfase	26
5.3	Economische beschouwing	27
6	WEKELIJKS STOFZUIGEN VAN VLEESVARKENSAFDELING	29
	WEEKLY VACUUMCLEANING OF ROOMS FOR FATTENING PIGS	29
6.1	Opzet en uitvoering van het onderzoek	29
6 2	Resultaten	30
6'2 .1	resultaten van de stofmetingen	30
6.2.2	mesterijresultaten en slachtkwaliteit	30
6.2.3	klimaat	33
6.3	Economische beschouwing	33
7	IONISEREN IN AFDELING VOOR GESPEENDE BIGGEN	35
	IONISATION IN ROOMS FOR WEANED PIGLETS	35
7.1	Opzet en uitvoering van het onderzoek	35
7.2	Resultaten van de stofmetingen	36
7.3	Economische beschouwing	37

8	STOFVERDELING IN AFDELINGEN MET VARKENS	38
	DISTRIBUTION OF DUST IN ROOMS FOR PIGS	38
81	Verloop van stofconcentratie over het etmaal	39
8.2	Stofconcentratie op diverse plaatsen in de afdeling	39
9	DISCUSSIE EN CONCLUSIES	41
	DISCUSSION AND CONCLUSIONS	41
9.1	Efficientie stofvermindering	41
9.2	Gezondheid mens en dier	42
9.3	Economische perspectieven	43
9.4	Vervolgonderzoek	43
9.5	Conclusies	44
	REFERENTIES	45
	REFERENCES	45
	BIJLAGEN	48
	APPENDICES	48
	1 Filterkeuze bij stofgehaltemetingen	48
	2 Technische specificaties van filterunits en filters	49
	3 Stofgehalten met en zonder interne luchtfiltratie op de proefbedrijven in Sterksel en Rosmalen	50
	4 Stofgehalten met en zonder wekelijks reinigen met water van een afdeling met gespeende biggen	52
	5 Stofgehalten met en zonder stofzuigen bij vleesvarkens	53
	6 Stofconcentraties op verschillende plaatsen binnen een afdeling voor gespeende biggen	54
	REEDS EERDER VERSCHENEN PROEFVERSLAGEN	56
	PUBLISHED RESEARCH REPORTS	56

SAMENVATTING

Uit diverse onderzoeken is gebleken dat stof in stallen schadelijk is voor de gezondheid van de varkenshouders. Ook de varkens lijken schade te ondervinden van blootstelling aan stof; een enkele keer is een verbetering van de technische resultaten gevonden wanneer varkens opgroeiden in een stofarme omgeving. Om het stofgehalte in de stallen te verlagen is op het Proefstation voor de Varkenshouderij in Rosmalen en op het Varkensproefbedrijf "Zuid- en West-Nederland" in Sterksel op verschillende manieren geprobeerd om het stofgehalte te verlagen. De verschillende proefbehandelingen waren: interne filtratie van de stallucht, wekelijks met warm water reinigen van een afdeling met biggen, wekelijks stofzuigen van een afdeling en ionisatie van de stallucht. Bovendien is er gekeken naar de verdeling van stof over het etmaal en binnen de afdeling.
Het effect van de proefbehandelingen is niet vastgesteld door de gezondheid van de varkenshouder of dierverzorger te bepalen.
In afdelingen met, en soortgelijke afdelingen zonder proefbehandeling is het inspirabel stofgehalte in de lucht gemeten en zijn de technische resultaten van gespeende biggen en vleesvarkens vastgelegd.

Door de lucht in afdelingen met gespeende biggen continu intern te recirculeren en te filtreren kan het gehalte inspirabel stof aanzienlijk worden teruggebracht. Onder inspirabel stof wordt de fractie van de stofdeeltjes verstaan, die door de mens wordt ingeademd. Tijdens het onderzoek is het gewicht van het inspirabele stof in de stallucht, berekend als gemiddelde over 24 uur, met ongeveer 40 gewichtsprocenten afgenomen. De kosten van luchtfiltratie zijn echter hoog, ongeveer f 3,= per afgeleverde big. Dit komt met name door de hoge kosten voor de filterunit, nieuwe filters en voor electriciteit.
Het is mogelijk dat de kosten van luchtfiltratie gecompenseerd worden door betere technische resultaten van de biggen en/of de latere vleesvarkens. Er is echter geen verbetering van de technische resultaten bij de biggen vastgesteld, terwijl het onderzoek bij de vleesvarkens nog niet is afgerond.
Ook door een afdeling met gespeende biggen wekelijks met warm water te reinigen kan het stofgehalte worden verlaagd, al is dit minder effectief (ongeveer 10%). Bij deze behandeling zijn één keer per week alle voerbakken uit de afdeling gehaald, waarna met lauw water het stof op de stalinrichting, de wanden en de vloeren in de put werd gespoeld. De kosten van deze behandeling zijn lager (f 1,20 per afgeleverde big), en bestaan voor een groot deel uit arbeidskosten. Door mechanisatie kunnen de kosten aanzienlijk worden teruggebracht, maar gezien het geringe effect op het stofgehalte en het niet verbeteren van de technische resultaten lijkt deze methode weinig perspectief te bieden.

Dit geldt ook voor het stofzuigen in afdelingen met vleesvarkens. Tijdens dit onderzoek werd wekelijks het stof van de voergangen en van de hokafscheidingen die vanaf de voergang bereikbaar waren gezogen. Tegenover de kosten (f 1,30 per afgeleverd varken, voor het grootste deel arbeidskosten) staan geen betere produktiecijfers, en zelfs geen duidelijke verlaging van het stofgehalte in de afdeling.

Tijdens het onderzoek naar ionisatie is geen verlaging van het stofgehalte gemeten. De invloed op ozon gehalten en op concentraties micro-organismen is niet onderzocht.

Tijdens het onderzoek naar mogelijkheden om het stofgehalte in stallen te verlagen, zijn gemiddelde stofconcentraties over 24 uur berekend. Uit onderzoek is echter gebleken dat de stofconcentraties overdag nog hoger zijn dan 's nachts, en dat het stof ook niet gelijkmatig over de afdeling is verdeeld. Dit betekent dat de varkenshouder tijdens zijn werk aan aanzienlijk hogere stofconcentraties wordt blootgesteld dan de gemeten gemiddelden. Verder lijkt het, gezien de verschillende stofconcentraties op verschillende plaatsen in de afdeling, mogelijk om de luchtstromen zodanig te sturen dat de omgeving waarin de varkenshouder werkt relatief schoon is.

Tijdens het onderzoek zijn nog geen oplossingen gevonden die de lucht op de werkplek van de varkenshouder zodanig verbe-

teren dat deze niet meer schadelijk is voor zijn gezondheid. Bovendien moeten de kosten van het verlagen van het stofgehalte van de lucht nog omlaag worden gebracht. Het onderzoek zal daarom worden voortgezet, waarbij de in dit rapport gepubliceerde resultaten een leidraad zullen vormen. Voorlopig blijft het nodig om tijdens het werk in de stallen goede persoonlijke beschermingsmiddelen te gebruiken.

SUMMARY

Several investigations have shown that aerosols in pig houses put the health of pig farmers at risk. There are also indications that exposure to dust has negative effects on pigs; In one experiment a shortening of the finishing period was found for weaned piglets, housed in an environment with low concentrations of aerosols. To reduce aerosol levels in pig houses several experiments have been carried out at the Research Station for Pig Husbandry in Rosmalen and at the Experimental Pigfarm in Sterksel, the Netherlands. Treatments have been: Internal recirculation and filtration of air, weekly cleaning with warm water of rooms with weaned piglets, weekly vacuumcleaning and ionisation of air. Distribution of aerosols within buildings and over time has also been measured. The effect of the treatments has not been measured by measuring the health of stockmen. Inspirable aerosol concentrations have been simultaneously measured in rooms with aerosol reducing treatment and in reference rooms. The performance of the animals has also been monitored.

Recirculation and filtering of air in rooms with weaned piglets reduced aerosol levels with approximately 40%. Costs of this treatment are high, DFL 3.- per pig. This is mainly caused by the high price of filters and filterunit. No improvement in performance of weaned piglets and/or during the growing and finishing stages has been found up to compensate these extra costs.

Weekly washing in rooms with weaned piglets with warm water reduced aerosol levels, although to a lesser extent (10%) than filtering. For this treatment feed hoppers were removed once a week, warm water was sprayed on floors, walls and equipment and collected in the manure storage. Costs of this treatment were lower, DFL 1.20 per pig and are mainly caused by labour costs. Mechanization can cut costs even further, but the limited reduction in aerosol levels together with no improvement in performance of animals, result in limited prospects for this technique.
Weekly vacuum cleaning in a finishing house included cleaning of floors in alleys and of the pen separations as far as they could be reached from the feeding alley. No significant effect on aerosol levels has been found and the costs, mainly labour costs amounting to DFL 1.30 per pig, were not offset by improvement in performance of pigs.

During the ionization treatment no reduction on aerosol levels has been found. It is not clear whether the method used for measuring, the filter collection method, can be used when filters can be electrically charged.
Ozone levels and concentrations of microorganisms have not been measured.

Aerosol levels have been measured over periods of 24 hours. In a seperate experiment is was found that aerosol concentrations during regular working hours were much higher than during nights. Distribution of aerosols over the room was also not uniform. As a result stockmen are exposed to aerosol levels that are considerably higher than levels that are mentioned in this report. It may also be possible to direct air movement in the room in such a way as to provide usual positions of the humans with relatively clean air.

The experiments that are reported have not yet given adequate solutions to improve the working environment of pig farmers to safe levels, so it will be neccessary to continue the research. For the time being the use of personal protection gear (masks, helmets, etc.) remains necessary.

1 INLEIDING
INTRODUCTION

De juiste benaming voor alle in de lucht zwevende delen is niet stof maar aerosol. In de lucht zwevende delen kunnen ook vloeistofdruppeltjes zijn. Deze zijn in de definitie van een aerosol opgenomen. In dit proefverslag wordt steeds gesproken over stof, omdat dit een ingeburgerd begrip is. Voor de volledigheid wordt hier de definitie van een aerosol gegeven:
"Een aerosol is een dispersie van vaste en/of vloeibare deeltjes in de lucht. Onder aerosolen verstaat men deeltjes met een diameter van 10^{-3} µm tot 100 µm".
Deeltjes met een diameter kleiner dan $1\ 0^{-3}$ µm zijn nog nauwelijks te onderscheiden van molekulen. Deeltjes met een diameter groter dan 100 µm zullen door de valsnelheid vrij snel uit de lucht verwijderd worden.
Aerosolen kunnen zowel van natuurlijke als van menselijke of dierlijke oorsprong zijn. Ook kunnen deeltjes in de atmosfeer gevormd worden door condensatie of onder invloed van fotochemische processen (Van Boxel, 1981).

Het effect van maatregelen ter vermindering van de stofconcentraties in varkensstallen moet worden gemeten. Dit kan gebeuren door de verandering in het stofgehalte van de stallucht ten gevolge van deze maatregelen te meten. De samenstelling van stof, de concentraties van stof en de deeltjesgrootte van stof kunnen binnen een stal aanzienlijk variëren, afhankelijk van plaats, moment op de dag en tijd in het jaar. (Heber et. al., 1988, Conceicao, 1989, Leijten, 1990, Barber et. al., 1991). Ondanks deze bezwaren is het meten van stofgehalten zinvol, omdat op deze wijze het directe effect van een maatregel ter beperking van het stofgehalte wordt gemeten.
Als stof slecht is voor mensen en varkens zouden ook de effecten van de blootstelling aan stof kunnen worden gemeten. Bloedmonsters of longweefsel zouden kunnen worden geanalyseerd. Ook de produktieresultaten van varkens zouden mogelijk door een hoge stofbelasting kunnen verminderen en als zodanig kunnen worden gezien als een indirecte meetmethode om het effect van vermindering van stofgehalten vast te leggen. Hiervoor zijn echter erg veel waarnemingen nodig.

2 LITERATUUROVERZICHT
LITERATURE REVIEW

2.1 Stofproblematiek

Stof in varkensstallen kan negatieve effecten hebben op de gezondheid van mensen die in deze omgeving werken (Bongers et al, 1987, Rylander et. al. 1989). Ook uit andere takken van intensieve veehouderij is bekend dat oudere veehouders meer aandoeningen aan hun luchtwegen hebben dan mensen uit vergelijkbare groepen (Hellickson et al, 1989). Soms lijkt de totale stofhoeveelheid van belang (bronchitus), soms lijkt een component van het stof verantwoordelijk voor luchtwegaandoeningen. Mijten en andere allergenen zouden astma kunnen veroorzaken, endotoxinen zouden episodische koorts kunnen veroorzaken, terwijl alveolitus in verband gebracht wordt met schimmels en actinomyceet sporen (Donham, 1986). Ook de gezondheid en produktie van varkens kan te lijden hebben van hoge stofgehalten (Baekbo, 1989, Donham, 1991). In een overzicht van Collins & Algers (1986) worden echter ook diverse experimenten genoemd waarin geen effect van stof op gezondheid en produktie van varkens is gevonden. Voorzover er wettelijke normen aan blootstelling aan stof voor mensen gelden, zijn deze normen onvoldoende om de gezondheid van dierverzorgers te waarborgen (Heederik & Smid, 1988). Stof in stallen bevat organische componenten, waaronder endotoxinen die schadelijker voor de gezondheid van mensen kunnen zijn dan stof zonder organische bestanddelen (Verlinden, 1991). De relatie tussen totale hoeveelheid stof met de afzonderlijke bestanddelen is nog niet eenduidig bepaald (Butera et al., 1991). Ook komt stof uit stallen vrij, die in de atmosfeer de zonnestraling omzet in diffuse straling en daardoor de lichtsterkte van daglicht kan verminderen en daardooor mogelijk bijdraagt aan het broeikaseffect. Stof kan ook drager zijn van geurstoffen (Carpenter, 1986, Williams, 1989). De stankproblematiek zou dus kunnen worden verminderd als het stofgehalte zou dalen. Kortom, er zijn voldoende redenen om te proberen de stofproduktie en het stofgehalte in stallen te verlagen (Collins & Algers, 1986, Gadd, 1987).

2.2 Stofsamenstelling

Om de verschillende fracties van het stof te meten wordt er een onderscheid gemaakt tussen totaal stof, respirabel stof en inspirabel stof. De volgende definities van totaal, respirabel en inspirabel stof worden dikwijls gebruikt:

- Totaal stof: Deze fractie wordt benaderd door een totaal stofmeting. Totaal stof bestaat voor een deel uit stof dat niet door de neus en mond het lichaam binnen kan dringen en voor een deel dat wel door de neus en mond het lichaam kan binnendringen (HAS-koning,1989).
- Inspirabel stof: Deze fractie kan door neus en mond het lichaam binnendringen. Hoe dieper het stof in het lichaam doordringt, hoe meer schade aan het lichaam kan worden toegebracht. De D_{50} van meetapparatuur voor het bepalen van het gehalte inspirabel stof moet circa 30 µm zijn. Een D_{50} van 30 µm houdt in dat 50% van de deeltjes een diameter groter dan 30 µm heeft en 50% van de deeltjes een diameter kleiner dan 30 µm (CIGR, 1989). Inspirabel stof wordt verdeeld in een thoracale fractie en een extra-thoracale fractie. De extra-thoracale fractie van het stof wordt bij inademen gevangen in neus, mond en/of keel. De thoracale fractie van het stof dringt dieper in de luchtwegen van een mens door, voordat het wordt gevangen in het vocht van de luchtwegen.
- Respirabel stof: Deze fractie bestaat uit stof dat fijn genoeg is om tot in de longblaasjes door te dringen. De deeltjes zijn kleiner dan 5 µm (De Boer & Morrison, 1988).

Uit onderzoek in varkensstallen kwam naar voren dat de respirabel stoffractie circa 10% vormt van de totaal stoffractie. De thoracaal stoffractie vormt circa 20 - 40 gewichtsprocent van de totaal stoffractie (HAS-koning, 1989).

De vaste bestanddelen in stof kunnen naast voer-, huid-, haar-, mest- en urinedeeltjes ook micro-organismen, zoals bacteriën en schimmelsporen (Aengst & Hilliger, 1986, Hartung, 1987), afvalproducten van micro-

organismen (mycotoxinen, endotoxinen, exotoxinen) en resten van reinigings- en ontsmettingsmiddelen bevatten. Stof is een complex van organische stoffen, die vaak verschillende, in potentie gevaarlijke, bestanddelen bevat, die ieder afzonderlijk of in een combinatie van belang kunnen zijn.

2.3 Beschikbare meetmethoden

Bij metingen van aerosolen zal vooral de monstername van de grote deeltjes problemen geven. Deze deeltjes zullen door traagheid de neiging hebben de monstername opening als het ware "voorbij te vliegen" of te impacteren op de wanden van het monsternameapparaat (Van Boxel,1981).
Er wordt een onderscheid gemaakt tussen 4 aanzuigrichtingen en aanzuigsnelheden die van invloed zijn op het bemonsteren van stallucht (Vincent, 1989).
- isokinetisch: aanzuigsnelheid is gelijk aan luchtsnelheid.
- isoaxiaal: aanzuigrichting is gelijk aan luchtrichting.
- anisokinetisch: aanzuigsnelheid is niet gelijk aan luchtsnelheid.
- anisoaxiaal: aanzuigrichting is niet gelijk aan luchtrichting.

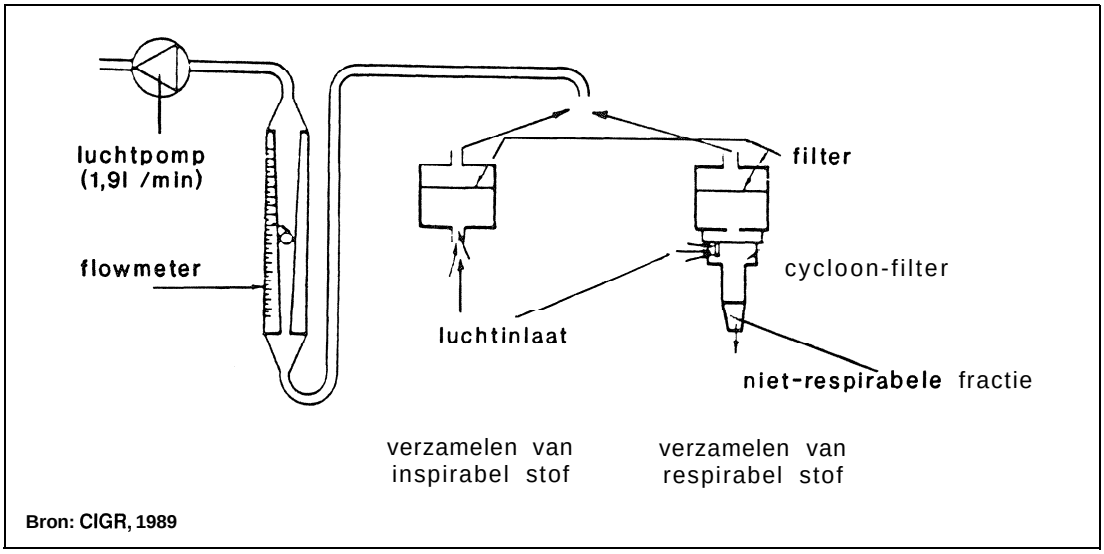
Als de luchtsnelheid hoog is, dan moeten extra voorzieningen worden getroffen om lucht op correcte wijze op stof te kunnen bemonsteren.

Bij stofmonstername wordt een onderscheid gemaakt tussen persoonlijke en stationaire monstername.
Bij persoonlijke monstername draagt de varkenshouder de monsternameapparatuur bij zich. Het monsternamepunt wordt dan geplaatst in de ademhalingszone. De ademhalingszone is die zone met een straal van 30 cm aan de voorzijde van het hoofd. Persoonlijke monstername wordt vooral uitgevoerd om te kijken naar de persoonlijke stofbelasting van de varkenshouder.
Bij stationaire monstername wordt het monsternamepunt op een vaste plaats binnen de afdeling bevestigd.

Het stofgehalte in de stal kan op verschillende manieren gemeten worden:

Filtermethode
Bij deze methode zuigt een pomp lucht door een filter waarop het stof achterblijft. De pomp wordt afgesteld op een constante flow. Men kan met behulp van deze methode zowel totaal als respirabel stof meten. Figuur 1 geeft een schematische afbeelding van een filteropstelling weer.

De filtermethode heeft zowel voor- als nadelen.
Een voordeel is dat de inlaatsnelheid bij een juiste afstemming tussen flow en filterhouder in overeenstemming gebracht kan worden



Figuur 1: Stofmeting met filtratie
Figure *1: Aerosol concenfration measuremenf by filtration*

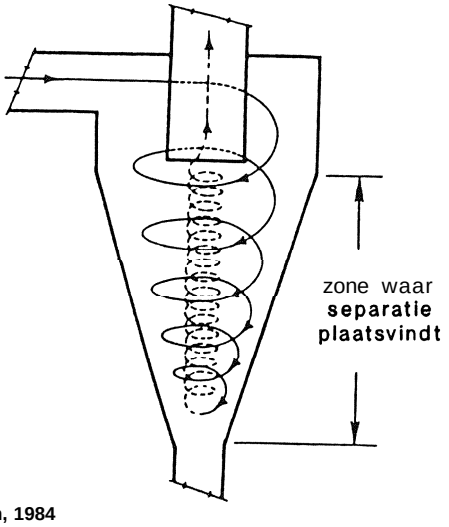
met de aanbevolen 1,25 m/s. Deze snelheid is vergelijkbaar met die bij de inademing door mensen. Verder is de methode merk onafhankelijk, en vindt men een stofgehalte in mg/m^3.
Nadelen zijn dat de methode tijdrovend is (filters vervangen, wegen, enz.), dat de gehaltes berekend moeten worden en daardoor niet direct beschikbaar zijn en dat men alleen het gemiddeld stofgehalte over de monsternametijd meet, en niet de fluctuaties binnen deze periode.

Met behulp van een cycloon collector kan de concentratie respirabel stof worden gemeten. Het principe van de cycloon collector is weergegeven in figuur 2.

Stralingverstrooiingsmeting
Bij toepassing van deze methode wordt er lucht aangezogen door een afgesloten ruimte. Hier wordt het stof met behulp van een lichtstraal of een laserstraal belicht en worden de verschillen in verstrooiing van het licht gemeten met behulp van een fotocel. De uitlezing is een relatieve maat voor de hoeveelheid stof.
Voordelen van de fotocelmethode zijn een snelle meting en een duidelijke weergave van veranderingen in stofconcentraties.
Nadelen van de fotocelmethode zijn dat deze alleen relatieve waarden geven en dat de methode duur is.

Sedimentatie
Sedimentatie is de eenvoudigste manier om de hoeveelheid stof te meten. Bij sedimentatie wordt gebruik gemaakt van horizontale platen (bijvoorbeeld petrischalen of objectglaasjes) waarop het stof sedimenteert.
Voordelen van stofmeten met behulp van sedimentatie zijn een lage arbeidsbehoefte, een relatief lange expositietijd, lage kosten en inzetbaarheid op vrijwel alle plaatsen (Geuyen, 1982).
Nadelen van deze methode zijn dat er geen momentopname verkregen kan worden, dat de methode gevoelig is voor opwervelen van gesedimenteerd stof (afhankelijk van het luchtbewegingspatroon) en dat dit geen goede maat is voor het stofgehalte in de lucht, omdat vooral de zware stofdelen sedimenteren en de lichtere in de lucht blijven.

Impactie
Een andere methode om stofconcentraties te meten wordt beschreven door Geuyen (1982), namelijk meting door middel van impaktie. Bij de meting van stof door middel van impaktie (inslag) wordt de lucht door een capillair gezogen en dan tegen een oppervlak voorzien van een kleverige stof gestoten. De stofdeeltjes blijven in deze laag vastzitten en kunnen geteld worden. Bij deze methode wordt maar een beperkt gedeelte van het stofmonster geteld (10%). Bij impactie wordt vooral gebruik gemaakt



Bron: World Health Organization, 1984

Figuur 2: Principe van de cycloon collector
Figure 2: *Principle of the cyclone collector*

van de konimeter. Met deze meter zijn in korte tijd meerdere monsters te nemen. De kwantitatieve stofbepaling is met de konimeter goed uitvoerbaar, de kwalitatieve beoordeling is vrij grof. Meting over langere periode is zeer arbeidsintensief. Een nadeel van deze meetmethode is verder dat de konimeter minder geschikt is voor de meting van grotere deeltjes ($>17\,\mu m$).

Anderson sampler
Bij deze methode worden stofdeeltjes gescheiden in diverse diameterklassen en vervolgens verzameld op verschillende petrischaaltjes. Op deze petrischaaltjes is een voedingsbodem aangebracht. Hierdoor wordt er door bacteriën en schimmels een kolonie gevormd.
Nadeel van de Anderson sampler is dat de concentratie van de bacteriën in stallen soms zo hoog is dat de voedingsbodem binnen 1 minuut vol zit. Een tweede nadeel is dat de identificatie en de telling van de kolonies afhankelijk is van de groei van de kolonievormende bacteriën en schimmels op de voedingsbodem (Wathes & Randall, 1989).

Particle size counter
Bij deze meetmethode wordt een analoge straal uitgezonden naar de deeltjes. Deze straal wordt hierna door een fotocel opgevangen. Met behulp van een monitor worden de deeltjes opgedeeld in een aantal klassen van verschillende diameters.
Voordeel van de particle size counter is dat er voortdurend gemeten kan worden en dat de gegevens opgesplitst zijn naar verschillende diameters.
Nadeel is dat de particle size counter regelmatig gecalibreert dient te worden (Wathes & Randall, 1989).

Vergelijking meetwaarden
Stofgehalten, die met verschillende methoden zijn bepaald, zijn niet vergelijkbaar (Honey & McQuitty, 1976, Adrian & Hilliger, 1988). De monstername-efficiëntie van de diverse methoden is niet gelijk.

2.4 Internationale aanbevelingen meetmethoden

De filtratiemethode is de aanbevolen meetmethode om stofgehalten in varkensstallen te meten (Wathes & Randall, 1989). Ideaal zou het zijn om bij de neuzen van de mensen en van de varkens te meten, maar dit is practisch niet uitvoerbaar.
Stationaire monstername op een hoogte van 1,5 meter (voor meten van de persoonlijke stofbelasting) en op een hoogte van 0,2 meter (voor het meten van de stofbelasting van de kleinere diersoorten) wordt aanbevolen
Wanneer men inzicht wil verkrijgen in het ontstaan van stof, sedimentatie van stof, opwerveling van stof, afvoer van stof en stofreducerende maatregelen, kan geen exacte positie aan bevolen worden, omdat die afhankelijk is van de mate van interesse in bijvoorbeeld luchtinlaat, luchtafvoer, ventilatiesysteem, enzovoort. In alle gevallen moeten de hoogte en locatie van de meting worden vermeld in de verslaggeving.
Omdat de stofproduktie en de stofafvoer binnen de dag varieren (door dieractiviteit, voertijden, ventilatieniveau, enzovoort) is de minimumperiode waarover gemeten moet worden vastgesteld op 24 uur. Metingen over 24 uur maken het mogelijk resultaten van verschillende proeven enigszins te vergelijken Het kan noodzakelijk zijn bij bepaalde stofverzamelingsapparatuur en een hoge stofconcentratie het filter binnen de 24 uur te vervangen, om te voorkomen dat het filter verzadigd raakt. Ook dan worden voor de verslaglegging 24-uurs gemiddelden berekend. Een aantal instanties binnen de Europese Gemeenschap is overeengekomen dat de aanzuigsnelheid in de inlaatopening bij de stofgehalte meting gestandariseerd dient te worden naar 1,25 m/s. Dit is de luchtsnelheid die ook gerealiseerd word bij inademing van lucht door de mens (Staubforschungsinstitut des Hauptverbandes der Gewerblichen Berufsgenossenschaft, 1973).
Wanneer er op een bepaald punt lucht wordt weggezogen door de stofverzamelingsapparatuur dan zal het deeltje behalve de zwaartekracht ook een wrijvingskracht ondervinden als gevolg van de langsstromende lucht. De wrijvingskracht zal een verandering van de bewegingsrichting en/of bewegingssnelheid van het deeltje tot gevolg hebben. Door hun traagheid zullen de deeltjes zich tegen deze snelheidsverandering verzetten. Vooral in de nabijheid van de aanzuigopening is deze verandering van de luchtsnelheid en de bewegingsrichting groot. Hierdoor zullen niet alle zwaardere

deeltjes de bewegende lucht kunnen volgen. De deeltjes kunnen de aanzuigopening voorbij vliegen of impacteren op de binnen- of buitenwand van de filterhouder (Ter Kuile, 1979, Vincent, 1989). De aanzuigsnelheid op het filter is daarom belangrijk voor een goede monstername.
Door de keuze van de filterhouder en het al dan niet toepassen van een cycloonafscheider kan men met de filtermethode naast totaalstof- ook inspirabel en respirabel stofgehalten meten. Bij de monstername van inspirabel stof wordt gebruik gemaakt van een Pas-6 filterhouder. Dit houdt in dat bij een ingestelde flow van 2,00 l/min de aanzuigsnelheid in de aanzuigopening 1,2 m/s bedraagt. Op deze wijze wordt een kleinere deeltjesfractie afgevangen dan door de totaal stof filterhouder die een grotere diameter heeft in de aanzuigopening. Bij luchtsnelheden van 0,5 m/s wordt in de praktijk (met een Pas-6 filterhouder) een D_{50} van 30 µm gevonden. Bij luchtsnelheden van 1 tot 1,5 m/s (bedrijfssituaties) wordt vaak een lagere D_{50} gevonden. Het resultaat wordt beschouwd als een goede benadering van het inspirabel stof (Versloot, 1989).
Bij de monstername van respirabel stof worden met behulp van een cyclooncollector de grotere stofdeeltjes verwijderd van de kleinere stofdeeltjes. De flow moet ook dan zijn aangepast aan het type cyclooncollector, om de juiste scheiding te realiseren.
De efficiëntie van stofverzamelingsapparatuur hangt in sterke mate af van deeltjesgrootte, luchtbewegingspatroon en vorm van de aanzuigopening. Isokinetische monstername zorgt ervoor dat de monstername-efficiëntie maximaal is. De ademhaling van een varken is echter niet isokinetisch. Ook zijn de luchtsnelheid en luchtrichting in stallen niet constant. Isokinetische monstername is daarom in stallen niet uitvoerbaar, maar ook niet noodzakelijk (Wathes & Randall, 1988). De stofverzamelingapparatuur dient regelmatig gekalibreerd te worden. Dit omdat de resultaten sterk afhankelijk zijn van de flow. Er zijn pompen beschikbaar met een automatisch flowcorrectie, maar deze zijn nogal duur (WHO, 1984). De calibratie methode moet vermeld staan in de publicatie.
De aanzuigopening van de filterhouder moet regelmatig gereinigd worden (Wathes & Randall, 1989). Wanneer filters vochtgevoelig zijn, is het aan te raden de filters te conditioneren. Conditioneren heeft tot gevolg dat het vochtgehalte van de filter bij voor- en naweging gelijk is (Versloot, 1989). Droging van de filters bij 105°C gedurende 24 uur wordt standaard geacht. De weegmethode moet effecten van vochtabsorptie uitsluiten.

2.5 Stofgehalten verminderen

Blootstelling aan stof en inademing van stof kunnen worden verminderd door persoonlijke beschermingsmiddelen te gebruiken, zoals stofkapjes en stofhelmen. Deze middelen zijn echter niet prettig in het gebruik. Ook bieden ze uitsluitend bescherming aan de mensen en niet aan de varkens, terwijl ook de uitstoot van stof niet wordt beperkt.

Meer ventilatie in stallen leidt wel tot meer afvoer van stof (Van Wicklen & Albright, 1987, Carpenter & Fryer, 1990), maar men zal toch steeds slechts een deel van het stof afvoeren. Het zal wel tot een verhoging van de uitstoot van stof leiden. Ook het ventilatiesysteem heeft invloed op het stofgehalte in de stal. In natuurlijk geventileerde vleesvarkensstallen (8,5 mg/m^3) werden hogere totale stofgehalten gemeten dan in mechanisch geventileerde stallen (6,7 mg/m^3) (Heber et.al.,1988b). Ook de gehalten aan respirabel stof bleken in natuurlijke geventileerde stallen voor vleesvarkens hoger te liggen dan in stallen met mechanische ventilatie (Phillips & Thomson, 1989).
Door steeds een korte periode (10 minuten) heel veel te ventileren bleek het stofgehalte in een natuurlijk geventileerde varkensstal wel kortstondig te kunnen worden verlaagd maar het effect op langere termijn was beperkt (Robertson, 1989).
Het is mogelijk dat er veel gesedimenteerd stof weer opnieuw in de stallucht komt, wanneer er tijdelijk veel geventileerd wordt. Dit komt dan door de hoge luchtsnelheden. Bij mechanisch geventileerde varkensstallen is een toename in stofgehalte bij toenemende ventilatie vastgesteld (Morrison et. al., 1990).

In een proef (Gustafsson,1989) werd het ventilatieniveau constant gehouden. De totale stofproduktie steeg lineair met de bezettingsgraad en het gewicht van de varkens. De stofproduktie (mg/uur) bedroeg
3,8 x gewicht per varken (kg) x17
aantal varkens.

Gebleken is dat de hoeveelheid stof die neerslaat afhangt van de stofconcentratie in de lucht en van de grootte van het vloeroppervlak, maar dat ook het luchtbewegingspatroon invloed heeft (Gustafsson, 1989). Omdat veel van het geproduceerde stof sedimenteert zal maar een gedeelte van het stof met de afgevoerde lucht verwijderd worden. Dit verklaart waarom het ventilatieniveau slechts beperkt invloed uitoefent op het stofgehalte in de stal. Zo is gevonden dat 26 tot 46% van het geproduceerde stof in stallen door ventilatie werd afgevoerd (Carpenter & Fryer, 1990). HAS-Koning (1989) vond dat er een duidelijke invloed is van het ventilatieniveau op de stofconcentratie. Bij afnemende ventilatie neemt de stofconcentratie toe. Dit geldt zowel voor totaal- als thoracaalstof. Bundy en Hazen (1975) constateerden 50 % reductie van het stofgehalte wanneer het ventilatieniveau steeg van 0 naar 0,017 m^3/s per dier (De Boer & Morrison, 1988).

Recirculatie en het gebruik van een luchtwasser is beproefd als methode om het stofgehalte te verlagen (Pearson, 1989). De luchtwasser verwijdert door verneveling van waterdruppeltjes het stof uit de lucht. De luchtwasser verwijderde 90% van het doorgevoerde stof, maar het effect op het stofgehalte in de hele stal was slechts 7,5 %. De luchtwasser verlaagde tevens de ammoniakconcentratie in de stal met 33%.

Stofconcentraties zijn in varkensstallen gedurende de winter vaak hoger dan in de zomer door een lager ventilatieniveau (Phillips et al, 1989). Ook is in pluimveestallen aangetoond dat de stofconcentraties stijgen bij een toename van de dieractiviteit: de stofconcentratie bedroeg 2 mg/m^3 in een lege stal, tegenover 33 mg/m^3 in een volle stal met veel dieractiviteit (Gustafsson & Martensson, 1990).

Tijdens voerperioden en tijdens daglicht is een verhoging van het respirabel stofgehalte gemeten in stallen met mechanische ventilatie voor gespeende biggen (Van Wicklen & Yoder, 1988, Leijten, 1990).
Leijten vond een stofgehalte dat globaal tijdens dagperioden (6,3 mg/m^3) dubbel zo hoog was als tijdens nachtperioden (2,9 mg/m^3)
Lagere stofgehalten in stallen kunnen worden bereikt door brij te voeren (1,5 mg/m^3) in plaats van meel of korrel (2,3 mg/m^3) (Zeitler et al., 1987). Ook de samenstelling van het voer blijkt het stofgehalte in de stallucht te be'invloeden, 13 mg/m^3 versus 20

mg/m^3 is gemeten (Chiba et al., 1985). Hoe vetter het voer, hoe minder stof. Vet voer door toevoeging van soja-olie gaf minder gesedimenteerd stof (46%) en minder micro-organismen (27%) in stallucht (Gore et. al., 1986).

In Denemarken wordt onderzocht in hoeverre het vernevelen van een olie-emulsie in de stal een maatregel is die praktisch toepasbaar is op varkensbedrijven (Takei, 1987). Nog niet duidelijk is of oliedruppels op zich een gevaar voor de gezondheid kunnen betekenen en of olie toegevoegd aan de mest een bezwaar is voor akkerbouwers en andere gebruikers van varkensmest.

Filtratie is niet alleen een methode om het stofgehalte te meten, maar door stallucht met behulp van ventilatoren door filters met een grote capaciteit te blazen kan ook stof uit lucht worden verwijderd.
Bij de filterwerking is een zestal effecten beschreven (Nikkels, 1988) op grond waarvan stof uit lucht wordt verwijderd: interceptie, zeefwerking, inertie, blokkade of bezinking, diffusie-effect en het elektrostatisch effect. Carpenter & Fryer (1990) vonden door recirculatie en filtratie een verlaging van het stofgehalte van 50 tot 60%.

3. BEPALEN VAN STOFCONCENTRATIE OP HET PROEFSTATION VOOR DE VARKENSHOUDERIJ
MEASURING DUSTCONCENTRATIONS AT THE RESEARCH INSTITUTE FOR PIG HUNBANDRY

Op het Proefstation voor de Varkenshouderij worden stofconcentraties gemeten met de filtermethode. Conform de internationale afspraken die in 1989 tijdens de CIGR-conferentie in Dublin zijn gemaakt worden er 24-uursmetingen verricht. Omdat er vrij grote verschillen blijken te bestaan tussen de stofconcentraties op verschillende dagen, wordt er altijd gedurende een aantal dagen achter elkaar gemeten (minimaal 5 dagen, meestal 11 dagen of een hele ronde).

Meetopstelling
Om een constante hoeveelheid lucht te kunnen aanzuigen wordt er gebruik gemaakt van Casella AFC124 luchtpompjes met "automatic flow control", die via adapters op het lichtnet worden aangesloten om continumetingen te kunnen verrichten. Bij het plaatsen van de meetopstelling wordt met behulp van een Casella flowmeter (model T13832) de flow gecontroleerd, en zonodig bijgesteld op 1,9 l/min. Voordat de flow gecontroleerd kan worden, moeten de pompjes minimaal 15 minuten gelopen hebben. De controle en het bijstellen van de flow gebeurt wekelijks en bij het afsluiten van de proef.

Het stof dat in de aangezogen lucht aanwezig is, wordt opgevangen met Whatman GF/A microfibre glassfilters (ø 2,5 cm).
Voor het bepalen van de hoeveelheid inspirabel stof worden deze geplaatst in PAS-6 filterhouders. De inlaatopening van deze filterhouders is zo uitgevoerd dat de aanzuigsnelheid van de lucht de aanbevolen aanzuigsnelheid van 1,25 m/sec benadert. Bovendien is de aanzuigkarakteristiek van deze filterhouder zodanig dat resultaat van de stofmetingen beschouwd mag worden als een goede benadering van de concentratie inspirabel stof (Versloot, 1989).
Voor het bepalen van de hoeveelheid respirabel stof wordt gebruik gemaakt van Casella Cycloon meetkoppen voor respirabel stof. Deze scheiden door middel van een cycloon het aangezogen stof in een fijne en een grove fractie, waarna alleen de fijne fractie op het filter komt. Bij een aanzuigsnelheid van 1,9 l/min ligt de grens tussen fijn en grof stof op ongeveer 5 µm.
Werkmethode
De gebruikte Whatman GF/A filters hebben het voordeel boven andere filters dat ze niet hygroscopisch zijn, en daardoor niet geconditioneerd hoeven te worden. Ze worden in genummerde glazen petrischaaltjes gelegd, en vervolgens wordt op een analytische balans (Sartorius H51) het zogenaamde "schoon gewicht" bepaald. Vervolgens worden ze in afsluitbare Minigrip-zakjes naar de stal gebracht, waar ze afgesloten bewaard kunnen worden tot ze gebruikt worden.

In de stal worden in de proefafdeling en in de referentieafdeling (waar de varkens of biggen gelijktijdig zijn ingelegd) de filterhouders op dezelfde plaats (ongeveer in het midden van de afdeling en net boven het bereik van de dieren) opgehangen. De filters worden dagelijks vervangen door de dierverzorgers, waarbij op invulformulieren wordt ingevuld hoe laat de filters zijn vervangen, welke filters (nummers op petrischaaltjes) zijn gebruikt en wat de minimum en maximum temperaturen gedurende de afgelopen 24 uur zijn geweest.
Na gebruik worden de filters weer in de petrischaaltjes en de Minigrip zakjes bewaard, totdat er een aantal tegelijk kan worden verwerkt. Dan worden ze (met de petrischaaltjes) opnieuw gewogen op de analytische balans om het zogenaamde "nat gewicht" te bepalen. Vervolgens gaan ze gedurende 24 uur in een droogstoof (Thermax), waar ze bij 105 °C worden gedroogd. Tenslotte worden ze voor de derde keer gewogen, om het zogenaamde "droog gewicht" te bepalen. Uit de meetgegevens kunnen de hoeveelheden "nat stof" en "droog stof" berekend worden.
Doordat tevens de tijdsduur (invullijsten) en het debiet van het luchtpompje (constant, controle met flowmeter) bekend zijn, kan ook de stofconcentratie worden berekend.

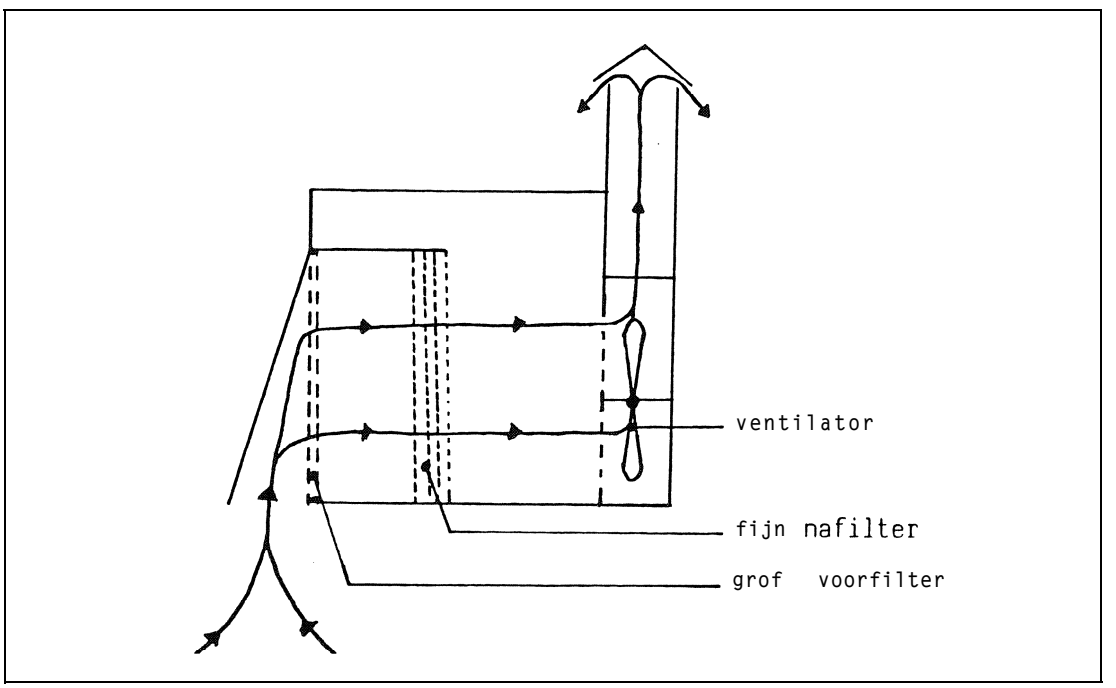
4 INTERNE LUCHTFILTRATIE IN BIGGENOPFOKAFDELING
INTERNAL FILTRATION OF AIR IN ROOMS FOR WEANED PIGLETS

Lucht die de afdeling binnenkomt is in vergelijking met de lucht in de afdelingen met varkens stofvrij. Het is daarom niet zinvol om de binnenkomende lucht te filtreren, om het stofgehalte in de afdeling te verlagen. Vrijwel alle stof wordt immers binnen de afdeling geproduceerd.
Een gedeelte van het geproduceerde stof verlaat de afdeling door de ventilator (zie 2.5). Het is daarom mogelijk het stofgehalte te verlagen door het ventilatieniveau flink te verhogen. Een belangrijk nadeel hiervan is echter dat er dan veel meer binnenkomende lucht moet worden opgewarmd, wat erg veel energie kost. Bovendien is het risico van tocht veel groter.
Om stof uit lucht te verwijderen zonder extra verwarmingskosten, is er een unit ontwikkeld om de lucht intern te filtreren, Figuur 3 geeft een beeld van het principe. Voor technische specificaties van filterunit en filters wordt verwezen naar bijlage 2.

Tijdens de proefronden heeft de filterunit continu gedraaid. Het zoeken naar de juiste plaats binnen de afdeling voor het plaatsen van de unit en naar de juiste opstelling van de unit was een onderdeel van het onderzoek.

4.1 Opzet en uitvoering van het onderzoek

Proeflocaties
Het onderzoek is uitgevoerd op het Varkensproefbedrijf “Zuid- en West- Nederland” te Sterksel en op het Proefstation voor de Varkenshouderij in Rosmalen.
Op het Varkensproefbedrijf zijn gegevens verzameld gedurende zes ronden tussen november 1989 en december 1990 met in totaal 1272 dieren. Het onderzoek vond plaats in twee afdelingen (een referentie- en een proefafdeling). Het betreft afdelingen met elk zeven grondhokken voor ongeveer 10 biggen. De afdelingen zijn uitgerust met een bolle vloer met vloerverwarming, plafondventilatie en deltabuizen voor de ruimteverwarming. Er wordt gevoerd met een



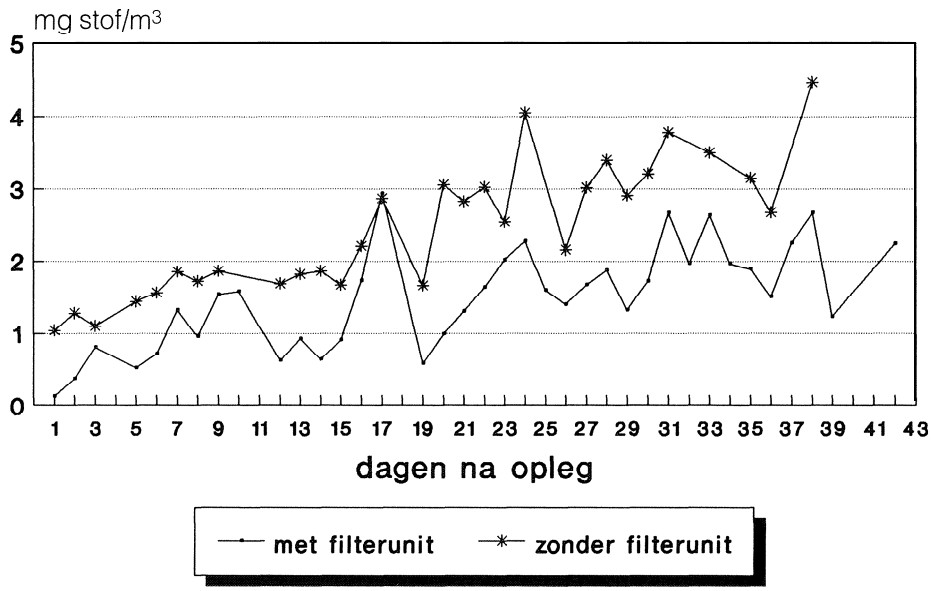
Figuur 3: Schematische tekening van een filterunit
Figure 3: *Unit for internal air filtration*

automatische voerinstallatie en droogvoerbakken.
Op het proefbedrijf in Rosmalen zijn twee ronden gevolgd, in de periode van oktober 1990 tot januari *1991,* met in totaal 262 dieren Ook hier heeft het onderzoek plaatsgevonden in twee identieke afdelingen. Deze afdelingen met elk zes hokken voor ongeveer 11 biggen zijn uitgerust met een bolle vloer met vloerverwarming, met daarnaast ruimtelijke verwarming via radiatoren. De afdelingen worden mechanisch geventileerd. Dit vindt plaats door indirecte luchtinlaat met voorverwarming en balanskleppen en een centraal afzuigsysteem. Er wordt handmatig gevoerd in droogvoerbakken.

De biggen zijn op beide bedrijven op een leeftijd van ongeveer vier weken opgelegd in de opfokafdelingen. Hierbij zijn de tomen zoveel mogelijk intact gehouden. Het opfoktraject liep van ongeveer 7,5 kg bij opleg tot 24 kg aan het einde van de proef. De proefduur was steeds ongeveer zes weken. Borgen en zeugen zijn gemengd opgelegd. De dieren werden gedurende de gehele opfokperiode onbeperkt gevoerd door middel van een droogvoerbak. De eerste twee weken werd biggenopfokkorrel verstrekt, daarna werd in een week overgeschakeld op speciaalkorrel (babybiggenkorrel), Drinkwater werd verstrekt via bijtnippels.

Waarnemingen
In deze proef is gekeken naar het effect van interne luchtfiltratie op het stofgehalte in de afdeling en op de produktieresultaten van de biggen.
Het stofgehalte van de lucht in de afdeling is bepaald door middel van de filtratiemethode (zie pag. 15: Bepalen van stofconcentratie op het Proefstation voor de Varkenshouderij). De stofconcentratie is gemeten op 1 .00 m hoogte, boven de ligruimte van een van de middelste hokken van de afdeling.

Aan de hand van het opleggewicht, het eindgewicht, de voeropname en het aantal dierdagen zijn groei, voeropname en voederconversie bepaald. Ook het aantal veterinaire behandelingen is vastgelegd. Tijdens de proef uitgevallen dieren zijn bij de berekeningen buiten beschouwing gelaten, Tenslotte zijn, voor zover mogelijk, de technische resultaten van de dieren die in de proef- en referentieafdelingen zijn opgefokt, tijdens de mestfase met elkaar vergeleken,



Figuur 4: Dagelijkse gemiddelden van gehalten aan inspirabel droog stof in biggenopfokafdelingen met en zonder interne luchtfiltratie (VPB-Sterksel)
Figure 4: *Daily averages of dried aerosol concentrations in weanerrooms with and without internal air filtration at the farm in Sterksel*

4.2 Resultaten

De resultaten van het onderzoek vallen in twee delen uiteen. Enerzijds is direct bepaald wat de invloed van luchtfiltratie is op het stofgehalte van de lucht, anderzijds is er vastgelegd wat de effecten zijn op de produktieresultaten van de dieren, zowel tijdens de proef als daarna tijdens de mestfase.

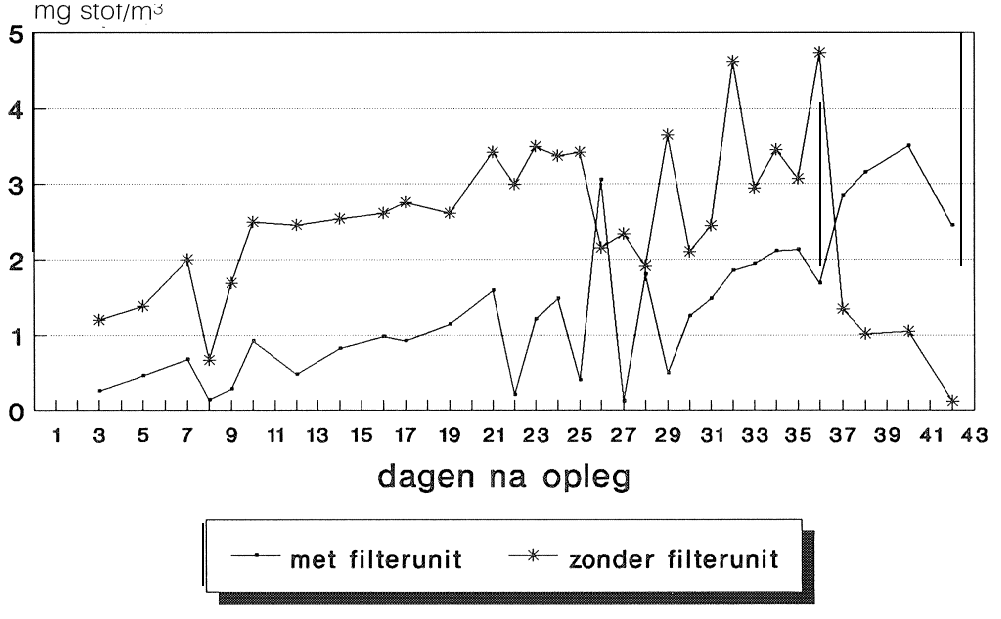
4.2.1 Resultaten van de stofmetingen

Op het Varkensproefbedrijf in Sterksel zijn gedurende zes ronden de stofconcentraties bepaald. Het gemiddelde gehalte aan inspirabel droog stof bedraagt in de proefafdeling 1,58 mg/m^3 (76 waarnemingen), tegen 2,65 mg/m^3 in de referentie-afdeling (72 waarnemingen) over de hele opfokperiode. Dit gevonden verschil (reductie 40%) is significant ($p < 0,0001$).
In figuur 4 is weergegeven wat de gemiddeld waargenomen concentraties aan inspirabel droog stof zijn in de proef- en de referentie-afdeling. Omdat de concentraties niet elke dag zijn bepaald, zijn de meeste gemiddelden in de figuur berekend over ongeveer twee waarnemingen. In bijlage 3 zijn de gemiddelde stofconcentraties en de reductie vermeld, berekend per week na opleg. Hieruit blijkt dat de relatieve reductie gedurende de opfokperiode niet duidelijk verandert.

Op het proefbedrijf in Rosmalen zijn de stofgehalten gedurende twee ronden bepaald. Hier bedragen de gemiddelde concentraties inspirabel droog stof in de afdeling met en zonder luchtfiltratie 1,37 respectievelijk 2,49 mg/m^3 (39 waarnemingen). Ook dit verschil (- 45%) is significant. Figuur 5 geeft de concentraties aan droog stof in de proef- en de referentieafdeling weer. Bijlage 3 geeft de gemiddelde stofconcentraties en de reductie weer, welke zijn berekend per week na opleg. Ook hier blijkt de reductie gedurende de opfokperiode niet eenduidig te veranderen.

4.2.2 Opfokresultaten van de biggen

De technische resultaten (groei, voeropname, voederconversie), de uitval en het aantal veterinaire behandelingen zijn vastgelegd.



Figuur 5: Dagelijkse gemiddelden van gehalten aan droog stof in biggenopfokafdelingen met en zonder interne luchtfiltratie (PV-Rosmalen)
Figure 5: *Daily averages of dried aerosol concentrations in weanerrooms with and without internal air filtration at the farm in Rosmalen*

Technische resultaten

De technische resultaten van de biggen uit de proef- en referentie-afdeling van Sterksel zijn weergegeven in tabel 1 (zeven ronden inclusief drie ronden waar geen totaal-stof is gemeten), die van Rosmalen in tabel 2 (twee ronden). De dieren hadden op beide locaties een gemiddeld begingewicht van ongeveer 7,5 kg en een gemiddeld eindgewicht van ongeveer 24 kg. De lengte van het opfoktraject was circa 42 dagen.

Op het Varkensproefbedrijf te Sterksel zijn er geen significante verschillen gevonden in groei, voeropname en voederconversie tussen de dieren die in de afdeling met en de dieren die in de afdeling zonder filterunit zijn opgefokt.

De voederconversie op het Proefstation in Rosmalen in de afdeling zonder filterunit is significant lager dan in de afdeling met filterunit .

Uitval van de biggen

In Rosmalen zijn zowel in de afdeling met filterinstallatie als in de afdeling zonder filterinstallatie 4 dieren uitgevallen, in Sterksel zijn in de afdeling met filterinstallatie 3 en in de afdeling zonder filterinstallatie 5 dieren uitgevallen.

In tabel 3 en tabel 4 zijn de uitgevallen dieren opgesplitst naar reden van uitval, Er zijn geen duidelijke verschillen in aantal uitgevallen dieren en in uitvalsoorzaak tussen de beide behandelingen gevonden.

Tabel 1: Technische resultaten van de biggenopfok (VPB-Sterksel)
Table 1: *Performance of weaned piglets with and without filtration and recirculation of air at the farm in Sterke/*

		Filtreren	Niet filtr.	Signif.	LSD*
Aantal opgelegde dieren		485	491		
Begingewicht	(kg)	7,5	29,477		
Beginleeftijd	(dgn)	28,9			
Eindgewicht	(kg)	24,7	25,3		
Eindleeftijd	(dgn)	71,4	71 ,o		
Duur proefperiode	(dgn)	42,5	41,6		
Groei	(gr/dier/dag)	406	422	*NS*	32,4
Voeropname	(kg/dag)	0,64	0,66	*NS*	0,0543
Voederconversie	kg voer/kg groei)	1,57	1,56	*NS*	0,0708

* LSD (Least Significant Difference) geeft aan welk verschil minimaal aangetoond moet worden om van een significant verschil te kunnen spreken.

Tabel 2: Technische resultaten van de biggenopfok (PV-Rosmalen)
Table 2: *Performance of weaned piglets with and without filtration and recirculation of air at the farm in Rosmalen*

		Filtreren	Niet filtr.	Signif.	LSD*
Aantal opgelegde dieren		128	134		
Begingewicht	(kg)	7,7	7 2		
Beginleeftijd	(dgn)	27,4	28',1.		
Eindgewicht	(kg)	22,5	24,4		
Eindleeftijd	(dgn)	68,4	70,3		
Duur proefperiode	(dgn)	41 ,o	42,2		
Groei	(gr/dier/dag)	361	405	*NS*	93,4
Voeropname	(kg/dag)	0,54	0,58	NS	0,1126
Voederconversie	(kg voer/kg groei)	1,49	1,42	p=0,0399	0,0549

* LSD (Least Significant Difference) geeft aan welk verschil minimaal aangetoond moet worden om van een significant verschil te kunnen spreken.

Veterinaire behandelingen

In tabel 5 en 6 staan de gegevens met betrekking tot de veterinaire behandelingen. In tabel 5 betreft het alle behandelingen, in tabel 6 alleen de individuele behandelingen. Er zijn geen duidelijke verschillen tussen de behandelingen.

In Sterksel worden geen preventieve behandelingen uitgevoerd. Een groot gedeelte van de behandelingen is gericht tegen diarree, terwijl daar op andere bedrijven de meeste preventieve behandelingen juist tegen zijn gericht. Wanneer de behandelingen tegen diarree buiten beschouwing worden gelaten zijn er in de afdeling met en zonder filtratie 169 respectievelijk 119 dieren behandeld, en bedraagt het aantal behandelingen per behandeld dier 5,1 respectievelijk 5,7. Veruit de meeste behandelingen zijn dan nog gericht tegen hoest, en hiervoor zijn ook de meeste herhalingen nodig.

Tabel 3: Uitval tijdens de opfokperiode (VPB-Sterksel)
Table 3: *Mortality of weaned piglets with and without filtration and recirculation of air at the farm in Sterksel*

	Filtreren	Niet filteren
Aantal opgelegde dieren	485	491
Aantal uitgevallen dieren	3	5
Reden van uitval :		
- zenuwstelsel	1	1
- achterblijver	0	2
- diversen	2	2

Tabel 4: Uitval tijdens de opfokperiode (PV-Rosmalen)
Table 4: *Mortality of weaned piglets with and without filtration and recirculation of air at the farm in Rosmalen*

	Filtreren	Niet filteren
Aantal opgelegde dieren	128	134
Aantal uitgevallen dieren	4	4
Reden van uitval :		
- maagdarmaandoeningen	3	3
- achterblijver	0	1
- diversen	1	0

Tabel 5: Veterinaire behandelingen bij de biggen (VPB-Sterksel)
Table 5: *Veterinary treatments of weaned piglets with and without filtration and recirculation of air at the farm in Sterksel*

	Filtreren	Niet filtreren
Aantal opgelegde dieren	485	491
Aantal behandelingen	532	554
Aantal behandelingen per behandeld dier	3,9	5,1
Aantal dieren behandeld voor:		
- maagdarmaandoeningen	363	435
- beenwerkaandoeningen	12	10
- longaandoeningen	145	80
- achterblijver	9	14
- diversen	3	15

In Rosmalen zijn alle dieren bij opleg een week lang via het drinkwater preventief gemedicineerd tegen diarree. Daarnaast zijn 2 dieren individueel behandeld in de afdeling met een filterunit tegen 3 dieren in de afdeling zonder filterunit. Er zijn geen duidelijke verschillen gevonden in reden van behandeling. Ook de duur van de behandeling (aantal behandelingen per behandeld dier) verschilt niet sterk.

Het aantal veterinaire behandelingen kan tussen de bedrijven niet worden vergeleken, omdat hier een groot aantal zaken een rol speelt. Het gaat hierbij niet alleen om de gezond heidsstatus van de bedrijven. De bedrijfsvoering (wel of niet preventief behandelen) en de vraag bij welke mate van symptomen er wordt behandeld en bij welke criteria een behandeling wordt gestopt, spelen een veel grotere rol. Zo betreft een groot deel van de behandelingen tegen maagdarmaandoeningen op het Varkensproefbedrijf behandelingen op hok-niveau, terwijl daar maar een klein aantal dieren ziek was.

4.2.3 Technische resultaten tijdens de mestfase

Een gedeelte van de biggen in Sterksel die tijdens de opfokperiode in de proef- of de

Tabel 6: Individuele veterinaire behandelingen bij de biggen (PV-Rosmalen)
Table 6: *Veterinary treatments of weaned piglets with and without filtration and recirculation of air at the farm in Rosmalen*

	Filtreren	Niet filtreren
Aantal opgelegde dieren	128	134
Aantal behandelingen	2	3
Aantal behandelingen per behandeld dier	1,0	1,3
Aantal dieren behandeld voor:		
- maagdarmaandoeningen	1	2
- beenwerkaandoeningen	1	0
- diversen	0	1

Tabel 7: Technische resultaten van vleesvarkens die als big in de filtratie-proef hebben gezeten (VPB-Sterksel)
Table 7: *Performance of finishing pigs that have been housed in weaner rooms with and without filtration and recirculation of air (Sterksel)*

		Tijdens opfokperiode: Filtreren	Niet filtr.	Signif.	LSD*
Aantal opgelegde dieren		158	182		
Begingewicht	(kg)	24,9	24,4		
Beginleeftijd	(dgn)	69,1	69,1		
Ber. eindgewicht	(kg)	107,4	105,8		
Eindleeftijd	(dgn)	177,4	177,9		
Duur proefperiode	(dgn)	108,2	108,8		
Groei	(gr/dier/dag)	770	763	NS	29,15
Geslacht gewicht	(kg)	82,7	81,2		
Vleespercentage	(%)	52,3	53,0	NS	0,8263
Percentage AA	(%)	76	8,3	NS	
Percentage A	(%)	72'6	74,6		
Percentage aangetaste longen	(%)	95'5	97,9	NS	

* LSD (Least Significant Difference) geeft aan welk verschil minimaal aangetoond moet worden om van een significant verschil te kunnen spreken.

referentieafdeling van de filtratieproef hebben gezeten is ook op het Varkensproefbedrijf afgemest. De meeste van deze biggen zijn later ingedeeld in vleesvarkensproeven. Slechts van een gedeelte van de biggen uit de proef met interne luchtfiltratie zijn de mesterijresultaten en de slachtresultaten meegenomen. De eisen die gesteld zijn om tot een goede vergelijking te komen (ondanks de verschillende proeven die in de mesterij-afdelingen lopen) zijn:

- er moeten minimaal 5 dieren per behandeling in de opfok uit dezelfde ronde in dezelfde mestafdeling zijn opgelegd;
  -in de mestafdeling moeten ongeveer evenveel dieren worden opgelegd die eerder in een afdeling met filtratie zijn opgefokt als die in de referentieafdeling zijn opgefokt
- in de mesterijperiode uitgevallen dieren zijn buiten beschouwing gelaten

In totaal zijn derhalve dieren uit 4 opfokronden gevolgd in 10 mestafdelingen. Een aantal mestresultaten is in tabel 7 weergegeven.

Er zijn geen verschillen in groei en vleespercentage gevonden tussen dieren die tijdens de opfokperiode al dan niet in een afdeling met filterinstallatie zijn opgefokt. Ook de klassificatie en het aantal afwijkingen aan longen en/of lever verschilde niet tussen beide groepen dieren.

4.3 Economische beschouwing

Het intern filtreren van stallucht brengt kosten met zich mee. Tabel 8 geeft een overzicht van de kosten voor de filterunit op het Proefbedrijf in Rosmalen. De tijdsduur van het vervangen van een filter is geschat op 15 minuten.
Het is nog niet goed mogelijk om duidelijke opbrengsten tegenover de kosten te zetten. Het aantal voltooide proefronden is onvoldoende om een oordeel te kunnen geven over de invloed van luchtfiltratie op de resultaten van de biggen. Belangrijker is echter de gezondheid van de varkenshouder, maar ook het effect van luchtfiltratie hierop en de “economische waarde” hiervan zijn niet in geld uit te drukken.

Bovenstaande berekening is gebaseerd op een bezetting van de afdeling van 6 weken per ronde, met na elke ronde een week leegstand (inclusief reinigen). Er zijn dan 7,5 ronden per jaar mogelijk.
In de biggenopfokafdelingen in Rosmalen worden ongeveer 66 biggen per ronde grootgebracht, zodat er jaarlijks 495 biggen worden afgeleverd. De kosten per afgeleverde big bedragen dan ƒ 2,98.

De kosten per afgeleverde big zijn echter van een aantal factoren afhankelijk. De belangrijkste is het aantal biggen per afdeling, maar ook met de te gebruiken filtertypen, criteria om ze te vervangen en het aantal keren dat ze als gevolg van die criteria vervangen moeten worden zijn nog maar weinig ervaringen opgedaan. Het electriciteitsverbruik is afhankelijk van de capaciteit van de ventilator. Tijdens de proefronden op het Varkensproefbedrijf “Zuid- en West-Nederland” was het stroomverbruik 0,23 kW, maar de ventilator kan worden opgevoerd tot een stroomverbruik van 0,85 kW.

Tabel 8: Jaarlijkse kosten voor luchtfiltratie in een afdeling met gespeende biggen (prijzen excl. BTW)
Table 8: *Yearly costs of filtration and recirculation of air for a weaner room (prices excl. VAT)*

afschrijving filterunit (20% van ƒ 2000,00)	ƒ 400,00
7,5 keer nieuw voorfilter ± ƒ 8,00	ƒ 60,00
3 keer nieuw filter voor fijn stof ± ƒ 200,00	ƒ 600,00
filters vervangen (10,5 x 15 min. x ƒ 29,50/uur)	ƒ 77,45
electriciteit (7500 uur x 0,25 kWatt x ƒ 0,18)	+ ƒ 337,50
TOTAAL JAARLIJKSE KOSTEN	ƒ 1474,95

5 BIGGENOPFOKAFDELING VVEKELIJKS SCHOONSPUITEN
WEEKLY CLEANING OF ROOMS FOR WEANED PIGLETS

Wanneer er in een schone afdeling biggen worden ingelegd, neemt het stofgehalte de eerste tien dagen relatief snel toe. Daarna ontstaat er een soort evenwicht, en neemt het stofgehalte in de lucht veel langzamer toe. In deze proef is geprobeerd om een afdeling met gespeende biggen wekelijks met lauw water schoon te maken, zodat het stofgehalte in de lucht op dat moment aanmerkelijk verlaagd zou moeten worden. De verwachting was dat het stofgehalte dan gedurende de week weer zou stijgen, maar na een week weer sterk gereduceerd kon worden door de afdeling opnieuw schoon te spuiten.

5.1 Opzet en uitvoering van het onderzoek

Proeflocatie

Het onderzoek is uitgevoerd op het Proefstation voor de Varkenshouderij in Rosmalen in de periode van juni 1989 tot en met april 1990. Er zijn gedurende zes ronden in totaal 807 dieren gevolgd. Voor het onderzoek zijn zes afdelingen gebruikt, waarvan 4 mechanisch geventileerde afdelingen (5 ronden) en twee natuurlijk geventileerde afdelingen (1 ronde). In de mechanisch geventileerde afdelingen zijn proef en referentieafdeling regelmatig met elkaar verwisseld.
De mechanisch geventileerde afdelingen hebben vloerverwarming in de bolle vloer met daarnaast ruimtelijke verwarming. De ventilatie vindt plaats door indirecte luchtinlaat met voorverwarming en balanskleppen en een afzuigsysteem. De natuurlijk geventileerde afdelingen worden verwarmd met vloerverwarming met daarnaast een hetelucht kanon in perioden dat extra verwarming nodig is, en geventileerd volgens het veluwestal-principe.
Voor het overige zijn de afdelingen met elk zes hokken voor 11 biggen identiek.
De biggen zijn op een leeftijd van ongeveer vier weken opgelegd in de opfokafdelingen. Hierbij zijn de tomen zoveel mogelijk in tact gehouden. Het opfoktraject loopt van ongeveer 7 kg bij opleg tot 21 kg aan het einde van de proef. De proefduur is ongeveer vijf weken. De dieren zijn gedurende de gehele opfokperiode handmatig en on beperkt gevoerd door middel van een droogvoerbak. De eerste twee weken wordt biggenopfokkorrel verstrekt, daarna wordt er, in een week, overgeschakeld op speciaalkorrel (babybiggenkorrel). Drinkwater wordt verstrekt via bijtnippels.

Proefbehandeling

De eerste week is er geen verschil tussen de behandeling van de biggen in de proefafdeling en die in de referentie-afdeling. Twaalf dagen na opleg wordt de proefafdeling met de biggen erin “gewassen”. Dit gebeurt verder wekelijks, totdat de biggen uit de opfokafdeling gaan.
Voor het “wassen” van de afdeling worden de voerbakken uit de afdeling gehaald. Vervolgens wordt de afdeling met lage druk en handwarm water met zeugenshampoo schoongespoten. Op de bolle vloer wordt zoveel water gebruikt dat het vuil in de mestput verdwijnt. Ook de werkgang wordt schoongespoten.
Tijdens de eerste ronde is de afdeling waar de biggen werden gewassen voor en na het wassen extra verwarmd. Gedurende de tweede ronde is de afdeling alleen na het wassen extra verwarmd. In de daaropvolgende ronden werd er alleen extra verwarmd als het na het wassen te koud werd in de afdeling.

Waarnemingen

In deze proef is gekeken naar het effect van het wekelijks schoonspuiten van een afdeling op het stofgehalte in de lucht en op de produktieresultaten van de biggen.
Het stofgehalte van de lucht in de afdeling is bepaald door middel van de filtratiemethode (zie pag. 15: Bepalen van stofconcentratie op het Proefstation voor de Varkenshouderij). De stofconcentratie is gemeten op 1.00 m hoogte, boven de ligruimte van een van de middelste hokken van de afdeling.

Aan de hand van het opleggewicht, het eindgewicht, de voeropname en het aantal dierdagen zijn groei, voeropname en voederconversie bepaald. Ook het aantal veterinaire behandelingen is vastgelegd. Tijdens de proef uitgevallen dieren zijn bij de bere-

keningen buiten beschouwing gelaten. Tenslotte zijn ook de technische resultaten tijdens de mestfase van de dieren die in de proef- en referentieronden zijn opgefokt, met elkaar vergeleken.

5.2 RESULTATEN

De resultaten van het onderzoek vallen in twee delen uiteen. Enerzijds is direct bepaald wat de invloed van het wassen van de afdeling is op het stofgehalte van de lucht, anderzijds is er vastgelegd wat de effecten zijn op de dieren, zowel tijdens de proef als daarna, tijdens de mestfase.

5.2.1 Resultaten van de stofmetingen

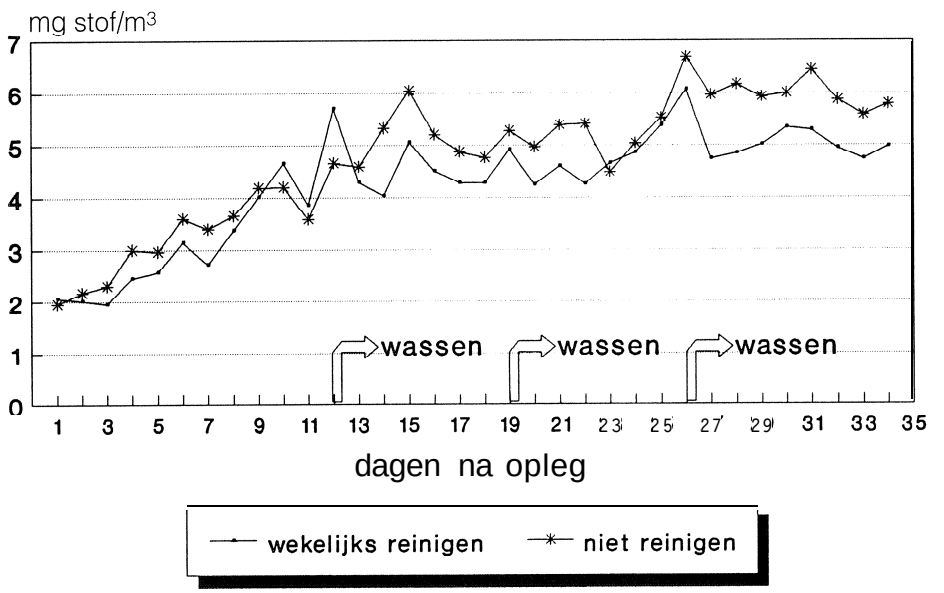
Op het Proefbedrijf zijn tijdens de zes ronden dagelijks de stofconcentraties bepaald. Alleen de dagen dat er zowel stofgehalten van de proefafdeling als van de referentieafdeling zijn, zijn meegenomen bij de statistische verwerking. Het gemiddelde gehalte aan droog stof bedraagt in de referentieafdelingen 4,663 mg/m^3, in de proefafdelingen 4,17 mg/m^3 (141 waarnemingen). Het verschil over de hele opfokperiode is significant. De reductie bedraagt 10,5%. In figuur 6 is weergegeven wat de gemiddelde dagelijkse concentraties aan droog stof zijn in de proef- en de referentie-afdelingen.

Het relatieve effect van het reinigen is vrijwel gelijk voor alle weken van de opfokperiode (zie bijlage 4). Figuur 7 geeft het verband weer tussen het aantal dagen na reinigen en de reductie in het stofgehalte. Bijlage 4 geeft de werkelijke waarden weer. De reductie is het grootst op de dag van reinigen, en neemt daarna af. Het is daarom waarschijnlijk dat het stofgehalte verder teruggebracht kan worden door de afdeling vaker met water te reinigen.

52.2 Opfokresultaten van de biggen

De technische resultaten (groei, voeropname, voederconversie), de uitval en het aantal veterinaire behandelingen zijn vastgelegd.

Technische resultaten
De technische resultaten van de biggen uit deze proef zijn weergegeven in tabel 9. De dieren hadden een gemiddeld beginge-



Figuur 6: Dagelijkse gemiddelden van gehalten aan droog stof in biggenopfokafdelingen met en zonder wekelijks reinigen met water
Figure 6: *Daily averages of dried aerosol concentrations in weaner rooms with and without weekly washing with water*

wicht van 7,2 kg en een gemiddeld eindgewicht van 20,9 kg. De lengte van het opfoktraject was ongeveer 34 dagen. Er zijn geen significante verschillen gevonden in groei, voeropname en voederconversie tussen het al dan niet wekelijks reinigen van de dieren en de afdeling waarin deze liggen tijdens de opfokperiode.

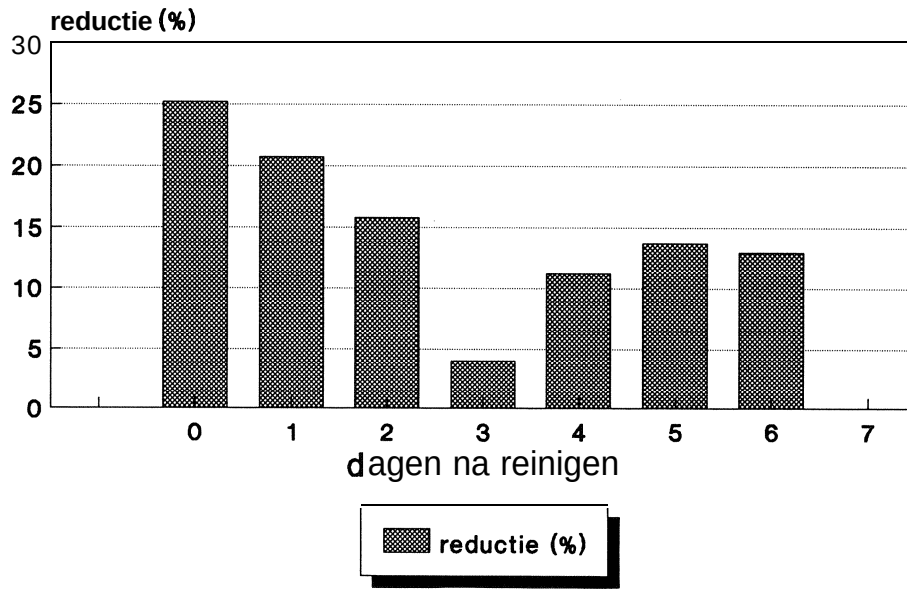
Uitval van de biggen

In afdelingen die wekelijks werden schoongespoten zijn in totaal 9 dieren (=2,2%) uitgevallen tegen 11 dieren (=2,7%) in afdelingen waar de dieren niet werden gewassen. Dit verschil is niet significant. In tabel 10 zijn de uitgevallen dieren opgesplitst naar reden van uitval. Er zijn geen duidelijke verschillen

Tabel 9: Technische resultaten van de biggen
Table 9: *Performance of weaned piglets with and without weekly washing*

		wekelijks reinigen	niet reinigen	signi-ficant	LSD*
aantal opgelegde dieren		403	404		
Begingewicht	(kg)	7,2	7,2		
Beginleeftijd	(dgn)	27,7	28,5		
Eindgewicht	(kg)	20,9	20,8		
Eindleeftijd	(dgn)	62,3	62,0		
Duur proefperiode	(dgn)	34,6	33,5		
Groei	(gr/dier/dag)	396	406	*NS*	44,311
Voeropname	(kg/dag)	0,57	0,57	*NS*	0,0552
Voederconversie	(kg voer/kg groei)	1,44	1,40	*NS*	0,0523

* LSD (Least Significant Difference) geeft aan welk verschil minimaal aangetoond moet worden om van een significant verschil te kunnen spreken.



Figuur 7: Relatieve reducties (%) van de stofgehalten van de lucht in afdelingen met en zonder wekelijks reinigen met water, ingedeeld naar aantal dagen na reinigen
Figure 7: *Relative reductions (%) of aerosol concentrations in rooms with and without weekly washing as function of days after washing*

in uitvalsoorzaak tussen de beide behandelingen gevonden.

Veterinaire behandelingen
Alle dieren zijn bij opleg een week lang via het drinkwater preventief gemedicineerd tegen diarree. Daarnaast zijn 17 dieren individueel behandeld tegen diverse aandoeningen in afdelingen waar de dieren gewassen werden tegen 11 dieren in afdelingen waar de dieren niet werden gewassen. Er zijn geen duidelijke verschillen gevonden in reden van behandeling. In tabel 11 staan de gegevens met betrekking tot de individuele veterinaire behandelingen.

Het aantal behandelingen per behandeld dier was in de afdeling waar de dieren niet werden gewassen hoger dan in de afdeling waar de dieren wel werden gewassen.

5.2.3 Technische resultaten tijdens de mestfase

Een gedeelte van de biggen die tijdens de opfokperiode in de proef- of de referentieafdeling van de biggenwasproef hebben gezeten is ook op het proefbedrijf te Rosmalen afgemest. De meeste van deze biggen zijn later ingedeeld in vleesvarkensproeven, zoals het stofzuigonderzoek (invloed van stofzuigen op stofgehalte en technische resultaten), gescheiden mesten en beperken vanaf 70 kg en afleverstrategie (alle varkens gelijktijdig proberen af te leveren). De verdeling over de afdelingen was echter zodanig dat ondanks de lopende proeven een vergelijking op basis van de voorgeschiedenis voor een deel van de varkens mogelijk was. Tabel 12 geeft een overzicht van de resultaten.

Tabel 10: Uitval tijdens de opfokperiode
Table *10: Mortality of weaned piglets with and without weekly washing*

	wekelijks reinigen	niet reinigen
Aantal opgelegde dieren	403	404
Aantal uitgevallen dieren	9	11
Reden van uitval :		
- maagdarmaandoeningen	7	6
- beenwerkaandoeningen	1	0
- achterblijver	0	1
- diversen	1	4

Tabel 11: Individuele veterinaire behandelingen bij de biggen
Table 11: *Individual veterinary treatments of piglets with and without weekly washing*

	wekelijks reinigen	niet reinigen
Aantal opgelegde dieren	*403*	*404*
Aantal dieren behandeld	*17*	11
Aantal behandelingen per behandeld dier	1,1	1,7
Aantal dieren behandeld voor:		
- maagdarmaandoeningen	*8*	*7*
- beenwerkaandoeningen	*5*	*2*
- longaandoeningen	*0*	1
- achterblijvers	1	1
- diversen	3	0

Tabel 12: Technische resultaten van vleesvarkens die als big in de proef met wekelijks reinigen zijn opgefokt
Table 12: *Performance of finishing pigs that as weaners have or have not been weekly washed*

	wekelijks reinigen	niet reinigen	significant	LSD*
Aantal opgelegde dieren	146	148		
Begingewicht (kg)	22,3	22,9		
Beginleeftijd (dgn)	64,8	65,3		
Eindgewicht (kg)	104,0	102,9		
Eindleeftijd (dgn)	171,3	171,3		
Duur proefperiode (dgn)	106,5	106,0		
Groei (gr/dier/dag)	770	756	NS	16,101
Voeropname (kg/dag)	2,10	2,11	NS	0,0623
Voederconversie (kg voer/kg groei)	2,76	2,82	NS	0,0698
Percentage uitval (+ aantal)	2,8 (4)	1,4 (2)	NS	
Geslacht gewicht (kg)	81,5	80,8		
Vleespercentage (%)	52,3	52,7	NS	0,6075
Percentage AA (%)	7,1	9,3	NS	
Percentage A (%)	71,6	71,4		
Percentage aangetaste longen (%)	95,7	95,5	NS	

* LSD (Least Significant Difference) geeft aan welk verschil minimaal aangetoond moet worden om van een significant verschil te kunnen spreken.

N.B.: De voeropname en de voederconversie zijn bepaald op basis van het gemiddelde van het hok waarin een dier heeft gelegen

Er zijn geen significante verschillen in groei, voeropname, voederconversie, uitval en vleespercentage gevonden tussen dieren die tijdens de opfok al dan niet in een afdeling hebben gelegen die wekelijks werd gereinigd. Ook zijn er geen verschillen in klassificatie en het aantal afwijkingen aan longen en/of lever gevonden tussen deze groepen dieren.

5.3 Economische beschouwing

De kosten van het wekelijks reinigen van afdelingen met water zijn sterk bedrijfsafhankelijk. Op vrijwel alle varkensbedrijven is een hogedrukspuit aanwezig, zodat die niet in de kosten opgenomen hoeft te worden. Aangezien het gebruikte water in de mestput terecht komt is het wel belangrijk hoe hoog de afzetkosten van de mest zijn.
Uit de waarnemingen blijkt dat het reinigen op de proeflocatie 30,5 minuten per keer duurt (19 waarnemingen) en dat er per keer 99 liter water wordt verbruikt (17 waarnemingen).
In de berekening van tabel 13 is er verder van uitgegaan dat er met een hogedrukspuit wordt gewerkt die al op het bedrijf

Tabel 13: Jaarlijkse kosten voor wekelijks met water reinigen van een afdeling met gespeende biggen (excl. BTW)
Table 13: *Yearly costs of weekly washing for a weaner room (prices excl. VAT)*

waterverbruik (7,5 ronden x 0,50 m^3 x *f* 1,25)	*f* 4,70
arbeidskosten (7,5 ronden x 2,5 uur x *f* 29,50)	*f* 553,15
electriciteit (7,5 x 1,5 uur x 2,5 kW x *f* 0,18)	*f* 5,06
extra mestafzet (7,5 ronden x 0,5 m^3 x *f* 10,00)	*+f* 37,50
TOTAAL JAARLIJKSE KOSTEN	f 600,41

aanwezig is, dat de opslag- en afzetkosten van de mest ƒ 10,00/m³ bedragen (laag drogestofpercentage, een deel afzetten op het eigen bedrijf) en dat er vijf keer per ronde wordt gereinigd.

Bovenstaande berekening is gebaseerd op een bezetting van de afdeling van 6 weken per ronde, met na elke ronde een week leegstand (inclusief reinigen). Er zijn dan 7,5 ronden per jaar mogelijk.
In de afdelingen zijn ongeveer 66 biggen per ronde grootgebracht, zodat er jaarlijks 495 biggen worden grootgebracht. De kosten per afgeleverde big bedragen dan **f** 1,21.

Uit tabel 13 blijkt dat ruim 90% van de kosten bestaat uit arbeidskosten. Het ligt daarom voor de hand om het werk te automatiseren Waarschijnlijk is dat relatief eenvoudig, want het doel is immers niet om de hele afdeling grondig te reinigen, maar om het aanwezige stof met water weg te spoelen. De kosten van automatisering worden geschat in tabel 14. De kosten per afgeleverde big bedragen dan nog **f** 0,70.

Eventuele meeropbrengsten als gevolg van betere technische resultaten door het lagere stofgehalte kunnen uit de beschikbare gegevens niet berekend worden. Het is echter onwaarschijnlijk dat ze opwegen tegen de kosten.

Tabel 14: Jaarlijkse kosten voor wekelijks met water reinigen van een afdeling met gespeende biggen na automatisering (excl. BTW)
Table 14: *Yearly costs of weekly washing for a weaner room with automation (prices excl. VAT)*

besturing	f 650,00	
45 m leiding + 24 nippels	f 450,00	
investering (excl. BTW)	f 1100,00	
afschrijving en onderhoud (20% x f 1100,00)		f 220,00
waterverbruik (aanname: 50% extra)		f 7,00
arbeidskosten (aanname: 0,25 uur/ronde)		f 55,00
electriciteit (aanname: gelijk)		f 5,00
extra mestafzet (aanname: 50% extra)		+f 56,00
TOTAAL JAARLIJKSE KOSTEN		f 343,00

6 WEKELIJKS STOFZUIGEN VAN VLEESVARKENSAFDELING *WEEKLY VACUUMCLEANING OF ROOMS FOR FATTENING PIGS*

OP veel varkensbedrijven worden regelmatig de voergangen geveegd. Óp deze manier wordt vooral het gemorste voer van de gangen verwijderd, waardoor de kans op ongedierte kleiner wordt, er gemakkelijker gewerkt kan worden (bijvoorbeeld het vooruit duwen van de voerkar) en de stal er verzorgder uit ziet. Stof wordt echter niet uit de stal verwijderd; het wervelt op, komt in de lucht en slaat elders in de stal weer neer. Wanneer de gang eerst wordt natgemaakt of wanneer er een veegwagentje wordt gebruikt wordt er al meer stof uit de afdeling verwijderd. Een betere manier om vuil en stof van de gangen te verwijderen is stofzuigen met een bedrijfsstofzuiger. Het stof dat met vegen zou opwaaien, wordt met stofzuigen opgezogen, en alle opgezogen lucht wordt in de stofzuiger gefilterd. Om te beoordelen of ook het stofgehalte in de lucht verlaagd kan worden door te stofzuigen is op het proefbedrijf in Rosmalen een vergelijkende proef uitgevoerd in vleesvarkensstallen.

6.1 Opzet en uitvoering van het onderzoek

Proeflocatie

De proef is uitgevoerd op het Proefstation voor de Varkenshouderij te Rosmalen en heeft plaatsgevonden in de periode van juli 1989 tot en met april 1990. Er zijn 2 ronden gevolgd in twee natuurlijk geventileerde afdelingen. In totaal zijn in de proef 368 dieren opgelegd.
De proef is uitgevoerd in afdelingen met 12 hokken met 8 dieren per hok. Deze hokken zijn allen identiek; halfroostervloer met bolle vloer. De dwarsgeplaatste trog is voorzien van een afhangende trogklep om bevuiling van de trog zoveel mogelijk te voorkomen. De ventilatie wordt geregeld volgens het Veluwestal-principe, met een verstelbare open nok. Om de temperatuur in de ligruimte in de winter op peil te houden zijn de hokken uitgerust met warmwatervloerverwarming in het dichte gedeelte van de vloer. De hokken hebben geen onderkomen. Tijdens de laatste ronde is ruimteverwarming (centrale verwarming) aangelegd.

De dieren zijn op een leeftijd van ruim 9 weken opgelegd in de mesterij. Borgen en zeugen zijn gescheiden gemest, en de tomen zijn door elkaar opgelegd. Het mesttraject liep van circa 22,5 kg bij opleg tot circa 107 kg bij afleveren.
De dieren werden twee keer daags gevoerd met behulp van een brijvoerinstallatie. Tot een gewicht van circa 45 kg is er startvoer verstrekt, daarna is er, in een week, overgeschakeld op afmestvoer. De varkens konden alleen water opnemen via de brij; er werd geen extra drinkwater verstrekt.

Proefbehandeling

Twee identieke afdelingen zijn steeds gelijk opgelegd. In de ene afdeling werd wekelijks gestofzuigd met een bedrijfsstofzuiger. Hierbij werden de gangen gezogen, en de bovenkanten van muren, hokafscheidingen, buizen en leidingen voor zover deze vanaf de voergang (met een verlengstuk op de stofzuiger) bereikt konden worden. Er werd dus niet op de hokafscheidingen geklommen. De ligruimten en ongeveer de helft van de buizen en hokafscheidigen werden daardoor niet gestofzuigd.
In de andere afdeling werd gedurende de mestperiode niet gezogen of op een andere wijze gereinigd.

Waarnemingen

In deze proef is gekeken naar het effect van het wekelijks stofzuigen van een afdeling op het stofgehalte in de lucht en op de produktieresultaten van de varkens.
Het stofgehalte van de lucht in de afdeling is bepaald door middel van de filtratiemethode (zie pag. 15: Bepalen van stofconcentratie op het Proefstation voor de Varkenshouderij). De stofconcentratie is gemeten op 1 .00 m hoogte, boven de ligruimte van een van de middelste hokken van de afdeling.

Aan de hand van het opleggewicht, het eindgewicht, de voeropname en het aantal dierdagen zijn groei, voeropname en voederconversie bepaald. Ook het aantal veterinaire behandelingen is vastgelegd. Tijdens de proef uitgevallen dieren zijn bij de bere-

keningen buiten beschouwing gelaten Ook is er gekeken naar het aantal veterinaire behandelingen van de dieren, en naar de resultaten van het long-leveronderzoek aan de slachtlijn.

6.2 RESULTATEN

De resultaten van het onderzoek vallen in twee delen uiteen. Enerzijds is direct bepaald wat de invloed van stofzuigen is op het stofgehalte van de lucht, anderzijds is er vastgelegd wat de effecten zijn op de produktie van de dieren.

6.2.1 Resultaten van de stofmetingen

Op het Proefbedrijf zijn tijdens de twee ronden telkens gedurende vier perioden van *11* dagen de stofconcentraties bepaald. Alleen de dagen dat er zowel stofgehalten van de proefafdeling als van de referentie-afdeling zijn, zijn meegenomen in de verwerking. Het gemiddelde gehalte aan droog stof bedraagt in de referentie-afdelingen 2,50 mg/m^3, in de proefafdelingen 2,34 mg/mg^3 (64 waarnemingen). Dit verschil over de hele mestperiode is niet significant. De reductie in stofgehalte bedraagt 6%.

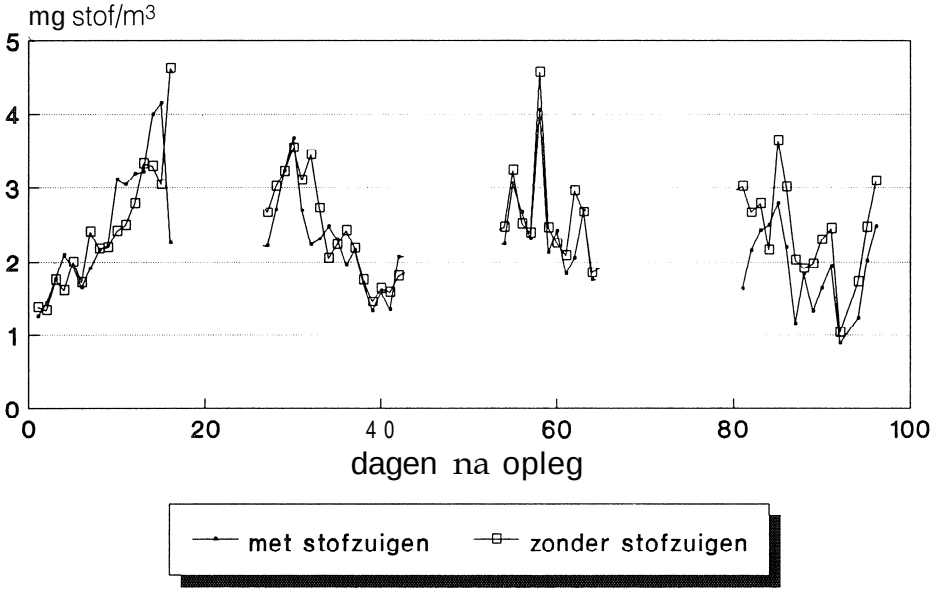
In figuur 8 is weergegeven wat op de meetdagen de concentraties aan droog stof zijn in de proef- en de referentie-afdelingen.

Omdat er maar één dag per week is gezogen, zou het mogelijk zijn dat het effect van het stofzuigen niet op alle dagen van de week gelijk is. Figuur 9 geeft het verband weer tussen het aantal dagen na stofzuigen en de reductie in het stofgehalte. Bijlage 5 geeft de werkelijke waarden weer.

De reductie van het stofgehalte op de dag van stofzuigen is niet groter dan op de andere dagen, in de tweede helft van de week is de reducte zelfs groter dan in de eerste helft. Het is daarom onwaarschijnlijk dat de reductie veel groter zou zijn geweest als er vaker per week werd gestofzuigd.

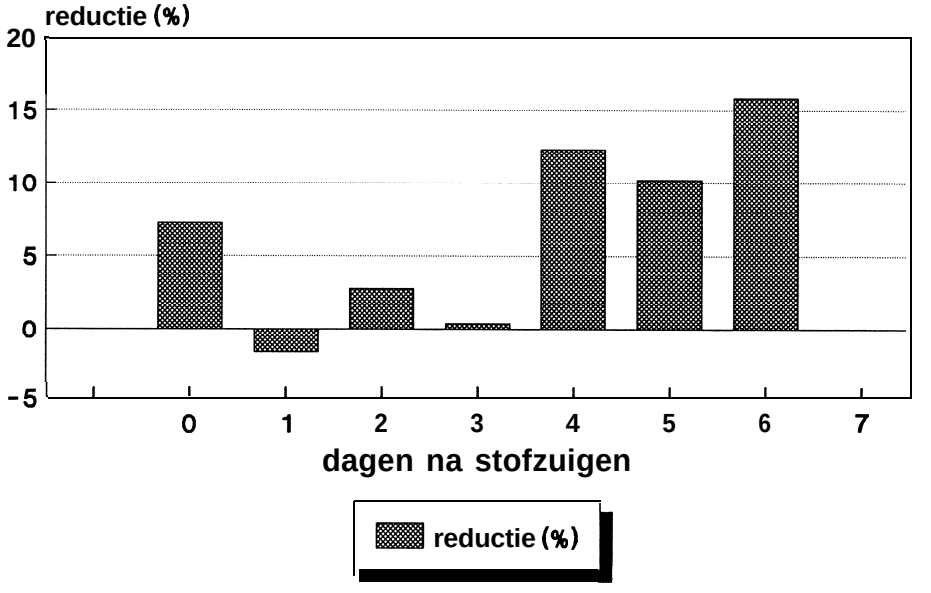
6.2.2 Mesterijresultaten en slachtkwaliteit

De mesterijresultaten en de slachtkwaliteit zijn weergegeven in tabel 15. Er zijn geen verschillen in groei, voeropname, voederconversie en vleespercentage gevonden tussen de referentie-afdeling en de afdeling waar wekelijks werd gestofzuigd. Ook is er geen verschil gevonden in de verdeling van



Figuur 8: Dagelijkse gemiddelden van gehalten aan droog stof in vleesvarkensafdelingen met en zonder wekelijks stofzuigen

Figure 8: *Daily averages of dried aerosol concentrations in finishing rooms with and without weekly vacuum cleaning*



Figuur 9: Relatieve reducties (%) van de stofgehalten van de lucht in afdelingen met wekelijks stofzuigen, ingedeeld naar aantal dagen na stofzuigen

Figure 9: *Relative reductions (%) of aerosol concentrations in rooms with weekly vacuum cleaning as function of days after vacuum cleaning*

Tabel 15: Mesterijresultaten en slachtkwaliteit van varkens in afdelingen waar wel of niet wekelijks is gestofzuigd

Table *15: Performance and meat characteristics of finishing pigs with and without weekly vacuum cleaning of finishing rooms*

		stofzuigen	niet stofzuigen	signi-ficant*	LSD**
Aantal opgelegde dieren		192	192		
Begingewicht	(kg)	22,3	22,5		
Beginleeftijd	(dgn)	64,5	65,0		
Eindgewicht	(kg)	106,6	107,9		
Eindleeftijd	(dgn)	176,9	176,9		
Duur proefperiode	(dgn)	112,4	111,9		
Groei	(gr/dier/dag)	750	763	NS	39,19
Voeropname	(kg/dag)	2,09	2,08	NS	0,1691
Voederconversie	(kg voer/kg groei)	2,78	2,73	NS	0,0956
Geslacht gewicht	(kg)	83,9	84,8		
Vleespercentage		52,2	52,0	NS	3,7806
Percentage AA		6 8	10,1		
Percentage A		65,8	61,9	NS	
Percentage B+C		27,4	28,0		

* Verklaring: NS: verschil is niet significant

** LSD (Least Significant Difference) geeft aan welk verschil minimaal aangetoond moet worden om van een significant verschil te kunnen spreken.

de dieren over de verschillende type-beoordelingen.

Uitval
In de proef zijn in totaal 4 dieren uitgevallen, waarvan 2 in de afdeling waar wekelijks werd gezogen en 2 in de referentie-afdeling. In tabel 16 is het aantal dieren per oorzaak van uitval weergegeven.

Gezondheidsstatus en veterinaire behandelingen
Tijdens de proefronden is niet alleen bijgehouden hoeveel varkens veterinair zijn behandeld, maar ook hoeveel varkens ziekteverschijnselen hebben vertoond. In tabel 17 is aangegeven bij hoeveel varkens symptomen zijn opgetreden van aandoeningen die te maken hebben met de luchtwegen Hierbij zijn varkens die meerdere dagen achter el kaar dezelfde ziekteverschijnselen hebben getoond maar voor één keer meegerekend.

Uit tabel 17 blijkt dat er in de afdeling waar is gestofzuigd in het algemeen wat minder hoesten en niezen voorkwam dan in de referentie afdeling. Het verschil in het voorkomen van longontsteking is veel groter.

Het aantal veterinaire behandelingen per proefbehandelinge is weergegeven in tabel 18.

Uit tabel 18 blijkt dat er in de referentie-afdeling meer dieren zijn behandeld dan in de proefafdeling. Het verschil in het aantal longaandoeningen is hierbij het duidelijkst. De meeste individuele behandelingen tegen longaandoeningen waren gericht tegen longonsteking.

Longleverbeoordeling
Van de meeste dieren zijn na het slachten de longen en lever beoordeeld op het voorkomen van afwijkingen. De resultaten van deze beoordeling staan in tabel 19. Er is een significant groter aantal dieren met een afwijking aan de longen in de afdeling die wekelijks werd gezogen ten opzichte van de referentie-afdeling,

Tabel 16: Uitval en reden van uitval van de vleesvarkens
Table 16: *Mortality, including cause of finishing pigs with and without weekly vacuum cleaning of finishing room*

	stofzuigen	referentie
Aantal opgelegde dieren	192	192
Aantal uitgevallen dieren	2	2
Reden van uitval :		
- staartbijten	0	1
- achterblijver	1	0
- diversen	1	1

Tabel 17: Aantallen vleesvarkens met symptomen van aandoeningen aan de luchtwegen in afdelingen met en zonder stofzuigen
Table 17: *Numbers of finishing pigs with respiratory symtoms in rooms with and without weekly vacuum cleaning*

	stofzuigen	referentie
Aantal opgelegde dieren	192	192
Individuele waarnemingen van:		
- hoesten	13	17
- longontsteking	5	18
Aantal dagen met hoesten en/of niezen in de afdeling	55	71

6.2.3 Klimaat

Proef- en referentieafdeling zijn gedurende het onderzoek niet verwisseld.
De afdeling waarin gestofzuigd is en de referentieafdeling zijn echter identieke afdelingen. De proefafdeling is een eindafdeling aan de Zuid-West kant van de stal, de referentieafdeling is een eindafdeling aan de Noord-Oost zijde van dezelfde stal. De natuurlijke ventilatie volgens het Veluwestalprincipe werd in beide afdelingen handmatig geregeld. De ruimtetemperatuur is geregistreerd. Er zijn geen duidelijke verschillen in gemiddelde ruimtetemperatuur tussen beide afdelingen waargenomen. Andere kengetallen van het klimaat, met name de luchtsnelheid kan een sterke invloed op de warmtebalans van varkens hebben, zijn niet gemeten.

6.3 Economische beschouwing

De kosten van stofzuigen zijn sterk bedrijfsafhankelijk. Het al dan niet aanwezig zijn van een stofzuiger, en het aantal aanwezige dieren zijn bepalend voor de kosten van het stofzuigen. In de berekening in tabel 20 wordt er van uit gegaan dat er geen stofzuiger is, en dat er 15 afdelingen met 96 vleesvarkensplaatsen zijn (1440 varkens).
Het stofzuigen duurt gemiddeld 14,6 minu-

Tabel 18: Individuele veterinaire behandelingen van de vleesvarkens in afdelingen met en zonder stofzuigen
Table 18: *Individual veterinary treatments of finishing pigs in rooms with and without weekly vacuum cleaning*

	stofzuigen	referentie	sign.
Aantal opgelegde dieren	192	192	
Aantal behandelde dieren	35	52	p=0,038
Aantal dieren behandeld voor :			
- longaandoeningen	3	19	
- beenwerkaandoeningen	4	13	
- staartbijten	19	20	
- diversen	9	0	

Tabel 19: Resultaten longleverbeoordeling
Table 19: *Lung and liver checks at the slaughter line of finishing pigs from rooms with and without weekly vacuum cleaning*

	stofzuigen	referentie	sign.
Aantal onderzochte karkassen	160	192	
Percentage niet aangetast	91,9	97,6	p=0,018
Percentage dieren met :			
- aangetaste longen	8,1	1,8	
- pleuritis	0,0	0,6	

Tabel 20: Jaarlijkse kosten voor stofzuigen in een afdeling met vleesvarkens (excl. BTW)
Table 20: *Yearly costs of vacuum cleaning for a room for finishing pigs (prices excl. VAT)*

afschrijving stofzuiger (15% van f 1800,00 / 15)	f 18,00
arbeid (49 weken x 15 min x f 29,50)	f 361,40
electriciteit (49 x 0,2 x 2,4 kWatt x f 0,18)	+ f 4,25
TOTAAL JAARLIJKSE KOSTEN	f 383,635

ten per keer (25 waarnemingen), dit is de tijd dat er in de afdeling wordt gewerkt (zonder aan- en aflooptijden).

Wanneer er 3,2 ronden per jaar worden gerealiseerd, en er per ronde 94 dieren per afdeling worden afgeleverd (2% uitval), bedragen de kosten per afgeleverd varken ƒ 1,28.
Gezien de geringe verlaging van het stofgehalte door het stofzuigen is het onwaarschijnlijk dat tegenover de kosten ook meeropbrengsten staan. Het kan om andere redenen toch zinvol zijn om te stofzuigen, maar een eventuele verlaging van het stofgehalte zal zo gering zijn dat het noch de technische resultaten van de varkens, noch de gezondheid van de varkenshouder zal beïnvloeden.

7 IONISEREN IN AFDELING VOOR GESPEENDE BIGGEN
IONISATION IN ROOMS FOR WEANED PIGLETS

Het stof dat in de lucht aanwezig is bestaat uit deeltjes van verschillende grootte en samenstelling. Grote deeltjes (groter dan 5 µm) zijn minder schadelijk dan kleinere deeltjes, doordat ze minder diep in de longen doordringen, en door natuurlijke mechanismen weer langzaam worden verwijderd. Bovendien sedimenteren zware deeltjes sneller dan lichtere deeltjes.
Door ionisatie kan aan deeltjes in de lucht een electrische lading worden gegeven. Deze lading is tegengesteld aan die van de omgeving (muren, hokinrichting, verwarmingsbuizen enzovoort). De verwachting is daarom dat de geladen stofdeeltjes door de omgeving aangetrokken worden, en daardoor sneller sedimenteren dan niet-geladen deeltjes.

7.1 Opzet en uitvoering van het onderzoek

Proeflocatie

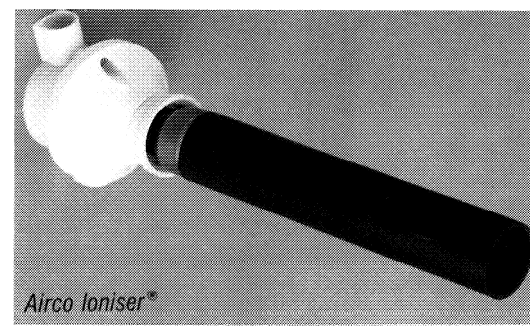
Het onderzoek is uitgevoerd op het Varkensproefbedrijf "Zuid- en West- Nederland" te Sterksel. Op het Varkensproefbedrijf zijn gegevens verzameld gedurende twee ronden tussen oktober 1989 en februari 1990. Het onderzoek vond plaats in twee afdelingen (een referentie- en een proefafdeling). Deze afdelingen verschillen qua inrichting sterk van elkaar: de proefafdeling bestaat uit één groot hok voor 75 biggen, de referentieafdeling bestaat uit twee hokken voor elk 40 tot 45 biggen. Deze verschillen in inrichting kunnen zowel invloed hebben op het stofgehalte in de afdeling als op de technische resultaten van de biggen. Bovendien was het niet mogelijk om tussen de ronden de proef- en de referentie-afdelingen te wisselen.
Hierdoor konden slechts oriënterende waarnemingen worden verricht. In eerste instantie is binnen de proefafdeling een periode wel en een periode niet geïoniseerd. Tijdens een vervolgronde zijn de bovengenoemde twee afdelingen met elkaar vergeleken. Op deze manier is vastgesteld of ionisatie een methode met perspectief is, om het stofgehalte te verlagen. Het is niet mogelijk om op basis van onderzoek in deze twee verschillende afdelingen conclusies te trekken omtrent de hoeveelheid reductie en de invloed op de technische resultaten.
Beide afdelingen zijn verder uitgerust met een bolle vloer met vloerverwarming, plafondventilatie en vlinderpijpen voor de ruimteverwarming. Er wordt gevoerd met een automatische voerinstallatie en droogvoerbakken.

De biggen zijn op een leeftijd van ongeveer vier weken opgelegd in de opfokafdelingen. Hierbij zijn de tomen zoveel mogelijk intact gehouden. Het opfoktraject liep van ongeveer 8 kg bij opleg tot 24 kg aan het einde van de proef. De proefduur was steeds ongeveer zes weken. De dieren werden gedurende de gehele opfokperiode onbeperkt gevoerd door middel van een droogvoerbak, die automatisch werd gevuld. De eerste twee weken werd biggenopfokkorrel verstrekt, daarna werd in een week overgeschakeld op speciaalkorrel (babybiggenkorrel). Drinkwater werd verstrekt via bijtnippels.

Proefbehandeling

In de proefafdeling zijn vier ionisatoren geplaatst. Het type ionisator dat is gebruikt, kan in een normale fitting voor gloeilampen worden gedraaid. Figuur 10 geeft een afbeelding van de ionisator weer. De ionisatoren waren gelijkmatig over het plafond van de afdeling verdeeld.

De twee proefronden zijn niet hetzelfde uitgevoerd. Tijdens de eerste ronde zijn de



Figuur 10: In de biggenopfokstal gebruikte ionisator
Figure 10: *Air ionizer as used in a weaner-room*

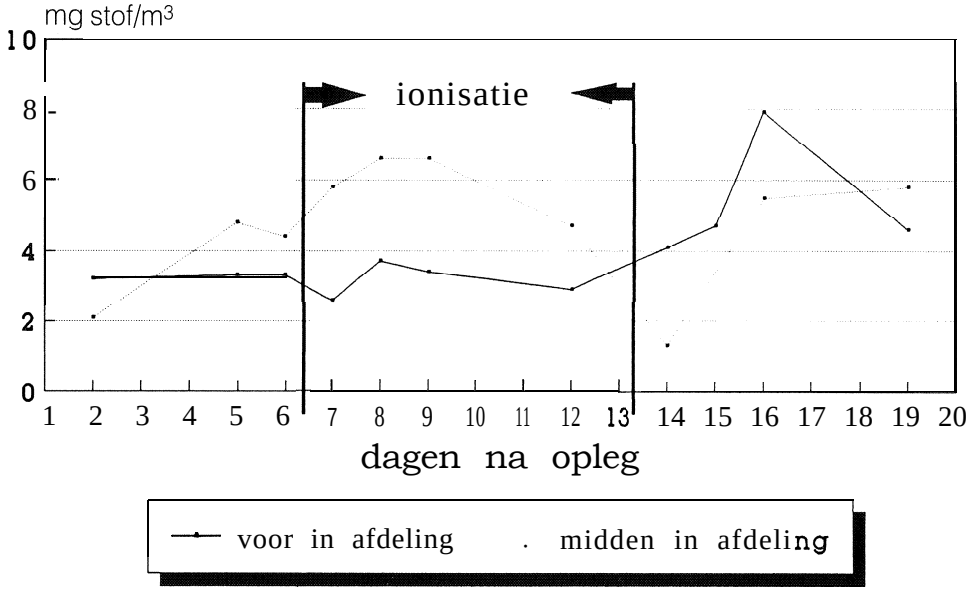
ionisatoren slechts een gedeelte van de opfokperiode gebruikt: de eerste week waren ze niet ingeschakeld, de tweede week wel en de derde week weer niet. Op deze manier zou binnen één afdeling het effect van ionisatie aangetoond kunnen worden
Tijdens de tweede ronde is er gewerkt met een proef- en een referentieafdeling, waarbij de ionisatoren in de proefafdeling gedurende de hele ronde hebben gewerkt.

Waarnemingen
In deze proef is gekeken naar het effect van ionisatie op het stofgehalte in de afdeling. Tijdens de eerste ronde is op twee plaatsen binnen de afdeling het stofgehalte in de lucht gemeten. Tijdens de tweede ronde is er in een proef- en een referentieafdeling gemeten op ongeveer 1.00 m hoogte op de grens tussen werkgang en biggenhok.
Het stofgehalte van de lucht in de afdeling is bepaald door middel van de filtratiemethode (zie pag. *15:* Bepalen van stofconcentratie op het Proefstation voor de Varkenshouderij).

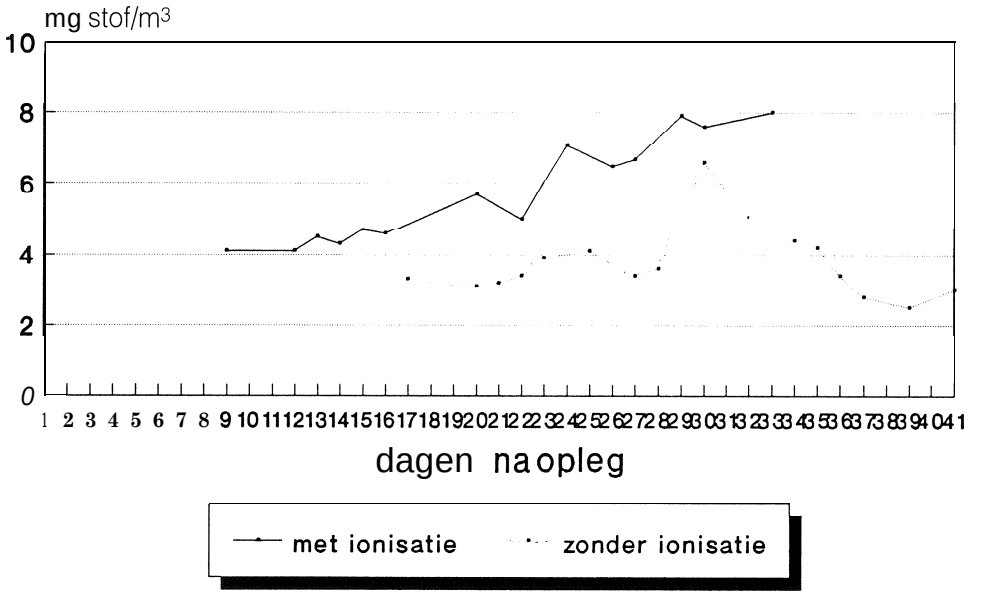
7.2 Resultaten van de stofmetingen

Op het Varkensproefbedrijf zijn tijdens de twee ronden de stofconcentraties bepaald. Alleen de dagen dat er zowel stofgehalten van de proefafdeling als van de referentieafdeling zijn, zijn meegenomen bij het berekenen van de reductie. Het gemiddelde gehalte aan droog stof bedraagt in de proefafdeling 6,44 mg/m^3, in de referentieafdeling 3,99 mg/m^3 (6 waarnemingen tijdens de tweede ronde tussen dag 20 en 30 na opleg). Het verschil dat met de filtermethode is gemeten bedraagt over een opfokperiode dus + 61% in de proefafdeling. Figuur 11 geeft een beeld van de tijdens de eerste ronde waargenomen stofconcentraties in de proefafdeling.

Tijdens de tweede ronde is de stofconcentratie in de proef- en de referentieafdeling gemeten op de scheiding tussen de werkgang en de biggenhokken. Figuur 12 laat de stofconcentraties zien in de proefafdeling en de referentie-afdeling.



Figuur 11: Stofconcentraties op twee plaatsen in een biggenopfokafdeling met ionisatie van dag 7 tot 13
Figure 11: *Aerosol concentrations at two positions in a weanerroom with air ionisation during the period from day 7 till day* 13



Figuur 12: Dagelijkse gemiddelden van gehalten aan droog stof in biggenopfokafdeiingen met en zonder ionisatie

Figure 12: *Daily averages of dried aerosol concentrations in weanerrooms with and without air ionisa tion*

7.3 Economische beschouwing

De kosten van ionisatie volgens het Mountain Breeze - Agrion principe, zoals het uitgevoerd is op het Varkensproefbedrijf bestaan uit het aansluiten van 4 lampfittingen boven de afdeling, de ionisatoren en electriciteitskosten. Tabel 21 geeft een overzicht

De berekening is gebaseerd op een bezetting van de afdeling van 6 weken per ronde, met na elke ronde een week leegstand (inclusief reinigen). Er zijn dan 7,5 ronden per jaar mogelijk.
In de afdeling zijn 75 biggen per ronde grootgebracht, zodat er jaarlijks 562 biggen worden grootgebracht. De kosten per afgeleverde big bedragen dan *f* 1,59.

Gezien de gemeten stofgehalten is het onwaarschijnlijk dat hierdoor de technische resultaten van de biggen verbeteren. Of de technische resultaten verbeteren door een ander gevolg van ioniseren (een eventuele doding van bacteriën, of een invloed van negatieve deeltjes die volgens fabricanten gunstig zou zijn) is niet onderzocht.

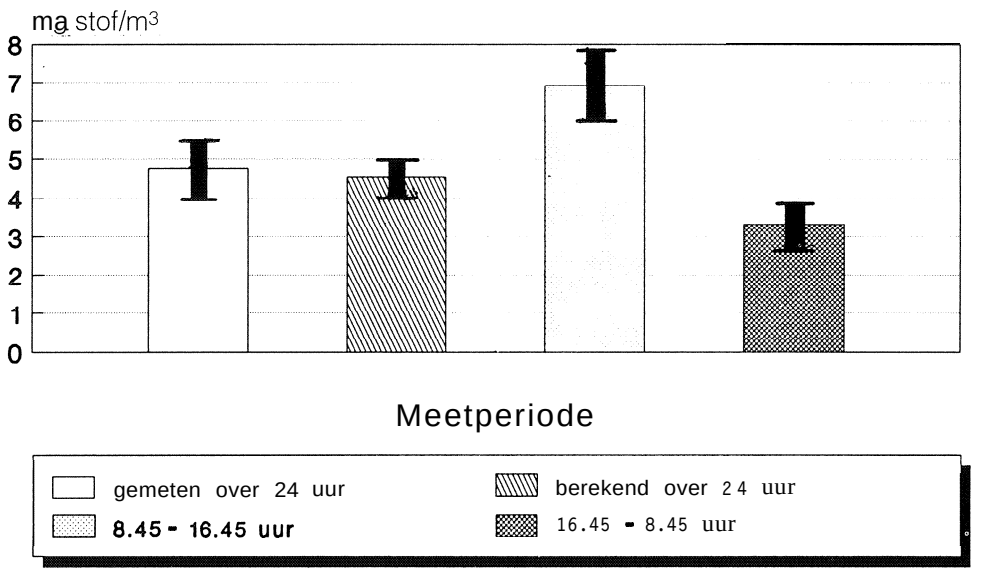
Tabel 21: Jaarlijkse kosten voor ionisatie in een afdeling voor gespeende biggen (excl. BTW)
Table 21. *Yearly costs of air ionisa tion for a weaner room (excl. VAT)*

aansluitkosten (4 fittingen aan plafond, afschrijving in 7,5 jaar)	f 66,67
ionisatoren (4 stuks model 01A Super à *f* 405,07, afschrijving in 2 jaar)	*f* 810,15
electriciteit (7,5 ronden x 42 dagen x 24 uur x 4 stuks x 0,003 kWatt x *f* 0,18	*f* 16,30
TOTAAL JAARLIJKSE KOSTEN	*f* 893,12

8 STOFVERDELING IN AFDELINGEN MET VARKENS
DISTRIBUTION OF DUST IN ROOMS FOR PIGS

Tijdens onderzoek op het Proefstation voor de Varkenshouderij is er gekeken naar de verdeling van stof in afdelingen met gespeende biggen
(Leijten, 1990). Hierbij is zowel gekeken naar de verdeling van de stofconcentratie over het etmaal als naar de verdeling over verschillende plaatsen binnen de afdeling op het proefbedrijf in Rosmalen.

Het onderzoek naar de verdeling van stofconcentraties over 24 uur vond plaats in een natuurlijk geventileerde afdeling, het onderzoek naar de verdeling over verschillende plaatsen in mechanisch geventileerde afdelingen.
De natuurlijk geventileerde afdeling wordt verwarmd met vloerverwarming met daarnaast een hetelucht kanon na het opleggen van de biggen, en geventileerd volgens het veluwestal principe. De mechanisch geventileerde afdelingen hebben vloerverwarming in de bolle vloer met daarnaast ruimtelijke verwarming. De ventilatie vindt plaats door indirecte luchtinlaat via balanskleppen en een centraal afzuigsysteem. Voor het overige zijn de afdelingen met elk zes hokken voor 11 biggen identiek.
De biggen worden op een leeftijd van ongeveer vier weken opgelegd in de opfokafdelingen. Hierbij worden de tomen zoveel mogelijk intact gehouden. Het opfoktraject loopt van ongeveer 7 kg bij opleg tot 23 kg aan het einde van de proef. De proefduur is ongeveer zes weken. Borgen en zeugen zijn gemengd opgelegd. De dieren zijn gedurende de gehele opfokperiode handmatig en onbeperkt gevoerd door middel van een droogvoerbak. De eerste twee weken wordt biggenopfokkorrel verstrekt, daarna wordt er in een week overgeschakeld op speciaalkorrel (babybiggenkorrel). Drinkwater wordt verstrekt via bijtnippels.



Bron: **Leijten,** 1990

Figuur 13: Gemiddelde stofconcentraties met standaardafwijking in biggenopfokhokken, gemeten over 8, 16 en 24 uur
Figure 13: *Comparison of aerosol concentration measurements over periods of* 8, 16 *and 24 hours.*

8.1 Verloop van stofconcentratie over het etmaal

De stofconcentraties overdag zijn vergeleken met die van 's nachts door te meten van 8.45 uur tot 16.45 uur (8 uur), van 16.45 uur tot 8.45 uur (16 uur) en van 8.45 uur tot 8.45 uur (24 uur). De stofconcentraties werden gemeten boven één van de middelste hokken van de afdeling. Figuur 13 geeft een overzicht van de resultaten, gebaseerd op 11 meetdagen. De metingen over 8 en 16 uur beslaan samen dezelfde periode als de 24-uurs meting. Hierdoor is het mogelijk een gewogen 24-uurs gemiddelde te berekenen over de eerste twee perioden, en die te vergelijken met de 24-uurs meting.

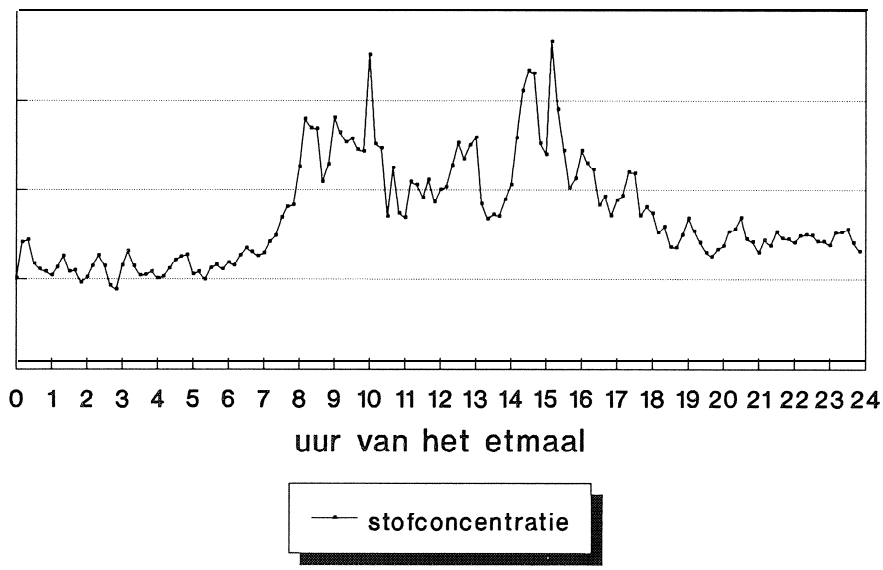
Uit de figuur blijkt dat de stofconcentratie overdag ongeveer twee maal zo hoog is, en over de etmalen heen meer varieert, dan de 's nachts gemeten concentratie. Een mogelijke verklaring is dat de varkens 's nachts rustiger zijn, waardoor ze minder stof produceren of in de lucht brengen.
Er zijn ook vrij grote verschillen tussen de dagen gemeten. Deze worden mogelijk verklaard doordat de activiteiten van de varkenshouder van dag tot dag verschillen, waardoor er niet altijd evenveel onrust in de stallen wordt veroorzaakt. Het berekende 24-uurs gemiddelde ligt meestal erg dicht bij de gemeten concentratie. De nauwkeurigheid van de metingen is derhalve vrij goed.

Door stofconcentraties gravimetrisch te bepalen worden altijd gemiddelden over langere perioden berekend. Met behulp van een optische meter kunnen continue metingen worden verricht. Deze zijn iets minder betrouwbaar, maar geven inzicht, in het verloop van de stofconcentratie over het etmaal. Figuur 14 is een voorbeeld.

Deze figuur leidt tot dezelfde veronderstellingen als figuur 13. Bovendien zijn duidelijke pieken in het stofgehalte in de lucht te zien op de tijden dat de varkenshouder in de afdeling was. Tijdens het werk in de stallen moet daarom rekening gehouden worden met stofconcentraties van 7 tot 8 mg stof/m^3.

8.2 Stofconcentratie op diverse plaatsen in de afdeling

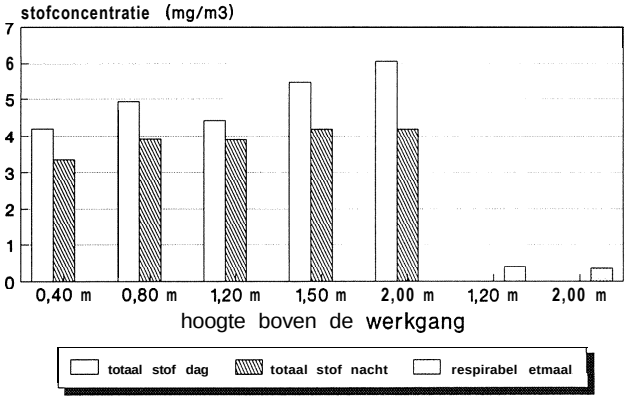
Behalve de stofconcentraties op verschillende tijdstippen heeft Leijten de concentraties op verschillende plaatsen binnen de afde-



Figuur 14: Verloop van de stofconcentratie in een stal voor gespeende biggen tijdens een etmaal
Figure 14: *Diurnal variation in aerosol concentration in a weanerroom*

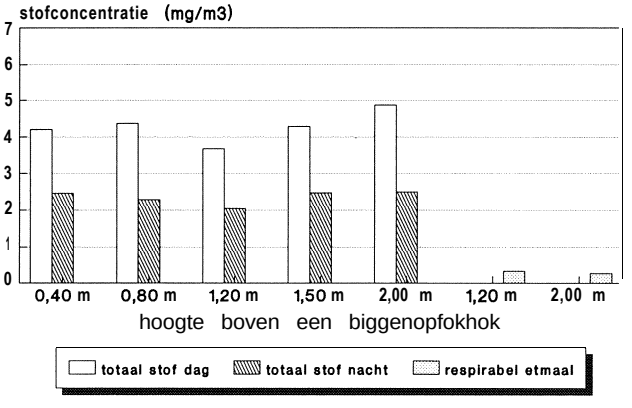
ling gemeten. Met name de plaatsen waar de varkenshouder werkt en waar de varkens leven zijn in dit verband van belang.
Figuur 15 laat zien wat de gemiddelde concentraties droog stof waren op verschillende hoogten boven de werkgang. Hierbij is er onderscheid gemaakt tussen de dag (8 uur) en de nacht (16 uur). Het betreft gemiddelden over 8 dagen. Bovendien zijn enkele metingen naar de concentratie aan respirabel stof verricht. Ook deze zijn weergegeven in figuur 15. Figuur 16 geeft de resultaten weer van gelijksoortige metingen boven één van de middelste biggenhokken. De meetresultaten zijn vermeld in bijlage 6.

De meetresultaten van figuur 15 en 16 kunnen niet direct met elkaar worden vergeleken, omdat de biggen niet even oud waren (figuur 15: 25 tot 40 dagen na opleg, figuur 16: 12 tot 29 dagen na opleg) en de metingen niet gelijktijdig zijn verricht.



Bron: Leljten, 1990

Figuur 15: Concentraties droog stof (mg/m^3) op verschillende hoogten boven de werkgang van een biggenopfokafdeling
Figure 15: *Concentratíons dried aerosol (mg/m^3) at different levels above the alley in a weanerroom*



Bron: Leijten, 1990

Figuur 16: Concentraties droog stof (mg/m^3) op verschillende hoogten boven een biggenopfokhok
Figure 16: Concentrations dried aerosol (mg/m^3) at different levels above a weanerpen

9 -DISCUSSIE EN CONCLUSIES
DISCUSSION AND CONCLUSIONS

9.1 Efficientie stofvermindering

Uit de resultaten blijkt dat recirculatie en filtratie van stallucht tot een sterke verlaging van het stofgehalte leidt, gemiddeld ruim 40%. Als al het geproduceerde stof via de ventilatie zou worden afgevoerd, zouden filters slechts een geringe vermindering van de stofconcentratie kunnen bewerkstelligen. De filters zijn blijkbaar in staat om een aanzienlijk deel van het stof, dat ondanks ventilatie toch aanwezig blijft in de stal, te vangen Ervan uitgaande dat het achtergebleven stof voor een belangrijk deel zal neerslaan op de vloer, lukt het filters om veel stof te vangen voordat dit op de vloer neergeslagen is. In de proef is continu gefiltreerd. Zou filtratie maar een deel van de tijd worden gebruikt, dan mag verwacht worden dat, in de periode waarin niet gefiltreerd wordt, de stofconcentratie snel zal toenemen. Een verhoging van het filtratiedebiet zal mogelijk leiden tot een verdere verlaging van het stofgehalte.

Wekelijks met warm water het stof uit een afdeling met biggen wegspoelen blijkt het stofgehalte ook duidelijk te verlagen. De verlaging is echter minder groot en bedraagt circa 10%. De verlaging is het hoogst direct na het reinigen. Verhoging van de frequentie van reinigen zou daarom kunnen leiden tot verdere verlaging van het stofgehalte. Een verdere verlaging met circa 20 % lijkt op basis van de gevonden resultaten mogelijk als bijvoorbeeld om de dag gereinigd zou worden.

Wekelijks stofzuigen heeft het gemiddelde gehalte aan droog stof niet duidelijk verlaagd. Weliswaar bedroeg de concentratie in de proefafdeling 2,3 mg/m^3, tegenover 2,5 mg/m^3 in de afdeling waar niet werd gestofzuigd, maar dit verschil van 6% was niet significant. Ook blijkt de verlaging van het stofgehalte op dagen direct na het zuigen eerder minder te zijn dan de verlaging enkele dagen na het stofzuigen, Stofzuigen verwijdert stof dat op de werkgang en de hokafscheiding al is neergeslagen. Door dit te verwijderen, kan dit stof niet opnieuw in de stallucht worden gebracht door de varkenshouder tijdens zijn werkzaamheden. Een groot deel van het stof dat neerslaat, zal neerslaan op de dichte vloer of de roostervloer (of mestput) in de hokken. Dit komt omdat dit oppervlak relatief groot is (circa 70 % van totale oppervlak) en omdat op die plaats het meeste stof wordt geproduceerd.

Stofzuigen in een afdeling verhoogt de activiteit in de afdeling. De varkenshouder kan stof opwervelen en de dieren zijn ongetwijfeld actiever in de periode waarin gestofzuigd wordt. Deze extra activiteit kan het stofgehalte juist verhogen. Ook kan een stofzuiger, hoewel in de proef een industriële uitvoering is gebruikt met een fijn nafilter, alleen al door verhoging van de luchtbeweging een deel van het gesedimenteerde stof doen opwervelen, voordat het opgezogen kan worden. Dit zou kunnen verklaren waarom het stofgehalte in een afdeling pas na ongeveer 4 dagen lager lijkt te worden dan in de referentiestal.

Stofzuigen is een maatregel die het stofgehalte niet effectief verlaagd. Stofzuigen heeft echter wel andere duidelijke effecten, de algemene hygiene in de stal wordt beter, ongedierte als ratten en muizen hebben minder kansen en de stal ziet er schoner uit. Bij het nemen van een beslissing over wel of niet stofzuigen op een varkensbedrijf moet het besluit dan ook gebaseerd zijn op argumenten als bestrijding van ongedierte en algemene netheid en niet op het stofverlagende effect.

Ionisatie van stallucht heeft niet geleid tot verlaging van het gemeten stofgehalte. Er is niet onderzocht of ionisatie van stallucht leidt tot een statische lading van het stoffilter en filterhouder en of een statische lading invloed op de meting kan hebben. Dit kan een punt voor vervolgonderzoek zijn, omdat een eventuele invloed van een statische lading op de meting, de in deze proef gebruikte meetmethode niet geschikt zou maken voor ionisatieproeven. Zolang het niet zeker is of de meetmethode voor ionisatie correct is, moeten de meetresultaten voorzichtig worden geïnterpreteerd.
De invloed van ionisatie op verhoging van

ozon gehalten of verlaging van concentraties micro-organismen is niet onderzocht.

9.2 Gezondheid mens en dier

Doordat varkens meer gaan bewegen als er iemand in de afdeling komt is het stofgehalte van de stallucht juist tijdens de aanwezigheid van de varkenshouder duidelijk hoger dan gemiddeld over een etmaal.

De gemiddelde stofconcentratie in de afdelingen met recirculatie en filtratie bedroeg circa 1,6 mg/m^3. Indien 1 mg/m^3 als een voor de mens veilige bovengrens van de concentratie mag worden beschouwd, dan is het stofniveau in een dergelijke afdeling weliswaar circa 40 % lager dan in vergelijkbare afdelingen, maar nog niet laag genoeg. Hierbij moet ook bedacht worden dat de varkenshouder in de stal aanwezig is op momenten waarop de stofconcentratie juist hoger is dan het gemeten gemiddelde stofgehalte over een etmaal. Kortom, de verlaging is nog onvoldoende om te komen tot een werkomgeving voor de mens, die het toelaat om zonder merkbare schade aan de eigen gezondheid hier een leven lang arbeid te verrichten.

In de stallen met recirculatie en filtratie zijn de groei en voeropname niet duidelijk anders dan in vergelijkbare afdelingen. Het systeem van recirculatie en filtratie zorgt voor extra luchtbeweging in de stal. Ondanks het feit dat de luchttemperatuur in beide afdelingen gelijk is, kan een hogere gemiddelde luchtsnelheid rond de dieren toch leiden tot extra warmteverliezen door convectie. Zo geeft een verhoging van de luchtsnelheid van 0,05 m/s tot 0,10 m/s een extra warmteafgifte van circa 5% corresponderend met circa 5% meer voeropname. Uit de resultaten blijkt echter niet dat een mogelijk hogere luchtsnelheid tot een duidelijk hogere voeropname heeft geleid. Wellicht is het noodzakelijk de luchtbeweging in de stal zo te sturen dat de afvoer van stof wordt bevorderd en in de omgeving van de dieren de luchtsnelheid zo laag mogelijk is. Als de longen van biggen in een schonere omgeving gezonder blijven, zou dit voor dieren op latere leeftijd, in de mesterijfase, tot betere produktieresultaten kunnen leiden. Op basis van een beperkt aantal waarnemingen zijn echter geen duidelijke verschillen in produktieresultaten tussen proefgroep en referentiegroep waar te nemen.

Carpenter, Cooper and Wheeler (1986) vonden in een vergelijkbare proefopzet in de mesterijfase een duidelijke verkorting van de mestperiode bij die biggen die in een afdeling met filtratie waren gehuisvest. Deze dieren bereikten hun slachtgewicht van 62 kg in 142 dagen na geboorte. Hun groeitraject is niet vergelijkbaar met varkens in deze proef. Mogelijk dat positieve effecten van luchtfiltratie bij gespeende biggen bij het ouder worden van de dieren minder sterk worden door herstel van weefselschade.

Het is nog niet duidelijk of een stoffilter ziektekiemen kan overbrengen van de ene ronde op de volgende, wanneer het tijdens meerdere ronden wordt gebruikt. Er zijn geen aanwijzingen dat dit gebeurt, maar theoretisch zou het mogelijk kunnen zijn.

Het gevonden stofgehalte van 4,2 mg/m^3 bij wekelijks schoonspoelen van de afdeling met biggen is nog zo hoog dat dit zeker niet als een gezonde werkplek voor de mens mag worden beschouwd. De produktieresultaten van de varkens verschillen niet wezenlijk tussen dieren uit afdelingen die wekelijks gereinigd worden en dieren die deze behandeling niet ondergaan.

De verschillen in concentraties tussen de referentiestallen in Rosmalen bij filtratie en bij wekelijks reinigen worden veroorzaakt doordat in de periode waarin filtratie plaatsvond er weinig compost werd verstrekt, terwijl in de periode waarin met water gereinigd werd, dit veel vaker gebeurde. Als er compost werd verstrekt gebeurde dit overigens gelijktijdig in proef- en referentieafdeling.

Bij het stofzuigen in afdelingen met vleesvarkens is geen invloed van het stofzuigen op de technische resultaten geconstateerd.

Er is wel een verschil in het optreden van ziekteverschijnselen die samenhangen met aandoeningen aan de luchtwegen. Met name longontsteking komt minder voor in de afdeling waar is gestofzuigd. Dit verschil uit zich ook in het aantal dieren met een veterinaire behandeling. Het verschil in aantal veterinaire behandelingen wordt vooral

veroorzaakt door behandelingen tegen longaandoeningen, en in mindere mate door behandelingen tegen beenwerkaandoeningen. Het hogere percentage aangetaste longen in de afdelingen waar gestofzuigd is lijkt hiermee echter in tegenspraak.

In de afdeling met vleesvarkens is steeds in dezelfde afdeling gestofzuigd. Het is niet duidelijk of de gevonden resultaten een gevolg zijn van een behandelingseffect en/of van afdelingseffecten. De produktieresultaten vertoonden geen duidelijke verschillen. De temperatuur in beide afdelingen was gemiddeld vergelijkbaar. De luchtsnelheid is niet gemeten. Gezien de ligging van de stal zal bij Zuid-Westelijke winden de winddruk op de afdeling met stofzuigen hoger zijn geweest dan op de afdeling zonder stofzuigen, wat geleid kan hebben tot hogere luchtsnelheden in de afdeling met stofzuigen. Bij Noord-Oostelijke wind zal de situatie juist omgekeerd zijn. Het is niet duidelijk of door de overwegend Zuid-Westelijke wind in Nederland de luchtsnelheid in de afdeling met stofzuigen vaak hoger is geweest dan in de referentieafdeling. Dit effect zou onderzocht kunnen worden door de proef voort te zetten en de proefbehandeling in de andere afdeling toe te passen. Omdat het effect van stofzuigen op het stofgehalte klein dan wel afwezig blijkt te zijn, heeft voortzetting van deze proef naar stofgehalteverlaging echter nauwelijks zin.

Bij ionisatie van stallucht is het, gezien het stofgehalte, onwaarschijnlijk dat hierdoor de technische resultaten van de biggen verbeteren Of de technische resultaten verbeteren door een ander gevolg van het ioniseren (een eventuele doding van bacteriën, of een invloed van negatieve deeltjes die volgens fabrikanten gunstig zou zijn) is niet onderzocht.

De effecten van de verschillende proefbehandelingen zijn bij gespeende biggen vastgesteld, alleen het stofzuigen is bij mestvarkens uitgevoerd. Hierdoor zijn de resultaten van het stofzuigen niet helemaal vergelijkbaar met die van de andere behandelingen: mogelijk had het stofzuigen bij gespeende biggen een grotere reductie van het stofgehalte veroorzaakt dan bij de vleesvarkens.

Aan de andere kant zullen technieken die veel perspectief bieden ook bij andere diercategoriën uitgetest moeten worden. Met name kraamstallen zijn plaatsen waar varkenshouders veel uren doorbrengen en waar een laag stofgehalte derhalve van belang is voor de gezondheid van de varkenshouder. Van de onderzochte technieken lijken vooralsnog alleen recirculatie en filtratie voor verdere beproeving in aanmerking te komen.

9.3 Economische perspectieven

De kosten van recirculatie en filtratie van stallucht zijn hoog. Het vervangen van filters draagt in sterke mate bij aan de hoge kosten
De kosten van wassen en stofzuigen zijn absoluut gezien veel lager dan van filtratie, maar gezien het geringe effect op het stofgehalte zijn de kosten ook relatief hoog.
De kosten van ionisatie zijn zo hoog dat deze techniek niet snel tot bruikbare oplossingen in varkensstallen zal leiden.
Aangezien we nog geen effect van de proefbehandelingen op de technische resultaten hebben kunnen vaststellen zal verlaging van het stofgehalte vooral gericht worden op verbetering van de werkomstandigheden van de varkenshouder. Verlaging van het stofgehalte zal, gezien het gebrek aan verbeteringen van produktieresultaten van varkens, leiden tot kostenstijgingen voor de varkenshouder.

9.4 Vervolgonderzoek

De maatregelen die zijn onderzocht waren alle gericht op verlaging van de stofgehalten in de gehele stal. Dit gaat samen met hoge kosten. Onderzocht zou kunnen worden of bepaalde zones in afdelingen stofarm gemaakt kunnen worden en of dit goedkoper is. Gezien de geconstateerde verschillen in stofgehalten op verschillende plaatsen in de afdelingen lijkt het erop dat dit mogelijk is.
Een beter inzicht in de lokaties waar stof in de lucht wordt gebracht, kan ook leiden tot effectieve puntafzuigingen in stallen. Ook zou onderzocht kunnen worden, hoe voorkomen kan worden dat reeds neergeslagen stof weer opnieuw in stallucht kan komen.

De gezondheid van de varkenshouder kan

hoofddoel van het onderzoek worden omdat stofgehalteverlaging van stallucht vooralsnog niet tot merkbaar betere gezondheid en produktie van varkens heeft geleid. Vermindering van stofconcentraties tijdens de aanwezigheid op de plaats waar de varkenshouder lucht inademt, kan dan reeds tot bevredigende resultaten leiden, terwijl de kosten wellicht lager kunnen worden.

Gezien de bereikte reductie in stof bij filtratie is vervolgonderzoek naar kostprijsverlaging van stalluchtfiltratie zinvol. Ook is onderzoek gewenst naar filtratie op bepaalde tijden van de dag, en naar de gewenste capaciteit van de filterunit.

Op dit moment zijn er geen redenen om vervolgonderzoek naar wassen of ionisatie uit te voeren. Voor de vergelijkbaarheid met de andere proeven moet overwogen worden om nog te stofzuigen bij gespeende biggen.

9.5 Conclusies

Door diergedrag en de aanwezigheid van de mens is het stofgehalte van de stallucht juist tijdens de aanwezigheid van de varkenshouder duidelijk hoger dan gemiddeld over een etmaal.

Met recirculatie en filtratie van stallucht zijn belangrijke verlagingen (40%) van het stofgehalte van stallucht te realiseren. De kosten van dit systeem zijn (nog) hoog. Aangezien het stof dichtbij de vloer wordt geproduceerd, moet de lucht daar worden afgezogen. Om te hoge luchtsnelheden bij de biggen te voorkomen moet de gefiltreerde lucht wat verder weg (boven in de afdeling of bij de luchtinlaat) worden teruggeblazen.

Wekelijks het stof uit een afdeling wegspoelen met water verlaagt het stofgehalte in stallen met gespeende biggen met circa 10%.

Wekelijks stofzuigen heeft geen duidelijke verlaging van het stofgehalte tot gevolg. Stofzuigen is een hygiene maatregel en geen stofverlagingsmaatregel.

Verlaging van het stofgehalte zal, gezien het gebrek aan verbeteringen van produktieresultaten van varkens, leiden tot kostenstijgingen voor de varkenshouder.

In varkensstallen komen aanzienlijke variaties in stofgehalte voor. Deze schommelingen treden zowel in locatie al in tijdstip op.

Het onderzoek heeft nog niet geleid tot methoden voor stofreductie die zowel effectief als goedkoop zijn. Vervolgonderzoek is daarom nodig.

REFERENTIES
REFERENCES

Adrian, U & H.G. Hilliger. Erfahrungen mit 5 Staubmessmethoden im Schweinemaststall. Tierärtl. Umschau 43, 657-664.

Aengst, C & H.G. Hilliger. Untersuchungen zur überlebensfähigkeit der staubgetragenen Bakterienflora in einem Schweinemaststall. Berl. Mch. Tierärztl. Wschr. 100, 129-132 (1987).

Attwood, P, R. Brouwer, P. Ruigewaard, P. Versloot, R. de Wit, D. Heederik & H,S.M. Boley. A study of the relationship between airborne contaminants and environmental factors in Dutch swine confinement buildings. Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 48 (8) 745-751 (1987).

Baekbo, P. Luftkvalitet og sundhed i svinestalde. Institute for internal medicine, Veterinary and Agricultural University, Copenhagen, 1989.

Barber, E.M., J.R. Dawson, V.A. Battams &. R.A.C. Nicol. Spatial variability of airborne and settled dust in a piggery. J. agric. Engng Res. (1991) 50, 107-127.

Boer, S. de & Morrison, W.D. The effects of the Quality of the Environment in Livestock Buildings on the Production of Swine and Safety of Humans, Department of Animal and Poultry Science, Guelph, 1988.

Boxel, J. van. Monstername efficiëntieproeven, Wageningen, 1981.

Bongers, P., D. Houthuys, B. Remijn, R. Brouwer & K. Biersteker. Lung function and respiratory symptoms in pig farmers. Br. J. Ind. Med. 44 819-823 (1987).

Butera, M., J.H. Smith, W.D. Morrison, R.R. Hacker, F.A. Kairns, & JR. Ogilvie. Concentration of respirable dust and bioaerosols and identification of certain microbial types in a hog-growing facility. Can J. Anim. Sci. 71: 271-277 (1991).

Carpenter, G.A. Dust in livestock buildings - Review of some aspects. J. Agric. Engng. Res. 1986, 33, 227-241.

Carpenter, G.A., A.W. Cooper & G.E. Wheeler. The effect of air filtration on air hygiene and pig performance in early-weaner accomodation. Anim. Prod. (1986) 43:505-515.

Carpenter, G.A. & J.T. Fryer. Air Filtration in a Piggery: Filter Design and Dust Mass Balance. J. agric. Engng Res (1990) 46, 171-186.

Chiba, L.I., E.R. Peo, A.J. Lewis a.o.. Effect of dietary fat on pig performance and dust levels in modified-open-front and environmentally regulated confinement buildings. J. of Animal Sc. 61 (4) 763-781 (1985).

Collins, M. & B. Algers. Effects of stable dust on farm animals - a review. Veterinary Research Communication, 10 (1986) 415-428.

Conceicao, M.A.P. Spatial inhomogeneity of aerial pollutants in a poultry house. Proc. workshop Aerosol sampling in animal houses. Eds. C.M. Wathes & J.M. Randall, EUR report 11877, Luxembourg, 1989.

CIGR, Commision Internationale du Genié Rural. Second Report of Working Group on Climatization of Animal Houses, Gent, 1989.

Donham, K.J. Hazardous Agents in Agricultural Dusts and Methods of Evaluation. Amer. J. of Industrial Medicine (1986) 10 205-220

Donham, K.J. Association of environmental air contaminants with disease and productivity in swine. Am. J. Vet. Res. 52 (10) 1723-1730 (1991).

Gadd, J. Dust is a growing menace in modern piggeries. Pigs, May 1987 p6-9.

Geuyen, T. Het kiemgetal en stofgehalte van stallucht, Wageningen, 1982.

Gore, A.M., E.T. Kornegay, H.P. Viet & E.R. Collins. Soybean oil effects on nursery air quality and pig performance. ASAE paper 86-4040. St. Joseph, 1986.

Gustafsson, G. Mass balances of dust in houses for pigs. Proc. CIGR conf. Dublin. p 14651470. Rotterdam, 1989.

Gustafsson, G & L. Martensson. Gaser och damm i fjäderfästallar. LBT rapport 68. Lund, 1990.

Hartung, J. Nachweis von Coliphagen im Staub eines Schweinemaststalles. Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 99, 408-411 (1986).

Haskoning, Koninklijk Ingenieurs- en Architectenbureau Verbetering stalklimaat intensieve veehouderij, inventarisatie van de stofproblematiek in de pluimvee- en varkenshouderij, Nijmegen, 1989.

Haskoning, Koninklijk Ingenieurs- en Architectenbureau Verbetering stalklimaat intensieve veehouderij, onderzoek aan maatregelen ter verlaging van stofconcentraties in de pluimvee- en varkenshouderij, Nijmegen, 1989.

Heber, A.J., M. Stroik, J.M. Faubion, L.H. Willard. Size Distribution and Identification of Aerial Dust Particles in Swine Finishing Buildings. Transactions of the ASAE 31 (3) 882-887.

Heber, A.J., M. Stroik, J.L. Nelssen, D.A. Nichols. Influence of environmental factors on concentrations of aerial dust in swine finishing buildings. Transactions of the ASAE 31 (3) 875-881.

Heederik, D. & T. Smid. Beroepsmatige blootstelling aan organisch stof en de daarmee samenhangende risico's voor de gezondheid. Voorburg, 1988.

Hellickson, M.A., E.H. Schlenker, M.A. Schipull, D.P. Froehlich & R.R. Parry. Effects of dust and gases on laborers in livestock confinement buildings. Proc. CIGR. conf. Dublin. Rotterdam, 1989.

Honey, H.F. & McQuitty, J.B. Dust in the animal environment, Department of Agricultural Engineering, the University of Alberta, Research bulletin 76-2. Edmonton, 1976.

Kuile, W.M. ter. Comparable dust sampling at the workplace, IMG-TNO, 1979.

Leijten, J.F.J.C. Onderzoek naar stofmonstername door middel van filtratie in varkensstallen. Rapport P 3.57. Proefstation voor de Varkenshouderij, Rosmalen, 1990.

Lemmens, M. Stof, je wordt er niet goed van!, Varkens, februari 1990.

Morrison, W.D., J.H. Smith, I. McMillan, J.R. Ogilvie, F. Kains, & R.R. Hacker. Effect of ventilation rates on air-borne dust in a hog growing-finishing unit. J. Anim. Sc. 68 (1990) supp. p73.

Nikkels, F.J. Betere luchtfiltratie, Verwarming en Ventilatie, december 1988 nr:12 p 933-971.

Pearson, CC. Air cleaning with wet scrubbers. ADAS paper. Reading, 1989.

Phillips, P.A. & B.K. Thompson. Respirable Dust in Fan and Naturally Ventilated Hog Barns. Transactions of the ASAE 32 (5) 1807-1810, 1989.

Robertson, J.F. Effect of purge ventilation on the concentration of airborne dust in pig buildings. Proc. CIGR. conf. Dublin, Rotterdam, 1989.

Rylander, R. K.J. Donham, C. Hjort, R. Brouwer & D. Heederik. Effects of exposure to dust in swine confinement buildings- a working group report. Scand. J. Work Environ. Health (1989) 15 $309^{-3}12$.

Staubforchungsinstitüt des Hauptverbandes der Gewerblichen Berufsgenossenschaft e.v. Bonn und Silikose Forchungsinstitüt der Bergbau Berufsgenossenschaft, Bochum 1973, Recommendations for measuring and evaluating hazardous dust. Staub-Reinhaltung der Luft 33, 1^{-3} (in German).

Takei, H. Minimise dust by spraying oil emulsion. Pigs may/june 1987 p 13.

Verlinden, M. Endotoxines. Referaat vg. bedrijfsdiergeneekunde en voortplanting. Utrecht, 1991.

Versloot, P. Monstername inspirabel stof, persoonlijk en stationair, Wageningen, 7 maart 1989.

Versloot, P. Monstername respirabel stof, persoonlijk en stationair, Wageningen, 29 mei 1989.

Vincent, J.H. Aerosol sampling - Science and practice. Chichester, 1989.

Wathes, C.M. & J.M. Randall (Eds). Proc. workshop Aerosol sampling in animal houses. EUR report 11877, Luxembourg, 1989.

Van Wicklen, G.L. & L.D. Albright. Removal Mechanisms for Calf Barn Aerosol Particles. Transactions of the ASAE 30 (1987) 1758-1763.

Van Wicklen, G.L. & M.F. Yoder. Respirable aerosol concentrations in an enclosed swine nursery. Transactions of the ASAE 31 (1988) 1798-1803.

World Health Organization. Evaluation of the exposure to airborne particles in the work environment, Geneva, 1984.

Williams, A.G. Dust and Odour Relationships in Broiler House Air. J. agric. Engng Res. (1989) 44 175190.

Zeitler, H.M., M. König, & W. Groth. Der Einfluss von Futterform und Jahreszeit auf die Konzentration und Korngrössenverteilung luftgetragener Staubpartikel in Mastschweineställen. Dtsch. tierärtl. Wschr. 94 (1987), 420-424.

Bijlage 1:
FILTERKEUZE BIJ STOFGEHALTEMETINGEN
Appendix 1:
CHOICE OF FILTERTYPE IN AEROSOL CONCENTRATIONS MEASUREMENTS

Er zijn verschillende soorten filtermateriaal om hoeveelheden stof en verschillende stofdeeltjes te vangen. De filters die het meest gebruikt worden kunnen als volgt ingedeeld worden (WHO, 1984):

- Cellulose filters. Deze filters worden gebruikt als men monstername wil verrichten aan metaaldeeltjes. Voordeel van deze filters is de sterkte en de nadelen zijn dat de filters een grote drukval hebben en een grote hygroscopie.
- Glasvezelfilters. De nauwkeurigheid van deze filters is groter dan die van cellulose filters. De glasvezelfilters worden vaak gebruikt bij persoonlijke monstername. Een nadeel van deze filters is de brosheid.
- Kunststofvezelfilters. Deze filters komen overeen met de glasvezelfilters. De kunsstofvezelfilters kennen een grote vangstnauwkeurigheid en de drukval is klein. Nadeel van deze filters zijn een daling van de nauwkeurigheid bij de aanwezigheid van vocht. Voordelen van de kunststofvezelfilter ten opzichte van de glasvezelfilter zijn de goede oplosbaarheid in bepaalde oplosmiddelen en het gemak waarmee het stof van het filter verwijderd kan worden voor analyse.
- Membraamfilters. Deze filters worden ingezet voor het bemonsteren van in de lucht aanwezige deeltjes. De opgevangen deeltjes kunnen met behulp van een microscoop worden bekeken. Voordeel van de membraamfilters zijn: Een hoge vangstnauwkeurigheid en de wateraf-stootbaarheid (groot voordeel bij gravimetrische meting). De nadelen van dit filter zijn de breekbaarheid, de hoge drukval en het samenklonteren in een vochtige omgeving.
- Zilvermembraamfilters. Deze filters zijn geschikt om vloeibare aerosolen in te vangen. Na monstername word het filter geëxtraheerd met een geschikt oplosmiddel dat specifiek is voor de te verrichten chemische reaktie. Deze filters kunnen niet in een atmosfeer gebruikt worden waar H_2S aanwezig is.
- Nuclepore filters. Deze filters vertonen veel overeenstemming met de membraamfilters, maar ze hebben een geheel andere structuur. De poriën zijn namelijk cylindrisch met een uniforme diameter. Hierdoor is de drukval relatief hoog. De breekbaarheid is echter gering. De deeltjes worden geanalyseerd met behulp van lichttransmissie.

Bij de keuze van een filter moet rekening gehouden worden met de volgende aspecten:

- stabiliteit in de atmosfeer
- vangstnauwkeurigheid
- lage achtergrondsinterferentie
- weerstand tegen stoffen waaraan het filter is blootgesteld
- breekbaarheid
- drukval
- temperatuur
- oplosbaarheid in vloeistoffen

Bijlage *2:*
TECHNISCHE SPECIFICATIES VAN FILTERUNITS EN FILTERS
Appendix 2:
SPECIFICATIONS OF FILTERUNITS AND FILTERS

Tijdens de onderzoeken naar luchtfiltratie is gebruik gemaakt van units met een voorfilter om het grove stof te verwijderen, en een hoofdfilter dat het fijne stof uit de lucht moet halen. Het voorfilter wordt gebruikt om de levensduur van het (dure) hoofdfilter te verlengen.

Als voorfilter is gebruik gemaakt van het AAF filter AMER-Glas 5700. Deze filters zijn opgebouwd uit een glasdraadweefsel, met aan de luchtinlaatzijde een vrij open structuur, en aan de luchtuitlaatzijde een dichtere structuur met fijnere vezels. Tabel 2.1 geeft een aantal technische gegevens van dit filtertype weer.

Als hoofdfilter is aanvankelijk het AAF filter Varicel 9, en later de Varicel-V gebruikt. De eigenschappen van deze twee filtertypen komen overeen, maar door de visgraatconstructie heeft de Varicel-V een grotere capaciteit dan de Varicel 9. Ook van dit filtertype geeft tabel 2.1 technische gegevens.

Met behulp van een ventilator in een filterunit wordt stallucht door de filters geblazen. De op het Varkensproefbedrijf in Sterksel gebruikte centrifugaal ventilator heeft een luchtopbrengst van 3000 m^3/uur, bij een weerstand van 400 Pa. Door middel van een voltregeling is de luchtopbrengst echter naar ongeveer 1000 m^3/uur teruggebracht. Op het Proefstation in Rosmalen is gebruik gemaakt van een ventilator met een luchtopbrengst van 1000 m^3/uur.

Tabel 2.1: Technische gegevens van de gebruikte filters
Table 2.1: *SPECIFICATIONS OF FILTERS USED IN THE EXPERIMENTS*

Filtertype	AMER-glas 5700	Varicel 9
Dikte (mm)	45	300
Maximale luchtsnelheid (m/s)	80 - 85"	2,9
Gem. gravimetrisch rendement (%)		
Gem. atmosferisch rendement (%)		80 - 85**
Euroventklasse	EU 3	EU 8
Beginweerstand (Pa)	50	150
Aanbevolen eindweerstand (Pa)	130	300

* Gebaseerd op de ASHRAE 52-76 test methode
** Volgens verkleuringstest EU 8

Bijlage 3:
STOFGEHALTEN MET EN ZONDER INTERNE LUCHTFILTRATIE OP DE PROEFBEDRIJVEN IN STERKSEL EN ROSMALEN

Appendix 3:
AEROSOL CONCENTRATION WITH AND WITHOUT INTERNAL AIR FILTRATION ON THE EXPERIMENTAL FARMS IN STERKSEL AND ROSMALEN

In tabel 3.1 is per week na opleg aangegeven wat de gemiddelde concentraties droog stof in de biggenafdelingen op het Varkensproefbedrijf in Sterksel zijn, zowel in de afdelingen met interne luchtfiltratie (met filtratie) als in de afdelingen zonder luchtfiltratie (zonder filtratie). Ook het aantal waarnemingen (N) is vermeld. In de laatste kolom is aangegeven hoeveel de concentratie droog stof is gedaald door het filtreren.
Alle concentraties in de gemiddelde reductie zijn berekend over de dagen dat er zowel van de proef- als van de referentieafdeling waarnemingen zijn.
Tabel 3.2 geeft soortgelijke gegevens weer, die zijn verzameld op het Proefbedrijf in Rosmalen.

Tabel 3.1: Wekelijkse gemiddelde concentraties droog stof (mg/m^3) en relatieve reductie in afdelingen met en zonder interne luchtfiltratie op het Varkensproefbedrijf in Sterksel

Table 3.1: *Weekly average dried aerosol concentrations (mg/m^3) and relative reduction in rooms with and without internal air filtration at the experimental farm in Sterksel*

meet periode	N	CONCENTRATIE DROOG STOF met filtratie	zonder filtratie	percentage reductie
week 1	7	0,65	1,43	54,5
week 2	8	0,90	1,77	49,2
week 3	11	1,43	2,24	36,2
week 4	19	1,83	3,16	42,1
week 5	13	1,92	3,40	43,5
week 6	2	2,08	3,57	41,7
week 1-6	60	1,52	2,67	43,1

Tabel 3.2: Wekelijkse gemiddelde concentraties droog stof (mg/m^3) en relatieve reductie in afdelingen met en zonder interne luchtfiltratie op het Proefbedrijf in Rosmalen

Table 3.2: *Weekly average dried aerosol concentrations (mg/m^3) and relative reduction in rooms with and without internal air filtration at the experimental farm* in Rosmalen

meet periode	N	CONCENTRATIE DROOG STOF met filtratie	zonder filtratie	percentage reductie
week 1	3	0,46	1,53	69,9
week 2	6	0,49	1,92	74,5
week 3	4	1,16	2,85	59,3
week 4	10	1,28	2,85	55,1
week 5	11	1,64	2,99	45,2
week 6	5	2,72	1,65	- 64,8
week 1-6	39	1,37	2,49	45,0

Het gemeten stofgehalte wijkt, zowel in de afdeling met filtratie als zonder filtratie, tijdens week 6 sterk af van dat tijdens de overige weken. Voor deze verschillen is geen duidelijke verklaring gevonden.

Bijlage 4:
STOFGEHALTEN MET EN ZONDER WEKELIJKS REINIGEN MET WATER VAN EEN AFDELING MET GESPEENDE BIGGEN

Appendix 4:
AEROSOL CONCENTRATION WITH AND WITHOUT WEEKLY WASHING IN WEANER ROOMS

In tabel 4.1 is per week na opleg aangegeven wat de gemiddelde concentraties droog stof zijn, zowel in de afdelingen die wekelijks zijn gereinigd als in de afdelingen waar dat niet is gebeurd. In de laatste kolom is aangegeven hoeveel de concentratie droog stof is gedaald door het filtreren.
Alle waarden zijn berekend over de dagen dat er zowel van de proef- als van de referentie-afdeling waarnemingen zijn.

De reductie in het stofgehalte van de lucht door wassen, berekend over alle dagen, is niet groot (10,5%). Een mogelijke verklaring hiervoor is dat het effect van het wassen van vrij korte duur is. In dat geval zou de reductie op de dag van wassen het grootst zijn, en in de loop van de week afnemen. In de tabel zijn de stofgehalten en de reducties weergegeven, waarbij onderscheid is gemaakt naar het aantal dagen na wassen.

Er lijkt een verband te bestaan tussen het aantal dagen na het met water reinigen van de afdeling en de mate waarin het stofgehalte wordt verlaagd. De berekende reductie op de dag van reinigen is aanzienlijk hoger dan de gemiddelde reductie, en afgezien van dag 3 wordt de reductie minder vanaf de dag van reinigen.

Tabel 4.1: Wekelijkse gemiddelde concentraties droog stof (mg/m^3) en relatieve reductie in afdelingen met en zonder wekelijks reinigen van de afdeling
Table 4.1: *Weekly average dried aerosol concentration (mg/m^3) and relative reduction in rooms with and without weekly washing*

weken na opleg	N	CONCENTRATIE DROOG STOF met reinigen	zonder reinigen	percentage reductie
week 1	30	2,44	2,81	13,2
week 2	32	4,31	4,37	14
week 3	27	4,55	5,22	12,8
week 4	27	4,86	5,42	10,3
week 5	25	4,93	5,83	15,4
week 1-5	141	4,17	4,66	10,5

Tabel 4.2: Gemiddelde concentraties droog stof (mg/m^3) en relatieve reducties (%) in afdelingen met en zonder wekelijks reinigen met water, ingedeeld naar aantal dagen na reinigen
Table 4.2: *Average concentration dried aerosol (mg/m^3) and relative reductuions (%) in rooms with and without weekly washing as a function of days after washing*

dagen na reinigen	N	CONCENTRATIE DROOG STOF met reinigen	zonder reinigen	percentage reductie
0	17	3,74	5,00	25,2
1	15	4,22	5,32	20,7
2	14	4,22	5,01	15,8
3	12	5,01	5,22	4,0
4	14	4,77	5,37	11,2
5	11	4,71	5,46	13,7
6	11	4,63	5,32	13,0

Bijlage 5:
STOFGEHALTEN MET EN ZONDER STOFZUIGEN BIJ VLEESVARKENS
Appendix 5:
AEROSOL CONCENTRATION WITH AND WITHOUT WEEKLY VACUUM CLEANING

Wanneer de reductie in het stofgehalte van de lucht door stofzuigen wordt berekend over alle dagen, is het effect erg klein (6% reductie, niet significant). Een mogelijke verklaring hiervoor is dat het stofzuigen wellis-waar effect heeft, maar dat dit effect van vrij korte duur is. In dat geval zou de reductie op de dag van stofzuigen het grootst moeten zijn, en in de loop van de week moeten afnemen. In tabel 5.1 zijn de stofgehalten en de reducties per dag na de dag van stofzuigen weergegeven.

Tabel 5.1: Gemiddelde concentraties droog stof (mg/m^3) en relatieve reducties (%) in afdelingen met en zonder stofzuigen, ingedeeld naar aantal dagen na stofzuigen

Table 5.1: *Average concentrations of dried aerosol (mg/m^3) and relative reductions (%) in rooms with and without vacuum cleaning, as a function of days after vacuum cleaning*

dagen na stofzuigen	N	CONCENTRATIE DROOG STOF met stofzuigen	zonder stofzuigen	percentage reductie
0	11	2,31	2,49	7,2
1	11	2,47	2,43	-1,6
2	12	2,41	2,48	2,8
3	7	2,75	2,76	0,4
4	7	2,21	2,52	12,3
5	8	2,20	2,45	10,2
6	8	2,03	2,41	15,8

Bijlage 6:
STOFCONCENTRATIES OP VERSCHILLENDE PLAATSEN BINNEN EEN AFDELING VOOR GESPEENDE BIGGEN

Appendix 6:
AEROSOL CONCENTRATIONS AT DIFFERENT LOCATIONS IN A WEANER ROOM

In zijn stageverslag geeft Leijten de resultaten weer van zijn onderzoek naar stofconcentraties op verschillende plaatsen in een afdeling voor gespeende biggen op het Proefstation voor de Varkenshouderij in Rosmalen (Leijten, 1990). Tijdens dit onderzoek werden biggen uit de afdeling afgeleverd, voordat de proef was afgesloten. Tabel 6.1 en 62 geven de resultaten van zijn metingen weer. Meetresultaten van dagen nadat de eerste biggen uit de afdeling werden verwijderd zijn niet overgeno-

Tabel 6.1: Concentraties droog stof (mg/m^3) op verschillende hoogten boven de werkgang in het midden van de afdeling

Table 6.1: *Concentrations dried aerosol (mg/m^3) at differents levels above the alley in a weanerroom*

TOTAAL STOF										RESPIRABEL STOF	
40 cm		80 cm		120 cm		150 cm		200 cm		120 cm	200 cm
dag	nacht	dag	nacht	dag	nacht	dag	nacht	dag	nacht		
5,6	5,8	5,7	6,7	5,6	5,7	6,4	65,	6,8	5,8	03,	0,6
5,9	5,3	8,5	5,9	6,7	5,7	8,7	56,	7,1	5,5	02,	*0,1*
5,5	3,8	5,7	5,7	5,7	5,8	8,3	6,0	8,0	5,9	0,3	
3,9	*2,7*	3,9	3,1	3,4		5,9	*3,7*	7,2	*3,6*	05,	0,1
3,3	2,1.	3,3	1,9	2,9	2,5	3,0	2,3	5,2	2,8	06,	0,5
3,3	1,6	*2,3*	2,2	1,6	2,0		31,	*1,4*	3,1	04,	0,4
3,4	3,0	3,9	2,4	3,3	2,7		27,	*4,2*	3,3		
2,9	2,4	3,8	3,1	3,5	3,4	2,7	35,	4,4	3,7		
2,4	2,8	3,7	3,3	3,2	3,3	3,5	39,	37,	35,		

Tabel 6.2: Concentraties droog stof (mg /m^3) op verschillende hoogten boven een biggenhok in het midden van de afdeling

Table 6.2: Concentrations dried aerosol (mg/m^3) at differents levels above a weanerpen

TOTAAL STOF										RESPIRABEL STOF	
40 cm		80 cm		120 cm		150 cm		200 cm		120 cm	200 cm
dag	nacht	dag	nacht	dag	nacht	dag	nacht	dag	nacht		
2,4	2,0	4,1	2,1	4,7	2,3	4,6	2,5	6,5	3,2	0,5	0,5
1,6	1,7	3,6	2,1	3,8	1,8	3,8	2,4	5,3	2,2	0,4	0,5
4,3	2,4	5,1	2,3	3,4	2,4	4,8	2,7	5,7	2,5	0,5	0,5
3,9	1,9	4,1	2,0	3,4	2,1	4,5	2,3	4,7	2,5	0,2	0,0
5,3	2,3	3,8	2,3	4,2	2,4	3,8	2,6	3 4	2,8	0,1	0,1
3,9	2,0	5,5	1,9	4,8	1,0	4,9	1,4	4,3	1,6	0,3	0,0
4,0	*2,4*	*3,9*	2,4			3,6	*2,0*	*3,7*	*2,7*		
4,1	3,2	3,9	2,5	2,7	2,1.	1,6	2,9	4,4	2,3		
5,4	3,0			2,4	*1,2*	*4,0*	*2,2*	4,0	*2,0*		
5,5	2,7	4,1	2,3	2,6	1,4	4,6	2,4	4,3	2,3		
6,8	4,0	5,0	3,2	3,6	2,9	5,9	3,1	5,3	3,2		

men. Bij de berekening van gemiddelden zijn alleen die waarnemingen meegenomen waar alle metingen boven de werkgang of boven het biggenhok zijn verricht. De andere waarnemingen (cursief gedrukt) zijn bij de berekening niet meegenomen.

De metingen voor tabel 4.1 en 4.2 zijn verricht in verschillende afdelingen en op verschillende dagen. Bovendien hadden de biggen verschillende leeftijden en lagen ze niet evenlang in de afdeling (tabel 4.1: 25 - 40 dagen, tabel 4.2: 12 - 29 dagen). Hierdoor kunnen de resultaten niet direct met elkaar vergeleken worden.

REEDS EERDER VERSCHENEN PROEFVERSLAGEN
PUBLISHED RESEARCH REPORTS

Proefverslag P 1.49
"Ontsloten gerst en Borcilac in biggenvoeders"

Proefverslag P 1.50
"De invloed van het aantal zaadcellen per inseminatie op de reproduktie-resultaten bij varkens"

Proefverslag P 1.51
"Mestscheiden onder de roosters"

Proefverslag P 1.52
"Invloed van granen in het voer op de produktiviteit van zeugen"

Proefverslag P 1.53
"Lysine- en eiwitgehalte in vleesvarkensvoer bij driefasenvoedering"

Proefverslag P 1.54
"Praktijkonderzoek naar groepshuisvesting van drachtige zeugen anno 1990"

Proefverslag P 1.55
"Buitenopslag van varkensmest"

Proefverslag P 1.56
"Vergelijking brijbak/droogvoerbak bij gespeende biggen"

Proefverslag P 1.57
"Hokvorm en hokuitvoering voor groeiende varkens; een synthese"

Proefverslag P 1.58
"Praktijkervaringen met de KZ-stal"

Proefverslag P 1.59
"De invloed van een zoogperiode van 3,5 en 4,5 weken op vermeerdering, opfok en mesterij van varkens"

Proefverslag P 1.60
"Bedrijfscontrôle ten aanzien van het voorkomen van de ziekte van Aujeszky"

Proefverslag P 1.61
"Voerligboxsysteem, aanbindboxsysteem en groepshuisvestingssysteem vergeleken"

Proefverslag P 1.62
"Mestscheiden door bezinken"

Proefverslag P 1.63
"Huisvestingstrajecten voor biggen en vleesvarkens"

Proefverslag P 1.64
"De invloed van beperking van de drinktijd op het waterverbruik en technische resultaten bij mestvarkens"

Proefverslag P 1.65
"Porcine parvovirus"

Proefverslag P 1.66
"Informatiemodel Technisch Model Varkensvoeding"

Proefverslag P 1.67
"Het effect van het lysine/eiwit gehalte in het voer voor lacterende zeugen op de prestaties van de zeugen en hun biggen"

Proefverslag P 1.68
"Meten van klimaat in varkensstallen"

Proefverslag P 1.69
"De koude vergisting van varkensmest"

Exemplaren van proefverslagen kunnen worden verkregen door f 15,– per verslag over te maken op postgirorekeningnummer 51.73.462 ten name van het Proefstation voor de Varkenshouderij, Lunerkampweg 7, 5245 NB ROSMALEN, onder vermelding van het gewenste verslagnummer.
U kunt zich ook abonneren op het periodiek PRAKTIJKONDERZOEK VARKENSHOUDERIJ. U ontvangt dan 6 keer per jaar een periodiek met daarin de resultaten van het onderzoek. U heeft dan de mogelijkheid om onderzoeksverslagen gratis te bestellen. Bovendien ontvangt u de jaarverslagen van de regionale proefbedrijven en het Proefstation gratis. U kunt zich hierop abonneren door f 45,– over te maken op postgirorekeningnummer 51.73.462 ten name van het Proefstation voor de Varkenshouderij, Lunerkampweg 7, 5245 NB ROSMALEN, onder vermelding van POV, Nieuw abonnement.