



Rapport 208

Verlagen van het stofgehalte in varkensstallen door periodiek vernevelen van een olie-emulsie

Juni 2001



Colofon

Uitgever

Praktijkonderzoek Veehouderij
Postbus 2176, 8203 AD Lelystad
Telefoon 0320 - 293 211
Fax 0320 - 241 584
E-mail info@pv.agro.nl.
Internet <http://www.pv.wageningen-ur.nl>

Redactie en fotografie

Praktijkonderzoek Veehouderij

© Praktijkonderzoek Veehouderij

Het is verboden zonder schriftelijke toestemming van de uitgever deze uitgave of delen van deze uitgave te kopiëren, te vermenigvuldigen, digitaal om te zetten of op een andere wijze beschikbaar te stellen.

Aansprakelijkheid

Het Praktijkonderzoek Veehouderij aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen

Bestellen

ISSN 0169-3689
Eerste druk 2001/oplage 250
Prijs € 17,50 (f 38,56)

Losse nummers zijn schriftelijk, telefonisch, per E-mail of via de website te bestellen bij de uitgever.



Rapport 208

Verlagen van het stofgehalte in varkensstallen door periodiek vernevelen van een olie-emulsie

Reduction of dust concentration in pig facilities by
regular spraying of an oil emulsion

P.F.M.M. Roelofs
G.P. Binnendijk

Juni 2001

Samenvatting

Varkenshouders hebben relatief veel respiratoire klachten, wat voor een belangrijk deel wordt toegeschreven aan de luchtkwaliteit in de stallen. Eén van de risicofactoren is de hoeveelheid stof in stallucht. In meerdere landen is onderzoek uitgevoerd naar de mogelijkheden om met behulp van olie, bijvoorbeeld koolzaadolie, de stofconcentratie te verlagen.

Op het Varkensproefbedrijf in Rosmalen is tussen maart 1995 en december 1999 (met onderbrekingen) onderzoek gedaan naar het effect van het onder hoge druk vernevelen van een olie-emulsie. Hierbij werd gebruik gemaakt van het 'KEW Dust binding system'. Dit is een volautomatisch en commercieel verkrijgbaar systeem, dat is gebaseerd op een hogedrukreinigingsinstallatie met vaste leidingen. De verneveltijden zijn zodanig gekozen dat er alleen buiten werktijden werd verneveld. Dit onderzoek verschilt van eerdere buitenlandse onderzoeken omdat nu de toepassing onder Nederlandse omstandigheden is onderzocht en omdat er aandacht is gegeven aan het verloop van de stofconcentratie gedurende het etmaal. In het onderzoek zijn de invloed van het vernevelen van olie op de stofconcentratie, de technische resultaten en de kosten bepaald.

In twee identieke afdelingen voor zestig gespeende biggen zijn de volgende proefbehandelingen uitgevoerd:

Water vernevelen: Acht keer per etmaal, namelijk om 0.30 uur, 4.00 uur, 7.30 uur, 10.30 uur, 12.15 uur, 16.15 uur, 19.45 uur en 22.00 uur, werd met behulp van het KEW Dust binding system gedurende drie seconden water met een minieme hoeveelheid koolzaadolie verneveld.

Olie vernevelen: Acht keer per etmaal, eveneens om 0.30 uur, 4.00 uur, 7.30 uur, 10.30 uur, 12.15 uur, 16.15 uur, 19.45 uur en 22.00 uur, werd met behulp van het KEW Dust binding system gedurende drie seconden een olie-emulsie verneveld. Gemiddeld werd er 0,85 g koolzaadolie per big per dag verneveld.

Referentie: Er vond geen verneveling plaats.

De afdelingen bestonden uit zes grondhokken met een 44% dichte, bolle vloer met vloerverwarming en 56% metalen driekantrooster. De biggen werden gelijktijdig opgelegd en kregen onbeperkt droogvoer.

Gedurende tien (olie vernevelen), dertien (water vernevelen) en drieëntwintig (referentie) ronden zijn boven de werkgang de concentraties inhaleerbaar en respirabel stof gemeten en boven de hokken de concentratie inhaleerbaar stof. Door het vernevelen van olie nam op 1,70 m hoogte boven het midden van de werkgang en op 1,00 m boven de hokken de concentratie inhaleerbare aerosolen (het totaal van inhaleerbare vaste deeltjes (stof) en inhaleerbare vloeibare deeltjes (olie-emulsie)) af met 20% ($p < 0,001$). De concentratie inhaleerbaar stof nam, na correctie voor oliedeeltjes, af met naar schatting 27%. De concentratie respirabel stof boven de werkgang nam af met 55% ($p < 0,05$).

Het vernevelen van water had alleen een significante invloed op de concentratie inhaleerbaar stof boven de hokken (- 7%, $p < 0,05$).

De afname van de stofconcentratie boven de werkgang was overdag iets groter dan 's nachts. Bij alle proefbehandelingen werd de door Donham en Cumro (1999) voorgestelde, maar waarschijnlijk te hoge grenswaarde van $2,4 \text{ mg/m}^3$ gedurende een groot deel van werkdag ver overschreden op de plaatsen waar de varkenshouder werkzaam was.

Het vernevelen van olie had geen aantoonbare invloed op de groei, voeropname, voederconversie en uitval van de biggen.

Op een bedrijf met 210 zeugen kost het KEW Dust binding system bij verneveling van $0,85 \text{ g}$ koolzaadolie per big per dag ongeveer $f 1,20$ per grootgebrachte big. Wanneer al een hogedrukspuit met vaste leidingen beschikbaar is, bedragen de meerkosten ongeveer $f 0,50$ per grootgebrachte big.

Summary

Sow and pig farmers suffer from more respiratory diseases compared with other people, which is partly caused by the poor air quality in pig houses. The concentrations of inhalable and respirable dust are two of the risk factors that are mentioned in the literature, that may cause these problems. In several countries the use of (mostly canola) oil to reduce dust concentrations has been studied.

Between March 1995 and December 1999 the effectiveness of high pressure spraying of an emulsion of canola oil in water was studied at the experimental farm at Rosmalen. In this study, the 'KEW Dust binding system' was used. This is an automatic oil mixing and spraying system, based on a high pressure cleaner with a point to point circuit. During spraying times nobody was working in the pig house. Differences with earlier, foreign studies were the different conditions in Dutch pig houses, attention for circadian fluctuation and prevention of exposure of stockmen to the oil emulsion. The effect of oil emulsion spraying on dust concentration, performance of the piglets and cost of production was determined.

In two identical rooms for 60 weaned piglets the next treatments were compared:

Water spraying: Eight times a day (at 0.30 a.m., 4.00 a.m., 7.30 a.m., 10.30 a.m., 12.15 p.m., 4.15 p.m., 7.45 p.m. and 10.00 p.m.) water with a minimal amount of canola oil was sprayed during three seconds each time, using the 'KEW Dust binding system';

Oil spraying: Eight times a day (at 0.30 a.m., 4.00 a.m., 7.30 a.m., 10.30 a.m., 12.15 p.m., 4.15 p.m., 7.45 p.m. and 10.00 p.m.) a water-canola oil suspension was sprayed during three seconds each time, using the 'KEW Dust binding system'. On average 0.85 g of oil was sprayed per piglet per day.

Reference: No spraying.

The rooms included six pens each, with 44% of concrete floors with floor heating and 56% of metal slatted floors. The piglets were fed ad libitum.

During 10 (oil spraying), 13 (water spraying) and 23 (reference) batches concentrations of inhalable and respirable dust were measured at 1.70 m above the operator walkway and concentration of inhalable dust was measured at 1.00 m above the laying area in the pens. Oil spraying decreased inhalable aerosols concentration (this is the total of inhalable solid parts (dust) and inhalable liquid parts (oil emulsion)) above the operator walkway and the pens by about 20% ($p < 0.001$). Decrease in inhalable dust after correction for oil drops was estimated at 27%. Respirable dust concentration above the operator walkway decreased by about 55% ($p < 0.05$). Water spraying did only affect inhalable dust concentration above the pens (-7%; $p < 0.05$).

During the day, the dust concentrations decreased a little more than during the night. In all treatments, the concentration of inhalable dust exceeded the health based limiting value of 2.4 mg/m^3 suggested by Donham and Cumro (1999), which is probably even too high for Dutch pig farmers.

Oil spraying did not affect performance (growth rate, feed intake and feed conversion rate) and mortality of the piglets.

On a 210-sow farm, total costs of sprinkling 0.85 g canola oil per piglet per day using the KEW Dust binding system were about Dfl 1.20 (Euro 0.54) per piglet. If a high pressure cleaner with a fixed high pressure water supply system to each room was available total costs were about Dfl 0.50 (Euro 0.23) per piglet.

Inhoudsopgave

Voorwoord

Samenvatting

Summary

1	Inleiding	1
2	Materiaal en methode	3
2.1	Huisvesting en bedrijfsvoering	3
2.2	Proefbehandelingen	4
2.3	Waarnemingen	4
2.4	Verwerking gegevens	5
3	Resultaten	8
3.1	Gebruikservaringen	8
3.2	Stofconcentraties	8
3.3	Technische resultaten	12
3.4	Invloed op de kostprijs	14
4	Discussie	15
5	Conclusies	18
	Literatuur	19
	Bijlagen	21
	Bijlage 1: KEW Dust binding system	21
	Bijlage 2: Gedrag van koolzaadolie op microfibre glassfilters	23
	Reeds eerder verschenen proefverslagen en rapporten v.a. 1-1-2000	24

1 Inleiding

Varkenshouders hebben relatief veel respiratoire klachten, wat voor een belangrijk deel wordt toegeschreven aan de luchtkwaliteit in de stallen. Roelofs en Binnendijk (2000) beschrijven in een literatuuroverzicht de aard en incidentie van luchtwegklachten bij varkenshouders en mogelijke oorzaken ervan. Eén van de risicofactoren die deze klachten kunnen veroorzaken is de hoeveelheid stof in stallucht.

Verlaging van blootstelling aan stof

Verlaging van de blootstelling aan stof kan op verschillende manieren worden gerealiseerd. De aanschaf van persoonlijke beschermingsmiddelen zoals stofmaskers, en mechanisatie of automatisering van het werk hebben doorgaans onvoldoende effect (Roelofs en Binnendijk, 2000). Verlaging van de stofconcentratie op de werkplek -de stal- is de beste manier om de stofbelasting van varkenshouders en andere personen die in de stal werken te verlagen. Roelofs en Binnendijk (2000) beschrijven diverse methoden, waarvan de meeste echter niet of onvoldoende effectief zijn of ongewenste neveneffecten hebben.

Stof binden met olie

Olie, doorgaans plantaardige olie, wordt op verschillende manieren toegepast om de hoeveelheid stof in de lucht in varkensstallen te verlagen. In de literatuur zijn effecten beschreven van het dagelijks besproeien van hele afdelingen met olie, het nat maken van de rug van varkens tijdens het voeren en het frequent vernevelen van een olie-emulsie. Zhang et al. (1993) vernevelden eenmaal per dag met een lagedrukspuit circa 15 ml minerale olie per m² staloppervlak over de varkens en over de werkgangen. De hoeveelheden respirabel en inspirabel stof namen hierdoor af met 75%. Later werden vergelijkbare resultaten met minder olie bereikt, door niet elke dag evenveel olie te vernevelen (Zhang et al., 1995). Ook is een positief effect van olieverneveling vastgesteld op de longfunctie van proefpersonen die in de stallen fietsoefeningen uitvoerden. Een voordeel van deze methode om de stofconcentratie te verlagen is dat er nauwelijks investeringen nodig zijn, een nadeel is de arbeidsintensiteit. Er is inmiddels echter een geautomatiseerd systeem, waarmee de stofconcentratie door het dagelijks vernevelen van 8 gram olie per varken of 3 gram per kraamzeug met ongeveer 40% afneemt (Lyngbye, 1999). Een positief neveneffect van olieverneveling is dat de stankemissie vanuit de stal meer dan gehalveerd wordt (Jacobson, 2000).

Osman et al. (1999) plaatsten boven de voerbak voor varkens een roterend vat. Als de varkens onder dit vat doorliepen werd hun rug nat gemaakt met olie. Bij een oliegebruik van 10 ml per varken per dag namen de hoeveelheden inhaleerbaar en respirabel stof met respectievelijk 81% en 59% af.

In Denemarken zijn gunstige ervaringen opgedaan met het vier keer per dag gedurende 18 tot 111 seconden onder hoge druk vernevelen van een 14,5% emulsie van koolzaadolie in water met het "KEW Dust binding system". Het volautomatische KEW-systeem is commercieel verkrijgbaar en wordt onder andere in enkele Deense slachterijen toegepast om de stofproductie te verlagen. Afhankelijk van de hoeveelheid koolzaadolie (5 tot 20 gram per varken per dag) namen in onderzoeken de concentraties inhaleerbaar en respirabel stof af met maximaal 80 respectievelijk 92% (S.J.F., 1993). Het verloop van de stofconcentratie gedurende het etmaal is niet onderzocht. Onderzoekers vonden geen invloed op de longen van de varkens of op de technische resultaten (Takai et al., 1995).

Wel beschrijven Takai et al. (1995) een varkenshouder wiens longfunctie afnam tijdens het wegen van vleesvarkens, maar die daar geen last van had als er raapzaadolie was verneveld. Gustafsson (1995) vond een afname van de stofconcentratie van 45% bij het vernevelen van 2 gram olie per varken per dag, in een 10% oplossing. Voor een vergelijkbaar effect met alleen water moest hij overdag tweemaal per uur en 's nachts één keer per uur gedurende 10 minuten water vernevelen.

In dit onderzoek is het KEW Dust binding system onderzocht. Als randvoorwaarde is gesteld dat er geen olie werd verneveld als er mensen in de afdeling konden zijn (zodat er alleen werd verneveld buiten de normale werkuren) en dat het voer niet nat mocht worden door het vernevelen.

Doelstelling

Het onderzoek is uitgevoerd om na te gaan wat de invloed is van het periodiek vernevelen van een olie-emulsie op:

- a de gemiddelde stofconcentratie in de stallucht;
- b het verloop van de stofconcentratie gedurende de dag;
- c de technische resultaten van de biggen;
- d de kostprijs van de biggen.

2 Materiaal en methode

Het onderzoek is uitgevoerd in twee afdelingen van de biggenopfokstal van het Varkensproefbedrijf in Rosmalen. Er waren twee meetperioden, met een onderbreking ertussen. De eerste meetperiode was van februari 1995 tot en met januari 1997, de tweede van januari 1998 tot en met december 1999. In de tussenliggende periode is de proefinstallatie aangepast omdat er onvoldoende olie werd verneveld.

2.1 Huisvesting en bedrijfsvoering

De afdelingen bestonden uit een werkgang met een enkele rij van zes hokken van 1,25 bij 2,60 m, waarin tien of elf biggen werden gehuisvest. De vloer van de hokken bestond, beginnend bij de werkgang, uit 1,10 m metalen driekantrooster, 1,15 m betonnen dichte, bolle vloer met vloerverwarming en 0,35 m metalen driekantrooster. De hokafscheidingen bestonden boven de dichte vloer en het achterste rooster uit 0,70 m hoog trespa en boven de brede roostervloer voor in het hok uit verticale metalen spijlen.

Voeding

Op het voorste rooster in elk hok stond een droogvoerbak met één vreetplaats, met daarnaast een drinknippel in een drinkbakje. De biggen kregen onbeperkt water en voer. Tweemaal daags werden de voerbakken gevuld via een voerleiding met sleepkabel, vanwaar het voer via een vulpijp naar de voerbakken gleed. Per voerbeurt werd zoveel voer verstrekt dat de voerbakken net niet leeg kwamen voor de volgende voerbeurt.

Klimaatregeling

De verse lucht werd voorverwarmd in de centrale gang en kwam via balanskleppen de afdelingen binnen. De lucht in de afdeling werd mechanisch afgevoerd door middel van bovenafzuiging op 1,50 m hoogte boven de werkgang. Bij opleg werden de vloerverwarming en ruimteverwarming ingeschakeld als het kouder werd dan 32°C respectievelijk 27°C. De inschakeltemperaturen werden door een klimaatcomputer volgens een curve verlaagd tot 20°C (vloerverwarming) en 19°C (ruimteverwarming) aan het einde van de opfokperiode. De P-band (het temperatuurtraject waarbinnen het ventilatieniveau toeneemt van minimumventilatie tot het ingestelde maximum) liep bij opleg van 29°C tot 31°C en aan het einde van de ronde van 26°C tot 29°C.

Verzorging van de biggen

De biggen in beide proefafdelingen werden op een leeftijd van gemiddeld vier weken op dezelfde dag en met een vergelijkbaar gewicht opgelegd in een gereinigde en gedesinfecteerde afdeling. In de afdelingen werd geen strooisel, compost of CCM gebruikt. De werkgangen werden gedurende de proef niet geveegd of schoongespoten. De ronde werd afgesloten als de eerste biggen uit de afdeling werden afgeleverd. Ze wogen dan gemiddeld ongeveer 22 kg.

2.2 Proefbehandelingen

De proefbehandelingen zijn op afdelingsniveau uitgevoerd. Voorafgaand aan een ronde werden de proefbehandelingen door loting toegekend aan de afdelingen. Doordat de vernevelingsinstallatie aanvankelijk niet goed functioneerde is tijdens de eerste meetperiode water in plaats van een olie-emulsie verneveld. Hierdoor zijn er drie proefbehandelingen uitgevoerd, namelijk:

- Water vernevelen: Acht keer per etmaal, namelijk om 0.30 uur, 4.00 uur, 7.30 uur, 10.30 uur, 12.15 uur, 16.15 uur, 19.45 uur en 22.00 uur, werd met behulp van het KEW Dust binding system gedurende drie seconden water met een minieme hoeveelheid koolzaadolie verneveld.
- Olie vernevelen: Acht keer per etmaal, namelijk om 0.30 uur, 4.00 uur, 7.30 uur, 10.30 uur, 12.15 uur, 16.15 uur, 19.45 uur en 22.00 uur, werd met behulp van het KEW Dust binding system gedurende drie seconden een koolzaadolie-emulsie verneveld. Gemiddeld werd er 0,85 g olie per big per dag verneveld.
- Referentie: Er vond geen verneveling plaats.

Het KEW Dust binding system is volautomatisch en commercieel verkrijgbaar, en is gebaseerd op een hogedrukreinigingsinstallatie met vaste leidingen (bijlage 1). De installatie kan ook gebruikt worden om een afdeling in te weken, nat te houden of te reinigen. De installatie biedt instelmogelijkheden voor starttijden waarop het vernevelen begint (maximaal elk kwartier; 96 keer per etmaal) en voor de lengte van de vernevelperioden (van 1 seconde tot enkele uren). De verneveltijden zijn zodanig gekozen dat er alleen buiten werktijden werd verneveld. Wanneer de hogedrukspuit en -leiding nodig waren voor het reinigen van een afdeling moest het vernevelingsprogramma worden onderbroken. Nadat de afdeling was gereinigd werd de installatie weer ingeschakeld en werd er weer verneveld op de ingestelde tijden.

2.3 Waarnemingen

Om stofconcentraties te meten zijn er gravimetrische metingen en on-line metingen verricht. De gravimetrische metingen geven de gemiddelde stofconcentratie over een wat langere periode (meestal een etmaal) weer. Met on-line metingen kan de variatie van de stofconcentratie in de tijd (bijvoorbeeld binnen het etmaal) worden bepaald.

Stofconcentratie in de stallucht

De gravimetrische metingen zijn uitgevoerd op 1,70 hoogte boven het midden van de werkgang (zowel inhaleerbaar als respirabel stof) en op 1,00 m hoogte boven de ligruimte in het derde hok (alleen inhaleerbaar stof). Inhaleerbaar stof betreft de fractie kleiner dan 10 micrometer, respirabel stof de fractie kleiner dan 5 micrometer. Er is gedurende het gehele etmaal gemeten (24-uursmetingen). Het meetprotocol voor deze metingen is weergegeven in bijlage 1 van Roelofs en Binnendijk (2000).

De on-line metingen, eveneens op 1,70 m hoogte boven het midden van de werkgang, zijn afwisselend uitgevoerd in de afdeling met olieverneveling en in de referentieafdeling. Hiervoor is een lichtverstrooiingsmeter (Casella 950) gebruikt. Ook deze meetmethode is beschreven in Roelofs en Binnendijk (2000).

Tenslotte is rond het vernevelen eenmaal on-line de concentratie van verschillende stoffracties gemeten met een Grimm stofmeter (Grimm portable dust monitor 1.100). Deze meet het verloop van de fracties $> 0,5 \mu\text{m}$, $> 1 \mu\text{m}$, $> 2 \mu\text{m}$, $> 5 \mu\text{m}$ en $> 10 \mu\text{m}$. De meter is opgesteld op 1,25 m hoogte boven de werkgang en er is gemeten van ongeveer 15 minuten voor het olievernemen tot aan het olievernemen. Direct voor het olievernemen is de Grimm stofmeter uit de afdeling verwijderd en vijf minuten later weer in de afdeling geplaatst om opnieuw gedurende ongeveer 15 minuten te meten.

Overige variabelen

Ook zijn gegevens verzameld om de technische resultaten van de biggen te kunnen bepalen: opleg- en eindgewichten van de biggen, voeropname op hokniveau, sterfte en sterfteoorzaken. Verder zijn het olieverbriuk en de instellingen van de regelkast geregistreerd.

2.4 Verwerking gegevens

De uitgevoerde analyses hebben betrekking op de hoeveelheden inhaleerbaar en respirabel stof en op de technische resultaten van de biggen. Elke ronde per afdeling is opgevat als experimentele eenheid.

Gemiddelde stofconcentratie

De gemiddelde stofconcentraties zijn berekend op basis van de gravimetrische stofmetingen. De benodigde filters zijn voor gebruik, na gebruik en na drogen gewogen. De gewichtstoename van de filters is gecorrigeerd met het gewichtsverlies van de filters in nulmetingen (filters die zijn gedroogd en gewogen zonder in de stallen te zijn gebruikt). Vervolgens zijn uit de gemeten hoeveelheden stof op de filters, de standtijd van de filters en het debiet, de dagelijkse (inhaleerbaar stof) of twee- tot driedaagse (respirabel stof) stofconcentraties berekend. Om inzicht te krijgen in het verloop van de stofconcentratie tijdens de ronde is tevens per dag na opleg over de ronden heen de gemiddelde concentratie inhaleerbaar stof boven de werkgang berekend.

Met behulp van de Wilk-Shapiro toets (SAS Institute Inc., 1989) is per meetplaats en proefbehandeling getoetst of de gemeten concentraties stof normaal verdeeld waren. Bij onvoldoende normaliteit ($p < 0,9$) is gecontroleerd of de normaliteit van de logwaarden van de concentraties beter was.

Tenslotte zijn de data op basis van de rondegemiddelden getoetst met behulp van variantie-analyse. Per ronde zijn het gemiddelde aantal dagen na opleg, het gemiddelde aantal aanwezige biggen, de gemiddelde tijdsduur van de monsternamen, het gemiddelde debiet tijdens de metingen en de gemiddelde stofconcentraties berekend. De gemiddelde stofconcentraties zijn getoetst met variantie-analyse (PROC GLM, SAS Institute Inc., 1989) met behulp van model A. Het aantal dagen na opleg en het gemiddelde debiet tijdens de monsternamen droegen niet bij aan het statistisch model ($p > 0,10$) en zijn daarom niet in het uiteindelijke model opgenomen.

Model A:

$$Y_{jk} = \mu + \text{Ronde}_j + \text{Beh}_k + \text{Tijd} + \text{Biggen} + e_{jk}$$

waarbij:

Y_{jk} = stofconcentratie

μ = constante

Ronde_j = ronde, met $j = 1, 2, \dots, 24$

Beh_k = proefbehandeling, met $k =$ water vernevelen, olie vernevelen of referentie

Tijd = gemiddeld aantal minuten dat de monsternamen hebben geduurd

Biggen = gemiddeld aantal in de afdeling aanwezige biggen

e_{jk} = restterm

On-line metingen

De resultaten van de on-line metingen zijn verwerkt door gedurende de meetperiode per proefbehandeling en per interval van vijf minuten (het interval waarmee gemiddelde data zijn opgeslagen in de datalogger) de gemiddelde uitleeswaarde van het meetinstrument te berekenen. Op deze wijze is de gemeten stofconcentratie per proefbehandeling van 288 opeenvolgende intervallen van vijf minuten vastgelegd. Vervolgens is de gemiddelde variatie van de uitleeswaarden (verhoudingsgetallen) over het etmaal bepaald. Het gemiddelde van alle 288 intervallen in een etmaal is gelijk gesteld aan het met behulp van variantie-analyse berekende gemiddelde van de gravimetrische metingen. Tenslotte zijn de verhoudingsgetallen lineair omgerekend naar stofconcentraties, en tegen de tijd uitgezet in een grafiek.

Ook is bepaald gedurende hoeveel intervallen van vijf minuten de stofconcentratie hoger was dan de grenswaarde voor inhaalbaar stof ($2,4 \text{ mg/m}^3$) volgens Donham en Cumro (1999). Of het aantal intervallen waarin de grenswaarde werd overschreden, als fractie van de 288 intervallen in een etmaal, tussen de proefbehandelingen verschilde, is getoetst met behulp van de chi-kwadraattoets.

Technische resultaten en uitval van de biggen

Op basis van de opleg- en einddata en de gewichten van de biggen is de groeisnelheid gedurende de opfokperiode berekend. Op basis van de verstrekte hoeveelheden voer zijn op afdelingsniveau de voeropname per dier per dag en de voederconversie berekend. Deze technische resultaten zijn geanalyseerd met de ronde binnen een afdeling als experimentele eenheid. De analyses zijn uitgevoerd met behulp van variantie-analyse, aan de hand van model B.

Model B:

$$Y_{ij} = \mu + G_{\text{opleg}} + \text{Ronde}_i + \text{Beh}_j + e_{ijk}$$

waarbij:

Y_{ij} = groei, voeropname of voederconversie

μ = constante

G_{opleg} = gemiddeld opleggewicht

Ronde_i = ronde, met $i = 1, 2, \dots, 24$

Beh_j = proefbehandeling, met $j =$ water vernevelen, olie vernevelen of referentie

e_{ijk} = restterm

Het totale aantal uitgevallen biggen en het aantal uitgevallen biggen per uitvalsreden zijn als fractie van het totale aantal opgelegde biggen getoetst met de chi-kwadraattoets.

Invloed op de kostprijs

Bij de economische evaluatie zijn de kosten van het KEW Dust binding system berekend en vergeleken met de kosten van een hogedrukreinigingsinstallatie met vaste leidingen. De kosten van het systeem zijn gebaseerd op een actuele prijsopgave van de leverancier van het KEW Dust binding system (Alto Nederland). De invloed op de kostprijs is berekend conform KWIN-V 2000-2001 (Projectgroep KWIN-V, 2000).

3 Resultaten

3.1 Gebruikerservaringen

Het KEW Dust binding system functioneerde minder goed dan werd verwacht. Aanvankelijk werd de olie door middel van een venturi opgezogen en in de hogedrukleiding met het water gemengd. Hoewel dit systeem in Denemarken goed werkt, voldeed dit in de Nederlandse proefopstelling niet. Er werd geen of zeer weinig olie verneveld. Daarom is tussen de twee meetperioden een belangrijke verbetering aangebracht. De installatie is zodanig aangepast dat de olie in het water werd geïnjecteerd. Hierdoor werd het mogelijk een acceptabele hoeveelheid olie te vernevelen.

Daarnaast was de installatie storingsgevoeliger dan verwacht. De magneetkleppen, waarmee het vernevelen wordt in- en uitgeschakeld, bleken gedurende het onderzoek zodanig te slijten dat ze vervangen moesten worden. De nozzles waren oorspronkelijk voorzien van een filter, om te voorkomen dat ze verstopt raakten. Omdat de filters zelf echter verstopt raakten, zijn deze gaande het onderzoek verwijderd.

Het instellen van de te doseren hoeveelheid of concentratie olie gebeurt erg onnauwkeurig. In feite wordt er blind ingesteld en blijkt na enkele dagen (uit de mate waarin het olieniveau in het voorraadvat zakt) of de instelling acceptabel is. Na verloop van tijd krijgt de gebruiker gevoel voor de instellingen en lukt het beter om een acceptabel niveau van olieverneveling te vinden.

Hoewel korte verneveltijden zijn ingesteld (2 tot 3 seconden, tegenover 18 tot 111 seconden in Deens onderzoek door SJF, 1993) werd het voer in de droogvoerbakken soms vochtig. Dit was vooral het geval als de nevel tegen de vulpijp van de voerbak terecht kwam en de olie-emulsie via de vulpijp in het voer liep.

Het vernevelen van de olie-emulsie had enige invloed op de reinigbaarheid van de stal. De werktijd werd er niet door beïnvloed, maar aan het einde van het onderzoek waren de muren enigszins grauw en was er een vettig laagje op de ruiten van de afdeling zichtbaar.

3.2 Stofconcentraties

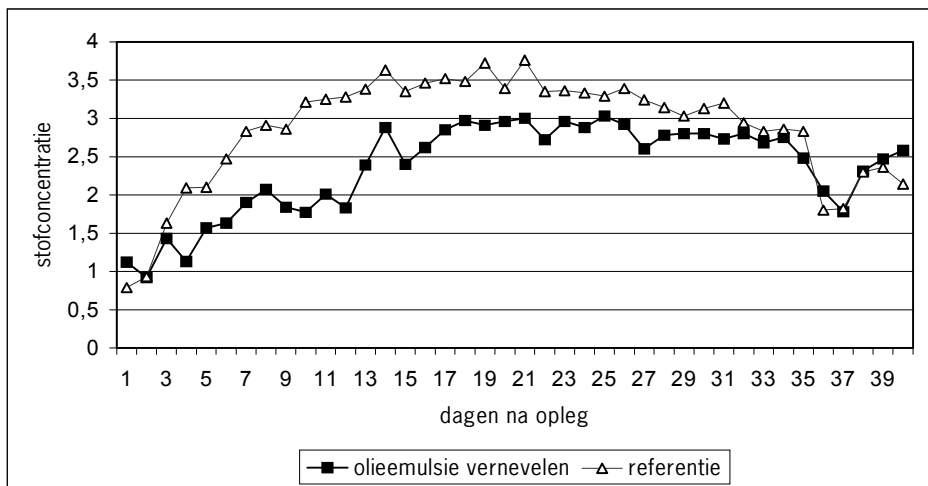
Tijdens het vernevelen van water zijn gedurende dertien ronden en tijdens het vernevelen van de olie-emulsie gedurende tien ronden de concentraties inhaleerbaar en respirabel stof boven de werkgang en de concentratie inhaleerbaar stof boven de hokken gemeten. Tijdens de referentiebehandeling is gedurende drieëntwintig ronden gemeten. In tabel 1 zijn per meetplaats de aantallen waarnemingen, de rekenkundig gemiddelden, de standaarddeviaties en de ranges weergegeven.

Tabel 1 Stationair gemeten stofconcentraties (mg/m³)

	aantal metingen	rekenkundig gemiddelde	rekenkundige sd	range
<i>inhaleerbaar stof boven de werkgang</i>				
- water vernevelen	13	2,95	1,26	1,40 - 5,60
- olie vernevelen	10	2,61	0,84	1,30 - 3,90
- referentie	23	3,25	0,90	2,10 - 5,40
<i>respirabel stof boven de werkgang</i>				
- water vernevelen	10	0,29	0,12	0,10 - 0,40
- olie vernevelen	10	0,26	0,23	-0,10 - 0,70
- referentie	20	0,49	0,22	0,20 - 1,20
<i>inhaleerbaar stof boven de hokken</i>				
- water vernevelen	13	3,79	1,38	2,40 - 6,50
- olie vernevelen	10	3,43	1,03	1,80 - 5,30
- referentie	23	4,15	1,05	2,90 - 6,80

Het gemiddelde verloop van de stofconcentratie van de proefbehandeling olie vernevelen ten opzichte van de referentie gedurende de opfokperiode is weergegeven in figuur 1.

Figuur 1 Het gemiddelde verloop van de concentratie inhaleerbaar stof boven de werkgang (mg/m³) gedurende de opfokperiode bij het vernevelen van olie ten opzichte van de referentie



Uit figuur 1 blijkt dat de stofconcentratie bij het vernevelen van olie vrijwel de gehele ronde lager was dan in de referentieafdeling. Alleen aan het einde van de meetperiode daalde de gemiddelde stofconcentratie in de referentieafdeling tot hetzelfde niveau en soms tot onder de concentratie in de afdeling met olieverneming.

Op basis van de Wilk-Shapiro toets (SAS Institute Inc., 1989) is vastgesteld dat de gemiddelde stofconcentraties redelijk normaal verdeeld ($p > 0,9$) waren en dat logtransformatie een ongunstige invloed had op de normaliteit. Daarom zijn de stofconcentraties getoetst op basis van de reële waarden. De resultaten van de analyse staan in tabel 2.

Tabel 2 Invloed van het vernevelen van water of een olie-emulsie op de gemiddelde stofconcentratie (mg/m^3)

	water vernevelen	olie vernevelen	referentie	SEM ¹	significantie ²	
					water	olie
inhaleerbaar stof boven de werkgang	3,06 ^b	2,53 ^a	3,22 ^b	0,10	n.s.	***
respirabel stof boven de werkgang	0,34 ^a	0,22 ^a	0,49 ^b	0,04	#	**
inhaleerbaar stof boven de hokken	3,89 ^b	3,31 ^a	4,15 ^c	0,10	#	***

¹ SEM: gepoolde standard error van het gemiddelde

² significantie ten opzichte van referentie: n.s.= niet significant $p > 0,10$; # = $0,05 < p < 0,10$; ** = $0,001 < p < 0,01$; *** = $p < 0,001$

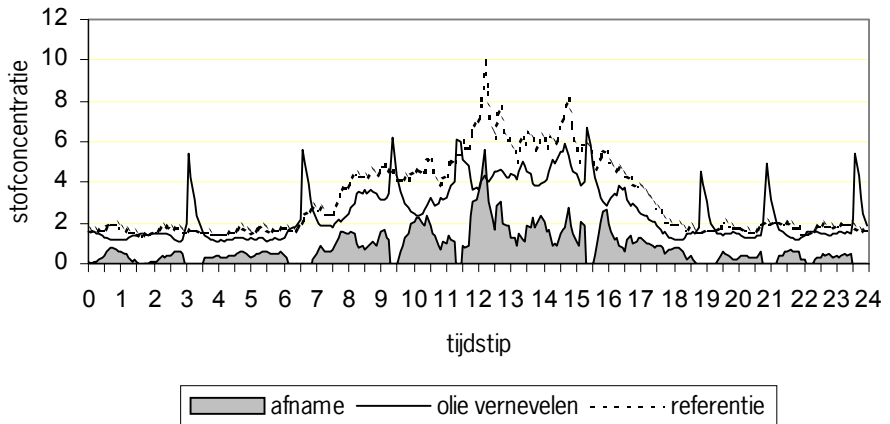
^{a,b,c} een verschillende letter binnen een rij duidt op een significant verschil tussen de proefbehandelingen

Het periodiek vernevelen van de olie-emulsie had een gunstig effect op de stofconcentratie in de stallucht. Ten opzichte van niet vernevelen was de concentratie inhaleerbare aerosolen (het totaal van inhaleerbare vaste deeltjes (stof) en inhaleerbare vloeibare deeltjes (olie-emulsie)) boven de werkgang 20% lager ($p < 0,001$). Het vernevelen van vrijwel schoon water leidde tot 15% (niet aantoonbaar) minder inhaleerbaar stof boven de werkgang ten opzichte van niet vernevelen. Boven de hokken gaf vernevelen van de olie-emulsie 20% ($p < 0,001$) en vernevelen van water 7% ($p < 0,05$) minder stof dan niet vernevelen. Op beide plaatsen was het vernevelen van een olie-emulsie effectiever ($p < 0,05$) dan het vernevelen van water. Het vernevelen van een olie-emulsie had ook een gunstige invloed op de hoeveelheid respirabel stof (- 55%, $p < 0,05$). Hoewel de gemeten concentratie inspirabel stof in de afdeling met olievernervelling 37% lager was dan in de afdeling met watervernervelling, is dat verschil niet significant ($p > 0,10$). Het vernevelen van water gaf een tendens ($p < 0,10$) naar minder respirabel stof dan bij niet vernevelen.

Verloop stofconcentraties tijdens het etmaal

De on-line metingen zijn uitgevoerd in november en december 1999, gedurende dertien dagen in de afdeling met olievernervelling en gedurende tien dagen in de referentie-afdeling. Het hieruit berekende gemiddelde verloop van de concentratie inhaleerbare aerosolen gedurende het etmaal bij het wel of niet vernevelen van de olie-emulsie is weergegeven in figuur 2.

Figuur 2 Verloop van de concentratie inhaleerbare aerosolen in stallucht boven de werkgang gedurende het etmaal (aerosolen is het totaal van inhaleerbare vaste deeltjes (stof) en inhaleerbare vloeibare deeltjes (olie-emulsie); mogelijk zijn er ook vloeibare deeltjes gemeten.)



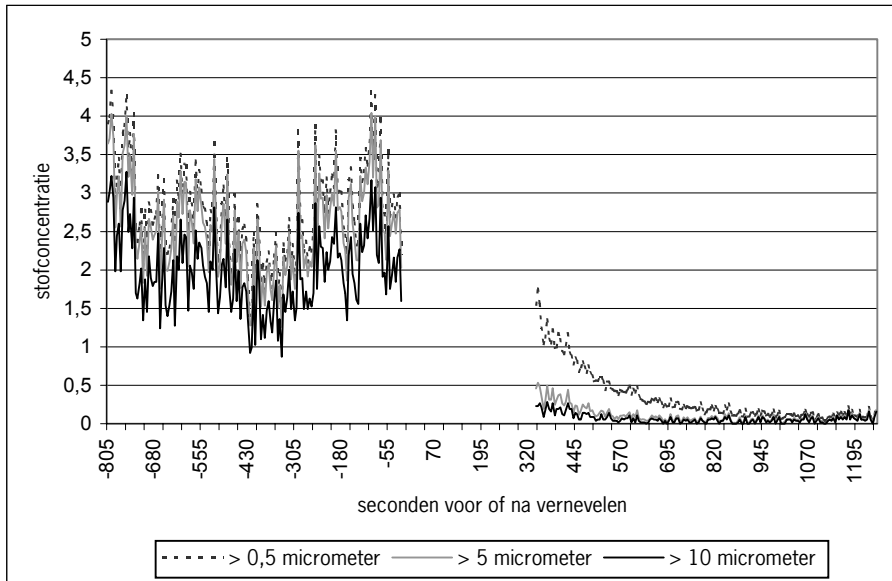
In figuur 2 zijn de acht tijdstippen waarop de olie-emulsie werd verneveld duidelijk herkenbaar. Omdat is verzuimd bij de overgang van zomertijd naar wintertijd de klok opnieuw in te stellen zijn alle verneveltijden een uur te vroeg. De meetapparatuur registreert ook druppels olie-emulsie en maakt geen onderscheid met stofdeeltjes. Daarom neemt de gemeten stofconcentratie op de tijdstippen waarop wordt verneveld snel toe en neemt vervolgens iets minder snel weer af.

In de afdeling waarin periodiek een olie-emulsie werd verneveld was de stofconcentratie 44% van de tijd hoger dan de door Donham en Cumro (1999) gedefinieerde grenswaarde van $2,4 \text{ mg/m}^3$. In de referentieafdeling was dat 46% van de tijd. De afname van 46% naar 44% is niet significant.

Stofconcentratie rond het olievernevelen

De stofconcentraties van ongeveer 15 minuten vóór tot aan het olievernevelen, en die van 5 tot 15 minuten na het vernevelen zijn weergegeven in figuur 3.

Figuur 3 Concentratie (mg/m^3) van verschillende stoffracties direct voor en na het vernevelen



Uit figuur 3 blijkt dat de concentratie van alle stoffracties door het vernevelen van olie aanzienlijk afneemt. Vooraf was de stofconcentratie $2,8 \text{ mg}/\text{m}^3$, na het vernevelen van olie $0,35 \text{ mg}/\text{m}^3$. Dit is een afname van 87%. Kort na het vernevelen zijn er nog relatief veel kleine deeltjes, maar die massa neemt in de minuten daarna snel af. Waarschijnlijk zijn dit nog kleine druppels van de emulsie.

3.3 Technische resultaten

De technische resultaten van de biggen zijn berekend over negen ronden in de periode waarin de installatie naar behoren functioneerde. Ze zijn weergegeven in tabel 3. Er is geen significante invloed aangetoond van het acht keer daags vernevelen van de olie-emulsie op de groeisnelheid, voeropname en voederconversie.

Tabel 3 Technische resultaten van de biggen

	olie vernevelen	referentie	SEM ¹	signifi- cantie ²
aantal ronden	9	9		
gemiddeld opleggewicht (kg)	8,1	8,3		
gemiddelde opleeftijd (dagen)	28	28		
lengte opfokperiode (dagen)	35	35		
gemiddeld eindgewicht (kg)	21,5	21,5		
groei (gram per dag)	379	384	3,3	n.s.
voeropname (kg per dag)	0,57	0,58	0,009	n.s.
voederconversie (kg voer/kg groei)	1,55	1,54	0,008	n.s.
energieconversie (EW/kg groei)	1,70	1,69	0,009	n.s.

¹ SEM: gepoolde standard error van het gemiddelde

² significantie: n.s. = niet significant ($p > 0,1$)

Uitval

De cijfers met betrekking tot de uitval van biggen zijn weergegeven in tabel 4. Er is geen invloed aangetoond van het acht keer daags vernevelen van de olie-emulsie op het aantal uitgevallen dieren.

Tabel 4 Uitval en uitvalsredenen van de biggen

	olie vernevelen	referentie	significantie ¹
aantal opgelegde dieren	559	559	
aantal rondes	9	9	
aantal (percentage) uitgevallen dieren	1(0,2)	3(0,5)	-

¹ Significantie: - = incidentie is te laag om te toetsen

Er is geen verschil in het totaal aantal uitgevallen dieren bij het wel of niet vernevelen van de olie-emulsie in de afdeling. Het aantal uitgevallen dieren was laag. De reden van uitval was bij drie van de vier biggen onduidelijk. De vierde big (bij proefbehandeling 'olie vernevelen') is uit de proef genomen in verband met verlamingsverschijnselen.

3.4 Invloed op de kostprijs

De benodigde investering voor aanleg van het KEW Dust binding system bedraagt f 20.000,- als basisbedrag en f 2.500,- per afdeling. Op een gezinsbedrijf met 210 zeugen (Bens et al., 1995) worden ongeveer 4.725 biggen per jaar grootgebracht en zijn 7 afdelingen voor 100 biggen nodig. De totale investering bedraagt dan f 37.500,-. De installatie wordt afgeschreven in 10 jaar, het rentepercentage is 5,5% en de onderhoudskosten bedragen 1,4% van de investering (Projectgroep KWIV-V, 2000). De jaarkosten voor de installatie bedragen dan f 5.306,-.

Uitgaande van het vernevelen van gemiddeld 0,85 gram olie per big per dag en een opfokperiode van 49 dagen (vanaf opleg tot afleveren van de laatste dieren) is er per grootgebrachte big circa 42 gram olie nodig. Dit is circa 197 kg ofwel 232 liter per jaar. De kosten voor koolzaadolie bedragen circa f 1,80 per liter en derhalve circa f 417,- per jaar (circa f 0,09 per grootgebrachte big).

De totale jaarkosten voor het KEW Dust binding system bedragen f 5.723,-, zodat de kosten per grootgebrachte big ongeveer f 1,20 bedragen. Hierbij zijn de arbeidskosten voor het instellen van de verneveling, de controle op de hoeveelheid vernevelde olie en het bijvullen van olie in het reservoir niet meegerekend.

4 Discussie

Het doel van het onderzoek was na te gaan of olieverneming met het geautomatiseerde systeem 'KEW Dust binding system' in Nederlandse varkensstallen en onder Nederlandse randvoorwaarden functioneert. Een belangrijke randvoorwaarde is dat er geen olie verneveld mag worden terwijl er mensen in de stal werken. Daarom zijn de tijdstippen dat olie werd verneveld zo gekozen dat ze buiten de werktijden vielen. Ondanks dat bij de overgang van zomer- naar wintertijd verzuimd is de klok opnieuw in te stellen, zijn de diervverzorgers niet blootgesteld aan de olie-emulsie. Het zou ook mogelijk geweest zijn dit op een andere manier te realiseren, bijvoorbeeld met behulp van bewegingsmelders. Deze oplossing is betrouwbaarder, maar zou veel duurder zijn geweest.

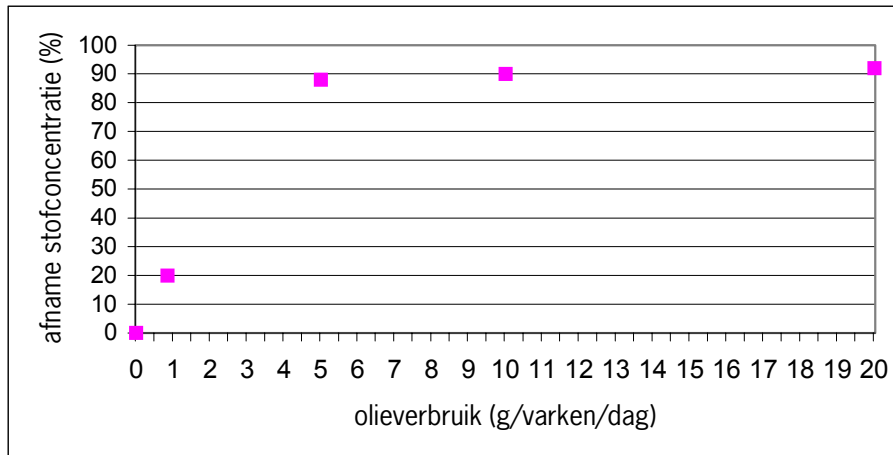
Technische problemen

Er zijn meer en vooral ook ernstigere problemen met de installatie geweest dan vooraf werd verwacht. Een belangrijke oorzaak was de onbekendheid van de Deense producent met de Nederlandse varkenshouderij. In tegenstelling tot de meeste Deense stallen bestaan Nederlandse varkensstallen uit gezondheidsoverwegingen doorgaans uit meerdere, relatief kleine afdelingen naast een centrale gang. Het KEW Dust binding system biedt de mogelijkheid om per afdeling in te stellen of en hoe lang er wordt verneveld. Als gevolg hiervan werd er per afdeling verneveld. Omdat de afdelingen relatief klein zijn is de waterstroom klein, waardoor de venturi die de olie moet opzuigen niet goed functioneerde. In de grote Deense stallen waar het systeem is ontwikkeld, is de waterstroom veel groter en worden veel langere verneveltijden aangehouden. Daar werkt de venturi waarschijnlijk wel naar behoren. Met de later aangebrachte injector werkte de installatie ook in Nederlandse stallen veel beter.

Effectiviteit van het systeem

Direct na het vernevelen van de olie is de stofconcentratie met 87% afgenomen. Dit percentage komt overeen met de reductie die is vastgesteld door SJF (1993). Dit maakt het aannemelijk dat met het frequent vernevelen van olie ook in Nederlandse stallen een dergelijke sterke reductie van de gemiddelde stofconcentratie over de gehele ronde mogelijk is. In dit onderzoek is 0,85 g olie per big per dag verneveld in acht perioden van 2,5 seconden. Dit resulteerde, gemiddeld over een etmaal, in een afname van de hoeveelheid inhaleerbaar stof met 20% en een afname van de hoeveelheid respirabel stof met 55%. In Denemarken werden bij vleesvarkens grotere reducties gemeten, maar daarbij werd meer olie verneveld. In figuur 4 is de relatie weergegeven tussen de hoeveelheid gebruikte olie en de afname van de stofconcentratie.

Figuur 4 Relatieve reductie van stofconcentraties bij verschillende oliehoeveelheden (bron: SJF, 1993)



Mogelijk is de effectiviteit van het vernevelen van olie hoger dan in dit onderzoek is gemeten. Tijdens het vernevelen is de apparatuur waarmee stof werd gemeten namelijk ingeschakeld gebleven, waardoor er wat olie op de stoffilters terecht zal zijn gekomen. Tijdens het drogen van de filters verdwijnt hiervan slechts 13% (bijlage 2).

Het effect van de olie op de filters is geschat aan de hand van figuur 2. Bij elke piek die is veroorzaakt door het olie vernevelen is de gemiddelde stofconcentratie gedurende de voorafgaande anderhalf uur berekend. Deze hoeveelheid stof is van de piekwaarden afgetrokken, en het verschil is beschouwd als olie. Deze verschillen zijn afgetrokken van de meetwaarden en van de restwaarden is opnieuw het gemiddelde berekend. Dit gemiddelde bedroeg $2,34 \text{ mg/m}^3$. Dat is 27% minder dan de $3,20 \text{ mg/m}^3$ in de referentieafdeling. De geringe effectiviteit van het vernevelen van water komt overeen met onderzoeksresultaten van Ellen en Drost (1998). Zij vonden in pluimveestallen, afhankelijk van de dosering, een zeer geringe reductie van 2 tot 12%. Verneveling van water met 3% koolzaadolie gaf een reductie van 10 tot 11%.

Gezondheidseffect

Volgens Donham en Cumro (1999) is de op epidemiologisch onderzoek gebaseerde grenswaarde voor inhaalbaar stof $2,4 \text{ mg/m}^3$ en die voor respirabel stof $0,16 \text{ mg/m}^3$.

Roelofs en Binnendijk (2000)

vinden deze grenswaarden voor Nederlandse varkenshouders nog te hoog. Toch is zowel in afdelingen met als in afdelingen zonder olieverneveling de stofconcentratie overdag aanzienlijk hoger. De meeste varkenshouders zullen ook in stallen met olieverneveling persoonlijke beschermingsmiddelen (bijvoorbeeld stofmaskers) moeten dragen. Olieverneveling is desondanks zinvol, omdat stofmaskers niet alle stof tegenhouden (Pickrell et al., 1996).

Kosten

De jaarkosten van het KEW Dust binding system zijn aanzienlijk, waardoor de kostprijs van de grootgebrachte biggen met f 1,20 toeneemt.

Dit is aanzienlijk meer dan bij een maatregel als het schone-neuzenventilatiesysteem, dat f 0,25 tot f 0,60 per grootgebrachte big kost (Roelofs en Binnendijk, 2000). Echter, op de meeste bedrijven mogen niet alle kosten worden toegerekend aan het vernevelen van olie. Eén of meer hogedrukspuiten zijn op alle varkensbedrijven aanwezig. In verband met de arbeidsomstandigheden is ook een vaste opstelling met hogedrukleidingen aan te bevelen. Daarom zijn ook de meerkosten berekend van een vast opgestelde hogedrukreinigingsinstallatie die voor het vernevelen van olie wordt gebruikt. De investering bedraagt f 13.400,-, de jaarkosten zijn f 1.896,- en de kosten per big zijn f 0,40. De meerkosten van het vernevelen van olie bedragen dan f 0,80 per grootgebrachte big.

Betekenis voor de praktijk

Uit het onderzoek blijkt dat het KEW Dust binding system, na aanpassing voor stallen met kleinere afdelingen, geschikt is om de stofconcentratie in stallucht te verlagen. Frequent gedurende korte perioden vernevelen kan voorkomen dat de stal, en bijvoorbeeld het voer, vochtig worden. Als er al een hogedrukspuit met vaste leidingen beschikbaar is, bedragen de meerkosten van het systeem f 0,80 per big, anders f 1,20 per grootgebrachte big. Zeer hoge reducties van de stofconcentratie zijn haalbaar, maar daarbij nemen de complementaire kosten toe doordat duidelijk meer olie dient te worden verneveld. De kosten voor koolzaadolie nemen, bij toename van de hoeveelheid te vernevelen olie van 0,85 gram per big per dag naar 5 gram per big per dag, toe van circa 9 tot circa 52 cent per grootgebrachte big. Daarnaast heeft dit praktische consequenties. Wanneer men meer olie wil vernevelen met als doel een lager stofgehalte tijdens werkzaamheden in de afdeling, dan zal men vaker moeten vernevelen, en zoveel mogelijk overdag. Hoewel er geen risico's bekend zijn van het vernevelen van een olie-emulsie tijdens de aanwezigheid van de varkenshouder op diens gezondheid, verdient het arbeidstechnisch gezien de voorkeur dit te voorkomen. Verder dient voorkomen te worden dat het voer, de dieren (met name in de eerste weken van de opfokperiode) en de werk/controlegang, (erg) nat worden.

Gezien de kosten van het KEW Dust binding system verdient het aanbeveling om bij nieuwbouw of renovatie van stallen toepassing van zogenaamde 'schone-neuzenventilatie' (Roelofs en Binnendijk, 2000) te overwegen. Daarbij is een afname van de stofconcentratie aangetoond van 20 tot 25%, maar tegen veel lagere kosten (f 0,25 tot f 0,60 per big). In bestaande stallen, of als veel hogere reducties van de stofconcentratie worden gewenst, is het KEW Dust binding system, waarmee tegen veel hogere kosten een reductie van meer dan 90% mogelijk lijkt, te overwegen.

5 Conclusies

Het Deense KEW Dust binding system is, na aanpassing van het injectiesysteem, geschikt voor toepassing in Nederlandse varkensstallen.

Bij het acht keer daags vernevelen van een olie-emulsie met in totaal 0,85 g koolzaadolie per big per dag tijdens de biggenopfokperiode is een afname van de concentratie inhaleerbare aerosolen boven de werkgang en boven de hokken gemeten van 20% ($p < 0,001$) en een afname van de concentratie respirabel stof met 55% ($p < 0,05$). Aangezien er olie op de filters terecht is gekomen is de werkelijke afname groter. Naar schatting is de hoeveelheid inhaleerbaar stof afgenomen met ongeveer 27%.

Het tijdens de opfokperiode vernevelen van de olie-emulsie heeft geen invloed op de technische resultaten en de uitval van de biggen.

Op een bedrijf met 210 zeugen kost het KEW Dust binding system bij verneveling van 0,85 g koolzaadolie per big per dag ongeveer f 1,20 per grootgebrachte big. Wanneer al een hogedrukspuit met vaste leidingen beschikbaar is, bedragen de meerkosten ongeveer f 0,80 per grootgebrachte big.

Het vernevelen van alleen water is veel minder effectief dan het vernevelen van een emulsie van koolzaadolie in water. De gemeten afname van de concentraties inhaleerbaar en respirabel stof boven de werkgang (15% respectievelijk 31%) en van de concentratie inhaleerbaar stof boven de hokken (7%) is niet significant.

Literatuur

Bens, P., P. Roelofs en R. Hoste, 1995. Omvang van een varkensbedrijf. In: Praktijkonderzoek varkenshouderij (9), nr. 3, p. 11-13.

Donham, K.J. en D. Cumro, 1999. Setting maximum dust exposure levels for people and animals in livestock facilities. In: Congress proceedings of the international symposium on dust control in animal production facilities; May 30th - June 2nd, p. 93-110. Århus, Denmark.

Ellen, H.H. en H. Drost, 1998. Effecten van het vernevelen van vloeistoffen ter verlaging van de stofconcentratie in pluimveestallen. Praktijkonderzoek Pluimveehouderij, PP-uitgave no. 76, Beekbergen.

Gustafsson, G., 1995. Damm i svinstallar (Dust in pig houses). Swedish University of Agricultural Sciences, rapport 104, Lund, Sweden.

Jacobson, L.D., 2000. Oil and pigs do mix; odors can be reduced using a natural substance. In: Resource, March 2000, p. 7-8.

Lyngbye, M., 1999. Lavtryk olieudsprøjtningens anlæg i en farestald og en slagtesvinestald. Landsudvalget for svin, nr. 458, Danske Slagterier, København, Denemarken.

Osman, S.P.L., R.M. Kay en J.E. Owen, 1999. Dust reduction in pig buildings using an applicator to spread oil directly onto pigs. In: Congress proceedings of the international symposium on dust control in animal production facilities. May 30th - June 2nd, Århus, Denmark, p. 253-260.

Projectgroep KWIN-V. Kwantitatieve Informatie Veehouderij 2000-2001. Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden, Lelystad.

Pickrell, J.A., A.J. Heber, J.P. Murphy, S.C. Henry, F.W. Oehme, M.M. May, D. Nolan, S.K. Gearhart, B.L. Cederberg, R. Maghiriang en D. Schoneweis, 1996. Characterization of dust, ammonia and endotoxin in grower-nursery swine confinement buildings - the effect of recirculated air and respiratory protective masks. In: Conference proceedings of the international conference on air pollution from agricultural operations, February 7th - 9th, Westin Crown Center, Kansas City, Missouri, p. 345-350.

Roelofs, P.F.M.M. en G.P. Binnendijk, 2000. Gezondheidseffecten van stof in varkensstallen en de invloed van een aangepast ventilatiesysteem op de stofconcentratie. Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen, Proefverslag P 1.242.

SAS Institute Inc. 1989. SAS/STAT User's Guide, Version 6, Fourth Edition. Cary, NC, USA.

SJF, 1993 KEW-Støvindingsanlæg Statens Jordbrugstekniske Forsøg, rapport nr. 883, gruppe 11 e nr. 139, Horsens, Denemarken.

Takai, H., F. Møller, M. Iversen, S.E. Jorsal en V. Bille-Hansen, 1995 Dust control in pig houses by spraying rapeseed oil. In: American society of agricultural engineers, volume 38 (5), p. 1513-1518.

Zhang, Y., L. Nijssen, E.M. Barber, J.J.R. Feddes en M. Sheridan, 1993. Applying oil to reduce dust. In: Annual research report Prairie Swine Centre inc., Canada.

Zhang, Y., A. Tanaka, E.M. Barber en J.J.R. Feddes, 1995. Sprinkling canola oil in barn rooms. In: Annual research report Prairie Swine Centre inc., Canada.

Bijlagen

Bijlage 1: KEW Dust binding system

Het KEW Dust binding system is gebaseerd op een hogedrukpomp met vaste leidingen, en kan ook als zodanig worden gebruikt.

De hogedrukpomp is zodanig aangepast dat het mogelijk is om olie vanuit een voorraadvat aan het water toe te voegen en zodanig te mengen dat een emulsie ontstaat. De hoeveelheid toe te voegen olie kan worden gevarieerd. De hogedrukleiding is per afdeling uitgebreid met een vast geïnstalleerde 'sproeiboom', die is voorzien van nozzles waarmee de olie-emulsie door de afdeling wordt verneveld. Tussen de sproeiboom en de hogedrukleiding is een magneetventiel gemonteerd, dat centraal wordt bediend via een regelkast (foto 1).

Foto 1 Regelkast voor het KEW Dust binding system



Op de regelkast zitten acht schakelaars. Met schakelaar 1 wordt de gehele installatie uitgeschakeld (0) of ingesteld voor stofbinding (1), inweken (2) of hogedrukreiniging (3). De verschillen tussen stofbinding en inweken zijn het al dan niet toevoegen van olie aan het water en de perioden waarin wordt verneveld. Met schakelaar 2 wordt in het geval van stofbinding of inweken gekozen voor automatisch in- en uitschakelen via een in te stellen tijd klok (0) of voor handmatig inschakelen, waarna de installatie na een eveneens in te stellen tijd zichzelf weer

uitschakelt. Met de zes schakelaars 3 wordt per afdeling gekozen voor het stofbindprogramma (1) of het inweekprogramma (2).

Bijlage 2: Gedrag van koolzaadolie op microfibre glassfilters

In twintig glazen petrischaaltjes zijn Whatman GF/A microfibre glassfilters (Ø 25 mm) gelegd, waarna de schaaltes, inclusief deksel, zijn gewogen met een analytische balans (Sartorius H51). Vervolgens is in tien schaaltes uit een pipet een druppel koolzaadolie op elk filter laten vallen en zijn de petrischaaltjes met filters opnieuw gewogen. De gewichtstoename van de filters bedroeg 16,7 mg (sd 1,5 mg).

Alle filters zijn in gesloten petrischalen gedurende 65 uur bewaard bij een temperatuur van circa 18°C. Daarna zijn ze gedurende 24 uur in een broedstoof gedroogd bij een temperatuur van 110°C. Volgens de nulmetingen was het gewicht van de tien filters waarop geen olie was aangebracht onveranderd (sd 0,1 mg). Het gemiddeld gewicht van de olie was na het drogen afgenomen tot 14,5 mg (sd 1,3 mg). Dit betekent dat 13% van de olie tijdens het drogen is verdampt.

Reeds eerder verschenen proefverslagen en rapporten v.a. 1-1-2000

Proefverslag P 1.235

Haalbaarheid van de ontwerp-GHP-code voor varkensbedrijven. B.G.P. Vlemmix, Bokma-Bakker, M.H., Loo, D.J.P.H. van de en Vesseur, P.C., januari 2000.

Proefverslag P 1.236

Kostprijs van varkensvlees in een aantal EU-landen in 1996 en 1997. L.M.C.J. Kuunders en Mandersloot, F., februari 2000.

Proefverslag P 1.237

Het effect van rogge in vleesvarkensvoer op technische en financiële resultaten, slachtkwaliteit en gezondheid. M.M. van Krimpen, Plagge, J.G. en Scholten, R.H.J., februari 2000.

Proefverslag P 1.238

Fysieke belasting in de varkenshouderij bij verschillende werkmethoden. E. Hartman, Oude Vrielink, H.H.E. en Roelofs, P.F.M.M., maart 2000.

Proefverslag P 1.239

De gebruikswaarde van de Gezondheidsplanner Varkens onder praktijkomstandigheden. M.H. Bokma-Bakker, Geudeke, Th., Schilder, E.A.M. en Binnendijk, G.P., april 2000.

Proefverslag P 1.240

Monitoring van het energiegebruik in vleesvarkensstallen bij toepassing van frequentieregelaars op ventilatoren. A.V. van Wagenberg en Hoofs, A.I.J., april 2000.

Proefverslag P 1.241

Het praktisch en technisch functioneren van mestpanventilatie in kraamafdelingen. A.V. van Wagenberg, Roosenboom, J.H.C., Hoofs, A.I.J., Smolders, M.A.H.H. en Roelofs, P.F.M.M., mei 2000.

Proefverslag P 1.242

Gezondheidseffecten van stof in varkensstallen en de invloed van een aangepast ventilatiesysteem op de stofconcentratie. P.F.M.M. Roelofs en Binnendijk, G.P., juni 2000.

Proefverslag P 1.243

Effect van eiwitbron in speenvoer op de technische resultaten en gezondheid van biggen. C.M.C. van der Peet-Schwering en Binnendijk, G.P., juni 2000.

Proefverslag P 1.244

Het gebruik van een tarwespecifiek enzym in tarwerijke biggenvoerders. M.M. van Krimpen, Scholten, R.H.J. en Binnendijk, G.P., juni 2000.

Proefverslag P 1.245

Het toevoegen van persulp aan droogvoer voor vleesvarkens. E.M.A.M. Bruininx, Scholten, R.H.J., Binnendijk, G.P., Roelofs, P.F.M.M., Verdoes, N. en Haaksma, J., augustus 2000.

Proefverslag P 1.246

De invloed van melkzuur op de technische en financiële resultaten en gezondheid van gespeende biggen. M.A.H.H. Smolders, Krimpen, M.M. van, Scholten, R.H.J. en Loo, D.J.P.H. van de, augustus 2000.

Proefverslag P 1.247

INTEGER. Een bedrijfscertificaat met geïntegreerd toezicht voor wet- en regelgeving en minimale markteisen. P.C. Vesseur, Hoff, H.M., Bokma-Bakker, M.H., Mul, M.F., Vleuten, C.W.J.M. van der, Kramer, F.B. en Verhagen, J.M.F., september 2000.

Proefverslag P 1.248

Het praktisch en technisch functioneren van grondkanaalventilatie in afdelingen voor guste en drachtige zeugen. A.V. van Wagenberg, Rooseboom, J.H.C., Hoofs, A.I.J., Smolders, M.A.H.H. en Roelofs, P.F.M.M., september 2000.

Proefverslag P 1.249

De gevolgen van een verlengde gustperiode of een verkorte zoogperiode op de reproductieresultaten van zeugen. G.P. Binnendijk, Hoofs, A.I.J. en Peet-Schwering C.M.C. van der, oktober 2000.

Proefverslag P 1.250

Het gebruik van neusringen en mogelijke alternatieven om beschadigend wroetgedrag bij zeugen met weidegang te voorkomen. M.F. Mul en Spolder, H.A.M., november 2000.

Proefverslag P 1.251

Aanwijzingen voor oorzaken voor de toename van het aandeel afgekeurde levers bij vleesvarkens. J.H. Huiskes en Zonderland, J.J., december 2000.

Proefverslag P 1.252

Gebruikswaarde van I&R-oormerktransponders en randapparatuur. J.H. Huiskes, Binnendijk, G.P. en Diepstraten, H.J.A., december 2000.

Proefverslag P 1.253

De invloed van het afdekken van voerbakken op de stofconcentratie in afdelingen voor gespeende biggen. P.F.M.M. Roelofs en Binnendijk, G.P., december 2000.

Proefverslag P 1.254

Perspectieven voor niet-chemische bestrijdingsmethoden tegen fruitvliegen in varkensstallen. M.F. Mul, Roelofs, P.F.M.M. en Spolder, H.A.M., december 2000.

Proefverslag P 1.255

Resultaten praktijkproef Dierveiligheidsindex. M.F. Mul en Bokma-Bakker, M.H., februari 2001.

Rapport 199

De effectiviteit van ventilatie bij drie ventilatiesystemen in afdelingen voor gespeende biggen.
A.V. van Wagenberg en Smolders, M.A.H.H., april 2001.

Rapport 200

Het effect van voeropname tijdens de zoogperiode op individuele voeropnamekenmerken en technische resultaten van biggen na spenen. E.M.A.M Bruininx, Binnendijk G.P. en Peet-Schwering C.M.C. van der,
April 2001.

Rapport 202

Biosaf als alternatief voor antimicrobiële groeibevorderaar in voer voor gespeende biggen:
M.M. van Krimpen, Binnendijk, G.P.
Mei 2001

Rapport 203

VF Appetite en V&V als alternatief voor antimicrobiële groeibevorderaar in voer voor gespeende biggen:
M.M. van Krimpen, PlaggeJ.G., Binnendijk, G.P., Kleij, A. ten
Mei 2001

Rapport 204

Humisolve als alternatief voor antimicrobiële groeibevorderaar in voer voor gespeende biggen:
M.M. van Krimpen, PlaggeJ.G., Binnendijk, G.P., Kleij, A. ten
Mei 2001

Rapport 205

Ropadiar als alternatief voor antimicrobiële groeibevorderaar in voer voor gespeende biggen:
M.M. van Krimpen, Binnendijk, G.P.
Mei 2001