

ng. M.P. Voermans
r J.G.L. Hendriks

Onder- of bovenafzuiging van ventilatielucht bij vleesvarkens

*Pit or roof ventilation for
growing finishing pigs*



Praktijkonderzoek Varkenshouderij

Redactie-adres
Postbus 83
5240 AB Rosmalen
tel.: 04192 - 86555

Proefverslag nummer P 4.9
april 1995
ISSN: 0926-9541

Samenvatting

Op het Varkensproefbedrijf "Zuid- en West-Nederland" te Sterksel is, in de periode van februari 1992 tot en met juni 1993, onderzoek verricht naar de verschillen tussen onder- en bovenafzuiging van de ventilatielucht in een vleesvarkensafdeling.

Gedurende vier mestronden is, in één vleesvarkensafdeling, de invloed van onder- en bovenafzuiging op de ammoniakemissie, de hokbevuiling, het stofgehalte in de afdeling en het energieverbruik voor ventilatie onderzocht. In de afdeling was zowel onder- als bovenafzuiging mogelijk. Gedurende een ronde is om de twee weken (ronde 1 t/m 3) of om de week (ronde 4) overgeschakeld naar het ander afzuigingsstelsel.

Gedurende het onderzoek is er tijdens elke ronde toevallig een verschil in buitentemperatuur ontstaan van circa 2 graden tussen de periode van onder- en bovenafzuiging. Een hogere buitentemperatuur heeft effect op het ventilatiedebiet. Het ventilatiedebiet zal hoger zijn en de ammoniakconcentratie zal lager worden. Dit zorgt ervoor dat er geen verschil in ammoniak-

emissie is gemeten tussen beide afzuigsystemen in dit onderzoek. In één ronde is bij onderafzuiging de ammoniakemissie hoger dan bij bovenafzuiging.

In dit onderzoek is geen interactie gevonden tussen hokbevuiling en afzuigstelsel. In de zomerperiode bevuilen de vleesvarkens de hokken meer dan in de winterperiode. In de zomerperiode is de ammoniakemissie het hoogst.

Het stofgehalte in de stallucht is bij onderafzuiging, tijdens alle ronden, lager dan bij bovenafzuiging. Ook bij het stofgehalte is de spreiding tussen onder- en bovenafzuiging zeer groot, namelijk 6% reductie in de winter en 53% reductie in de zomer. Het hoge ventilatiedebiet in de zomer veroorzaakt een laag stofgehalte.

Het energieverbruik voor ventilatie is met name in de zomer hoger bij onderafzuiging dan bij bovenafzuiging. Tussen de ronden is er verschil in energieverbruik opgetreden, dat procentueel gezien ligt tussen de 2% in de winter en 21% in de zomer. Het hogere energieverbruik bij onderafzuiging komt omdat de lucht meer weerstand ondervindt.

Summary

From February 1992 until June 1993 an experiment was carried out at the Experiment Farm for Pig Husbandry "Zuid- en West-Nederland" to examine the effect of the ventilation system (pit ventilation and roof ventilation) on ammonia emission, dust concentration, use of energy and befouling of the pens by growing finishing pigs.

This experiment took place in one pig department during 4 batches according to the all in - all out system. During each batch, the ventilation system was changed every two weeks (batches 1 to 3) or every week (batch 4).

Between both ventilation systems, there was a difference in the outside temperature of 2 degrees. A higher outside temperature in the summer, results in a higher ventilation rate and a lower ammonia concentration in the outlet air. This results in a similar ammonia emission for the two ventilation systems, during three batches.

In this experiment no interaction between ventilation system (pit ventilation or roof ventilation) and pen befouling is found. In the summertime the finishing pigs befoul the pens more than in the wintertime. In the summer the ammonia emission was also higher (batch 2).

The dust concentration in the air is reduced more by pit ventilation than by roof ventilation, during all batches. The difference varies between 6% (wintertime) and 53% (summertime) due to differences in the ventilation rate between summer and winter. A lower concentration of dust has a positive effect on the air quality.

Pit ventilation uses more energy than roof ventilation. There is a difference between the winter (2%) and the summer (21%). The higher use of energy of the fan with pit ventilation can be explained by the resistance of air. The air must be sucked through the slatted floor.

Tabel 1: Gemiddelde afdelings- en buitentemperatuur, ventilatiedebiet, ammoniakconcentratie en ammoniakemissie bij onder- en bovenafzuiging gedurende vier mestronden.

	Ronde 1 ¹		Ronde 2 ²		Ronde 3 ³		Ronde 4 ⁴	
	O ⁵	B ⁶	O	B	O	B	O	B
Afdelings-temperatuur (°C)	18,4	19,2	22,3	20,8	17,8	17,0	20,1	19,3
Buiten-temperatuur (°C)	8,1	11,2	18,1	15,9	5,3	3,0	10,6	8,6
Ventilatie (m ³ /uur)	5069	6526	6641	6371	4185	4177	5006	4836
NH ₃ -Concentratie (mg NH ₃ /m ³)	10,29	7,94	8,44	9,36	9,62	9,74	9,73	9,04
NH ₃ -emissie (gram NH ₃ /dag)	1051	1070	1169	1208	882	880	1014	892

¹ Ronde 1: 12 februari tot juni 1992

² Ronde 2: 16 juni tot met 6 oktober 1992

³ Ronde 3: 13 oktober 1992 tot met 2 februari 1993

⁴ Ronde 4: 16 februari tot met juni 1993

⁵ O: onderafzuiging

⁶ B: bovenafzuiging

Tabel 2: Gemiddelde hokbevuilingscore bij onder- en bovenafzuiging op een schaal van 0 (schoon) tot en met 5 (ernstig bevuild).

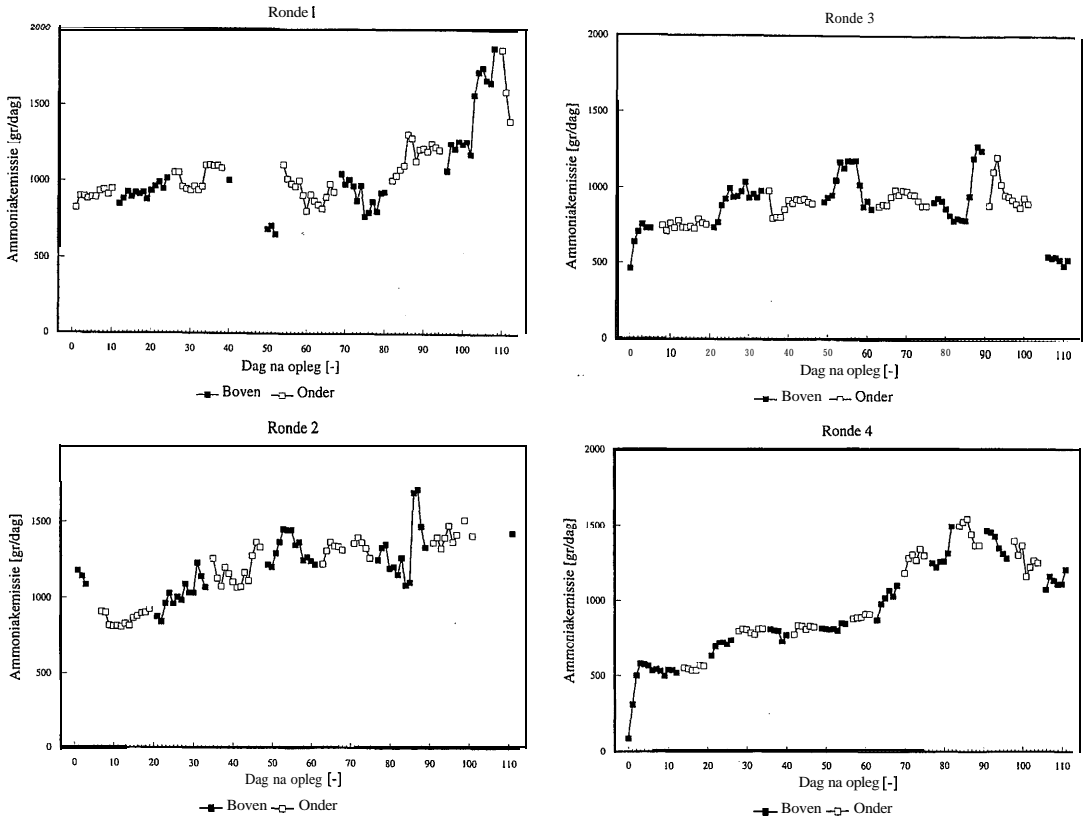
Bevuiling	Ronde 1		Ronde 2		Ronde 3		Ronde 4	
	O ¹	B ²	O	B	O	B	O	B
Aantal waarnemingen	150	120	150	140	120	80	70	60
Rooster voor	0,65	0,57	1,04	1,16	0,93	0,81	0,41	0,51
Dichte vloer	0,81	0,78	1,92	2,31	1,10	1,10	0,99	0,87
Rooster achter	2,53	2,02	1,94	2,21	2,53	2,96	2,49	2,77
Dieren	0,73	0,88	1,33	1,53	0,83	0,95	0,74	0,72

¹ onderafzuiging

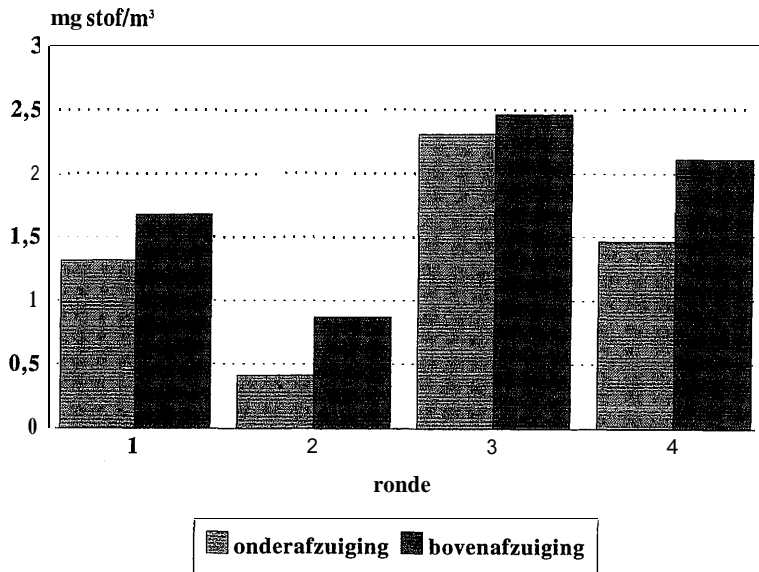
² bovenafzuiging

Tabel 3: Gemiddelde energieverbruik van de ventilator per dag en per miljoen m³ bij boven- en onderafzuiging.

	Onderafzuiging		Bovenafzuiging	
	kWh/dag	kWh/miljoen m ³	kWh/dag	kWh/miljoen m ³
Ronde 1	6,39	52,5	7,37	47,0
Ronde 2	8,91	55,9	6,75	44,0
Ronde 3	4,45	44,4	4,36	43,5
Ronde 4	6,63	51,4	5,44	46,9



Figuur 1: Verloop van de ammoniakemissie (gr/dag) per afzuigstelsel en per ronde



Figuur 2: Gemiddelde stofconcentratie per ronde (mg/m³) bij onderafzuiging en bovenafzuiging in dezelfde afdeling

1 Inleiding

Het klimaat in een varkensstal heeft invloed op de ammoniakemissie uit de stal. In hoeverre het afzuigstelsel (onder- of bovenafzuiging) invloed heeft op de ammoniakemissie is nauwelijks bekend. Indien onderafzuiging ervoor zorgt dat de vrijkomende ammoniak uit de mest direct door de ventilator wordt afgezogen, kan de ammoniakemissie bij onderafzuiging hoger uitvallen dan bij bovenafzuiging.

Varkens prefereren bij warm weer een koele ligplaats. Bij onderafzuiging wordt de lucht door de roosters weggezogen. Dit veroorzaakt luchtbeweging boven de roosters, wat voor een verkoelend effect zorgt. Bij onderafzuiging gaan mogelijk hierdoor de vleesvarkens bij warm weer eerder op de roosters liggen. Mogelijke nadelen hiervan zijn meer hokbevuiling en een hogere luchtweerstand. Door verschil in hokbevuiling kan ook verschil in ammoniakemissie ontstaan. Van de totale ammoniakemissie uit een traditionele vleesvarkensstal (bolle vloer, betonrooster en diepe put) emitteert circa 70% uit de mestkelder en circa

30% vanaf de bevuilde vloer, roosters en/of wanden (Hoeksma et al., 1992). De mate van hokbevuiling heeft dus invloed op die 30% ammoniakemissie.

Zowel voor de varkenshouder als voor de varkens is het belangrijk dat het stofgehalte in de stal zo laag mogelijk is. Een stoffige werkomgeving kan bij varkenshouders longproblemen veroorzaken. Bij varkens kan stof de infectiedruk vergroten doordat verschillende pathogenen aan stof gebonden kunnen zijn. Om deze redenen is het interessant om te weten wat voor effect het afzuigstelsel op het stofgehalte in de afdeling heeft.

Bij onderafzuiging ondervindt de lucht meer weerstand dan bij bovenafzuiging. Daarom zal het energieverbruik voor ventilatie waarschijnlijk hoger zijn bij onderafzuiging.

In dit onderzoek is de invloed van onder- en bovenafzuiging op de ammoniakemissie, de hokbevuiling, het stofgehalte en het energieverbruik voor ventilatie onderzocht.

2 Materiaal en methode

Onderzoekslocatie

Het onderzoek heeft plaatsgevonden in een vleesvarkensafdeling op het Varkensproefbedrijf "Zuid- en West-Nederland" te Sterksel. Gedurende vier mestronden, in de periode van februari 1992 en juni 1993, is onderzoek verricht naar de invloed van onder- en bovenafzuiging op de ammoniakconcentratie in de geventileerde lucht, de hokbevuiling, de bevuiling van de varkens, het stofgehalte in de stallucht en het energieverbruik door ventilatie.

Proefdieren

De vleesvarkens (Krusta x (GY, x NL) zijn met een gemiddeld lichaamsgewicht van 23 kilogram gemengd opgelegd, volgens het all in -all out systeem. De vleesvarkens zijn onbeperkt gevoerd via een brijbak. De eerste vier weken na opleg is startvoer verstrekt en in de vijfde week is gedurende een week overgeschakeld op vleesvarkenskorrel.

Huisvesting en klimaat

De gebruikte afdeling bestond uit 10 hokken voor in totaal 80 vleesvarkens (8 vleesvarkens per hok). De controlegang lag in het midden van de afdeling. Vanaf de controlegang gezien bestonden de hokken (1,8 m x 3,7 m) achtereenvolgens uit 1,7 m betonrooster, 1,4 m dichte bolle vloer (5% afschot) en 0,6 m betonrooster.

De lucht kwam via de centrale gang en het A.C.C.-ventilatieplafond de afdeling binnen. De ruimte onder de hokken was volledig onderkelderd. De mestkanalen onder de hokken waren 50 centimeter diep. De mest kon via een vacuüm rioleringsstelsel afgelaten worden. Onder de controlegang lag een luchtkanaal, dat bij onderafzuiging voor de afvoer van lucht is gebruikt. Hier was dus geen mengmestopslag. Aan het einde van het luchtkanaal was de koker voor onderafzuiging geïnstalleerd. Het luchtkanaal is over de gehele lengte, door middel van openingen, verbonden met de beide mestkanalen onder de hokken.

Klimaatinstellingen

De afdelingstemperatuur is bij opleg ingesteld op 21°C en is in 60 dagen teruggebracht naar 17°C. Er was vloerverwarming onder de bolle betonnen vloer. In de winter was de centrale gang voorverwarmd tot 5°C.

Uitvoering van het onderzoek

Aan het einde van de controlegang is de ventilatiekoker op 1,2 meter hoogte geplaatst. Door een verlengstuk onder de ventilatiekoker te plaatsen en tevens het luik in de vloer van de controlegang onder de ventilator te openen werd de lucht via het luchtkanaal (onder de controlegang) onder de roosters afgezogen. Deze ingreep maakte zowel onder- als bovenafzuiging in dezelfde afdeling mogelijk. In de eerste drie

ronden is om de twee weken overgeschakeld op een ander afzuigstelsel en in de laatste ronde iedere week.

Waarnemingen

De ammoniakconcentratie ($\text{mg NH}_3/\text{m}^3$) werd bepaald met behulp van de B & K- monitor, conform de daarvoor overeengekomen meetprocedure (Van 't Klooster et al., 1991). Van zowel de binnenkomende als de uitgaande lucht is elk uur de ammoniakconcentratie gemeten. De ammoniakconcentratie van de uitgaande lucht is gecorrigeerd voor de ammoniakconcentratie van de binnenkomende lucht. Het ventilatie-debiet is via een toerenterugmelder gemeten. De ammoniakemissie (gram/dag) werd voor beide systemen berekend door de ammoniakconcentratie met het ventilatie-debiet te vermenigvuldigen.

De mate van bevulling van het hok en van de vleesvarkens is visueel beoordeeld. Bij de bepaling van de hokbevulling is uitgegaan van drie verschillende hokgedeelten (rooster voor, dichte vloer en rooster achter) en er zijn scores gegeven van 0 (= schoon) tot en met 5 (zeer vuil). Dezelfde scores golden voor de bevulling van de vleesvarkens. Beide zijn éénmaal per week beoordeeld. De gemiddelde score is berekend door alle scores per onderdeel en per afzuigstelsel op te

tellen en dit getal door het aantal waarnemingen te delen.

Het stofgehalte is op 1,25 m hoogte in de afdeling gemeten gedurende vier mestronden. De concentraties inspirabel stof zijn gravimetrisch bepaald door middel van de continue filtratie-methode, zoals beschreven door Van 't Klooster et al (1991). Inspirabel stof ($<10\mu\text{m}$) is die fractie stof die via de neus en mond het lichaam kan binnen dringen. Het energieverbruik is met behulp van kWh-meters bepaald. Bij omschakeling naar een ander afzuigstelsel is het aantal kWh genoteerd dat de ventilator in de voorafgaande periode heeft verbruikt.

Gegevensverwerking

Dit onderzoek is in een vleesvarkensafdeling uitgevoerd. Door het wisselen van onder- en bovenafzuiging binnen een ronde kunnen naijleffecten ontstaan, die de resultaten kunnen beïnvloeden. Om de invloed van het naijleffect op de ammoniakemissie te beoordelen, is de ammoniakemissie (gram/dag) per ronde en per afzuigstelsel in grafiekvorm uitgezet (figuur 1). Uit de figuur blijkt dat het moeilijk te zeggen is hoe lang het naijleffect meegespeeld heeft.

De dag van omschakelen is in de berekeningen niet meegenomen.

3 Resultaten en discussie

Uit tabel 1 blijkt dat het ventilatie-debiet verschilt tussen beide afzuigstelsels gedurende een ronde. Dit verschil kan onder andere toegeschreven worden aan het verschil in buitentemperatuur (gemiddeld twee graden verschil tussen onder- en bovenafzuiging binnen elke ronde, wat op toeval berust. Het verschil in ventilatie-debiet heeft mogelijk invloed gehad op de ammoniakconcentratie in de geventileerde lucht, het energieverbruik en het stofgehalte.

Ammoniakemissie

Ronde 1; oplegdatum 12 februari 1992

Het ventilatie-debiet bij bovenafzuiging is in ronde 1 (tabel 1) gemiddeld $1457 \text{ m}^3/\text{uur}$ hoger dan bij onderafzuiging. Het hogere ventilatie-debiet wordt veroorzaakt door een hogere afdelingstemperatuur als gevolg van een hogere buitentemperatuur. Door de hogere buitentemperatuur is bij bovenafzuiging een hoger ventilatie-debiet noodzakelijk om dezelfde afdelingstemperatuur te bereiken. Het hogere ventilatie-debiet geeft een verdunning van de vrijkomende ammoniak, waardoor de ammoniakconcentratie lager is. Het hogere

ventilatie-debiet en de lagere ammoniakconcentratie zorgen er uiteindelijk voor dat er tijdens ronde 1 nagenoeg geen verschil in ammoniakemissie waarneembaar is tussen beide afzuigstelsels.

Ronde 2; oplegdatum 16 juni 1992

In de zomerperiode, ronde 2 (tabel 1), is het ventilatie-debiet bij onderafzuiging $270 \text{ m}^3/\text{uur}$ hoger dan bij bovenafzuiging. Bij onderafzuiging is de buitentemperatuur $2,2^\circ\text{C}$ hoger en de afdelingstemperatuur $1,5^\circ\text{C}$ hoger. De hogere afdelingstemperatuur zorgt bij onderafzuiging voor een hoger ventilatie-debiet. Een hoger ventilatie-debiet geeft een verdunning van de vrijkomende ammoniak, waardoor de ammoniakconcentratie lager is. Een groter debiet en een lagere concentratie leidt in deze ronde tot nagenoeg dezelfde ammoniakemissie voor beide afzuigstelsels.

In de zomerperiode (ronde 2) is de ammoniakemissie hoger dan in de rest van het jaar (periode 1, 3 en 4). Dit wordt veroorzaakt door onder andere de hogere temperatuur en de hogere hok-dierbevulling.

Ronde 3; oplegdatum 13 oktober 1992

In ronde 3 is de gemiddelde buitentemperatuur laag (winterperiode). Bij deze temperatuur wordt er op minimumniveau geventileerd. De ammoniakconcentratie en het ventilatiedebiet blijken voor beide systemen nagenoeg gelijk te zijn. Dit resulteert in een gelijke ammoniakemissie voor beide systemen.

Ronde 4; oplegdatum 16 februari 1993

Het ventilatiedebiet en de afdelingstemperatuur zijn in ronde 4 voor beide afzuigsystemen ongeveer gelijk. De buitentemperatuur is bij onderafzuiging 2°C hoger dan bij bovenafzuiging (tabel 1) en de afdelingstemperatuur is nagenoeg gelijk. De ammoniakconcentratie is in de uitgaande lucht bij onderafzuiging 0,69 mg NH₃/m³ hoger. Tijdens deze ronde blijkt dat, bij nagenoeg hetzelfde ventilatiedebiet en afdelingstemperatuur voor beide afzuigsystemen, de ammoniakemissie bij onderafzuiging hoger ligt dan bij bovenafzuiging. Dit in tegenstelling tot ronde 3 waar geen verschil in ammoniakemissie optrad bij gelijke afdelingstemperatuur en ventilatiedebiet.

Hokbevuiling

In dit onderzoek is geen interactie gevonden tussen de ammoniakemissie en hokbevuiling (tabel 2). De scores voor hokbevuiling zijn voor beide afzuigsystemen ongeveer gelijk. Het blijkt dat de hokbevuiling en bevuiling van de vleesvarkens in de zomerperiode (ronde 2) meer is dan in de winterperiode (ronde 3). Een uitzondering hierop vormde de bevuiling van de roosters achter in het hok. Deze waren in de winter meer bevuild.

Stofconcentratie

In figuur 2 is de stofconcentratie (mg stof/m³) voor beide afzuigsystemen gegeven. In elke ronde is de stofconcentratie in de afdeling lager tijdens onderafzuiging. Opvallend zijn de verschillen in stofconcentraties tussen de rondes. In ronde 2 (zomerperiode) is er aanzienlijk minder stof gemeten dan gedurende ronde 1. In de winterperiode, ronde 3, neemt de stofconcentratie toe en wordt in ronde 4 (winter en voorjaar) weer minder. Het blijkt dus dat in de winter het stofgehalte in een varkensstal hoger is dan in de zomer. Hiermee samenhangend is het ventilatieniveau in de winter lager dan in de zomer.

Procentueel uitgedrukt ligt de stofconcentratie tijdens onderafzuiging in de winter 6% lager (2,3 mg stof/m³ voor onderafzuiging en 2,5 mg stof/m³ voor bovenafzuiging) en in de zomer 53% lager (0,4 mg stof/m³ voor onderafzuiging en 0,9 mg stof/m³ voor bovenafzuiging). De stofconcentratie in de stallucht bij onderafzuiging is lager dan bij bovenafzuiging.

Energieverbruik

In tabel 3 is het energieverbruik van de ventilator per

dag en per miljoen kubieke meter lucht weergegeven voor onder- en bovenafzuiging. Het verschil in energieverbruik tussen de beide afzuigsystemen is per ronde sterk verschillend, maar het blijkt dat onderafzuiging consequent meer energie vraagt dan bovenafzuiging. Indien uitgegaan wordt van het energieverbruik per miljoen kubieke meter blijkt dat in ronde 3, toen minimaal geventileerd is, het kleinste verschil in energieverbruik optreedt. Bij onderafzuiging vraagt de ventilator 2% meer energie (44,4 kWh/miljoen m³ voor onderafzuiging en 43,5 kWh/miljoen m³ voor bovenafzuiging). In de herfst en lenteperiode heeft de ventilator bij onderafzuiging ongeveer 10% meer energie nodig. Een verklaring voor het hogere energieverbruik bij onderafzuiging is dat de lucht meer weerstand ondervindt. In de zomerperiode, wanneer de ventilator regelmatig op maximumcapaciteit draait, blijkt dat onderafzuiging 21% meer energie vraagt (55,9 kWh/miljoen m³ voor onderafzuiging en 44,0 kWh/miljoen m³ voor bovenafzuiging). Een mogelijke verklaring voor het hogere energieverbruik is dat in de zomer de varkens een koelere ligplaats prefereren. Ze gaan op de roosters liggen (tabel 2) en mesten dan eerder op de dichte vloer. Indien de varkens op de roosters liggen wordt de weerstand die de ventilator (bij onderafzuiging) moet overbruggen groter en daarmee het energieverbruik door de ventilator hoger. Het lig- en mestgedrag van de vleesvarkens is echter niet onderzocht. Het verschil in energieverbruik tijdens bovenafzuiging gedurende de zomer en winter is zeer klein. Bij onderafzuiging is dat verschil groter.

Discussie

Zowel bij onder- als bovenafzuiging blijkt de luchtsnelheid tot 50 centimeter onder de roosters laag maar meetbaar te zijn (tot 0,08 m/s). De luchtsnelheid in de mestkelder op meer dan 50 cm onder de roosters blijkt volgens Hartung et al. (1994) niet meer meetbaar te zijn (kleiner dan 0,01 m/s). Volgens Hartung et al. (1994) is de afstand vanaf de onderkant van de roosters tot de bovenkant van het mestoppervlak van belang ten aanzien van de ammoniakemissie. Indien de afstand groter is dan 50 centimeter kan het verschil in ammoniakemissie tussen beide afzuigsystemen niet verklaard worden door de extra luchtbeweging vlak boven het mestoppervlak bij onderafzuiging. In deze proef zijn er ondiepe putten (50 cm diep) gebruikt. Volgens Hartung et al. is, indien de afstand onderkant rooster en bovenkant mestoppervlak groter dan 50 cm is, er geen luchtbeweging boven de mest. Bij een kleinere afstand wordt de luchtbeweging groter zodat er verwacht kan worden dat bij bovenafzuiging de ammoniakemissie hoger zal zijn dan bij onderafzuiging. Uit dit onderzoek is dit niet gebleken.

4 Constatering

Omdat onder- en bovenafzuiging niet gelijktijdig in twee identieke afdelingen heeft plaatsgevonden maar na elkaar in dezelfde afdeling, is een directe vergelijking niet mogelijk. Interpretatie van de verzamelde gegevens leidt tot de volgende constatering:

- Er is geen duidelijk verschil in ammoniakemissie tussen onder- en bovenafzuiging.

- Onderafzuiging vraagt meer energie dan bovenafzuiging, het verschil is in de winter kleiner dan in de zomer.
- Het stofgehalte in de stallucht ligt bij onderafzuiging lager dan bij bovenafzuiging.
- Hokbevuiling wordt niet beïnvloed door onder- of bovenafzuiging.

Literatuurlijst

Hartung, E., M. Keck en W. Büscher 1994. *Oben hui und unten, Ammoniak-Freisetzung bei Ober- und Unterflurabsaugung*. DGS, nr 7.

Hoeksma, P., N. Verdoes, J. Oosthoek en J.A.M. Voermans 1992. *Reduction of ammonia volatilization from pig houses using aerated slurry as recirculation liquid*. Livestock Production Science, nr 21, p 121-132.

Klooster, C. van 't, P. Roelofs, G. Binnendijk en M. Duyf 1991. *Verlagen van het stofgehalte van de lucht in varkensstallen, resultaten anno 1991*. PI.70, Proefstation voor de Varkenshouderij, Rosmalen.

Reeds eerder verschenen proefverslagen

Proefverslag P 4.4

"Invloed van het wel of niet douchen van zeugen in een groepsdouche voor het inleggen in het kraamhok op de worpresultaten en de gezondheid van de biggen tijdens de zoogperiode". A. Hoofs; Gijzen, A., juli 1993.

Proefverslag P 4.5

"Onderzoek naar zelfvoederingsbakken voor lacterende zeugen". E.R. ter Elst-Wahle; Hoofs, A., juli 1993.

Proefverslag P 4.6

"Technische resultaten van biggen en vleesvarkens tijdens en na stofarme opfok". P.F.M.M. Roelofs; Cuyck, J.H.M. van; Binnendijk, G.P.; Klooster, C.E. van 't, augustus 1993.

Proefverslag P 4.7

"Mestproductie en waterverbruik: Vergelijking tussen praktijk en theorie". J.H.M. van Cuyck; Brok, G.M. den, februari 1994.

Proefverslag P 4.8

"Toekomstige structuur varkenshouderij". G.B.C. Backus; Baltussen, W.H.M.; Bens, P.A.M.; Peerlings, J.M.M., juni 1994.

Exemplaren van proefverslagen kunnen worden verkregen door f 8,50 per verslag over te maken op Postbanknummer 51.73.462 ten name van het Proefstation voor de Varkenshouderij, Lunerkampweg 7, 5245 NB ROSMALEN, onder vermelding van het gewenste verslagnummer. Buitenlandse abonnees betalen f 15,— per P 4-verslag (dit is inclusief verzendkosten) én f 15,— overschrijvingskosten per bestelling.