

C.E. van 't Klooster
G.J. Greutink

Waterdamp in varkensstallen met diepstrooisel



Proefstation voor de Varkenshouderij

Proefstation voor de
Varkenshouderij
Postbus 83
5240 AB Rosmalen
Tel. 04192-86555

Proefverslag nummer P 1.85

INHOUDSOPGAVE

	SAMENVATTING	3
	<i>SUMMARY</i>	4
1	INLEIDING	5
	<i>INTRODUCTION</i>	5
2	MATERIALEN EN METHODEN	6
	<i>MATERIAL AND METHODS</i>	6
2.1	Verzamelde gegevens	6
2.2	Verwerking van gegevens	7
2.3	Berekening waterproduktie	7
2.4	Berekening waterhoeveelheid in diepstrooiselpakket	8
3	RESULTATEN	9
	<i>RESULTS</i>	9
3.1	Waterproduktie en waterafvoer in de diepstrooiselstal in Montfoort	9
3.2	Vergelijking waterafvoer met de diepstrooiselstal in Deurne	10
3.3	Afvoer van waterdamp in conventionele stallen	10
3.4	Waterhoeveelheid in diepstrooiselpakket	10
4	DISCUSSIE	13
	<i>DISCUSSION</i>	13
4.1	Waterbalans Montfoort	13
4.2	Afvoer van waterdamp uit diepstrooisel en conventionele stallen	13
4.3	Afvoer van waterdamp in relatie met andere grootheden	13
4.4	Benodigde ventilatiehoeveelheden	14
4.5	Dierbezetting	16
4.6	Staltemperatuur	16
5	CONCLUSIES	17
	<i>CONCLUSIONS</i>	17
	LITERATUUR	18
	<i>REFERENCES</i>	18
	REEDS EERDER VERSCHENEN PROEFVERSLAGEN	19
	<i>PUBLISHED RESEARCH REPORTS</i>	19

SAMENVATTING

Voor het goed functioneren van diepstrooiselstallen mag het strooiselbed niet te vochtig worden. Er is daarom onderzocht hoe de waterstromen in diepstrooiselstallen zich gedragen. De bepaling van de waterbalans is gebaseerd op metingen van de waterdampafvoer en de wateropname van de dieren en op modellen die de onderlinge stromen binnen de stal beschrijven. Tijdens twee gemeten ronden bleek de gemiddelde wateropname 5,5 respectievelijk 4,8 kg/dier/dag te zijn. De afvoer van waterdamp door ventilatie bedroeg gemiddeld 4,7 respectievelijk 3,7 kg/dier/dag. Er vond dus wateropslag in het bed plaats. De berekende opslag kwam goed overeen met de gemeten opslag van water. Het blijkt dat in diepstrooiselstallen niet al het water maar wel het grootste deel van het water uit de mest verdampt. Bij gewone stallen verdampst relatief heel weinig water uit de mest.

systemen dienen de ventilatiehoeveelheden te kunnen regelen. Er zijn mechanische ventilatiesystemen die aan deze eisen kunnen voldoen.

In de tweede helft van de mestronden neemt de wateropname door de hogere voeropname zo sterk toe, dat zelfs maximale ventilatie de totale hoeveelheid geproduceerd water niet af kan voeren. Door de dierbezetting te verlagen kan de waterbalans beter in evenwicht worden gehouden. Voor een volledige waterdampafvoer onder alle omstandigheden wordt een maximale bezettingsgraad van één vleesvarken per 1,4 m² bij varkens boven 75 kg geadviseerd. Als op het einde van de mestrone enige wateropslag wordt toegelaten in het bed, wat in het begin van de volgende ronde alsnog kan verdampen, dan lijkt een bezettingsgraad van één vleesvarken per 1,2 m² voldoende.

Dit betekent dus een aanzienlijk lagere bezettingsdichtheid dan in traditionele stallen. Geadviseerd wordt om een minimum ventilatiehoeveelheid oplopend van 45 m³/dier/uur bij opleg tot 100 m³/dier/uur bij een diergewicht van 75 kg te gebruiken. De maximum ventilatiecapaciteit hoeft niet te worden begrensd op waarden beneden 120 m³/dier/uur, mits luchtinlaatsystemen worden gebruikt die grote lichtsnelheden bij de dieren ook bij maximum ventilatie doen voorkomen. De te gebruiken ventilatie-

SUMMARY

The determination of the moisture balance of pigs was based on measured water and feed intake, taking into account moisture retained in the pig, metabolic water production and latent heat production, excess water being removed as urine and faeces. The calculated moisture in the deep litter was derived from measured initial amount and addition of water by urine and faeces and removal by ventilation and production during the composting process within the deep litter. The measured moisture accumulation rate in the deep litter house at the end of the batch differed the calculated by 1% during the first batch and by 5% during the second batch. The moisture production by faeces and urine and latent heat losses was in a pig building with 197 pigs 5.5 kg/pig/day during the first batch and 4.8 kg/pig/day during the second batch with lower feed intake, lower water intake and lower inside temperature. The measured moisture removal by ventilation was on average 4.7 kg/pig/day during the first batch and 3.7 kg/pig/day during the second batch. The moisture balance was used to find circumstances where the moisture removal rate from the deep litter equals the moisture production from faeces and urine. Under present animal densities the minimum ventilation rates have to be increased to 45 m³/pig/hour at start of the batch to meet these goals. Pigs above 75 kg live-weight have to be kept at lower stocking densities (up to 1.4 m²/pig) than current densities on deep litter (1.0 m²/pig) to meet these goals. Full results will be reported in English in the proceedings of International Livestock Environment Symposium, July 1993, Coventry.

1 INLEIDING

INTRODUCTION

In een diepstrooiselsysteem komt water, afkomstig van de urine en faeces van de varkens, in het strooisel terecht. Ook vindt in een diepstrooiselsysteem een composteringsproces plaats. Hierbij komt naast kooldioxyde (CO_2) ook water (H_2O) en warmte vrij. De warmte zorgt ervoor dat een groot deel van het water uit het strooiselbed verdampst. Bij onvoldoende vochtafvoer zal het droge-stofgehalte van het diepstrooiselsysteem gaan dalen, waardoor het composteringsproces verstoord wordt. De waterdamp uit het strooisel komt in de stallucht terecht. In vergelijking met conventionele stallen is dit een extra hoeveelheid waterdamp die uit de stal moet worden afgevoerd.

Afvoer van de extra waterdamp is op twee manieren te realiseren. Ten eerste door meer te ventileren, waardoor in dezelfde tijdseenheid meer stallucht wordt afgevoerd. De tweede mogelijkheid is het verhogen van het absoluut waterdampgehalte van de afgevoerde stallucht. Dit verhogen van het waterdampgehalte moet voornamelijk gerealiseerd worden door het verhogen van de stalluchttemperatuur, omdat de relatieve luchtvochtigheid in conventionele stallen ook dikwijls boven de 80% stijgt. Een hogere stalluchttemperatuur wordt verkregen door bij te verwarmen, Vleesvarkens op diepstrooisel hebben juist een lagere stalluchttemperatuur nodig omdat ze minder warmte aan een warm strooiselbed kwijt kunnen raken dan aan een betonnen vloer. Dit pleit er voor om de extra hoeveelheid gevormde waterdamp af te voeren door extra ventilatie.

De stallucht kan worden afgevoerd door middel van natuurlijke en mechanische ventilatie. Het klimaat in mechanisch geventileerde stallen is beter beheersbaar dan in natuurlijk geventileerde stallen. In beide staltypen is een temperatuurregeling mogelijk maar in mechanisch geventileerde stallen is ook de ventilatie-hoeveelheid regelbaar. Omdat windsnelheid en -richting niet constant zijn en de ventilatie-hoeveelheid in natuurlijk geventileerde stallen moeilijk regelbaar is, zal de werkelijke ventilatie-hoeveelheid variëren. Om er zeker van te zijn dat de luchtkwaliteit in de stal gewaarborgd blijft, wordt er in natuurlijk geventileerde

stallen gemiddeld wat ruimer geventileerd, dan in stallen met mechanische ventilatie.

In dit verslag wordt aan de hand van metingen aan een waterbalans in een mechanische geventileerde stal met diepstrooisel nagegaan of de minimum-ventilatie verhoogd kan worden om verzekerd te zijn van voldoende waterdampafvoer. Deze stal staat in Montfoort. Groenestein & Montsma (1992) hebben de waterdampafvoer van een tweede mechanisch geventileerde stal met diepstrooisel gerapporteerd.

2 MATERIALEN EN METHODEN MATERIAL AND METHODS

Het bedrijf in Montfoort betreft een stal met 200 plaatsen. Dit bedrijf werkte volgens de regels van de leverancier van het additief, Ecopor. In de periode voorafgaand aan de metingen gold dit niet voor de methode van zaagselbed-omzetting. In de periode voorafgaand aan de metingen werd handmatig wekelijks de mest over het hok verspreid en werd het zaagselbed gefreesd met een tuinfrees met verlengde tanden, waardoor de bovenste 0,20 tot 0,30 m van het pakket werd vermengd. In de periode waarin de metingen zijn uitgevoerd geschiedde het omzetten conform de aanbevelingen van de additief-leverancier.

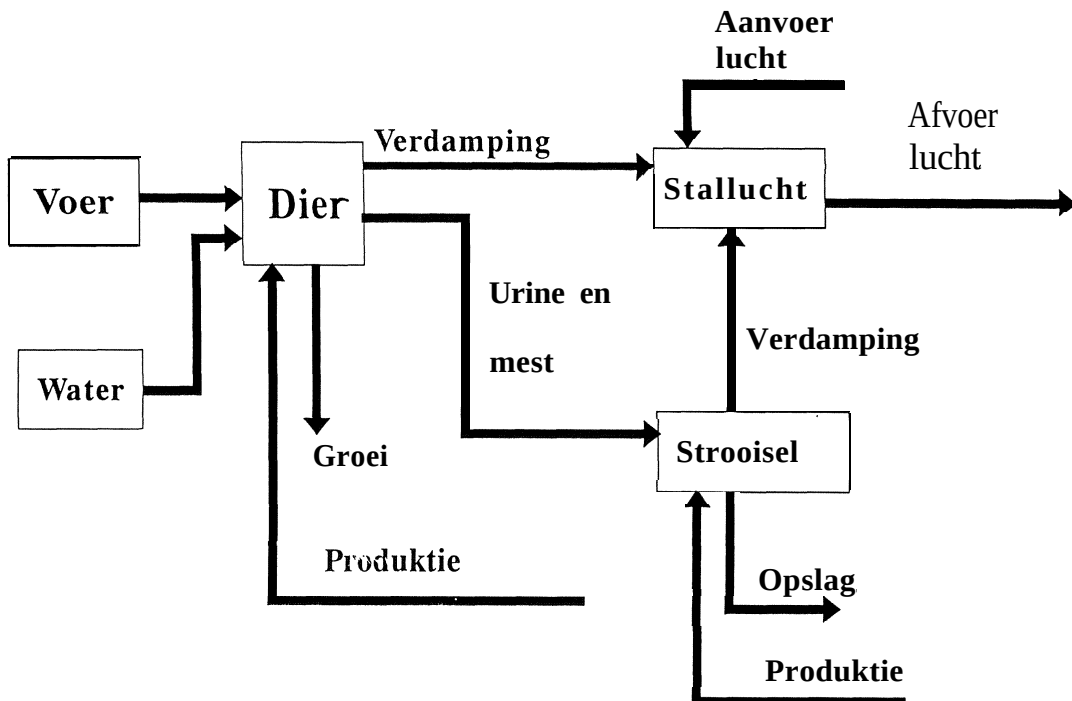
2.1 Verzamelde gegevens

Voor het maken van een waterbalans moet worden bepaald en/of berekend wat de aangevoerde hoeveelheden waterdamp en de hoeveelheden afgevoerd waterdamp uit de stal zijn. In figuur 1 zijn de diverse relevante waterstromen aangegeven.

Om dit te bepalen zijn in Montfoort de volgende gegevens verzameld:

- relatieve luchtvochtigheid buitenlucht (RV-buiten in %);
- buitenluchttemperatuur (T-buiten in K);
- relatieve luchtvochtigheid stallucht (RV-stal in %);
- stalluchttemperatuur (T-stal in K);
- ventilatie-hoeveelheid (Q_{vent} in m^3/h);
- waterverbruik in de stal;
- aanvoer water in de vorm van voer;
- starthoeveelheid water aanwezig in strooisel;
- opslag water in de vleesvarkens;
- eindhoeveelheid water aanwezig in strooisel;

Temperaturen, luchtvochtigheden en ventilatiehoeveelheden zijn gedurende twee ronden vleesvarkens in een diepstrooiselstal door IMAG-DLO ongeveer elk half uur



Figuur 1: Water(damp) stromen in stal met diepstrooisel

Figure 1: Water(vapour)flows in a pig house with deep litter

gemeten en vastgelegd. De gemeten periode liep van 18 mei 1990 tot 29 januari 1991. Temperatuur en luchtvochtigheid van de stallucht zijn steeds met een gecombineerde Rotronic sensor gemeten direct naast de ventilatiekoker. Temperatuur en luchtvochtigheid van de buitenlucht zijn met eenzelfde type sensor buiten de stal gemeten direct voor de luchtinlaat. Dezelfde metingen zijn uitgevoerd door het PV gedurende een deel van een ronde in een vleesvarkensstal met gedeeltelijk roostervloer. De overige gegevens zijn door de varkenshouder in Montfoort verzameld.

2.2 Verwerking van gegevens

Het doel van de berekening is het bepalen van de afgevoerde hoeveelheid water per uur. De omrekening van RV naar absolute watergehalten is gebeurd met behulp van vergelijkingen zoals gegeven door Albright (1990). Voor elke gegeven temperatuur (T_a in Kelvin) is eerst de verzadigingsdruk (p_{ws}) van de waterdamp (in Pa) bepaald, met behulp van de volgende formule:

$$(A_1/T_a + A_2 + A_3 \times T_a + A_4 \times T_a^2 + A_5 \times T_a^3 + A_6 \times \ln T_a)$$

$$p_{ws} = e$$

waarbij $A_1 = -5800,2206$

$$A_2 = 1,3914993$$

$$A_3 = -0,048640239$$

$$A_4 = 0,000041764768$$

$$A_5 = -0,000000014452093$$

$$A_6 = 6,5459673$$

Met de verzadigingsdruk bij een bepaalde temperatuur kan berekend worden wat de waterdampdruk (p_w) is bij de op hetzelfde tijdstip gemeten relatieve luchtvochtigheid (RV):

$$p_w = (RV : 100) \times p_{ws} \text{ (in Pa)}$$

Bij 1 atmosfeer (= 101,325 kPa) geldt een watergehalte (W) van:

$$W = (0,62198 \times p_w) / ((1,01325 \times 10^5) - p_w) \text{ (kg H}_2\text{O/kg droge lucht)}$$

waarbij

$$W = \text{watergehalte (kg H}_2\text{O/kg droge lucht);}$$

$$0,62198 = \text{molmassa water : gemiddelde molmassa lucht.}$$

Het watergehalte van lucht kan worden berekend voor zowel de buiten- als de stal-lucht. Het verschil (watergehalte stallucht minus watergehalte buitenlucht) is de hoeveelheid water die in de stal aan de lucht wordt toegevoegd. Deze extra hoeveelheid water is afkomstig van de varkens (ademhaling) en uit het strooisel (water uit faeces en urine en composteringsproces).

Om te kunnen berekenen wat de totale hoeveelheid water is, die met de ventilatie is afgevoerd, is het ventilatie-debiet omgezet van m³ lucht/uur naar kg droge lucht/uur. Bij een constante atmosferische druk van 101,325 kPa, kan voor elke gemeten staltemperatuur (T_a in K) de dichtheid van de droge stallucht, ρ_{da} , worden berekend als:

$$\rho_{da} = p / (R \times T_a \times (1 + 1,60778 \times W)) \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

$$= 101325 / (287,055 \times T_a \times (1 + 1,60778 \times W))$$

waarbij p = atmosferische druk (P_a);
 R = gasconstante vochtige lucht;
 W = watergehalte (kg H₂O/kg droge lucht).

De netto afgevoerde hoeveelheid water per uur (ϕ) kan dan als volgt worden berekend:

$$\phi = \text{ventilatie-debiet} \times \rho_{da} \times (W_{\text{stallucht}} - W_{\text{buitenlucht}}) \text{ (kg/uur)}$$

$$= \text{m}^3 \text{ stallucht/uur} \times \text{kg droge stal lucht/m}^3 \times \text{kg H}_2\text{O/kg droge lucht.}$$

De waarde die gevonden wordt is de hoeveelheid water die door de varkens wordt geproduceerd via ademhaling en uit het strooiselbed verdampt, ervan uitgaande dat geen condensatie in de stal optreedt.

2.3 Berekening waterproductie

Berekend kan worden hoeveel water varkens verliezen door verdamping en hoeveel water er via de mest en urine door varkens geproduceerd wordt. Deze water(damp)producties zijn afhankelijk van diergewicht, voeropname, groei, staltemperatuur, voersamenstelling en wateropname. Om een duidelijk beeld te krijgen van de waterstromen in het lichaam van een varken in verschillende groeistadia zijn de volgende waterstromen voor iedere week berekend:

- totale waterdampproductie;
- totale wateropname (inclusief voer);
- metabolische waterproductie;
- waterdamp-productie in mest;

- waterdamp-produktie van varken;
- wateraanzet in varken.

Hierbij is gebruik gemaakt van twee voerschema's die gebaseerd zijn op de groei zoals die in de eerste en in de tweede gemeten ronde in de diepstrooiselstal gerealiseerd zijn (circa 750 resp. 650 g/dag). De diepstrooiselstallen zijn beschreven door Huysman et. al. (1992). Het bedrijf in Montfoort is daar beschreven als bedrijf 12 en het bedrijf in Deurne als bedrijf 2. Eén schema gaat uit van een gemiddelde groei van 750 g/dag. De voergift/dag en het gemiddelde gewicht is voor elke week na opleg weergegeven. Hetzelfde geldt voor het voerschema voor een gemiddelde groei van 650 g/dag. Deze voerschema's met bijbehorend gewichtsverloop en voeropname zijn overgenomen uit het Handboek voor de Varkenshouderij (1987). Daarnaast is de gemiddelde staltemperatuur per week ingevuld.

Op basis van het diergewicht m (kg) is de onderhoudsbehoefte volgens ARC (1981):
 $ME_m = 0,719 \cdot m^{0,63}$ (MJ/dag)

De totale hoeveelheid metaboliseerbare energie, ME, is voeropname maal EW-waarde van het voer maal 12,55 MJ/kg. De totale warmteproduktie van de dieren (Q) is geschat met

$$Q = ME_{m,1} + (1-k)(ME - ME_{m,1})$$

De fraktie van de totale warmteproduktie die als waterdamp wordt afgegeven (f_L) is volgens Aarnink & Van Ouwerkerk (1990) afhankelijk van de luchttemperatuur T (°C):
 $f_L = 0,1 + 3,54 \cdot 10^{-7} \cdot (T)^4$

De hoeveelheid water die verdampst door deze latente warmteproduktie is

$$Q_{w,a} = 0,417 \cdot f_L \cdot Q \text{ (kg/dier/dag)}$$

Er is van uitgegaan dat de gemiddelde water/voerverhouding ook steeds de werkelijke water/voerverhouding over de hele mestperiode is geweest. Er is ook van uitgegaan dat het verstrekte voer steeds 88% droge stof bevatte. De groei is steeds opgedeeld in een gewichtstoename van eiwitten, vetten as en water. De eiwitaanzet is steeds gesteld op 130 g/dag. De asaanzet bedraagt 19,1 % van de eiwitaanzet (Anon., 1990). De vetaanzet bedraagt volgens

dezelfde bron: $(ME - ME, - 53 \cdot \text{eiwitaanzet})/53$. De rest van de groei is water.

In het varken wordt ook water gevormd en deze hoeveelheid MW (in kg/dag) bedraagt volgens Aarnink en Van Ouwerkerk (1990):

$$MW = 0,556(vrc+vok) \cdot vo + 1,071(vrvet \cdot vo - vetaanzet) + 0,396(vre \cdot vo - \text{eiwitaanzet})$$

waarbij

vo = voeropname (kg/dag)

vrc = gehalte aan verteerbare ruwe celstof (kg/kg)

vok = gehalte aan verteerbare overige koolhydraten (kg/kg)

$vrvt$ = gehalte aan verteerbaar ruw vet (kg/kg)

vre = gehalte aan verteerbaar ruw eiwit (kg/kg)

2.4 Berekening waterhoeveelheid in diepstrooiselpakket

De hoeveelheid water die door de varkens aan het diepstrooiselpakket wordt toegevoegd kan met bovenstaande vergelijkingen geschat worden. Tevens kan berekend worden hoeveel van de door ventilatie afgevoerde waterdamp uit het diepstrooiselpakket afkomstig moet zijn. De resultante van deze stromen zal het watertransport naar het diepstrooiselpakket zijn. De waterproduktie in het diepstrooiselpakket door compostingsprocessen is gekwantificeerd door van Faassen (1992).

3 RESULTATEN RESULTS

3.1 Waterproductie en waterafvoer in de diepstrooiselstal in Montfoort

Van twee mestronden vleesvarkens zijn alle gegevens vastgelegd. Voor elke ronde is met behulp van de meetgegevens de afgevoerde hoeveelheid water berekend en is de waterproductie van vleesvarkens berekend. In tabellen 1 en 2 staan de gemiddelden van de gemeten klimaatvariabelen en van de pro-

duktieresultaten vermeld. Doordat niet alle dieren gelijktijdig zijn afgeleverd en ook nog metingen na de eerste levering hebben plaatsgevonden, is het aantal gemiddeld aanwezige varkens over de meetperiode lager dan het aantal afgeleverde dieren. In figuur 2 zijn de meetresultaten over het verloop van de afvoer van waterdamp uit de stal in Montfoort over beide ronden weergegeven. In figuur 3 is het resultaat van berekeningen

Tabel 1: Gemiddelde klimaatgegevens en produktieresultaten van vleesvarkens tijdens de eerste gemeten ronde op diepstrooisel in Montfoort

Table 1: *Average data for the first measured batch of pigs in a deep litter pig house*

Periode 18-05-1990 tot 20-09-1990	
Gemiddelde staltemperatuur	19,3 °C
Gemiddelde buitentemperatuur	16,0 °C
Gemiddelde RV binnen	74 %
Gemiddelde RV buiten	76 %
Gemiddelde ventilatie-hoeveelheid	98 m ³ /dier/uur
Gemiddeld afgevoerde waterdamp	4,74 kg/dier/dag
Gemiddeld aantal aanwezige dieren	178,2 dieren
Aantal afgeleverde dieren	197 dieren
Gemiddelde groei	747 g/dag
Voederconversie	2,90 kg voer/kg groei
Gemiddelde voergift	2,20 kg/dag
Gemiddelde mestduur	112,7 dagen
Water/voer-verhouding (gemeten)	2,21 kg water/kg voer

Tabel 2: Gemiddelde klimaatgegevens en produktieresultaten van vleesvarkens tijdens een tweede gemeten ronde op diepstrooisel

Table 2: *Average data for the second measured batch of pigs in a deep litter pig house*

Periode 22-09-1990 tot 29-01-1991	
Gemiddelde staltemperatuur	12,1 °C
Gemiddelde buitentemperatuur	5,7 °C
Gemiddelde RV binnen	82 %
Gemiddelde RV buiten	92 %
Gemiddelde ventilatie-hoeveelheid	64 m ³ /dier/uur
Gemiddeld afgevoerde waterdamp	3,71 kg/dier/dag
Gemiddeld aantal aanwezige dieren	173,7 dieren
Aantal afgeleverde dieren	197 dieren
Gemiddelde groei	665 g/dag
Voederconversie	3,17 kg voer/kg groei
Gemiddelde voergift	2,11 kg/dag
Gemiddelde mestduur	120,7 dagen
Water/voer-verhouding (gemeten)	2,00 kg water/kg voer

over de opname en afvoer van water(damp) van de dieren zelf tijdens de eerste ronde weergegeven. De gemiddelde waterproduktie van een varken via uitademing van waterdamp en via uitscheiding van mest en urine was in deze ronde gemiddeld 5,53 kg/dag. Door metabolische processen in het dier produceert het varken zelf ook water, waardoor de som van verdamping en water in mest en urine steeds hoger zal zijn dan de wateropname door het dier. De afvoer van water(damp) van de varkens is in dit model gelijk aan de aanvoer van water(damp) op stal- en zaagselpakketniveau. Op stalniveau is de afvoer van waterdamp via ventilatie gemiddeld lager dan de aanvoer van water(damp) door de varkens, namelijk 4,74 resp. 5,53 kg/dier/dag. Hierbij is nog geen rekening gehouden met de produktie van water in de strooisellaag. In figuur 4 is het resultaat van berekeningen over de opname en afvoer van water op dier-niveau tijdens de tweede ronde weergegeven. De gemiddelde waterproduktie van de varkens via uitademing van waterdamp en via uitscheiding van mest en urine was in deze ronde gemiddeld 4,81 kg/dier/dag. De afvoer van waterdamp uit de stal via ventilatie was gemiddeld lager, namelijk 3,71 kg/dier/dag. In de eerste helft van de eerste ronde was de waterafvoer via ventilatie soms hoger dan de waterproduktie van de varkens (figuur 5). Op die momenten zal het watergehalte van de strooisellaag zijn teruggelopen. Ook in de eerste helft van de tweede ronde was de waterafvoer via ventilatie soms hoger dan de waterproduktie van de varkens (figuur 6).

3.2 Vergelijking waterafvoer met de diepstrooiselstal in Deurne

Groenestein en Montsma (1992) rapporteerden een waterafvoer van 3,8 kg/dier/dag uit een diepstrooiselstal in Deurne. In de stal in Montfoort bedroeg de waterafvoer over de eerste ronde 4,7 kg/dier/dag en over de tweede ronde 3,7 kg/dier/dag. De waterafvoer van de stal in Deurne ligt daarmee tussen de waterafvoer van beide ronden in Montfoort in. De voorgeschiedenis in methode van zaagselomzetting lijkt derhalve geen invloed te hebben op de waterafvoer in de stal in Montfoort.

3.3 Afvoer van waterdamp in conventionele stallen

In een "gewone" stal met vleesvarkens, dat

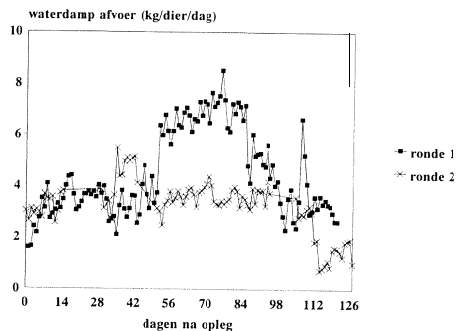
wil zeggen een stal met gedeeltelijk rooster-vloer, is de afvoer van waterdamp ook geme-ten gedurende een deel van de mestperiode. In figuur 7 is dit grafisch weergegeven. De gemiddelde afvoer van waterdamp via venti-latie was in deze periode 1,55 kg waterdamp per dier per dag. De waterdampproduktie van de dieren is voor deze periode berekend op 1,01 kg/dier/dag als de temperatuur bij de dieren gemiddeld 21°C zou zijn geweest. De rest van de waterdamp zal ontstaan zijn door verdamping vanuit de mestopslag onder de roosters.

3.4 Waterhoeveelheid in diepstrooisel-pakket

De hoeveelheid water in het diepstrooiselpak-ket wordt in principe bepaald door waterop-name, waterafgifte en waterproduktie. De wateropname vindt plaats via periodieke aan-voer van strooisel en continue aanvoer van mest en urine. De waterafgifte vindt plaats in de vorm van waterdamp aan de stallucht, waar de waterdamp vervolgens door venti-latie uit de stal wordt afgevoerd. Tijdens het composteringsproces vindt in het strooisel-pakket afbraak van koolwaterstoffen plaats, waarbij ook watermoleculen worden geprodu-ceerd. In de tweede ronde was het droge-stofpercentage van het strooiselpakket bij opleg 34,9%. Op 22 januari, vrijwel het einde van deze ronde was dit percentage nog 33,7%. De dichtheid van het pakket is niet gemeten. Tijdens deze ronde is 0,05 m³ strooisel per dier toegevoegd. Op grond van metingen aan soortgelijk strooisel is er van uitgegaan dat dit losgestort strooisel een dichtheid van 220 kg/m³ en een droge-stof-gehalte van 47% heeft.

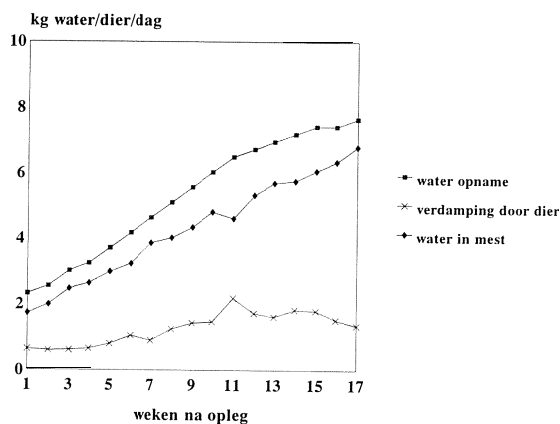
In een andere, vergelijkbare diepstrooiselstal in Rosmalen, is de hoeveelheid water in het diepstrooiselpakket over twee ronden met 297,4 kg per vleesvarkensplaats toegenomen (Thelosen, 1992). De dichtheid van het strooi-selpakket na twee ronden bedroeg toen 740 kg/m³ (droge-stofgehalte 34,0%).

Bij bovenstaande aannamen is geschat dat er een gemiddelde toename van water in het strooiselpakket van 1,1 kg/dier/dag plaats-vindt. De hoeveelheid proceswater, die ont-staat door composteringsprocessen in het strooiselpakket, zal wellicht afhankelijk zijn van o.a. temperatuur, drogestofpercentage, etc. Een ruwe schatting is gemiddeld 0,26 kg/dier/dag (Van Faassen, 1992).



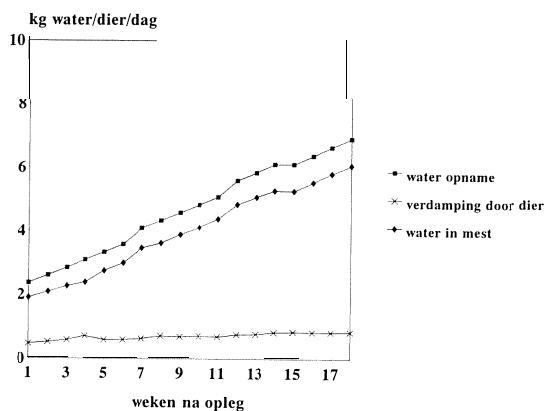
Figuur 2: Waterdampafvoer tijdens de twee gereten ronde in een diepstrooiselstal in Montfoort

Figure 2: Water vapour removal during two batches in a deep litter pig house



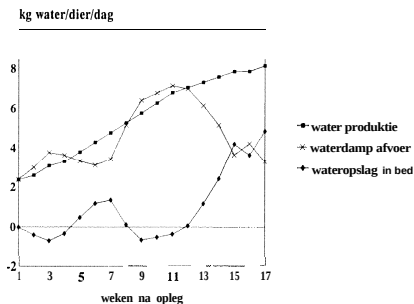
Figuur 3: Opname en afvoer van water van dieren in eerste ronde in een diepstrooiselstal in Montfoort

Figure 3: Water intake and production of pigs during the first measured batch in a deep litter house



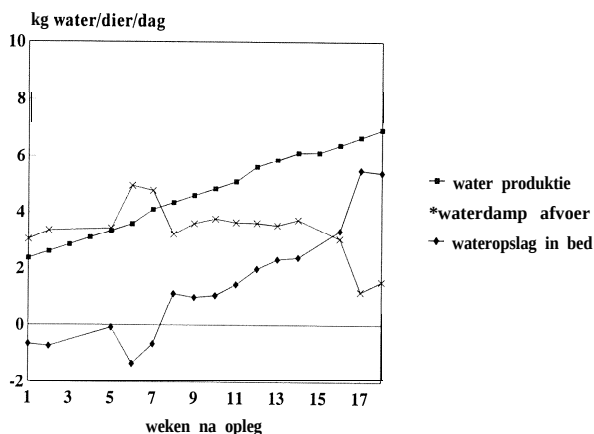
Figuur 4: Opname en afvoer van water van dieren in tweede ronde in een diepstrooiselstal in Montfoort

Figure 4: Water intake and production of pigs during the second measured batch in a deep litter pig house



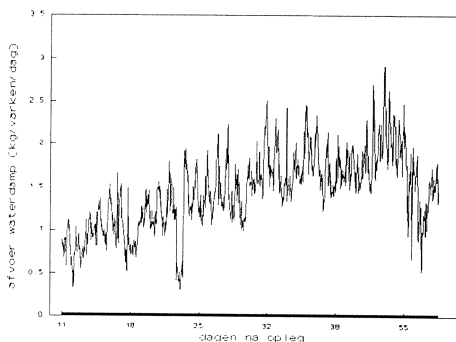
Figuur 5: De gevolgen van waterproductie en -afvoer voor het water in het strooiselpakket tijdens de eerste ronde in Montfoort

Figure 5: Water balance at house level during the first measured batch in a deep litter pig house



Figuur 6: De gevolgen van waterproductie en -afvoer voor het water in het strooiselpakket tijdens de tweede ronde in de diepstrooiselstal in Montfoort

Figure 6: Water balance at house level during the second measured batch in a deep litter pig house



Figuur 7: De afvoer van waterdamp in een conventionele vleesvarkensstal tijdens een deel van de mestperiode

Figure 7: Moisture removal rate in part of the growing period in a conventional pig house

4 DISCUSSIE DISCUSSION

4.1 Waterbalans Montfoort

In de eerste ronde is de waterproduktie door de varkens in de stal met genoemd model geschat op 5,53 kg/dier/dag en de waterproduktie in het bed geschat op 0,263 kg/dier/dag. Dit is een totale produktie van 5,79 kg/dier/dag. De hoeveelheid opgeslagen water in het strooisel is geschat op 1,12 kg/dier/dag en de hoeveelheid afgevoerd water op 4,74 kg/dier/dag, een totaal van 5,86 kg/dier/dag. Deze balans is vrijwel sluitend, het verschil bedraagt ruim 1%. In de tweede ronde is de waterproduktie door de varkens in de stal berekend op 4,81 kg/dier/dag en de waterproduktie in het bed op 0,26 kg/dier/dag, een totale produktie van 5,07 kg/dier/dag. De hoeveelheid opgeslagen water in het strooisel is geschat op 1,12 kg/dier/dag en de hoeveelheid afgevoerd water op 3,71 kg/dier/dag, een totaal van 4,83 kg/dier/dag. Het verschil in de balans bedraagt in deze ronde 5%. Deze verschillen kunnen worden verklaard uit onnauwkeurigheden in de aannamen en uit het onvolledig zijn van metingen. Zo heeft bijvoorbeeld een verandering in de soortelijke dichtheid van het zaagselpakket invloed op de berekening van de waterbalans. Deze soortelijke dichtheid is geschat op basis van metingen in andere stallen en niet gemeten in de betreffende stallen. Naast gemiddelden blijkt uit figuren 5 en 6 dat de waterbalans binnen ronden aanmerkelijke schommelingen kan vertonen. In de tweede helft van de mestronden blijkt in beide gevallen dat de waterproduktie sterk toeneemt door de toename in voer- en wateropname. De afvoer van waterdamp neemt dan nauwelijks meer toe, waardoor zich water in het strooiselpakket ophoopt.

Van de stal in Deurne kan geen waterbalans worden opgemaakt. Gegevens over de waterproduktie zijn niet beschikbaar. De waterafvoer, zoals gemeten, lag tussen de waterafvoer van de beide ronden in Montfoort. Deze beperkte metingen geven geen aanleiding om te veronderstellen dat de waterbalans wezenlijk anders dan die in Montfoort.

4.2 Afvoer van waterdamp uit diepstrooisel en conventionele stallen

De hoeveelheid water die door varkens wordt geproduceerd hangt met name van hun voer- en wateropname af. Deze hoeveelheid wordt voor een deel als waterdamp afgevoerd; het restant scheidt het varkens als mest en urine af. In diepstrooisel is het wenselijk dat de totale hoeveelheid geproduceerd water wordt afgevoerd. Het maakt voor de hoeveelheid water in de stal niet uit of het water uit het varken als waterdamp of als mest en urine vrijkomt. In het eerste geval wordt de energie voor verdamping door het dier geleverd en in het laatste geval zal de energie voor verdamping onttrokken moeten worden aan de strooisellaag. Het is gewenst dat het water uit de mest uiteindelijk ook verdampt.

In conventionele stallen zal de geproduceerde waterdamp via de ventilatie worden afgevoerd. De mest en urine komt in de mestopslag onder de roosters terecht. Vanuit de mestopslag kan verdamping plaats vinden. Of dit wel of niet optreedt is niet van belang voor het functioneren van de stal. Meer verdamping geeft hoogstens een verbetering van de mestkwaliteit door een hoger procent droge stof. Dit resulteert in een vermindering van het mestvolume. In een stal met gedeeltelijk roostervloer is tijdens de gemeten periode circa 0,54 kg/dier/dag water uit de mestkelder verdampt. In de vergelijkbare periode in de eerste ronde van de diepstrooiselstal is uit het diepstrooisel ongeveer 3,55 kg/dier/dag aan water verdampt. Dit is een groot verschil. Uit een diepstrooiselstal wordt dus wel een veel grotere hoeveelheid water in de vorm van waterdamp aan de mest en urine onttrokken dan in gewone stallen.

4.3 Afvoer van waterdamp in relatie met andere grootheden

De hoeveelheid waterdamp die wordt afgevoerd uit de stal kan mogelijk worden vergroot door meer ventilatie of een hogere temperatuur van stallucht of strooiselpakket. In figuur 8 staat het verloop van deze grootheden over de eerste en in figuur 9 over de tweede ronde weergegeven. In de eerste ronde is de strooiseltemperatuur slechts enkele malen gemeten.

In figuur 9 lijkt een verband tussen afvoer van waterdamp en de luchttemperatuur te zijn waarbij de afvoer van waterdamp sterk daalt bij een luchttemperatuur in de stal onder 10°C. De invloed van strooiseltemperatuur is door het beperkt aantal waarnemingen moeilijk na te gaan. Ook is te zien dat een verhoging van de ventilatie samengaat met meer afvoer van waterdamp. In figuur 8 is te zien dat tijdens de eerste ronde de ventilatiehoeveelheid steeds hoog is geweest. Na de eerste maand is in de stal vrijwel steeds maximaal geventileerd. De waterafvoer bleek echter de laatste 5 weken toch aanmerkelijk lager te zijn dan de waterproductie (figuur 5). De afvoer van waterdamp neemt zelfs af bij zwaardere dieren. Waarom dit zo is, is op grond van de metingen niet te zeggen. Wel is het zo dat varkens bij het toenemen van hun gewicht ook steeds groter worden en een groter deel van het strooiselbed bedekken tijdens het liggen. Ook is bekend dat zwaardere dieren een groter deel van de dag liggen dan jongere dieren. Hierdoor komt er bij zwaardere varkens steeds minder strooiselbed oppervlak in direct contact met de stallucht, waardoor het verdampend oppervlak steeds kleiner wordt. Bij een ventilatiehoeveelheid van 100 m³/dier/uur (dit is de in Nederland gangbare geïnstalleerde capaciteit) blijkt in deze diepstrooiselstal bij zwaardere vleesvarkens de waterproductie dus duidelijk hoger te zijn dan de afvoer. Op het einde van de tweede ronde in Montfoort bleek dat door aflevering van een deel van de varkens in combinatie met een lage buitentemperatuur de staltemperatuur sterk daalde (lager dan 10°C) en wellicht is hiermee de daling van de waterdampafvoer in dezelfde periode te verklaren.

4.4 Benodigde ventilatiehoeveelheden

De minimum ventilatiehoeveelheid is in conventionele stallen bedoeld om de luchtkwaliteit op een acceptabel niveau te houden, gangbaar is om een kooldioxide gehalte van 0,20 vol.-% te handhaven. Afvoer van waterdamp vormt bij een kooldioxide gehalte van 0,20 vol.-% in conventionele stallen geen belangrijke overweging bij de vaststelling van de minimum ventilatiehoeveelheid. In diepstrooiselstallen zal, als bij lage buitentemperaturen wordt bijverwarmd, een lage ventilatiehoeveelheid wenselijk zijn om

de verwarmingskosten laag te houden. Om de waterproductie in dergelijke stallen niet onnodig te verhogen, zal in dat geval bij voorkeur geen gebruik moeten worden gemaakt van systemen met open verbranding of rookgasafvoer in de stal, dus geen "hete-luchtkanonnen" die fossiele brandstof gebruiken. Wel kunnen dan systemen met radiatoren en een elders opgestelde ketel of systemen met elektrische verwarming worden toegepast. Deze systemen zullen door de verhoging van de luchttemperatuur de waterafvoer uit de stal vergroten als wordt bijverwarmd.

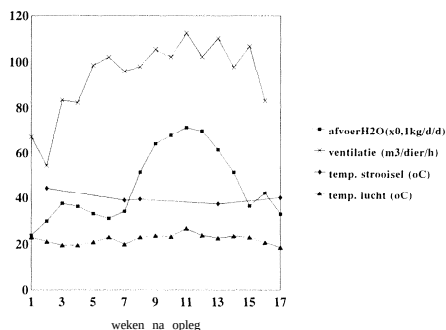
Op basis van de resultaten zoals tijdens deze twee ronden gemeten, lijkt een minimum ventilatiehoeveelheid van circa 45 m³/dier/uur bij opleg de geproduceerde hoeveelheid water via ventilatie af te kunnen voeren. Tot een diergewicht van circa 75 kg lijkt een geleidelijke verhoging van de minimum ventilatiehoeveelheid tot 100 m³/dier/uur het geproduceerde water af te kunnen voeren.

Bij de gemeten ventilatiehoeveelheden is in de tweede ronde in Montfoort een toename van de waterafvoer bij grotere ventilatiehoeveelheden te constateren. In de eerste ronde fluctueerde de ventilatiehoeveelheid weinig. Niet bekend is of bij verdere verhoging van ventilatiehoeveelheden tot boven 100 m³/dier/uur nog steeds een verdere toename van de waterafvoer plaatsvindt, of dat er beperkende factoren op gaan treden. Beperkingen zouden kunnen zijn watertransport in het strooiselbed of te weinig verdampend oppervlak door dichtliggen van het bed door varkens.

Als er in de stal een warmteoverschot bestaat wordt de ventilatiehoeveelheid vergroot. Bij maximum ventilatie wordt zoveel warmte afgevoerd dat de staltemperatuur slechts enkele graden hoger wordt dan de buitentemperatuur. In Nederland worden bij vleesvarkens ventilatiecapaciteiten tussen 80 en 120 m³/dier/uur geïnstalleerd. Welke capaciteit precies gekozen wordt, hangt ondermeer samen met het toegepaste luchtinlaatsysteem. Grotere ventilatiecapaciteiten geven een moeilijker beheersbaar luchtbewegingspatroon en daardoor meer kans op tocht en ongewenst hoge luchtsnelheden. Ook is in stallen met mestopslag onder de roosters het risico van "putventilatie" aanwezig, waardoor ammoniak uit de

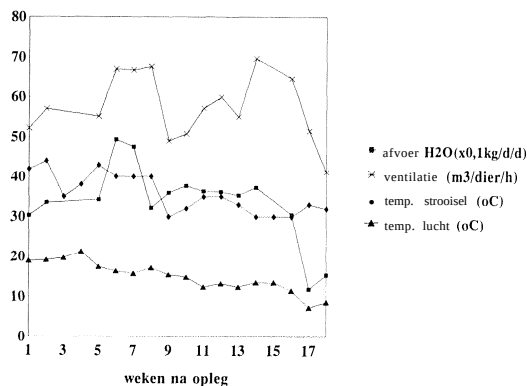
mest in de stallucht wordt gebracht. Dit laatste probleem kan niet in diepstrooiselstallen optreden. De warmteproductie zal in een diepstrooiselstal hoger zijn dan in een conventionele vleesvarkensstal, omdat tijdens het composteringsproces in het strooiselpakket ook warmte vrijkomt. In een diepstrooiselstal moet daarom meer geventileerd worden dan in een gewone stal om dezelfde temperatuur in de stal te handhaven bij een warmte-overschot. In Duitsland is enige ervaring opgedaan in een diepstrooiselstal waar een ventilatiecapaciteit van $180 \text{ m}^3/\text{dier}/\text{uur}$ beschikbaar was. In een diepstrooiselstal verliezen varkens minder warmte aan de vloer dan in

gewone stallen omdat de isolatiewaarde van strooisel beter is en de strooiseltemperatuur hoog is. Daarom zou de gewenste luchttemperatuur in een diepstrooiselstal juist lager moeten zijn dan in een conventionele stal. In diepstrooiselstallen lijkt het daarom wenselijk om een grote ventilatiecapaciteit te installeren, bijvoorbeeld $120 \text{ m}^3/\text{dier}/\text{uur}$, in combinatie met een luchtinlaatsysteem dat hoge luchtsnelheden rond de varkens voorkomt. De te gebruiken ventilatiesystemen dienen de ventilatiehoeveelheden te kunnen regelen. Er zijn diverse mechanische ventilatiesystemen die aan deze eisen kunnen voldoen. Een regelbare ventilatiehoeveelheid



Figuur 8: Afvoer van waterdamp, temperatuur van stallucht bij varkens en van het midden van het strooisel en de ventilatiehoeveelheid in de eerste ronde van de diepstrooiselstal in Montfoort

Figure 8: Course of moisture removal rate, temperature of room air and the center of the litter layer and the ventilation rate over the first measured batch in a deep litter pig house



Figuur 9: Afvoer van waterdamp, temperatuur van stallucht bij varkens en in het midden van het strooisel en de ventilatiehoeveelheid in de tweede ronde van de diepstrooiselstal in Montfoort

Figure 9: Course of moisture removal rate, temperature of room air and the center of the litter layer and the ventilation rate over the second measured batch in a deep litter pig house

in stallen met natuurlijke ventilatie wordt vooralsnog alleen mogelijk geacht, als in deze stal de klimaatregeling is uitgevoerd met een meting van de luchtkwaliteit. Bij voldoende belangstelling vanuit de praktijk zou een dergelijke regeling ontwikkeld kunnen worden.

4.5 Dierbezetting

Vanaf een diergewicht van ongeveer 75 kg is de waterproduktie in de stal zelfs bij maximale ventilatie te hoog geworden om door ventilatie te worden afgevoerd. Om het composteringsproces in het strooiselpakket niet te ontregelen moet het watergehalte van het strooiselpakket niet te hoog worden. Dit is te bereiken door de dierbezetting terug te brengen. Bij het huidige aflevergewicht en een dierbezetting van één varken per 1m^2 moet op het einde van een ronde ongeveer 6,5 tot 7,5 kg waterdamp per dier per dag worden weggeventileerd als geen water in het bed wordt opgeslagen. In de laatste 4 weken lukte het bij maximale ventilatie om maximaal slechts circa 4,5 kg waterdamp per dier per dag weg te ventileren. Door de dierbezetting te verlagen daalt de produktie per m^2 en raken waterproduktie en waterafvoer beter met elkaar in evenwicht. Door de huidige gangbare bezettingsdichtheid van één dier per m^2 terug te brengen tot één dier per $1,4\text{m}^2$ zal de waterdamp produktie dalen tot circa 4,5 kg/dier/dag en is evenwicht bereikt. Een groot oppervlak per dier verhoogt de produktiekosten. Een diepstrooiselbed geeft goede compostering bij een watergehalte tussen 40 en 50 % (op basis van nat gewicht). Door niet te streven naar een continue balans tussen waterproduktie en waterafvoer, is het mogelijk op het einde van de mestronde maximaal circa 50 kg water per m^2 in het bed te bufferen. Dit is $1,4\text{kg}/\text{m}^2/\text{dag}$ als dit vanaf een diergewicht van 75 kg wordt benut. De oppervlakte per dier lijkt dan te kunnen worden verminderd van $1,4\text{m}^2/\text{dier}$ naar $1,2\text{m}^2/\text{dier}$. Deze 50 kg water/ m^2 moet dan in het begin van de volgende mestperiode extra worden verdamppt.

4.6 Staltemperatuur

In diepstrooiselstallen blijkt dat de waterafvoer met name bij stalluchttemperaturen beneden 10°C sterk vermindert (figuur 9). Geadviseerd wordt om voor behoud van een optimaal watergehalte van het zaagselpakket de staltemperatuur boven deze waarde te houden, ook al is daarvoor bijverwarming noodzakelijk.

5 CONCLUSIES

CONCLUSIONS

In diepstrooiselstallen wordt een groot deel van de door varkens geproduceerde hoeveelheid water in de vorm van waterdamp, mest en urine, door ventilatie uit de stal afgevoerd. Dit betekent dat er voor de geproduceerde mest zowel kwantitatieve als kwalitatieve voordelen zitten aan diepstrooiselstallen.

In de tweede helft van het mesttraject neemt de waterproduktie, door de hogere voeropname zo sterk toe, dat zelfs maximale ventilatie de totale hoeveelheid geproduceerd water niet af kan voeren. Geadviseerd wordt om in diepstrooiselstallen een maximale bezettingsgraad bij varkens boven 75 kg toe te passen van één vleesvarken per $1,4\text{m}^2$ teneinde ook dan de waterproduktie meer in overeenstemming te laten zijn met de waterafvoermogelijkheden door ventilatie.

Geadviseerd wordt om een minimum ventilatiehoeveelheid oplopend van $45\text{ m}^3/\text{dier}/\text{uur}$ bij opleg tot $100\text{ m}^3/\text{dier}/\text{uur}$ bij een diergewicht van 75 kg te gebruiken. De maximum ventilatiecapaciteit hoeft niet te worden begrensd op waarden beneden $120\text{ m}^3/\text{dier}/\text{uur}$, mits luchtinlaatsystemen worden gebruikt die grote luchtsnelheden bij de dieren ook bij maximum ventilatie doen voorkomen,

De te gebruiken ventilatiesystemen dienen de ventilatiehoeveelheden te kunnen regelen. Er zijn mechanische ventilatiesystemen die aan deze eisen kunnen voldoen.

LITERATUUR

- Aarnink, A.J.A. & E.N.J. van Ouwerkerk, 1990.
Model voor de berekening van het volume en de samenstelling van vleesvarkensmest. Rapport 229, IMAG, Wageningen, pp 58.
- Agricultural Research Council, 1981.
The nutrient requirements of pigs. Technical review by an ARC Wording Party. Farnham Royal, Slough, Commonwealth Agricultural Bureaux.
- Albright, L.D., 1990.
Environment control for animals and plants. St. Joseph, pp 453.
- Anon., 1990.
Technisch Model Varkensvoeding, Informatiemodel.
Proefstation voor de Varkenshouderij, Rosmalen, proefverslag PI .66.
- Faassen, H.G. van, 1992.
Kwantificering van de N-huishouding in diepstrooiselsystemen in varkenstallen. IB-DLO, Haren. pp 19.
- Groenestein, C.M. & H. Montsma, 1992.
Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen. Vleesvarkensstal met diepstrooiselsysteem.
IMAG rapport 92-1004, Wageningen. pp 28.
- Huysman, C.N. et al., 1992.
Onderzoek aan diepstrooiselsystemen op praktijkbedrijven.
Proefstation voor de Varkenshouderij, Rosmalen, proefverslag, verschijnt in 1992,
- Thelosen, J.G.M., 1992.
Mondelinge mededeling.

REEDSEERDERVERSCHENENPROEFVERSLAGEN

PUBLISHED RESEARCH REPORTS

Proefverslag P 1.38

"Wel of niet aanbinden van zeugen in het kraamopfokhok"

Proefverslag P 1.39

"Periodiek werk op zeugenbedrijven, het weekschema en alternatieven"

Proefverslag P 1.40

"Bedrijven met Scharrelvarkens. Een enquête onder bedrijven met scharrelvarkens in 1988"

Proefverslag P 1.41

"Kwaliteitsverschillen bij biggen en vleesvarkens"

Proefverslag P 1.42

"Opfok van gespeende biggen"

Proefverslag P 1.43

"Klimaatnormen voor varkens"

Proefverslag P 1.44

"Kwaliteitsverschillen bij biggen in relatie tot mesterij- en slachresultaten"

Proefverslag P 1.45

"Brijvoeding gespeende biggen"

Proefverslag P 1.46

"Ruwe celstofrijke voeders voor dragende zeugen"

Proefverslag P 1.47

"Toepassing van biobedden in de varkenshouderij"

Proefverslag P 1.48

"Toevoeging van Calprona-P aan biggenvoeders"

Proefverslag P 1.49

"Ontsloten gerst en Borcilac in biggenvoeders"

Proefverslag P 1.50

"De invloed van het aantal zaadcellen per inseminatie op de reproductie-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 driefasenvoeding"

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 K2-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

"Bedrijfscontrole 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"

Proefverslag P 1.70
"Een vergelijking van methoden om het stofgehalte van de lucht in de varkensstallen te vergelijken"

Proefverslag P 1.71
"Onbepaalde voeding van vleesvarkens via een brijbak of via een droogvoerbak met drinkbakjes"

Proefverslag P 1.72
"Invloed van voerstrategie van biggen tijdens de opfok op mesterijresultaten en slachtkwaliteit"

Proefverslag P 1.73
"Metalen driekanroosters in vleesvarkenshokken met bolle vloeruitvoering"

Proefverslag P 1.74
"Zeven interviews: Investeringsbeslissingen door varkenshouders"

Proefverslag P 1.75
"Het effect van twee-fasen-voeding op de technische resultaten van zeugen in vergelijking met één-fase-voeding"

Proefverslag P 1.76
"Kwaliteit van vleesvarkens met een hoog aflevergewicht"

Proefverslag P 1.77
"Mechanische mestscheiders als mogelijke schakel in de mestbewerking op bedrijfsniveau"

Proefverslag P 1.78
"Klauwgezondheid bij varkens"

Proefverslag P 1.79
"De invloed van een graanrijk voer op de mesterijresultaten, slachtkwaliteit en vleeskwaliteit bij vleesvarkens"

Proefverslag P 1.80
"De invloed van gezondheidsstoornissen bij gespeende biggen op de mesterijresultaten en slachtkwaliteit"

Proefverslag P 1.81
"Het effect van de uitvoering van de zeugenbox in het kraamopfokhok op de produktieresultaten van zeugen"

Proefverslag P 1.82
"Het effect van vloertype in het kraamopfokhok op de produktieresultaten van zeugen"

Proefverslag P 1.83
"Vergelijking van 1,0, 1,3 en 1,4 m lengte dichte vloer in kraamopfokhokken"

Proefverslag P 1.84
"Een vergelijking tussen 6 typen kraamopfokhokken aan de hand van technische resultaten van zeugen en de uitval van biggen"

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.