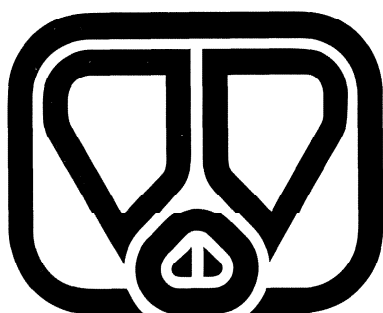


ing. J.J.H. Huijben  
ing. A.I.J. Hoofs

# Vergelijking van grondbuizen en grondwater-unit bij vleesvarkens

*Comparison between  
underground airtubes  
and groundwater  
exchanger for finishing pigs*



**Praktijkonderzoek Varkenshouderij**

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

Proefverslag nummer P 1 .180  
augustus 1997  
ISSN 0922 - 8586

# INHOUDSOPGAVE

	SAMENVATTING	4
	SUMMARY	5
1	INLEIDING	6
2	MATERIAAL EN METHODE	
2.1	Plaats, duur en omvang	
2.2	Proefdieren	
2.3	Afdelingen	
2.4	Systemen warmte-uitwisseling	8
2.5	Klimaatregeling en -instellingen	9
2.6	Waarnemingen	10
3	RESULTATEN	11
3.1	Temperaturen	11
3.2	Luchtopbrengsten	12
3.3	Energieverbruik	12
3.4	Hokbevuiling	13
3.5	Luchtbewegingspatroon, lichtsnelheid en CO <sub>2</sub> -gehalte	14
3.6	Gebruikservaringen	14
4	KOSTENANALYSE	15
5	DISCUSSIE EN CONCLUSIES	17
5.1	Discussie	17
5.2	Conclusies	18
	LITERATUUR	19
	BIJLAGEN	20
	REEDS EERDER VERSCHENEN PROEFVERSLAGEN	23

# SAMENVATTING

In dit onderzoek is het toepassen van grondbuizen vergeleken met het toepassen van een grondwater-unit voor de koeling en de opwarming van ventilatielucht en voor het energiegebruik in vleesvarkensstallen. Daarnaast is een economische analyse gemaakt van de verschillen in investerings- en jaarkosten tussen beide systemen. Het onderzoek is uitgevoerd in twee identieke vleesvarkensafdelingen op het Varkensproefbedrijf "Zuid- en West-Nederland" in Sterksel, in de periode van juni 1994 tot september 1995. In één afdeling werd de lucht aangevoerd via grondbuizen en in de andere afdeling via een grondwater-unit. In beide afdelingen werd de lucht via een luchtkanaal, dat was voorzien van metalen driekant-roosters, de afdeling binnengebracht. De afkoeling en opwarming van de binnenkomende lucht is bij beide systemen waarneembaar, met name bij extreem hoge en lage buitentemperaturen. Op een warme zomerdag kan een afkoeling van 4 tot 8°C worden bereikt. Op een koude winterdag kan een opwarming van 4 tot 10°C plaatsvinden. Beide systemen zorgen ook voor een stabiel klimaat. Zowel de seizoenschommelingen als de schommelingen in het dag-nachtritme van de buitentemperatuur worden sterk verminderd. De warmte-uitwisseling was in dit onderzoek in de grondwater-unit iets hoger dan in de grondbuizen. De reden daarvoor was dat de capaciteit van de

gebruikte grondwater-unit qua maximale luchthoeveelheid groter was dan nodig voor het aantal vleesvarkens waarvoor de installatie gebruikt werd. Het thermisch klimaat was in de afdeling met grondbuizen stabiel dan in de afdeling met de grondwater-unit. Er was geen verschil in hokbevuiling met mest en urine tussen de afdeling met luchtaanvoer via grondbuizen en de afdeling met luchtaanvoer via een grondwater-unit. De totale energiekosten voor ventilatie en verwarming bedroegen in de afdeling met grondbuizen f 10,58 per dierplaats per jaar en in de afdeling met grondwater-unit f 11,60 per dierplaats per jaar. De energiekosten voor de pomp van de grondwater-unit bedroegen f 0,56 per vleesvarkensplaats per jaar. De extra investeringskosten per vleesvarkensplaats bedroegen bij het toepassen van grondbuizen f 160,- en bij het toepassen van een grondwater-unit f 136,-. Omdat grondbuizen over twintig jaar worden afgeschreven en grondwater-units over tien jaar, zijn de jaarkosten per vleesvarkensplaats bij de grondbuizen f 5,25 lager dan bij grondwater-units. Het totaal van de energiekosten en de extra jaarkosten, veroorzaakt door de investering in het warmte-uitwisselingssysteem, is voor de afdeling met grondbuizen f 6,83 per dierplaats lager dan voor de afdeling met de grondwater-unit.

# SUMMARY

In this study underground airtubes were compared with a groundwater exchanger in order to determine the effect of cooling and heating the ventilation air and to estimate the energy consumption in houses for finishing pigs. An economic analysis of the difference in investments- and annual costs in both systems was also made.

The research was carried out in two identical compartments for finishing pigs on the Experiment Farm for Pig Husbandry "South- and West-Netherlands" at Sterksel between June 1994 and September 1995.

In one compartment the air inlet was comprised of underground airtubes, in the other compartment it was a groundwater exchanger. In both compartments the air inlet was an air channel under the central path covered with metal tri-bar slats.

It was possible to measure the cooling down and heating up of the inlet air in both systems, especially at extremely hot or cold temperatures outside. The air could be cooled by 4 to 8°C on a hot summer day. On a cold winter day the air could be heated by 4 to 10°C. Both systems stabilise the climate inside. Both differences between the seasons as between day and night are strongly reduced. The heat exchange occurring with the groundwater exchanger was a little higher than that using the airtubes. This could

have been because the maximum capacity of the groundwater exchanger used was higher than necessary for the number of pigs in the compartment.

The thermic climate in the compartment with airtubes was more stable than that in the compartment with the groundwater exchanger.

Air inlet by airtubes or by a groundwater exchanger did not lead to a difference in pen dirtiness with respect to manure and urine.

The total energy costs for ventilation and heating in the compartment with airtubes were Dfl. 1 058. In the compartment with groundwater exchanger they were Dfl. 1160 per pig place per year. The energy costs per finishing pig place per year of only the pump of the groundwater exchanger were Dfl. 056. The extra investment costs per pig place when airtubes are used were Dfl. 160.-.

When the groundwater exchanger was used they were Dfl. 136.-. Because the airtubes must be renewed every 20 years and the groundwater heat exchanger every 10 years, the annual costs per pig place for the system with airtubes are Dfl. 5.25 lower than for the system with the groundwater exchanger. The total energy costs and extra annual costs in a heat exchanging system, are Dfl. 6.83 per pig place lower for the system with airtubes than for the system with the groundwater exchanger.

# 1 INLEIDING

Door het toepassen van grondbuizen of grondwater-units wordt de binnenkomende ventilatielucht in de winterperiode verwarmd en in de zomerperiode gekoeld. Dit kan enerzijds een energiebesparing opleveren en anderzijds hittestress voorkomen (Backus, 1991; Huijben et al., 1988).

Energiebesparing wordt bereikt door lagere stookkosten in de winter en lagere ventilatiekosten in de zomer. Ook worden grote schommelingen in de dag- en nachttemperatuur van de aangevoerde lucht afgevlakt, waardoor minder snel problemen met de luchtverdeling in de afdeling optreden (Tiedemann, 1991).

Uit onderzoek is gebleken dat hokbevuiling kan worden veroorzaakt door een te hoge ruimtetemperatuur in de afdeling. Wanneer door ongunstige klimaatomstandigheden

ernstige hokbevuiling optreedt, kan de ammoniakemissie vanaf de vloer aanzienlijk zijn (Van 't Klooster et al., 1992). In een vleesvarkenshok met 40% dichte betonnen vloer en 60% betonnen roosters wordt ervan uitgegaan dat ongeveer 70% van de stal-emissie afkomstig is uit de kelder en 30% vanaf de dichte vloer en het rooster (Hoeksma et al., 1992).

Het doel van dit onderzoek is inzicht te verkrijgen in de mogelijke verschillen in koelend en opwarmend vermogen en in het energieverbruik tussen grondwater-units en grondbuizen in vleesvarkensafdelingen. Daarnaast wordt een economische analyse gemaakt van de verschillen in investerings- en jaar-kosten bij toepassing van grondbuizen of grondwater-units.

## 2 MATERIAAL EN METHODE

### 2.1 Plaats, duur en omvang

Het onderzoek is uitgevoerd in twee vleesvarkensafdelingen op het Varkensproefbedrijf "Zuid- en West-Nederland" in Sterksel van juni 1994 tot september 1995. In beide afdelingen zijn vier opeenvolgende ronden gedraaid met in totaal 320 vleesvarkens.

### 2.2 Proefdieren

Het onderzoek is uitgevoerd met borgen en zeugen van de kruisingstypen Krusta-beer x (GY, x NL)zeug en GY<sub>svd</sub>-beer x (Gy, x NL)zeug. De afdelingen werden gelijktijdig opgelegd. Op een gewicht van ongeveer 23 kg zijn de dieren opgelegd in de vleesvarkensafdelingen en op een gemiddeld levend gewicht van ongeveer 109 kg afgeleverd. In beide afdelingen werd het all in-all out systeem toegepast en werd de afdeling na elke ronde gereinigd en ontsmet.

### 2.3 Afdelingen

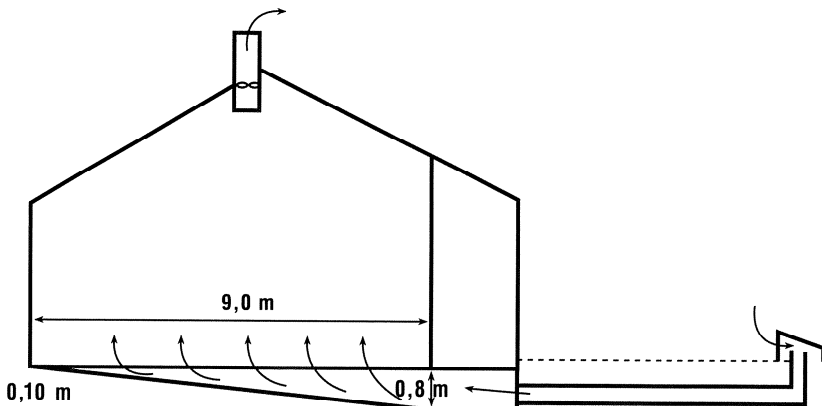
In dit onderzoek zijn een afdeling met lucht-aanvoer via grondbuizen en een afdeling met lucht-aanvoer via een grondwater-unit met elkaar vergeleken. Beide afdelingen bevonden zich in dezelfde stal en werden mechanisch geventileerd. Om onderlinge beïnvloeding tegen te gaan was er een afscheiding in de centrale gang via goed

sluitende draaideuren met tochtprofielen. In de centrale gang vond geen voorverwarming van de ventilatielucht plaats.

#### Afdeling met grondbuizen

Deze afdeling bestond uit een controlegang en een rij van vijf hokken met acht vleesvarkensplaatsen per hok (totaal 40 vleesvarkensplaatsen). De controlegang was 1,20 m breed. Alle hokken waren 1,80 m breed en 3,25 m diep. Vanaf de voergang gezien bestond de vloeruitvoering in de hokken achtereenvolgens uit een smal rooster van 0,65 m, een dichte bolle vloer van 1,30 m en een groot rooster van 1,30 m, inclusief een mestspleet van 0,10 m tegen de achterwand. Het hele roosteroppervlak was uitgevoerd in metalen driekantrooster. De dichte bolle vloer was niet onderkelderd en betegeld met antisliptegels. De hokafscheiding bestond uit traliewerk boven het grote roostergedeelte en voor het overige uit dichte kunststof panelen. Beide mestkanalen hadden een diepte van 40 cm. De mest werd afgevoerd via een rioleringssysteem.

De verse ventilatielucht werd via grondbuizen naar een condensput gebracht (zie figuur 1). Vanuit de condensput kwam de lucht rechtstreeks in een luchtkanaal onder de controlegang. Dit grondkanaal lag bij de deur 0,80 m diep en liep omhoog tot een diepte van 0,10 m aan het einde van de stal. De inlaatopening van het grondkanaal was



Figuur 1: Afdeling met grondbuizen.

berekend op een maximale luchtsnelheid van ruim 1,2 m/s bij maximale ventilatie. Het luchtkanaal was aan de bovenzijde voorzien van metalen driekantroosters. Onder de metalen driekantroosters waren verwarmingsbuizen bevestigd zodat de binnenkomende lucht, indien nodig, opgewarmd kon worden. De ventilator was aan de achterzijde van het middelste hok in de nok geplaatst.

#### Afdeling met grondwater-unit

De inrichting van deze afdeling was hetzelfde als in de afdeling met grondbuizen, met uitzondering van de wijze van koelen en verwarmen van lucht en de afmetingen van de controlegang en het luchtinlaatkanaal (zie figuur 2). De verse ventilatielucht werd in deze afdeling door een grondwater-unit van Nooyen Roosters BV/Cehave NV geleid. De grondwater-unit bevond zich in de buitenmuur van de centrale gang. Het luchtinlaatkanaal onder de controlegang lag bij de afdelingsdeur 1,25 m diep en liep omhoog tot 0,10 m diepte aan het einde van de voergang. Het luchtinlaatkanaal lag in de afdeling met de grondwater-unit dieper dan in de afdeling met grondbuizen, omdat de controlegang in de afdeling met de grondwater-unit 0,80 m breed was en in de afdeling met grondbuizen 1,20 m. Om de luchtsnelheid bij de ingang van het luchtkanaal tussen beide afdelingen gelijk te houden is het luchtkanaal in de afdeling met de gronda-

ter-unit dieper gemaakt. Deze extra diepte aan het begin van het grondkanaal kan geen oorzaak zijn van eventuele verschillen tussen de systemen.

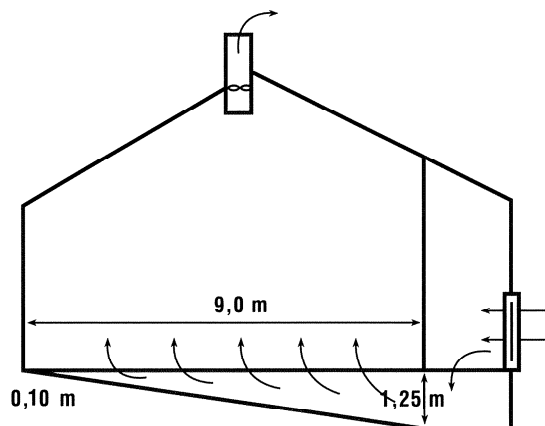
#### 2.4 Systemen warmte-uitwisseling

##### Grondbuizen

De toegepaste grondbuizen waren dichte geribbelde drainagebuizen met een doorsnede van 200 mm en een lengte van 16 meter. De buizen lagen loodrecht op de lengte-as van de stal op een diepte van 1,8 m en 2,2 m, met een onderlinge horizontale afstand van 0,5 m. Het begin van de buizen bevond zich 0,5 m boven de grond onder een afdakje (om inregenen te voorkomen) (zie figuur 1). De grondbuizen lagen vanaf de inlaat onder een helling van 2% naar de stal, om de afvoer van condenswater te garanderen. Per twee vleesvarkensplaatsen was één grondbuis aanwezig (totaal 20 grondbuizen). Er is uitgegaan van een maximale luchtobbrengst van 200 m<sup>3</sup>/uur per grondbuis.

##### Grondwater-unit

De unit (Nooyen Roosters BV/Cehave NV) bestond uit gegalvaniseerde stalen pijpen met een diameter van 1,5 cm en een lengte van 2,00 m, die verticaal naast en achter elkaar waren geplaatst op een onderlinge hart-afstand van 5 cm. Een onderwaterpomp (capaciteit 16 m<sup>3</sup>/uur, 380 V) voerde 4 à 5



Figuur 2: Afdeling met grondwater-unit.

m<sup>3</sup> grondwater per uur aan. Dit water stroomde door de pijpen. Het grondwater werd opgepompt uit een circa 30 m diepe bron en had een gemiddelde temperatuur van 11 °C. De grondwater-unit was 0,8 m breed, 2,0 m hoog en 0,4 m diep. De ventilatielucht stroomde van buiten tussen de pijpen door naar de centrale gang. De besturing van de onderwaterpomp gebeurde automatisch, afhankelijk van de buitentemperatuur. Hiervoor waren twee relais aanwezig, waarbij relais 1 schakelde voor de opwarming van de lucht als de buitentemperatuur lager was dan de ingestelde waarde en relais 2 schakelde voor de afkoeling van de lucht als de buitentemperatuur hoger was dan de ingestelde waarde. Ook de momenten van afslaan van de onderwaterpomp waren via temperatuurknoppen instelbaar. De temperatuurvoeler voor de buitentemperatuur voor de sturing van de grondwater-unit was aan de buitenkant van de unit bevestigd. De grondwater-unit zoals op het Varkensproefbedrijf geïnstalleerd had een capaciteit van 12.000 m<sup>3</sup>lucht/uur. De unit was geïnstalleerd voor twee afdelingen van ieder 40 vleesvarkens, waarvan één afdeling in deze proef was opgenomen.

## 2.5 Klimaatregeling en -instellingen

De instellingen van de klimaatregelaar per afdeling waren voor beide afdelingen als volgt:

Streefwaarde ruimtetemperatuur:

- bij opleg 21°C
- na 60 dagen 19°C

Streefwaarde vloertemperatuur:

- bij opleg 26°C
- na 14 dagen vloerverwarming uit

Streefwaarde ventilatiepercentage gehele ronde:

- minimumventilatie 15 m<sup>3</sup>/dier/uur
- maximumventilatie 65 m<sup>3</sup>/dier/uur
- band breedte 4°C

De instellingen van de grondwater-unit waren voor relais 1 (opwarming) 9°C en 11°C en voor relais 2 (afkoeling) 19°C en 17°C. Dit betekent dat voor relais 1 de pomp liep als de buitentemperatuur onder de 9°C kwam en de pomp afsloeg wanneer de buitentemperatuur boven de 11°C kwam. Voor

relais 2 sloeg de pomp aan als de buitentemperatuur de 19°C overschreed en af wanneer de buitentemperatuur onder de 17°C kwam. Het verschil tussen aanslaan en afslaan van de pomp kan gezien worden als een bandbreedte om steeds aan- en uit-schakelen van de pomp te voorkomen.

## 2.6 Waarnemingen

Temperaturen en ventilatiehoeveelheden

Met behulp van een datalogger werden onderstaande temperaturen, met een interval van 5 minuten, met thermokoppels gedurende het gehele onderzoek vastgelegd:

- temperatuur van de buitenlucht;
- luchttemperatuur aan het uiteinde van de grondbuizen;
- luchttemperatuur direct na de grondwater-unit;
- luchttemperatuur vooraan in het grondkanaal van de afdeling met grondbuizen;
- luchttemperatuur vooraan in het grondkanaal van de afdeling met grondwater-unit;
- luchttemperatuur op dierniveau in het middelste hok in de afdeling met grondbuizen;
- luchttemperatuur op dierniveau in het middelste hok in de afdeling met grondwater-unit.

Het ventilatiedebiet werd gemiddeld één keer per uur gemeten en opgeslagen als daggemiddelde (24 metingen). Het ventilatiedebiet werd bepaald door een meetventilator in de afzuigkoker.

Energieverbruik

Het energieverbruik voor de ligvloer- en ruimteverwarming werd per afdeling bepaald door de warmteafgifte te meten met warmtemeters. Het elektriciteitsverbruik van de ventilator werd per afdeling gemeten met behulp van kWh-meters. Het energieverbruik van de grondwater-unit werd apart gemeten met behulp van een kWh-meter. Alle meterstanden werden een keer per week geregistreerd.

Hokbevuiling

De mate van hokbevuiling met mest en urine werd éénmaal per week vastgelegd in alle hokken. De hokbevuiling is beoordeeld op het smalle rooster, de bolle vloer, het grote rooster en de dieren. De hokbevuiling werd uitgedrukt in een score van 0 tot 5. Score 0



betekende geen bevuilding en score 5 ernstige bevuilding. Bij de beoordeling werd gelet op de grootte en de natheid van de mestplek. De gegevens zijn met behulp van de logistische regressie-analyse met het statistische pakket GENSTAT geanalyseerd, om te onderzoeken of de mate van bevuilding al dan niet aantoonbaar verschillend was tussen de twee luchtinlaatsystemen.

#### Overige waarnemingen

Periodiek is het luchtbewegingspatroon door middel van rookproeven en luchtsnelheidsmetingen vastgelegd. In ronde 2 en 3 (winterperiode) zijn een keer per twee weken CO<sub>2</sub>-bepalingen met Drager-buisjes verricht op dierniveau in de afdelingen (zie bijlage 1).

### 3 RESULTATEN

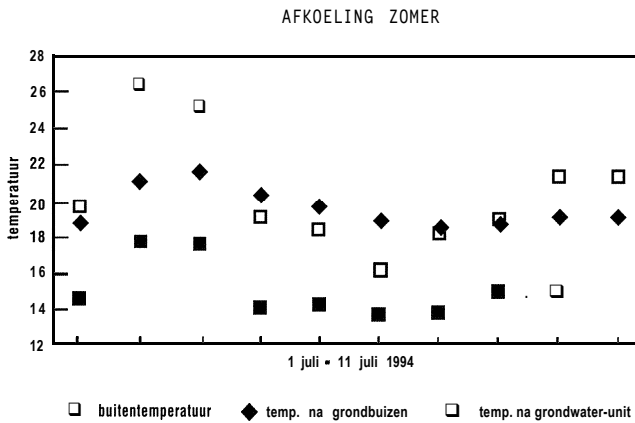
#### 3.1 Temperaturen

In tabel 1 zijn de gemeten temperaturen als ronde-gemiddelden vermeld. Ook is de gemiddelde opwarming of afkoeling van de binnenkomende lucht bepaald door het verschil te berekenen tussen de buitentemperatuur en de temperatuur bij het uiteinde van de grondbuizen of achter de grondwater-unit

Uit tabel 1 blijkt dat het koelend en opwarmend effect van de grondwater-unit groter is dan dat van de grondbuizen. In de ronden 1, 3 en 4 is het verschil in opwarmend en koelend effect tussen beide systemen ook in

dezelfde richting van invloed geweest op de gemiddelde ruimtetemperatuur op dierniveau. In ronde 2 was het opwarmend effect van de grondwater-unit gemiddeld 0,8°C hoger dan bij de grondbuizen. De temperatuur op dierniveau was in de afdeling met de grondwater-unit dan ook 0,5°C lager dan in de afdeling met grondbuizen.

In de figuren 3 en 4 zijn de daggemiddelden van de gemeten temperaturen in de periode van 1 juli tot 11 juli 1994 en in de periode van 1 januari tot en met 11 januari 1995 weergegeven. Deze perioden zijn ter illustratie geselecteerd, omdat gedurende deze dagen hoge of juist lage buitentemperaturen



Figuur 3: Afkoeling tijdens warme periode.

Tabel 1: Gemiddelde buitentemperatuur, temperatuur uiteinde grondbuizen, temperatuur achter grondwater-unit, temperatuur op dierniveau en gemiddelde opwarming/afkoeling per ronde.

Ronde	Metingen van-tot	grondbuizen				grondwater-unit		
		buitentemp. °C	na °C	afd.temp. °C	+/- °C	na °C	afd.temp. °C	+/- °C
1	22-06-94/29-09-94	18,6	18,1	23,7	-0,5	15,0	22,4	-3,6
2	06-10-94/23-01-95	6,3	8,3	20,6	+2,0	9,1	20,1	+2,8
3	24-01-95/29-05-95	8,9	8,8	19,5	-0,1	10,2	20,2	+1,3
4	07-06-95/21-09-95	19,3	18,2	24,6	-1,1	15,7	24,0	-3,6
Gemiddeld ronde 1-4		12,8	12,9	21,9		12,3	21,6	

geregistreerd zijn. Het te verwachten koelend of opwarmend effect is dan het grootst.

Uit figuur 3 blijkt dat het afkoelend effect in de zomer bij de grondwater-unit hoger is dan bij de grondbuizen. Gedurende enkele dagen bleek er bij de grondbuizen zelfs sprake te zijn van opwarming van de ventilatielucht. Ook het opwarmend vermogen van de grondwater-unit in de winter (figuur 4) is hoger dan dat van de grondbuizen. De gemiddelde dagtemperaturen bij het uiteinde van de grondbuizen vertonen minder variatie dan de temperaturen vlak achter de grondwater-unit.

### 3.2 Luchtopbrengsten

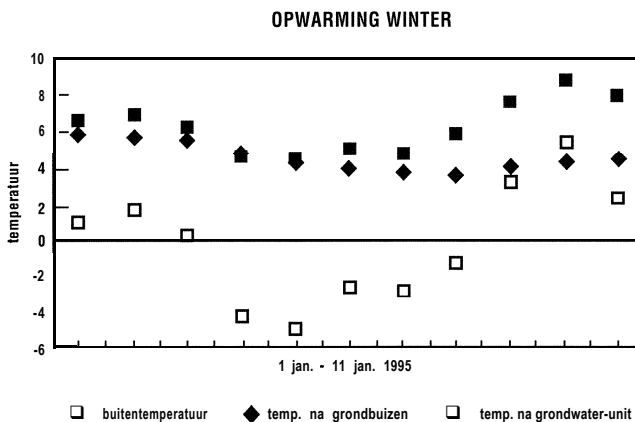
In tabel 2 zijn de gemiddelde ventilatie-debietten per dierplaats per uur per ronde berekend. Als gevolg van een technische

storing zijn de ventilatie-debietten van ronde 2 niet gedurende de gehele periode gemeten en zodoende niet meegenomen in de berekeningen.

Uit deze gegevens blijkt dat de gemiddelde ventilatie-debietten per vleesvarken in de afdeling met de grondwater-unit in ronde 1 en 4 (zomer) lager waren dan bij de grondbuizen. In ronde 3 (winter) is er geen verschil in het ventilatie-debiet tussen beide afdelingen, ondanks het feit dat de gemiddelde temperatuur in de afdeling met de grondwater-unit hoger was dan in de afdeling met grondbuizen, door meer opwarming van de binnenkomende lucht.

### 3.3 Energieverbruik

Het energieverbruik van de ventilator in de periode van oktober 1994 tot en met sep-



Figuur 4: Opwarming tijdens koude periode.

Tabel 2: Gemiddelde ventilatie-debiet per dierplaats per ronde.

Ronde	Data	grondbuizen (m <sup>3</sup> /dier/uur)	grondwater-unit (m <sup>3</sup> /dier/uur)
1	22-06-94/29-09-94	72,5	61,8
3	24-0 1-95/29-05-95	34,7	34,3
4	07-06-95/2 1-09-95	52,7	47,5
Gem. ronde 1, 3 en 4		53,3	47,9

tember 1995 (= één jaar) bedroeg in de afdeling met grondbuizen 750 kWh en in de afdeling met grondwater-unit 675 kWh. Het energieverbruik voor vloer- en ruimteverwarming bedroeg in de afdeling met grondbuizen 3.580 kWh en in de afdeling met grondwater-unit 4.280 kWh. Het energieverbruik van de pomp van de grondwater-unit bedroeg 464 kWh. In tabel 3 zijn de kosten per dierplaats per jaar voor de energie voor ventilatie, verwarming en pomp van de grondwater-unit weergegeven. De standaardnorm voor de maximale luchtverversing bij vleesvarkens is 100 m<sup>3</sup> per uur. In dit onderzoek is de maximale luchtverversing per vleesvarkensplaats als gevolg van koeling van de ventilatielucht en het toepassen van een grondkanaal als luchtinlaat (verdringingssysteem) beperkt tot 65 m<sup>3</sup> lucht per uur. Dit heeft niet tot problemen geleid. Bij de berekening van de kosten per dierplaats voor het energieverbruik van de pomp van de grondwater-unit is uitgegaan van een maximale luchtverversing per vlees-

varken van 80 m<sup>3</sup> per uur. Daarmee is een veiligheidsmarge ingebouwd.

Bij de berekening van de kosten voor het energieverbruik is uitgegaan van een gemiddelde prijs van f 0,18 per kWh voor elektrisch verbruik (KWIN, 1995-1996). De kosten per kWh thermisch verbruik, bij toepassing van indirecte verwarming met gas, bedragen f 0,08. Hierbij is uitgegaan van een totaal rendement van de verwarmingsinstallatie van 70% en een aardgasprijs van f 0,50 per m<sup>3</sup> (KWIN, 1995-1996).

Het totale berekende bedrag aan energieverbruik bij de afdeling met grondbuizen en de afdeling met de grondwater-unit staat in tabel 4 vermeld.

### 3.4 Hokbevuiling

De resultaten met betrekking tot hokbevuiling staan vermeld in bijlage 3. De cijfers tonen aan dat de hokken goed schoon zijn gebleven. Luchtaanvoer via grondbuizen of

Tabel 3: Energieverbruik voor ventilatie en verwarming en het verbruik van de grondwaterpomp (in kWh) en de berekening van de kosten per dierplaats per jaar.

	Energieverbruik ventilatie <sup>a</sup>		Energieverbruik verwarming <sup>b</sup>		Energieverbruik pomp <sup>a</sup>
	grondbuizen	grondwater-unit	grondbuizen	grondwater-unit	grondwater-unit
kWh per jaar	750	675	3.580	4.280	464
kWh/dpl/jr	18,7	16,8	90	107	3,1
Kosten/dpl/jr					
1kWh = f 0,18 <sup>a</sup>	f 3,38	f 3,04			f 0,56
1kWh = f 0,08 <sup>b</sup>			f 7,20	f 8,56	

<sup>a</sup> = elektrisch verbruik

<sup>b</sup> = thermisch verbruik

Tabel 4: Energieverbruik (f/dpl/jr) bij de grondbuizen en de grondwater-unit.

	grondbuizen	grondwater-unit
Energieverbruik ventilatie	f 3,38	f 3,04
Energieverbruik verwarming	f 7,20	f 8,56
Energieverbruik pomp		f 0,56
Kosten/dpl/jr	f 10,58	f 12,16

via een grondwater-unit leidde niet tot een verschil in bevulling met mest en urine van het smalle rooster, de dichte bolle vloer, het grote rooster en de dieren.

### 3.5 Luchtbewegingspatroon, luchtsnelheid en CO<sub>2</sub>-gehalte

De luchtbeweging in beide afdelingen was goed. De voergang vulde zich bij het uitroken langzaam met rook tot aan de hokafscheiding. Daarna zakte de rook langzaam over de hokafscheiding naar de ligruimte van de dieren. Op dierniveau is daarbij een luchtsnelheid gemeten van minimaal 0,10 m/sec tot maximaal 0,20 m/sec. De resultaten van de CO<sub>2</sub>-bepalingen van ronde 2 en 3 staan vermeld in bijlage 1. De gemeten CO<sub>2</sub>-gehalten schommelen tussen de 0,20 en 0,30 volumepercenten. De verschillen in CO<sub>2</sub>-gehalten tussen beide afdelingen zijn klein.

### 3.6 Gebruikservaringen

De toepasbaarheid van een ventilatiesysteem in de praktijk is onder andere afhankelijk van de gebruikersvriendelijkheid. De mate van noodzakelijke (handmatige) verstelling van kleppen of regelaars bepaalt mede de gebruikersvriendelijkheid van een systeem. Zowel bij toepassing van grondbuizen als van grondwater-units zijn de noodzakelijke handelingen beperkt.

Tijdens de looptijd van het onderzoek zijn er geen storingen bij beide systemen waargenomen.

Bij de grondbuizen is controle op afvoer van (condens-)water uit de condensput in war-

me periodes nodig, om te voorkomen dat dit water de luchtdoorlaat belemmert of zelfs verhindert.

De werking van de grondbuizen is duidelijk minder goed wanneer de ligging niet op grondwaterniveau is. Gedurende de looptijd van dit onderzoek was het grondwaterpeil gedurende enkele weken in augustus onder het peil van de grondbuizen. Het koelend effect was toen minder.

Bij de grondwater-unit is storing mogelijk als bij vorst, door welke oorzaak dan ook, de pomp wordt uitgeschakeld. Het water zal stil gaan staan in de wisselaar en snel bevriezen waardoor de buizen zullen springen. Daarom wordt geadviseerd om de temperatuurvoeler van de grondwater-unit op de centrale gang vlak achter de grondwater-unit te plaatsen. Komt er lucht van te lage temperatuur (beneden 0°C) binnen, dan moet het alarm in werking treden. De grondwater-unit dient dagelijks op zijn werking gecontroleerd te worden. Dit kan gebeuren tijdens de normale werkzaamheden.

Door de dierverzorgers is gedurende dit onderzoek gevoelsmatig in de proefafdelingen een betere luchtkwaliteit geconstateerd dan in de andere afdelingen. Waarschijnlijk heeft de lagere ruimtetemperatuur op warme dagen hieraan een positieve bijdrage geleverd. Door de manier van luchtaanvoer en luchtverdeling in de afdeling bleef het afkoelend effect in de warme perioden goed behouden. Dit gold voor beide afdelingen. Een goede luchtaanvoer en luchtverdeling moet daarom als voorwaarde voor het goed functioneren van koeling van lucht worden aangemerkt.

## 4 KOSTENANALYSE

Bij de economische vergelijking van het toepassen van grondbuizen en het toepassen van grondwater-units zijn meegenomen: de extra jaarkosten als gevolg van de extra investeringskosten voor grondbuizen en grondwater-units, en de energiekosten voor ventilatie, verwarming en de pomp bij grondwater-units.

Bij de investering in grondbuizen moet rekening gehouden worden met het afgraven van de grond tot een diepte van ongeveer 2 m over een breedte van ongeveer 16 m. Bij nieuwbouw kan dit op de plaats van de bouwput gebeuren, zodat de buizen onder de onderste putvloer komen te liggen. Bij een bestaande stal zal dit naast het gebouw moeten plaatsvinden. De investeringskosten per grondbuis zijn gesteld op f 400,- inclusief BTW (KWIN 1995-1996). Door iedere grondbuis kan binnen de grenzen van toelaatbare tegendruk maximaal 200 m<sup>3</sup> per uur ventilatielucht worden aangezogen.

Wanneer wordt uitgegaan van een maximale luchtverversing van 80 m<sup>3</sup> per uur per vleesvarken bedragen de extra investeringskosten f 160,- per vleesvarkensplaats.

De investeringskosten voor het toepassen van grondwater-units zijn als volgt.

De kosten voor het boren van één pompput (diameter 4 inch) voor aanvoer en één pompput (diameter 6 inch) voor afvoer van grondwater, met een diepte van 30 meter, inclusief buis, filter en bijkomende kosten bedragen f 6.775,- inclusief BTW. De capaciteit van een dergelijke pomp is voldoende voor vier grondwater-units. De kosten voor het boren van een pompput bedragen dan per grondwater-unit f 1.695,-. De investe-

ringkosten voor een grondwater-unit met een ventilatiecapaciteit van circa 12.000 m<sup>3</sup> per uur bedragen f 14.688,- inclusief BTW (CHV, 1996). Uitgaande van een maximale luchtverversing van 80 m<sup>3</sup> per uur is één unit geschikt voor 150 vleesvarkens. Voor een regelbaar moet f 1.586,- en voor diverse koppelingen f 822,- worden betaald. Beide bedragen zijn inclusief BTW. Voor arbeid moet rekening worden gehouden met een bedrag van f 1.293,- inclusief BTW (CHV, 1996). De totale investeringskosten per varkensplaats zijn: f 1.695,- + f 14.688,- + f 1.586,- + f 822,- + f 1.293,- = f 20.084,- / 150 vleesvarkens = f 134,-, inclusief BTW. De onderhoudskosten voor een grondwater-unit zijn gesteld op 2,0% en de onderhoudskosten voor grondbuizen op 1,2%. De afschrijving van een grondwater-unit is gesteld op 10 jaar en die van grondbuizen op 20 jaar. De kosten voor rente voor beide systemen worden berekend op 7% van het gemiddeld geïnvesteerd vermogen (KWIN 1995- 1996).

In tabel 5 staan de extra investeringskosten en de bijbehorende extra jaarkosten van het toepassen van grondbuizen of grondwater-units vermeld.

De totale energiekosten voor ventilatie, verwarming en de pomp bij toepassing van grondwater-units zijn de bedragen die in hoofdstuk 3 berekend zijn, uitgaande van het gemeten energieverbruik in dit onderzoek. In dit onderzoek was bij beide systemen het aantal vleesvarkens per systeem lager dan de ingebouwde capaciteit. De invloed hiervan op het gemeten energiever-

Tabel 5: Extra investerings- en extra jaarkosten per vleesvarkensplaats per jaar bij toepassing van grondbuizen en grondwater-unit.

	Extra investeringskosten per vleesvarkensplaats	Extra jaarkosten per vleesvarkensplaats
grond buizen	f 160,-	f 15,52
grondwater-unit	f 134,-	f 20,77

bruik voor ventilatie en verwarming kan als nihil beschouwd worden. De energiekosten van de pomp van de grondwater-unit zijn omgerekend naar de maximale capaciteit (150 vleesvarkens).

In tabel 6 staan de energiekosten en de jaarkosten per vleesvarkensplaats als

gevolg van de investeringskosten voor grondbuizen en grondwater-units vermeld.

Het totaal van de energie- en extra jaarkosten per vleesvarkensplaats voor de afdeling met grondbuizen bedraagt f 26,10 en voor de afdeling met de grondwater-unit f 32,93.

Tabel 6: Overzicht energie- en extra jaarkosten per vleesvarkensplaats bij gebruik van grondbuizen of grondwater-units.

	grondbuizen	grondwater-unit
energiekosten	f 10,58	f 12,16
extra jaarkosten	f 15,52	f 20,77
totaal kosten	f 26,10	f 32,93

# 5 DISCUSSIE EN CONCLUSIES

## 5.1 Discussie

### Warmte-uitwisseling

De opwarming en afkoeling van de binnenkomende lucht is bij beide systemen waarneembaar, met name bij extreem hoge en extreem lage buitentemperaturen. Beide systemen zorgen ook voor een stabiel klimaat. Zowel de seizoenschommelingen als de schommelingen in het dag- en nachtritme van de buitentemperatuur worden sterk vermindert. De warmte-uitwisseling bij de grondwater-unit was in dit onderzoek iets hoger dan de warmte-uitwisseling bij de grondbuizen. Daarentegen was het thermisch klimaat in de afdeling met grondbuizen stabielere dan in de afdeling met de grondwater-unit. Reden daarvoor is dat de afdeling met grondbuizen uitgevoerd was met een maximale capaciteit van 4.000 m<sup>3</sup>/lucht/uur voor 40 vleesvarkens (100 m<sup>3</sup>/vleesvarken/uur). De grondwater-unit had een maximale capaciteit van 12.000 m<sup>3</sup>/lucht/uur voor 80 vleesvarkens (150 m<sup>3</sup>/vleesvarken/uur). De standaardnorm voor de maximale luchtverversing bij vleesvarkens is 100 m<sup>3</sup>/uur. In dit onderzoek is de maximale luchtverversing per vleesvarkensplaats, als gevolg van koeling van de ventilatielucht en het toepassen van een grondkanaal als luchtinlaat (verdringingsstelsel), beperkt tot 65 m<sup>3</sup> lucht/uur. De overcapaciteit van de grondwater-unit was dus groter dan die van de grondbuizen. Dat hierdoor bij de grondwater-unit een iets grotere temperatuuruitwisseling kon plaatsvinden, was te verwachten.

De nivellerende werking van de grondbuizen en de grondwater-unit op de binnenkomende luchttemperatuur zal, door het voorkomen van tochtverschijnselen, de gezondheid van de dieren ten goede komen. Door de opwarming van de buitenlucht in koudere perioden en afkoeling in warmere perioden zal de comfortzone van de dieren beter worden gehandhaafd, waardoor de voeropname en daarmee de productie mogelijk worden verbeterd.

### Hokbevuiling

Door de afvlakking van de hoogste en laagste buitentemperaturen zijn de temperatuurschommelingen binnen een etmaal kleiner. Hierdoor is er een positieve invloed van het gebruik van grondbuizen of een grondwater-unit op het klimaat in de stal. Ook heeft aanvoer van ventilatielucht in de afdeling via een grondkanaal geen belangrijke bevuiling van de vloeren en de dieren tot gevolg. Er is geen significant verschil in hokbevuiling tussen de beide afdelingen. Het luchtbewegingspatroon bij deze manier van lucht-aanvoer en -verdeling kenmerkt zich door een lage luchtsnelheid bij de ligruimte van de dieren. Hierdoor wordt van de ligruimte veelvuldig gebruik gemaakt als ligruimte, waardoor het bevuilen ervan tot een minimum wordt beperkt. De mate van hokbevuiling is ook positief beïnvloed door de optimale uitvoering van de hokken met metalen driekantroostervloeren in de mestruimte.

### Economisch

De investeringskosten per vleesvarkensplaats zijn bij het toepassen van grondbuizen f 26,- hoger dan bij het toepassen van grondwater-units. Omdat grondbuizen over 20 jaar worden afgeschreven en grondwater-units over 10 jaar, zijn de jaarkosten per vleesvarkensplaats bij de grondbuizen f 5,25 lager dan bij de grondwater-unit. Het energieverbruik van de ventilator was in de afdeling met grondbuizen iets hoger dan in de afdeling met de grondwater-unit. Dit kan verklaard worden door de hogere weerstand van grondbuizen en door het feit dat de ventilatiehoeveelheden in de zomer in de afdeling met grondbuizen iets hoger waren door een geringere koeling van de lucht. Het energieverbruik voor verwarming (verwarming van de ligplaats en verwarmingslangen onder de roosters van het luchtinlaatkanaal) is in de afdeling met de grondwater-unit hoger dan in de afdeling met grondbuizen. De verklaring hiervoor is dat in dit onderzoek de grondwater-unit in koudere periodes pas in werking trad zodra de bui-



tentemperatuur lager was dan 9°C.

Grondbuizen werken continu.

De totale energiekosten zijn voor de afdeling met de grondwater-unit (inclusief de energiekosten voor de pomp) f 1,58 hoger dan voor de afdeling met grondbuizen. De energiekosten en de jaarkosten gezamenlijk zijn in de afdeling met grondbuizen f 6,83 lager dan in de afdeling met de grondwater-unit. Deze extra kosten zullen goedge maakt moeten worden door de technische resultaten en de diergezondheid. Ook het werken in een beter klimaat mag positief beoordeeld worden.

#### Renovatie

Bij renovatie van stallen zal het niet in alle gevallen mogelijk zijn om luchtaanvoer via grondbuizen toe te passen. De mogelijkheid om de grondbuizen onder de stal aan te leggen voordat met de bouw wordt begonnen vervalt. Dit houdt in dat grondbuizen bij renovatie alleen toepasbaar zijn als er voldoende ruimte naast de stal aanwezig is, die niet druk bereden wordt door (vracht-)auto's. Is die ruimte niet aanwezig, dan kan worden besloten om een grondwater-unit te plaatsen.

**Wettelijke aspecten van grondwatergebruik**  
Op basis van de vergunning voor de Grondwaterwet is het een eis dat het gebruikte water wordt teruggevoerd in dezelfde grondwaterlaag als waaruit het werd opgepompt. Daarbij mag het verschil in temperatuur van het opgepompte en teruggevoerde water niet meer dan 2 à 3°C bedragen, om thermische vervuiling te voorkomen. Niet in alle

gebieden (bijvoorbeeld niet in waterwin-gebieden) is het toegestaan om grondwater voor de opwarming en/of afkoeling van ventilatielucht te gebruiken. In Noord-Brabant geldt een maximumnorm van 10 m<sup>3</sup> per uur. Onder deze norm is geen vergunning nodig. In andere gevallen of andere gebieden geldt een meldingsplicht voor het onttrekken en/of gebruiken van grondwater.

Voor meer informatie hierover wordt verwezen naar Verdoes et al. (1996). In deze publicatie staan de wettelijke aspecten met betrekking tot grondwatergebruik per regio omschreven.

#### 5.2 Conclusies

- De opwarming en afkoeling van de binnenkomende lucht is bij beide systemen waarneembaar, met name bij hoge en lage buitentemperaturen. Beide systemen zorgen ook voor een stabiel klimaat in de afdeling. Door grondbuizen of grondwater-units toe te passen in combinatie met luchtinlaat via een grondkanaal wordt in de zomer de gekoelde lucht die op weg is naar de dieren nauwelijks opgewarmd.
- De jaarkosten per vleesvarkensplaats zijn bij toepassing van grondbuizen f 5,25 lager dan bij toepassing van grondwater-units.
- De energiekosten per dierplaats per jaar voor ventilatie, verwarming en de pomp (bij grondwater-units) zijn bij toepassing van grondbuizen f 1,58 lager dan bij toepassing van een grondwater-unit.

# LITERATUUR

- Backus, G.B.C. 1991. *Economisch perspectief van grondbuizen voor gespeende biggen* Proefstation voor de Varkenshouderij, Rosmalen.
- CHV 1996. *Persoonlijke mededelingen*, Divisie Agrarische Bedrijfsbehoeften.
- Anon. 1989. *Climatization of animal houses*, 2<sup>e</sup> Report of Working Group Commission Internationale du Génie Rural.
- 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, 31: 121-132.
- Huijben, J.J.H., J. Schellekens en H.J.M. Hendriks 1988. *Grondbuisventilatie*. Consultantschap in Algemene Dienst te Wageningen 01-06-1988.
- Kwantitatieve Informatie veehouderij* 1995 1996. Informatie en Kennis Centrum Veehouderij, Ede.
- Klooster, C.E. van 't en J.J.H. Huijben 1991. *Underground airtubes in environmental control in pig houses; energy savings, implications for health and production of pigs and reduction in emissions*, Proceedings CIGR, Pamplona, Spain.
- Tiedemann, H. 1991. *Erdwärmetauscher für Schweineställe*, KTBL-Schrift 340, Darmstadt-Kranichstein.
- Tiedemann, H. 1987. *Besseres Stallklima durch Erdwärmetauscher*; Landtechnik 9, 364 - 373.
- Verdoes, N., M.G. Telle, I.A.A.C. Mouwen, J.H.G. Tuinte, M.G.M. Vrielink en C.E.P. van Brakel 1996. *Klimaatregeling met koude-opslag in varkensstallen*. Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen. Proefverslag P1.161.

# BIJLAGEN

## Bijlage 1: CO<sub>2</sub>-gehalten (in volumeprocenten) op dierniveau

Ronde 2 weeknummer in mestperiode	Grondbuizen 06-10-1994 tot 23-01-1995 CO <sub>2</sub> -gehalte (vol.%)	Grondwater-unit 06-10-1994 tot 23-01-1995 CO <sub>2</sub> -gehalte (vol.%)
1	0,24	0,21
2	0,23	0,22
3	0,19	0,17
4	0,25	0,19
5	0,18	0,16
6	0,15	0,15
7	0,14	0,16

Ronde 3 weeknummer in mestperiode	Grondbuizen 24-01-1995 tot 29-05-1995 CO <sub>2</sub> -gehalte (vol.%)	Grondwater-unit 24-01-1995 tot 29-05-1995 CO <sub>2</sub> -gehalte (vol.%)
1	0,22	0,22
2	0,21	0,24
3	0,20	0,18
4	0,21	0,23
5	0,25	0,20
6	0,17	0,10
7	0,19	0,18

Bijlage 2: Gemiddeld energie-dagverbruik per maand voor ventilatie en verwarming en de grondwaterpomp (in kWh per dag).

soort afdeling	Energieverbruik ventilatie <sup>a</sup>		Energieverbruik verwarming <sup>b</sup>		Energieverbruik pomp <sup>a</sup>
	grondbuizen	grondwater-unit	grondbuizen	grondwater-unit	grondwater-unit
okt 1994	1,7	1,1			0,2
nov 1994	2,1	1,4			0,8
dec 1994	1,3	1,0	0,0	0,2	2,1
jan 1995	1,3	1,1	1,6	0,2	2,3
feb 1995	1,0	1,8	3,8	2,0	2,1
mrt 1995	1,5	1,2	4,2	5,5	2,1
apr 1995	1,9	1,9	0,0	0,5	1,2
mei 1995	2,5	2,0	0,0	0,0	1,0
juni 1995	2,5	2,4	1,0	2,0	0,5
juli 1995	3,0	2,4	0,0	1,0	1,6
aug 1995	3,0	3,3	0,0	0,0	1,3
sept 1995	2,9	2,4	0,0	0,0	0,1
okt 1995			0,2	1,0	
nov 1995			2,1	3,0	

<sup>a</sup> = elektrisch verbruik

<sup>b</sup> = thermisch verbruik

Bijlage 3: Mate en ernst van hokbevuiling (uitgedrukt als percentage van het aantal waarnemingen).

	Afdeling met grondbuisventilatie	Afdeling met grondwater-unit	Significantie <sup>1</sup>
<i>rooster voor</i>			
Score 0	98,5	99,2	n.s.
Score 1	15,	0,8	
Score 2	---	---	
<i>bolle vloer</i>			
Score 0	79,2	80,8	n.s.
Score 1	19,0	17,0	
Score 2	18,	22,	
Score 3	---	---	
<i>rooster achter</i>			
Score 0	34,9	34,3	n.s.
Score 1	41,3	43,0	
Score 2	16,4	15,5	
Score 3	52,	68,	
Score 4	22,	0,4	
<i>dier</i>			
Score 0	90,3	90,2	n.s.
Score 1	89,	8,3	
Score 2	08,	1,5	
Score 3	---	---	

<sup>1</sup> Significantie: n.s. = niet significant ( $p < 0,10$ )

# REEDS EERDER VERSCHENEN PROEFVERSLAGEN

## Proefverslag P1. 147

*Economische evaluatie van het voeren van natte bijproducten aan vleesvarkens.* C.E.P. van Brakel, Scholten, R.H.J. en Backus, G.B.C., april 1996.

## Proefverslag Pl. 148

*Aanzuren van vleesvarkensmest met organische zuren.* J.G.L. Hendriks en Vrieling, M.G.M., mei 1996.

## Proefverslag Pl. 149

*Zware vleesvarkens en luchtgedroogde ham.* J.H. Huiskes, Binnendijk G.P. en Trig, P.H. van, juni 1996.

## Proefverslag Pl. 150

*Microbieel aanzuren van vleesvarkensmest.* J.G.L. Hendriks en Vrieling, M.G.M., juni 1996.

## Proefverslag P1.151

*Onbepaalde wateropname van dragende zeugen in groepshuisvesting.* H.M. Vermeer, Peet-Schwering, C.M.C. van der en Wilt, F.J. van der, juli 1996.

## Proefverslag P1.152

*Gedoseerde wa terverstreking aan individueel gehuisveste dragende zeugen.* C.M.C. van der Peet-Schwering, Voermans, M.P. en Vermeer, H.M., augustus 1996.

## Proefverslag Pl. 153

*Automatisch geregelde na tuurlijke ven tila tie bij vleesvarkens.* I.A.A.C. Mouwen, Geurts, P.J.W.M., Binnendijk, G.P. en Brakel, C.E.P. van, augustus 1996.

## Proefverslag P1. 154

*Effect van vloeruitvoering op hokbevuiling en ammoniakemissie bij vleesvarkens.* E.R. ter Elst-Wahle en Brok, G.M. den, augustus 1996.

## Proefverslag P1. 155

*Effect van mestkoeling op de ammoniakemissie uit een vleesvarkensstal.* G.M. den Brok en Verdoes, N., augustus 1996.

## Proefverslag P1. 156

*Het effect van tarweras op de technische*

*resultaten, de slachtkwaliteit, de gezondheid en de mestsamenvatting van vleesvarkens.* R.H.J. Scholten, Plagge, J.G. en Peet-Schwering, C.M.C. van der, augustus 1996.

## Proefverslag P1. 157

*Aardappelwit (Protamyl® PF en Protastar®) in voer voor gespeende biggen,* J.G. Plagge en Peet-Schwering, C.M.C. van der, september 1996.

## Proefverslag P1. 158

*Het grupstalsysteem voor gustedragende zeugen in relatie tot ammoniakemissie.* M.P. Voermans en Hendriks, J.G.L., september 1996.

## Proefverslag Pl. 159

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

## Proefverslag P1. 160

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

## Proefverslag Pl. 161

*Klimaatregeling met koude-opslag in vleesvarkensstallen.* N. Verdoes, Telle, M.G., Mouwen, I.A.A.C., Tuinte, J.H.G., Vrieling, M.G.M. en Brakel, C.E.P. van, oktober 1996.

## Proefverslag Pl. 162

*Rota tiekruising in de Nederlandse varkenshouderij. Deel 1: zeugenhouderij.* F.C.A.M. Broeders, Vesseur, P.C., Kanis, E. en Vonk M.C., oktober 1996.

## Proefverslag P1.163

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

## Proefverslag P1. 164

*Invloed van huisvestingssysteem op arbeid en arbeidsomstandigheden bij dragende zeugen.* P.F.M.M. Roelofs en Sande-Schellekens, A.L.P. van de, november 1996.

- Proefverslag P1. 165  
*Structuurrijke grondstoffen in het mengvoer van vleesvarkens.* R.H.J. Scholten, Brok, G.M. den en Binnendijk, G.P., december 1996.
- Proefverslag P1. 166  
*Desinfectie van bedrijfsvreemd materiaal door blootstelling aan UV-C.* P.F.M.M. Roelofs, december 1996.
- Proefverslag Pl. 167  
*Herstructurering intensieve veehouderij in het zuidelijk zandgebied.* J.H.A.N. Adams; Backus, G.B.C., Helming, J.F.M., Vermeer, A.W. en Zeijts, H. van, december 1996.
- Proefverslag P1. 168  
*Bloedplasma en bloedcellen in voer voor gespeende biggen.* C.M.C. van der Peet-Schwering, Binnendijk, G.P., januari 1997.
- Proefverslag Pl. 169  
*Ammoniakemissie en kosten van een aantal huisvestingssystemen.* G.M. den Brok, Vrielink, M.G.M., Beurskens-Voermans, M.P. en Brakel, C.E.P. van, februari 1997
- Proefverslag Pl. 170  
*Huisvesting van varkens in één hok van geboorte tot slacht.* H.M. Vermeer, Plagge, J.G., Binnendijk, G.P. en Backus, G.B.C., februari 1997.
- Proefverslag Pl. 171  
*Vergelijking van vier bedrijfssystemen voor guste en drachtige zeugen.* G.B.C. Backus, Vermeer, H.M., Roelofs, P.F.M.M., Vesseur, P.C., Adams, J.H.A.N., Binnendijk, G.P., Smeets, J.J.J., Peet-Schwering, C.M.C. van der en Wilt, F.J. van der, april 1997.
- Proefverslag P1. 172  
*Euralclar mestspoel- en mestbehandelings-systeem.* J.P.B.F. van Gastel, Verdoes, N. en Beurskens-Voermans, M.P., april 1997.
- Proefverslag Pl. 173  
*Welzijn van varkens: van verzorgingsvoorschriften naar verzorgingsmaa tregelen.* H. M. Vermeer, Ekkel, E.D., Groot, J.S.M. de, Klooster, C.E. van 't, Peet, G.F.V. van der en Swinkels, J.W.G.M., april 1997.
- Proefverslag P1. 174  
*Het verstrekken van startvoer aan gespeende biggen vanaf 18 kg lichaamsgewicht,* D.J.P.H. van de Loo, Beurskens-Voermans, M.P. en Hoofs, A.I.J., april 1997.
- Proefverslag Pl. 175  
*Het los bijvoeren van gemalen tarwe aan gespeende biggen,* R.H.J. Scholten en Binnendijk, G.P., april 1997.
- Proefverslag P1. 176  
*Effect van multifasenvoeding op de ammoniakemissie uit vleesvarkensstallen.* C.M.C. van der Peet-Schwering, Beurskens-Voermans, M.P. en Verdoes, N., mei 1997.
- Proefverslag P1. 177  
*Het voeren van gemalen en geplette tarwe aan vleesvarkens.* C.M.C. van der Peet-Schwering, Plagge, J.G. en Scholten, R.H.J., juni 1997.
- Proefverslag P1. 178  
*Vermindering van de ammoniakemissie door een chemische luchtwasser* M.G.M. Vrielink, Verdoes, N. en Gastel, J.P.B.F. van, juli 1997.
- Proefverslag Pl. 179  
*Het los bijvoeren van geplette of gestructureerde tarwe aan vleesvarkens.* R. H. J . Scholten, Plagge J.G. en Peet-Schwering C.M.C. van der, juli 1997.
- Exemplaren van proefverslagen kunnen worden verkregen door f 25,- per verslag (m.u.v. Pl. 117, deze kost f 50,-) over te maken op Postbanknummer 51.73.462 ten name van het Proefstation voor de Varkenshouderij, Lunerkampweg 7, 5245 NB ROSMALEN, onder vermelding van het gewenste verslagnummer. Buitenlandse abonnees betalen f 30,- per P 1-verslag (dit is inclusief verzendkosten) én f 15,- administratiekosten per bestelling (m.u.v. Pl. 117, deze kost f 75,-). Ook bestaat de mogelijkheid een abonnement te nemen op de proefverslagen voor f 300,- per jaar. Buitenlandse abonnees betalen f 375,- per jaar.