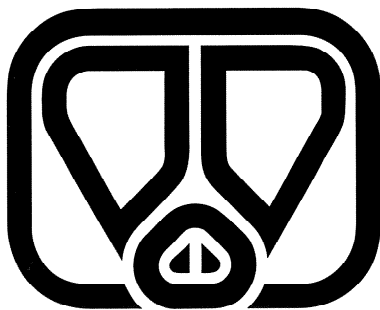


ing. G.M. den Brok
ir. N. Verdoes

Effect van mestkoeling op de ammoniakemissie uit een vleesvarkensstal

*The effect of manure
cooling on the ammonia
emission from a fattening
pig house*



Praktijkonderzoek Varkenshouderij

Locatie:
Proefstation voor de
Varkenshouderij
Lunerkampweg 7
5245 NB Rosmalen
tel: 073 - 528 65 55

Proefverslag nummer P 1.155
augustus 1996
ISSN 0922 - 8586

INHOUDSOPGAVE

	SAMENVATTING	4
	SUMMARY	6
1	INLEIDING	8
2	AMMONIAKEMISSION BIJ MAXIMALE KOELING	9
2.1	Materiaal en methode	9
2.1.1	Beschrijving afdeling	9
2.1.2	Koelsysteem	9
2.1.3	Klimaat	10
2.1.4	Proefdieren	10
2.1.5	Voeding en drinkwaterverstrekking	10
2.1.6	Verzameling en verwerking van de gegevens	10
2.2	Resultaten	11
2.2.1	Technisch functioneren	11
2.2.2	Ammoniakemissie	11
2.2.3	Mesttemperatuur	12
2.3	Discussie	12
2.3.1	Hokuitvoering	12
2.3.2	Mesttemperatuur en ammoniakemissie	13
2.3.3	Economische beschouwing	13
2.3.4	Betekenis voor de praktijk	14
2.4	Conclusies	14
3	RELATIE MESTTEMPERATUUR EN AMMONIAKEMISSION	15
3.1	Materiaal en methode	15
3.1.1	Beschrijving afdelingen	15
3.1.2	Aanpassing koelsysteem	15
3.1.3	Klimaat	16
3.1.4	Proefdieren	16
3.1.5	Voeding en drinkwaterverstrekking	16
3.1.6	Verzameling en verwerking van de gegevens	17
3.2	Resultaten	17
3.2.1	Ammoniakemissie	17
3.2.2	Mesttemperatuur	18
3.3	Discussie en conclusies	20
	LITERATUUR	22
	BIJLAGEN	23
	REEDSEERDERVERSCHENENPROEFVERSLAGEN	27

SAMENVATTING

Naast andere factoren, zoals ammoniakconcentratie en zuurgraad, heeft de temperatuur invloed op de ammoniakemissie uit mest. Daarbij is niet alleen de omgevingstemperatuur van invloed: ook de mesttemperatuur is bepalend. In koude mest verlopen de omzettingen, zoals de vorming van ammoniak, veel trager. Omdat de ammoniakvervluchtiging uitsluitend aan het mestoppervlak plaatsvindt, is met name de temperatuur van de toplaag van de mest bepalend voor de hoogte van de ammoniakemissie.

R & R Systems uit Boekel ontwikkelde in samenwerking met het Praktijkonderzoek Varkenshouderij een mestkoelsysteem dat de toplaag van de mest met behulp van grondwater koelt.

Op het Proefstation voor de Varkenshouderij te Rosmalen heeft in de periode maart 1994 tot en met februari 1996 onderzoek naar dit zogenaamde koeldekstelsysteem plaatsgevonden bij vleesvarkens.

Het systeem bestaat uit kunststof lamellen van 14 cm breed en 1 cm dik, die op een onderlinge afstand van 10 - 15 cm en onder een hoek van 60° in de bovenlaag van de mest drijven. Vanuit een waterbron wordt grondwater met een temperatuur van 10 - 12°C door de lamellen gepompt en vervolgens weer in de grond teruggebracht via een tweede bron. De toplaag van de mest koelt daardoor af tot beneden de 15°C. De ammoniakemissie vanuit de mestkelder zal daardoor afnemen.

Het onderzoek dat in dit rapport wordt beschreven omvat twee deelonderzoeken:

Deelonderzoek I

Dit onderzoek had als doel het vaststellen van de praktische gebruikswaarde van het mestkoelsysteem en de invloed van het systeem op de ammoniakemissie bij vleesvarkens. Na technische aanpassingen aan het systeem is in een vleesvarkensafdeling gedurende twee opeenvolgende mestronden de ammoniakemissie vastgesteld bij maximale koeling. De totale hokoppervlakte per dier was 0,7 m², waarvan 0,5 m² was onderkelderd. De totale putoppervlakte werd ge-

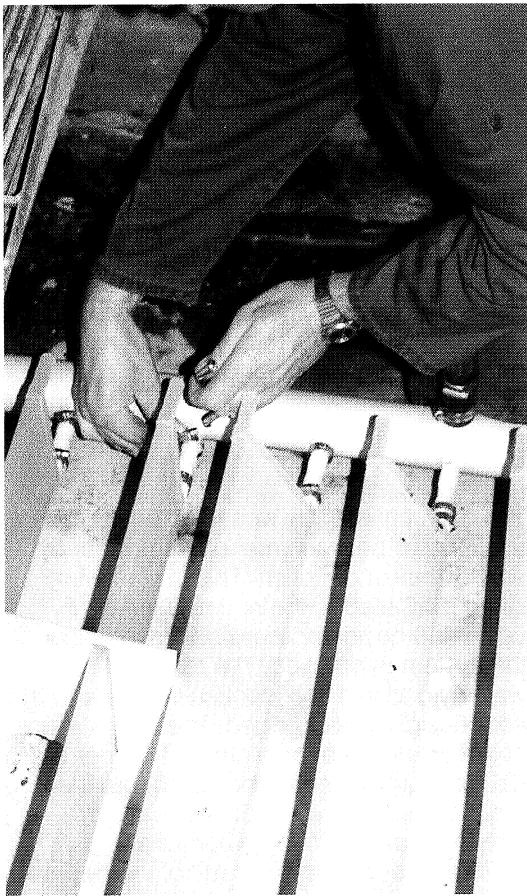
koeld (koeloppervlak 170% van mestoppervlak). De hokuitvoering was redelijk optimaal; de roosters waren van driekant metaal en achter het grote rooster achter in het hok was er een mestspeet van 10 cm. De dichte vloer was gedeeltelijk onderkelderd.

De gemiddelde ammoniakemissie van twee opeenvolgende mestronden bedroeg 1,4 kg per vleesvarkensplaats per jaar bij een gemiddelde mesttemperatuur tussen de lamellen van 13°C. Vanwege een kelderdiepte van 0,45 m en slechts één afvoerpunt per mestkanaal ontstond na verloop van tijd mestophoping tussen de lamellen. Dit had een negatief effect op de warmte-uitwisseling en uiteindelijk op de emissie.

Deelonderzoek II

Het doel van dit deelonderzoek was om de relatie tussen mesttemperatuur en ammoniakemissie te bepalen. Deze relatie is van belang vanwege kostenoptimalisatie en controlemogelijkheden in de praktijk. De proefafdeling werd opgesplitst in twee identieke afdelingen. De totale hokoppervlakte per dier bleef 0,7 m² (waarvan 0,3 m² dicht was uitgevoerd), maar de putoppervlakte per dier was teruggebracht tot 0,4 m². Uitsluitend het brede mestkanaal (0,28 m² per dierplaats) werd gekoeld. Het koeloppervlak bedroeg netto 135% van het mestoppervlak in het brede mestkanaal. In de ene afdeling werd maximaal gekoeld en in de andere afdeling was de temperatuur van het koelwater regelbaar, waarbij de ingestelde watertemperatuur varieerde tussen 13 en 17°C.

Door omstandigheden is gedurende drie opeenvolgende ronden slechts een beperkte periode de ammoniakemissie in beide afdelingen gemeten. Daardoor is het niet mogelijk om verantwoord uitspraken te doen over de relatie tussen mesttemperatuur en ammoniakemissie. De ammoniakemissie in de afdeling met gestuurde mestkoeling (watertemperatuur in meetperiode gemiddeld 16°C) was gemiddelde 21% hoger dan in de afdeling met maximale koeling (345 gram per dier per dag ten opzichte van 285 gram per dier per dag).



Bron: R & R Systems
Installatie van het koeldekstelsysteem

Economische beschouwing

De verlaging van de ammoniakemissie bij toepassing van het koeldekstelsysteem ten opzichte van de norm van 2,5 kg ammoniakemissie per dierplaats per jaar bij halfroostervloeren is voor een deel het gevolg van de hokuitvoering. In de economische berekening is daarom het gebruik van metalen driekantroosters opgenomen. Uitgaande van nieuwbouw van een vleesvarkensstal voor 1.840 dieren (Van Brakel, 1996) bedraagt de extra investering f 94,99 per dierplaats. Inclusief energie en onderhoud bedragen de totale jaarkosten f 17,86 per dierplaats. Per afgeleverd vleesvarken is dit f 5,91.

Conclusies

Uit de resultaten blijkt dat het R & R-koeldekstelsysteem bij een emitterend mestoppervlak van 0,5 m² per dier en een koeloppervlak van 170% en in combinatie met metalen driekantroosters voldoet aan de Groen Label-norm van 1,5 kg ammoniak per dierplaats per jaar. Een goede mestafvoer en een kelderdiepte van minimaal 50 - 60 cm zal mestophoping tussen de lamellen voorkomen. Het koeldekstelsysteem is tegen relatief geringe kosten bij nieuwbouw of in bestaande stallen inpasbaar en is vrij eenvoudig uit te breiden.

SUMMARY

Besides other factors, such as ammonium concentration and the pH of manure, temperature contributes to the ammonia emission from manure. Both the ambient temperature, and the manure temperature are relevant factors. If the temperature of manure is low, the conversion to ammonium will occur slowly. The temperature of the top layer of the manure is important, since ammonia emission only takes place on the manure surface. R & R Systems (Boekel, the Netherlands) developed a manure cooling system to cool down the top layer of manure using ground water, together with the Research Institute for Pig Husbandry.

Research into this cooling system has been conducted in a room for fattening pigs at the Research Institute for Pig Husbandry at Rosmalen, in the period between March 1994 and February 1996.

The manure cooling system is a laminated frame that floats in the top layer of the manure. The cooling elements are 14 cm wide and 1 cm thick. The distance between two elements is 10-15 cm and these float at an angle of 60° in the manure. Ground water (10 - 12°C) from a well is pumped through the elements and directed back into the ground using another well. The top layer of the manure is cooled to below 15°C and should result in decreased the ammonia emission. This report describes two studies:

Study I:

The aim was to establish the practical effect of the manure cooling system and its influence on ammonia emission in a room for fattening pigs. After technical improvements to the cooling system, the ammonia emission in a room for fattening pigs was registered during two consecutive fattening periods. The total surface of the pen was 0.7 m² per pig of which 0.5 m² was emitting surface (manure Channel). The total emitting surface in the pit was cooled down (cooling surface was 170% of the surface of the pit). The grower pen design was optimized: metal tri-bar slats were used and there was a slit (10 cm) behind the slatted floor at the back of the pen.

The average ammonia emission of two fattening periods was 1.4 kg per pig place per year. The average manure temperature between two cooling elements was 13°C. Because the manure pit had a depth of 45 cm and only one discharge per Channel, manure piled up between the laminated frame during the fattening period, which had negative consequences on heat exchange and as a result on the ammonia emission.

Study II:

The aim of this study was to establish the relationship between manure temperature and ammonia emission. This is of interest since it will lead to the optimization of (investment) costs and possibilities to check the system in practice. The research room was divided into two identical rooms and the floor design was changed. The total surface of the grower pen remained 0.7 m² per pig (0.3 m² solid floor was included), but the emitting surface was reduced to 0.4 m². Only the manure in the broad channel (0.28 m² per pig) at the back of the pen was placed in contact with the cooling system. The cooling surface was 135% of the surface of the broad Channel. In one of the rooms the manure was maximally cooled. In the other room it was possible to regulate the water temperature and during the research period the temperature varied between 13 and 17°C.

The ammonia emission in both rooms was registered for a short period during three consecutive fattening periods. Therefore it was not possible to draw conclusions on the relationship between manure temperature and ammonia emission. In the room in which water temperature was adjusted to 16°C, the average ammonia emission was 21% higher to that in the other room (345 g/pig/day compared to 285 g/pig/day).

Economic evaluation

The reduction in ammonia emission achieved in the first study was not only caused by the cooling system, but also by the pen

design. Therefore the use of metal slatts was taken into account in the economic evaluation. In a stable for 1,840 fattening pigs (Van Brakel, 1996), the extra investment costs are *f* 95.- per pig place. The total costs per year per pig place are *f* 17.86 when including energy costs and maintenance. This is *f* 5.91 per pig.

Conclusions

The manure cooling system as described in the first study (cooling surface 170% and

emitting manure surface of 0.5 m² per pig place), combined with metal tri-bar slats, reduces the ammonia emission below the Green Label norm of 1.5 kg per pig place and year. A proper sewer pipe system and a minimal depth of the manure pit of 50 - 60 cm is necessary to prevent the manure from piling up between the cooling elements. The cooling system of R&R Systems can be very easily used in new stables or in renovated old stables at relatively low costs and it is very easy to expand the system.

1 INLEIDING

De temperatuur in een afdeling is van invloed op de ammoniakemissie. Bovendien wordt bij hogere temperaturen meer geventileerd, wat indirect ook leidt tot een hogere ammoniakemissie. Door koeling van de ventilatielucht, bijvoorbeeld door toepassing van grondbuizen of een thermo-unit (koeling met grondwater) is een beperkte reductie van de ammoniakemissie mogelijk (Mouwen en Hoofs, 1996). In stallen met een rioleringsstelsel in het mestkanaal wordt de mest meestal vaker en vollediger afgevoerd dan in stallen met slechts één afvoerpunt per mestkanaal. De hoeveelheid achterblijvende mest is daardoor geringer, waardoor de mesttemperatuur sneller zal reageren op veranderingen in de afdelingstemperatuur (Thelosen et al., 1993). Bij hoge temperaturen verlopen de omzettingen in de mest sneller.

Daarnaast is in koude mest de Konstante van Henry lager (Helvoort, 1988). Hierdoor ontstaat een verschuiving van ammoniak in gasvormige fase naar ammoniak in vloeibare fase. Verdoes (1990) meldt dat de mesttemperatuur in een diepe mestkelder over het algemeen lager is dan in een ondiepe mestkelder, maar door de grotere luchtbeweging (putventilatie) zal de emissie niet afnemen.

R & R Systems uit Boekel ontwikkelde in samenwerking met het Praktijkonderzoek Varkenshouderij een stelsel om de mest op een eenvoudige manier te koelen. Omdat de ammoniakemissie uitsluitend aan het mestoppervlak plaatsvindt, is het stelsel zodanig

geconstrueerd dat uitsluitend de bovenlaag van de mest gekoeld wordt.

Het onderzoek dat in dit verslag wordt beschreven bestond uit twee deelonderzoeken. Het eerste deelonderzoek, dat in hoofdstuk 2 wordt beschreven, had als doel het vaststellen van de praktische gebruikswaarde van het mestkoelstelsel, toegepast in een afdeling voor vleesvarkens, en de invloed hiervan op de ammoniakemissie. Dit deelonderzoek, dat heeft plaatsgevonden in de periode maart 1994 tot en met februari 1995, is onder te verdelen in twee fasen. Een experimentele periode van enkele maanden (fase 1), waarbij het stelsel technisch geoptimaliseerd werd, is voorafgegaan aan het onderzoek naar het effect van maximale koeling met grondwater op de ammoniakemissie gedurende twee opeenvolgende mestcycli (fase 2).

Het tweede deelonderzoek, beschreven in hoofdstuk 3, had als doel het bepalen van de relatie tussen mesttemperatuur en ammoniakemissie en omvatte de periode maart 1995 tot en met februari 1996. Inzicht in deze relatie is van belang vanwege kostenoptimalisatie en controlemogelijkheden in de praktijk. Beide deelonderzoeken hebben plaatsgevonden op het Proefstation voor de Varkenshouderij. Fase 2 uit het eerste deelonderzoek en het tweede deelonderzoek zijn mede gefinancierd door SPOM (Stimuleringsregeling Praktijkgerichte Oplossingen Milieuproblematiek).

2 AMMONIAKEMISSION BIJ MAXIMALE KOELING

2.1 Materiaal en methode

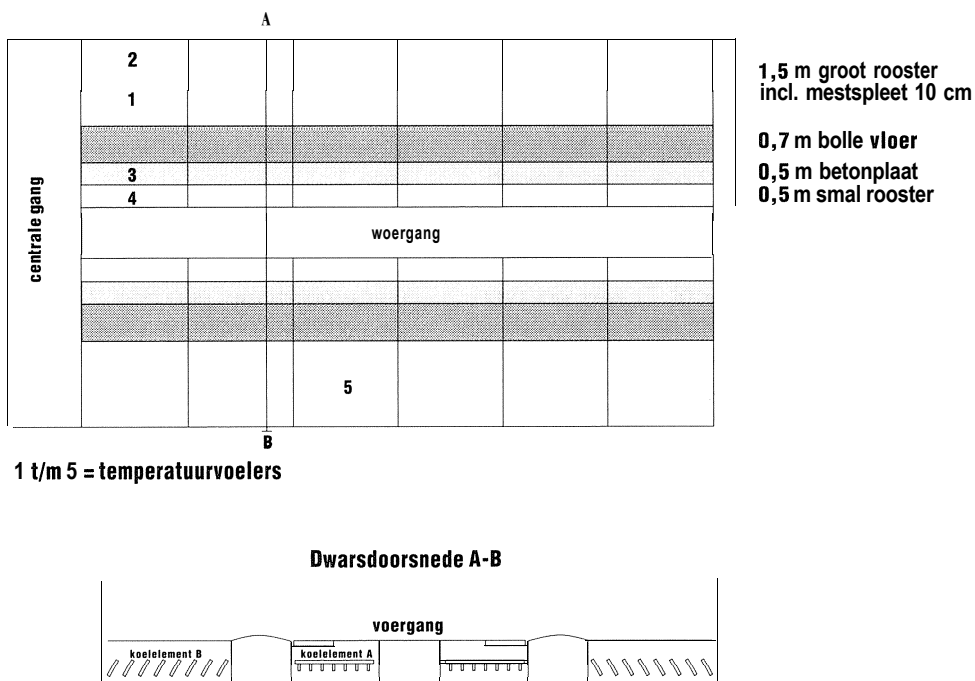
2.1.1 Beschrijving afdeling

De afdeling bestond uit twaalf hokken voor elk negen dieren. Elk hok was 2,0 m breed en 3,2 m diep. Vanaf de voergang gezien was elk hok als volgt uitgevoerd (figuur 1): een smalle roostervloer van 0,5 m, een hellend betonelement van 0,5 m, een bolle dichte vloer van 0,7 m en vervolgens een grote roostervloer van 1,4 m, met daarachter een mestspleet van 10 cm langs de achterwand. Alleen het bolle vloergedeelte was niet onderkelderd. De totale netto hokoppervlakte per dier was 0,7 m², waarvan 0,27 m² bestond uit dichte vloer. De kelderdiepte was 0,45 m en per kanaal was één afvoerpunt aanwezig. Per rij van zes hokken stonden de mestkanalen via een dwarskanaaltje onder de bolle vloer met elkaar in verbinding. Alle roosters waren van driekant metaal met een balk- en spleetbreedte van respectievelijk 10 en 12 mm.

2.1.2 Koelsysteem

In de experimentele periode (fase 1) lagen horizontaal in alle mestkanalen holle platen van ± 1 cm dikte, waar koud water doorheen werd geleid. De constructie en de keuze van het materiaal waren zodanig dat de koelementen, indien gevuld met water, juist onder het mestniveau bleven drijven. Aan de onderzijde van de platen waren stroken van 10 cm breedte gelast, om een stabiel geheel te krijgen en een goede mestafvoer te waarborgen (koelement A, figuur 1). Daardoor werd tevens voorkomen dat de platen bij het afdalen van de mest geheel tot op de bodem zouden zakken. De platen waren volgens het Tichelmann-principe (Gieling et al., 1995) aangesloten tussen de aan- en afvoerleiding. Vanwege de beperkte hoeveelheid koelwater werd gekozen voor een koelunit (freon).

In onderzoeksfase 2 waren de koelplaten in het brede mestkanaal vervangen door drijvende holle lamellen van 14 cm breed. De



Figuur 1: Plattegrond vleesvarkensafdeling met mestkoeling (fase 2)

lamellen waren op een onderlinge afstand van 10 - 15 cm en onder een hoek van 60° in een raamwerk geplaatst en aan de uiteinden met elkaar verbonden (koelement B, figuur 1). Het totale koeloppervlak, gedefinieerd als de som van de oppervlakte van beide zijden van de koelementen ten opzichte van de oppervlakte van de mestkelder, bedroeg 170%. Zowel de vlakke platen als de lamellen waren vervaardigd van polypropyleen. Voor de koeling van mest werd in deze fase gebruik gemaakt van twee grondwaterbronnen. Het opgepompte grondwater uit de eerste bron werd na gebruik via een tweede bron weer teruggepompt in de grond. Er is gebruik gemaakt van een centrifugaalpomp met een vermogen van 1,5 kW. De pomp was continu in werking: er was geen besturingssysteem aanwezig. De watertoevoer kon worden gesmoord via één kraan per mestkanaal.

2.1.3 Klimaat

In de afdeling werd plafondventilatie toegepast (mineraalwol met geperforeerde damwandplaten). Via de centrale gang, waar de lucht eventueel kon worden voorverwarmd, kwam de lucht boven het ventilatieplafond. In de afdeling waren twee ventilatoren aanwezig met elk een maximale capaciteit van 5.700 m³/uur. De regeling was zodanig ingesteld, dat ventilator 1 continu draaide. Zodra de ventilatiebehoefte groter was dan 5.700 m³/uur werd ventilator 2 ook ingeschakeld en draaiden beide ventilatoren minimaal voor 50%.

Langs de afdelingsmuren waren verwarmingsbuizen aangebracht. Er was vloerverwarming aanwezig in het bolle vloergedeelte. Bij opleg werd een afdelingstemperatuur nagestreefd van 24°C, dalend naar 21°C één week na opleg. Vanaf één week tot zeven weken na opleg daalde de streeftemperatuur naar 19°C, daarna tot het einde van de mestperiode naar 18°C. De instelling van de minimum- en maximumventilatie was respectievelijk 15 en 80 m³/dier/uur. De bandbreedte was 3°C en de thermo-neutrale zone was de eerste zeven weken 1°C, daarna 2°C.

2.1.4 Proefdieren

In het onderzoek zijn vleesvarkens opgelegd met een GY, beer als vader en een rotatie-

kruisingszeug, een combinatie van NL, GY, en FL, als moeder. De varkens zijn gemengd naar sekse opgelegd bij een gewicht van gemiddeld 24 kg en geleverd op een levend eindgewicht van gemiddeld 109 kg. De varkens zijn in beide mestronden in twee keer afgeleverd.

2.1.5 Voeding en drinkwaterverstrekking
De varkens werden gevoerd via brijbakken. In ronde 1 is startkorrel gevoerd met 1,06 EW en 176 gr ruw eiwit per kg voer en vleesvarkenskorrel met 1,03 EW en 165 gr ruw eiwit per kg voer. In ronde 2 is na startkorrel vleesvarkenskorrel gevoerd met 1,09 EW en 162 gr ruw eiwit per kg voer en vleesvarkenskorrel met 1,06 EW en 153 gr ruw eiwit per kg voer. Drinkwater stond onbeperkt ter beschikking via een drinknippel in de brijbak.

2.1.6 Verzameling en verwerking van de gegevens

Technisch functioneren

Tijdens het onderzoek zijn alle bijzonderheden met betrekking tot het technisch functioneren van het koelsysteem vastgelegd in een logboek.

Technische resultaten

Er is geen direct effect van mestkoeling op de technische resultaten te verwachten. De technische resultaten worden vermeld in bijlage 1

Ammoniakemissie

De ammoniakemissie is tijdens fase 2 continu gemeten met een B&K 1302 monitor. In de ventilatiekokers was een meetventilator aangebracht om de totale ventilatiehoeveelheid vast te leggen. De ammoniakmetingen zijn uitgevoerd volgens het protocol van de meetploeg van het Praktijkonderzoek Varkenshouderij (Van 't Klooster et al., 1992). Op basis van ammoniakconcentratie en ventilatiedebiet is de gemiddelde ammoniakemissie (g/dag) bepaald. Daggemiddelden van minder dan vijf waarnemingen werden buiten beschouwing gelaten. De emissie per dag is per ronde omgerekend naar een ammoniakemissie uitgedrukt in kg per dierplaats per jaar. Daarbij is rekening gehouden met een bezettingsgraad van 90%. Er is

niet gecorrigeerd voor de ammoniakconcentratie van de buitenlucht. De ammoniak-emissie is tot het einde van elke mestrunde gemeten.

Mesttemperatuur

De mesttemperatuur is continu gemeten met behulp van vijf temperatuurvoelers die gekoppeld waren aan een data-taker. Elk half uur zijn de gemeten waarden vastgelegd. In figuur 1 is aangegeven waar de temperatuurvoelers waren aangebracht. Meetpunt 1 was 5 - 10 cm onder de lamellen, de meetpunten 2 en 5 midden tussen twee lamellen in het achterste kanaal en de meetpunten 3 en 4 respectievelijk direct boven de koelplaat en 5 - 10 cm onder de koelplaat in het voorste mestkanaal.

2.2 Resultaten

2.2.1 Technisch functioneren

Fase 1

Verondersteld werd dat toepassing van vlakke platen, behalve voor een goede verdeling van het koeloppervlak, zou kunnen zorgen voor een (gedeeltelijke) afdekking van de mest, hetgeen een extra emissiereductie zou betekenen. Bij beperkte mestophoping op de plaat werd verondersteld dat deze ging kantelen, waarna de overtollige mest eraf zou schuiven. Al vrij snel bleek echter dat veel vaste mest op de koelplaten achterbleef. Dit gebeurde met name in het brede mestkanaal. Daar waar door de dieren het meest werd gemest, ontstond ophoping van dikke mest op de plaat. De laagdikte van de mest varieerde van 5 tot 22 cm. In het smalle mestkanaal lag op de koelplaten een laag

mest met een dikte van 2 tot 7 cm.

Door het gewicht van de mest zakten de platen naar beneden. Mede door de isolerende laag van de dikke mest op de platen was het effect van de koeling minimaal. Bij het mestaflaten moest voorkomen worden dat het mestniveau onder 10 - 12 cm zakte. De koelplaten zouden dan boven de mest uitsteken en hadden dan nog te weinig effect. Om de genoemde problemen te voorkomen is besloten om de dichte platen in het brede mestkanaal te vervangen door lamellen. In het smalle kanaal werden de vlakke platen gehandhaafd.

Fase 2

Bij het toepassen van lamellen kwam mestophoping in met name de eerste heft van de mestperiode bijna niet voor. Door de combinatie van een ondiepe mestkelder, een minder optimale mestafvoer (slechts één afvoerpunt per kanaal) en het feit dat gestreefd werd naar een mestniveau van minimaal 10 cm, werd het droge-stofgehalte van de achterblijvende mest gedurende de ronde steeds hoger. Aan het einde van de mestperiode kwam plaatselijk mestophoping voor tussen de lamellen. Het mestaflaten verliep daardoor moeizamer.

Eén week na opleg van ronde 1 is de koelunit vanwege de beperkte koelcapaciteit vervangen door koeling met grondwater. Het koelsysteem heeft gedurende deze fase technisch goed gefunctioneerd.

2.2.2 Ammoniakemissie

In tabel 1 staan de gemiddelde resultaten van de emissiemetingen gedurende fase 2 weergegeven. Door storing of onderhoud

Tabel 1: Ammoniakemissie uit de afdeling voor vleesvarkens met mestkoeling.

	ronde 1 (30-06-'94 / 17-10-'94)	ronde 2 (19-1 o-'94 / 14-02-'95)
Afdelingstemperatuur (°C)	22,3	19,6
Buitentemperatuur (°C)	16,6	6,5
Ventilatie-debiet (m ³ /uur)	7.365	4.114'
NH ₃ -concentratie (mg/m ³)	2,50	5,35
NH ₃ -emissie (gr/dag)	409,70	524,2
NH ₃ -emissie (kg/dierplaats/jaar)	1,25	1,59

aan de meetapparatuur zijn in ronde 1 tussen dag 63 en dag 79 na opleg geen meetcijfers beschikbaar. In ronde 2 is om deze reden twee dagen niet gemeten. In bijlage 2 is de ammoniakemissie van beide ronden grafisch weergegeven.

Normaal is de emissie in de zomerperiode hoger dan in de winterperiode omdat er dan meer kans is op hokbevuiling en hogere mesttemperaturen. Van hokbevuiling is echter geen sprake geweest, ook niet in de extreem warme periode van de eerste ronde. Door koeling van de mest is de invloed van de afdelingstemperatuur op de mesttemperatuur ook minimaal. De seizoeninvloed is dus beperkt. De NH_3 -concentratie in de stallucht was in ronde 2 beduidend hoger dan in ronde 1. Dit was deels een gevolg van een lager ventilatiedebiet. Een andere mogelijke reden kan zijn dat door een toenemend droge- stofgehalte van de mest in combinatie met mestophoping tot boven de lamellen de toplaag minder optimaal gekoeld werd.

22.3 Mesttemperatuur

In tabel 2 zijn de gemiddelde mesttemperaturen en de standaardafwijking per meetpunt gedurende ronde 1 en 2 van fase 2 weergegeven.

In beide mestronden is bij de meetpunten 1 en 4 de hoogste gemiddelde temperatuur gemeten. Dit is te verklaren uit het feit dat deze temperatuurvoelers 5 - 10 cm onder de koelelementen waren bevestigd, terwijl de andere voelers tussen de lamellen of

direct boven de koelplaat aangebracht waren. In het verloop van de mesttemperatuur was geen dagritme waarneembaar. In ronde 2 is bij alle meetpunten gemiddeld een iets lagere temperatuur gemeten met een kleinere standaardafwijking. Een mogelijke verklaring is de continue lagere afdelingstemperatuur in ronde 2 (gemiddeld $22,3^\circ\text{C}$ in ronde 1, tegenover $19,6^\circ\text{C}$ in ronde 2), met als gevolg een constantere mesttemperatuur. Door mestophoping tot soms boven de lamellen kan de mesttemperatuur van de toplaag toch hoger uitvallen, ondanks een lagere temperatuur tussen de lamellen. De temperatuur van de toplaag is bepalend voor de emissie.

2.3 Discussie

2.3.1 Hokuitvoering

Het onderzoek is uitgevoerd in een afdeling met een redelijk optimale hokvorm en vloeruitvoering. Door de smalle en diepe hokvorm wordt voornamelijk achter in het hok gemest. Door de positie van de dichte vloer en het gebruik van metalen driekantroosters met daarachter een mestspleet van 10 cm blijft hokbevuiling tot een minimum beperkt. Een en ander heeft bijgedragen tot de bereikte reductie van de ammoniakemissie. Ten aanzien van de putuitvoering is een verbetering mogelijk door toepassing van een rioleringssysteem, zodat een betere mestafvoer mogelijk is en mestophoping tussen de lamellen wordt voorkomen. Door het achterwege laten van de verbinding tussen het smalle en het brede mestkanaal zal praktisch alle mest in het brede kanaal opgesla-

Tabel 2: Gemiddelde mesttemperatuur gedurende twee ronden in de afdeling voor vleesvarkens met mestkoeling.

Meetpunt	Ronde 1		Ronde 2	
	Mesttemperatuur ($^\circ\text{C}$)	STD*	Mesttemperatuur ($^\circ\text{C}$)	STD*
1	14,9	0,8	14,0	0,6
2	13,6	0,8	13,1	0,5
3	12,9	0,3	12,4	0,2
4	15,6	0,6	14,3	0,4
5	12,6	0,6	12,2	0,4

* STD = Standaardafwijking van het uurgemiddelde

gen worden en zal in het smalle kanaal nauwelijks mest terecht komen. Verdere verkleining van het mestoppervlak is mogelijk door onderkeldering van uitsluitend de rooster-vloer, hetgeen een verdere verlaging van de ammoniakemissie tot gevolg kan hebben. Het is mogelijk dat door deze aanpassingen een koelsysteem in het smalle mestkanaal achterwege kan blijven. In het tweede deel-onderzoek wordt aan deze aspecten aandacht besteed.

2.3.2 Mesttemperatuur en ammoniakemissie

In ronde 1 en 2 is tussen de lamellen (meetpunt 2,3 en 5) een gemiddelde mesttemperatuur gemeten van ongeveer 13°C. Direct onder de mestspleet komt de meeste mest in de kelder terecht. De mesttemperatuur van de toplaag onder de mestspleet ligt constant een stuk hoger (18 - 20°C). Onder de mestspleet is de afstand tussen de laatste lamel en de kelderwand ongeveer 25 - 30 cm. Bij de verdeling van de lamellen zou meer rekening gehouden moeten worden met het mestgedrag van de dieren, door de koellamellen dichter bij elkaar te plaatsen, daar waar meer gemest wordt.

De mesttemperatuur in een vergelijkbare afdeling met ondiepe kelders zonder mestkoeling is sterk afhankelijk van de afdelingstemperatuur en schommelt tussen de 18 en 24°C.

De gemiddelde ammoniakemissie van ronde 1 en 2 is $(1,25 + 1,59) / 2 = 1,42$ kg per dierplaats per jaar (niet gecorrigeerd voor de achtergrondconcentratie). Inmiddels is aan het R & R-koeldekstelsel voor de categorie vleesvarkens een Groen Label-certificaat toegekend. De emissiewaarde is vastgesteld op 1,4 kg NH₃ per varkensplaats per jaar.

Bij vleesvarkens, traditioneel gehuisvest in hokken met gedeeltelijk rooster (beton), wordt uitgegaan van een gemiddelde ammoniakemissie van 2,5 kg per varkensplaats per jaar. Ongeveer 70% van de totale ammoniakemissie vindt plaats vanuit de mestkelder en 30% emitteert vanaf de bevuilde vloer en bevuilde dieren (Hoeksma et al., 1992). Dat betekent dat vanuit de mestkelder ongeveer 1,75 kg NH₃ per dierplaats per jaar zal emitteren. Als wordt aangenomen dat bij een optimale hokuitvoering de ammoniakemissie vanaf de vloer nihil is, dan moet de emissie vanuit de mestkelder met min-

stens 15% verlaagd worden om de Groen Label-norm van 1,5 kg per dierplaats per jaar te bereiken. Onder de proefomstandigheden was de gemiddelde mesttemperatuur tussen de lamellen (meetpunt 2,3 en 5) ongeveer 13°C, waarmee een gemiddelde emissiewaarde van 1,4 kg per dierplaats per jaar is bereikt. Het is mogelijk dat bij een verdere optimalisatie van de hokuitvoering (uitsluitend mestopslag onder de roosters en rioleringssysteem) en een betere verdeling van de koellamellen het niveau van 1,5 kg per dier al bereikt kan worden bij een minder lage mesttemperatuur.

Met het model van Monteny et al. (1996) kan in theorie de relatie tussen mesttemperatuur en ammoniakemissie vastgesteld worden. In hoeverre deze theoretische benadering ook onder praktijkomstandigheden geldt kan door vervolgonderzoek, waarbij de ammoniakemissie wordt bepaald bij verschillende mesttemperaturen, worden vastgesteld. Een en ander kan meer inzicht geven in de relatie tussen mesttemperatuur en ammoniakemissie. Wanneer er een verband is aan te geven, kan onder praktijkomstandigheden de gemeten mesttemperatuur dienen als controlemogelijkheid op de werking van het systeem. Een en ander zou mogelijk ook de kosten kunnen drukken.

2.3.3 Economische beschouwing

De resultaten van het koeldekstelsel in de afdeling voor vleesvarkens zijn voor een deel afhankelijk van de hokuitvoering. Het koeldekstelsel moet daarom worden toegepast in combinatie met metalen driekant-roosters. De kosten van het koeldekstelsel zijn afhankelijk van de bedrijfsgrootte. Naast de koelelementen in de mestkelder is een basis-unit nodig. Deze basis-unit bestaat uit twee grondwaterbronnen, besturing inclusief een registratie- en beveiligingssysteem en een deel van de aan- en afvoerleidingen. De besturing kan handmatig of volledig geautomatiseerd zijn.

Bij de berekening van de kosten is uitgegaan van een vleesvarkensstal (nieuwbouw) voor 1.840 dieren (Van Brakel, 1996). Er is daarbij uitgegaan van een afschrijving in 10 jaar, een rentepercentage van 7% van het gemiddelde geïnvesteerde vermogen en 1% onderhoud, met uitzondering van het onderhoudspercentage van 2% voor meta-

len driekanroosters (Van Brakel, 1996). De totale extra investering bestaat uit het koelsysteem inclusief volledig geautomatiseerde basisunit (f 121.000,-), installatiekosten (f 8.250,-) en de extra investeringskosten van metalen roosters ten opzichte van betonnen roosters (f 45.540,-). Per dierplaats is dit een extra investering van f 94,99. De vaste jaarkosten per dierplaats per jaar zijn f 14,03. Daarnaast zijn er nog variabele kosten, bestaande uit een onderhoudscontract à f 0,40 per dierplaats per jaar en de energiekosten voor de pomp à f 3,43 per dierplaats per jaar. De totale jaarkosten zijn f 17,86 per dierplaats. Bij een omzetsnelheid van 3,02 (KWIN, 1994) is dit f 5,91 per afgeleverd vleesvarken.

2.3.4 Betekenis voor de praktijk

Door toepassing van het R & R-koeldekstelsysteem in vleesvarkensstallen kan de ammoniakemissie tegen relatief geringe extra kosten worden verminderd tot een gemiddelde van 1,4 kg per dierplaats per jaar. Doordat het koeldekstelsysteem van R & R uit losse koelelementen bestaat is het zeer eenvoudig in elke bestaande stal in te bouwen en is uitbreiding eenvoudig uitvoerbaar.

De genoemde emissiewaarde is in het onderzoek onder bepaalde omstandigheden bereikt, namelijk in combinatie met het gebruik van metalen roosters, een putoppervlakte per dier van 0,5 m² en een oppervlak van de lamellen van 170% van het mestoppervlak. Om het koeldekstelsysteem in de praktijk op het functioneren te kunnen controleren zijn een aantal extra voorzieningen nodig. Naast een besturingssysteem, dat de wateraan- en afvoer per afdeling regelt, is een lekdetectie nodig. Bij lekkages moet het systeem direct worden uitgeschakeld om mogelijke indringing van mest in het koelcircuit te voorkomen. TNO Milieu, Energie en Procesinnovatie heeft het koelsysteem beoordeeld op praktisch functioneren en is tot de conclusie gekomen dat het grondwater niet verontreinigd zal worden bij lekkages in het systeem (TNO, 1996). Omdat de grond-

watertemperatuur volgens wettelijke voorschriften met niet meer dan 3°C mag stijgen voordat het weer in de grond wordt teruggepompt, is registratie van de watertemperatuur noodzakelijk. Registratie van de mesttemperatuur is noodzakelijk als controlemogelijkheid op de werking van het systeem.

De Grondwaterwet regelt het onttrekken en het weer in de bodem brengen van grondwater. Iedere provincie heeft daarbij een eigen grondwaterverordening. Relatief kleinschalige projecten waarbij onttrokken grondwater weer wordt teruggebracht in de bodem, zoals mestkoelen, zullen meestal soepel benaderd worden. Overleg vooraf met de provincie is noodzakelijk.

2.4 Conclusies

- Koelen van mest met behulp van het R & R-koeldekstelsysteem leidt tot een reductie van de ammoniakemissie. In een afdeling voor vleesvarkens met gedeeltelijk rooster en mestkanalen voorzien van metalen driekanroosters is gedurende twee opeenvolgende mestcycli een gemiddelde ammoniakemissie behaald van 1,4 kg per dierplaats per jaar (Groen Label-norm is 1,5 kg per dierplaats per jaar).
- De gemiddelde mesttemperatuur tussen de lamellen was tijdens het onderzoek ongeveer 13°C.
- Door de combinatie van een ondiepe mestkelder (45 cm) en slechts één mestafvoerpunt per kanaal, ontstond tegen het einde van de mestperiode enige mestophoping tussen de lamellen.
- Het koelsysteem is in elke bestaande stal inpasbaar en is vrij eenvoudig uit te breiden. De kosten van het systeem, inclusief de vereiste stalaanpassingen, bedragen f 5,91 per afgeleverd vleesvarken.

Naar aanleiding van de behaalde resultaten is vervolgonderzoek gestart, waarbij de relatie tussen de mesttemperatuur en ammoniakemissie nader is onderzocht.

3 RELATIE MESTTEMPERATUUR EN AMMONIAKEMISSION

3.1 Materiaal en methode

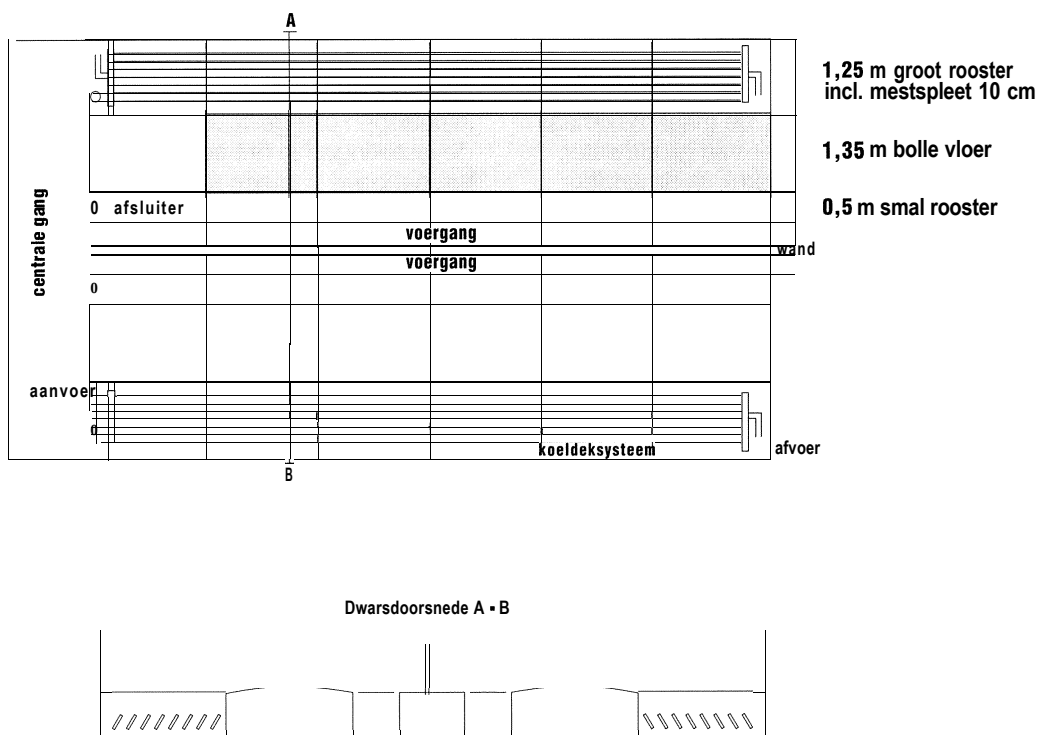
3.1.1 Beschrijving afdelingen

Voor dit deelonderzoek is de afdeling door middel van het plaatsen van een kunststof scheidingswand in het midden over de lengte van de voergang verdeeld in twee identieke afdelingen voor elk 54 dieren. In elk hok van 2,0 x 3,2 m werd de vloeruitvoering aangepast, zodat deze er als volgt uitzag (figuur 2): een smalle roostervloer van 0,5 m, een bolle vloer van 1,35 m en vervolgens een grote roostervloer van 1,15 m met daarachter een mestspleet van 10 cm langs de achterwand. De bolle vloer was niet onderkelderd. Beide mestkanalen waren voorzien van elk één afvoerpunt en stonden niet meer met elkaar in verbinding. Alle roosters waren

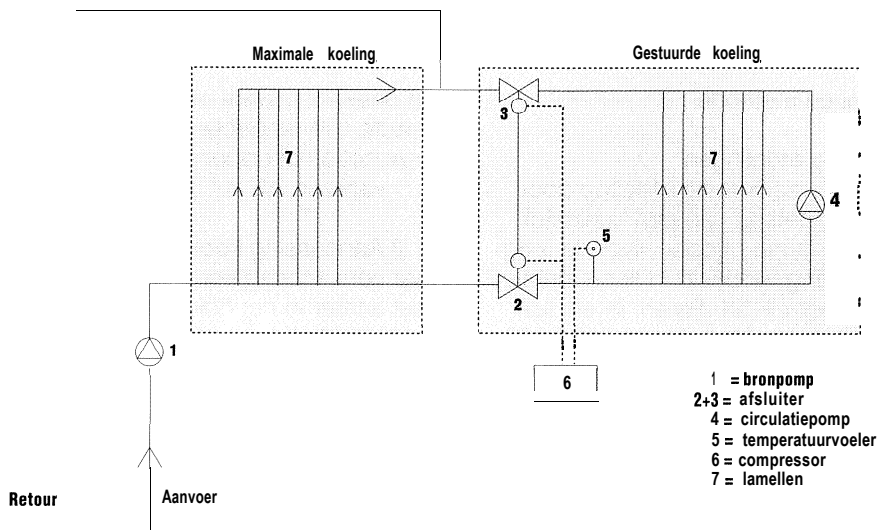
van driekant metaal met een balk- en spleetbreedte van respectievelijk 10 en 12 mm. De totale netto hokoppervlakte bleef 0,7 m² per dier, waarvan 0,3 m² dicht was uitgevoerd.

3.1.2 Aanpassing koelsysteem

Naar verwachting komt 90 - 95% van alle mest achter in het hok terecht. Doordat beide mestkanalen na aanpassing niet meer gekoppeld waren, werd in het smalle kanaal weinig mest verwacht. In het smalle kanaal blijft na reiniging van de afdeling water staan. Daardoor zal de concentratie en daarmee de emissie van ammoniak vanuit dit kanaal beperkt blijven. Er is daarom alleen in het brede mestkanaal in beide afdelingen een koeldekstelsysteem aangebracht. Het brede kanaal bevatte zes lamellen. Het



Figuur 2: Plattegrond van twee vleesvarkensafdelingen met mestkoeling



Figuur 3: Schematische weergave met het R & R-koeldekstelsel gedurende deelonderzoek II.

koeloppervlak bedroeg 135% van de oppervlakte van het mestkanaal.

In de ene afdeling werd de mest maximaal gekoeld (continu toevoer van grondwater, zonder besturingssysteem). In de andere afdeling was een driewegklep in het systeem aangebracht, zodat de mogelijkheid aanwezig was om het opgepompte grondwater geheel of gedeeltelijk te laten recirculeren. Door dit recirculatie-systeem was het mogelijk om de watertemperatuur in de aanvoerleiding in te stellen. De mesttemperatuur was vervolgens regelbaar door het instellen van een hogere of een lagere watertemperatuur. Figuur 3 is een schematische weergave van het koelsysteem in beide afdelingen.

3.1.3 Klimaat

Doordat de bestaande afdeling in de lengte werd voorzien van een scheidingswand ontstonden twee afdelingen met elk één ventilator met een maximale capaciteit van 5.700 m³/uur.

Bij opleg werd een afdelingstemperatuur nagestreefd van 23°C, dalend naar 19°C één week na opleg. Vanaf één week tot 10 weken na opleg daalde de streef temperatuur naar 15°C. De instelling van de minimumventilatie in week 1 was 25%, daarna

30%. De maximumventilatie was ingesteld op 100%. De bandbreedte was 3°C en de thermoneutrale zone was 2,5°C. De klimaatinstellingen zijn gewijzigd ten opzichte van de instellingen in het eerste deelonderzoek, ten behoeve van een ander onderzoek dat betrekking had op klimaat.

3.1.4 Proefdieren

In het onderzoek zijn vleesvarkens opgelegd met een GY, beer als vader en een rotatiekruisingszeug, bestaande uit een combinatie van rassen (NL, GY, en FL), als moeder. De varkens zijn per afdeling gescheiden naar sekse opgelegd. In beide afdelingen zijn de varkens opgelegd bij een gewicht van gemiddeld 26,5 kg en geleverd op een levend eindgewicht van gemiddeld 111 kg.

3.1.5 Voeding en drinkwaterverstrekking

De varkens werden gevoerd via brijbakken. Tot vier weken na opleg is startkorrel gevoerd met 1,06 EW en 176 gr ruw eiwit per kg voer. Daarna is vleesvarkenskorrel gevoerd met 1,09 EW en 162 gr ruw eiwit per kg voer en vanaf negen weken na opleg vleesvarkenskorrel met 1,06 EW en 153 gr ruw eiwit per kg voer. Drinkwater stond onbeperkt ter beschikking via een drinknippel in de brijbak.

3.1.6 Verzameling en verwerking van de gegevens

Ammoniakemissie

De ammoniakemissie is in beide afdelingen gedurende drie mestronden (maart '95 - februari '96) continu gemeten volgens het protocol zoals omschreven in paragraaf 2.1.6. Op basis van ammoniakconcentratie en ventilatiedebiet is de gemiddelde ammoniakemissie (g/dag) bepaald. Daarbij is geen rekening gehouden met een bezettingsgraad en er is niet gecorrigeerd voor de ammoniakconcentratie van de buitenlucht.

Mesttemperatuur

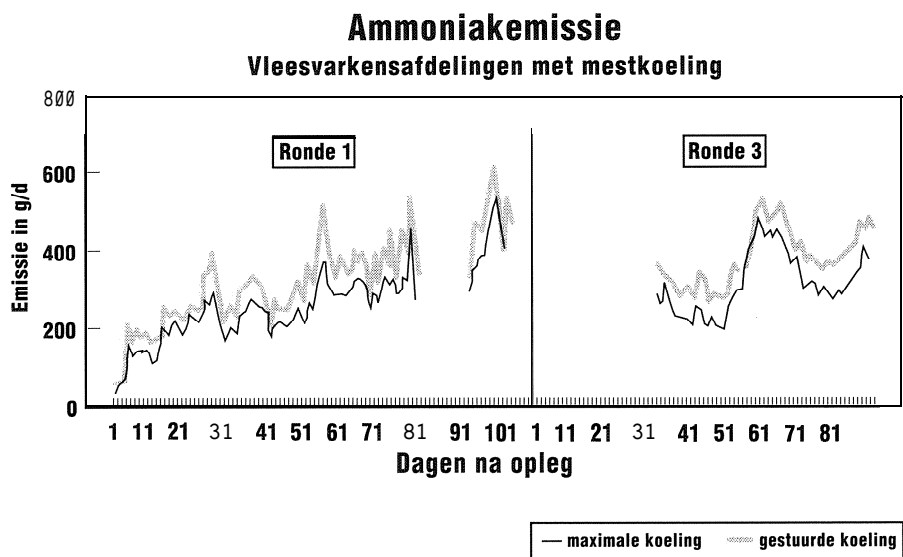
De mesttemperatuur in het brede kanaal van beide afdelingen is continu gemeten met behulp van twee temperatuurvoelers die gekoppeld waren aan een data-taker. De voelers waren onder het tweede hok tussen de lamellen bevestigd. Elk half uur zijn de gemeten waarden vastgelegd. Uit de meetwaarden zijn daggemiddelden berekend die vervolgens zijn uitgezet in een grafiek. Daarnaast zijn wekelijks handmatig in hok 1, 3 en 5 van elke afdeling temperatuurmetingen verricht op 5 - 10 cm onder het mestni-

veau, om inzicht te verkrijgen in mogelijke variaties in mesttemperatuur in een mestkanaal. Op de volgende plaatsen in het hok werden metingen verricht: één meting midden in het smalle mestkanaal, één in het brede mestkanaal op 10 cm vanaf de bolle vloer, één in het midden van het mestkanaal, 20 cm vanaf de achterwand en vanaf ronde 2 ook één onder de mestspleet. Per ronde zijn hieruit gemiddelde mesttemperaturen berekend.

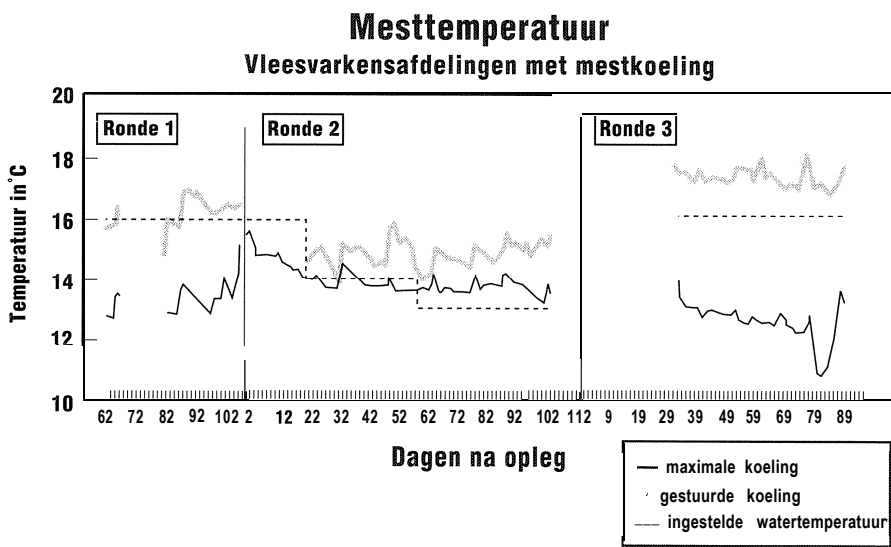
3.2 Resultaten

3.2.1 Ammoniakemissie

In ronde 1 zijn als gevolg van onderhoud en storingen gedurende 23 dagen geen metingen verricht. Als gevolg van defecte meetapparatuur en de beperkte beschikbaarheid van vervangende apparatuur is in ronde 2 geen ammoniakemissie gemeten en is tijdens ronde 3 slechts gedurende 57 dagen gemeten. De gemiddelde afdelingstemperatuur (en ook het verloop van de temperatuur) was in beide afdelingen tijdens ronde 1 en 3 exact gelijk, namelijk respectievelijk 21,4 en 20,6°C. Het ventilatiedebiet was in ronde 1



Figuur 4: Ammoniakemissie uit een afdeling voor vleesvarkens met maximale mestkoeling en een afdeling met gestuurde mestkoeling, gedurende ronde 1 en 3.



Figuur 5: Gemiddelde mesttemperaturen in vleesvarkensafdelingen met maximale en gestuurde koeling, gedurende drie ronden.

bij gestuurde en maximale koeling respectievelijk 3.154 en 3.052 m³/uur en in ronde 3 respectievelijk 1.749 en 1.774 m³/uur. In figuur 4 (zie pag. 17) is van beide afdelingen de gemiddelde ammoniakemissie per dag gedurende de onderzoeksperiode weergegeven.

De ammoniakemissie in de afdeling met maximale mestkoeling ligt vrijwel continu op een lager niveau dan in de afdeling met gestuurde koeling. Ronde 1 vertoont in beide afdelingen een normaal stijgend verloop. In ronde 3 is een piek in de ammoniakemissie waarneembaar tussen dag 50 en dag 70 na opleg. Dit komt door een hoger ventilatiedebiet, als gevolg van een lichte stijging van de afdelingstemperatuur in beide afdelingen. In ronde 1 was de gemiddelde ammoniakemissie in de afdelingen met maximale en gestuurde mestkoeling respectievelijk 260 en 316 g per dier per dag. In de meetperiode van ronde 3 was de gemiddelde ammoniakemissie respectievelijk 309 en 374 g per dier per dag. Het verschil in ammoniakemissie tussen beiden afdelingen is zowel in mestrunde 1 als in mestrunde 3 gemiddeld 21%.

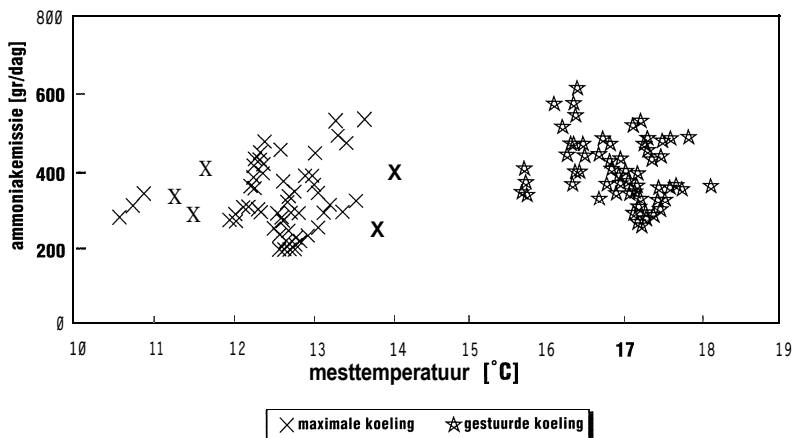
3.2.2 Mesttemperatuur

In figuur 5 zijn de gemiddelde mesttempera-

turen per dag vermeld, gemeten bij de twee meetpunten gedurende ronde 1 tot en met 3. Door storingen zijn in de afdeling met maximale koeling en de afdeling met gestuurde koeling gedurende de meetperiode respectievelijk van 57 en 78 dagen geen meetresultaten beschikbaar.

De mesttemperatuur in de afdeling met maximale koeling is redelijk constant en is in ronde 1, 2 en 3 respectievelijk gemiddeld 13,3, 13,9 en 12,3°C, met een standaardafwijking van respectievelijk 0,6, 0,4 en 0,7. In de winterperiode is de mesttemperatuur in deze afdeling het laagst. De tijdelijke daling van de mesttemperatuur rond dag 80 van mestrunde 3 (januari 1996) is veroorzaakt door strenge vorst. De mestkelder lag tegen de eindgevel, aan de oostzijde van de stal. Dit beïnvloedt de mesttemperatuur. De mesttemperatuur in de afdeling met gestuurde koeling ligt gedurende de gehele periode op een hoger niveau dan in de afdeling met maximale koeling. De mesttemperatuur is in ronde 1, 2 en 3 gemiddeld respectievelijk 16,2, 14,8 en 17,2°C, met een standaardafwijking van respectievelijk 0,4, 0,4 en 0,3. De variatie in mesttemperatuur in deze afdeling is onder meer het gevolg van de instelling van de watertemperatuur. In ronde 1 tot en met 3 was de gemiddeld in-

Relatie mesttemperatuur / ammoniakemissie



Figuur 6: Vergelijking mesttemperatuur en ammoniakemissie in vleesvarkensafdelingen met maximale en gestuurde koeling, gedurende twee ronden.

gestelde watertemperatuur respectievelijk 16,0, 13,5 en 16,5°C.

In figuur 6 is van beide afdelingen de mesttemperatuur grafisch weergegeven ten opzichte van de ammoniakemissie. Daarbij zijn alleen die dagen meegenomen, waarbij zowel de mesttemperatuur als de ammoniakemissie is geregistreerd.

Behalve uit figuur 4 kan ook uit figuur 6 geconcludeerd worden dat bij lagere mesttemperaturen de ammoniakemissie gemiddeld lager is. De spreiding in ammoniakemissie

bij een bepaalde mesttemperatuur is in beide afdelingen echter erg groot. Er kan geen duidelijke regressielijn worden getrokken. Een duidelijke relatie tussen mesttemperatuur en ammoniakemissie is dan ook niet waarneembaar.

In tabel 3 staan de meetresultaten van de handmatig uitgevoerde metingen van de mesttemperatuur op diverse plaatsen in de mestkelders gedurende drie mestronden. In de bijlagen 3A en 3B staan alle meetwaarden per afdeling en per ronde weergegeven.

Tabel 3: Gemiddelde mesttemperaturen (°C), handmatig gemeten gedurende drie ronden in vleesvarkensafdelingen met maximale en gestuurde mestkoeling.

Meetpunt	Ronde 1 (n = 24) (29-03-'95 t/m 19-07-'95)				Ronde 2 (n = 27) (19-07-'95 t/m 09-11-'95)				Ronde 3 (n = 21) (09-11-'95 t/m 27-02-'96)			
	max. STD ¹		gest. STD ¹		max. STD ¹		gest. STD ¹		max. STD ¹		gest. STD ¹	
smal mestkanaal	19,4	1,7	20,0	1,7	21,5	1,1	21,3	1,2	17,2	1,1	18,1	1,3
breed mestkanaal:												
- voor	13,3	0,6	18,3	1,3	14,3	1,3	16,3	1,0	12,4	0,6	17,9	0,9
- midden	12,8	0,6	16,4	1,1	13,5	0,7	15,1	0,6	11,9	0,7	17,5	0,8
- achter	13,5	1,0	16,7	1,3	14,1	0,9	16,7	1,2	11,6	1,0	18,2	1,0
- onder mestspeet	-- ²		--		15,7	1,2	19,8	1,1	11,5	1,5	19,3	1,1

¹ = standaardafwijking van het gemiddelde

² = niet gemeten

De mesttemperatuur in het smalle mestkanaal van beide afdelingen (geen mestkoeling) varieert als gevolg van seizoeninvloeden. De meetresultaten bij het brede mestkanaal tonen aan dat de mesttemperatuur in het mestkanaal niet overal gelijk is. De mesttemperatuur vóór en achter in het brede mestkanaal is in beide afdelingen gemiddeld iets hoger dan midden in het mestkanaal. Onder de mestspleet is de temperatuur van de mest duidelijk het hoogst, met uitzondering van ronde 3 in de afdeling met maximale koeling. De achterwand van deze afdeling was tevens de eindgevel aan de oostzijde van de stal. De lange vorstperiode tijdens deze ronde was van invloed op de lage temperatuur onder de mestspleet.

3.3 Discussie en conclusies

Relatie mesttemperatuur en ammoniakemissie

Door de beperkte hoeveelheid meetresultaten is het niet mogelijk om verantwoord uitspraken te doen over de relatie tussen mesttemperatuur en ammoniakemissie. Wel kan geconcludeerd worden dat de ammoniakemissie gemiddeld lager is naarmate er meer wordt gekoeld. Daarnaast lijkt een forse daling van de mesttemperatuur noodzakelijk voor een effectieve reductie van de ammoniakemissie. Naast de invloed van mesttemperatuur zijn diverse andere factoren van invloed op het verloop van de ammoniakemissie. Voorbeelden zijn de mate van hokbevuiling, klimaat, seizoeninvloed en de ammoniurnconcentratie in de mest, die toeneemt naarmate de dieren ouder worden. In mestronde 3 wordt de tijdelijke piek in de ammoniakemissie veroorzaakt doordat bij een geringe toename van de afdelingstemperatuur het ventilatiedebiet fors toeneemt. Een ruimere bandbreedte (5°C) en een lagere maximale ventilatiehoeveelheid (80 m³/dier) zouden dergelijke pieken kunnen voorkomen. Omdat genoemde invloedsfactoren tussen beide afdelingen nauwelijks variëren is, afgezien van het niveauverschil, het emissiepatroon in beide afdelingen vergelijkbaar. Tot welk niveau de mest bij vleesvarkens gekoeld moet worden om minimaal de Groen Label-norm te halen is aan de hand van dit onderzoek niet vast te stellen.

Mestafvoer

Bij het aanbrengen van het koeldekstelsysteem in het brede mestkanaal zijn dwars tussen de lamellen afstandhouders geplaatst, bestaande uit dichte kunststof stroken. Naast de ondiepe mestkelder met slechts één afvoerpunt per kanaal, vormden deze afstandhouders een ernstige belemmering voor de afvoer van mest. Bij het mestaflaten stroomde voornamelijk het dunne deel van de mest weg en bleef de dikke mest achter. Na verloop van tijd ontstond er mestophoping tussen de lamellen en zelfs daarboven. De koeling van de toplaag was vervolgens niet meer optimaal. Daarnaast is mestkoeling in het smalle mestkanaal achterwege gelaten, omdat verwacht werd dat de ammoniakemissie vanuit dit kanaal minimaal zou zijn. Na verloop van tijd neemt echter de ammoniumconcentratie in de vloeistof toe en zal ammoniak emitteren. Mestophoping en mogelijk ook het achterwege laten van koeling van het smalle kanaal hebben een negatieve invloed gehad op de totale ammoniakemissie.

Bij toepassing van het koeldekstelsysteem in ondiepe kelders is een rioleringssysteem een vereiste voor een goede ontmesting. Bij diepe mestkelders is de kans op mestophoping tussen de lamellen veel geringer en is een rioleringssysteem niet direct noodzakelijk.

Uit de meetresultaten van de mesttemperatuur (bijlagen 3A en 3B) blijkt dat onder de mestspleet, daar waar de meeste mest terecht komt, de mesttemperatuur het hoogst is. Door de verdeling van de lamellen in de mestkelder af te stemmen op het mestgedrag van de dieren zullen minder temperatuurverschillen optreden en kan het koeldekstelsysteem efficiënter gebruikt worden. Verder blijkt uit de resultaten van de afdeling met maximale koeling (bijlage 3A) dat in het brede mestkanaal de gemiddelde mesttemperatuur onder hok 1 lager is dan onder hok 3, terwijl de mesttemperatuur onder hok 5 het hoogst is. In de andere afdeling (bijlage 3B) zijn deze verschillen ook aanwezig, met uitzondering van ronde 2. De hogere mesttemperatuur in de achterste hokken wordt, gezien de overcapaciteit van de waterpomp, niet of nauwelijks veroorzaakt door een oplopende watertemperatuur. De oorzaak is

waarschijnlijk het gevolg van het afvoersysteem: in hok 1 is het mest-afvoerpunt aanwezig, met als gevolg een betere mestafvoer ten opzichte van hok 3 en 5. De mest in hok 3 en 5 is duidelijk droger, waardoor meer mestophoping optreedt en een minder goede warmte-uitwisseling plaatsvindt.

Waterverbruik

Tijdens het rondpompen van het grondwater door het koeldeksysteem wordt warmte uit de mest door het water opgenomen en afgevoerd. Het temperatuurverschil tussen het opgepompte grondwater en het teruggepompte grondwater mag maximaal 3°C bedragen. De benodigde hoeveelheid grondwater die nodig is om de mest af te koelen tot minimaal 15°C is volgens Van Ittersum (1996) gemiddeld ongeveer 19 liter per dier per dag. Als uitgangspunt van de berekening is verondersteld dat de warmte uit de mest volledig wordt afgevoerd door het grondwater. Dat is niet helemaal juist, omdat naast de warmte uit mest ook warmte geproduceerd wordt door de dieren en het verwarmingssysteem in de afdeling. De totale

warmteproductie wordt, naast het grondwater, onder andere ook afgevoerd door ventilatie en afgifte aan de omgeving. De effectiviteit van het koeldeksysteem is verder afhankelijk van de verdeling van de lamellen in de mestkelder. De berekende hoeveelheid water moet daarom uitsluitend als een grove indicatie gezien worden.

Tot een totaal waterverbruik van 10 m³/uur (buiten een waterwingebied) is geen vergunning nodig en kan meestal volstaan worden met een meldingsplicht.

Bij de installatie van het koeldeksysteem in de praktijk wordt uitgegaan van een maximaal benodigde capaciteit van 60 liter per vleesvarken per dag. In een vleesvarkensstal in Zierikzee, voorzien van het R & R-koeldeksysteem, is gedurende een jaar het waterverbruik gemeten. Het maandelijks berekende gemiddelde waterverbruik schommelde tussen minimaal 16 liter (winter) en 40 liter (zomer) per dier per dag (Huvenaars, 1996). Uitgaande van een maximaal waterverbruik van 10 m³/uur komt dit overeen met 6.000 vleesvarkensplaatsen.

LITERATUUR

- Brakel, C.E.P. van 1996. *Interne notitie met betrekking tot milieu-investeringen in varkensstallen*. PI -rapport in voorbereiding. Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen.
- Gielsing, Th.H., J. Bontsema, A.W.J. van Antwerpen en L.J.S. Lukasse 1995. *Monitoring and control of water and fertilizer distribution in greenhouses*. Acta Horticulturae 401: p. 365 - 372.
- Helvoort, M. van 1988. *Ammoniakemissie tijdens de opslag van drijfmest*. IMAG, Wageningen.
- Hoeksma, P., N. Verdoes, J. Oosthoek and J.A.M. Voermans 1992. *Reduction of volatilization from pig houses using aerated slurry as recirculation liquid*. Livestock Production Science, 31: p. 121-132.
- Huvenaars, C.M.M. 1996. Stageverslag bij R&R Systems in Boekel.
- Ittersum, R van. 1996. Stageverslag bij R&R Systems in Boekel.
- Klooster, CE. van 't, B.P. Heitlager en J.P.B.F. van Gastel 1992. *Measurement systems for emissions of ammonia and other gasses at the Research Institute for Pig Husbandry*. Research Institute for Pig Husbandry, Rosmalen, The Netherlands. Report P 3.92.
- KWIN 1994. *Kwantitatieve Informatie Veehouderij 1994- 1995*. Publicatienummer 6-49, IKC-Veehouderij, Ede.
- Monteny, G.J., D.D. Schulte, A.Elzing en E.J.J.Lamaker 1996. *A conceptual mechanistic model for the ammonia emissions from cubicle dairy cow houses*. Submitted to the Transaction of the ASAE.
- Mouwen. I.A.A.C., A. I. J. Hoofs 1996. *Grond-buisventilatie bij guste en dragende zeugen en vleesvarkens*. Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen, proefverslag in voorbereiding.
- Thelosen, J.G.M., J.H.M van Cuyk, J.A.M. Voermans 1993. *Rioleringssysteem voor de afvoer van mest*. Praktijkonderzoek Varkenshouderij, proefverslag nummer P 1.92
- TNO 1996. Projectnummer 27118 (Resultaten onderzoek R&R - koelsysteem). TNO Milieu, Energie en Procesinnovatie, Apeldoorn.
- Verdoes, N. 1990. *Naar stallen met beperkte ammoniakuitstoot*. Stuurgroep Emissie-arme Huisvestingssystemen, werkgroep Varkens, Wageningen. Deelrapport Varkens, deel 3.

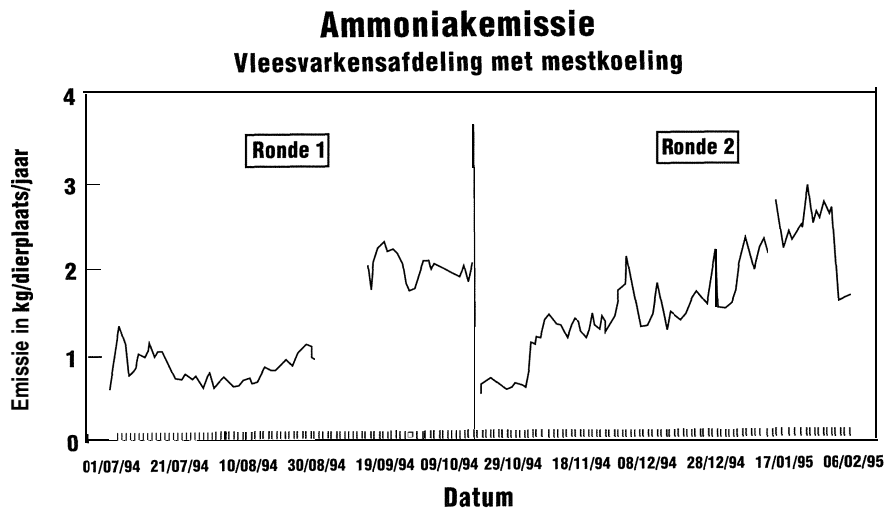
BIJLAGEN

Bijlage 1: Technische resultaten van vleesvarkens in een afdeling met mestkoeling.

Er wordt geen direct effect verwacht van mestkoeling op de technische resultaten. Er is daarom geen vergelijking uitgevoerd met een referentie-afdeling. Om toch een indruk te krijgen van beide mestronden uit het eerste deelonderzoek, zijn de technische resultaten hieronder weergegeven.

	Ronde 1	Ronde 2	Gemiddeld
aantal dieren opgelegd	108	108	216
opleggewicht (kg)	25,0	23,3	24,2
aantal dierdagen	106	113	110
groei (g/dag)	802	757	780
voeropname (kg/dag)	2,11	2,03	2,07
voederconversie	2,63	2,69	2,66
EW-conversie	2,72	2,87	2,80
eindgewicht (kg)	109,6	108,9	109,3
geslacht gewicht (kg)	87,4	87,5	87,5
vleespercentage	54,9	56,1	55,5
uitval (%)	4,6	2,8	3,7

De technische resultaten van de vleesvarkens in de afdeling met mestkoeling zijn vergelijkbaar met de gemiddelde bedrijfsresultaten.



Bijlage 3A: Mesttemperaturen in afdeling met maximale koeling

Ronde 1: opleg 243-95

Laatste geleverd op 19-7-95

datum	hok1				hok3				hok5			
	smal	breed	breed 2	breed 3	smal	breed 1	breed2	breed3	smal	breed 1	breed2	breed3 spl
24 apr 95	16,3	12,2		11,9	17,3	12,4		11,6	17,0	13,1	11,9	11,9
2 mei 95	17,8	13,8	12,0	12,4	18,4	13,0	12,3	12,5	18,2	13,6	12,4	12,4
12 mei 95	17,8	13,1	12,0	13,2	18,1	12,5	13,2	12,8	18,2	12,8	12,5	13,2
24 mei 95	18,2	13,0		14,2	20,2	14,1	12,8	13,6	20,0	14,1	12,8	13,4
2 juni 95	19,4	12,2	12,5	13,4	20,5	12,5	12,5	13,6	20,8	14,2	13,6	14,7
9 juni 95	19,1	13,2	12,4	13,3	20,1	13,5	12,7	13,1	19,9	13,3	13,0	14,0
23 juni 95	19,9	12,4	12,3	14,4	20,0	13,9	13,6	13,5	19,8	14,2	14,1	15,2
3 juli 95	22,1	13,8	12,7	15,7	22,9	13,4	13,3	14,0	22,6	13,7	13,5	14,4
gem.per meetpunt	18,8	13,0	12,3	13,6	19,7	13,2	12,9	13,1	19,6	13,6	13,0	13,7
gem. hok 1,3 en 5	19,4	13,3	12,8	13,4								
standaardafw. van gem	1,7	0,6	0,6	1,0								

Ronde 2 : Opleg 19-7-95

Laatste geleverd op 9-11

datum	hok1					hok3					hok5				
	smal	breed 1	breed 2	breed 3	spleet	smal	breed 1	breed 2	breed3	spleet	smal	breed 1	breed 2	breed 3	spleet
23aug 95	23,9	14,8	13,4	13,8	18,5	23,6	18,1	14,5	13,9	16,8	23,5	16,3	15,6	15,4	17,7
31 aug 95	19,7	12,8	12,9	13,2	16,7	19,8	14,1	13,4	14,0	15,1	20,5	14,0	13,5	13,7	15,6
7 sept 95	21,3	14,2	12,4	14,7	16,5	21,2	16,4	13,2	14,1	14,4	21,2	13,2	13,4	14,1	16,1
15 sept 95	21,3	13,0	12,9	16,2	16,8	19,8	13,4	13,0	13,5	14,9	20,9	14,5	14,3	14,8	16,4
22 sept 95	21,2	13,7	13,5	15,6	16,5	21,3	13,6	13,6	13,8	15,5	21,2	14,7	14,4	14,5	15,8
2 okt 95	20,8	13,2	13,4	13,6	16,2	21,2	13,7	13,2	13,3	14,4	20,7	14,5	13,7	13,6	14,5
13 okt 95	22,2	13,4	12,7	16,0	17,4	22,8	14,2	13,8	13,9	15,2	22,1	15,8	14,3	15,0	15,3
19 okt 95	21,8	13,4	12,8	13,2	16,2	22,4	14,1	13,3	13,5	14,3	22,2	13,5	13,5	13,4	15,5
27 okt 95	20,4	12,5	12,2	12,6	14,5	21,2	13,6	13,1	13,2	13,9	21,0	16,1	13,6	13,6	14,2
gem. per meetpunt	21,4	13,4	12,9	14,3	16,6	21,5	14,6	13,5	13,7	14,9	21,5	14,7	14,0	14,2	15,7
gem. hok 1,3 en 5	21,5	14,3	13,5	14,1	15,7										
standaardafw. van gem	1,1	1,3	0,7	0,9	1,2										

Ronde 3; opleg 9-11-95

Laatste geleverd 27-2-96

datum	hok1					hok3					hok5				
	smal	breed 1	breed 2	breed 3	spleet	smal	breed 1	breed2	breed 3	spleet	smal	breed 1	breed 2	breed3	spleet
23nov95	19,1	13,2	12,1	12,1	12,7	19,4	12,5	12,2	12,2	12,9	19,2	12,9	12,8	13,1	13,5
29nov95	18,1	12,6	12,5	13,4	13,4	18,2	12,6	12,4	12,1	12,1	18,1	13,1	12,8	12,7	13,0
13dec95	16,3	12,3	12,1	12,1	12,3	17,1	12,7	12,1	11,9	11,8	16,8	13,0	12,6	12,7	12,6
4jan96	16,5	11,8	11,4	10,1	9,5	17,0	12,3	11,6	11,2	10,4	16,2	12,4	11,8	11,5	11,1
10jan96	16,5	12,2	11,5	11,1	10,9	17,6	12,6	12,2	11,9	11,9	17,4	12,9	12,7	12,5	12,7
22jan96	15,9	11,5	11,1	10,4	10,0	17,1	12,2	11,9	11,7	11,8	16,6	12,9	12,4	11,8	11,6
29jan96	15,1	10,3	9,8	9,3	8,5	16,8	12,9	10,6	9,9	9,7	16,5	12,1	11,8	10,7	9,2
gem.per meetpunt	16,8	12,0	11,5	11,2	11,0	17,6	12,5	11,9	11,6	11,5	17,3	12,8	12,4	12,1	12,0
gem. hok 1,3 en 5	17,2	12,4	11,9	11,6	11,5										
standaardafw. van gem	1,1	0,6	0,7	1,0	1,4										

Bijlage 3B: Mesttemperaturen in afdeling met gestuurde koeling

Ronde 1: opleg 29-3-95

Laatste geleverd op 19-7-95

datum	Twater oC	hok 1				hok3				hok5			
		smal	breed 1	breed 2	breed 3	smal	breed 1	breed 2	breed 3	smal	breed 1	breed 2	breed 3
24 apr 95	14	16,3	15,0	14,1	14,3	17,3	16,8	15,0	14,9	17,6	16,0	14,9	15,1
2 mei 95	16	17,7	17,8	16,1	16,4	19,0	19,3	16,7	17,8	18,6	18,2	16,6	16,7
12 mei 95	16	18,0	18,1	16,2	16,2	19,1	18,7	17,0	16,6	18,3	18,3	16,6	16,5
24 mei 95	16	18,4	17,7	16,0	15,7	20,1	18,4	16,2	16,3	20,0	18,9	16,1	16,4
2 juni 95	16	19,3	18,0	16,2	16,1	20,8	19,4	17,3	17,2	21,2	19,9	16,5	17,4
9 juni 95	16	19,6	17,9	16,3	15,9	20,0	19,4	17,4	17,0	20,5	19,5	17,7	19,3
23 juni 95	16	19,4	16,4	15,0	14,2	21,1	18,6	16,3	16,8	21,0	18,1	15,5	18,1
3 juli 95	16	22,0	17,9	17,0	18,1	21,8	20,6	18,6	18,5	23,7	19,5	18,8	19,0
gem. per meetpunt		18,8	17,4	15,9	15,9	19,9	18,9	16,8	16,9	20,1	18,6	16,6	17,3
gem. hok 1,3 en 5		19,6	18,3	16,4	16,7								
standaardafw. van gem		1,7	1,3	1,1	1,3								

Ronde 2 : Opleg 19-7-95

laatste levering op 9-11-95

datum	T water oC	hok1					hok3					hok5				
		smal	breed 1	breed 2	breed 3	spleet	smal	breed 1	breed 2	breed 3	spleet	smal	breed 1	breed 2	breed 3	spleet
23aug 95	14	23,0	14,8	14,5	16,8	22,1	23,4	17,0	15,1	16,5	21,6	23,4	17,0	15,1	14,8	18,4
31 aug 95	14	19,2	15,0	16,5	16,8	20,2	20,1	15,9	15,4	17,2	20,1	20,8	17,5	15,6	16,2	19,0
7 sept 95	14	20,2	15,7	15,0	18,6	20,2	20,3	15,7	15,3	17,0	20,5	21,2	16,7	15,4	15,3	18,8
15 sept 95	14	19,7	16,6	15,9	18,4	20,0	21,3	17,5	15,1	18,1	20,7	21,8	17,5	15,1	15,6	18,7
22 sept 95	13	19,6	15,6	14,6	15,7	18,6	20,4	16,9	15,5	17,9	19,1	22,5	16,3	15,4	16,3	18,1
2 okt 95	13	20,2	15,1	15,2	18,0	19,1	20,6	16,7	14,8	18,0	19,8	20,3	16,6	15,0	15,3	20,0
13 okt 95	13	22,1	14,1	14,1	18,4	21,5	23,1	16,5	15,1	17,1	21,2	22,7	16,1	15,2	16,0	19,8
19 okt 95	13	21,2	15,6	15,3	16,2	18,1	21,9	17,3	14,9	17,3	20,5	22,4	17,7	14,6	15,8	19,5
27 okt 95	13	20,8	14,5	13,4	15,3	17,7	21,4	16,5	15,7	18,4	21,1	21,2	17,3	15,0	15,0	20,2
gem. per meetpunt		20,3	15,5	15,3	17,4	20,0	21,0	16,6	15,2	17,5	20,3	21,7	16,9	15,3	15,6	18,8
gem. hok 1,3 en 5		21,3	16,3	15,1	16,7	19,8										
standaardafw. van gem		1,2	1,0	0,6	1,2	1,1										

Ronde 3; opleg 9-11-95

Laatste geleverd 27-2-96

datum	hok 1					hok3					hok5					
	smal	breed 1	breed 2	breed 3	spleet	smal	breed 1	breed 2	breed3	spleet	smal	breed 1	breed 2	breed 3	spleet	
23nov95	17	18,8	18,1	17,2	17,8	18,9	19,5	18,3	18,5	19,3	21,1	20,2	19,5	18,4	18,9	20,0
29nov95	17	18,8	17,0	17,4	18,0	19,3	19,3	18,2	18,3	20,4	20,3	19,8	17,9	17,8	18,1	20,0
13dec95	16	17,1	16,3	16,5	17,6	19,6	18,3	17,8	18,3	18,9	19,9	19,3	17,4	17,3	18,1	18,9
4jan96	16	17,2	16,6	16,5	17,0	18,1	17,8	18,6	17,4	18,1	19,6	18,2	18,4	17,8	18,3	19,8
10jan96	16	16,9	16,5	16,3	17,4	18,3	18,1	17,9	18,0	18,6	20,0	18,2	18,2	18,4	19,8	20,7
22jan96	16	15,1	16,5	16,0	16,1	16,4	17,7	18,0	17,8	18,1	19,6	18,0	17,7	17,6	19,1	19,1
29jan96	16	15,0	18,1	16,2	16,5	16,9	18,1	19,1	18,3	18,4	20,0	18,8	18,9	18,5	18,7	19,5
gem. per meetpunt		17,0	17,0	16,6	17,2	18,2	18,4	18,3	18,1	18,8	20,1	18,9	18,3	18,0	18,7	19,7
gem. hok 1,3 en 5		18,1	17,9	17,5	18,2	19,3										
standaardafw. van gem		1,3	0,9	0,8	1,0	1,1										

REEDSEERDERVERSCHENENPROEFVERSLAGEN

Proefverslag Pl. 122

Mogelijkheden tot produktie van vleesbeertjes en afzet van vlees en vleesprodukten hiervan. R.H.J. Scholten e.a., december 1994.

Proefverslag Pl. 122a

Handleiding Rekenmodel BeerBorg (+ diskette). R.H.J. Scholten en Huiskes, J.H. januari 1995.

Proefverslag Pl. 123

Automatische bepaling van het individuele lichaamsgewicht van vleesvarkens in het hok met een voorhandweger P.J.L. Ramaekers e.a., maart 1995.

Proefverslag P1.124

Varkenssec tor op kruispunt; drie mogelijke toekomstbeelden voor 2005. P.A.M. Bens, Backus, G.B.C. en Jahae, I.A.M.A., oktober 1994.

Proefverslag P1.125

Studie naar klimatisering van de dekstal in relatie tot emissie en energie. I.A.A.C. Mouwen en Plagge, J.G., januari 1995.

Proefverslag P1.126

Relatie tussen speediarree en het ijzer- en zinkgehalte in speenvoer bij biggen, J.W.G.M. Swinkels, Binnendijk, G.P. en van der Peet-Schwering, C.M.C., februari 1995.

Proefverslag P1.127

Gebruikswaarde van diverse kunststof roosters in kraamhokken met volledig rooster-vloer A.I.J. Hoofs, maart 1996.

Proefverslag Pl. 128

Vrijwaringsprogramma 's tegen infectieziekten voor Nederlandse varkensbedrijven. J.W.G.M. Swinkels en Vesseur, P.C., maart 1995.

Proefverslag Pl. 129

Vermindering van het volume van zeugenmest door middel van omgekeerde osmose. J. P. B. F. van Gastel en Thelosen, J.G.M., mei 1995.

Proefverslag P1. 130

Ervaringen met de Haglando-mestschuif op een vleesvarkensbedrijf in PROPRO. A. L. P. van de Sande-Schellekens, Brakel, C.E.P. van en Backus, G.B.C., juli 1995.

Proefverslag P1. 131

Invloed van de energiewaarde in voer op de mesterijresultaten en slachtkwaliteit van bor-gen C.M.C. van der Peet-Schwering e.a., juli 1995.

Proefverslag Pl. 132

Ervaringen met het ontwikkelen van het expertsysteem "SHE". E.R. ter Elst-Wahle, Backus, G.B.C. en Vesseur, P.C., juni 1995.

Proefverslag P1. 133

Oppervlakte en urine-afvoer van de dichte vloer in relatie tot hokbevuiling bij vleesvarkens. G.M. den Brok en Voermans, M.P., juli 1995.

Proefverslag Pl. 134

Ammoniakemissie-arme kraamstallen. J.G.L. Hendriks, Brok, G.M. den en Voermans, M.P., augustus 1995.

Proefverslag P1. 135

Invloed van de tijdsduur tussen inseminatie en ovulatie op de produktie van zeugen. P.C. Vesseur, Binnendijk G.P. en Soede, N.M., september 1995.

Proefverslag P1. 136

Bronststimulering van scharrelzeugen tijdens de lactatieperiode door gebruikmaking van natuurlijke hulpmiddelen. P.C. Vesseur, Plagge, J.G. en Scholten, R.H.J., september 1995.

Proefverslag P1. 137

Het effect van bloedplasma in speenvoeders met verschillende eiwitbronnen op de opfokresultaten van biggen, C.M.C. van der Peet-Schwering en Binnendijk, G.P., oktober 1995.

Proefverslag P1. 138

Vloeruitvoering en hokbevuiling bij gespeen-de biggen. H.M. Vermeer, Altena, H. en Vrie-

link, M.G.M., oktober 1995.

Proefverslag Pl. 139

Gescheiden afvoer van urine en faeces in combinatie met spoelen bij vleesvarkens. E.R. ter Elst-Wahle en Brok, G.M. den, november 1995.

Proefverslag P1. 140

Effect van multifasenvoeding op de technische resultaten en het waterverbruik van borgen en zeugen, C.M.C. van der Peet-Schwering en Plagge, J.G., december 1995.

Proefverslag Pl. 141

Ammoniakarm huisvestingssysteem voor gespeende biggen. M.P. Voermans en Hendriks, J.G.L., februari 1996.

Proefverslag Pl. 142

Signaleren van afwijkingen in het eet- en drinkgedrag bij vleesvarkens. P.J. L. Ramaekers, Huiskes, J.H., Vesseur, P.C., Binnendijk, G.P. en Vermeer, H.M., februari 1996.

Proefverslag Pl. 143

Bedrijfsvoering en bedrijfsuitrusting op hoogproductieve zeugenbedrijven. P.F.M. M. Roelofs en Backus, G.B.C., maart 1996.

Proefverslag Pl. 144

MiA R of mineralenboekhouding? C.E. P. van Brakel, Geurts, J. en Backus, G.B.C., maart 1996.

Proefverslag P1. 145

Effect van voeding en huisvesting op de ammoniakemissie uit vleesvarkensstallen. C.M.C. van der Peet-Schwering, Verdoes, N., Voermans, M.P. en Beelen, G.M., maart 1996.

Proefverslag Pl. 146

Ammoniakemissie in een vleesvarkensstal bij gebruik van een vloeibare afdeklaag in de mestkelder E.R. ter Elst-Wahle en Brok, G.M. den, mei 1996.

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 P1. 148

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

Proefverslag P1. 149

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

Proefverslag P1. 150

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

Proefverslag Pl. 151

Onbeperkte wa teropname 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 terverstrekking 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 Pl. 154

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

Exemplaren van proefverslagen kunnen worden verkregen door f 18,50 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 20,- per P I-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 250,- per jaar.