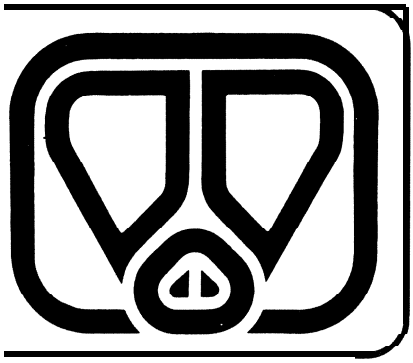
ing. J. Peerlings
Varkensproefbedrijf
"Zuid- en West-Nederland"
ir. CE. van 't Klooster
Proefstation voor de
Varkenshouderij

Nestverwarmings-systemen voor zogende biggen: gebruiksewaringen en energieverbruik

Heating systems forpigletsnests: experiences and energy use



Varkensproefbedrijf
"Zuid- en West-Nederland"

Varkensproefbedrijf
"Zuid- en West-Nederland"
Vlaamseweg 17
6029 PK Sterksel
Telefoon 04907-2376

Proefverslag nummer P 1.26

juni 1988

INHOUDSOPGAVE

		pagina
	SAMENVATTING **SUMMARY**	4
1.	INLEIDING	9
2.	OPZET EN UITVOERING VAN HETONDERZOEK	10
2.1.	Proefopzet	10
2.2	De onderzochte nestverwarmingssystemen	10
2.3	Huisvesting	10
2.4	Verzameling van gegevens	10
2.5	Verwerking van de gegevens	11
3.	PRAKTISCHE EISEN TE STELLEN AAN BIGGENNESTEN	12
3.1	Inleiding	12
3.2	De gewenste nesttemperatuur	12
3.3	De ruimtetemperatuur	13
3.4	De nestoppervlakte	13
3.5	Werkingsprincipes nestverwarmingssystemen	14
4.	VLOERVERWARMINGSSYSTEMEN	15
4.1	Werking	15
4.2	Warmwater vloerverwarming	16
4.3	Warmwaterrooster- vloerverwarming	17
4.4	Electrische vloerverwarming	18
4.5	Losse vloerverwarmingselementen	20
5.	WEL OF GEEN LAMP BOVEN VLOERVERWARMING	22
5.1	Inleiding	22
5.2	Proefuitvoering	22
5.3	Technische resultaten	23
6.	STRAALLAMPEN	25
6.1	Inleiding	25
6.2	Technische informatie	25
6.3	Energieverbruik	26
6.4	Praktische ervaringen	27
7.	BIGGENNESTEN MET ONDERKOMENS	29
7.1	Biggenkist	29
7.2	Onderkomen met lamp	30
7.3	Onderkomen met vlakstraler	30
8.	ECONOMISCHE EVALUATIE BIGGENNESTVERWARMINGSSYSTEMEN	31
8.1	Technische resultaten	31
8.2	Arbeidskosten	31
8.3	Energiekosten	33
8.4	Investeringskosten	33
8.5	Totale verschillen in kosten	34

9. DISCUSSIE EN CONCLUSIES 35
9.1 Technische resultaten 35
9.2 Energiekosten 35
9.3 Praktische ervaringen 35
9.4 Conclusies 35

REFERENTIES 37

SAMENVATTING

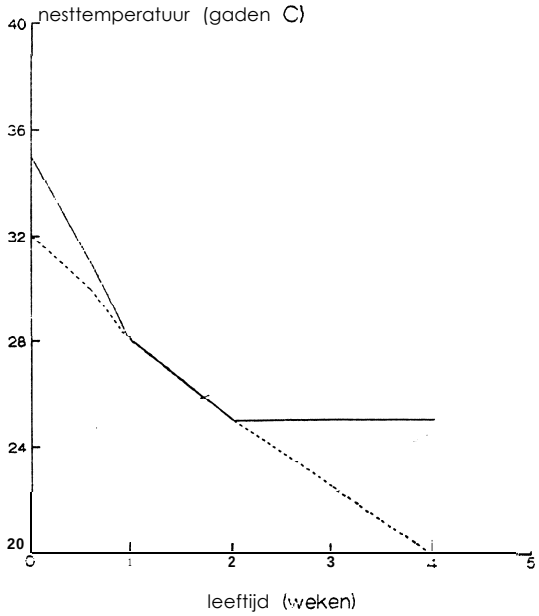
Electrische vloerverwarming is een systeem van biggennestverwarming met lage energiekosten. Dit bleek uit een onderzoek naar een aantal biggennestverwarmings-systemen op het Varkensproefbedrijf te Sterksel. Van alle systemen zijn de gebruikservaringen vastgelegd, van de electrische systemen ook het energieverbruik. Andere bevindingen van het onderzoek zijn: vloerverwarming is arbeidstechnisch gezien binnen de beproefde systemen het beste voor het verwarmen van biggennesten.
Biggennesten met onderkomens geven lagere energiekosten dan biggennesten zonder onderkomens. Onderkomens verminderen het overzicht op de biggen.
Bij verwarming met infraroodlampen of keramische stralers levert een thermostatische regeling een duidelijke besparing op in vergelijking met gebruik zonder regeling. Economisch is dit ook verantwoord.
Er is geen verschil in technische resultaten gevonden tussen het wel of niet gebruiken van een (100 W) infraroodlamp tijdens en direct na het werpen van de zeug in kraamhokken met vloerververwarming. Bij ruimtetemperaturen beneden 21 °C werd bij het gebruik van een extra lamp een lagere biggensterfte gevonden.
Het liggedrag van de biggen moet bepalend zijn voor de instelling van de temperatuur.

Van het wel of niet toepassen van een extra verwarmingslamp tot 3 dagen na het werpen in kraamhokken met vloerverwarming zijn de technische resultaten vergeleken.
De insteltemperatuur in het biggennest is vastgesteld aan de hand van het liggedrag van de biggen. In figuur 1 staat de temperatuurcurve, zoals die voor normale omstandigheden is gevonden. Afhankelijk van toomgrootte, stalklimaat, gezondheid en gewicht van de biggen moet men hiervan afwijken. Dit blijkt uit het liggedrag van de biggen. Het liggedrag is dan ook het belangrijkste hulpmiddel bij het instellen van de nesttemperatuur.

Straallampen
Bij de infra-roodlampen bleek dat witte lampen beter voldoen dan rode lampen. Wit is een neutrale kleur en men kan daarmee beter de kleur en daarmee de gezondheid van de biggen beoordelen. Onder een rode lamp lijken alle biggen goed van kleur; een mooi gezicht, maar weinig informatief voor de varkenshouder.
Een thermostaat geeft een aanzienlijke besparing op de verwarmingskosten bij zowel infra-roodlampen als bij keramische stralers.

Kosten systemen
Op grond van metingen, schattingen en een aantal uitgangspunten zijn de kosten van de onderzochte systemen berekend en weergegeven in tabel I. De energiekosten van warmwater vloerverwarming zijn niet bekend en ontbreken in dit overzicht.
Het in vervolgonderzoek verzamelen van energiekosten voor warmwater vloerverwarming in kraamhokken is daarom wenselijk.

Praktische ervaringen
Op grond van de bevindingen op het Varkensproefbedrijf is voor de aspecten voldoende oppervlak, overzictit op de biggen en gelijkmatige temperatuurverdeling in het biggennest een beoordeling gegeven, zijnde goed (++), voldoende (+), matig (+/−) of slecht (−), zie tabel II.



Figuur 1: De gewenste nesttemperatuur zoals gevonden voor normale worpen.

Tabel 1: Totale verschillen in jaarlijkse kosten per kraamhok van biggenstverwarmingssystemen.

Systeem	arbeids-kosten	energie-kosten	vaste kosten	totale kosten
infra-roodlamp 250 W	f 8,–	f 295,–	f 35,–	f 340,–
infra-roodlamp 170 W	f 8,–	f 199,–	f 22,–	f 230,–
therm. handb. infrar.	f 10,–	f 117,–	f 49,–	f 180,–
schakelkast (stappen)	f 10,–	f 102,–	f 51,–	f 160,–
warmwater vloerverwarming	f 2,–		f 21,–	onbekend
warmwater roosterverwarming	f 2,–		f 32,–	onbekend
elec. vloerverwarming (mat)	f 2,–	f 99,–	f 42,–	f 140,–
elec. vloerverwarming (kabel)	f 2,–	f 49,–	f 22,–	f 70,–
elec. verwarmingsplaat (A)	f 9,–	f 71,–	f 127,–	f 210,–
elec. verwarmingsplaat (B)	f 9,–	f 68,–	f 127,–	f 200,–
keramische straler 250 W	f 10,–	f 154,–	f 67,–	f 230,–
keramische straler 400 W	f 10,–	f 249,–	f 69,–	f 330,–
vlakstraler 100 + 15 W	f 76,–	f 66,–	f 53,–	f 200,–
vlakstraler 150 + 15 W	f 76,–	f 94,–	f 62,–	f 230,–
onderkomen met lamp	f 76,–	f 96,–	f 29,–	f 200,–
biggenkist driehoek	f 152,–	f 48,–	f 34,–	f 230,–
biggenkist rechthoek	f 152,–	f 48,–	f 34,–	f 230,–

Tabel 2: Beoordelingen praktische bruikbaarheid nestverwarmingssystemen

Systeem	Oppervlak	Overzicht en bereikbaarheid	Temp. verd.
infraroodlampen	+	+	+/–
thermisch handbediende infraroodlamp	+	+	+/–
schakelkast (stappen)	+	+	+/–
warmwater vloerverwarming	+	++	++
warmwater roosterverwarming	+	++	++
electrische vloerverwarming (mat)	+	++	++
electrische vloerverwarming (kabel)	+	++	+
electrische verwarmingsplaten	–	++	+
keramische stralers	+	++	+
vlakstralers	+	–	+
onderkomen met lamp	+	–	+
biggenkist driehoek	–	–	++
biggenkist rechthoek		–	++

Wel of geen extra lamp bij vloerverwarming? De technische resultaten in de vergelijking wel of geen lamp boven een verwarmde vloer zijn weergegeven in tabel 3. Het bleek dat er een verschil in geboortegewicht was tussen de twee proefbehandelingen. De zeugen waren voor het werpen al toegewezen aan één van de twee proefbehandelingen. De verschillen in technische resultaten (met name uitval) zijn aan het verschil in geboortegewicht toe te schrijven. Er kan bij hoge ruimtetemperaturen (boven 21 °C) geen positief effect van de extra lamp op de technische resultaten worden aangetoond. Wel bleek dat bij lage ruimtetemperaturen, dat wil zeggen beneden 21°C, de uitval lager was als een extra lamp werd gebruikt.

Tabel 3: Technische resultaten tijdens de zoogperiode bij biggen met vloerverwarming en wel of geen extra verwarmingslamp boven de biggen

	met lamp	zonder lamp
aantal tomen	213	211
gemiddelde toomgrootte	10,4	10,4
gemiddeld geboortegewicht (gr)	1.505	1.534
gemiddeld grootgebracht per toom	9,0	9,1
gemiddeld speengewicht (kg)	8,5	8,4
uitval biggen (%)	13,7	12,5
gemiddelde speenleeftijd (dagen)	30,8	30,5
kg voer per big	0 4	0 4
groei (g/dag)	224’	223’

SUMMARY

On the experimental pig husbandry farm at Sterksel, practical experiences and for most systems energy consumption of heating systems for piglet nests have been registered. Piglet performance has been monitored in a comparison where the use of a supplementary infra-red heater till 3 days after farrowing was compared with no extra heater in farrowing houses with floor-heated piglet nests. The ideal temperature in the piglet nest has been based on the lying behaviour of piglets.

Resu lts

The costs of electricity is set at ƒ 0,18 per kWh. Based on measurements, estimates and assumptions the costs of the heating systems that have been investigated, have been calculated and are presented in table 1.
The performance of piglets in the comparison with the supplementary heater is reported in table 2. Treatments have been imposed on farrowing pens before farrowing.
Unfortunately this has resulted in a difference in weight at birth of the piglets between the treatments. Differences in performance can be attributed to this difference in birthweight. No effect of this supplementary heating could be found.

Table 1: Total differences in yearly costs of heating systems for piglet nests

System	labour costs	energy costs	investment costs	total costs
infrared heater 250 W	ƒ 8,–	ƒ 295,–	ƒ 35,–	ƒ 340,–
infrared heater 170 W	ƒ 8,–	ƒ 199,–	ƒ 22,–	ƒ 230,–
"+switchboard timecurve	ƒ 10,–	ƒ 117,–	ƒ 49,–	ƒ 180,–
"+switchb. thermostat	ƒ 10,–	ƒ 102,–	ƒ 51,–	ƒ 160,–
warmwater floorheating	ƒ 2,–		ƒ 21,–	unknown
warmwater slat heating	ƒ 2,–		ƒ 32,–	unknown
elec. floorh. (mesh)	ƒ 2,–	ƒ 99,–	ƒ 42,–	ƒ 140,–
elec. floorh. (cable)	ƒ 2,–	ƒ 49,–	ƒ 22,–	ƒ 70,–
el. heat. floorpad type A	ƒ 9,–	ƒ 71,–	ƒ 127,–	ƒ 210,–
el. heat. floorpad type B	ƒ 9,–	ƒ 68,–	ƒ 127,–	ƒ 200,–
ceram. radiator 250 W	ƒ 10,–	ƒ 154,–	ƒ 67,–	ƒ 230,–
ceram. radiator 400 W	ƒ 10,–	ƒ 249,–	ƒ 69,–	ƒ 330,–
platerad. 100 + 15 W	ƒ 76,–	ƒ 66,–	ƒ 53,–	ƒ 200,–
platered. 150 + 15 W	ƒ 76,–	ƒ 94,–	ƒ 62,–	ƒ 230,–
cover with heater	ƒ 76,–	ƒ 96,–	ƒ 29,–	ƒ 200,–
creepbox triangular	ƒ 152,–	ƒ 48,–	ƒ 34,–	ƒ 230,–
creepbox rectangular	ƒ 152,–	ƒ 48,–	ƒ 34,–	ƒ 230,–

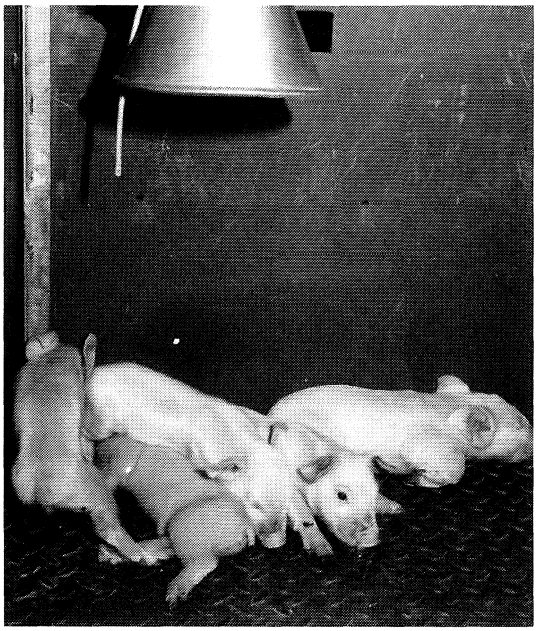
Table II: Performance of suckling piglets in floor-heated nests with and without a supplementary infra-red heater (100 W) till 3 days after farrowing

	with heater	without heater
number of litters	213	211
average litter size at birth	10.4	10.4
average weight at birth (gram)	1,505	1,534
average weight at weaning (kg)	8.5	8 4
mortality (%)	13.7	12'5
age at weaning (days)	30.8	30:5
kg feed per piglet	0 4	0 4
growth (gram/day)	224'	223'

Conclusions

Floor heating is the most efficient way of heating piglet nests in terms of labour requirements. Electrically heated floors that are insulated have low energy costs. Nests with shelters have lower energy requirements than nests without shelters. Energy can be saved with infra-red heaters and ceramic radiators by applying thermostatic control. No differences in performance have been found between systems with and without additional infra-red heaters till 3 days after farrowing in piglets nests that were already warmed by floor-heating. Measurements on energy use of warmwater floorheating should be obtained in further investigations to evaluate electrical and warmwater floorheating.

1. INLEIDING
INTRODUCTION



In een kraamhok zijn zowel de zeug als de biggen gehuisvest. Ze stellen echter verschillende eisen aan de temperatuur van hun omgeving. Men tracht aan deze eisen te voldoen door een deel van het kraamhok - het biggennest - extra te verwarmen. Voor het verwarmen van dit biggennest zijn diverse systemen op de markt. Op het Varkensproefbedrijf in Sterksel zijn veel verschillende systemen aanwezig. Alleen nestverwarming door gaskappen ontbreekt. Het werd zinvol geacht om de ervaringen die zijn opgedaan, systematisch weer te geven in een verslag.
Het handhaven van hoge temperaturen in het biggennest kost veel energie. In dit onderzoek is van de meeste systemen vastgesteld wat het energieverbruik is.

Bij vloerverwarmingssystemen wordt in de praktijk soms tijdens de eerste 3 dagen na het werpen boven de biggen een extra infraroodlamp gehangen. Er is nagegaan of het wel of niet plaatsen van deze extra lamp invloed heeft op de technische resultaten in de zoogperiode.

2. OPZET EN UITVOERING VAN HETONDERZOEK *EXPERIMENTAL DESIGN*

2.1 Proefopzet

Het onderzoek is uitgevoerd in de periode van augustus 1980 tot en met januari 1987. Op het Varkensproefbedrijf zijn alle aanwezige kraamafdelingen voor dit onderzoek gebruikt. In kraamafdelingen met gedeeltelijk roostervloer zijn hoofdzakelijk de verschillende vloerverwarmingssystemen onderzocht. In kraamafdelingen met volledig roostervloer was het onderzoek vooral gericht op nestverwarming via infraroodlampen, onderkomens, verwarmde vloerelementen en biggenkisten.

Het onderzoek beperkt zich tot de zoogperiode. Omwille van een goede onderlinge vergelijkbaarheid zijn, indien mogelijk, meerdere systemen binnen dezelfde afdeling beproefd.
Niet alle systemen konden in dezelfde periode onderzocht worden. De opzet van het onderzoek en de proefomstandigheden zijn gedurende de gehele proefperiode wel vergelijkbaar geweest.

Naast het onderzoek op praktische bruikbaarheid en energieverbruik bij verschillende nestverwarmingssystemen is een vergelijkend onderzoek uitgevoerd naar het effect van een extra infraroodlamp gedurende 3 dagen na het werpen, in combinatie met vloerverwarming. Dit vergelijkend onderzoek, waarbij ook produktieresultaten meegenomen zijn, heeft uitsluitend in kraamhokken met gedeeltelijk roostervloer plaatsgevonden.

2.2 De onderzochte nestverwarmingssystemen

Bij de keuze van de nestverwarmingssystemen is er naar gestreefd om van ieder nestverwarmingsprincipe minstens één van de in Nederland in de handel zijnde systemen te onderzoeken. Dit bleek op het Varkensproefbedrijf te Sterksel mogelijk te zijn, met uitzondering van biggennestverwarming door gaskappen. Verder waren alle systemen aanwezig. De systemen die zijn onderzocht, zijn de volgende:

- warmwatervloerverwarming;
- warmwaterroosterverwarm,,ing;
- electrische vloerverwarming;
- electrische verwarmingsplaat;
- infraroodlamp (met en zonder regelingen);
- keramische straler;
- biggenkist;
- onderkomen met doorzichtige plaat en lamp;
- onderkomen met vlakstraler.

Bij de bespreking van de resultaten van het onderzoek wordt nader ingegaan op de technische aspecten van de diverse systemen.

Bij de vergelijking van het al dan niet toepassen van een extra infraroodlamp boven de vloerverwarming zijn lampen van 150 W gebruikt. Deze lampen bleven tot drie dagen na de geboorte boven het biggennest branden.

2.3 Huisvesting

Gedurende de zoogperiode zijn kraamopfokhokken met diverse vloeruitvoeringen gebruikt. Er zijn kraamopfokhokken met gedeeltelijk en met volledig roostervloer gebruikt. Het materiaal van de roosters was kunststof of metaal.
De luchtinlaat naar de kraamafdelingen was altijd indirect vanuit een centrale gang. In deze centrale gang is de lucht voorverwarmd tot minimaal 10°C. In de kraamafdeling is de lucht naverwarmd tot 22°C in de periode dat er biggen werden geboren. Na de geboorte van de laatste toom in een afdeling werd de ruimteverwarming uitgeschakeld. De ruimtetemperatuur was minimaal 18°C. Bij voorverwarming op de centrale gang tot 10°C, geeft de vloerverwarming voldoende warmte af aan de afdeling om deze ruimtetemperatuur te realiseren. Het biggennest is via diverse nestverwarmingssystemen verwarmd.

2.4 Verzameling van gegevens

Het gedrag van de biggen was bepalend voor het instellen, bijregelen of uitschakelen van de nestverwarming. Er is gestreefd naar een nesttemperatuur waarbij de biggen naast elkaar verspreid in het nest liggen. Is de

temperatuur te laag dan gaan biggen op elkaar of tegen de zeug liggen.
In het laatste geval is het risico van doodliggen van de biggen hoog. Als de nesttemperatuur te hoog is, liggen de biggen verspreid door het hele hok. Ook dan is het risico van doodliggen hoger dan wanneer de biggen in het nest liggen.

Voor de beoordeling van het liggedrag van de biggen zijn de volgende categorieën onderscheiden:
A: hoopvorming en tegen de zeug aan liggen (te koud);
B: gespreide ligging in het biggennest (gewenst);
C: biggen liggen verspreid rond het biggennest (te warm);
D: biggen liggen verspreid over het hele hok (veel te warm).
Op basis van de beoordeling van het liggedrag is de nesttemperatuur afgesteld. Met het gewenste liggedrag als criterium voor het instellen van de nesttemperatuur zijn per verwarmingssysteem gegevens verzameld over het energieverbruik en de temperatuur in het biggennest.

Het energieverbruik is bepaald met behulp van kilowattuur-meters (electrische systemen). De luchttemperatuur is gemeten met minimum-/maximumthermometers, De vloertemperatuur is gemeten met een contactthermometer.
Bij het meten van het energieverbruik van warm waterverwarming moet gebruik worden gemaakt van warmte-afgiftemeters. Warmte-afgiftemeters meten de temperaturen van het inkomende water en van het retourwater en meten de waterstroom. Het is moeilijk kleine waterstromen nauwkeurig te meten. Mechanische instrumenten geven alleen betrouwbare resultaten als de meters regelmatig worden geijkt. Electronische meters (meting met behulp van het principe van Faraday) kunnen wel goed meten zonder te verlopen. Op het Varkensproefbedrijf in Sterksel heeft men met mechanische warmte-afgiftemeters de warmte-afgifte van warmwatervloerverwarming gemeten, Men vond een gemiddelde afgifte van 290 Watt per kraamopfokhok. Dit is onwaarschijnlijk hoog. Doordat de meters niet regelmatig zijn geijkt, mag men de gegevens niet gebruiken als zijnde betrouwbare metingen. Op het Varkensproefbedrijf te Raalte geven metingen met electronische instrumenten een afgifte van 108 Watt per m^2 in biggenopfokstallen met warmwatervloerverwarming. Dit stemt overeen met de theoretisch berekende afgifte van 70 Watt per m^2 voor grote oppervlakken en een extra afvloeïng van warmte door koudebruggen langs de rand.
De gevonden waarden in Sterksel zijn ondanks de hogere vloertemperatuur niet te verantwoorden en niet opgenomen in dit verslag.

Van de vergelijking van een nest met vloerverwarming met al dan niet een lamp erboven, zijn de technische resultaten genoteerd.

2.5 Verwerking van de gegevens

De resultaten van de metingen van energieverbruik zijn per systeem verzameld en verwerkt tot gemiddelden.
Op basis van de gemeten nesttemperaturen bij het gewenste liggedrag is een temperatuurcurve opgesteld.

Van de technische resultaten in de vergelijking tussen wel of geen lamp boven een biggennest met vloerverwarming zijn gemiddelden berekend. Deze zijn niet statistisch geanalyseerd.

Op grond van de energiekosten, investeringen en gebruikservaringen is een economische evaluatie van de diverse systemen gemaakt.

3. PRAKTISCHE EISEN TE STELLEN AAN BIGGENNESTEN
REQUIREMENTS OF PIGLETS NESTS

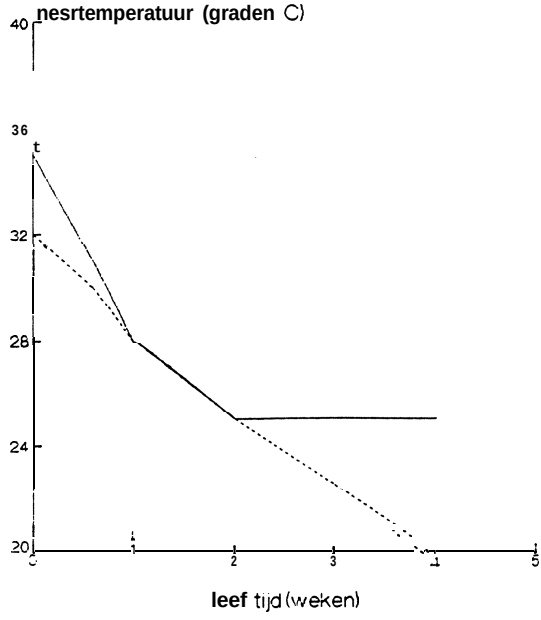
31 inleiding

Voordat wordt ingegaan op de diverse systemen en de resultaten die daarmee zijn behaald, worden een aantal algemene punten besproken die van belang zijn voor een goed functionerend biggennest. Met name de gewenste nesttemperatuur, de ruimtetemperatuur in relatie tot de nesttemperatuur, de nestoppervlakte en het werkingsprincipe van de gebruikte verwarmingssystemen kunnen in dit verband worden genoemd. Er is gebruik gemaakt van reeds bekende onderzoeksresultaten en ervaringen die elders zijn opgedaan (ANON 1979, EDWARDS a.o. 1987, JUNGBLUTH 1980, JUNGBLUTH & SOMMER 1986, LÜCKER u.a. 1986, MAIER 1987). Ook zijn bevindingen van dit onderzoek gebruikt bij het formuleren van de eisen die de big aan zijn omgeving stelt.

3.2 De gewenste nesttemperatuur

Een pasgeboren big verliest direct na de geboorte veel warmte aan de omgeving. Het vermogen om de lichaamstemperatuur op een constant peil te houden is dan nog slecht ontwikkeld. Dit betekent dat rond het werpen van de zeug de nesttemperatuur hoog moet zijn en de lichaamstemperatuur van de big moet benaderen. De big zal na de geboorte bij de zeug willen drinken. Na verzadiging zullen biggen mogelijk in het nest komen, mits het eenvoudig bereikbaar is. De big zal dan uitgeput zijn van alle vermoeienissen rond de geboorte, maar met een goede nesttemperatuur zullen de verdere levenskansen heel gunstig zijn. Ook in de daaropvolgende eerste levensdagen is een hoge nesttemperatuur gewenst. Met het ouder worden kunnen de biggen hun lichaamstemperatuur beter regelen. Tevens neemt hun eigen warmteproduktie toe. Hun oriëntatievermogen is dan ook beter, zodat het biggennest ook beter wordt benut. De nesttemperatuur mag dan met het ouder worden van de biggen afnemen. Door de nestverwarming voortdurend af te stemmen op de warmtebehoefte van de biggen, kan men de energiekosten verminderen. In Duitse literatuur (KALICH, 1970) wordt de gewenste nesttemperatuurgegeven bij verwarming met een infrarood lamp (figuur 1).

Op het Varkensproefbedrijf is in dit onderzoek op basis van het gedrag van de biggen een hogere gewenste temperatuur gevonden dan door Kalich. De gewenste temperatuur van het biggennest bleek op het Varkensproefbedrijf in het algemeen de eerste dag 35°C te zijn. Na 2 weken bleek de nesttemperatuur op het Varkensproefbedrijf niet verder te moeten dalen dan circa 25°C.



Figuur 1: Optimale temperatuur in het biggen
Op timum nes ttempera ture

Is het liggedrag van de biggen niet optimaal, dan zal er moeten worden bijgeregeld. Door een afwijkende toomgrootte, verminderde melkopname van de biggen, lagere staltemperaturen of door gezondheidsstoornissen kan de gewenste nesttemperatuur afwijken van de gegeven waarden. Het is niet wenselijk de temperatuur in het biggennest altijd volgens een vaste curve af te bouwen, zonder een dagelijkse controle. Men houdt dan te weinig rekening met het liggedrag van de biggen.

Tijdens het onderzoek op het Varkensproefbedrijf was het liggedrag van de biggen bepalend voor de werkelijk ingestelde nesttemperaturen.

Dagelijks is het liggedrag routinematig beoordeeld en de nesttemperatuur, indien nodig, bijgesteld.Na de tweede levensweek blijft de gewenste nesttemperatuur op een constant niveau van 25°C. De ruimtetemperatuur werd op minimaal 18°gehouden, maar was meestal hoger dan 21°Er was dan geen of nauwelijks verschil in temperatuur tussen het nest en de rest van het hok. De kraamafdelingen van het Varkensproefbedrijf zijn door de aanwezigheid van een verlaagd plafond klein van inhoud en goed geïsoleerd. Het zijn allemaal tussenafdelingen. Hierdoor is de ruimtetemperatuur relatief hoog voor een kraamafdeling. Mede door een verschil in temperatuur tussen biggennest en ruimte worden de biggen naar het nest gelokt. Hoe kleiner het verschil in temperatuur tussen het nest en de rest van het hok, hoe moeilijker biggen naar het nest zijn te lokken. Tijdens warme zomerperioden met hoge ruimtetemperaturen kan de nestverwarming eerder worden uitgeschakeld.

3.3 De ruimtetemperatuur

Tijdens het onderzoek is, in de periode dat biggen werden geboren, de ruimtetemperatuur op minimaal 21 tot 22°C gehouden. Deze hogere temperatuur is nodig om te voorkomen dat sommige biggen direct na de geboorte verkleumen. De pas geboren biggen zoeken namelijk eerst de uier van de zeug op en pas daarna het biggennest. De meest ideale temperatuur voor de zeug tijdens het werpen ligt echter veel lager. Biggensterfte door verkleumen komt nog steeds voor. Het is wenselijk in de toekomst te zoeken naar oplossingen die het verkleumen van biggen direct na de geboorte voorkomen. Hierbij zal ook rekening moeten worden gehouden met de temperatuurseisen van de zeug.

Na de geboorte van de laatste toom ïs de ruimteverwarming uitgeschakeld. Alle biggen liggen dan in het nest. Voor de zeug is een lagere ruimtetemperatuur wenselijk. De verwarmingskosten worden op deze wijze beperkt.

De ruimtetemperatuur is afhankelijk van de klimaatsregeling. Via de ventilatieregeling is na de geboorte van de laatste toom gestreefd naar een ruimtetemperatuur van minimaal 18°C. Vanaf een temperatuur van 21°C. werd dan meer dan minimaal geventileerd.
Een lage ruimtetemperatuur betekent meer warmteverlies vanuit het biggennest naar de ruimte. Een afgeschermde, geïsoleerde, tochtvrije ligruimte voor de biggen beperkt dit warmteverlies. Het nestverwarmingssysteem zal onafhankelijk van de ruimtetemperatuur voor de gewenste nesttemperatuur moeten zorgen. Anderzijds zal de nestverwarming zo weinig mogelijk invloed op de ruimtetemperatuur moeten hebben. Alleen dan kan de energie doelgericht worden gebruikt en zullen de energiekosten minimaal zijn.

3.4 De nestoppervlakte

Het biggennest zal zodanig geconstrueerd en verwarmd moeten worden, dat alle biggen zich behaaglijk kunnen voelen. Afhankelijk van leeftijd en toomgrootte neemt een toom biggen meer of minder ligruimte in beslag. In tabel 1 is de vereiste ligruimte vermeld in relatie tot de leeftijd van de biggen. Deze cijfers zijn gebaseerd op metingen van het gebruikte oppervlak bij een gewenst liggedrag.

Tabel 1: Relatie benodigd nestoppervlak en leeftijd van biggen
Required nestsurface as related to the age of piglets.

leeftijd biggen (dagen)	0	7	14	21	28
nestopp. in m^2/big	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08

Het totaal benodigde nestoppervlak kan worden weergegeven in de volgende vergelijking:

$0 = n \times (0{,}4 + 0{,}1 \times L)$

Waarbij *0* = oppervlak van biggennest in m^2 per toom

n = aantal biggen in de toom

L = leeftijd van de biggen in weken ($L \geq 4$)

Uit tabel 1 blijkt dat vooral in het begin het nest van beperkte omvang kan zijn. In deze periode is ook de warmtebehoefte van de biggen het grootst. In de praktijk wordt een nestoppervlakte van minimaal $0{,}6\ m^2$ per toom geadviseerd. Uit het bovenstaande blijkt dat bij een toom van 10 biggen er voldoende plaats is in een dergelijk nest tijdens de eerste twee levensweken van de biggen. Dit is de periode met de grootste warmtebehoefte. Na de derde week kunnen niet meer alle biggen naast elkaar in het nest liggen.

Doordat het verschil in gewenste nesttemperatuur en staltemperatuur op deze leeftijd vrij gering is, zijn hierbij geen problemen te verwachten. Wil een nestverwarmingssysteem goed functioneren dan is een nestoppervlakte van $0{,}7\ m^2$ wenselijk. Alle biggen, ook in grote tomen, kunnen dan van deze verwarming profiteren in de periode, dat ze hieraan behoefte hebben.

3.5 Werkingsprincipes nestverwarmingssystemen

Bij verwarming van het biggennest wordt warmte overgedragen aan biggen. Transport van warmte kan op vier manieren plaats vinden:

- door geleiding: de warmte wordt in materialen doorgegeven ten gevolge van temperatuurverschillen.
- door stroming: de warmte wordt meegevoerd door stroming van bijvoorbeeld water of lucht.
- door *straling*: wanneer straling een vlak treft wordt (een deel van) de straling geabsorbeerd en omgezet in warmte.
- door *latent warmtetransport*: door verdamping van water in bijvoorbeeld uitgeademde lucht wordt warmte afgevoerd; op deze wijze verliest een varken niet-voelbare warmte.

De eerste drie vormen van warmtetransport kunnen worden benut voor warmte-overdracht in varkensstallen. De verschillende nestverwarmingssystemen dragen hoofdzakelijk warmte over zoals weergegeven in tabel 2.

Bij de meeste vormen van verwarming wordt de warmte op meerdere manieren overgedragen. Zo kan bij de infraroodlampen ook de vloer worden opgewarmd door straling. Deze warmte kan voor een deel via geleiding alsnog ten goede komen aan de biggen.

Tabel 2: Belangrijkste methoden van warmteoverdracht van verwarmingssystemen
Main methods of heat transfer in heating systems

	geleiding	stroming	straling
centrale verwarming	nee	ja	gedeeltelijk
vloerverwarming	ja	nee	nee
lampen en stralers	gedeelte1 ijk	nee	ja

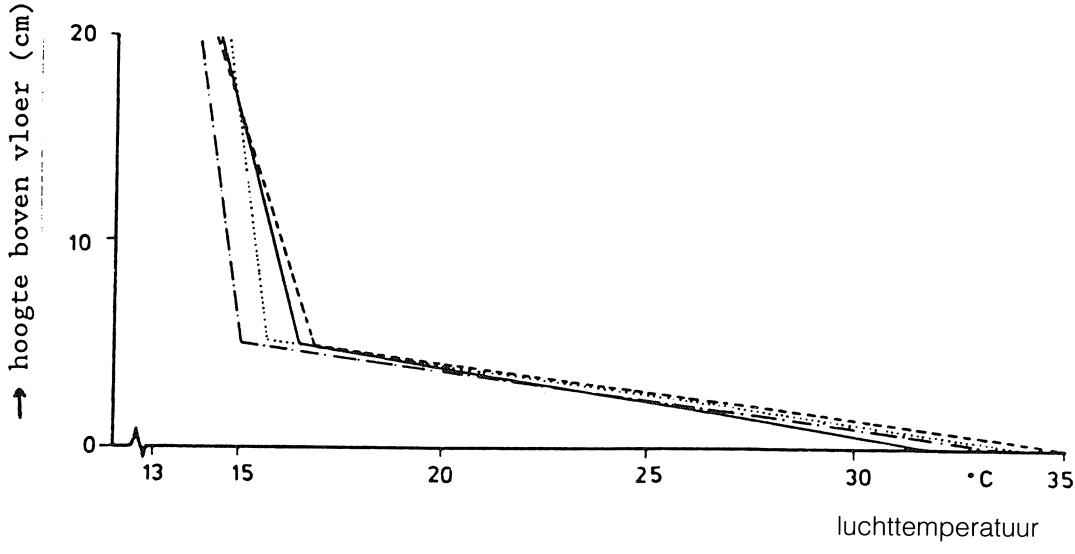
4. VLOERVERWARMINGS-SYSTEMEN *FLOOR HEATING SYSTEMS*

4.1 Werking

Bij vloerverwarming vindt de warmte-overdracht tussen de biggen en de vloer hoofdzakelijk plaats door geleiding. Dit betekent dat het vloeroppervlak warm moet zijn. De luchttemperatuur heeft reeds op 5 cm boven de verwarmde vloer waarden die dichter bij de ruimte- dan bij de vloertemperatuur liggen (zie figuur 2).

De metingen in dit onderzoek bevestigen de gegevens uit de Duitse literatuur, zie tabel 3.

Een big kan via de vloerverwarming warmte toegevoerd krijgen. Een groot deel van het huidoppervlak is niet in contact met de vloer en verliest warmte aan de omgeving. Om er zeker van te zijn dat de pasgeboren biggen genoeg warmte ter beschikking hebben, wordt in de praktijk soms tijdens de eerste levensdagen ook nog een infraroodlamp gebruikt boven het biggennest met vloerverwarming. In het volgende hoofdstuk wordt het effect van deze extra lamp besproken. Bij vloerverwarming hoeft alleen de ligruimte van de biggen te worden verwarmd. Verwarming dicht bij de zeug is



Figuur 2: **Luchttemperaturen als functie van de hoogte boven een biggennest bij een vloertemperatuur van 32-35°C en een ruimtetemperatuur van 14-15°(WOLFERMANN, 1966).**
Air temperatures as function of height above a nest for piglets at a floor temperature of 32-35° and an ambient temperature of 14-15° (WOLFERMANN, 1966).

Tabel 3: **Luchttemperatuur boven vloerverwarming bij een vloertemperatuur van 35° (ruimtetemperatuur 18°C).**
Airtemperatures above a heated floor at a floortemperature of 35° and an ambient temperature of 18°C.

hoogte boven vloer (cm)	temperatuur (°C)
5	21,5
10	21,0
15	20,0
30	18,5

ongewenst. Dit om te voorkomen dat biggen tegen de zeug gaan liggen en om de zeug zoveel mogelijk een klimaat aan te bieden dat bij haar warmtebehoefte aansluit. Omdat een vloerverwarming ook warmte naar beneden en in horizontale richting afgeeft, is het noodzakelijk de vloer aan de onderzijde te isoleren met bijvoorbeeld 5 cm geëxtrudeerd polystyreenschuim, om deze verliezen zoveel mogelijk te beperken.

Van de volgende typen vloerverwarming zijn gegevens verzameld:
– warmwatervloerverwarming;
– warmwaterroostervloerverwarming;
– electrische vloerverwarming;
– losse electrisch verwarmde vloerplaten.
Er is geen strooisel toegepast op de verwarmde vloeren. Vloerverwarming belemmert het overzicht op de biggen uiteraard niet. Daarom is controle eenvoudig.

4.2 Warmwatervloerverwarming

4.2.1 Technische informatie

Op veel vermeerderingsbedrijven is een centrale waterverwarmingsinstallatie aanwezig voor de ruimteverwarming. Deze installatie kan ook worden gebruikt voor de warmwatervloerverwarming. Om deze reden wordt dit systeem van nestverwarming veel toegepast. Er worden meestal polyethyleenslangen in de vloer gelegd op een onderlinge afstand van circa 20 cm. Er wordt gestreefd naar vloertemperaturen van circa 35°C. Om spanningen in de vloer te beperken, mag de watertemperatuur maximaal 50°C zijn. Bij de gecombineerde centrale ruimteverwarming en vloerverwarming kan een extra pomp en een afzonderlijke regeling van de watertemperatuur voor de vloerverwarming worden toegepast. Voor deze regeling zijn twee mogelijkheden; een electronisch gestuurde regeling of een thermostatisch gestuurde regeling. De slangen kunnen op verschillende manieren worden gelegd, in lussen onder de biggenruimte of dwars onder een rij kraamopfokhokken door (zie figuur 3). Als de slangen onder de zeug door liggen, moeten de slangen daar worden geïsoleerd. De boxen zijn moeilijk te plaatsen zonder beschadiging van de vloerverwarming.

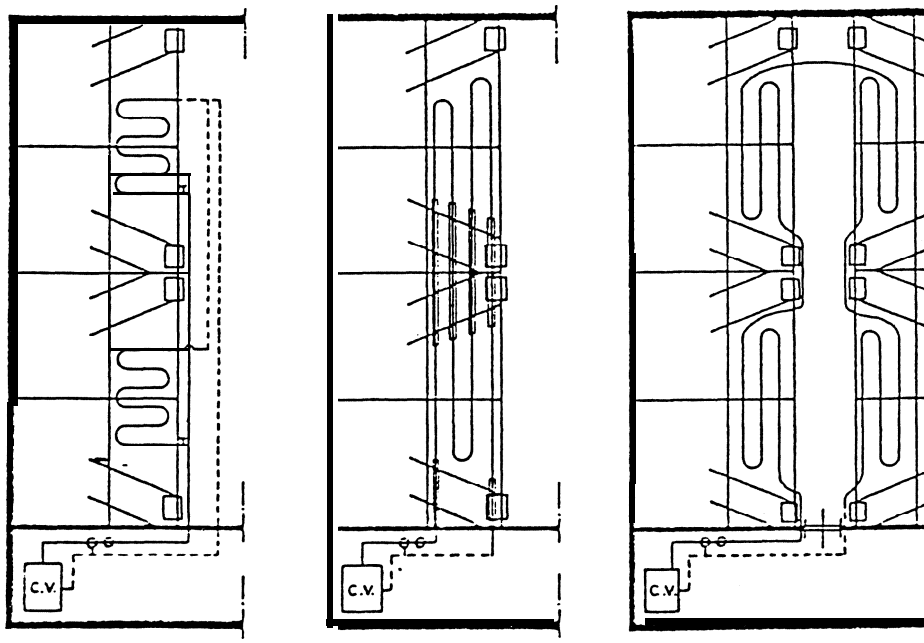
Warmwatervloerverwarming is alleen bij nieuwbouw of reconstructie van de vloer goed toepasbaar.

Het opwarmen van de betonvloer via warmwaterbuizen vraagt circa 10 uur. Bij het uitvallen van de verwarming koelt de vloer niet direct af. Door dit warmtebufferend vermogen van de vloer zijn de gevolgen van een storing veelal beperkt. In verband met de investeringskosten is een regeling alleen per rij of per afdeling en niet per kraamhok rendabel. De regeling kan dus niet optimaal op de individuele toom worden afgestemd. Dit leidt in principe tot hoge energiekosten. Bij warmwatervloerverwarming zijn er altijd warmteverliezen in de ketel. Verder kan er, afhankelijk van afstand en isolatiewaarde van de leidingen, veel warmte verloren gaan bij transport van de ketel naar het biggennest en bij de verbranding in de ketel. In de zomer blijft de c.v.-ketel branden voor de vloerverwarming.

Een moeilijkheid bij warmwatervloerverwarming vormt het instellen van de gewenste vloertemperatuur. Met behulp van een mengkraan wordt de aanvoertemperatuur ingesteld. Diverse metingen geven aan dat het retourwater, nadat 8 kraamhokken zijn gepasseerd, gemiddeld 3,5°C is afgekoeld. Bij 4 respectievelijk 6 kraamhokken bleek de afkoeling 0,5°C resp. 2,5°C te zijn. Binnen hokken is de temperatuur van het oppervlak redelijk constant. De temperaturen wijken niet meer dan 1,0°C van de gemiddelde temperatuur in een hok.

4.2.2 Energieverbruik

In de paragraaf over het verzamelen van de gegevens is ingegaan op de problemen bij het meten van de warmte-afgifte van warmwatervloerverwarming. Exacte cijfers betreffende het energieverbruik van warmwatervloerverwarming zijn op het Varkensproefbedrijf niet vastgesteld. Wel kunnen de volgende algemene opmerkingen over het energieverbruik bij warmwatervloerverwarming worden gemaakt. Er treden in de ketel en tijdens transport verliezen van warmte op. Deze verliezen kunnen worden geschat op 40%. Op grond van metingen, die zijn verricht door het IMAG, blijkt een rendement van 60% een meer reële waarde te zijn dan een rendement van 70%, zoals vroeger vaak werd



Figuur 3: Slangen van warmwatervloerverwarming kunnen op verschillende manieren worden gelegd
Tubes for warmwater floorheating can be laid in different ways

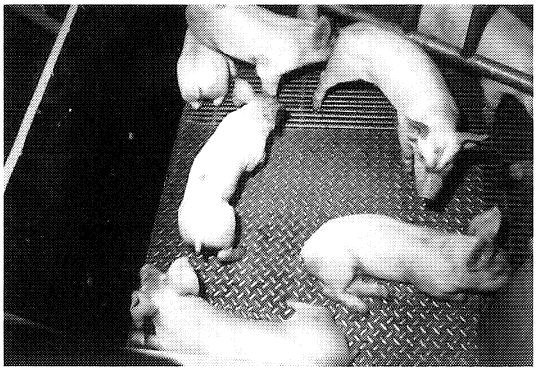
verondersteld. Vooral in de zomerperiode, als de ketel alleen blijft branden voor de nestverwarming, kan het rendement van de ketel laag zijn. Het type ketel(s), de lengte van transportleidingen en de mate van isolatie bei'nvloeden het rendement en daarmee ook de energiekosten sterk. Ook kan worden opgemerkt dat de prijs van aardgas de laatste 20 jaar sterker is gestegen dan de prijs van electriciteit.
De regeling bij warmwatervloerverwarming is grof. Het exact instellen van een vloertemperatuur is niet eenvoudig. Dit zal ook ongunstig zijn voor het energieverbruik van warmwatervloerverwarming .

Naast de vloerverwarming heeft er gedurende de eerste 3 dagen na de geboorte een infraroodverwarmingslamp van 150 W boven de vloerverwarming gehangen.

4.3 Warmwaterrooster- vloerverwarming

4.3.1 Technische informatie

In kraamopfokhokken met betonroosters kan een biggennest worden verwarmd door warmwaterverwarming van de betonroosters. De roosters in dit onderzoek hadden een balkbreedte van 10 cm en een spleetbreedte van 0,5 cm. De afmetingen van de roosterplaten waren 90 x 60 cm. Deze roosters zijn aan de onderkant niet geïsoleerd en geven daardoor ook veel warmte af naar beneden.
Door de luchtstroming via spleten, zijn de luchtsnelheden in het biggennest hoog, waardoor de warmteverliezen van de biggen groter zijn. De temperatuur in het nest moet hoger zijn om dit te compenseren.
Een extra lamp is dan nodig. Als biggen de keuze wordt gegeven tussen een dichte ligruimte of een ligruimte met roostervloer, dan kiezen de biggen voor een dichte vloer.
De oppervlaktetemperatuur van de roosters is gelijkmatig. Boven het rooster is de luchttemperatuur relatief laag.
Het blijkt dat er bij deze verwarmde betonroosters veelvuldig beschadigingen aan de biggen voorkomen. Scherpe randen, ruwe oppervlakken en vooral een te grote spleetbreedte, zijn bij de jonge biggen oorzaken van beschadigingen. Daarnaast zijn betonroosters uit hygiënisch oogpunt niet aan te bevelen.



Warmwaterroostervloerverwarming
Warmwater slatted floor heating

4.3.2 Energiekosten

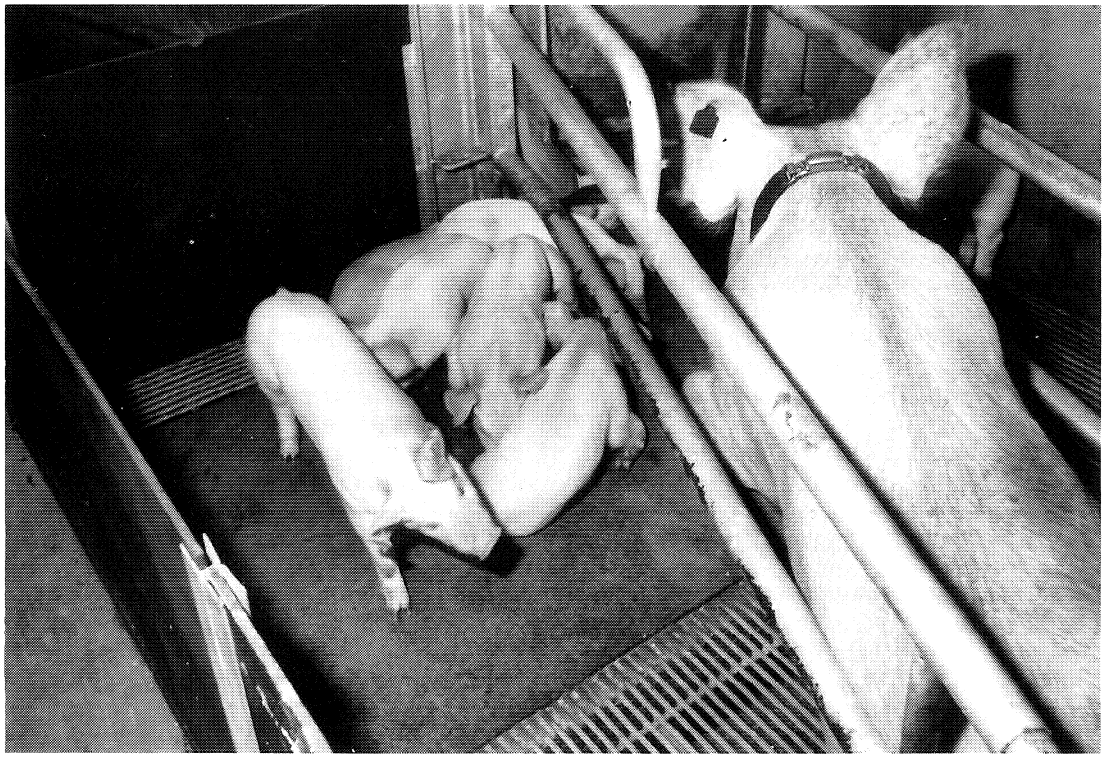
In dit onderzoek zijn geen gegevens verzameld over het energieverbruik. In vergelijking met warmwatervloerverwarming kan men er van uit gaan dat de warmte-afgifte van de roosters hoger zal zijn, de roosters zijn aan de onderzijde niet van isolatiemateriaal voorzien. Ook treedt er meer luchtbeweging rond de roosters op.

4.4 Electrische vloerverwarming

4.4.1 Technische informatie

Electrische vloerverwarming kan zowel in bestaande als in nieuw te bouwen kraamopfokhokken worden aangelegd. In beide gevallen bestaat de vloerverwarming uit electrische weerstandsverwarming. In het algemeen kan de electrische vloerverwarming zelf worden aangebracht, maar dienen de aansluitingen door een vakman te worden verzorgd. Electrische vloerverwarming heeft als voordeel ten opzichte van warmwaterverwarming, dat er geen transportverliezen zijn en alle energie dus voor 100% wordt benut.

Bestaande vloeren (verwarmingsweefsel)
Tijdens het onderzoek is op een bestaande betonvloer, in een afdeling met 2 rijen van ieder 5 kraamhokken, een matje verwarmingsweefsel aangebracht. De vloer bestond uit 10 cm klinkerisoliet met daarop een betonlaag van 2 cm. Hierop is een hechtlaag van 2 mm aangebracht. Daarop is



Electrisch vloerverwarmingsmatje dat op bestaande vloeren kan worden aangebracht.
Electrical floor heating mesh that can be laid on existing floors

het verwarmingsweefsel gelegd. De vloer is hierna met een kunstharslaag afgewerkt. Deze kunstharslaag had een dikte van 2 tot 4 mm. Het verwarmingsweefsel is een op vitrage lijkend geweven netwerk van zeer dun metaaldraad met een diameter van 0,04 mm. De opwarmtijd van de vloer bedraagt circa 5 uur. De warmte-afgifte werd geregeld via een handbediende thermostaat. Het vermogen per kraamhok is maximaal 226 Watt. Het verwarmingsweefsel wordt op het Varkensproefbedrijf sinds 1974 toegepast. De slijtvastheid en de bestendigheid tegen inwerking van chemische stoffen van de kunstharslaag, bleek goed te zijn.

Nieuwbouw (verwarmingskabel)
Bij nieuwbouw is het mogelijk de electrische vloerverwarming in het beton te gieten. Net als bij warmwatervloerverwarming moet de vloer aan de onderkant worden geïsoleerd met bijvoorbeeld polystyreen. Het warmtebufferend vermogen van de vloer zorgt ook hier dat bij storingen de vloer niet snel afkoelt en dat de nadelige gevolgen van de storing meestal beperkt zijn. De opwarmtijd van de vloer bedraagt ongeveer 10 uur. Het verwarmingselement bestaat uit verwarmingskabels met een pvc-beschermmantel. De kabels worden in de vorm van een netwerk gelegd. In de proefopstelling was de dikte van de betonlaag circa 3 cm. Om de slijtage van de vloer te beperken, was deze voorzien van een kunstharslaag. Via een thermostatische regelunit kan iedere gewenste temperatuur, afhankelijk van de fabrikant, per 2 kraamhokken of per rij kraamhokken worden geregeld. Aan vermogen per kraamhok was hier 200 Watt geïnstalleerd.

Temperatuursmetingen aan electrisch verwarmde betonvloeren, door middel van verwarmingskbabels, geven aan dat de vloer niet geheel gelijkmatig wordt verwarmd. De vloertemperatuur kan verspreid over de vloer, tot 1,5°C boven of beneden de gemiddelde temperatuur liggen.

4.4.2 Energieverbruik

Het energieverbruik en de energiekosten van electrische vloerverwarmingssystemen zijn weergegeven in tabel 4. De kosten zijn berekend op basis van een gemiddeld tarief voor dag- en nachtstroom van ƒ 0,18 per kWh.

De gewenste vloertemperatuur wordt niet gehaald tijdens de eerste 3 dagen na het werpen met de electrische verwarmingssystemen. Er kan dan een verwarmingslamp worden ingezet. In de zomer kost de vloerverwarming minder energie dan in de winter. In warme perioden zal de ruimtetemperatuur hoog zijn.
Bij vloerverwarming met verwarmingskabels zijn de energiekosten lager dan bij de geweven mat. Dit valt te verklaren door het lagere vermogen en de betere vloerisolatie bij de kabels. Er kan beter naar de behoefte van de biggen worden geregeld.

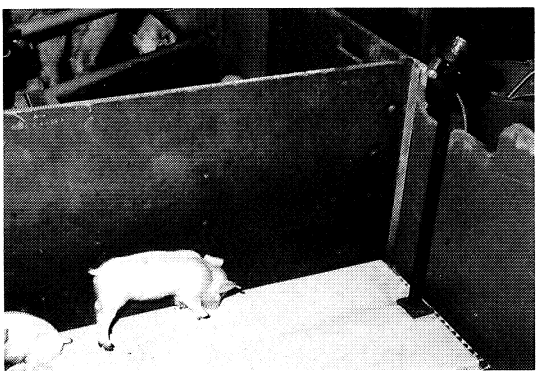
Tabel 4: Energieverbruik en verwarmingskosten per kraamopfokhok per dag van electrische vloerverwarmingssystemen
Energy use and heatingcosts per farrowing pen per day of electrical floor heating systems

Systeem	seizoen	energieverbruik		energiekosten
		MJ/koh/dag	kWh/koh/dag	f/koh/dag
geweven mat	apr-sep	5,6	1,56	0,28
	okt-mrt	70 ,	1,94	0,35
	gemiddeld	62 ,	1,75	0,32
kabels	apr-sep	27 ,	0,75	0,14
	okt-mrt	39 ,	1,07	0,19
	gemiddeld	33 ,	0,91	0,16

4.5 Losse vloerverwarmingselementen

4.5.1 Technische informatie

Naast de ingebouwde vloerverwarmingssystemen zijn er ook losse vloerverwarmingssystemen beproefd. Deze zogenaamde warmteplaten bestaan uit een plaat met daarin verzonken een electrische bedrading. Deze bedrading geeft bij stroomdoorgang warmte af. De platen hebben een kunststof ommanteling die waterdicht is en bestand is tegen inwerking van o.a. reinigingsmiddelen. Het geheel is uitgerust met een voor dit gebruik beveiligde transformator en regelaar. Met een snoer wordt de plaat aangesloten op het electriciteitsnet. Deze warmteplaten zijn in meerdere uitvoeringen en afmetingen verkrijgbaar. Het principe is in alle gevallen hetzelfde. In tabel 5 zijn een aantal gegevens van in dit onderzoek beproefde warmteplaten vermeld.



Losse warmteplaten, type A
Electrically heated floorpads, type A

De warmteplaat wordt los in de hoek van het kraamhok geplaatst. Er zijn ook versies die kunnen worden vastgezet in het kraamhok. Met name voor de volledig roostervloerhokken biedt de warmteplaat de mogelijkheid om vloerverwarming toe te passen. De warmteplaten kunnen met de hand op iedere gewenste temperatuur worden ingesteld tussen 0 en 40°C. De temperatuur wordt thermostatisch geregeld. Bij één uitvoering van een warmteplaat is een loklampje aanwezig om de biggen naar het nest te lokken. Tijdens het onderzoek kon niet duidelijk worden geconstateerd of het lampje werkelijk biggen aantrekt. De platen zijn aan de onderkant gei'soleerd om warmteverlies naar beneden te beperken. In de kraamhokken heeft, evenals bij de andere vloerverwarmingssystemen, gedurende de eerste 3 levensdagen van de biggen tevens een infraroodlamp gehangen. De verplaatsbaarheid van de platen biedt bepaalde voordelen. In de praktijk werden ze op het Varkensproefbedrijf nooit verplaatst in verband met de daarvoor benodigde extra arbeid. De platen en vooral thermostaat/ regelgedeelte zijn gevoelig voor beschadigingen door de zeug. De aansluitdraad naar het electriciteitsnet kan de toegankelijkheid van het kraamhok wat beperken. Het oppervlak van de twee platen uit tabel 5 was onvoldoende groot om alle biggen de eerste 3 weken voldoende plaats te bieden, De eerste plaat had een te glad oppervlak. Dit gaf vooral bij zwakke biggen (splay-leg) problemen door veelvuldig uitglijden.

Uit metingen aan het oppervlak bleek dat de

Tabel 5: Technische gegevens van onderzochte warmteplaten
Technical data of tested heatplates

Type	A	B
materiaal	PVC	glasfiber/cement
lengte(m)	1 ,00	1,00
breedte(m)	0,50	0,45
hoogte (cm)	3	4
vermogen(W)	150	75
spanning(V)	220	220
temp. instelling	0-40°C	0-40°C
extra's	loklicht(7W)	–
oppervlak	glad	profiel

platen niet steeds gelijkmatig werden verwarmd. Vooral bij de randen van de plaat was de oppervlaktetemperatuur lager dan de ingestelde temperatuur.
Een voordeel van de warmteplaten is, dat de temperatuur per hok kan worden geregeld. Men kan optimaal afstellen naar de warmtebehoefte van de toom. Het met de hand bijstellen van de temperatuur vraagt tijd en vooral aandacht. De nauwkeurigheid waarmee wordt bijgesteld, heeft invloed op het energieverbruik en dus op de kosten van dit systeem.
De ingestelde waarden hoeven niet overeen te komen met de werkelijke temperatuur van het oppervlak. Men kan dus niet klakkeloos een temperatuurschema volgen bij het gebruik van warmteplaten. Als men de temperatuur instelt op basis van het liggedrag van de biggen, zoals eerder betoogd, is dit geen wezenlijk bezwaar.

45.2 Energieverbruik

Het energieverbruik van de onderzochte warmteplaten staat vermeld in tabel 6. Bij de berekening van de kosten is wederom uitgegaan van een prijs van *f* 0,18 per kWh. De energiekosten van verwarmingsplaten zijn vergelijkbaar met die van electrische vloerverwarming.

Tabel 6: Energieverbruik en verwarmingskosten per kraamopfokhok per dag van electrisch verwarmde platen.
Energy use and heatingcosts per farrowing pen per day of electrically heated plates.

type	seizoen	energieverbrui k		kosten
		MJ/koh/dag	kWh/koh/dag	f/koh/dag
A	apr-sept	32 ,	0,89	0,16
	okt-mrt	5,2	1,44	0,26
	gemiddeld	4,2	1,17	0,21
B	apr-sept	4,2	1,15	0,21
	okt-mrt	56 ,	1,56	0,28
	gemiddeld	49 ,	1,36	0,25

5. WEL OF GEEN LAMP BOVEN VLOERVERWARMING *SUPPLEMENTARY HEATING ABOVE NESTS WITH FLOOR HEATING*

5.1 Inleiding

Direct na de geboorte hebben de biggen een grote warmtebehoefte. De lucht- en vloertemperatuur in het nest dienen gedurende de eerste dag ca. 35°C te zijn, dalend tot ca. 31°C op de derde levensdag. Vloerverwarming alleen blijkt niet steeds in de warmtebehoefte te kunnen voorzien. Slechts een deel van het huidoppervlak van de big ligt op de verwarmde vloer. Het resterende deel geeft warmte af aan de ruimte. Deze warmte-afgifte hangt ook af van de ruimtetemperatuur in de kraamstal. Om toch in de extra warmtebehoefte van de big te kunnen voorzien, wordt in de praktijk geadviseerd om gedurende de eerste dagen gebruik te maken van een infraroodlamp boven de vloerverwarming. De infraroodlamp zou daarnaast ook als richtpunt voor de biggen fungeren. Ze kunnen daardoor het biggennest sneller vinden. Na enkele dagen is de warmtebehoefte zover gedaald dat kan worden volstaan met alleen vloerverwarming. Het effect op de produktieresultaten van deze bijverwarming door een infraroodlamp is onderzocht.

5.2 Proefuitvoering

De vergelijking tussen vloerverwarming met en zonder bovenhangende lamp is uitgevoerd in kraamafdelingen met gedeeltelijk roostervloer in de hokken. Binnen een afdeling is tot drie dagen na het werpen in één helft van de kraamhokken wel en in de andere helft van de hokken geen verwarmingslamp boven de vloerverwarming gehangen. De verdeling gebeurde op basis van kraamhokuitvoering , pariteit en paringstype van de zeug. De verdeling over de beide proefgroepen kwam voor de geboorte tot stand. Hierdoor is het geboortegewicht niet meegenomen in de verdeling.

Door de wijze van indelen zijn binnen aidelingen vrijwel gelijke groepen gevormd, die met elkaar zijn vergeleken. Er is steeds één type verwarmingslamp gebruikt van 150 Watt.

De vergelijking wel of geen lamp boven het biggennest met vloerverwarming is uitgevoerd in de periode van maart 1983 tot april 1984 en omvatte in totaal 424 tomen. Onderzocht is hoe de uitval van de biggen, alsmede de opfokresultaten gedurende de zoogperiode waren. Daarnaast is het gedrag van de biggen geregistreerd. Aan de hand van de uitval van biggen en de latere opfokresultaten is nagegaan in hoeverre de extra kosten voor de bijverwarming werden goedgemaakt. De ruimtetemperatuur was minimaal 23°C gedurende de periode tussen de geboorte van de eerste en van de laatste toom biggen in de afdeling.

Tabel 7: Technische resultaten tijdens de zoogperiode bij biggen met of zonder extra verwarmingslamp boven het biggennest met vloerverwarming
Performance of sucking piglets with or without an extra heating lamp above the nest area with floor heating

	met lamp	*zonder lamp*
aantal tomen	213	211
aantal biggen	2.221	2.198
gemiddelde toomgrootte	10,4	10,4
gemiddeld geboortegewicht (gr)	1.505	1.534
gemiddeld grootgebracht per toom	9,0	9,1
gemiddeld speengewicht (kg)	8 5	8,4
uitval biggen (%)	13'7	12,5
gemiddelde speenleeftijd (dagen)	30;8	30,5
kg voer per big	0 4	0 4
groei (g/dag)	224'	223'

5.3 Technische resultaten

In tabel 7 zijn de technische resultaten gedurende de zoogperiode vermeld.

Uit deze tabel blijkt dat het geboortegewicht in de groep zonder lamp gemiddeld iets hoger was dan in de groep met lamp. De uitval was in de groep zonder lamp lager dan in de groep met lamp. De overige resultaten laten nauwelijks verschillen zien tussen de twee proefgroepen.Alleen tijdens de eerste 3 dagen na de geboorte is extra verwarming toegepast via de infraroodlamp boven de vloerverwarming. In tabel 8 is de uitval naar leeftijd van de biggen weergegeven.

In de groep met lamp is gedurende de eerste 3 levensdagen 9,9% van de biggen uitgevallen. In de groep zonder lamp was dat 9,2%. De resultaten schijnen in tegenspraak met de verwachting dat vooral gedurende de eerste levensdagen een extra verwarming voordeel biedt. Om inzicht te krijgen in de oorzaken van uitval, is de uitval in de eerste week uitgesplitst naar oorzaak. Zie tabel 9.

Het verschil in uitval van 1,2% blijkt vooral te zijn veroorzaakt door verschillen in uitval als gevolg van een te laag geboortegewicht en door doodliggen. Het verschil in geboortegewicht kan indirect ook invloed hebben gehad op de uitval door doodliggen. De cijfers geven geen enkele aanwijzing voor een lagere uitval door het gebruik van een infraroodlamp.

Tabel 8: Tijdstip van uitval
Age distribution of mortality

leeftijd (dagen)	uitval	
	met lamp	zonder lamp
0	2,8%	2,3%
1	3,8%	2,8%
2	2,0%	2,7%
3	1,3%	1,4%
4	0,5%	0,5%
5 t/m 7	1,0%	0,5%
8 tot spenen	2,3%	2,3%
totale uitval	13,7%	12,5%

Tabel 9: Oorzaak van uitval in de eerste levensweek
Cause of mortality during the first week[

leeftijd (dagen)	uitval	
oorzaak van uitval	met lamp	zonder lamp
te laag geboortegewicht (< 800 g)	3,6%	2,9%
doodliggen	4,0%	3,5%
vermageren en diarree	1,0%	1,1%
diversen	2,8%	2,7%
totale uitval tijdens de eerste week	11,4%	10,2%

5.3.1 Relatie uitval en ruimtetemperatuur

Voor een deel van de gegevens is de relatie vastgelegd tussen de totale uitval en de ruimtetemperatuur, zie tabel 10.

De uitval was in beide proefgroepen het laagst wanneer de ruimtetemperatuur tussen de 21 en 23°C lag. Vooral bij lagere ruimtetemperaturen was de uitval duidelijk hoger. Hieruit blijkt dat het gebruik van een extra lamp interessanter wordt bij lagere ruimtetemperaturen. De kraamafdelingen op het Varkensproefbedrijf hebben doordat een ralatief klein oppervlak direct in contact met de buitenlucht staat en door de aanwezigheid van een plafond, een relatief hoge ruimtetemperatuur.

53.2 Liggedrag van de biggen

Gedragsbeoordelingen lieten zien, dat de eerste twee levensdagen de biggen in beide groepen vaak bij de zeug lagen. Dit kan ook het relatief hoge uitvalspercentage door doodliggen verklaren. Na de eerste twee dagen lagen ze overwegend in het nest. Bij de groep met lamp bleek al vrij snel, dat het te warm werd in het nest. De biggen lagen vaker op het rooster en dus dichter bij de zeug.

Tabel 10: Uitval van biggen in relatie tot ruimtetemperatuur
Mortality of piglets related to ambient temperature

	gemiddelde ruimtetemperatuur							
	< 21°C		21-22°C		22-23°C		> 23°C	
uitval (%)	met lamp	zonder lamp	met lamp	zonder lamp	met lamp	zonder lamp	met lamp	zonder lamp
tot spenen	15,4	16,6	17,0	11,6	14,5	11,7	12,2	13,5
t/m 4 dagen	11,2	13,4	10,8	8,1	10,6	8,5	10,2	10,7

6. STRAALLAMPEN
RADIANT HEATERS

6.1 Inleiding

Verwarming van het biggennest door middel van infraroodlampen wordt al sinds vele jaren toegepast. De meest eenvoudige manieren om de temperatuur in het biggennest aan de behoefte aan te passen, zijn het gebruik van lampen met verschillend vermogen of het veranderen van de hoogte van de lamp.

Nieuwere methoden om de warmtebehoefte te regelen zijn te onderscheiden in de regeling van het vermogen per lamp, of door het regelen van de temperatuur. In beide regelingen geven de lampen maximale warmte bij netspanning (220V) en kan de warmte-afgifte worden verminderd door de voedingsspanning te verlagen.

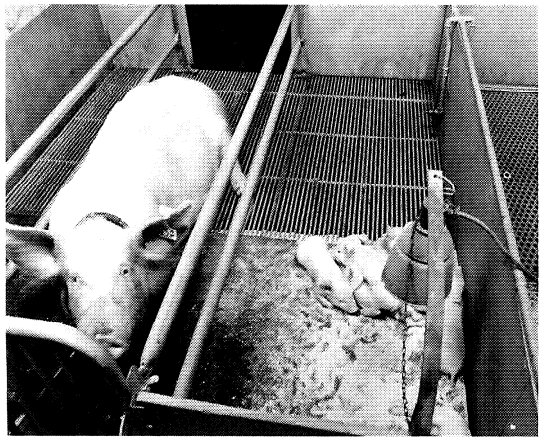
Omdat de nagestreefde warmte-afgifte of temperatuur in het biggennest niet constant in de tijd zijn, maar afnemen bij groeiende biggen, moet de regeling in de loop van de tijd worden bijgesteld. Dit kan op twee verschillende manieren: met de hand of automatische. Automatisch bijstellen kan op basis van een tevoren opgegeven temperatuurcurve. Ieder typeregeling kan in principe in stappen of traploos worden uitgevoerd.

Naast infraroodlampen zijn er ook keramische stralingselementen verkrijgbaar. Deze zijn ook onderzocht.

De regelingen, die in de loop der tijd zijn gebruikt op het Varkensproefbedrijf, zijn de volgende:
- lampen met een vast vermogen 250 W (enige warmtebron in nest);
- lampen met een vast vermogen 150 W (als bijverwarming);
- lampen met een vast vermogen 170 W (enige warmtebron in nest, dit is een nieuwe, energiezuinige versie van de 250 W lamp);
- lampen met een vast vermogen 100 W (als bijverwarming, dit is een nieuwe, energiezuinige versie van de 150 W lamp);
- thermostatische regeling, handmatig versteld;
- regeling van het vermogen, automatisch volgens een tijdcurve, stapsgewijs;
- thermostatische regeling, handmatig versteld 250 W, keramische straler;
- thermostatische regeling, handmatig versteld 400 W, keramische straler.

In het onderzoek zijn geen thermostatisch geregelde infraroodlampen met automatische curve beproefd. Deze regelingen zijn tegenwoordig wel verkrijgbaar. Door automatisch bij te regelen kan de temperatuur het beste worden geregeld. De energiekosten zullen bij een dergelijk systeem het laagst zijn. Hoe minder hokken op een regeling zijn aangesloten, hoe beter de temperatuur op het individuele biggennest zal kunnen worden afgestemd. Ook dit vermindert de energiekosten. De investeringen zijn echter hoger.

Alle stralingslampen zijn onderzocht in kraamopfokhokken met volledig roostervloer. Het biggennest werd gevormd door een rubber mat op de roosters te leggen, juist onder de verwarmingslamp.



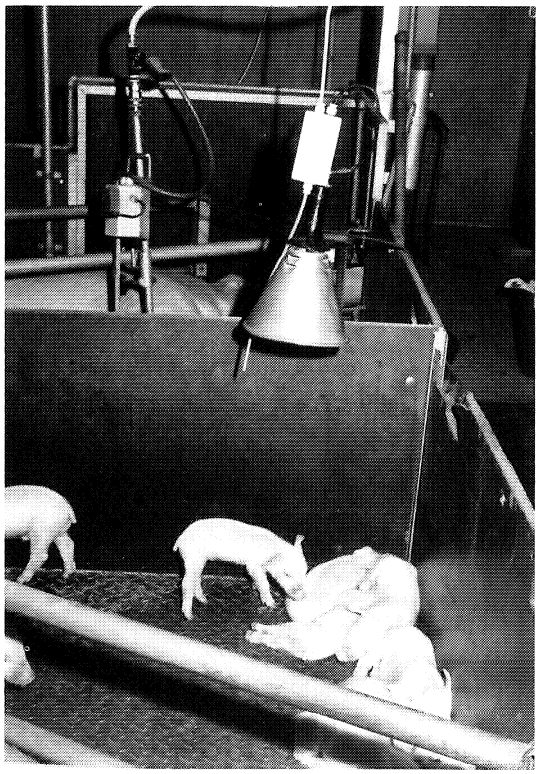
Infraroodlamp
Infraredlamp

6.2 Technische informatie

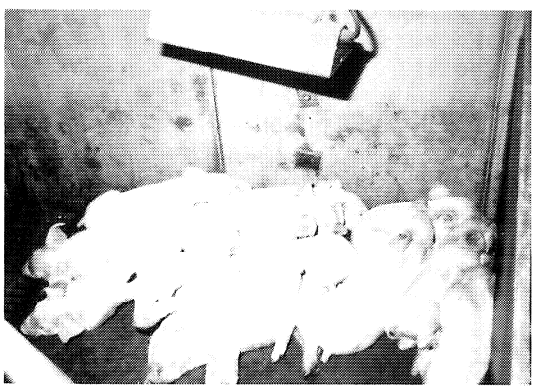
Naast de vroeger veel gebruikte infraroodlampen van 250 Wen 150 W, zijn er nu nieuwe infraroodlampen beschikbaar met vermogensvan respectievelijk 170Wen 100W. Door een efficiënte benutting van de energie hebben deze nieuwe lampen - volgens de fabrikant - dezelfde warmte-opbrengst als de oude lampen, terwijl de stroomkosten door de lagere vermogens aanzienlijk minder zijn. Op het Varkensproefbedrijf bleek dit te kloppen.

De thermostatische regeling met infraroodlampen en de vermogensregeling met automatische tijdsaanpassing, zijn per rij kraamhokken uitgevoerd.

De keramische stralers, die in Nederland verkrijgbaar zijn, worden thermostatisch geregeld. In de uitvoeringen, zoals op het Varkensproefbedrijf aanwezig, werd per rij kraamopfokhokken één temperatuurvoeler toegepast. Op grond hiervan werd de temperatuur in een rij biggennesten naar een ingestelde waarde geregeld. Een keramische staaf zorgde voor de warmtestraling. Het oppervlak in het biggennest dat werd bestraald, had hierdoor een ruwweg rechthoekige vorm. Dit in tegenstelling tot een infraroodlamp die een bij benadering cirkelvormig oppervlak verwarmt.
Er zijn 2 uitvoeringen van de keramische straler beproefd. Het enige verschil tussen de 2 uitvoeringen was de grootte van het vermogen. De stralers hadden vermogens van 250 Watt (op een hoogte van 70 cm) respectievelijk 400 Watt (deze hing op een hoogte van 80 cm). De fabrikant adviseert de straler van 400 W te gebruiken boven twee kraamopfokhokken. Op het Varkensproefbedrijf is de straler steeds boven één kraamopfokhok gebruikt.



Thermostatisch geregelde infraroodlamp
Thermostatically controled infraredlamp



Een keramische straler
A ceramic radiantheater

6.3 Energieverbruik

Het energieverbruik en de energiekosten van stralingslampen zijn weergegeven in tabel 11. Door de grotere hoogte van de keramische stralers hebben deze meer bijgedragen aan de ruimteverwarming dan de andere stralers. Er is bij deze stralers daarom onderscheid gemaakt naar het seizoen voor wat betreft het energieverbruik. De kosten zijn berekend op basis van een gemiddeld tarief voor dag- en nachtstroom van *f* 0,18 per kWh.

6.4 Praktische ervaringen

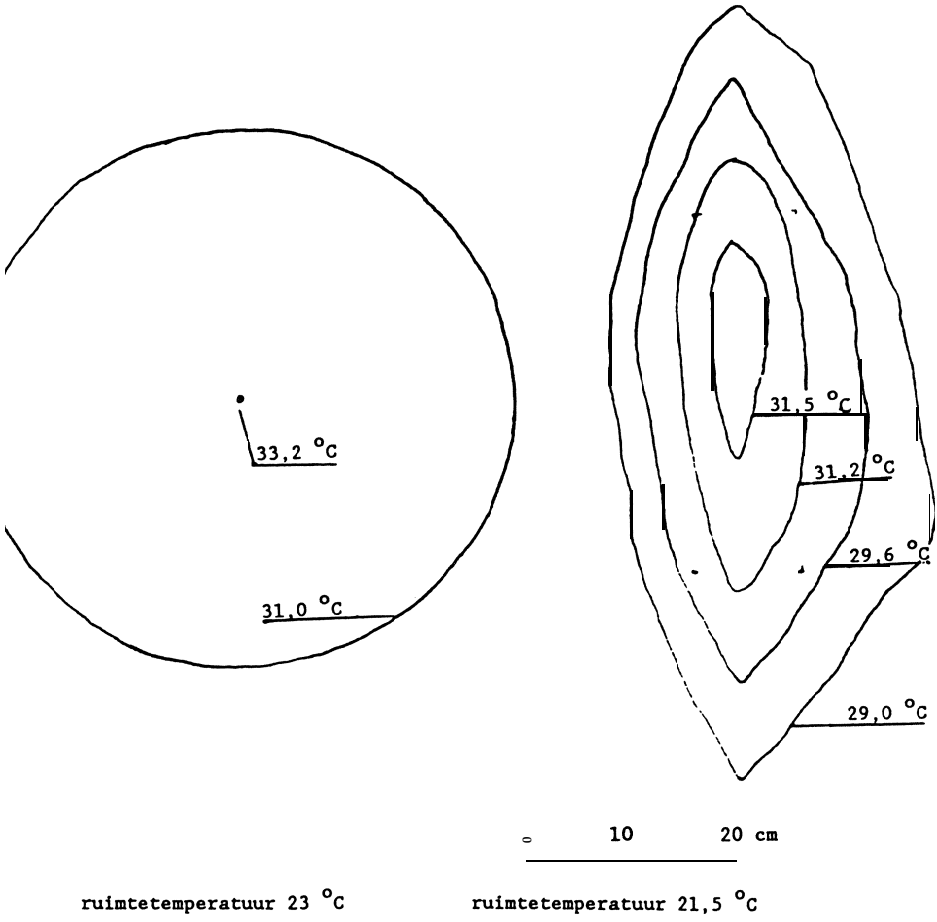
Bij infraroodlampen heeft men de keuze uit witte en rode lampen. In de temperatuur van het biggennest werden geen verschillen tussen beide typen geconstateerd. Een nadeel van rode lampen is dat kleurverschillen tussen de biggen in een toom moeilijker waarneembaar zijn. Bij witte lampen heeft men daarom bij bijvoorbeeld diarree een betere controlemogelijkheid. Witte lampen hebben daarom de voorkeur. De capaciteiten van de oude 150 W infraroodlamp en de nieuwe persglaslamp van 100 W zijn onvoldoende om als enige verwarmingsbron de temperatuur in het biggennest in de eerste levensweek voldoende hoog te houden.

De temperatuur van de lampen en van de keramische stralers wordt hoog. Bij aanraking kan de varkenshouder zich hieraan branden. De sensor voor het meten van de temperatuur bij thermostatisch geregelde lampen moet wel de temperatuur in het nest meten, maar mag niet door de biggen onklaar kunnen worden gemaakt. Dit kan bijvoorbeeld worden bereikt door de sensor in een geperforeerd pvc-buisje te stoppen.
Over de levensduur van verwarmingslampen zijn geen gegevens verzameld. Wel kan worden gesteld, dat als door de dieren of de varkenshouder tegen de lampen kan worden gestoten, dit de levensduur van de lampen sterk bekort. Gloeilampen zijn voor verwarming in biggennesten niet geschikt, omdat deze erg snel kapot gaan. De nieuwe uitvoeringen van de infraroodlampen geven een even goede temperatuur in het biggennest als de oude uitvoeringen, terwijl de energiekosten veel lager zijn.

Tabel 11: Energieverbruik en -kosten per kraamopfokhok per dag van stralingslampen
Enery use and -costs per farrowing pen per day of infrared heaters

type	vermogen	energieverbruik MJ/koh/dag	kWh/koh/dag	kosten f/koh/dag
lamp	250w	21,6	6,0	1,08
lamp	170w	14,4	4,1	0,73
lamp	150 W	13,0	36,	0,65
lamp	100 W	86,	24,	0,43
handmatige thermos.	250 W	11,3	31,	0,56
regeling	170 W	76,	21,	0,38
autom. curve,				
stappen	250 W	10,9	30,	0,55
in vermogen	170w	6,6	18,	0,33
thermostatisch,	250 W			
handverstelde	apr-sept	5,0	1,4	0,25
keramische	okt-maart	15,5	4,3	0,77
straler	gemiddeld	10,1	2,8	0,50
thermostatisch,	400 w			
handverstelde	apr-sept	12,6	35,	0,63
keramische	okt-mrt	19,8	55,	0,99
straler	gemiddeld	i62,	45,	0,81

Het met de hand bijstellen van de temperatuur in het kraamhok kost tijd en aandacht. Electrische systemen zijn wel nauwkeurig regelbaar. De mate van energiebesparing, die kan worden bereikt door dit af stellen, hangt waarschijnlijk dan ook sterk af van de aandacht die de varkenshouder heeft aan het bijregelen. Temperatuursverschillen in het biggennest zijn bij straallampen veel groter dan bij vloerverwarmingssystemen. Recht onder de lamp is het erg warm, verder van dit centrum wordt het snel kouder. Het oppervlak met een bepaalde temperatuur is dan ook beperkt.



Figuur 4: Temperatuurverdeling in biggennest onder persglaslamp (links) en onder keramische straler (rechts)
Temperature distribution in piglets nests under an infrared heater (left) and under a keramic rediator (right)

7. BIGGENNESTEN METONDERKOMENS *NESTBOXES*

7.1 Biggenkist

7.1.1 Technische informatie

Bij een biggenkist is het mogelijk om de ruimte eronder bij te verwarmen. Er ontstaat dan een afgeschermd microklimaat waarin ook de door de biggen geproduceerde warmte vastgehouden en benut kan worden (BRUGGINK 1981). In materiaalkeuze en constructie zijn er verschillen tussen de diverse fabrikanten. De bovenkant is vaak gemaakt uit doorzichtig plexiglas. Als dit schoon is, heeft men van buiten toch zicht op de biggen. De toegangsopening naar de kist bevindt zich aan de voorzijde en kan soms via een schuif worden afgesloten. Bij sommige uitvoeringen is er een losse voorhang. De warmte wordt geleverd door gloeilampen. Technische gegevens van onderzochte biggenkisten staan vermeld in tabel 12.
De biggenkisten zijn onderzoch op volledig roostervloeren.

7.1.2 Energieverbruik

Het energieverbruik wordt bepaald door het aantal lampen, hun vermogen en hun inschakelperiode. De eerste week werden 2 lampen gebruikt en de tweede week 1 lamp. Na 2 weken werd geen lamp meer gebruikt. De warmteproduktie'van de biggen is dan voldoende om de temperatuur in de kist op peil te houden. De lampen werden in totaal 15 dagen gebruikt. Bij de biggenkisten, die in dit onderzoek zijn getest, werden de lampen niet geregeld door een thermostaat of anderzins. Het energieverbruik is derhalve eenvoudig te berekenen als zijnde voor beide typen:
(7 x 2 x 24 x 60 + 7 x 1 x 24 x 60)/1.000 kWh = 30,24 kWh per worp.
Dit betekent voor beide typen ƒ 5,44 aan electriciteitskosten per worp bij een kWh-prijs van ƒ 0,18. Voor een ronde van 31 dagen komt dit overeen met ƒ 0,18 per kraamopfokhok per dag.

7.1.3 Gebruikservaringen

Bij het gebruik van de biggenkisten zijn een aantal voor- en nadelen geconstateerd. De uitvoering als rechthoek of driehoek maakt in principe geen verschil, mits het oppervlak voldoende is.
Een biggenkist kent de volgende voordelen:
- De biggen hebben een tochtvrije ligruimte;
- De warmte kan zich niet meteen verspreiden. De energiekosten zijn daardoor beperkt;
- De temperatuur in de rest van de kraamstal kan lager blijven. De warmte-afgifte van het biggennest aan de ruimte is laag. Voor de zeug is een lagere ruimtemperatuur goed.

Tabel 12: Technische gegevens van onderzochte biggenkisten
Technical information on tested piglet nestboxes

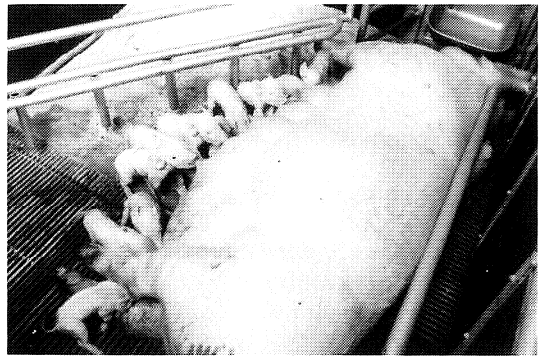
Type	I	II
afmetingen (l x b in m)	1,20x0,50	0,42 / 0,94 / 1,06 / 0,88
oppervlak (m^2)	0,60	0,49
materiaal wanden	reko	reko
materiaal toegangsschuif	plexiglas	plexiglas
verwarmingslampen	2 x 60 W	2 x 60 W
hoogte kist boven vloer (m)	0,40	0,40
bodem	geen	geen

Nadelen van het gebruik van biggenkisten zijn:

- De vaak grote biggenkisten zijn soms moeilijker inpasbaar in moderne kraamopfokhokken met een beperkt oppervlak.
- Het plaatsen, weghalen en reinigen van de kisten vraagt extra arbeid.
- Door stof is na enkele dagen het plexiglas minder doorzichtig, waardoor het zicht op de biggen sterk afneemt.
- Als diarree voorkomt neemt de hygiëne sterk af door besmeuring van de kist.
- Het oppervlak van de onderzochte kisten was er krap. Vooral bij grote tomen passen de biggen na enige tijd niet meer allemaal in de kist.
- De kist kan worden beschadigd, bijvoorbeeld door de zeug.
- De kans dat de lampen stuk worden gestoten, is groter naarmate de biggen ouder zijn. Ondanks een beschermend gaas is de levensduur van de lampen, door voortdurend trillen, zeer beperkt. Speciale verwarmingslampen hebben daarom sterk de voorkeur.

7.2 Onderkomen met lamp

Er worden ook onderkomens toegepast die - in tegenstelling tot biggenkisten - geen vaste zijwanden hebben. Wel kan hier eventueel een losse voorhang worden toegepast om het warmteverlies uit het nest te verminderen. Een lamp fungeert bij deze onderkomens als warmtebron. Deze onderkomens hebben in het gebruik vrijwel dezelfde voor- en nadelen als de biggenkisten. De eventuele losse voorhang wordt door de biggen op den duur kapot gevreten. Er treedt meer energieverlies door warmtestroming op. Dit komt doordat de warmte via de zijkanten kan wegstromen. Een beperkt oppervlak onder het onderkomen is hier minder bezwaarlijk dan bij de biggenkist omdat de biggen wel allemaal naast elkaar kunnen liggen.
Het energieverbruik bij de onderkomens met lamp wordt bepaald door de inschakelduur van de lampen. De eerste 2 weken brandden 2 lampen van 60 Wen de volgende 2 weken brandde nog 1 lamp van 60 W. Het energieverbruik bedroeg derhalve 60,5 kWh, oftewel ƒ 10,89 per worp. Bij een rondeduur van 31 dagen komt dit overeen met ƒ 0,35 per kraamopfokhok per dag.



Onderkomen met lamp
Covered piglet nest with bulb

7.3 Onderkomen met vlakstraler

Vlakstralers werken volgens hetzelfde principe als infraroodlampen. Verschil is dat een groot oppervlak met veel lagere temperaturen (ca. 80°C) voor de verwarming zorgt. De warmtestraling heeft een grotere golflengte. Vlakstralers zijn in verschillende uitvoeringen leverbaar: één uitvoering heeft een vermogen van 150 Wen een loklampje van 15 W met afmetingen van 0,95 x 0,52 m. Een andere uitvoering heeft een vermogen van 100 Wen een loklampje van 15 Wen is driehoekig. De rechte zijden van de driehoek zijn 0,80 m lang. De vlakstralers bestaan uit een isolatielaag aan de bovenkant, daaronder de electrische verwarmer en daaronder een warmtedoorlatende laag. Met kettingen kan de hoogte van de warmteplaat worden versteld. Een groot nadeel van vlakstralers is dat het biggennest vrijwel aan het oog wordt onttrokken, waardoor controle van de biggen moeilijk is. De warmteverdeling is bij een vlakstraler gelijkmatiger dan bij het gebruik van een lamp. Verder zijn de voor- en nadelen vergelijkbaar met de biggenkisten.
Bij een verwarmingsduur van 15 dagen kan het energieverbruik per worp worden berekend als zijnde:
15 x 0,165 x 24 resp. 15 x 0,115 x 24 = 59,4 resp. 41,4 kWh per worp, oftewel ƒ 10,69 resp. ƒ 7,45 per worp. Als een ronde in de kraamstal 31 dagen duurt, komt dit overeen met ƒ 0,34 respectievelijk ƒ 0,24 aan verwarmingskosten per kraamopfokhok per dag.

8. ECONOMISCHE EVALUATIE BIGGENNESTVERWARMINGSSYSTEMEN *ECONOMIC EVALUATION*

8.1 Technische resultaten

De verschillen in technische resultaten tussen de verschillende systemen zijn in dit onderzoek niet meegenomen. Dit betekent dat alleen arbeids-, energie- en investeringsverschillen van de diverse systemen zijn berekend. Bij de berekeningen van de kosten is er van uitgegaan dat er gemiddeld 8,8 worpen per kraamhok per jaar plaatsvinden.

8.2 Arbeidskosten

Voor de berekening van de verschillen in arbeidskosten is gebruik gemaakt van schattingen in de arbeidsbehoefte. Dit zijn schattingen van de bedrijfsleider en de medewerkers van het Varkensproefbedrijf. De arbeidsbehoefte bij nestverwarmingssystemen laat zich onderscheiden in twee componenten: de dagelijkse controle en afstelling en het periodieke reinigen.

Bij de dagelijkse controle is het belangrijk dat men alle biggen ziet liggen en lopen. Hiervoor moet men normaal in het nest kijken. Vloerverwarming en in iets mindere mate infraroodlampen en -kappen geven een onbelemmerd zicht op de biggen. De tijd, benodigd voor controle, is bij deze systemen gelijk. Bij vlakstralers en biggenkisten is de controle op de dieren iets minder eenvoudig. Men zal veelal even de bovenplaat oplichten om een blik in het nest te werpen. Ook bij het behandelen van dieren is een onderkomen een extra hindernis. Plexiglas wordt binnen enkele dagen zo stoffig dat ook hier de plaat moet worden opgelicht voor een goed zicht op de biggen. De extra arbeidsbehoefte voor kraamhokken met een biggenkist wordt geschat op 1 minuut per dag per hok (gemiddeld 2 controles per dag gedurende 4 weken). Bij onderkomens wordt de extra benodigde tijd op 0,5 minuut per kraamhok per dag geschat. Er is verondersteld dat het afstellen van de temperatuur 5 seconden per afstelling kost bij alle systemen. De tijd per afdeling verschilt hierdoor, een regeling per afdeling kost minder tijd dan een regeling per hok.

De opstelling van de box en de plaats van het biggennest in het kraamopfokhok hebben invloed op het zicht op de biggen. Door een onderkruip aan de achterkant van het hok te plaatsen, kan men vanaf de voergang mogelijk onder de onderkruip kijken en de biggen controleren. Arbeidsbesparingen zijn daarom misschien mogelijk bij sommige systemen. Dit is echter niet meegenomen in de economische evaluatie.

Bij reinigen en schoonmaken na iedere ronde bestaan duidelijke verschillen in arbeidsbehoefte tussen de nestverwarmingssystemen. Het reinigen van vloerverwarmingssystemen kost geen extra arbeid: de vloer moet immers toch worden gereinigd. Lampsystemen kosten meer arbeid. Bij het reinigen van de afdeling moeten de lampen worden verplaatst. De tijd, benodigd voor het verplaatsen van de lampen, wordt geschat op 0,5 minuut per kraamhok.
Vloerverwarmingsplaten worden gereinigd in het kraamhok. Hiervoor wordt geen extra arbeidsbehoefte verondersteld.
De biggenkisten en onderkomens worden gereinigd. Dit kost volgens schatting bij de biggenkisten 10 minuten per kraamhok per ronde en bij de onderkomens 5 minuten per kraamhok per ronde.

De geschatte verschillen in arbeidskosten tussen de vergeleken systemen voor nestverwarming zijn vermeld in tabel 13. Hierbij is uitgegaan van een uurloon van *f* 27,22 (toelichting richtprijs biggen van het Landbouwschap 1986/1987).

Tabel 13: Geschatte arbeidskosten van nestverwarmingssystemen
Estimated labour *costs* of *piglet nest* heating *systems*

systeem	controle tijd/ ronde/koh	reinigings tijd/ ronde/koh	verschillen in jaarlijkse kosten/koh
infraroodlamp 150 W	0	2 min.	f 8,–
infraroodlamp 250 W	0	2 min.	f 8,–
infraroodlamp 100 W	0	2 min.	f 8,–
infraroodlamp 170 W	0	2 min.	f 8,–
therm. handb. infrar.	0,4 min.	2 min.	f 10,–
schakelkast (stappen)	0,4 min.	2 min.	f 10,–
warmwatervloerverw.	0,4 min.	0	f 2,–
warmwaterroosterverw.	0,4 min.	0	f 2,–
elec. vloerverw. (mat)	0,4 min.	0	f 2,–
elec. vloerverw. (kabel)	0,4 min.	0	f 2,–
elec. verw.plaat (A)	2,3 min.	0	f 9,–
elec. verw.plaat (B)	2,3 min.	0	f 9,–
keram. straler 250 W	0,4 min.	2 min.	f 10,–
keram. straler 400 W	0,4 min.	2 min.	f 10,–
vlakstraler 100 + 15 W	14,0 min.	5 min.	f 76,–
vlakstraler 150 + 15 W	14,0 min,	5 min.	f 76,–
onderkomen met lamp	14,0 min.	5 min.	f 76,–
biggenkist driehoek	28,0 min.	10 min.	f 152,–
biggenkist rechthoek	28,0 min.	10 min.	f 152,–

Tabel 14: Energiekosten van systemen voor biggennestverwarming
Costs of energy for heating *nests of piglets*

Systeem	energiekosten/ dag/koh (f)	dagen/ worp	kosten/ worp(f)	energiekosten/ koh/jaar (f)
infraroodlamp 150 W	0,65	31	20,15	177,–
infraroodlamp 250 W	1,08	31	33,48	295,-
infraroodlamp 100 W	0,43	31	13,33	117,–
infraroodlamp 170 W	0,73	31	22,63	199,–
schakelkast (tijdcurve)	0,33	35	11,55	102,-
therm. handb. infrar.l.	0,38	35	13,30	117,–
warmwatervloerverw.	onbekend			
warmwaterroosterverw.	onbekend			
elec. vloerverw. (mat)	0,32	35	11,20	99,–
elec. vloerverw. (kabel)	0,16	35	5,60	49,–
elec. verw.plaat (A)	0,26	31	8,06	71,–
elec. verw.plaat (B)	0,25	31	7,75	68,–
keram. straler 250 W	0,50	35	17,50	154,–
keram. straler 400 W	0,81	35	28,35	249,-
vlakstraler 100 + 15 W	0,24	31	7,45	66,–
vlakstraler 150 + 15 W	0,34	31	10,69	94,–
onderkomen met lamp	0,35	31	10,89	96,–
biggenkist driehoek	0,18	31	5,44	48,–
biggenkist rechthoek	0,18	31	5,44	48,–

8.3 Energiekosten

De kosten van energie zijn berekend per worp en per kraamhok per jaar. Als de regeling van de verwarming van het biggennest per hok wordt verzorgd, dan is de verwarmingsperiode op 31 dagen gesteld, namelijk 30 dagen van werpen tot spenen plus 1 dag voorafgaand aan het werpen. Bij systemen die niet per hok maar per rij of per afdeling worden geregeld, is er van uitgegaan dat verwarming 4 dagen langer nodig is, dus 35 dagen. Er is bij alle systemen uitgegaan van 8,8 worpen per kraamhok per jaar. Op grond hiervan zijn de gegevens uit tabel 14 samengesteld.

8.4 Investeringskosten

Bij de berekening van de investeringskosten zijn globale richtprijzen aangehouden.

Er is uitgegaan van kraamafdelingen met 6 kraamopfokhokken die in één rij liggen. Hierin is, waar dat van toepassing is, één regeling voor alle 6 hokken verondersteld.

Warmwatersystemen voor nestverwarming worden alleen als deel van het totale verwarmingssysteem geïnstalleerd. In een dergelijk geval moeten niet alleen de slangen en kranen in de kraamstal, die uitsluitend voor nestverwarming worden gebruikt, in de kosten worden meegenomen. Ook een deel van de ketelkosten en dergelijke moeten worden verrekend in de kosten van nestverwarming.
Sommige systemen lenen zich beter voor doe-het-zelf montage dan andere. De mogelijkheden tot besparing op de installatiekosten door de inbreng van eigen arbeid zijn derhalve niet gelijk voor alle systemen. De kosten van de systemen zijn inclusief de montage.

De jaarlijkse kosten van nestverwarmingssystemen zijn samengesteld uit rentekosten (8% van het gemiddeld geïnvesteerd bedrag), afschrijvingskosten (lineair) en onderhoudskosten. Het afschrijvingspercentage wordt bepaald door de levensduur van een systeem. Ook het

Tabel 15: Geschatte investeringskosten van biggennestverwarmingssystemen in guldens per kraamopfokhok (koh)
Estimated investmentcosts of piglet creep area heating systems in guilders per farrowing pen

systeem	investering materiaal	per koh montage	levens-duur (jaar)	onder-houd	jaarlijkse investe-ringskos-ten/koh (*f*)
infraroodlamp 150 W	55	2,25	2	2%	32,–
infraroodlamp 250 W	60	2,25	2	2%	35,–
infraroodlamp 100 W	68	2,25	5	2‰	18,–
infraroodlamp 170 W	77	2,25	5	2‰	21,–
therm. handb. infrar.l.	172	10,80	5	3‰	49,–
schakelkast (stappen)	177	10,80	5	3‰	51,–
warmwatervloerverw.	150	27,00	15	1‰	21,–
warmwaterroosterverw.	260	16,20	15	1%	32,–
elec. vl.verw. (mat)	360	0,00	15	1‰	42,–
elec. vl.verw. (kabel)	160	27,00	15	1‰	22,–
elec. verw. plaat(A)	435	2,25	5	5‰	127,–
elec. verw. plaat(B)	435	2,25	5	5‰	127,–
keram. straler 250 W	385	10,80	10	3‰	67,–
keram. straler 400 W	395	10,80	10	3‰	69,–
vlakstraler 100 + 15 W	295	6,75	8	3‰	53,–
vlakstraler 150 + 15 W	350	6,75	8	3‰	62,–
onderkomen met lamp	130	6,75	8	5‰	29,–
biggenkist driehoek	150	9,00	8	5%	34,–
biggenkist rechthoek	205	9,00	8	5‰	46,–

percentage onderhoudskosten is afhankelijk van het systeem.

De kosten van de electrische verwarmingsplaat van het type B zijn niet bekend, omdat deze platen niet meer leverbaar zijn in Nederland. De kosten zijn geschat op *f* 435,–. In tabel 15 is een overzicht gegeven van de investeringskosten voor de diverse systemen.

8.5 Totale verschillen in kosten

De verschillen in kosten per jaar van arbeid, energie en investeringen van de vergeleken systemen van biggennestverwarming zijn weergegeven in tabel 16.

Tabel 16: Totale verschillen in jaarlijkse kosten per kraamopfokhok (koh) van biggennestverwarmingssystemen
Total differences in yearly costs per farrowing pen of pigletnest heating systems

systeem	arbeidskosten	energiekosten	vaste kosten	totale kosten
infraroodlamp 250 W	*f* 8,–	295,–	35 –	*f* 340,–
infraroodlamp 170 W	*f* 8,–	199,–	22:-	*f* 230,–
therm. handb. infrar.	*f* 10,–	117,–	49,-	*f* 180,–
schakelkast (stappen)	*f* 10,–	102,–	51.,–	*f* 160,–
warmwatervloerverw.	*f* 2,–		21,–	onbekend
warmwaterroosterverw.	*f* 2,–		32,–	onbekend
elec. vl.verw. (mat)	*f* 2,–	99,–	42,–	*f* 140,–
elec. vl.verw. (kabel)	*f* 2,–	49,–	22,–	*f* 70,–
elec. verw. plaat (A)	*f* 9,–	71,–	127,–	*f* 210,–
elec. verw. plaat(B)	*f* 9,–	68,–	127,–	*f* 200,–
keram. straler 250 W	*f* 10,–	154,–	67,–	*f* 230,–
keram. straler 400 W	*f* 10,–	249,-	69,–	*f* 330,–
vlakstraler 100 + 15 W	*f* 76,–	66,-	53,–	*f* 200,–
vlakstraler 150 + 15 W	*f* 76,–	94,–	62,–	*f* 230,–
onderkomen met lamp	*f* 76,–	96,–	29,–	*f* 200,–
biggenkist driehoek	*f* 152,–	48,–	34,–	*f* 230,–
biggenkist rechthoek	*f* 152,-	48,-	46,–	*f* 250,–

9. DISCUSSIE EN CONCLUSIES
DISCUSSION AND CONCLUSIONS

9.1 Technische resultaten

In de vergelijking tussen het al dan niet gebruiken van een extra lamp boven een biggennest met electrische vloerverwarming zijn de technische resultaten bekend. De oorzaak van het gevonden verschil in uitval tussen de twee proefbehandelingen is terug te voeren op een toevallig verschil in geboortegewicht. Er zijn daarom geen verschillen in technische resultaten tussen het al of niet aanwezig zijn van een lamp boven de biggennesten met vloerverwarming. Er zijn derhalve geen redenen om altijd tijdens het werpen en de eerste dagen daarna een extra lamp te hangen boven een biggennest met vloerverwarming. Wel werd een positief effect van de lamp geconstateerd bij ruimtetemperaturen beneden 21 °C. Het lijkt zinvoller naar het geboortegewicht en de gezondheidstoestand van de biggen te kijken. Soms zal een extra lamp sterfte en trage groei kunnen verminderen. Ook de ruimtetemperatuur blijkt gevolgen te hebben voor het effect van een extra lamp. Bij lage temperaturen is een extra lamp wel zinvol.

9.2 Energiekosten

De energiekosten van de verschillende systemen lopen sterk uiteen. In het algemeen geven thermostatisch gestuurde systemen een aanzienlijke besparing in de verwarmingskosten in vergelijking met systemen waar een constant vermogen wordt verbruikt.
Vloerverwarmingssystemen zijn in energiekosten het voordeligst. Voor een goede vergelijking tussen twee veel gebruikte systemen van nestverwarming, te weten warmwatervloerverwarming en electrische vloerverwarming, zijn gegevens over het energieverbruik van warmwater-vloerverwarming noodzakelijk. In een vervolgonderzoek zou dit mogen worden gemeten.
Bij de electrische vloerverwarming kost het verwarmen van een vloer met een nauwkeurige regeling minder energie dan bij een electrisch verwarmde vloer die minder goed regelbaar is.

Van de systemen waar de warmtebron boven de biggen zit, geven de systemen met onderkruip de laagste energiekosten. Dit komt door het beperkt aantal dagen waarop bij deze systemen hoeft te worden verwarmd. Een onderkruip blijkt het energieverbruik sterk te verminderen. De energiekosten van keramische stralers zijn niet lager dan de kosten van traditionele infraroodlampen.

9.3 Praktische ervaringen

In tabel 17 is voor de aspecten voldoende oppervlak, overzicht op de biggen en gelijkmatige temperatuurverdeling in het biggennest een beoordeling gegeven, zijnde goed (++), voldoende (+), matig (+/−) of slecht (−).

De arbeidskosten zijn gebaseerd op geschatte taaktijden. In de praktijk worden bezwaren tegen nesten met onderkruip geuit. Deze vinden hun oorsprong in de extra arbeid die onderkruipen met zich mee brengen en in de kwaliteit van de arbeid. Men kan niet alleen met de ogen werken, maar moet een combinatie van handelingen verrichten, voordat de biggen zijn gecontroleerd. Het is wenselijk een arbeidsstudie te verrichten naar deze aspecten. Dan kunnen de verschillen in arbeid meer gefundeerd worden meegenomen in de totale evaluatie.

9.4 Conclusies

Vloerverwarming is arbeidstechnisch gezien binnen de hier beproefde systemen het beste systeem voor het verwarmen van biggennesten.

Electrische vloerverwarming is een systeem van biggennestverwarming met lage energiekosten.

Biggennesten met onderkomens geven lagere energiekosten dan biggennesten zonder onderkomens. Onderkomens verminderen echter het overzicht op de biggen.

Bij verwarming met infraroodlampen of keramische stralers levert een thermostatische regeling een duidelijke besparing op in vergelijking met gebruik zonder regeling. Economisch is dit verantwoord.

Er is geen verschil in technische resultaten gevonden tussen het al dan niet gebruiken van een (100 W) infraroodlamp tijdens en direct na het werpen van de zeug in kraamhokken met vloerverwarming. Bij ruimtetemperaturen beneden 21 °C werd bij het gebruik van een extra lamp een lagere biggensterfte gevonden.

Het liggedrag van de biggen moet bepalend zijn voor de instelling van de temperatuur.

Het vergelijken van de energiekosten bij warmwater- en electrische vloerverwarming in vervolgonderzoek is zinvol.

Tabel 17: Beoordelingen praktische bruikbaarheid nestverwarmingssystemen
Judgemenf on practica/ points of nest heating systems

systeem	oppervlak	overzicht en bereikbaarheid	Temp. verd.
infraroodlamp 150 W	+	+	+/−
infraroodlamp 250 W	+	+	+/−
infraroodlamp 100 W	+	+	+/−
infraroodlamp 170 W	+	+	+/−
ther. hanb. infraroodlamp	+	+	+/−
schakelkast (stappen)	+	+	+/−
warmwatervloerverw.	+	++	++
warmwaterroosterverw.	+	++	++
elec. vloerverw. (mat)	+	++	++
elec. vloerverw. (kabel)	+	++	+
elec. verw. plaat (A)	−	++	+
elec. verw. plaat (B)	−	++	+
keram. straler 250 W	+	++	+
keram. straler 400 W	+	++	+
vlakstraler 100 + 15 W	+	−	+
vlakstraler 150 + 15 W	+	−	+
onderkomen met lamp	+	+	+
biggenkist driehoek	−	−	++
biggenkist rechthoek	−	−	++

10. REFERENTIES
REFERENCES

ANON
Plaatselijk verwarmen in varkensstallen.
Vlugschrift voor de Landbouw nr. 292.
Arnhem, 1979.

BRUGGINK, E.G.J.
Biggenkist van de Schothorst in kraamhokken.
Boer en Tuinder, 22 januari 1981 pp 20 - 21.

EDWARDS, S.A., A.L. LIGHTFOOT AND A.W. ARMSBY
A comparison of two heating systems for piglet creep boxes.
Farm Building Progress (87), pp 23-26, January 1987.

JUNGBLUTH, T.
Die Wärmeversorgung des Ferkelliegebereiches in einstreulosen Abferkelbuchten nach thermophysiologischen und physikalischen Grundlagen des Wärmeaustausches.
AEL bericht 5/1980, Essen, 1980.

JUNGBLUTH, T. & M. SOMMER
Heizungssysteme im Ferkelliegebereich.
DGS 46 p 1357 -1361, 1986.

KALICH, J.
Der einflus des Stallklimas auf die Leistung der Tiere.
Bauen Lande 21, 1970.

LÜCKER, H.J., C. WIEJA & C. KUTTER.
3 regelbare Elektrostrahler im Vergleich.
Top Agrar 11 S 8-13, 1986.

MAIER, W.
Elektrische Ferkelheizungen im Test.
DGS 11 p 310-313, 1987.

WOLFERMANN, H.F.
Fussbodenheuzungen in Abferkelställen.
Scweinezucht und Schweinemast 64, S133, 1966

BIJLAGE V VOERSAMENSTELLINGEN
Appendix V Feed *composition*

	speen-korrel	babybiggen-korrel	start-korrel	mestvarkens-korrel
energiewaarde	1,11	1,07	1,03	1,03
ruw vet g	40	37	26	25
ruw eiwit g	162	170	167	155
lactose + zetmeel g	496	408	399	370
verteerbaar lysine g	10,2	10,1	8,5	7,5
verteerbaar methionine + cystine g	6,4	6,0	5,3	5,1.
calcium g	9,2	8,3	8,7	7,2
fosfor g	6 5	6 4	6 4	51
koper mg/kg	175'	175'	162'	100'
vitamine A I.E.	10.000	7.500	7.500	5.000
vitamine D_3 I.E.	2.000	1.500	1.500	1.000
vitamine E I.E.	17,5	10	10	3
Tylosine mg/kg	–	–	–	–
Olaquindox mg/kg	50	50	50	15

REEDS EERDER VERSCHENEN PROEFVERSLAGEN
Published research reports

Proefverslag P 1.1
"Toepassing van een onderkomen in de Veluwestal"

Proefverslag P 1.2
"Mogelijkheden tot verbouwing van volledig roostervloerstallen tot gedeeltelijk roostervloer- en kistenstallen voor mestvarkens"

Proefverslag P 1.3
"Vergelijking van de kistenstal en de volledig roostervloerstal voor mestvarkens"

Proefverslag P 1.4
"De Turbomat voerautomaat in vergelijking met de droogvoerbak bij mestvarkens"

Proefverslag P 1.5
"Het effect van speenkorrel en babybiggenkorrel (vanaf ± 2 weken na spenen) op de opfok- en mestresultaten"

Proefverslag P 1.6
"De systematische verschillen in bedrijfsresultaten op varkenshouderijbedrijven"

Proefverslag P 1.7
"Wel of geen verwarming in halfroostervloerstallen"

Proefverslag P 1.8
"De invloed van één- of tweemaal insemineren in dezelfde bronstperiode op de vruchtbaarheid van zeugen"

Proefverslag P 1.9
"Vergelijking van drie luchtinlaatsystemen bij mestvarkens"

Proefverslag P 1.10
"Verloop van groei en voederconversie tijdens de mestperiode"

Proefverslag P 1.11
"De invloed van de volgorde van onbeperkt en beperkt voeren op de mesterijresultaten van vleesvarkens"

Proefverslag P 1.12
"Vergelijking van brijvoedering m.b.v. een volautomatische brijvoerinstallatie met droogvoedering via de droogvoerbak"

Proefverslag P 1.13
"Methode voor een economische evaluatie van bedrijfsaanpassingen in de varkenshouderij"

Proefverslag P 1.14
"Praktijkonderzoek naar groepshuisvesting van zeugen in combinatie met een krachtvoerstation"

Proefverslag P 1.15
"Het voeren van Corn-Cob-Mix in brijvorm aan mestvarkens"

Proefverslag P 1.16
"Het mesten van beren"

Proefverslag P 1.17
"Vergelijking van twee brijvoersystemen en twee water/voerverhoudingen voor mestvarkens"

Proefverslag P 1.18
"Het effect van direct beercontact bij gelten"

Proefverslag P 1.19
"Ervaringen met grondbuisventilatie in een kraamafdeling"

Proefverslag P 1.20
"Huisvesting van gespeende biggen buiten het kraamopfokhok"

Proefverslag P 1.21
"De invloed van de voersoort tijdens de zoog- en opfokperiode op de opfokresultaten van biggen"

Proefverslag P 1.22
"Voorstudie naar mogelijkheden van procesbesturingen in de varkenshouderij in de jaren negentig"

Proefverslag P 1.23
"Vergelijking van drie- met viermaal daags voeren van mestvarkens met behulp van een volautomatische brijvoerinstallatie.

Proefverslag P 1.24
"Opfok- en mesterijresultaten van beren en borgen"

Proefverslag P 1.25
"Drinkwatervoorzieningen voor gespeende biggen"

Exemplaren van proefverslagen kunnen worden verkregen door ƒ 7,50 per verslag over te maken op postgirorekeningnummer 51.73.462 ten name van het Proefstation voor de Varkenshouderij, Lunerkampweg 7, 5245 NB ROSMALEN, onder vermelding van het gewenste verslagnummer.

U kunt zich ook abonneren op het periodiek Praktijkonderzoek Varkenshouderij. U ontvangt dan 6 keer per jaar een periodiek met daarin de resultaten van het onderzoek. U heeft dan de mogelijkheid om onderzoeksverslagen gratis te bestellen. Bovendien ontvangt u de jaarverslagen van de regionale proefbedrijven en het Proefstation gratis. U kunt zich hierop abonneren door ƒ 35,– over te maken op postgirorekeningnummer 51.73.462 ten name van het Proefstation voor de Varkenshouderij, Lunerkampweg 7, 5245 NB Rosmalen, onder vermelding van periodiek Praktijkonderzoek Varkenshouderij.