

# Temperatuur- en ventilatiebehoefte van gespeende biggen

Ing. E.N.J. van Ouwkerk,  
*IMAG-DLO*

Dr. C.J.M. Scheepens,  
*Faculteit Diergeneeskunde, RU Utrecht;  
Dierenartsenpraktijk Heythuysen*

imag-dlo



SIGN: R 606-91/17  
EX. NO:  
MLV:

CIP-GEGEVENS KONINKLIJKE BIBLIOTHEEK, DEN HAAG

Ouwerkerk. E.N.J. van

Temperatuur- en ventilatiebehoefte van gespeende biggen / E.N.J. van Ouwerkerk. C.J.M. Scheepens. - Wageningen: Instituut voor Mechanisatie. Arbeid en Gebouwen (IMAG-DLO). - Ill.. tab.

Rapport 91-17. - Met lit. opg. - Met samenvatting in het Engels.

ISBN 90-5406-008-5

NUGI 849

Trefw.: klimaatregeling ; varkenshouderij.

ISBN 91-5406-008-5

NUGI 849

© 1991

IMAG-DLO

Postbus 43 - 6700 AA Wageningen

Telefoon 08370-76300

Telefax 08370-25670

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enig andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system of any nature, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior written permission of the publisher.

# Voorwoord

In 1989 heeft de Werkgroep Klimaatnormen Varkensstallen een rapport uitgebracht getiteld "Klimaatnormen voor varkens". Daarin zijn voor biggen, zeugen en vleesvarkens, temperatuur- en ventilatie-eisen geformuleerd. Voor gespeende biggen zijn slechts de onderste kritieke temperaturen vermeld en is de gewenste minimum-ventilatiebehoefte aangegeven.

Dit rapport gaat in op de gewenste band van staltemperaturen, bepaald door de onder- en bovengrenzen van comfortzone en thermoneutrale zone, en de ventilatiebehoefte voor gespeende biggen.

De auteurs, die beiden lid waren van de toenmalige werkgroep, hebben met deze studie belangrijke informatie voor de varkenshouderij aangeleverd. Dit rapport kan worden gezien als een aanvulling op het rapport "Klimaatnormen voor varkens".

Ir. A.A. Jongebreur  
Directeur

# Inhoud

Samenvatting	5
1 Inleiding	6
2 Temperatuur	7
3 Ventilatie	10
Summary	13
Literatuur	14
Tabellen	15

# Samenvatting

Biggen, die gespeend worden op een leeftijd van ongeveer 4 weken, kunnen op verschillende manieren worden gehouden. Veelal verlaten de biggen het kraamhok en komen in een afdeling voor gespeende biggen. Door de veranderingen treedt er een terugval in de voeropname op. Die verlaagde voeropname heeft een lagere dierlijke warmteproductie tot gevolg, waardoor de temperatuurbehoefte stijgt. Op basis van berekeningen met een energiebalansmodel van een varken zijn temperatuurzones aangegeven voor gespeende biggen met een laag resp. hoog voerniveau op twee verschillende vloertypen. De bovengrenzen van deze zgn. comfortzones zijn uitgangspunt geweest voor berekeningen van de benodigde ventilatiecapaciteiten van stallen voor gespeende biggen. De te hanteren minimum-ventilatiecapaciteit in deze stallen is aangegeven op basis van berekening van de CO<sub>2</sub>-balans. Veel aandacht is besteed aan het voorkomen van tocht op dierniveau. Vandaar dat voor stallen, die als tochtgevoelig moeten worden aangemerkt een gereduceerde ventilatiecapaciteit wordt geadviseerd, waarbij dientengevolge in de zomer een langere periode met staltemperaturen boven de comfortzone zal moeten worden geaccepteerd.

## Abstract

Results of calculations for weaned piglets based on an energy balance model are presented with comfort zones on two different floor types defined at low and high feed intake levels.

The upper critical temperature of the comfort zone is used as starting-point of estimation of the required ventilation capacity.

Attention is given to effect of draught at animal level.

# 1 Inleiding

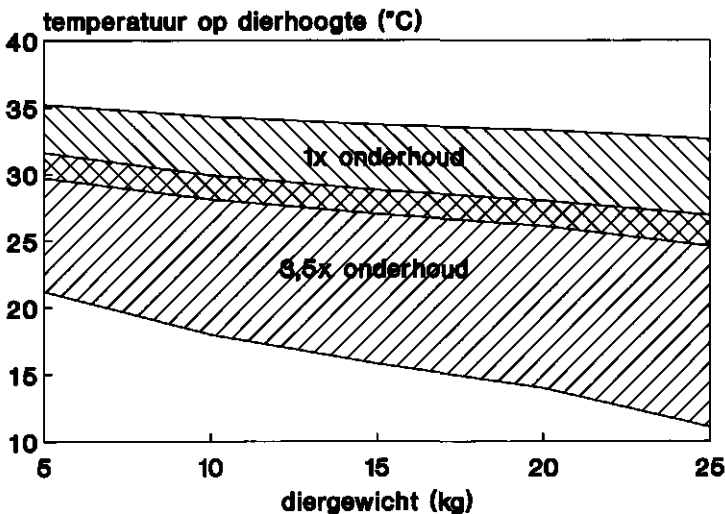
Wanneer biggen ongeveer 4 weken oud zijn ( $\pm 8$  kg) worden ze gespeend en komen dan dikwijls van het kraamhok in een afdeling voor gespeende biggen. Door verandering van het type voer, de stal en wellicht door sociale veranderingen wordt een aanzienlijke stress bij de dieren geïntroduceerd. Om aan de bezwaren van het verplaatsen van biggen tegemoet te komen, kunnen ook de zeugen uit het kraamhok worden verwijderd; de biggen blijven liggen (Werkgroep Staltypen Varkenshouderij, 1989). De veranderde omstandigheden bij verplaatsen van de biggen naar een afdeling voor gespeende biggen hebben tot gevolg, dat dieren gedurende de eerste dagen in de nieuwe situatie weinig voer opnemen (Metz & Gonyou, 1990). De warmteproductie is daardoor veel lager dan die van dieren, die het voer goed opnemen. Het stofwisselingsniveau is dan zo laag, dat de dieren slechts die energie verbranden, die nodig is voor onderhoud van de levensprocessen. We stellen dan, dat de dieren leven op een voerniveau van 1x onderhoud of 1xM (M van het Engelse woord 'maintenance'). De dieren nemen echter minder voer op, dan voor 1x onderhoud nodig is; in dat geval worden lichaamsreserves aangesproken en valt het dier tijdelijk af. Een lage voeropname kan uiteraard ook optreden als de dieren ziek zijn, bijvoorbeeld als gevolg van Coli-diarree of longproblemen. Bij ongunstige klimaatomstandigheden, zoals tocht, neemt de warmteafgifte sterk toe. De toegenomen warmteafgifte wordt ook veroorzaakt doordat de dieren frustratiegedrag, zoals een verhoogde activiteit en agressiviteit laten zien (Scheepens, 1991). Bij verhoogde activiteit zullen de biggen minder rustig samen liggen, waardoor meer dieroppervlak aan de te koele lucht wordt blootgesteld. De ondergrens van de comfortzone is bij blootstelling aan tocht (verhoging van de luchtsnelheid van ca. 0,15 tot ca. 0,50 m/s) 2 à 3 °C hoger (model BEZOVA; Sterrenburg & Van Ouwerkerk, 1986). De luchttemperatuur moet bij verhoogde luchtsnelheid dus hoger zijn. Bij tocht is in het algemeen de luchttemperatuur lager, hetgeen ongunstig is. Tochtstromen moeten worden voorkomen.

## 2 Temperatuur

### Uitgangspunten bij de modelberekeningen

Met behulp van het rekenmodel BEZOVA (Sterrenburg & Van Ouwerkerk, 1986) kunnen de comfortzone en de thermoneutrale zone van de dieren onder verschillende omstandigheden worden berekend. In tabel 1 staan de resultaten van een serie berekeningen voor gespeende biggen op twee vloertypen (betonvloer met vloerverwarming of een metaalroostervloer) bij lage voeropname (voerniveau 1xM) en bij hoge voeropname (voerniveau 3,5xM). Daarbij is er van uitgegaan dat de biggen in groepen van 10 dieren per hok worden ondergebracht en dat de luchtsnelheid laag is ( $<0,15$  m/s).

Bij de betonvloer met vloerverwarming is gerekend met de verwarming aan (met een watertemperatuur van 35 à 40 °C, die een oppervlaktetemperatuur van de vloer van ongeveer 30 °C oplevert) voor de bepaling van de ondergrenzen en de verwarming uit voor de bovengrenzen. De netto energiewaarde (EW) van het voer is in dit rekenvoorbeeld 1,10, d.w.z. 10% hoger dan de standaardeenheid. Deze standaardeenheid is de netto energie-inhoud voor vetaanzet van één kg krachtvoer voor varkens  $NE_v = 8786,4$  kJ/kg (Handboek voor de Varkenshouderij, 1987).



**Figuur 1** Comfortzone van gespeende biggen op een (verwarmde) betonvloer bij een lage (1x onderhoud) cq. hoge (3,5x onderhoud) voeropname (bron: model BEZOVA; Sterrenburg & Van Ouwerkerk, 1986)

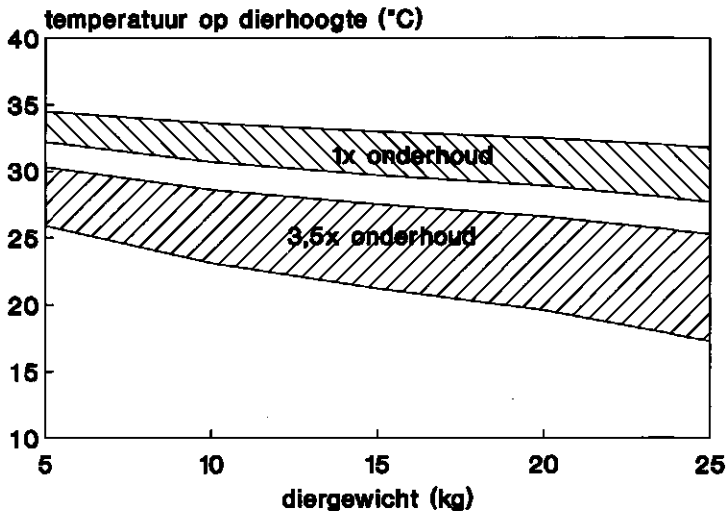
*Figure 1* Comfort zone of weaned piglets on a (heated) concrete floor at low feed intake (1x maintenance) or high feed intake (3,5x maintenance) (source: model BEZOVA; Sterrenburg & Van Ouwerkerk, 1986)

## Resultaten van de modelberekeningen

Uit tabel 1 kan worden opgemaakt, dat dieren met een lage voeropname een hogere staltemperatuur vereisen dan dieren met een hoge voeropname. Ook de dieren op een metaalrooster hebben een hogere ondergrens van de comfortzone, dan wanneer ze op een verwarmde betonvloer kunnen liggen.

Bij de bovengrenzen van de comfort- en thermoneutrale zone ligt dat anders. De verwarming van de betonvloer is dan uitgeschakeld. De dieren kunnen dan via geleiding meer warmte afgeven aan de zware betonvloer dan aan de relatief lichte metaalroostervloer, maar bij roostervloeren speelt convectie nog een belangrijke rol. De in tabel 1 genoemde waarden voor de bovengrenzen van de comfort- en thermoneutrale zone moeten zo worden geïnterpreteerd, dat de waarden voor de betonvloer de staltemperaturen op dierniveau representeren en de waarden voor de metaalroostervloer de temperaturen van de lucht, waarmee het dier in aanraking komt; d.i. de lucht die, door thermiek van de op de roosters liggende dieren, vanuit de kelder wordt aangezogen. Hieruit kan worden geconcludeerd, dat bij stallen met volledig roostervloer de temperatuursensor voor de klimaatregeling eigenlijk onder de roosters zou moeten worden aangebracht.

In de zomer is dat echter niet altijd mogelijk met het gangbare ventilatiesysteem. Grondbuisventilatie zou een oplossing kunnen bieden. Wanneer de staltemperatuur hoger is dan de bovengrens van de comfortzone, zullen de dieren een verhoogde ademhaling vertonen om meer latente warmte te kunnen afgeven. Wanneer de staltemperatuur stijgt en in de buurt komt van de bovengrens van de thermoneutrale zone dan zijn alle normale warmte-afgiftemogelijkheden van het dier benut. Het dier kan geen extra mogelijkheden vinden om meer af te koelen en zal dan minder voer gaan opnemen om daarmee de warmteproductie te laten dalen. Voor een ongestoorde produktie (=groei) is een dergelijke situatie uiteraard



**Figuur 2** Comfortzone van gespeende biggen op een metaalroostervloer bij een lage (1x onderhoud) cq. hoge (3,5x onderhoud) voeropname (bron: model BEZOVA; Sterrenburg & Van Ouwerkerk, 1986)

*Figure 2* Comfort zone of weaned piglets on a metal mesh floor at low feed intake (1x maintenance) or high feed intake (3,5x maintenance) (source: model BEZOVA; Sterrenburg & Van Ouwerkerk, 1986)



niet wenselijk. Duidelijk is, dat de comfortzones van dieren met lage cq. hoge voeropname bij een (verwarmde) betonvloer slechts over een zeer gering traject overlappend zijn (fig. 1) en bij een metaalroostervloer in het geheel niet overlappend zijn (fig. 2). Dat betekent dat de staltemperatuur nooit ideaal kan zijn voor een groep gespeende biggen, waarin zowel dieren met een zeer lage als een hoge voeropname voorkomen. In de praktijk betekent dat, dat de "gestresste" en zieke dieren, waarvan vaststaat dat de voeropname erg laag of beduidend onder het groepsgemiddelde is, beter naar een aparte ruimte (ziekenboeg met een hogere temperatuur) kunnen worden overgebracht. Een advies, dat ook voor vleesvarkens is gegeven in de Klimaatsnormen voor Varkens (Werkgroep Klimaatsnormen Varkensstallen, 1989). Dan kan de produktieruimte voor de biggen met een normale (=hoge) voeropname op de meest optimale temperatuur worden gehouden.

Bij opleg van pas gespeende biggen zal de voeropname de eerste dag altijd laag zijn en daarom de staltemperatuur hoog. De varkenshouder zal de daarop volgende dagen moeten beoordelen of de voeropname reeds op niveau is gekomen, om te kunnen besluiten de staltemperatuur te laten zakken.

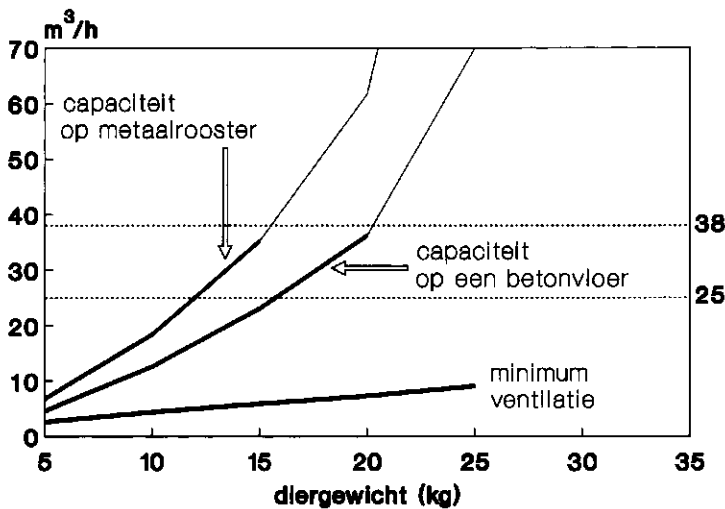
Bij een natte vloer is de ondergrens van de comfortzone (=temperatuureis) hoger. Hoeveel hoger is niet exact aan te geven. Indien het dier door de natte vloer een natte huid zou krijgen over het gehele lichaamsoppervlak, dan geeft de modelberekening een verhoging aan van 6,5 °C. Wanneer het dier, door het nat zijn van een vloer, bijvoorbeeld voor 25 % van het lichaamsoppervlak nat zou worden, dan zou de luchttemperatuur in de stal daardoor 2 °C hoger moeten zijn. Hieruit kan worden geconcludeerd, dat een kurkdroge vloer bij opvang van de gespeende biggen een vereiste is.

Het is ook mogelijk dat de metalen roosters verwarmd zijn. De temperatuureisen voor gespeende biggen op een dergelijke roostervloer zullen hierbij liggen tussen die van de verwarmde betonvloer en de onverwarmde metalen roostervloer.

# 3 Ventilatie

## Uitgangspunten bij de modelberekeningen

Met behulp van het programma STALKL (Van Ouwerkerk, 1988) kunnen de ventilatiebehoeften van stallen onder verschillende omstandigheden worden berekend. Het programma veronderstelt een ideale menging van ventilatielucht en stallucht. De ideale menging valt in de praktijk alleen te bereiken wanneer tocht voorkomen kan worden. Ventilatiesystemen, die daarvoor de beste waarborgen bieden, zijn plafondventilatiesystemen (luchtinlaat via een geperforeerd plafond) met voldoende luchtweerstand voor een optimale luchtverdeling van de aangevoerde lucht. Het programma BEZOVA is als module in STALKL ingebracht, waardoor een koppeling tussen de warmtebalans op dierniveau en die op stalniveau is verkregen.



**Figuur 3** Ventilatiebehoefte van gespeende biggen op basis van de bovengrens van de comfortzone (bron: model STALKL; Van Ouwerkerk, 1988)

*Figure 3* Ventilation requirement of weaned piglets based on the upper critical temperatures of the comfort zone (source: model STALKL; Van Ouwerkerk, 1988)

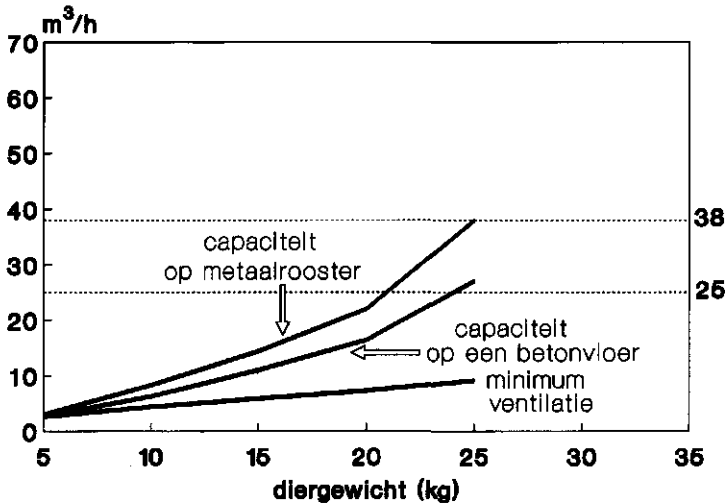
In tabel 2 staan de resultaten van berekeningen van de ventilatiebehoeften voor stallen met gespeende biggen. De criteria voor de berekeningen staan als voetnoten in de tabel. Gekozen is voor het uitgangspunt bij de berekening van de ventilatiecapaciteit, dat de bovengrens van de comfortzone resp. thermoneutrale zone niet wordt overschreden. Tot nog toe werd in de praktijk de regel gehanteerd, dat de staltemperatuur niet hoger zou mogen worden dan 2 à 3 °C boven de buitentemperatuur. De nieuwe benadering houdt meer rekening met de eisen die het dier, afhankelijk van de voeropname en het vloertype, stelt.

In de praktijk is de term "maximum-ventilatie" ingeburgerd. Hier is gekozen voor de term "ventilatiecapaciteit". Deze terminologie sluit aan bij de "Klimaatnormen voor varkens".

Als buitentemperatuur is 24,1 °C voor de berekeningen gekozen, omdat deze temperatuur in Nederland gemiddeld slechts 1 % van de uren per jaar wordt overschreden. Als gevolg van zoninstraling is gerekend met een buitenoppervlakt temperatuur van het staldak van 60 °C. Voorts is uitgegaan van een normale stalisolatie ( $k = 0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$ ). De minimum-ventilatie is bepaald voor stallucht met een maximaal toegelaten  $\text{CO}_2$ -concentratie van 0,2 vol-% (Werkgroep Klimaatnormen Varkensstallen, 1989). Deze waarde is niet afhankelijk van het vloertype.

### Resultaten van de modelberekeningen

Uit tabel 2 kan worden geconcludeerd, dat stallen met metaalroostervloer in principe een grotere ventilatorcapaciteit nodig hebben dan stallen met een betonvloer met een in de zomer uiteraard uitgeschakelde vloerverwarming (fig. 3 en 4). Daarbij moet dan wel de interpretatie van de plaats van de temperatuurmeting in acht worden genomen (zie hoofdstuk 2 Temperatuur). De bovengrens van de thermoneutrale zone levert als maximum-staltemperatuur een hoge, maar wel realistische, ventilatiebehoefte op; de bovengrens van de comfortzone levert niet in alle gevallen een realistische ventilatiecapaciteit op.



**Figuur 4** Ventilatiebehoefte van gespeende biggen op basis van de bovengrens van de thermoneutrale zone (bron: model STALKL; Van Ouwerkerk, 1988)

*Figure 4* Ventilation requirement of weaned piglets based on the upper critical temperatures of the thermoneutral zone (source: model STALKL; Van Ouwerkerk, 1988)

### De te adviseren capaciteiten

In de praktijk wordt voor gespeende biggen tot nog toe een te installeren ventilatiecapaciteit van 30 m³/h per dier van 25 kg geadviseerd (Handboek voor de varkenshouderij, 1987). Hierna wordt dit advies enigszins genuanceerd.

De berekende ventilatorcapaciteit is, op basis van de in dit rapport beschreven energiebalans, ongeveer 38 m³/h bij 25 kg diergewicht of 1,5 m³/h per kg dier. Daarbij moet wel opgemerkt worden dat deze luchthoeveelheid in specifieke prak-

tijkgevallen, zoals bij temperatuurval in de avond, tocht (met een mogelijke toename van agressiviteit of ziekte) op dierhoogte zou kunnen opleveren. Bij ventilatiesystemen, die zulke tochtgevoeligheid op dierniveau vertonen, zou de ventilatiebehoefte beter op 25 m<sup>3</sup>/h of 1 m<sup>3</sup>/h per kg dier kunnen worden gesteld, waardoor de kans op tocht geringer is. Wel moet men dan accepteren, dat de temperatuuroverschrijding vaker per jaar voorkomt dan de in de uitgangspunten vermelde 1% van de uren per jaar, hetgeen een langere voeropname- en groei-depressie tot gevolg zal hebben. Een zelfde reductie van de in de "Klimaatsnormen voor varkens" (Werkgroep Klimaatsnormen Varkensstallen, 1989) genoemde ventilatiecapaciteit is ook voor tochtgevoelige vleesvarkensstallen beschreven (Huijben & Van Ouwkerk, 1991).

Kan of wil men de vermelde ventilatiebehoeften, 1 m<sup>3</sup>/h per kg dier bij tochtgevoelige stallen of 1,5 m<sup>3</sup>/h per kg dier bij tochtongevoelige stallen, niet installeren en ook geen additionele koelmogelijkheden op dierniveau toepassen, dan zal men in perioden met hoge buitentemperaturen hokbevuiling (de dieren op een gedeeltelijk roostervloer maken zichzelf met hun uitwerpselen nat om meer af te koelen) en/of een tijdelijke voeropname- en groei-depressie moeten accepteren.

# Summary

Piglets weaned at about four weeks of age can be reared in different ways. In most cases piglets are moved from the farrowing pens to the weaners' pen which predisposes the weaners to a reduction in voluntary feed intake thereby increasing the temperature requirement.

Calculations based on an energy balance model of the pig are presented with comfort zones on two different floor types defined at low and high feed intake levels.

The upper critical temperatures of the comfort zone were used as starting-points of estimations of the required ventilation capacities for houses for weaned piglets.

The maintainable minimum ventilation capacity in winter is given based on carbon dioxide balance.

Considerable attention was given to effect of draught at the animal level.

Reduction of ventilation rate is advocated for draught sensitive pens. It would be expected that in this case piglets reared at high ambient temperatures will exhibit a longer growth depression phase.

# Literatuur

- Handboek voor de Varkenshouderij, 1987. Consulentschap in Algemene Dienst voor Varkenshouderij, Rosmalen, 343 pp.
- Huijben, J. & E.N.J. van Ouwerkerk, 1991. Gevolgen voor de temperatuur in vleesvarkensstallen van verschillend ventilatiedebiet bij extreem warm weer. Info-bulletin Varkenshouderij, 2<sup>e</sup> jaargang, nummer 4, IKC-Veehouderij, Rosmalen, p. 3-8.
- Metz, J.H.M. & H.W. Gonyou, 1990. Effect of age and housing conditions on the behavioural and haemolytic reaction of piglets to weaning. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 27: 299-309. Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam.
- Ouwerkerk, E.N.J. van, 1988. Handleiding bij het gebruik van het computerprogramma STALKL; Stalklimaat en energiebalans van stallen, IMAG-nota 157 (PT), Wageningen. 10 pp.
- Scheepens, C.J.M., 1991. Invloed van tocht op de gezondheidstoestand van gespeende biggen. Proefschrift, Rijksuniversiteit Utrecht.
- Sterrenburg, P & E.N.J. van Ouwerkerk, 1986. Rekenmodel voor de bepaling van de thermische behaaglijkheidszone van varkens (BEZOVA). IMAG rapport 78, Wageningen, 21 pp.
- Werkgroep Klimaatsnormen Varkensstallen, 1989. Klimaatsnormen voor varkens. Proefstation voor de Varkenshouderij, proefverslag nummer P 1.43, Rosmalen, 56 pp.
- Werkgroep Staltypen Varkenshouderij, 1989. Staltypen voor zeugen en biggen; een evaluatie. IMAG-publicatie 223, Wageningen, 80 pp.

**Tabel 1** Temperatuurbehoefte van gespeende biggen, gehuisvest in groepen van 10 dieren op twee vloertypen bij verschillende voeropname (bron: model BEZOVA; Sterrenburg & Van Ouwkerk, 1986).

**Table 1** Temperature requirement of weaned piglets, housed in groups of 10 animals on two different floors at different feed intake (source: model BEZOVA; Sterrenburg & Van Ouwkerk, 1986).

dier- gewicht body weight (kg)	niveau (x onder- houd) level/ (times mainte- nance)	voeropname feed intake (EW=1,10)	comfortzone (CZ) op vloer comfort (CZ) zone on floor (°C)				thermoneutrale zone (TNZ) op vloer thermoneutral zone (TNZ) on floor (°C)				
			warmte- productie (W/dier) heat produc- tion (W/pig)	droge beton met verwarming dry heated concrete	metaalrooster metal mesh	droge beton met verwarming dry heated concrete	metaalrooster metal mesh	metaalrooster metal mesh			
		(g/d)	aan/ onder- grens on/ off/ lower upper limit	uit/ boven- grens off/ upper limit	aan/ onder- grens on/ off/ lower upper limit	uit/ boven- grens off/ upper limit	aan/ onder- grens on/ off/ lower upper limit	uit/ boven- grens off/ upper limit	aan/ onder- grens on/ off/ lower upper limit	uit/ boven- grens off/ upper limit	
5	1	105	17	29,7	35,2	32,2	34,5	29,7	37,4	32,2	37,0
10	1	180	28	28,1	34,3	30,7	33,6	28,1	36,7	30,7	36,4
15	1	240	38	27,0	33,7	29,7	33,0	27,0	36,3	29,7	35,9
20	1	300	48	26,1	33,3	28,9	32,5	26,1	36,0	28,9	35,5
25	1	370	59	24,6	32,6	27,7	31,8	24,6	35,4	27,7	38,6
5	3,5	370	29	21,2	31,6	25,9	30,3	21,2	33,8	25,9	32,9
10	3,5	630	50	18,0	29,9	23,1	28,6	18,0	32,4	23,1	31,4
15	3,5	845	67	15,8	28,8	21,2	27,5	15,8	31,5	21,2	30,5
20	3,5	1050	84	14,0	28,0	19,6	26,6	14,0	30,8	19,6	29,7
25	3,5	1295	103	11,1	26,8	17,3	25,3	11,1	29,7	17,3	28,5

**Tabel 2 Ventilatiebehoefte van stallen voor gespeende biggen (bron: model STALKL, Van Ouwerkerk, 1988). Afkortingen: zie Tabel 1.**

Table 2 Ventilation requirement of houses for weaned piglets (source: model STALKL, Van Ouwerkerk, 1988). Abbreviations: see Table 1.

diergewicht body weight (kg)	benodigde buitenluchtventilatie per dierplaats required air change per pig (m <sup>3</sup> /h)				
	minimum <sup>1</sup> minimum <sup>1</sup>	ventilatiecapaciteit <sup>2</sup> ventilation capacity <sup>2</sup>			
		basis: bovengrens CZ based on: upper limit CZ		basis: bovengrens TNZ based on: upper limit TNZ	
		beton concrete	metaalrooster metal mesh	beton concrete	metaalrooster metal mesh
5	2,6	4,6	6,8	2,6*	3,0
10	4,4	12,6	18,4	6,3	8,3
15	5,9	23,1	35,2	11,0	14,4
20	7,3	36,2	**	16,4	22,0
25	9,1	**	**	27,0	37,9

<sup>1</sup> voerniveau 3,5xM,  $EW_{voer} = 1,1$  en maximum CO<sub>2</sub>-concentratie 0,20 vol.-%  
feed level 3.5xM,  $EV_{feed} = 1.1$  and maximum carbon dioxide concentration 0.20 vol.-%

<sup>2</sup> voerniveau 3,5xM,  $EW_{voer} = 1,1$  en dierbezetting: 3 dieren per m<sup>2</sup> hok,  
buitentemperatuur 24,1 °C en dakoppervlaktemperatuur buiten 60 °C  
feed level 3.5xM,  $EV_{feed} = 1.1$  and animal density 3 pigs per m<sup>2</sup> floor area,  
outside temperature 24.1 °C and outside roof surface temperature 60 °C

\* CO<sub>2</sub>-concentratie is limiterend  
CO<sub>2</sub> concentration is limiting

\*\* onrealistisch  
irrealistic