

UNTERSUCHUNGEN ZUM PRÄFERIERTEN LIEGE- PLATZ VON SAUGFERKELN IN ABHÄNGIGKEIT VON RAUM- UND OBERFLÄCHENTEMPERATUR MIT ODER OHNE WASSERBETT

RENÉ SCHORMANN



DISSERTATION ZUR ERLANGUNG
des Doktorgrades beim
Fachbereich Agrarwissenschaften,
Ökotropologie und Umweltmanagement
der Justus-Liebig-Universität Gießen

édition scientifique
VVB LAUFERSWEILER VERLAG

Das Werk ist in allen seinen Teilen urheberrechtlich geschützt.

Jede Verwertung ist ohne schriftliche Zustimmung des Autors oder des Verlages unzulässig. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung in und Verarbeitung durch elektronische Systeme.

1. Auflage 2007

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

1st Edition 2007

© 2007 by VVB LAUFERSWEILER VERLAG, Giessen
Printed in Germany



VVB LAUFERSWEILER VERLAG
édition scientifique

STAUFENBERGRING 15, D-35396 GIESSEN
Tel: 0641-5599888 Fax: 0641-5599890
email: redaktion@doktorverlag.de

www.doktorverlag.de

Justus-Liebig-Universität Gießen
Fachbereich Agrarwissenschaften, Ökötrophologie und Umweltmanagement
Institut für Tierzucht und Haustiergenetik
Fachgebiet Tierhaltung und Haltungsbiologie

Betreuer: Prof. Dr. St. Hoy

**Untersuchungen zum präferierten Liegeplatz von Saugferkeln
in Abhängigkeit von Raum- und Oberflächentemperatur mit
oder ohne Wasserbett**

DISSERTATION

zur Erlangung des Doktorgrades
beim Fachbereich Agrarwissenschaften,
Ökötrophologie und Umweltmanagement
der Justus-Liebig-Universität Gießen

eingereicht von

Dipl. Ing. agr. René Schormann

| | | |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1. | Einleitung..... | 1 |
| 2. | Literatur..... | 2 |
| 2.1 | Haltung ferkelführender Sauen..... | 2 |
| 2.1.1 | Aufstallungsformen der Sauen im Abferkelstall..... | 2 |
| 2.1.2 | Fußbodengestaltung | 3 |
| 2.1.3 | Anforderungen an die Hygiene | 4 |
| 2.2 | Ethologische Parameter bei Ferkeln | 5 |
| 2.2.1 | Postnatales Verhalten und Vitalität der Ferkel unmittelbar nach der Geburt | 5 |
| 2.2.2 | Ruhe- und Aktivitätsverhalten in den ersten Lebenstagen..... | 6 |
| 2.2.3 | Rangordnung am Gesäuge und Säugeverhalten..... | 7 |
| 2.3 | Ausgewählte klinische Parameter beim Ferkel..... | 8 |
| 2.3.1 | Postnataler Rektaltemperaturverlauf..... | 8 |
| 2.3.2 | Thermoregulation..... | 10 |
| 2.3.3 | Ferkelverluste | 11 |
| 2.4 | Leistungsparameter beim Ferkel..... | 13 |
| 2.4.1 | Geburtsmasse | 13 |
| 2.4.2 | Wurfgröße | 15 |
| 2.4.3 | Lebendmasseentwicklung | 15 |
| 2.4.4 | Wurfausgleich | 16 |
| 2.5 | Gestaltung des Ferkelbereiches | 17 |
| 2.5.1 | Gesetzliche Bestimmungen..... | 17 |
| 2.5.2 | Stallklimagestaltung..... | 19 |
| 2.5.3 | Mikroklimagestaltung | 20 |
| 2.5.3.1 | Heizsysteme | 20 |
| 2.5.3.2 | Energieverbrauch | 21 |
| 2.5.3.3 | Heizkosten..... | 23 |

| | | |
|------------|---------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.6 | Ziele und Arbeitsprogramm | 24 |
| 3. | Material und Methoden..... | 25 |
| 3.1 | Tiere..... | 25 |
| 3.2 | Untersuchungszeitraum..... | 25 |
| 3.3 | Untersuchungsbedingungen | 25 |
| 3.3.1 | Aufstallung..... | 25 |
| 3.3.2 | Fütterung | 29 |
| 3.4 | Untersuchungsdesign | 29 |
| 3.5 | Ethologische Untersuchungen..... | 30 |
| 3.5.1 | Erfassung des Liegeverhaltens in den Temperatur-Wahlversuchsbuchten..... | 30 |
| 3.5.2 | Erfassung der Zeitdauer nach der Geburt bis zum Liegen im Ferkelnest..... | 35 |
| 3.6 | Klinische Untersuchungen | 35 |
| 3.6.1 | Erfassung der Lebendmasseentwicklung der Ferkel..... | 35 |
| 3.6.2 | Erfassung der Häufigkeit und des Schweregrades von Verletzungen | 36 |
| 3.6.3 | Registrierung aller Behandlungen..... | 36 |
| 3.6.4 | Dokumentation der Tierabgänge..... | 36 |
| 3.7 | Physikalische Untersuchungen | 37 |
| 3.7.1 | Temperaturmessungen | 37 |
| 3.7.1.1 | Oberflächentemperaturmessungen der einzelnen Ferkelnester..... | 37 |
| 3.7.1.2 | Temperatur und Luftfeuchtemessungen in den Klimakammern..... | 38 |
| 3.7.2 | Energieverbrauch der jeweiligen Ferkelnester..... | 40 |
| 3.8 | Statistische Auswertung | 40 |

| | | |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4. | Ergebnisse | 42 |
| 4.1 | Liegeverhalten | 42 |
| 4.1.1 | Wahlversuche | 42 |
| 4.1.1.1 | Wahlmöglichkeit zwischen den unterschiedlichen Ferkelnesttemperaturen in der Bucht mit Elektroplatten bei 18 ° C Raumtemperatur | 42 |
| 4.1.1.2 | Wahlmöglichkeit zwischen den unterschiedlichen Ferkelnesttemperaturen in der Bucht mit Elektroplatten bei 26 ° C Raumtemperatur | 43 |
| 4.1.1.3 | Wahlmöglichkeit zwischen den unterschiedlichen Ferkelnesttemperaturen in der Bucht mit Warmwasserbett bei 18 ° C Raumtemperatur | 45 |
| 4.1.1.4 | Wahlmöglichkeit zwischen den unterschiedlichen Ferkelnesttemperaturen in der Bucht mit Warmwasserbett bei 26 ° C Raumtemperatur | 46 |
| 4.1.1.5 | Vergleich zwischen den Ferkelnestern Warmwasserbett und Elektroplatte bei 18 ° C Raumtemperatur | 48 |
| 4.1.1.6 | Vergleich zwischen den Ferkelnestern Warmwasserbett und Elektroplatte bei 26 ° C Raumtemperatur | 49 |
| 4.1.1.7 | Zusammenfassender Vergleich zwischen den Ferkelnestern Warmwasserbett und Elektroplatte bei 18 ° C und 26 ° C Raumtemperatur | 51 |
| 4.1.2 | Vergleich zwischen den Nestpositionen Kopfnähe und Gesäugenähe | 52 |
| 4.1.2.1 | Einfluß der Nestposition Kopfnähe bei 18 ° C Raumtemperatur | 52 |
| 4.1.2.2 | Einfluß der Nestposition Kopfnähe bei 26 ° C Raumtemperatur | 53 |
| 4.1.2.3 | Einfluß der Nestposition Gesäugenähe bei 18 ° C Raumtemperatur | 54 |
| 4.1.2.4 | Einfluß der Nestposition Gesäugenähe bei 26 ° C Raumtemperatur | 55 |
| 4.1.2.5 | Einfluß der Nestposition bei 18 ° C Raumtemperatur | 56 |
| 4.1.2.6 | Einfluß der Nestposition | 57 |
| 4.2 | Zeitdauer nach der Geburt bis zum Liegen im Ferkelnest..... | 58 |

| | | |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 4.3 | Energieverbrauch..... | 60 |
| 4.3.1 | Energieaufwand bei den Elektroplatten und den Warmwasserbetten bei einer Raumtemperatur von 18°C..... | 60 |
| 4.3.2 | Energieaufwand bei den Elektroplatten und den Warmwasserbetten bei einer Raumtemperatur von 26 °C..... | 61 |
| 4.3.3 | Energieaufwand bei den Elektroplatten und den Warmwasserbetten im Bezug zu den einzelnen Lebenswochen..... | 62 |
| 4.3.3.1 | Energieaufwand bei den Elektroplatten und den Warmwasserbetten im Bezug zu den einzelnen Lebenswochen bei einer Raumtemperatur von 18 °C..... | 62 |
| 4.3.3.2 | Energieaufwand bei den Elektroplatten und den Warmwasserbetten im Bezug zu den einzelnen Lebenswochen bei einer Raumtemperatur von 26 °C..... | 63 |
| 4.3.3.3 | Gesamtenergieaufwand bei den Elektroplatten und den Warmwasserbetten bei 18 °C und 26 °C Raumtemperatur | 64 |
| 4.4 | Lebendmasseentwicklung der Ferkel..... | 65 |
| 4.5 | Dokumentation der Ferkelverluste | 69 |
| 4.6 | Luft- und Oberflächentemperatur | 71 |
| 4.6.1 | Temperatur in der Abferkelbucht..... | 71 |
| 4.6.2 | Oberflächentemperatur der Ferkelnester..... | 72 |
| 4.6.3 | Dokumentation der Reduzierung der Oberflächentemperatur der Ferkelnester | 73 |
| 4.6.4 | Gemessene Lufttemperatur 10 Zentimeter über dem Ferkelnest | 74 |
| 5. | Diskussion | 75 |
| 6. | Zusammenfassung..... | 85 |
| 7. | Summary | 89 |
| 8. | Literaturverzeichnis | 93 |
| 9. | Anhang | 105 |

| | |
|-------------|-------------------------------------|
| AS | = Altsau |
| DE | = Deutsches Edelschwein |
| DL | = Deutsche Landrasse |
| el. | = elektrisch |
| IR | = Infrarot |
| JS | = Jungsau |
| K | = Kelvin |
| KWh | = Kilowattstunde |
| LM | = Lebendmasse |
| LT | = Lebenstag |
| LW | = Lebenswoche |
| ME | = verdauliche Energie |
| MJ | = Megajoule |
| p. n. | = post natum |
| Pi | = Pietrain |
| SchHaltHygV | = Schweinehaltungshygieneverordnung |
| SHVO | = Schweinehaltungsverordnung |
| TierSchG | = Tierschutzgesetz |
| vs. | = versus |
| VTA | = Video-Tape-Analysis-System |
| W | = Watt |
| WB | = Wasserbett |
| Wdh. | = Wiederholungen |

| | | |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Abbildung 1 | Grundriß der Abferkelbuchten | 26 |
| Abbildung 2 | Abferkelbucht mit den beiden auf die beiden Elektroplatten aufgelegten Warmwasserbetten | 27 |
| Abbildung 3 | Abferkelbucht mit den beiden Elektroplatten | 27 |
| Abbildung 4 | Regeltechnik für die Ferkelnester | 28 |
| Abbildung 5 | Infrarotvideokamera mit Weitwinkelobjektiv (WV-BP 500, Panasonic) | 30 |
| Abbildung 6 | Langzeit-Videorecorder mit Überwachungsmonitor (WV-BM80) | 31 |
| Abbildung 7 | Auswertungsmaske des OBSERVERS (Abferkelbucht mit aufgelegten Warmwasserbetten) | 32 |
| Abbildung 8 | Meßpunkte der beiden Ferkelnestsysteme (links Warmwasserbett mit 8 Meßpunkten; rechts Elektroplatte mit 16 Meßpunkte) | 37 |
| Abbildung 9 | Meßgerät mit Kreuzfühler und Temperatur-/Luftfeuchte- Fühler für die Oberflächentemperatur, Stalllufttemperatur und die Luftfeuchtigkeit (Testo 400/452) | 38 |
| Abbildung 10 | Datenlogger (Tinytag Plus) für die Messung der Lufttemperatur | 39 |
| Abbildung 11 | Grafik der Temperaturaufzeichnung eines Tinytags im 7. Durchgang | 39 |
| Abbildung 12 | Prozentualer Anteil der Zeit in 24 Stunden, in der mehr als 50 % der Ferkel eines Wurfes auf dem Ferkelnest liegen, in Abhängigkeit von der Lebenswoche und der Oberflächentemperatur (Starttemperatur 36 °C/34 °C versus 34 °C/30 °C; Raumtemperatur 18 °C; Elektroplatten) | 42 |
| Abbildung 13 | Prozentualer Anteil der Zeit in 24 Stunden, in der mehr als 50 % der Ferkel eines Wurfes auf dem Ferkelnest liegen, in Abhängigkeit von der Lebenswoche und der Oberflächentemperatur (Starttemperatur 36 °C/34 °C versus 34 °C/30 °C; Raumtemperatur 26 °C; Elektroplatten) | 44 |
| Abbildung 14 | Prozentualer Anteil der Zeit in 24 Stunden, in der mehr als 50 % der Ferkel eines Wurfes auf dem Ferkelnest liegen, in Abhängigkeit von der Lebenswoche und der Oberflächentemperatur (Starttemperatur 36 °C/34 °C versus 30 °C; Raumtemperatur 18 °C; Warmwasserbetten) | 45 |

| | | |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Abbildung 15 | Prozentualer Anteil der Zeit in 24 Stunden, in der mehr als 50 % der Ferkel eines Wurfes auf dem Ferkelnest liegen, in Abhängigkeit von der Lebenswoche und der Oberflächentemperatur (Starttemperatur 36 °C/34 °C versus 30 °C; Raumtemperatur 18 °C; Warmwasserbetten) | 47 |
| Abbildung 16 | Prozentualer Anteil der Zeit in 24 Stunden, in der mehr als 50 % der Ferkel eines Wurfes auf dem Ferkelnest liegen, in Abhängigkeit von der Lebenswoche und der Oberflächentemperatur (Starttemperatur 36 °C/34 °C und 30 °C zusammengefaßt; Raumtemperatur 18 °C; Elektroplatte/Warmwasserbetten) | 48 |
| Abbildung 17 | Prozentualer Anteil der Zeit in 24 Stunden, in der mehr als 50 % der Ferkel eines Wurfes auf dem Ferkelnest liegen, in Abhängigkeit von der Lebenswoche und der Oberflächentemperatur (Starttemperatur 36 °C/34 °C und 30 °C zusammengefaßt; Raumtemperatur 26 °C; Elektroplatten/Warmwasserbetten) | 50 |
| Abbildung 18 | Prozentualer Anteil der Zeit in 24 Stunden, in der mehr als 50 % der Ferkel eines Wurfes auf dem Ferkelnest liegen, in Abhängigkeit von der Lebenswoche und der Oberflächentemperatur (Starttemperatur 36 °C/34 °C und 30 °C zusammengefaßt und Raumtemperatur 18 °C und 26 °C zusammengefaßt; Elektroplatte/Warmwasserbetten) | 51 |
| Abbildung 19 | Dynamik des Liegeverhaltens der Ferkel bei einer Raumtemperatur von 18 °C im Bezug auf die Kopfnähe des Ferkelnestes – Elektroplatte/Wasserbett (Prozent bezogen auf 24 h) | 52 |
| Abbildung 20 | Dynamik des Liegeverhaltens der Ferkel bei einer Raumtemperatur von 26 °C im Bezug auf die Kopfnähe des Ferkelnestes – Elektroplatte/Wasserbett (Prozent bezogen auf 24 h) | 53 |
| Abbildung 21 | Dynamik des Liegeverhaltens der Ferkel bei einer Raumtemperatur von 18 °C im Bezug auf die Gesäugenähe des Ferkelnestes – Elektroplatte/Wasserbett (Prozent bezogen auf 24 h) | 54 |
| Abbildung 22 | Dynamik des Liegeverhaltens der Ferkel bei einer Raumtemperatur von 26 °C im Bezug auf die Gesäugenähe des Ferkelnestes – Elektroplatte/Wasserbett (Prozent bezogen auf 24 h) | 55 |

| | | |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Abbildung 23 | Dynamik des Liegeverhaltens der Ferkel (mehr als 50 % eines Wurfes) eines Durchganges bei einer Raumtemperatur von 18 °C im Bezug auf die Nestposition (Prozent bezogen auf 24 h) | 56 |
| Abbildung 24 | Einfluß der Nestposition auf das Liegeverhalten der Ferkel bei 18 °C bzw. 26 °C Raumtemperatur, bezogen auf 24 h (12 Durchgänge = 24 Würfe) | 57 |
| Abbildung 25 | Zeitdauer bis zum ersten Liegen eines Ferkels auf dem Nest | 58 |
| Abbildung 26 | Zeitdauer bis alle Ferkel auf einem Ferkelnest lagen | 59 |
| Abbildung 27 | Elektroenergieaufwand bei den Elektroplatten und den Warmwasserbetten bei 18 °C Raumtemperatur, bezogen auf alle 4 Lebenswochen, (4 Durchgänge = 8 Würfe; mittlere Leistungsaufnahme in Watt) | 60 |
| Abbildung 28 | Elektroenergieaufwand bei den Elektroplatten und den Warmwasserbetten bei 26 °C Raumtemperatur, bezogen auf alle 4 Lebenswochen, (4 Durchgänge = 8 Würfe; mittlere Leistungsaufnahme in Watt) | 61 |
| Abbildung 29 | Energieverbrauch der Elektroplatten und Warmwasserbetten bei einer Raumtemperatur von 18 °C (bezogen auf die einzelnen Lebenswochen) | 62 |
| Abbildung 30 | Energieverbrauch der Elektroplatten und der Warmwasserbetten bei einer Raumtemperatur von 26 °C (bezogen auf die einzelnen Lebenswochen) | 63 |
| Abbildung 31 | Vergleich des Gesamtenergiebedarfes der Elektroplatten und Warmwasserbetten bei 18 °C und 26 °C Raumtemperatur (4 Wochen zusammengefaßt) | 64 |
| Abbildung 32 | Oberflächentemperaturabsenkung bei 18 °C und 26 °C Raumtemperatur | 73 |

| | | |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabelle 1 | Abferkelbuchten im Vergleich (Haus Düsse 1993 – 1997, Hoppenbrock 2000, persönliche Mitteilungen | 3 |
| Tabelle 2 | Auszug aus DIN 18910 für Winterlufraten für Schweine, Außentemperaturzone – 14 °C (nach DIN 18910) | 19 |
| Tabelle 3 | Auszug aus DIN 18910 für Sommerlufraten für Schweine, Außentemperaturzone < 26 °C (nach DIN 18910) | 20 |
| Tabelle 4 | Kosten in Euro pro Bucht und Jahr für vier Ferkelwärmesysteme; ohne Kosten außerhalb des Abteils (verändert nach DE BAEY-ERNSTEN et al. 1996) | 23 |
| Tabelle 5 | Temperaturreduzierung je Lebenswoche in Verbindung mit den einzelnen Raumtemperaturen | 28 |
| Tabelle 6 | 12 Durchgangsvarianten mit ihren jeweiligen Starttemperaturen | 32 |
| Tabelle 7 | Beispiel eines Auswertungsausdruckes des OBSERVER; Zeitwert in Sek. dargestellt (12. Lebenstag bei 26 °C Raumtemperatur, Wasserbett) | 34 |
| Tabelle 8 | Verteilung der Wurfgrößen (lebend geborene Ferkel) bei der Geburt | 66 |
| Tabelle 9 | Tägliche Zunahmen in Abhängigkeit von den unterschiedlichen Raumtemperaturen sowie Nesttypen (Ferkelstarter ab 21. LT zugeführt) | 66 |
| Tabelle 10 | Tägliche Zunahmen in Abhängigkeit von den unterschiedlichen Nesttypen | 67 |
| Tabelle 11 | Tägliche Zunahmen in Beziehung zu den unterschiedlichen Raumtemperaturen | 68 |
| Tabelle 12 | Ferkelverluste (1. bis 28. LT) bei den unterschiedlichen Ferkelnestsystemen unter Berücksichtigung der verschiedenen Raumtemperaturen | 69 |
| Tabelle 13 | Übersicht über die prozentuale Verteilung der Abgangsursachen | 70 |
| Tabelle 14 | Darstellung der Sollwerte und ihrer dazugehörigen gemessenen Daten | 71 |
| Tabelle 15 | Ergebnisse der Messungen der Oberflächentemperatur der Ferkelnestsysteme Warmwasserbett und Elektroplatte – Zusammenfassung aller Meßdaten in Zuordnung zur Solltemperatur | 72 |

1. Einleitung

Die Entwicklung von neugeborenen Ferkeln, d. h. ihre Gesundheit und ihr Wachstum, hängen entscheidend davon ab, wie die Umwelt und Betreuung in den ersten Lebensstunden und -tagen gestaltet werden. In den ersten drei Tagen nach der Geburt treten 75 bis 80 Prozent der Ferkelverluste auf (EDWARDS und MALKIN 1986, KUNZ und ERNST 1987). Dies bedeutet, daß gerade in diesem Zeitraum ein ganz besonderes Augenmerk darauf gerichtet werden sollte, Ferkelverlusten (insbesondere Erdrückungsverlusten) mit entsprechenden Maßnahmen entgegenzuwirken.

In der ersten Lebenswoche verbringen die Ferkel die meiste Zeit (bis ca. 70 % in 24 Stunden) im Liegen. Aus diesem Grund und wegen des hohen Wärmeanspruches der neugeborenen Ferkel muß der Liegebereich mit einer Ferkelnestheizung ausgestattet sein (CHOSSON et al. 1989). In der Praxis sind entweder Strahlungsheizungen (Elektro- oder Gas-Infrarot-Strahler) oder Fußbodenheizungen (Elektro- oder Warmwasserplatten - DE BAEY-ERNSTEN et al. 1996) üblich.

Gelegentlich werden in den ersten Lebenstagen beide Systeme gemeinsam angewendet. Von besonderem Vorteil für Gesundheit und Wachstumsleistung sind Wasserbetten, welche auf die Fußbodenheizungen gelegt werden (HOY et al. 1999). Mit den eigenen Untersuchungen sollten in Präferenzwahlversuchen in zwei vergrößerten und mit je zwei getrennt regelbaren Ferkelnestern ausgestatteten Abferkelbuchten (je eine in einem klimatisierten Stallabteil) nachgewiesen werden, wie sich unterschiedliche Oberflächentemperaturen (36 °C, 34 °C, 32 °C, 30 °C) im Liegenest der Ferkel - mit bzw. ohne Wasserbett - in Kombination mit verschiedenen Stalllufttemperaturen (18 °C und 26 °C) auf das Liegeverhalten der Ferkel auswirken und inwieweit sich (bei einer geregelten Elektroheizung) Energie einsparen läßt, wenn der Liegebereich so attraktiv (z. B. durch ein Wasserbett) gestaltet ist, daß möglichst viele Ferkel auf dem Nest liegen und damit Wärmeverluste des Nestes verringert werden. Aus den eigenen Untersuchungen resultieren Schlußfolgerungen für die Temperaturgestaltung in Ferkelnestern mit geregelter Heizung unter verschiedenen Raumklimaten sowie zum effektiven Einsatz von Energie zur Liegeplatzbeheizung für Saugferkel.

2. Literatur

2.1 Haltung ferkelführender Sauen

2.1.1 Aufstallungsformen der Sauen im Abferkelstall

Bei der Haltung von Sauen und Ferkeln in Abferkelbuchten müssen die folgenden Anforderungen beachtet werden. Die Tiere, Sauen wie auch die Saugferkel, sollen sich in ihrer Umgebung wohl fühlen können. Es sollte dafür Sorge getragen werden, daß die Tiere sich nicht an Stalleinrichtungen verletzen können. Das Gesäuge der Muttersau muß für die Saugferkel jederzeit ungehindert erreichbar sein. Die Stalleinrichtungen dürfen Pflegemaßnahmen bzw. Servicemaßnahmen, wie Geburtshilfe, Fütterung, Entmistung, Reinigung und Desinfektion, nicht erschweren oder behindern. Als wichtigste Forderung von ZERBONI und GRAUVOGL (1984) gilt jedoch, daß Ferkelverluste durch Erdrücken vermieden werden müssen.

RUDOVSKY (1995) und VAN PUTTEN (1990) halten grundsätzlich eine Gruppenhaltung von laktierenden Sauen für möglich, aber sie sind von der praktischen Umsetzung noch nicht überzeugt, da es bisher noch keine den Tieren gerecht werdende praxisreife Umsetzung – insbesondere vor dem Hintergrund der Ferkelverluste – gibt.

Die häufigste Aufstallungsform von Sauen im Abferkelstall ist die Einzelhaltung im Ferkelschutzkorb (Kastenstand). Er soll eine lichte Höhe von 110 cm und eine Breite zwischen 60 und 65 cm aufweisen (KOLLER et al. 1981). Nach LITTMANN et al. (1997) soll das unterste, horizontal verlaufende Rohr des Ferkelschutzkorbes 30 cm über dem Boden angebracht sein. Um den Ferkelschutzkorb an die Größe von Jung- und Altsauen anpassen zu können, ist es nach SÜSS (1995) besonders wichtig, daß er in Länge und Breite verstellbar ist. In der Abferkelbucht kann die Aufstallung des Kastenstandes diagonal oder gerade zur Längsachse der Bucht erfolgen (DE BAEY-ERNSTEN 1997a). HÖGES (1993) gibt an, daß bei den unterschiedlichen Detailausführungen der Standardabferkelbuchten keine bedeutenden Unterschiede in der Aufzuchtleistung der Sauen zu verzeichnen sind. Um den Haltern von Sauen, die ihren Tieren nach dem Abferkeln während der Laktation Bewegungsfreiheit ermöglichen möchten, gerecht zu werden, gibt es nach SVENDSEN und SVENDSEN (1997) auch Kastenstände, welche vertikal oder horizontal zu öffnen oder zu schwenken sind und somit der Muttersau die Möglichkeit geben, sich in der Abferkelbucht frei zu bewegen. Diese zu öffnenden Ferkelschutzkörbe bieten den Tieren mehr Bewegungsfreiheit und somit eine

bessere Umwelt, sind aber nach GRAVAS (1982) im Vergleich zu den herkömmlichen konventionellen Kastenständen in der Anschaffung teurer und benötigen meist eine größere Grundfläche. Das größte Problem stellt bei der nicht fixierten Haltung von Sauen in der Abferkelbucht die im Vergleich zur fixierten Aufstallung deutlich höhere Verlustrate dar. Untersuchungen auf Haus Düsse (HOPPENBROCK 2000, persönliche Mitteilung) ergaben, daß die Ferkelverluste um mindestens 3,2 % ansteigen, wenn die Sau alternativ in nicht fixierter Haltung (Buchten Vario-Fit bzw. Ulrich 2000) gegenüber der Aufstallung im Ferkelschutzkorb gehalten wird (Tabelle 1).

Tabelle 1: Abferkelbuchten im Vergleich (Haus Düsse 1993 – 1997, HOPPENBROCK 2000, persönliche Mitteilungen)

| | Kastenstand | Vario-Fit | Ulrich 2000 |
|--------------------------------------|-------------|-----------|-------------|
| Zahl der Würfe | 563 | 149 | 145 |
| Leb. geb. Ferkel/Wurf | 11,5 | 11,5 | 11,6 |
| Verluste (%) | 14,4 | 17,6 | 17,7 |
| Erdrückungsverluste (%) | 4,8 | 9,2 | 6,5 |
| Verluste durch Trittverletzungen (%) | 0,03 | 1,8 | 0,7 |

2.1.2 Fußbodengestaltung

Der Fußboden in den Abferkelbuchten muß nach der – außer Kraft gesetzten – Schweinehaltungsverordnung (1994) die Rutschfestigkeit und Trittsicherheit gewährleisten. Die Schlitzbreite darf 9 mm nicht überschreiten, um Klauenverletzungen der Ferkel zu vermeiden.

Nach LITTMANN et al. (1997) kann der Fußboden planbefestigt mit Stroheinstreu, teilperforiert oder vollperforiert sein, muß aber hohen Ansprüchen gerecht werden, damit er nicht zu Verletzungen und darauf folgenden Infektionen der Ferkel und Sauen führt. Um den spezifischen Anforderungen der Ferkel in den ersten Lebensstagen zu entsprechen, ist nach HAIDAN und FISCHER (1979) ein tragbarer Kompromiß zu finden. Zum einen muß die Oberfläche griffig sein, um auch denjenigen Ferkeln genügend Halt zu bieten, welche zum Grätschen neigen. Zum anderen darf die Oberfläche nicht zu rau sein und keine scharfen Kanten aufweisen, da dies stärkere Abschürfungen an den Karpal- und Sprunggelenken der

Saugferkel zur Folge haben könnte und somit die Infektionsgefahr für die Ferkel erhöhen würde. Die Untersuchungen von ZIRON (2000) zeigen, daß die Stärke von Schürfwunden in Verbindung mit dem Einsatz von Warmwasserbetten zurückgeht bzw. der Heilprozeß beschleunigt wird. AMSEL (2002) stellte fest, daß die mittel- und hochgradigen Schürfwunden in den ersten zwei Lebenswochen um 27 % vermindert werden, wenn das Ferkelnest mit einem Gelkissen oder Warmwasserbett ausgestattet ist. Nach CRONIN und SMITH (1991) sehen die modernen, konventionellen Aufstallungsformen heute in den Abferkelbuchten keine Einstreu mit Stroh vor, da dies aus arbeitstechnischer und hygienischer Sicht nicht mehr vertretbar ist. Verhaltensweisen, wie zum Beispiel das Wühlen in der Einstreu oder der Nestbau der Sau vor dem Abferkeln, können somit nicht mehr ausgeführt werden und bedeuten aus der Sicht der Tiere einen Nachteil. LITTMANN et al. (1997) beschreiben die verschiedenen Materialien, die bei der Gestaltung perforierter Fußböden zur Anwendung kommen können, wie verzinkte Dreikantstahlroste, Vollkunststoffroste aus Polypropylen, PVC oder glasfaserverstärkten Polyester, plastikummantelte Stahlroste oder Gußeisenroste. Die Untersuchungen von FURNISS et al. (1986) zeigten, daß bei Fußböden, welche mit planbefestigtem Betonboden (Stroheinstreu 5 kg/Woche) oder mit Gußeisenrosten ausgestattet sind, mehr Verletzungen auftreten als bei Böden mit Kunststoffbeschichtung.

2.1.3 Anforderungen an die Hygiene

In der Schweinehaltungshygieneverordnung (SchHaltHygV 1999) sind die hygienischen Anforderungen zum Halten von Schweinen für Schweinezucht- und Schweinemastbetriebe vorgegeben. Eine wirksame Reinigung und Desinfektion im Stall ist die Voraussetzung für die externe und interne Absicherung von Schweineanlagen zur Verhinderung des Einschleppens von Seuchenerregern, aber auch von Erregern infektiöser Faktorenkrankheiten der Atmungsorgane und des Magen-Darm-Kanals (HOY 1998). Um die verschiedenen Krankheitserreger zu bekämpfen, haben gezielte Impfprogramme eine außerordentlich große Bedeutung. GINDELE (1997) stellt klar, daß Alter, Geschlecht, Abteilgröße, Belegungsdichte, Infektionsdruck, Erregertyp, Stalltechnik, Hygieneabläufe, Personen- und Tierverkehr, Schädner- und Insektenbekämpfung, Transporthygiene u. a., Einflußfaktoren sind, welche deutlich zeigen, daß Verhütungs- und Bekämpfungsstrategien vielschichtig angelegt sind und kompromißlos durchgesetzt werden müssen. Im Zusammenhang mit der Bewirtschaftung der

Abferkelabteile nach dem Alles raus – Alles rein Prinzip ist die Reinigung mit anschließender Desinfektion ein zentraler Punkt bei der Erhaltung eines gesunden Schweinebestandes und soll nach BUSSE (1993) in folgenden Schritten ablaufen: Zuerst werden die Stallungen einer Vorreinigung unterzogen, welcher das Einweichen wahlweise mit oder ohne Reinigungsmittel folgt. Dann werden die zu reinigenden Stallabteile mit einem Hochdruckreiniger (50 - 120 bar; 40 - 60°C warmes Wasser) gesäubert und anschließend trocknen lassen. Danach wird der Stall einer Desinfektion mit einem zugelassenen, geprüften Mittel unterzogen. Vor der Einnistung der Tiere sind die Desinfektionsmittelreste (z. B. in den Trögen) zu entfernen. Es ist dafür zu sorgen, daß vor allen Stallbereichen Desinfektionseinrichtungen - zumindest für die Stiefel - installiert sind. Die gesamte Kleidung sollte ausschließlich auf dem einen Betrieb getragen werden. Die Desinfektionsmatten sind mit einem wirksamen Desinfektionsmittel zu versehen.

2.2 Ethologische Parameter bei Ferkeln

2.2.1 Postnatales Verhalten und Vitalität der Ferkel unmittelbar nach der Geburt

Nach BÜNGER (1985) und HOY et al. (1994a) stellt die Vitalität die Fähigkeit des sich entwickelnden Organismus dar, zu überleben und bei Belastung durch Umweltbedingungen jedes gestörte Gleichgewicht unverzüglich wieder herzustellen sowie das genetisch determinierte Wachstum möglichst unbeeinträchtigt fortzusetzen. In MEYERS LEXIKON (1998) wird die allgemeine Begriffsbestimmung für Vitalität wie folgt definiert: „Vitalität ist die genetisch und von Umweltbedingungen beeinflusste Lebenskraft (eines Organismus oder einer Population); sie äußert sich in Anpassungsfähigkeit an die Umwelt, Widerstandskraft gegen Krankheiten, körperlicher und geistiger Leistungsfähigkeit sowie Fortpflanzungsfähigkeit.“

Die Geburtsmasse, der Rektaltemperaturverlauf, die Zeitdauer bis zum ersten Aufstehen nach der Methode von JUNGHANS (1992) und HOY et al. (1994a, b) und die Orientierungsleistung der Ferkel bei der Gesäugesuche (BÜNGER 1985) charakterisieren in erster Linie die Vitalität der Ferkel post natum.

Die Geburtsmasse gilt nach HÖRÜGEL et al. (1986) als das wichtigste erste Messkriterium für die Vitalität von Ferkeln, welches durch zahlreiche Untersuchungen in- und ausländischer

Wissenschaftler bestätigt wird (KALICH et al. 1967, STARK et al. 1978, MÜLLER et al. 1979, CAMBELL und DUNKIN 1982, THOMSON und FRASER 1988, HOY und MEHLHORN 1989, DE PASSILLE und RUSHEN 1989). Eine ethologische Methode der Vitalitätsbeurteilung von Ferkeln entwickelte BÜNGER (1985).

Die Ferkel sind bei ihrer Geburt meist noch mit einer dünnen, gefäßlosen Eihaut umhüllt, welche durch ruckartige Bewegungen des Kopfes und der Hinterextremitäten eröffnet wird (BÜNGER 1983). Die Suche nach dem Gesäuge beginnt direkt nach der Geburt und verläuft wie folgt: das Ferkel versucht aufzustehen und läuft entgegen der Strichrichtung der Borsten, entlang des Körpers der Sau, um mit der Mutter Kontakt aufzunehmen und die Gesäugeleiste zu finden (SAMBRAUS 1990). Die Tastsinne der neugeborenen Ferkel helfen ihnen bei der Orientierung. In erster Linie versuchen die Ferkel, vom Vulvabereich um die Hinterextremitäten herum zum Gesäuge zu gelangen. Trotz geöffneter Augen sind die Saugferkel noch nicht in der Lage, die Zitzen visuell als Futterquelle zu erkennen (HARTSOCK und GRAVES 1976). Bei der Gesäugesuche helfen außerdem Pheromone, welche in den austretenden Kolostrumtropfen enthalten sind (BÜNGER 1983).

2.2.2 Ruhe- und Aktivitätsverhalten in den ersten Lebenstagen

Das Kontaktbedürfnis der Saugferkel in den ersten Lebenstagen ist ausgesprochen hoch. Die Ferkel sind häufig damit beschäftigt, sich an etwas Weiches, Warmes zu pressen und suchen einen möglichst trockenen Untergrund auf. Dazu kann vor allem das Gesäuge der Muttersau dienen, aber auch die Geschwister (VAN PUTTEN 1978). Bedingt durch diesen Sachverhalt ist es in den ersten Lebenstagen besonders schwer, die Neugeborenen dazu zu veranlassen, sich auf das Ferkelnest zu legen (VAN PUTTEN 1978). Nach SVENDSEN und SVENDSEN (1997) ist es möglich, mit zusätzlichen Strahlern neben der Sau, die Saugferkel gerade in den ersten 24 bis 36 Lebensstunden aus dem Gefahrenbereich der Sau abzulenken. PFLUG (1976) stellte fest, daß besonders in den ersten Lebenstagen die Ferkel einen sehr hohen Zeitanteil des Tages liegend in der Bucht verbringen. Im Durchschnitt ruhen die Saugferkel je nach Aufstallungs- und Heizsystem in den ersten 3 Lebenstagen zwischen 84 % und 91 % der beobachteten Zeiteinheit. Die Verhaltensweisen, wie Saugen, Laufen, Spielen und Stehen, werden in der übrigen Zeit des Tages ausgeführt. Um ihren Beiß-, Kau- und Wühlbedarf zu befriedigen, beschäftigen sich die Ferkel vermehrt mit dem Gesäuge der Sau, soweit ihnen

keine Einstreu zur Verfügung steht, dies kann zu Gesäugeverletzungen führen. Dann sind unverzüglich Maßnahmen zum Schutz der Muttersau zu treffen (PETERSEN et al. 1995). Saugferkel bevorzugen – soweit sie die Möglichkeit dazu haben – einen weichen, verformbaren und trockenen Untergrund zum Liegen, wie Untersuchungen von ZIRON (2000) mit unterschiedlichen Ferkelnestern zeigten. Die Nestgröße in der Abferkelbucht beeinflusst die Liegedauer der Ferkel im Nest. Nach CRONIN et al. (1998) liegen Ferkel in Buchten mit einer größeren Nestfläche weniger oft in diesem Buchtenbereich als Vergleichstiere mit kleinerer Nestfläche. Das Liegen der Ferkel mit Körperkontakt zu anderen Buchtengenossen im Ferkelnest wird in den ersten zwei Lebenswochen besonders häufig beobachtet, nur bei kurzen Ruhepausen an warmen trockenen Tagen liegen die Tiere außerhalb des Nestes ohne Körperkontakt zu den anderen, da es ihnen sonst zu warm ist (NEWBERRY und WOOD-GUSH 1988). Die Ferkelaktivität in Abferkelbuchten mit und ohne Ferkelschutzkorb ist von BLACKSHAW et al. (1993) untersucht worden. Sie kamen zu dem Schluß, daß Saugferkel in Buchten ohne Ferkelschutzkorb für die Muttersau zwar gesamt gesehen mehr Zeit liegend in der Bucht verbrachten, die Ferkel in den Buchten mit Ferkelschutzkorb aber doppelt so häufig unter der Heizlampe im Ferkelnest lagen.

2.2.3 Rangordnung am Gesäuge und Säugeverhalten

Während der ersten 2 – 3 Lebensstunden findet der größte Teil der Rangkämpfe der Saugferkel, welche sich durch Beißen und Verdrängen bzw. Schieben äußern, am Gesäuge statt (HARTSOCK und GRAVES 1976). Die Rangordnung in der Gruppe stimmt nach MATTWEI et al. (1979) nicht mit der Saugordnung überein. Sie bezeichnen die Rangordnung am Gesäuge bzw. die Saugordnung ausschließlich als eine räumliche Anordnung („Territorialordnung“) an der Gesäugeleiste der Muttersau. Es konnten bis zu 8 Kämpfe pro Stunde am Gesäuge festgestellt werden (DE PASSILLE und RUSHEN 1989). Des weiteren führen Ferkel mit höherem Geburtsgewicht mehr erfolgreiche Kämpfe an den Zitzen durch als Ferkel mit geringerer Geburtsmasse, da sich die schwereren Ferkel ihrer höheren Körpermasse bei den Rangkämpfen bedienen (FRASER und JONES 1975, HARTSOCK und GRAVES 1976, ZERBONI und GRAUVOGL 1984, DE PASSILLE und RUSHEN 1989). Die Saugferkel präferieren die Zitzen im vorderen Bereich der Gesäugeleiste, wobei hier die Kämpfe nach den ersten Lebenstagen nicht mehr so häufig und intensiv durchgeführt werden

wie an den Zitzen des mittleren Gesäugekomplexes. Die Saugordnung ist im mittleren Gesäugebereich somit instabiler als im vorderen oder hinteren (cranialen bzw. caudalen) Bereich (FRASER und THOMPSON 1986, HOY und MEHLHORN 1989).

Das Saugverhalten läßt sich in fünf Verhaltensphasen aufteilen. Die erste Phase des Saugaktes beginnt mit dem Kampf um den bevorzugten Platz am Gesäuge. Als zweite Phase ist die Gesäugemassage mit kräftigen Auf- und Abbewegungen des Kopfes der Ferkel zu beobachten. Der dritte Abschnitt stellt die Trinkphase dar, in der die Saugferkel mit langsamen Maulbewegungen und großer Aktivität trinken. Danach folgen in der vierten Phase rasche Maulbewegungen mit geringer Saugkraft, bei der die Ferkel rhythmische Kopfbewegungen, verbunden mit langsamer Schluckaktivität, zeigen und abschließend folgt noch eine weitere, aber nicht mehr so heftige Gesäugemassage (SAMBRAUS und ADAM 1986, WHITTEMORE und FRASER 1974).

Untersuchungen von HOY et al. (1995a) zeigen, wie wichtig ein frühzeitiger Gesäugekontakt und die erste Kolostrumaufnahme für die weitere Entwicklung der Tiere ist. Der erreichte Körpermassezuwachs ist sowohl bis zum 7. Lebenstag als auch bis zum 28. Lebenstag um so höher, je schneller die Ferkel die erste Kolostralmilch aufnehmen.

2.3 Ausgewählte klinische Parameter beim Ferkel

2.3.1 Postnataler Rektaltemperaturverlauf

Im Bezug auf die Umgebungstemperatur sind neugeborene Ferkel sehr empfindlich, was NICHELMANN (1977) auf das Regelzentrum des Temperaturregulationssystems, welches in den ersten Lebenstagen nur unvollständig ausgebildet ist, zurückführt. Tiefe Umgebungstemperaturen haben einen negativen Einfluß auf die neugeborenen Ferkel besonders in den ersten Lebensstunden, da die Neonaten im Vergleich zu beispielsweise Mastschweinen oder Sauen je Masseneinheit eine größere Körperoberfläche aufweisen (KALICH 1970, KOMAREK 1972, NICHELMANN 1977). So tritt bei kleinen Ferkeln mit geringen Geburtmassen von unter 0,9 kg, welche eine proportional zur Körpermasse größere Hautoberfläche aufweisen, ein größerer Wärmeentzug als bei schwereren Tiere mit proportional kleinerer Körperoberfläche auf (KALICH 1970, DAMMERT et al. 1974, DRZEWIECKI und LEUCHT 1988). Ein weiterer Grund für den teilweise starken Rektaltemperaturabfall liegt darin, daß die Ferkel bei der Geburt durch Fruchtwasser und Blut

naß sind und keiner Neugeborenenversorgung (z. B. Trockenlecken) seitens der Muttersau erfolgt (SAMBRAUS 1978). Die dadurch bedingte Verdunstung bewirkt einen zusätzlichen Wärmeentzug. Ein weiterer Punkt ist, daß die neugeborenen Ferkel eine stark durchblutete Haut ohne subkutanes Fett und kein dichtes Haarkleid haben, so daß die Wärmeabgabe weiter gefördert wird (HUPKA und BEHRENS 1954). Wenn die Ferkel nach der Geburt auf einem gut wärmeableitendem Fußboden liegen, verlieren sie schnell Körperwärme über konduktive Wärmeabgabe (DRZEWIECKI und LEUCHT 1988). Gerade in der ersten Lebensstunde variiert die Rektaltemperatur am stärksten (JUNGHANS 1992). Zum Basiswert der Rektaltemperatur post natum werden je nach Autor Angaben zwischen 38,4 °C und 40,0 °C gemacht. Nach LEUCHT (1967) erklären sich die unterschiedlichen Werte zur Rektaltemperatur aus nicht einheitlichen Zeitabständen der Messung bzw. Stalltemperaturen nach der Geburt und unterschiedlichen Meßtiefen im Rektum. Innerhalb der ersten 30 min post natum findet der stärkste Rektaltemperaturabfall statt (HUPKA und BEHRENS 1954, BÖTTCHER 1964, HERBST 1967, HOY et al. 1991a).

HOY et al. (1991a) fanden heraus, daß es eine differenzierte Temperaturdynamik post natum im Bezug auf Geschlecht, Geburtsmasse, Geburtsreihenfolge der Ferkel und Wurfnummer der Sau gibt. Neugeborene Ferkel mit Geburtsmassen unter 0,8 kg weisen einen Rektaltemperaturabfall von bis zu 4,5 K auf, wohingegen die Ferkel mit Geburtsmassen von mehr als 2,2 kg nur einen Abfall von 0,85 K zeigen (HOY et al. 1994a). HOY et al. (1991a) konnte nachweisen, daß bei Ferkeln, die als erste oder zweite des Wurfes geboren werden (sowohl bei Alt- als auch bei Jungsauen), die Körpertemperatur in der ersten Stunde post natum konstant bleibt. Die Rektaltemperatur bei den Ferkeln von Altsauen nach der Geburt hat sogar eher eine steigende Tendenz als eine abfallende. Ferkel von Jungsauen, die als dritte bis siebte geboren werden, haben einen besonders hohen Körpertemperaturabfall. Die danach geborenen Jungsauenferkel weisen wiederum keine auffälligen Temperaturabnahmen mehr auf. HOY et al. (1991b) stellten fest, daß es geschlechtsspezifische Unterschiede beim Rektaltemperaturrückgang gibt. Die männlichen Jungsauenferkel zeigten einen deutlicheren Abfall der Rektaltemperatur bis eine Stunde post natum als deren weibliche Wurfgeschwister. Auch bei den weiblichen Ferkeln von Altsauen sind bis eine Stunde post natum überwiegend keine ersichtlichen Absenkungen der Körpertemperatur zu verzeichnen. Zudem beschreiben HOY und LUTTER (1995), daß die Ferkel von Jungsauen weiblichen wie männlichen Geschlechts einen stärkeren Rektaltemperaturabfall bis 30 Minuten post natum zeigen als die Saugferkel von Altsauen im selben Zeitraum. Die Rektaltemperatur eine Stunde post natum von abgetrockneten Ferkeln ist höher als die von nicht abgetrockneten Saugferkeln, da hier

die Auswirkungen von Verdunstung und somit eine Abkühlung nur noch sehr gering sind (MCGINNIS et al. 1981). HOY et al. (1994b) und JUNGHANS (1992) stellten in ihren Untersuchungen unter anderem fest, daß die Ferkel mit geringerem Rektaltemperaturabfall schneller aufstehen und das Gesäuge schneller erreichen als die Saugferkel mit einem hohen Körpertemperaturabfall, was sich positiv auf die Kolostralmilchaufnahme und den darauf folgenden Lebendmassezuwachs auswirkt.

2.3.2 Thermoregulation

Geburtsgewicht, Aufnahme von Kolostrum und andere Umweltbedingungen sind entscheidende Faktoren, die einen Einfluß auf die Größenordnung des Absinkens der Körpertemperatur nach der Geburt ausüben, und sie sind Zeitgeber dieses Vorganges (LEUCHT 1967, CURTIS et al. 1969). BARNICK (1978) stellte in seinen Untersuchungen fest, daß bei Absenkung der Umgebungstemperatur die Körpertemperatur der Ferkel schon am ersten Lebenstag ansteigt, somit die Wärmeproduktion aktiviert wird. Allerdings stellte er auch fest, daß die Körpertemperatur fällt, wenn die Umgebungstemperatur von 22 °C des Abferkelstalles 5 bis 10 Kelvin unterschritten wird. Nach SCHUMM (1962) ist die Fähigkeit der Wärmeregulation der Ferkel direkt nach der Geburt noch nicht voll entwickelt. Für HERBST (1967) ist die Thermogenese von Saugferkeln post natum nur sehr gering wirksam und erst nach 3 Tagen bzw. nach 6-9 Tagen (HOLUB 1967) voll ausgebildet. Der chemische Mechanismus der Thermoregulation ist direkt post natum nach PARKER et al. (1980), LE DIVIDICH und NOBLET (1983) funktionsfähig, allerdings noch nicht voll entwickelt. SCHUMM (1962) untersuchte die Fähigkeiten der Thermoregulation von Saugferkeln im Bezug auf ihre Umgebungstemperatur und stellte fest, daß die Ferkel erst ab dem 21. Lebenstag ihre Körpertemperatur bei Umgebungstemperaturen von 8 °C – 15 °C konstant halten können, wobei bereits ab dem 3. Lebenstag die Ferkel dazu in der Lage sind, wenn die Stallufttemperatur 21 °C – 25 °C beträgt.

Die thermoregulativen Gefäßreaktionen sind bei den jungen Ferkeln in den ersten Lebenstagen bis zum Ende der ersten Lebenswoche nach HERBST (1967), HOLUB (1967), NICHELMANN et al. (1976) BARNICK (1978) und DRZEWIECKI und LEUCHT (1988) nicht voll ausgebildet. Die geringen Fettreserven (1 Prozent Fett) der neugeborenen Ferkel können nach Untersuchungen von NICHELMANN et al. (1976) und BARNICK (1978) nicht für die

Thermoregulation verwendet werden, da die Lipide nicht mobilisierbar sind. Die nach dem 2. Lebenstag mobilisierbaren Fettsäuren werden nicht oder nur zum geringen Teil zur zitterfreien Wärmebildung in den inneren Organen verwendet; sie dienen vielmehr als Energielieferanten für das thermoregulatorische Muskelzittern (NICHELMANN 1977). HOLUB (1967) geht davon aus, daß sich der Prozeß der Ausreifung der Thermoregulationsmechanismen über 20 Tage erstreckt. Nach NICHELMANN (1977) ist dieser Prozeß schon nach 11 Lebenstagen abgeschlossen, und die Gefäßreaktionen sind schließlich so effektiv, daß es bei einem lokalen Wärmeentzug nicht mehr zu einem Abfall der Körperkerntemperatur kommt. NICHELMANN und TZSCHENTKE (1990) konnten darüber hinaus nachweisen, daß das Temperaturwahlvermögen der Ferkel in den ersten Lebenstagen noch nicht voll entwickelt ist und daß sie einige Tage nach der Geburt benötigen, um gezielt Präferenztemperaturen aufzusuchen. Die Präferenztemperaturen für das Ruhen bezeichnet GORDON (1984) als Energiesparmechanismus, wobei hier die Wärmeproduktion minimal ist und nach GORDON (1984) eine thermisch neutrale Situation eintritt.

Die Untersuchungen von SWIERGEL und INGRAM (1986) zeigen, daß 14 Tage alte Saugferkel in der Lage sind, ihre Körpertemperatur auch bei niedrigen Stalllufttemperaturen durch erhöhte Futteraufnahme von Ferkelfutter aufrecht zu erhalten.

Die Dynamik der Körpertemperatur im Bezug auf die Rasse wurde von HERBST (1967) und DRZEWIECKI und LEUCHT (1988) genauer hinterfragt. Sie fanden Unterschiede zwischen Wildschweinen und verschiedenen Hausschweinerassen, wobei nicht eindeutig festzulegen war, ob Wildschweinfrischlinge gegenüber niedrigen Temperaturen unempfindlicher sind als Neugeborene anderer Schweinerassen. FOLEY et al. (1971) stellte dagegen eine bessere Kälteverträglichkeit bei den Frischlingen fest, was er beispielsweise auf die dichtere Körperbehaarung zurückführte. Inzuchttiere reagierten gegenüber Kälte empfindlicher als Reinzucht- und Kreuzungstiere (DRZEWIECKI und LEUCHT 1988).

2.3.3 Ferkelverluste

Ferkelverluste können vor allem zwei Zeitpunkten zugeordnet werden (WALDMANN 1995). Der erste Zeitpunkt der Verluste findet in der Embryonal- und Fetalphase statt und der zweite Zeitpunkt der auftretenden Ferkelverluste ist post natum, insbesondere in der Perinatalphase. In der vorliegenden Literaturlauswertung und Arbeit wird nur auf die peri- und postnatalen

Verluste eingegangen. Das Erdrücken durch die Sau gilt als die Hauptursache für Ferkelverluste in den ersten Lebenstagen, wie von vielen Autoren beschrieben (PRANGE 1981, ZSCHORLICH et al. 1985, EDWARDS und MALKIN 1986, KUNZ und ERNST 1987, HUTSON et al. 1991, ELZE und SCHLEWITZ 1995). In erster Linie davon betroffen sind lebensschwache und kranke, nicht selten aber auch vitale schwerere Ferkel (KUNZ und ERNST 1987). Lebensschwäche, Kümern, Durchfall, Mißbildungen, Gelenkentzündungen und Spreizbeinigkeit sind weitere schwerwiegende Abgangsgründe für Saugferkel (PRANGE 1981, BOLLWAHN 1982, EDWARDS und MALKIN 1986, HERBST et al. 1986, SCHLEWITZ 1988, HOFMEIER 1991, KLOCEK et al. 1992, ELZE und SCHLEWITZ 1995, HOY 2000).

Die Häufigkeit der Verluste ist während der ersten drei Tage der Säugeperiode besonders groß. Gerade in dieser Zeit werden über 60 % der Ausfälle verzeichnet (WEARY et al. 1998). KUNZ und ERNST (1987) stellten fest, daß sich diese Zahl, bezogen auf die Gesamtzahl verendeter Ferkel innerhalb der ersten Woche, auf 81 % erhöht. Ausgehend von den Gesamtverlusten bei Saugferkeln gehen GÜRTLER und BRENNER (1979) davon aus, daß 90 % der Ferkelverluste nach der Geburt und nur 10 % während der Trächtigkeit auftreten. 5 – 10 % der geborenen Ferkel sterben nach SCHNURRBUSCH und ELZE (1981) unmittelbar vor bzw. während der Geburt. Um den Ursachen für perinatale Ferkelverluste besser entgegenwirken zu können, sollten die Abgänge und Abgangsursachen genau protokolliert werden (HOY 2000). Nach MEIER (1997) erreichen größere Ferkelerzeugerbetriebe oft geringere Ferkelverlustraten als kleinere Betriebe.

Das Geburtsgewicht spielt bei der Verlustrate eine ganz besondere Rolle. Um so leichter die Ferkel bei der Geburt sind, um so höher ist das Risiko, Saugferkel beispielsweise durch Erdrücken oder Lebensschwäche zu verlieren (DAMMERT et al. 1974, KUNZ und ERNST 1987). Ein weiterer wesentlicher Faktor ist die Wurfgröße im Bezug auf die Verlustrate. Nach HÜHN (1989) sinkt mit zunehmender Wurfgröße das Geburtsgewicht, wiederum steigt damit aber auch die Anzahl an Erkrankungen und Abgängen (HÖRÜGEL et al. 1984 a, b). Auch das Alter der Sau bzw. die Wurfnummer haben zusätzlich einen nicht zu unterschätzenden Einfluß auf die Höhe der Ferkelverlustrate (MEYER 1974). Sauen mit dem zweiten Wurf wiesen in Untersuchungen von KUNZ und ERNST (1987) die höchste Anzahl lebend abgesetzter Ferkel auf und somit die geringsten Ferkelverluste. Die Mortalitätsrate ist nach RYDHMER (1992) und MADERBACHER et al. (1993) bei Ferkeln im ersten Wurf erhöht, bis zum fünften Wurf fällt sie ab und im siebten bis achten Wurf steigt sie wieder an.

Bei den Erdrückungsverlusten unterscheidet man zwei Ursachen, zum einen das Erdrücken durch den Abliegevorgang der stehenden Sau und zum anderen die Verluste durch den Liegepositionswechsel von der Bauch- in die Seitenlage (WEARY et al. 1998). Besonders gefährdet sind die sehr wärmebedürftigen, lebensschwachen Saugferkel, welche die direkte Nähe zum Gesäuge bzw. zur Sau nach dem Saugakt suchen, um dort Wärme und noch mehr Milch zu finden. MCGLONE et al. (1990) stellten fest, daß die meisten Ferkel erdrückt werden, wenn sich die Sau aus einer sitzenden Position ablegt. Das Hauptproblem beim Ablegen der Muttersau in der Bucht ist, daß sie nicht auf visuelle oder taktile Signale der Ferkel reagiert und somit diese der Gefahr ausgesetzt sind, erdrückt zu werden. Das einzige Signal, auf das die Sau Reaktionen zeigt, ist das Aufschreien der Saugferkel, wenn diese schon halb unter ihr liegen. HUTSON et al. (1991) beschreibt, daß in solch einem Falle die Muttersau in der Regel den Abliegevorgang unterbricht und wieder aufsteht.

HÖRÜGEL (1987) und MADERBACHER et al. (1993) stellten in ihren Untersuchungen fest, daß es in den Wintermonaten häufiger zu Ferkelverlusten kommt und die geringsten Verluste in den Monaten Februar, März und April auftreten. Als Ursachen werden Stallklimaprobleme vermutet.

2.4 Leistungsparameter beim Ferkel

2.4.1 Geburtssmasse

Die Geburtssmasse ist für das Ferkel die wesentliche Grundlage zum Start ins Leben und beeinflußt ganz besonders die Vitalität post natum (KÜRBS 1958/1959, HARTSOCK und GRAVES 1976, STARK et al. 1978, CABBELL und DUNKIN 1982, ELZE 1985, THOMSON und FRASER 1988, HOY und MEHLHORN 1989, DE PASSILLE und RUSHEN 1989, HOY et al. 1994a, HOY und LUTTER 1995, HOY 2000). Die Spanne zwischen den Geburtsgewichten von Ferkeln ist immens groß. Bei Untersuchungen von KÜRBS (1958/1959) lag die Variationsbreite bei 5500 untersuchten Ferkeln zwischen 200 und 2500 g. Die Verluste bei Ferkeln mit Geburtssmassen von 700 – 800 g liegen bei bis zu 64 % (DAMMERT et al. 1974). Saugferkel mit Geburtssmassen von weniger als 600 g sollten nach PRANGE (1981) nicht aufgezogen

werden. Dies bestätigen auch HÖRÜGEL und LAASCH (1983), da eine rentable Aufzucht mit solchen kleinen Ferkeln als nicht durchführbar gilt.

Ferkel mit höheren Geburtmassen gelten als vitaler, stehen schneller auf, beginnen somit früher mit der Suche nach der Gesäugeleiste und nehmen das Kolostrum folglich zeitiger auf (HOY et al. 1994a, b). Untersuchungen von BÜNGER (1985) und HÖRÜGEL (1987) zeigten, daß höhere Geburtmassen die Wehentätigkeit der Sauen anregen, die Ferkel aus diesem Grund schneller geboren werden und früher das erste Kolostrum aufnehmen können. ELZE (1985) beschreibt, wie wichtig die Aufnahme von Kolostrum im Bezug auf die Immunabwehr ist und inwieweit dies die Ferkel vor Krankheiten, wie beispielsweise Coliruhr, schützt.

Zu den mittleren Geburtsgewichten werden unterschiedliche Angaben gemacht. Nach STARK et al. (1978) liegen diese zwischen 1,0 und 1,6 kg, nach ELZE (1985) zwischen 1,2 und 1,6 kg und nach MEYER und KAMPHUES (1990) bei 1,3 kg. SCHLEWITZ (1988) fand heraus, daß bei höheren Geburtsgewichten Ferkelverluste erst später auftreten. Saugferkel mit hohen Geburtmassen weisen eine höhere Wachstumsrate auf als die Tiere mit geringeren Anfangslebensmassen und verringern gleichzeitig die Verlustrate (HARTSOCK et al. 1977, WÄHNER et al. 1981, CAMBELL und DUNKIN 1982, SCHLEGEL et al. 1983, HOY und HÖRÜGEL 1984, DYCK et al. 1987, HOY et al. 1987).

Ferkel mit Geburtsgewichten von über 1,2 kg bezeichnen MEYER et al. (1976) als „normale“ Ferkel und die Ferkel mit einem geringeren Gewicht als untergewichtige Ferkel, welche zu einem prozentualen Anteil von 1 – 2 % vorkommen. In Untersuchungen von HÖRÜGEL und LAASCH (1983) mit 10594 lebend geborenen Ferkeln lag die Zahl nicht aufzuchtwürdiger Ferkel bei 5,9 %. Das Geburtsgewicht hängt von vielen Faktoren ab, unter anderem von der Wurfgröße, dem Geschlecht und beispielsweise der Wurfnummer. Um so größer die Anzahl geborener Ferkel eines Wurfes ist, desto geringer wird die Geburtsmasse des einzelnen Ferkels (MEYER et al. 1976, SCHLEWITZ 1988, RYDHMER 1992, HÖRÜGEL 1999). Je älter die Sauen sind, um so größer sind auch die Geburtmassen der Ferkel, wobei sich ab dem sechsten Wurf die Geburtsmasse selten über 1,6 kg bewegt (STARK et al. 1978). HOY et al. (1991b) und LEWCZUK et al. (1999) bestätigen in ihren Untersuchungen, daß die Geburtmassen von Jungsauenferkeln niedriger sind als die von Altsauen, wobei die Wurfgrößen von Jungsauen wiederum kleiner als die älteren Sauen sind. Der Unterschied in der Körpermasse der Ferkel nach der Geburt im Bezug auf das Geschlecht ist von Autoren, wie KÜRBS (1958/59), BERESKIN et al. (1973), MCGINNIS et al. (1981), HOY et al. (1991b) sowie HOY und LUTTER (1995), untersucht worden und sie kamen diesbezüglich zu dem Ergebnis, daß männliche Ferkel gegenüber weiblichen Ferkeln eine höhere Geburtsmasse

aufweisen. Die Sterblichkeitsrate ist aber dafür bei männlichen Saugferkeln höher als bei den weiblichen Tieren (BERESKIN et al. 1973). Nach OTTO und KALM (1982) produzieren Kreuzungssauen 1,95 Ferkel mehr pro Sau und Jahr im Vergleich zu den Reinzuchtsauen. Des Weiteren sind nach KLOCEK et al. (1992) auch die durchschnittlichen Geburtsgewichte dieser Kreuzungsferkel höher. Nach HÖRÜGEL et al. (1986) sollten solche Ergebnisse aber in erster Linie als Resultat unterschiedlicher Wurfgrößen angesehen werden.

2.4.2 Wurfgröße

Mit zunehmender Wurfgröße sinkt das durchschnittliche Geburtsgewicht, und der Anteil an untergewichtigen Ferkeln nimmt zu (HÖRÜGEL und LAASCH 1983). Die leichtesten Saugferkel eines Wurfs haben nur 50 % Überlebenschancen bei Wurfgrößen von mehr als 12 Ferkeln, aber 80 % Überlebenschance, wenn die Würfe kleiner als 10 Tiere sind (RYDHMER 1992). Nach Untersuchungen von HÜHN (1989) liegen die Wurfgrößen bei 3 – 18 geborenen Ferkeln. Wurfgrößen von über 13 Ferkel haben eine Reduzierung der Geburtsmasse der einzelnen Ferkel zur Folge, erhöhen aber die Gesamtgeburtsmasse (HÜHN 1989). MÜLLER et al. (1979) stellten fest, daß Würfe mit nur 2 bis 7 Ferkel sehr hohe Geburtsmassen aufweisen und nur selten Totgeburten auftreten, Würfe mit 8 bis 13 Ferkel ein gutes Niveau haben und Würfe mit mehr als 13 Ferkel dagegen einen höheren Anteil an Totgeburten aufzeigen und die Anfangslebensmassen im Durchschnitt zu gering sind.

2.4.3 Lebendmasseentwicklung

Besonders in den ersten Lebenswochen ist ein deutlicher Körpermassenzuwachs zu beobachten. Nach MÜLLER et al. (1979) besteht zwischen der Geburtsmasse und der späteren Lebendmasseentwicklung ein enger Zusammenhang. Je höher die Geburtsmasse ist, desto besser sind die täglichen Zunahmen, um so geringer sind die Tierverluste und um so höher ist dadurch die Produktivität. Nach PRANGE (1981) verdoppelt sich das Körpergewicht innerhalb der ersten Lebenswoche, vervierfacht sich in 21 Tagen und verachtfacht sich in 42 Tagen.

Ferkel aus kleinen Würfen können gegenüber Ferkeln aus „mittleren“ und sehr großen Würfen einen deutlichen Vorsprung im Vierwochengewicht erreichen (MEYER et al. 1976). Das Gewicht der Ferkel erhöht sich von Geburt an kontinuierlich, was STUDZINSKI (1972) bei täglichen Wägungen bis zum 21. Lebenstag der Saugferkel feststellen konnte. Von Wurf zu Wurf sind die täglichen Zunahmen unterschiedlich, was unter anderem mit der unterschiedlichen Milchleistung der einzelnen Sauen und der unterschiedlichen Aufnahme von Ferkelfutter zusammenhängt. In den ersten drei Lebenstagen können die täglichen Gewichtszunahmen zwischen 5 und 227 g/d variieren (THOMSON und FRASER 1988). Nach HOY und HÖRÜGEL (1984) weisen umgesetzte Saugferkel geringere tägliche Zunahmen auf als nicht umgesetzte Ferkel. Tiere, welche an Erkrankungen, wie Durchfall, Lungen- oder Gelenkentzündungen leiden, haben einen geringeren Körperzuwachs als gesunde Tiere, dies kann bis zum Mastende Leistungsminderungen bis 5 % bedeuten (HOY et al. 1985). DAMMERT et al. (1974) stellte in seinen Untersuchungen fest, daß Geburtsgewichtsunterschiede von 500 g bis zum späteren Mastendgewicht eine Differenz von 10 kg bedeuten können. Geringe Geburtmassen erhöhen die Häufigkeit von Krankheiten, welche die Zuwachsleistungen bis zum Absetzen und bis zum Mastende verringern und auch die Verwendungsfähigkeit weiblicher Tiere für die Zucht und Reproduktionsleistung einschränken (HÖRÜGEL et al. 1984b und HÖRÜGEL 1987).

2.4.4 Wurfausgleich

Nach PRANGE (1981) können durch das Umsetzen von 25 % der neugeborenen Ferkel ausgeglichene Würfen erstellt werden, welche höhere Aufzuchtleistungen und ein geringeres Verlustgeschehen zur Folge haben. Hierbei sollten folgende Voraussetzungen beachtet werden:

- Ammen sollten nur Sauen mit kleinen Würfen und gut entwickeltem Gesäuge sein, wobei sich am besten Altsauen im 3. bis 5. Wurf eignen.
- Die Anzahl der Ferkel eines Wurfes muß der Anzahl sezernierender Zitzen entsprechen, und die maximale Massedifferenz der Ferkel sollte 200 g nicht überschreiten.

- Es ist darauf zu achten, daß in den ersten zwei bis drei Lebenstagen nur Ferkel aus gesunden Würfen in gesunde Würfe umgesetzt werden, wobei die zugesetzten Tiere etwas älter, jedoch nicht jünger als die des aufnehmenden Wurfes sein dürfen.
- Es sollten vorzugsweise schwere Ferkel umgesetzt und im Sinne einer Starthilfe (γ -Globulin, Energie, Vitamine) substituiert werden, da umgesetzte Ferkel geringgradig höhere Ausfälle und um 3 bis 6 % verringerte Zunahmen als die beim Muttertier verbleibenden Tiere aufweisen.

Das Umsetzen von Ferkeln nach dem 3. Lebenstag kann nach Untersuchungen von HOY et al. (1983) und ZSCHORLICH et al. (1985) zu erheblichen Minderungen in der Lebendmassezunahme und der Absetzmasse führen. Im Zusammenhang mit den in den letzten Jahren angestiegen Wurfgrößen wird das Umsetzen jedoch schwieriger, da kaum noch „freie“ Zitzen vorhanden sind.

2.5 Gestaltung des Ferkelbereiches

Der Gesetzgeber gibt Vorgaben in Form des Tierschutzgesetzes (1998), der (allerdings außer Kraft gesetzten) Verordnung zum Schutz von Schweinen bei Stallhaltung (1994; Schweinehaltungsverordnung), der EU-Richtlinien 2001/88 und 93/EG und der Verordnung über hygienische Anforderungen beim Halten von Schweinen (1999; Schweinehaltungshygieneverordnung) für die Gestaltung des Ferkelnestes.

2.5.1 Gesetzliche Bestimmungen

In §2 des Tierschutzgesetzes (Tier-SchG 1998) wird vorgeschrieben:

„Wer ein Tier hält, betreut oder zu betreuen hat,

- muß es seiner Art und seinen Bedürfnissen entsprechend angemessen ernähren, pflegen und verhaltensgerecht unterbringen,

- darf die Möglichkeit des Tieres zu artgemäßer Bewegung nicht so einschränken, daß ihm Schmerzen oder vermeidbare Leiden oder Schäden zugefügt werden.“

In der Verordnung zum Schutz von Schweinen bei Stallhaltung (Schweinehaltungsverordnung 1994) waren für die Haltung der Sauen mit Ferkeln im Abferkelbereich folgende Vorschriften erlassen.

- Der Boden muß rutschfest und trittsicher sein.
- Böden mit Löchern und Spalten sollen keine Gefahr für Verletzungen an Klauen und Gelenken darstellen.
- Schutzvorrichtungen gegen das Erdrücken müssen eingerichtet sein.
- Alle Ferkel müssen gleichzeitig saugen und ausruhen können.
- Das Absetzen der Ferkel darf erst im Alter von über drei Wochen erfolgen, sofern die Ferkel schwerer als 5 kg sind.
- Der Liegebereich soll ausreichend eingestreut oder wärmegeklämt sein.
- Der Boden darf nicht perforiert sein oder muß im Liegebereich abgedeckt sein.
- Es ist eine Beleuchtungsdauer von mindestens 8 Stunden pro Tag einzuhalten mit einer Intensität von Minimum 50 Lux im Tierbereich.
- Im Liegebereich der Ferkel muß die Temperatur in den ersten zehn Tagen mindestens 30 °C betragen. Wenn die Ferkel älter sind bzw. bis zu einer Körpermasse von 10 kg muß die Temperatur mit Einstreu mindestens 16 °C und ohne Einstreu mindestens 20 °C betragen.

Die Schweinehaltungsverordnung wurde zwar außer Kraft gesetzt, jedoch werden wohl ähnliche Vorgaben in Umsetzung der beiden EU-Richtlinien 2001/88 und 93 in die deutsche Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung getroffen werden.

In der Schweinehaltungshygieneverordnung (1999) sind noch weitere Anforderungen dokumentiert, wie:

- Bestandsdokumentation: Sauendaten, Wurfdaten, Abgänge, Gesundheitsstatus von Sauen und Ferkeln, Aborte.
- Stall und Nebengebäude müssen in einem gutem allgemeinen baulichen Zustand sein.
- Der Schweinebestand muß durch ein Schild kenntlich gemacht werden.
- Eine ordnungsgemäße Reinigung und Desinfektion hat zu erfolgen.

- Es ist eine Schutzbekleidung in den Ställen zu tragen.
- Schädlinge sollen bekämpft werden.
- Bewirtschaftung der Abferkelställe im Rein-Raus-System
- Es müssen besondere Maßnahmen ergriffen werden, wenn Todesfälle, Kümmerer und fieberhafte Erkrankungen gehäuft auftreten.

2.5.2 Stallklimagestaltung

Es muß sichergestellt sein, daß die Luftzirkulation, der Staubgehalt, die Temperatur, die relative Luftfeuchte und die Gaskonzentration im Stall in einem Bereich gehalten werden, welcher die Gesundheit der Schweine nicht nachteilig beeinflusst. Nach IBEN (1997) sollte die Temperatur in der Wurfwoche 22 °C betragen und in der Absetzwoche bei 18 °C liegen. Die relative Luftfeuchte zwischen 50 – 80 % gilt als optimal, wobei die Werte von CO₂ max. 0,2 Vol % und NH₃ nicht mehr als 20 ppm, besser 10 ppm erreichen sollen. Die Luftgeschwindigkeit darf im Ferkelbereich 0,15 m/s sowie im Sauenbereich 0,20 m/s nicht überschreiten. Die Tabellen 2 und 3 zeigen Auszüge aus den Tabellen nach DIN 18910.

Tabelle 2: Auszug aus DIN 18910 für Winterluftraten für Schweine,
Außentemperaturzone – 14 °C (nach DIN 18910)

| Tierart | Masse des Einzeltieres in kg | Innentemperatur in °C | rel. Luftfeuchte in % | Winterluftraten nach Wasserdampf- bzw. Kohlendioxidmaßstab (m ³ /h) |
|----------------------------------------------------|------------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Sauen mit Ferkel (Ferkelbereich mit Zusatzheizung) | 150 | 16 | 70 | 12,2 |
| | 200 | | | 14,7 |
| | 300 | | | 19,5 |
| Aufzuchttiere | 10 | 20 bis 12 | 80 | 3,1 |
| | 20 | | | 4,9 |
| | 30 | | | 6,2 |

Tabelle 3: Auszug aus DIN 18910 für Sommerlufraten für Schweine,
Außentemperaturzone < 26 °C (nach DIN 18910)

| Tierart | Masse des Einzeltieres in kg | Innentemperatur in °C | rel. Luftfeuchte in % | Sommerlufraten nach Wasserdampf- bzw. Kohlendioxidmaßstab (m ³ /h) |
|----------------------------------------------------|------------------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| Sauen mit Ferkel (Ferkelbereich mit Zusatzheizung) | 150 | 23 | 80 | 129 |
| | 200 | | | 145 |
| | 300 | | | 176 |
| Aufzuchttiere | 10 | 23 | 70 | 20 |
| | 20 | | | 32 |
| | 30 | | | 41 |

2.5.3 Mikroklimagegestaltung

Der Referenzbereich für die Körpertemperatur der Ferkel liegt von ihrer Geburt an bis zum Absetzen zwischen 39,3 °C bis 39,5 °C. Neugeborene Ferkel benötigen innerhalb der ersten 10 Lebenstage eine Umgebungstemperatur von mindestens 30 °C. Nach Verhaltensuntersuchungen von ZIRON (2000) liegen Ferkel in den ersten Lebenstagen bis zu 75 % des Tages im Ferkelnest. Sie bevorzugen eine warme, weiche und verformbare Liegefläche. VON DER HAAR und DE BAEY-ERNSTEN (1995) stellten fest, daß Saugferkel sogar bis 90 % des Tages mit Liegen verbringen. Für die Haltung von Ferkeln fordert SVENDSEN (1992) eine warme und trockene Umgebung.

2.5.3.1 Heizsysteme

Im Abferkelstall treffen zwei sehr unterschiedliche Temperaturbedürfnisse aufeinander: zum einen die der Sauen, welche eine optimale Temperatur von 18 °C- 22 °C benötigen, zum anderen die der Ferkel, die höhere Temperaturen beanspruchen. Da die Ferkel einen besonderen Anspruch sowohl an die Lufttemperatur als auch an die Oberflächentemperatur des Ferkelbereichs stellen, ist eine zusätzliche Heizung in der Ferkelzone immer erforderlich, um Schwankungen vorzubeugen bzw. auszugleichen.

Durch die Untersuchungen von ADAMS et al. (1980) konnte nachgewiesen werden, daß bei Saugferkeln, welche in den ersten drei Lebenstagen keine zusätzliche Wärmequelle erhielten,

höhere Ferkelverluste und geringere Tageszunahmen auftreten als bei Tieren, welchen eine Ferkelnestbeheizung (Elektrostrahler) zur Verfügung stand.

Grundsätzlich sind die Wärmequellen nach WOLFERMANN (1966) in Wärmestrahler über dem Ferkelbereich; elektrisch oder mit Gas betrieben (gezielte Zonenheizung ist möglich) und elektrische bzw. warmwasserbetriebene Fußbodenheizungen einzuteilen. Kombinationen sind möglich und hinsichtlich Strahlungs- und Fußbodenheizung in den ersten beiden Tagen nach der Abferkelung durchaus zu empfehlen. DE BAEY-ERNSTEN et al. (1995) empfehlen Kunststoffplatten mit Warmwasserheizungen, da es zu einer guten Wärmeverteilung kommt und die Oberflächen sehr gut zu reinigen sind. Die Fußbodenheizungen mit eingelassenen Heizkabeln sind in der Wärmeverteilung als nicht so gut zu bewerten wie die Warmwasserheizungen, da sie zusätzlich von ihrem Umgebungsmaterial abhängig sind (EGGERSGLÜB 1997, DE BAEY-ERNSTEN et al. 1996). Besonders wichtig ist, daß die Meßfühler für die Wärmeregulierung der Fußbodenheizungen keinen direkten Kontakt zum Ferkelliegebereich haben, um sich nicht zu früh auszuschalten (DE BAEY-ERNSTEN et al. 1996). Elektro-Infrarotstrahler gibt es als Hell- und Dunkelstrahler, wobei die Dunkelstrahler ausschließlich die Oberfläche erwärmen, auf die die Strahlung auftrifft, im Gegensatz zu den Hellstrahlern, welche auch die Umgebungsluft erwärmen. Nach HOY et al. (1989) nimmt bei den Infrarotstrahlern mit dem Quadrat der Entfernung der auf das Ferkelnest auftreffende Strahlungsfluß ab. Die Wärmeverteilung bei den Elektrostrahlern ist als ungünstig zu bezeichnen und der Energieverbrauch ist sehr hoch (DE BAEY-ERNSTEN et al. 1996, FELLER 1994).

Ein Vorteil der Infrarotstrahler sind die geringen Anschaffungskosten und die relativ einfache Installation. Eine weitere Möglichkeit der Ausstattung des Ferkelbereiches ist eine Ferkelwarmluftkiste, welche eine Maximalleistung von 60 Watt aufweist, in den Anschaffungskosten sehr teuer ist, dafür aber in den Betriebskosten gering (EGGERSGLÜB 1997).

2.5.3.2 Energieverbrauch

Ferkelzonenheizungen müssen in der zumeist einstreulosen Haltung von ferkelführenden Sauen die wärmedämmende Eigenschaft des Strohs übernehmen. Der Energiebedarf der

Ferkelnestheizungen führt zu höheren Energiekosten in der Ferkelerzeugung (JUNGBLUTH 1980).

Zu den Werten des Energiebedarfes für elektronisch betriebene Fußbodenheizungen liegen unterschiedliche Angaben vor. So ermittelte DE BAEY-ERNSTEN (1995) je nach Heizvariante bei 21 tägiger Nutzungsdauer Ergebnisse für Oberflächenmaterial aus Beton/Kachel von 35 kWh, für Kunststoffmaterial von 43 kWh und für Polymerbeton von 49 kWh pro Wurf. DE BAEY-ERNSTEN et al. (1995) stellte fest, daß der Energiebedarf von mit Warmwasser betriebenen Ferkelnestheizungen etwas höher ist und bei den verschiedenen regelbaren Modellen bei 21-tägiger Nutzungsdauer im Bereich von 63 bis 64 kWh (64 kWh Polymerbeton-, 64 kWh Aluminium- und 63 kWh Kunststoffmaterial) liegt. Den mit Abstand höchsten Energiebedarf bzw. -verbrauch mit 243 kWh weisen Flüssiggasstrahler (DE BAEY-ERNSTEN et al. 1995) auf. JUNGBLUTH (1980) ermittelte bei 28-tägiger Nutzungsdauer für elektrisch betriebene Fußbodenheizungen einen Energiebedarf von 90,7 kWh. Elektrostrahler mit 150 bzw. 250 Watt weisen nach JUNGBLUTH (1980) einen höheren Elektroenergiebedarf von 93,2 kWh (150 Watt) bzw. zu 168 kWh (250 Watt) bei 28-tägiger Nutzung auf. MAIER (1988) erhielt bei 30-tägiger Nutzungsdauer von Betonplattenelementen mit eingelassenen Heizdrähten mit 90 Watt Leistung einen Energieverbrauch von 80,2 kWh. Kombinationen von elektrischen Fußbodenheizungen mit Kunststoffoberflächen und dazugehöriger Regeltechnik brachten in den Untersuchungen zum Elektroenergieverbrauch von HÄUSER (1999) eine Energieeinsparung von bis zu 40 %. Ein zusätzlicher Einsatz von Warmwasserbetten erbrachte eine weitere Einsparung von 10 %. Die Anzahl gleichzeitig liegender Ferkel auf dem Ferkelnest hat nach HÄUSER (1999) einen nicht zu unterschätzenden Einfluß auf den Energieverbrauch. Voraussetzung ist eine geregelte elektrische Fußbodenheizung. Untersuchungen an 14 bis 28 Tagen alten Ferkeln von HOY et al. (1989) zeigten, daß eine zusätzliche Infrarotlampe im Ferkelnestbereich mit einem Bodenheizelement die Ferkel dazu veranlaßt sich außerhalb des Strahlungskegels hinzulegen, was bedeutet, daß es den Ferkeln zu warm ist und die Temperatur in dieser Höhe nicht mehr benötigt wird.

2.5.3.3 Heizkosten

Es sind mehrere Faktoren, welche die Gesamtkosten von Heizsystemen beeinflussen. Hierbei sind betriebsindividuelle Bedingungen zu beachten (DE BAEY-ERNSTEN et al. 1996). Die Tabelle 4 zeigt vier verschiedene Heizsysteme und ihre durchschnittlichen Kosten nach Untersuchungen von DE BAEY-ERNSTEN et al. (1996). Nach Tabelle 4 sind Strahlungsheizungen nicht nur von ihrer Funktion, sondern auch von ihrer Kostenseite her keine Alternative zu Fußbodenheizungen. Sie können lediglich zusätzlich in den ersten zwei Lebenstagen dazu dienen, die Ferkel auf das Ferkelnest zu locken (DE BAEY-ERNSTEN et al. 1996).

Tabelle 4: Kosten in Euro pro Bucht und Jahr für vier Ferkelwärmesysteme; ohne Kosten außerhalb des Abteils (verändert nach DE BAEY-ERNSTEN et al. 1996)

| Kostenfaktor | Elektro-IR Strahler | Elektro-Bodenheizung | Gas-IR Strahler | Warmwasser-Bodenheizung |
|----------------------------------------------|---------------------|----------------------|-----------------|-------------------------|
| Anschaffung inklusive Regler u. Zinsanspruch | 40,90* | 153,38* | 127,82* | 255,64 ¹ * |
| Abschreibung | 4,09* | 15,33* | 12,78* | 25,56* |
| Betriebskosten | 10,22* | - | 30,67* | 7,66* |
| Kosten für die Technik | 28* | 15,33* | 43,45* | 33,23* |
| Energiebedarf (kWh) | 50,10* | 21,98* | 124,24* | 32,72* |
| Durchgänge pro Jahr | 11 | 11 | 11 | 11 |
| Preis in Euro je kWh | 0,14* | 0,14* | 0,019* | 0,017* |
| Wirkungsgrad | 1 | 1 | 1 | 0,55 |
| Energiekosten | 151,34* | 66,46* | 53,17* | 22,49* |
| Kosten Zusatzheizung | - | 11,24* | - | 11,24* |
| Kosten insgesamt | 165,65* | 93,05* | 96,63* | 66,97* |

* = DM – Preise mit dem Umrechnungsfaktor für den Euro 1,95583 umgerechnet

¹ = Preis inklusive Einzelbuchtenregelung

Eine sehr energiewirtschaftlich günstige Lösung sind die Warmwasser-Fußbodenheizungen. Obwohl ihre Anschaffungskosten anfangs hoch erscheinen, sind sie im Gesamtkostenvergleich die günstigste Variante. WOLF (1989) weist auf die Vorteile der Langlebigkeit, des minimalen Wartungsaufwandes und der sehr guten Temperaturregelung der Warmwasser-Fußbodenheizungen hin, was alles zur Gesamtkostenreduzierung beiträgt.

2.6 Ziele und Arbeitsprogramm

Zielstellung dieser Untersuchungen ist es, eine optimale Gestaltung des Ferkelnestes vorzunehmen und Empfehlungen zur Temperaturregelung des Ferkelliegebereiches bei verschiedenen Raumlufttemperaturen unter besonderer Berücksichtigung des Warmwasserbettes abzuleiten. Mögliche Einflußfaktoren auf das Liegeverhalten werden hinterfragt.

Es werden in dieser Arbeit folgende Fragestellungen bearbeitet:

- Welche Zusammenhänge bestehen zwischen dem Liegeverhalten der Ferkel, der Oberflächentemperatur im Liegebereich und dem aktuellen Elektroenergiebedarf in den Liegephasen?
- Wie wirken sich die verschiedenen Oberflächentemperaturen in Verbindung mit den Stalllufttemperatur (18 °C/Wintersituation; 26 °C/Sommersituation) auf das Liegeverhalten der Ferkel aus?
- Hat das Warmwasserbett einen zusätzlichen Einfluß auf das Liegeverhalten der Saugferkel?
- In welchen Schritten (z. B. 2 Kelvin Absenkung pro Lebenswoche) kann die Oberflächentemperatur im Liegebereich – ausgehend von den unterschiedlichen Ausgangsniveaus (36 °C; 34 °C; 30 °C) – bei den verschiedenen Raumklimaten (18 °C bzw. 26 °C) reduziert werden, wenn das Präferenzverhalten der Ferkel als Indikator zugrundegelegt wird?
- Ist die Position (Kopfnähe oder Gesäugenähe) des Ferkelnestes von Bedeutung?
- Welcher Nutzenergiebedarf für die Heizung des Ferkelnestes in den einzelnen Lebenswochen resultiert aus der Regelung nach dem Präferenzverhalten der Ferkel?
- Durch welche Leistungs- und Gesundheitsparameter sind Ferkel während der Aufzucht bei verschiedenen Raumklimaten und der Regelung der Ferkelnestheizung nach dem Präferenzliegeverhalten zu charakterisieren?

Aus den Ergebnissen sollen Schlußfolgerungen für die Ferkelnest- und Mikroklimagestaltung abgeleitet werden.

3. Material und Methoden

Die Untersuchungen fanden an der Lehr- und Forschungsstation Oberer Hardthof des Institutes für Tierzucht und Haustiergenetik der Justus-Liebig-Universität Gießen in zwei klimatisierten Räumen mit zwei Abferkelbuchten statt.

3.1 Tiere

Die Tiere stammen aus der 100er Sauenherde der Lehr- und Forschungsstation Oberer Hardthof. Dort werden Sauen der Rassen Deutsches Edelschwein (DE), Deutsche Landrasse (DL), Duroc (Du) und Piétrain (Pi) gehalten. Es konnte nicht gewährleistet werden, daß alle Sauen, die in die Untersuchungen einbezogen wurden, der gleichen Rasse angehörten. Die Sauen teilten sich folgendermaßen auf: 14 x DL, 8 x Pi, 1 x DE und 1 x Du. Die untersuchten Ferkel waren Kreuzungen von DE x Pi, Du x Pi, DL x Pi und DL sowie Piétrain in Reinzucht, da zumeist Piétrain Eber angepaart wurden.

3.2 Untersuchungszeitraum

Der erste Durchgang begann am 14.02.2001. Es wurden im Rahmen der vorliegenden Arbeit 12 Durchgänge durchgeführt.

3.3 Untersuchungsbedingungen

3.3.1 Aufstallung

Die hochtragenden Sauen wurden 7 Tage vor dem voraussichtlichen Abferkeltermin in die vergrößerten Abferkelbuchten der Klimakammer eingestellt. Jede Abferkelbucht war mit zwei getrennt regelbaren elektrischen Thermoplatten

(Fa. MIK) mit den Maßen 60 x 80 cm ausgestattet. In einem Abteil wurden zwei Ferkelnestheizungen ohne Wasserbett, im anderen Abteil jeweils zeitgleich mit Warmwasserbett (Typ Oase Comfort - Größe: 100 x 55cm - 0,55 m²) betrieben.

Die Abferkelbucht war 240 cm lang und 280 cm breit. Die Sauen standen in einem Ferkelschutzkorb, welcher in Länge und Breite der Sau angepaßt werden konnte. Der Boden der Buchten war, bis auf das Element am Kopfende der Sau, mit Kunststoffrosten für Abferkelbuchten (Fa. MIK) perforiert. Die Roste unter dem Ferkelschutzkorb waren zusätzlich noch mit einer speziellen Silikonauflage zur besseren Trittsicherheit für die Sau versehen.

Die Klimakammer war mit einer Zwangsbe- und -entlüftungseinrichtung versehen. Die Luftraten wurde für ferkelführende Sauen gemäß DIN 18910 (Wärmehaushalt geschlossener Ställe) eingestellt. Die Abbildung 1 zeigt den Grundriß der zwei klimatisierten Räume mit der jeweiligen Abferkelbucht (links mit aufgelegten Warmwasserbetten und rechts nur mit Thermoplatte). Die Abbildungen 2 und 3 illustrieren die Haltungsbedingungen.

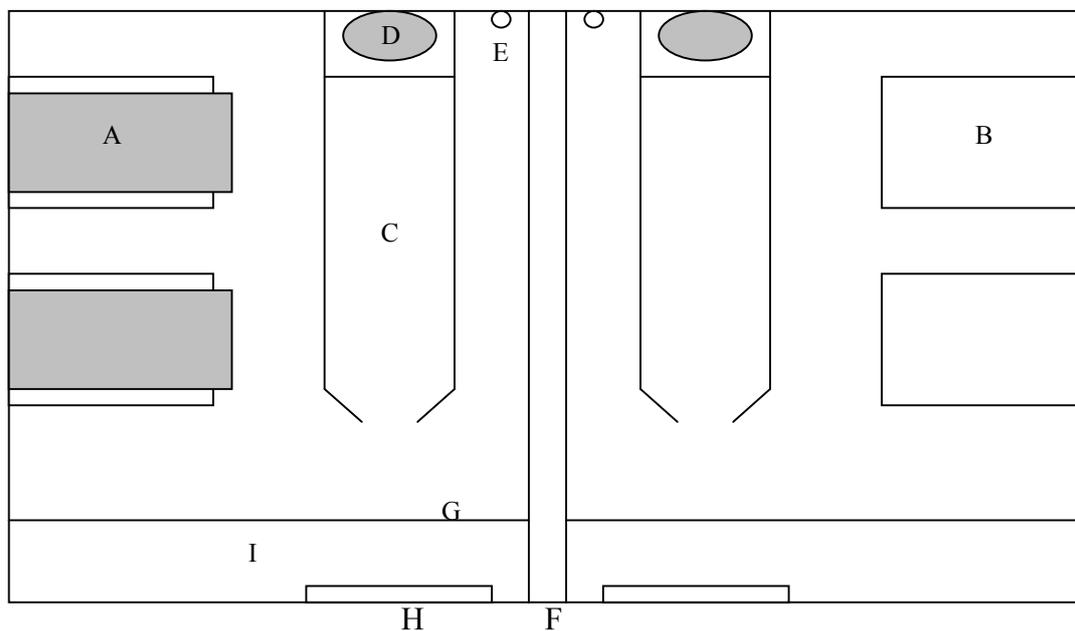


Abbildung 1: Grundriß der Abferkelbuchten

Legende:

- | | |
|-------------------------------------------------|-----------------------|
| A = Thermoplatte mit aufgelegtem Warmwasserbett | F = geschlossene Wand |
| B = Thermoplatte | G = Trennwand |
| C = größenverstellbarer Ferkelschutzkorb | H = Tür |
| D = Futtertrog | I = Kontrollgang |
| E = Schalenränke für die Ferkel | |



Abbildung 2: Abferkelbucht mit den beiden auf die Elektroplatten aufgelegten Warmwasserbetten



Abbildung 3: Abferkelbucht mit den beiden Elektroplatten (Thermoplaten)



Abbildung 4: Regeltechnik für die Ferkelnester

Jede einzelne Thermoplatte konnte geregelt werden (Abbildung 4). Dazu wurde zunächst eine Sollwerttemperatur (z. B. 36 °C oder 30 °C) eingestellt und deren Realisierung durch Messung mit einem digitalen Thermometer mit Oberflächenmessfühler (s. u.) kontrolliert. Von Haltungs- zu Haltungswoche wurde die Ferkelnest-Oberflächentemperatur niedriger vorgegeben. Die Ferkelnesttemperatur wurde jede Woche um 2 Kelvin reduziert (Tabelle 5).

Tabelle 5: Temperaturreduzierung je Lebenswoche in Verbindung mit den einzelnen Raumtemperaturen

| Raumtemperatur | 18 °C | 18 °C | 18 °C | 26 °C | 26 °C | 26 °C |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1. Lebenswoche | 36 °C | 34 °C | 30 °C | 36 °C | 34 °C | 30 °C |
| 2. Lebenswoche | 34 °C | 32 °C | 28 °C | 34 °C | 32 °C | 28 °C |
| 3. Lebenswoche | 32 °C | 30 °C | 26 °C | 32 °C | 30 °C | 26 °C |
| 4. Lebenswoche | 30 °C | 28 °C | 24 °C | 30 °C | 28 °C | 26 °C |

3.3.2 Fütterung

Die Sauen wurden mit einem auf der Forschungsstation hergestellten, mehlförmigen Alleinfuttermittel (13,2 ME MJ/kg) gefüttert. Die Fütterung erfolgte zweimal täglich von Hand direkt in den Trog. Gefüttert wurde um 8⁰⁰ Uhr und um 16⁰⁰ Uhr. Bei jeder Fütterung fand die Gesundheitskontrolle der Sau und der Ferkel statt. Die Saugferkel erhielten ab dem 21. Lebenstag ein pelletiertes Ferkelstarterfutter („Primojunior“ von DEUKA; 13,1 ME MJ/kg) ad libitum in einem Rundtrog. Die Sauen- und Ferkeltränke erfolgte aus Selbsttränken zur freien Aufnahme.

3.4 Untersuchungsdesign

Die Untersuchungen konzentrierten sich auf folgende Parameter bzw. Fragestellungen:

- ◆ Untersuchungen zum Liegeverhalten von Saugferkeln in Buchten mit zwei Ferkelnestern mit jeweils unterschiedlicher Oberflächentemperatur,
- ◆ Untersuchungen zum Liegeverhalten von Saugferkeln in Buchten mit zwei Ferkelnestern mit gleicher Oberflächentemperatur,
- ◆ Untersuchungen zum Liegeverhalten von Saugferkeln in einer Abferkelbucht mit zwei Ferkelnestern bestehend aus Elektroplatten und einer Abferkelbucht mit zwei Ferkelnestern und aufgelegten Wasserbetten,
- ◆ Analyse der Lebendmasseentwicklung (bezogen auf das Einzeltier) von Saugferkeln von der Geburt, über den 7., 14., 21. Lebenstag (LT) bis zum Absetzen (28. LT), bei Einsatz des Warmwasserbettes im Vergleich zu Ferkelnestern ohne Warmwasserbett,
- ◆ Messungen der Temperatur auf der Oberfläche der Liegeplätze der Ferkel und in der Luft über dem Ferkelnest sowie in der Abferkelbucht,
- ◆ Ermittlung des Elektroenergieaufwandes für die Ferkelnestheizungen unter Beachtung der Nutzung durch die Ferkel (z. B. ob alle oder kein Ferkel auf dem jeweiligen Nest lag),
- ◆ Dokumentation des Morbiditäts- und Mortalitätsgeschehens unter besonderer Berücksichtigung der Häufigkeit von sekundären Effloreszenzen (Schürfwunden) an den Vorderbeinen sowie der Anzahl an Behandlungen wegen Gelenkentzündung.

3.5 Ethologische Untersuchungen

3.5.1 Erfassung des Liegeverhaltens in den Temperatur - Wahlversuchsbuchten

Die Raumtemperatur (18 °C, 26 °C) und die Oberflächentemperatur (36 °C, 34 °C, 32 °C oder 30 °C versus 30 °C) wurden zeitlich synchron in beiden Abteilen gleich geregelt (Tabelle 6). Ausgehend von den o. g. Werten der Oberflächentemperatur in beiden Ferkelnestern je Abferkelbucht erfolgte die Absenkung der Temperatur während der Säugezeit in 2 Kelvin – Schritten pro Lebenswoche. Die Ferkel hatten die Möglichkeit, sich zwischen zwei Liegeplätzen mit unterschiedlicher Temperatur zu entscheiden. Das Nest I befand sich in Kopfnähe und Nest II in Gesäugenähe der Muttersau (Abbildung 1). Zweimal pro Lebenswoche erfolgte eine Langzeitvideoaufzeichnung über je 24 Stunden mit Hilfe der Infrarot-Videotechnik.



Abbildung 5: Infrarotvideokamera mit Weitwinkelobjektiv (WV-BP 500, Panasonic)

Die Infrarotvideokameras waren so an den Decken angebracht, daß das gesamte Verhaltensgeschehen in der Abferkelbucht aufgenommen werden konnte. Durch die Infrarotfunktion war es möglich, die Saugferkel zu beobachten, ohne ihre Verhaltensweisen durch Kunstlicht zu stören.

Folgende Technik kam für die Aufnahmen zum Einsatz:

- 2 Restlichtkameras WV-BP 500 (Panasonic) mit Weitwinkelobjektiv (Abb. 6),
- 2 Langzeit-Videorekorder AG 6024 HE bzw. TL 300 (Abb. 7),
- 2 Infrarotstrahler mit Netzteil WFL-I-LED 300 W und
- 1 Kontrollmonitor WV-BM 80 (zum Einrichten der optimalen Kameraposition).



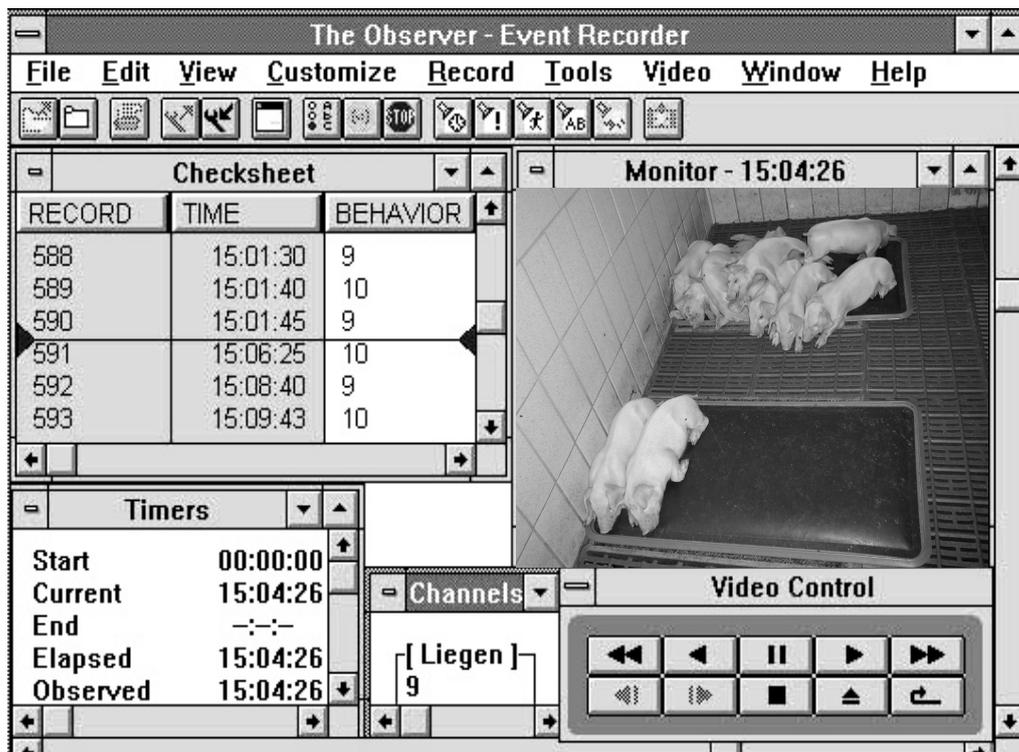
Abbildung 6: Langzeit-Videorecorder mit Überwachungsmonitor (WV-BM80)

Die Aufzeichnungen fanden in der Regel in der ersten Woche am 3. und 6. Lebenstag, in der zweiten Woche am 9. und 12. Lebenstag, in der dritten Woche am 15. und 18. Lebenstag und in der vierten Lebenswoche am 21. und 24. Lebenstag statt.

Mit Hilfe der Infrarot-Videotechnik war es möglich, lückenlos über 24 Stunden am Tag wie auch in der Nacht bei Dunkelheit das Verhalten der Tiere ohne störende Einflüsse, wie zum Beispiel der Beobachter oder das sichtbare Licht, durchzuführen. Die Kamera und der IR-Strahler arbeiteten in einem für Schweine nicht sichtbaren Wellenlängenbereich von 950 nm.

Tabelle 6: 12 Durchgangsvarianten mit ihren jeweiligen Starttemperaturen:

| Durchgangsnummer | Raumtemperatur | Nesttemperatur Nest I (Kopfnähe) | Nesttemperatur Nest II (Gesäugenähe) |
|------------------|----------------|-------------------------------------|-----------------------------------------|
| 1 | 18°C | 30°C | 36°C |
| 2 | 18°C | 36°C | 30°C |
| 3 | 26°C | 36°C | 30°C |
| 4 | 26°C | 30°C | 36°C |
| 5 | 26°C | 30°C | 30°C |
| 6 | 18°C | 30°C | 34°C |
| 7 | 18°C | 34°C | 30°C |
| 8 | 18°C | 34°C | 36°C |
| 9 | 18°C | 36°C | 34°C |
| 10 | 26°C | 30°C | 30°C |
| 11 | 26°C | 34°C | 30°C |
| 12 | 26°C | 30°C | 34°C |

**Abbildung 7:** Auswertungsmaske des OBSERVERS (Abferkelbucht mit aufgelegten Warmwasserbetten)

Auf die Videobänder wurde beim Kopieren mit einem Time-Code-Generator (AEC-Box 18/28) ein Zeitcode aufgespielt, um die Verhaltensaufnahmen mit dem OBSERVER/Video Tape Analysis System (VTA; Fa. Noldus) auswerten zu können. Die Hardwarekonfiguration besteht aus einem leistungsfähigen PC mit einer Schnittstelle zu einem speziellen Videorecorder (Panasonic AG 5300), der über die Computersoftware gesteuert werden kann und aus dem die Daten in das VTA eingelesen werden können. Für die Auswertung des Liegeverhaltens lag eine spezielle Konfiguration des OBSERVER-Programmes bereits vor, mit dem die bisherigen Auswertungen zum Liegeverhalten von Saugferkeln stattfanden (ZIRON 2000).

Mit dieser Konfiguration ist eine kontinuierliche Auswertung, bezogen auf den gesamten Wurf (1 bis n Tiere) über ein 24-h-Zeitintervall hinweg, zur Beobachtung des Liegeverhaltens der Ferkel möglich. Es gilt hierbei zu erfassen, wie viele Ferkel das jeweilige Nest über den Beobachtungszeitraum zum Liegen nutzen. Die Eingabe „Anzahl der gleichzeitig im Nest liegenden Ferkel“ erfolgt über die zuvor definierten Tasten des PC-Terminals.

So wurden vor Beginn der Auswertung die Tasten wie folgt definiert:

- Taste 0 = kein Tier liegend auf dem Nest,
- Taste 1 = ein Tier liegend auf dem Nest,
- Taste 4 = bis 50 % der Ferkel eines Wurfes auf dem Nest,
- Taste 6 = über 50 % der Ferkel eines Wurfes auf dem Nest,
- Taste 10 = alle Ferkel eines Wurfes auf dem Nest.

Mit dieser Tastenbelegung ist eine effektive und repräsentative Auswertung möglich, da zum einen die Häufigkeit bzw. Zeitdauer des Liegens aller Ferkel auf dem jeweilige Nest oder von keinem Ferkel oder von wesentlichen Zwischengrößen erfaßt werden konnte.

Der Beginn des Liegens der Tiere wird durch das Betätigen der entsprechenden Taste dem Programm angezeigt, und das Drücken der Taste, die für das danach folgende Verhalten definiert wurde, beendet die Verhaltenssequenz. Mit dem Video Control-Fenster wird der Videorecorder gesteuert. Im Feld Checksheet (Abbildung 7) ist die Zuordnung von Verhaltensweisen (z. B. 9 oder 10 Ferkel liegend auf dem Nest – das Bild zeigt die Konfiguration, bei der jede einzelne

Ferkelzahl von 0 bis gesamter Wurf in das Programm eingegeben wurde; diese Konfiguration wurde später vereinfacht und kombiniert: 0, 1, 4, 6 und 10) zur Zeit und zum jeweiligen „Record“ zu erkennen.

Über den gesamten Auswertungszeitraum wird die deskriptive Statistik gerechnet mit der Option „Elementary Statistics“ des OBSERVER-Programmes.

Diese enthält folgende statistische Maßzahlen für die Anzahl gleichzeitig auf dem Nest liegender Ferkel (Tabelle 7):

- Häufigkeit der jeweiligen Verhaltensweise,
- Latenzzeit (Zeitdauer bis zum ersten Auftreten des Merkmals nach Beobachtungsbeginn),
- Prozentualer Anteil dieses Verhaltensmerkmals an der Gesamtzeit,
- Mittlere Dauer, Standardabweichung, Standardfehler, Minimum und Maximum für die jeweilige Verhaltensweise (z. B. Zeitanteil des Liegens von über 50 % des Wurfes auf dem jeweiligen Nest).

Tabelle 7: Beispiel eines Auswertungsausdruckes des OBSERVER; Zeitwert in Sek. dargestellt (12. Lebenstag bei 26 °C Raumtemperatur, Wasserbett)

| Anzahl liegender Ferkel | Frequenz | Zeitdauer bis zum ersten Liegen | Gesamtdauer des Liegens (%) | Minimale Zeitdauer | Maximale Zeitdauer | Standardabweichung |
|-------------------------|----------|---------------------------------|-----------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 0 | 153 | 0 | 30507 (35,3) | 4 | 3291 | 32,2 |
| 1 | 223 | 475 | 15128 (17,5) | 1 | 1971 | 14,5 |
| bis 50 % | 101 | 481 | 22540 (26,1) | 3 | 2597 | 46,3 |
| über 50 % | 19 | 14531 | 17843 (20,7) | 24 | 2756 | 219,4 |
| alle | 3 | 38449 | 382 (0,4) | 75 | 230 | 51,3 |

3.5.2 Erfassung der Zeitdauer nach der Geburt bis zum Liegen im Ferkelnest

Mit Hilfe der IR-Videotechnik (24 Stunden Langzeitrecording) wurde der Geburtsverlauf bei den Sauen und die postnatale Aktivität aufgezeichnet. Die Auswertung erfolgte dann mittels eines VHS-Videorecorders mit Monitor. Es wurden dokumentiert bzw. ausgewertet: der Geburtszeitpunkt jedes einzelnen Ferkels, der Zeitabstand zwischen den Ferkeln bei der Geburt, die Gesamtdauer der Geburt und der Zeitabstand zwischen der Geburt des einzelnen Ferkels und dem erstmaligen Erreichen des Ferkelnestes.

3.6 Klinische Untersuchungen

3.6.1 Erfassung der Lebendmasseentwicklung der Ferkel

Die Lebendmasse aller erfaßten Ferkel konnte einzeltierbezogen bei der Geburt, am 7., 14., 21. und 28. Lebenstag (Absetzzeitpunkt) mit einer Digitalwaage bestimmt werden. Die Aufnahme eines Wurfes, d. h. Neugeborenenversorgung, Erfassung der Wurfgröße, Bestimmung des Geschlechts, Zählen der Zitzen, Kennzeichnung, Gewichtserfassung, Schwanzkupieren, wurde grundsätzlich zwischen 12:00 und 15:00 Uhr durchgeführt.

Im Rahmen der Ferkelservicemaßnahmen wurden die Ferkel einzeln gewogen (auf 10 g genau). Ihnen wurde der Schwanz kupiert (letztes Drittel) und sie erhielten eine Tätowierung im rechten Ohr. Auf das Anschleifen der Zähne wurde verzichtet.

Am 3. und 7. Lebenstag erhielten die Ferkel eine Eisen-Substitution (Ferrodextran oder Ferrosel) je 2 ml 200 ter Fe (200 mg Fe/1 ml). Die männlichen Ferkel wurden am 7. Lebenstag kastriert.

3.6.2 Erfassung der Häufigkeit und des Schweregrades von Verletzungen

Alle Ferkel wurden am 7., 14., 21. und 28. Lebenstag auf das Vorhandensein von sekundären Effloreszenzen an den Vordergliedmaßen (Vorderfußwurzelgelenk) untersucht und vier Kategorien zugeordnet:

- I. 0 = ohne Verletzungen
- II. 1 = geringgradige Verletzungen
- III. 2 = mittelgradige Verletzungen
- IV. 3 = hochgradige Verletzungen

Die Kategorisierung erfolgte dabei nach den von ZIRON (2000) beschriebenen Kriterien.

3.6.3 Registrierung aller Behandlungen

Einzel- und Gruppenbehandlungen der Saugferkel bis zum Absetzen wurden tabellarisch festgehalten. Von besonderer Bedeutung waren der Behandlungsgrund, die Art und Weise der Behandlungen (Injektion, Bandagieren bei Spreizern oder andere äußere Behandlungen) sowie die Behandlungsanzahl. Im wesentlichen fanden Behandlungen der Ferkel gegen Gelenkentzündungen (mit Streptopen) und Durchfallerkrankungen (mit Apralan) statt. Die schwachen Ferkel bekamen anfangs zusätzlich noch Lactoproof-S (Milchaustauscher). Die Sauen wurden gegebenenfalls (bei Puerperalerkrankungen) mit einem Antibiotikum behandelt.

3.6.4 Dokumentation der Tierabgänge

Alle Abgänge wurden nach Art und Ursache dokumentiert, wie z. B. Erdrückungsverluste, Spreizer, allgemeine Lebensschwäche oder Verluste aufgrund von Durchfallerkrankungen.

3.7 Physikalische Untersuchungen

3.7.1 Temperaturmessungen

Die Temperaturmessungen innerhalb der Abferkelbucht bezogen sich auf den Liegebereich der Ferkel (Ferkelnest) und die Lufttemperatur 10 cm über dem Ferkelnest sowie an verschiedenen Positionen im Stallabteil. Die Lufttemperatur 10 cm über dem jeweiligen Ferkelliegeplatz und außerhalb des Ferkelnestes in der Abferkelbucht (gemessen an mehreren Punkten nach einem Rasterschema) war bei allen untersuchten Durchgängen, je nach Raumtemperatureinstellung (18 °C oder 26 °C) nahezu identisch, so daß von einer gleichen stallklimatischen Situation für die Würfe mit unterschiedlichen Nesttemperaturen ausgegangen werden kann.

3.7.1.1 Oberflächentemperaturmessungen der einzelnen Ferkelnester

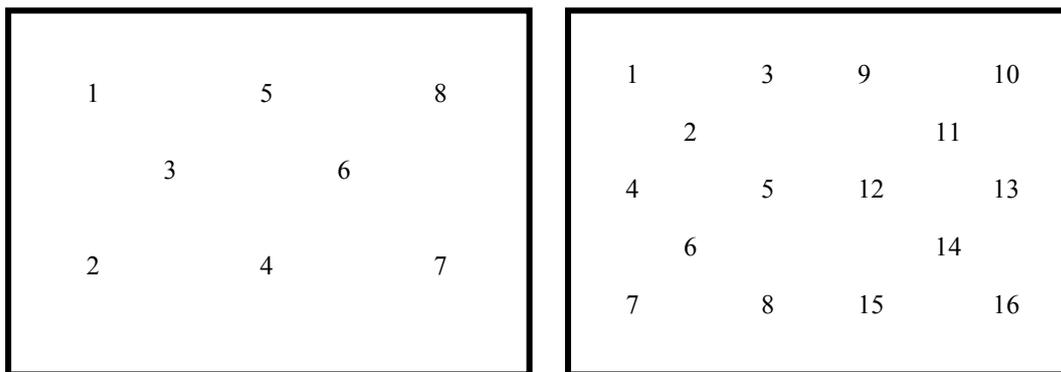


Abbildung 8: Meßpunkte der beiden Ferkelnestsysteme (links Warmwasserbett mit 8 Meßpunkten; rechts Elektroplatte mit 16 Meßpunkten)

Die Oberflächentemperatur wurde mit Hilfe eines elektrischen Thermometers mit Kreuzfühler (testo 400/452) (Abbildung 9) erfaßt. Auf der Thermoplatte wurde an 16 Punkten (Rasterschema) und auf dem Warmwasserbett an 8 Punkten (wegen der sehr geringen Temperaturschwankungen) die Temperatur gemessen.



Abbildung 9: Meßgerät mit Kreuzfühler und Temperatur- /Luftfeuchte-Fühler für die Oberflächentemperatur, Stalllufttemperatur und die Luftfeuchtigkeit (Testo 400/452)

3.7.1.2 Temperatur- und Luftfeuchtemessungen in den Klimakammern

Zur Bestimmung der Stalllufttemperatur und –feuchte dienen Datenlogger (Tinytag Plus – einer je Klimakammer) und ein Digitalhygrometer (Testo). Die Tinytags (Abbildung 10) sind kleine Temperaturmeßgeräte, die kontinuierlich alle 10 Minuten (je nach Einstellung) die Temperatur messen und auf ihrem Mikrochip aufzeichnen. Am Personal-Computer können diese Daten durch eine serielle Schnittstelle abgerufen werden und in eine Datenmatrix (Excel 97) übertragen werden. Die Datenlogger wurden in jeder Abferkelbucht in der Höhe von 1,5 Meter über dem Abteilboden aufgehängt. Die Abbildung 11 zeigt beispielhaft eine aufgezeichnete Temperaturkurve im 7. Durchgang bei einer Raumtemperatureinstellung von 18 °C.



Abbildung 10: Datenlogger (Tinytag Plus) für die Messung der Lufttemperatur

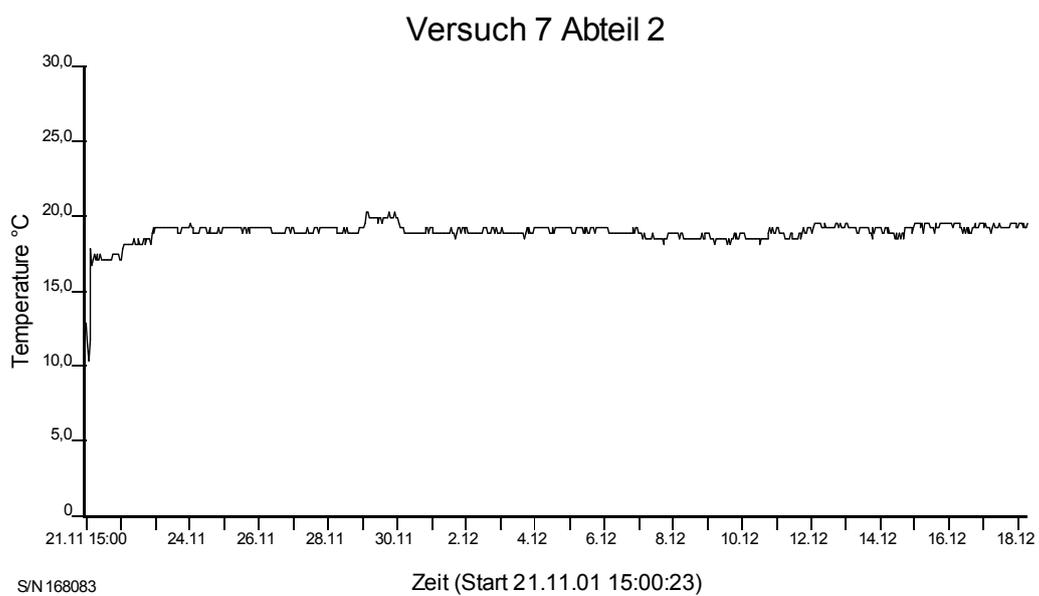


Abbildung 11: Grafik der Temperaturaufzeichnung eines Tinytags im 7. Durchgang

3.7.2 Energieverbrauch der jeweiligen Ferkelnester

Für die Messungen der elektrischen Arbeit dienten handelsübliche, mechanische Stromzähler (einer je Ferkelnest). Diese erfaßten den Energieverbrauch von der Geburt bis zum Absetzen (in kWh) und wurden täglich abgelesen. Hieraus und aus der Anzahl der Leistungsstunden ergab sich die durchschnittliche Leistung der Ferkelnestheizungen in Watt.

3.8 Statistische Auswertung

Die Auswertung der Videokassetten zum Verhalten der Tiere (Liegeverhalten) erfolgte mit Hilfe des OBSERVER/Video Tape Analysis System. Dies beinhaltet die Option "Elementary Statistics", durch die statistischen Maßzahlen (\bar{x} , s, Min, Max für die Liegedauer von 0, 1, 2, 3, ... allen Ferkeln (für Tastenbelegung zusammengefaßt 0, 1, 4, 6 und 10); prozentuale Zeitanteile des Liegens von 0, 1, 4, 6 und 10 Ferkel - bezogen auf 24 Stunden) für jede 24-h-Aufzeichnung berechnet werden. Die Daten wurden dann in Microsoft-Excel 97 bzw. -Access 97 exportiert, so daß dann Zusammenfassungen und die weitere statistische Bearbeitung (mit SPSS 8.0 for Windows 98) erfolgen konnte.

Für die Auswertung des Liegeverhaltens lag eine spezielle Konfiguration des OBSERVER-Programmes bereits vor, mit dem die bisherigen Auswertungen stattfanden (ZIRON 2000).

Die Ferkeldaten (klinische Untersuchungen: Angaben zu Herkunft, Geschlecht, Lebendmasseentwicklung, Gesundheitsstatus) wurden unter Nutzung von Excel 97 sowie Access 97 zu einer Datenmatrix zusammengefaßt.

In gleicher Weise wurden die Ergebnisse der physikalischen Messungen mittels Excel 97 sowie Access 97 zu einer "Temperaturmatrix" zusammengefaßt.

Diese Daten-Matrices wurden ebenfalls mit dem Statistikprogramm SPSS (Version 8,0) for Windows bearbeitet.

Die statistische Analyse umfaßte folgende Schritte:

- Deskriptive Statistik (\bar{x} , s , s %, Min, Max) für die Gesamtmatrix und für Teilstichproben
- Häufigkeitsanalyse (Prozentuale Anteile des Liegens, Häufigkeit erkrankter, behandelter oder verendeter Ferkel) - Prüfung mittels Chi-Quadrat-Unabhängigkeitstest in Kontingenztafeln)
- Mittelwertvergleiche (z.B. Unterschiede in der Lebendmasseentwicklung von Ferkeln bei verschiedenen Raumtemperaturen) - multipler Test nach Kruskal-Wallis bzw. t-Test nach Student.

Den Hauptparameter bei den durchgeführten Untersuchungen stellte das Liegeverhalten der Ferkel bei der Auswahl zwischen zwei unterschiedlich temperierten Ferkelnestern bzw. der Nestposition dar. Die Zielgröße bildete der Anteil liegender Ferkel (z.B. mehr als die Hälfte des Wurfes) in 24 Stunden auf dem jeweiligen Nest im Präferenzwahlversuch.

Folgende Formel kam für die Varianzanalyse mittels ANOVA (Analysis of Variance) zum Einsatz:

univariate Varianzanalyse

$$y_{ijkl} = a + N_i + R_j + T_k + A_l + e_{ijkl}$$

fixe Effekte sind:

| | |
|------------|-------------------|
| N_i | = Nestart; |
| R_j | = Raumtemperatur; |
| T_k | = Nesttemperatur; |
| A_l | = Alters; |
| a | = Konstante; |
| e_{ijkl} | = Restfehler |

Folgende Signifikanzgrenzen wurden – wie allgemein üblich – auch in dieser Arbeit verwendet:

- signifikant = $p < 0,05$
- hochsignifikant = $p < 0,01$
- höchstsignifikant = $p < 0,001$

4. Ergebnisse

4.1 Liegeverhalten

4.1.1 Wahlversuche

Aus Gründen der Übersichtlichkeit werden die Ergebnisse der einzelnen Wiederholungen zusammengefaßt und vorgestellt. Eine ausführliche Darstellung in Tabellenform erfolgt im Anhang.

4.1.1.1 Wahlmöglichkeit zwischen den unterschiedlichen Ferkelnesttemperaturen in der Bucht mit Elektroplatten bei 18 °C Raumtemperatur

Die Ferkel legten sich in der Abferkelbucht mit den Elektroplatten bei einer Raumtemperatur von 18 °C hochsignifikant ($p < 0,01$) häufiger auf die Ferkelnester mit der höheren Starttemperatur (36 °C/34 °C) als auf die Ferkelnester mit der geringeren Starttemperatur.

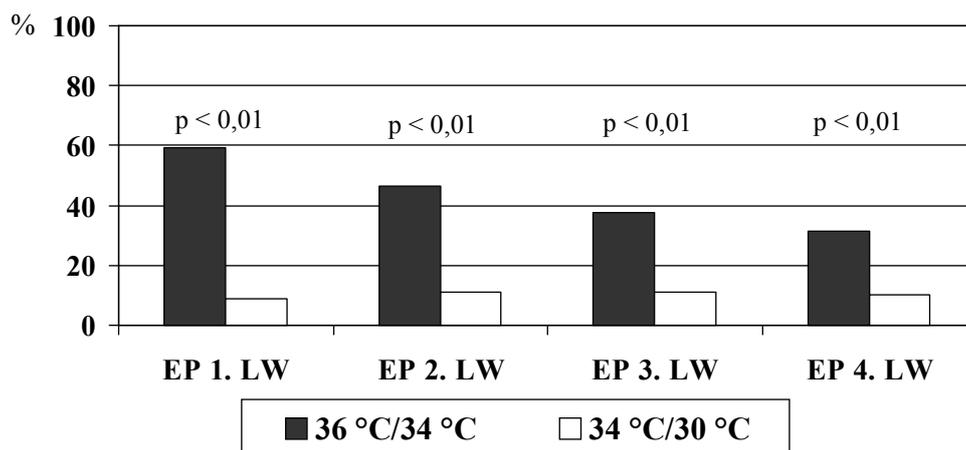


Abbildung 12: Prozentualer Anteil der Zeit in 24 Stunden, in der mehr als 50 % der Ferkel eines Wurfes auf dem Ferkelnest liegen, in Abhängigkeit von der Lebenswoche und der Oberflächentemperatur (Starttemperatur 36 °C/34 °C versus 34 °C/30 °C; Raumtemperatur 18 °C; Elektroplatten)

Mehr als 50 % der Ferkel eines Wurfes lagen in der ersten Lebenswoche zu 59,3 % des Tages (24 h) auf dem Nest mit der höheren Starttemperatur. Das Liegeverhalten unterscheidet sich zwischen den Durchgängen mit 36 °C bzw. 34 °C Oberflächentemperatur im Nest nicht, so daß die Haltungsdurchgänge 1 bis 4 sowie 6 und 7 sowie 11 und 12 zusammengefaßt wurden.

Das Nest mit der niedrigeren Starttemperatur wurde dagegen nur zu 9,0 % innerhalb von 24 Stunden (Abbildung 12) zum Liegen aufgesucht. In der zweiten Lebenswoche zeichnete sich ein ähnliches Bild ab wie in der ersten Lebenswoche. Auch hier nutzten die Ferkel die Nester mit der höheren Oberflächentemperatur hochsignifikant häufiger als die Nester mit einer geringeren Oberflächentemperatur. Die Ferkel lagen zu 46,4 % des Tages auf dem wärmeren Nest, wohingegen sie zu 10,9 % das kältere Ferkelnest nutzten. Dies bedeutet somit eine abfallende Tendenz der Nutzung vom wärmeren Nest und eine leicht steigende Tendenz für das kältere Nest. Hoch signifikant war der Unterschied auch in der dritten Lebenswoche, wobei die Differenz zwischen den beiden Nestern nicht mehr so groß war wie in den beiden ersten Lebenswochen. Der prozentuale Zeitanteil des Liegens innerhalb von 24 Stunden verringerte sich auf dem wärmeren Nest auf 37,5 % und erhöhte sich auf dem kühleren Nest auf 11,2 %. Zur vierten Lebenswoche nahm der prozentuale Anteil des Liegens auf beiden Ferkelnestern weiter ab. Das wärmere Ferkelnest wurde nur noch zu 31,2 % und das kältere nur noch zu 10,1 % genutzt ($p < 0,01$). Es zeigte sich deutlich, daß die Ferkel bei dieser Raumtemperatur jeweils das Ferkelnest in Anspruch nahmen, welches die höhere Oberflächentemperatur aufwies. Mit zunehmendem Alter sank jedoch die Häufigkeit der Nutzung.

4.1.1.2 Wahlmöglichkeit zwischen den unterschiedlichen Ferkelnesttemperaturen in der Bucht mit Elektroplatten bei 26 °C Raumtemperatur

In der ersten Lebenswoche legten sich die Ferkel in der Abferkelbucht mit den Elektroplatten hoch signifikant ($p < 0,01$) häufiger auf das Ferkelnest mit der niedrigeren Starttemperatur (34 °C/30 °C) als auf das Ferkelnest mit der höheren Starttemperatur. Der Gesamtanteil des Liegens auf den Heizplatten innerhalb von 24 Stunden war bei 26 °C RT im Vergleich zum Gesamtanteil des Liegens im

Ferkelnest bei einer Raumtemperatur von 18 °C deutlich geringer. Über die Hälfte der Ferkel eines Wurfes suchten in der ersten Lebenswoche zu 8,72 % des Tages (24 h) das Nest mit der höheren Starttemperatur zum Liegen auf, wohingegen auf dem Nest mit der niedrigeren Starttemperatur zu 19,05 % mehr als die Hälfte des Wurfes innerhalb von 24 Stunden lag ($p < 0,01$; Abbildung 13). In der zweiten Lebenswoche zeichnete sich ein ähnliches Bild ab wie in der ersten Woche. Auch hier nutzten über 50 % der Ferkel eines Wurfes die Nester mit der niedrigeren Oberflächentemperatur häufiger ($p < 0,05$) als die Nester mit einer höheren Oberflächentemperatur. Die Ferkel lagen zu 3,66 % des Tages auf dem wärmeren Nest und zu 7,83 % auf dem kälteren Ferkelnest. In der dritten Lebenswoche war der Unterschied – allerdings zugunsten der wärmeren Platte – nicht signifikant.

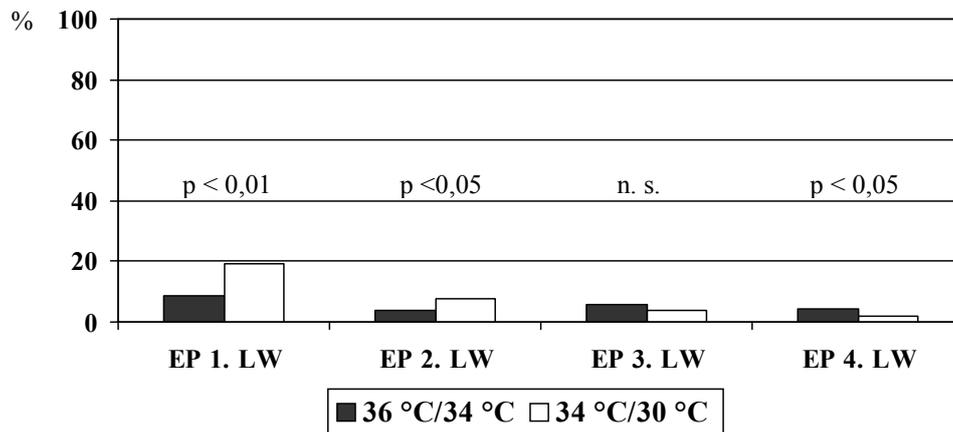


Abbildung 13: Prozentualer Anteil der Zeit in 24 Stunden, in der mehr als 50 % der Ferkel eines Wurfes auf dem Ferkelnest liegen, in Abhängigkeit von der Lebenswoche und der Oberflächentemperatur (Starttemperatur 36 °C/34 °C versus 34 °C/30 °C; Raumtemperatur 26 °C; Elektroplatten)

Das wärmere Nest wurde ab der dritten Lebenswoche etwas häufiger genutzt als das kältere. Der prozentuale Zeitanteil des Liegens innerhalb von 24 Stunden (mehr als 50 % des Wurfes) erhöhte sich auf dem wärmeren Nest auf 5,82 % und verminderte sich auf dem kühleren Nest auf 4,05 %. Die absoluten Unterschiede sind allerdings gering. In der vierten Lebenswoche nahm der prozentuale Anteil des Liegens weiter ab. Lediglich während 4,18 % des Tages suchten über 50 % der Ferkel eines Wurfes

das wärmere Ferkelnest auf und zu 1,78 % des Tages wurde das kältere Nest genutzt ($p < 0,05$). Es zeigte sich zusammenfassend deutlich, daß die Ferkel bei dieser hohen Raumtemperatur, die sommerliche Verhältnisse im Abferkelstall simulierte, in den ersten beiden Lebenswochen jeweils das Ferkelnest in Anspruch nahmen, welches die kältere Oberflächentemperatur aufwies. In der dritten und vierten Woche wurde tendenziell das wärmere Nest häufiger genutzt, wobei die Unterschiede gering blieben.

4.1.1.3 Wahlmöglichkeit zwischen den unterschiedlichen Ferkelnesttemperaturen in der Bucht mit Warmwasserbett bei 18 °C Raumtemperatur

Die Saugferkel legten sich in der ersten Lebenswoche hoch signifikant häufiger auf das Ferkelnest mit der höheren Starttemperatur (36 °C/34 °C) als auf das Ferkelnest mit der niedrigeren Starttemperatur (34 °C/30 °C). Über die Hälfte der Ferkel eines Wurfes suchten zu 51,34 % des Tages (24 h) zum Liegen das Nest mit der höheren

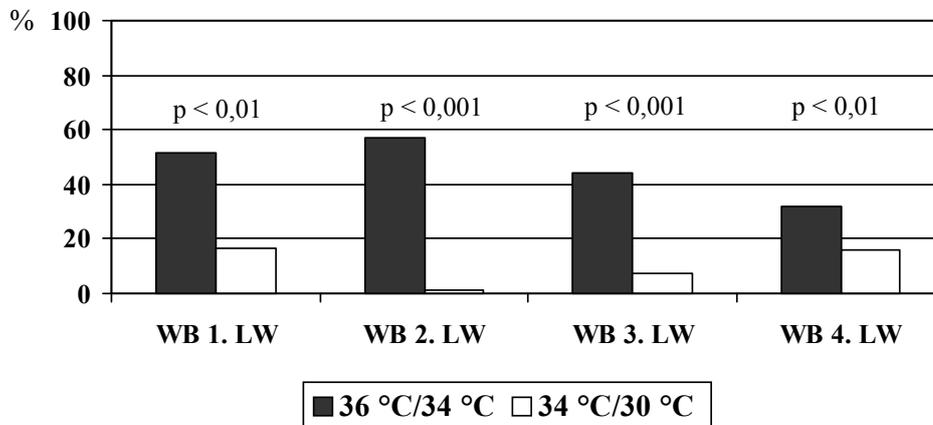


Abbildung 14: Prozentualer Anteil der Zeit in 24 Stunden, in der mehr als 50 % der Ferkel eines Wurfes auf dem Ferkelnest liegen, in Abhängigkeit von der Lebenswoche und der Oberflächentemperatur (Starttemperatur 36 °C/34 °C versus 30 °C; Raumtemperatur 18 °C; Warmwasserbetten)

Starttemperatur in der ersten Lebenswoche auf. Auf dem Nest mit der niedrigeren Starttemperatur lagen dagegen zu 16,41 % mehr als die Hälfte des Wurfes (Abbildung 14) innerhalb von 24 Stunden. In der zweiten Lebenswoche verstärkte sich die Intensität der Nutzung des wärmeren Nestes auf 56,86 % des Tages (24 h), wohingegen sich die Häufigkeit der Nutzung des kälteren Nestes auf 1,42 % verringerte. Bezugsbasis ist stets die Kategorie: mehr als 50 Prozent der Ferkel des jeweiligen Wurfes ($p < 0,001$).

Höchstsignifikant war auch der Unterschied in der dritten Lebenswoche, wobei die Inanspruchnahme des Nestes mit der niedrigeren Oberflächentemperatur auf 7,35 % anstieg und der Zeitanteil auf dem wärmeren Nest auf 44,08 % abfiel. Der prozentuale Zeitanteil des Liegens auf dem wärmeren Nest innerhalb von 24 Stunden verringerte sich in der vierten Lebenswoche auf 32,13 % und stieg auf dem kühleren Nest auf 15,87 % an ($p < 0,01$). Es zeigte sich deutlich, daß die Ferkel bei dieser Raumtemperatur in allen Lebenswochen jeweils das Ferkelnest in Anspruch nahmen, welches die wärmere Oberflächentemperatur aufwies, wobei in der dritten und vierten Woche die Differenz in der Präferenz beider Ferkelnester abnahm.

4.1.1.4 Wahlmöglichkeit zwischen den unterschiedlichen Ferkelnesttemperaturen in der Bucht mit Warmwasserbett bei 26 °C Raumtemperatur

Die Ferkelnester mit den höheren Starttemperaturen (ST) (36 °C/34 °C) wurden in der ersten Lebenswoche häufiger in Anspruch genommen als die Ferkelnester mit der niedrigeren Starttemperatur ($p < 0,01$). Über die Hälfte der Ferkel eines Wurfes lagen in der ersten Lebenswoche zu 33,64 % des Tages (24 h) auf dem Nest mit der höheren Starttemperatur. Auf dem Nest mit der niedrigeren Starttemperatur befand sich dagegen nur zu 12,03 % innerhalb von 24 Stunden der größere Teil des Wurfes (Abbildung 15).

In der zweiten Lebenswoche veränderte sich die Situation der Nutzung des wärmeren Nestes, da die Ferkel das kältere Nest häufiger aufsuchten als das wärmere Nest. Zu 8,77 % des Tages (24 h) lagen die Saugferkel (> 50 % des Wurfes) auf dem wärmeren Nest und zu 17,33 % lagen sie mehrheitlich auf dem

Nest mit der kühleren Oberflächentemperatur. Die Häufigkeit der Nutzung der Nester war – wie auch schon in der Abferkelbucht mit den Elektroplatten – bei einer Raumtemperatur von 26 °C deutlich geringer als bei einer Raumtemperatur von 18 °C. Statistisch gesichert war der Unterschied ($p < 0,05$) in der Nutzung beider Nester auch in der dritten Lebenswoche, wobei die Inanspruchnahme des Nestes mit der niedrigeren Oberflächentemperatur auf 4,98 % abfiel und der Zeitanteil, den die Ferkel mehrheitlich auf dem wärmeren Nest verbrachten, auf 17,03 % ansteigt (Abbildung 15).

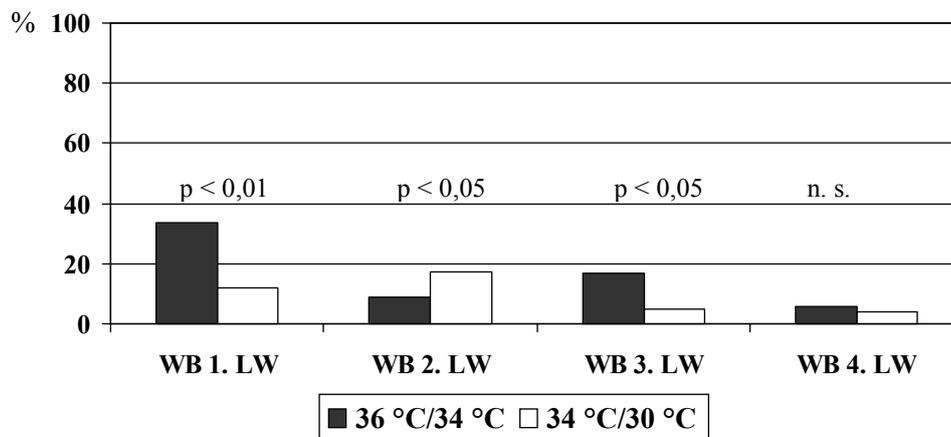


Abbildung 15: Prozentualer Anteil der Zeit in 24 Stunden, in der mehr als 50 % der Ferkel eines Wurfes auf dem Ferkelnest liegen, in Abhängigkeit von der Lebenswoche und der Oberflächentemperatur (Starttemperatur 36 °C/34 °C versus 30 °C; Raumtemperatur 18 °C; Warmwasserbetten)

Der prozentuale Zeitanteil des Liegens auf beiden Nestern innerhalb von 24 Stunden verringerte sich in der vierten Lebenswoche und glich sich an. 3,87 % des Tages lag mehr als die Hälfte der Ferkel eines Wurfes auf dem kälteren Nest und 5,54 % des Tages wurde das wärmere Nest genutzt. Dieser geringe Unterschied erwies sich als nicht signifikant. Die Beobachtungen zeigten aber auch, daß der Platz auf dem wärmeren bzw. kälteren Nest nicht mehr ausreichte, um allen Ferkeln des Wurfes Platz zu bieten, und die Ferkel ausweichen mußten. Im Zusammenhang mit dem abnehmenden Wärmebedarf der Ferkel mit zunehmenden Alter nutzten die Jungtiere beide Nester nahezu gleichmäßig wenig zum Liegen. Es zeigte sich, daß die Ferkel bei dieser Raumtemperatur in der ersten Lebenswoche die wärmere

Oberflächentemperatur im Zusammenhang mit dem Liegekomfort des Wasserbettes präferierten, aber schon in der folgenden Lebenswoche die Präferenz für eines der beiden Liegenester eher zufällig zu sein schien und die Oberflächentemperatur offensichtlich nicht mehr eine so große Rolle spielt.

4.1.1.5 Vergleich zwischen den Ferkelnestern Warmwasserbett und Elektroplatte bei 18 °C Raumtemperatur

Es war nicht vorgesehen, einen unmittelbaren Präferenztest zum Vergleich von Wasserbett und Thermoplatte anzustellen, da diese Fragestellung bereits in der Arbeit von ZIRON (2000) behandelt wurde. Dennoch erschien es von Bedeutung, die Häufigkeit der Nutzung beider Ferkelnester bei verschiedenen Raumtemperaturen und unter Beachtung des Ferkelalters einander gegenüber zu stellen. Die Daten zu Elektro- Thermoplatten und Warmwasserbetten mit unterschiedlicher Oberflächentemperatur wurden dazu zusammengefaßt. Aus den Ergebnissen lassen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Oberflächentypen der Ferkelnester erkennen.

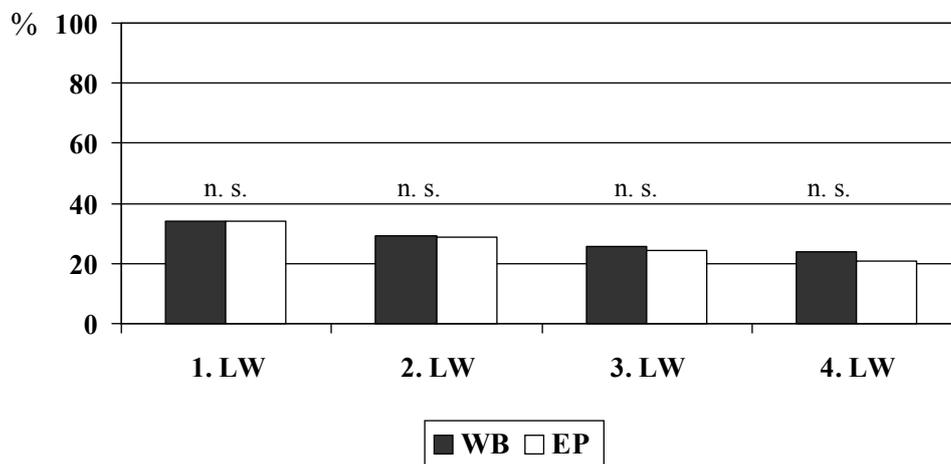


Abbildung 16: Prozentualer Anteil der Zeit in 24 Stunden, in der mehr als 50 % der Ferkel eines Wurfes auf dem Ferkelnest liegen, in Abhängigkeit von der Lebenswoche und der Oberflächentemperatur (Starttemperatur 36 °C/34 °C und 30 °C zusammengefaßt; Raumtemperatur 18 °C; Elektroplatte/Warmwasserbetten)

Allerdings konnte auch nicht erwartet werden, daß erhebliche Differenzen auftreten, da zum arttypischen Liegeverhalten ein bestimmter Zeitanteil des Ruhens in einem beheizten Ferkelnest gehört (vgl. Literaturübersicht in Punkt 2.2.2). Die Untersuchungen ergaben, daß die Ferkel ab der zweiten Lebenswoche tendenziell häufiger das Warmwasserbett in Anspruch nahmen als die Elektroplatte (Abbildung 16).

In der ersten Lebenswoche wurde die Elektroplatte zu 34,16 % des Tages von über 50 % der Ferkel eines Wurfes zum Liegen genutzt und die Nester mit dem aufgelegten Warmwasserbett zu 33,88 %. In der zweiten Lebenswoche lagen die Ferkel zu 29,14 % des Tages auf dem Warmwasserbett und zu 28,67 % auf der Elektroplatte. In der dritten Woche sank die Häufigkeit der Ferkelnestnutzung auf 25,72 % (Warmwasserbett) bzw. 24,38 % (Elektroplatte). Die Ferkel suchten das Warmwasserbett in der vierten Lebenswoche zu 24 % des Tages auf und die Elektroplatte zu 20,64 % (alle Angaben beziehen sich jeweils auf das Liegen von mehr als der Hälfte des Wurfes auf dem entsprechenden Liegeplatz). Es kann davon ausgegangen werden, daß das Wasserbett für die Ferkel angenehmer zum Liegen (im Vergleich zur Thermoplatte) ist und aus diesem Grund der Wert in der vierten Woche nicht weiter abfällt. Weiterhin war zu beobachten, daß die Ferkel sich intensiver mit der weichen und verformbaren Oberfläche beschäftigten.

4.1.1.6 Vergleich zwischen den Ferkelnestern Warmwasserbett und Elektroplatte bei 26 °C Raumtemperatur

Mit gleicher Begründung, wie unter 4.1.1.5 beschrieben, wurde auch ein - indirekter - Vergleich zwischen Wasserbett und Elektroplatte hinsichtlich der Nutzung beider Ferkelnester bei 26 °C Raumtemperatur vorgenommen. Das Liegen auf den Nestern war bei einer Raumtemperatur von 26 °C deutlich geringer ausgeprägt als bei einer Raumtemperatur von 18 °C. Zu allen Zeitpunkten wurde jedoch das Warmwasserbett häufiger bzw. länger zum Ruhen aufgesucht. Beginnend in der ersten Lebenswoche mit einer Nutzung des Warmwasserbettes von 22,83 % des Tages (24 h) gegenüber 13,88 % auf der Elektroplatte halbierte sich die Häufigkeit des Liegens auf beiden Nestern in der zweiten Lebenswoche.

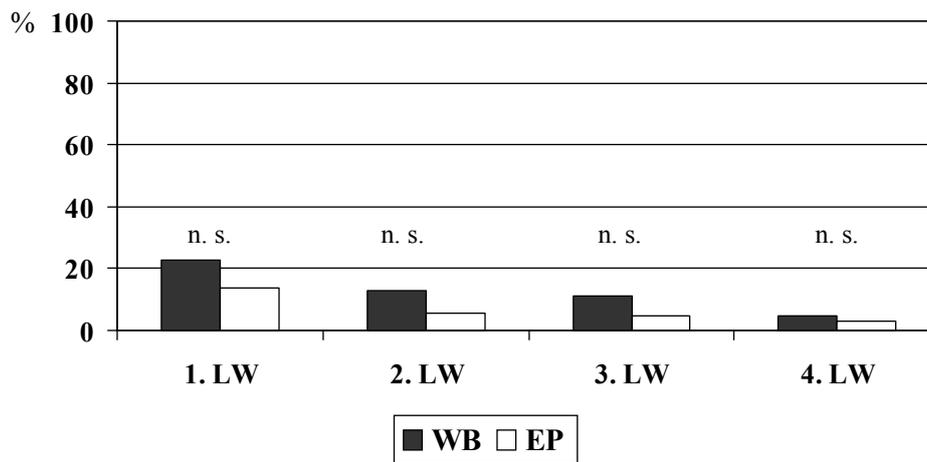


Abbildung 17: Prozentualer Anteil der Zeit in 24 Stunden, in der mehr als 50 % der Ferkel eines Wurfes auf dem Ferkelnest liegen, in Abhängigkeit von der Lebenswoche und der Oberflächentemperatur (Starttemperatur 36 °C/34 °C und 30 °C zusammengefaßt; Raumtemperatur 26 °C; Elektroplatten/Warmwasserbetten)

Das Warmwasserbett wurde mit 13,05 % mehr als doppelt so intensiv genutzt wie die Elektroplatte mit 5,75 %. In der dritten Lebenswoche lagen die Werte für das Liegen auf beiden Ferkelnestern in einer ähnlichen Größenordnung genutzt wie in der zweiten Lebenswoche (Wasserbett: 11 %; Thermoplatte: 4,93 %) (Abbildung 17).

In der vierten Lebenswoche ging die Nutzungsdauer auf beiden Nesttypen deutlich zurück. Das Wasserbett wurde noch zu 4,7 % und die Elektroplatte nur noch zu 2,98 % des Tages von der Mehrheit der Ferkel (> 50 % des Wurfes) zum Liegen aufgesucht. Alle Unterschiede zwischen Wasserbett und Thermoplatte waren nicht signifikant.

4.1.1.7 Zusammenfassender Vergleich zwischen den Ferkelnestern Warmwasserbett und Elektroplatte bei 18 °C und 26 °C Raumtemperatur

Der zusammenfassende Vergleich zwischen Elektroplatte und Warmwasserbett bei 18 °C und 26 °C Raumtemperatur macht deutlich, daß die Unterschiede im Liegeverhalten zwischen beiden Ferkelneststypen bei 26 °C größer waren als bei 18 °C Raumtemperatur (Abbildung 18). Das Warmwasserbett wurde bei der höheren Temperatur häufiger in Anspruch genommen als die Elektroplatte, obwohl der Wärmebedarf der Ferkel bei 26 °C Raumtemperatur nicht so groß ist wie bei 18 °C Raumtemperatur.

Auf die deutlich geringere Nutzung beider Liegebereiche bei 26 °C Umgebungstemperatur im Vergleich zu 18 °C wurde bereits hingewiesen. Mit zunehmendem Alter der Ferkel – untersucht von der ersten bis zur vierten Lebenswoche – ging die Nutzung des Liegebereiches zurück – stärker bei der höheren Raumtemperatur und bei der Elektro-Heizplatte.

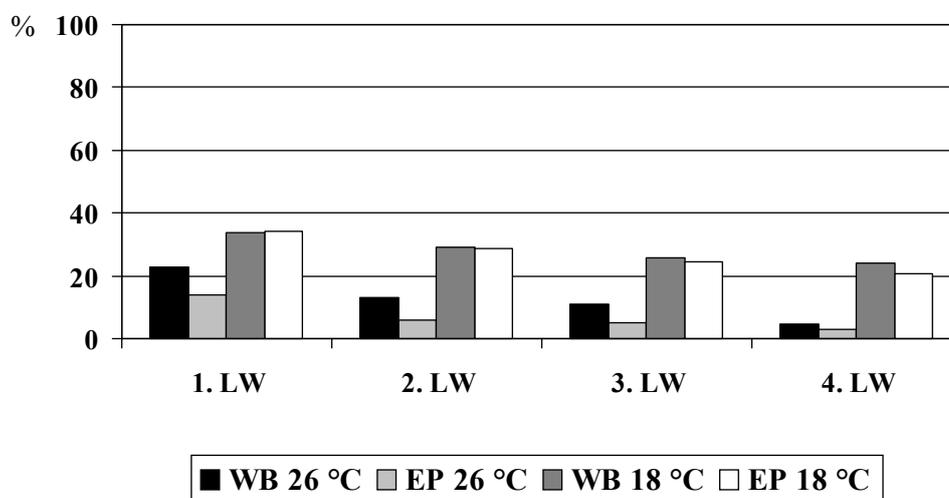


Abbildung 18: Prozentualer Anteil der Zeit in 24 Stunden, in der mehr als 50 % der Ferkel eines Wurfes auf dem Ferkelnest liegen, in Abhängigkeit von der Lebenswoche und der Oberflächentemperatur (Starttemperatur 36 °C/34 °C und 30 °C zusammengefaßt und Raumtemperatur 18 °C und 26 °C zusammengefaßt; Elektroplatte/Warmwasserbetten)

4.1.2 Vergleich zwischen den Nestpositionen Kopfnähe und Gesäugenähe

Bei den Untersuchungen deutete sich – unerwartet – ein Einfluß der Lage des Ferkelnestes in der Abferkelbucht auf das Liegeverhalten an, der im weiteren systematisch analysiert wurde. Dazu wurde das Liegeverhalten unter Beachtung der jeweiligen Nestpositionen (Kopf- bzw. Gesäugenähe) in Verbindung mit den Starttemperaturen der Ferkelnester, der Lebenswoche und der jeweiligen Raumtemperatur ausgewertet.

4.1.2.1 Einfluß der Nestposition Kopfnähe bei 18 °C Raumtemperatur

Die Lage des jeweils unterschiedlich temperierten Ferkelnestes wurde nach jedem Haltungsdurchgang getauscht, um keinen systematischen Fehler zuzulassen. Dabei zeigte sich, daß die höhere Temperatur dann besonders bevorzugt wurde, wenn sie auf der in Kopfnähe gelegenen Liegefläche angeboten wurde. Dies betraf alle vier Lebenswochen, auch wenn mit zunehmendem Alter der Saugferkel die Nutzung im Mittel deutlich zurückging (Abbildung 19).

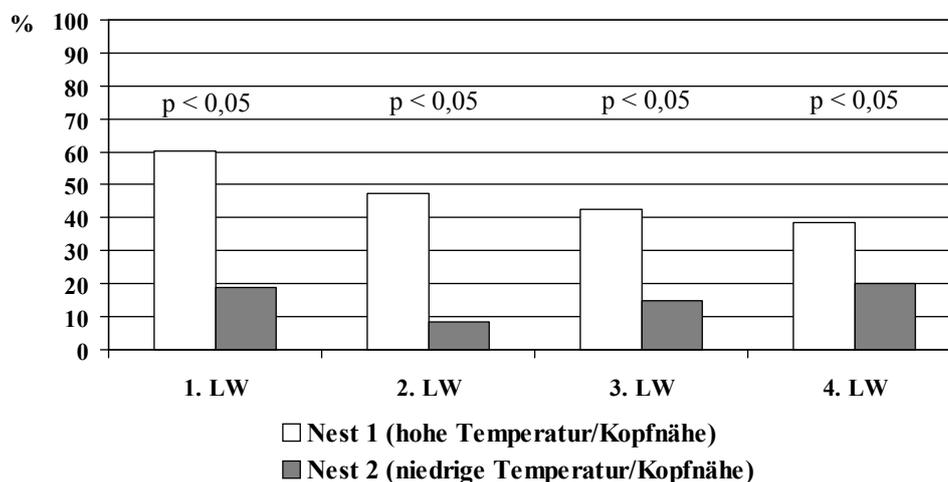


Abbildung 19: Dynamik des Liegeverhaltens der Ferkel bei einer Raumtemperatur von 18 °C im Bezug auf die Kopfnähe des Ferkelnestes – Elektroplatte/Wasserbett (Prozent bezogen auf 24 h)

Die Unterschiede zwischen den beiden Nestern von der 1. Lebenswoche bis zur 4. Lebenswoche ließen sich statistisch sichern ($p < 0,05$). Mit fortschreitendem Alter der Ferkel verringerte sich die Häufigkeit der Verhaltensweise Liegen auf dem Ferkelnest mit der höheren Starttemperatur von 60,33 % liegende Ferkel (mehr als 50 % liegende Ferkel eines Wurfes) in der ersten Lebenswoche auf 38,46 % liegende Ferkel in der vierten Lebenswoche. Die signifikant geringere Nutzung des Nestes mit der kühleren Starttemperatur in Verbindung mit der Nestposition Kopfnähe in der ersten Lebenswoche mit 18,68 % nahm zur zweiten Woche hin ab (8,39 %), danach bis zum Ende der Säugezeit wieder zu (20,23 % in der vierten Lebenswoche). Die Unterschiede von der zweiten Lebenswoche bis zur vierten Lebenswoche bei den Ferkelnestern mit der höheren Starttemperatur erwiesen sich als nicht signifikant wie auch die Unterschiede von der ersten Lebenswoche bis zur vierten Lebenswoche bei den Ferkelnestern mit der kühleren Starttemperatur. Damit deutet sich an, daß die Liegeposition in der Nähe des Kopfes (Nähe zu den grunzenden Locklauten) auch bei niedriger Ferkelnest-Oberflächentemperatur an Bedeutung gewinnt.

4.1.2.2 Einfluß der Nestposition Kopfnähe bei 26 °C Raumtemperatur

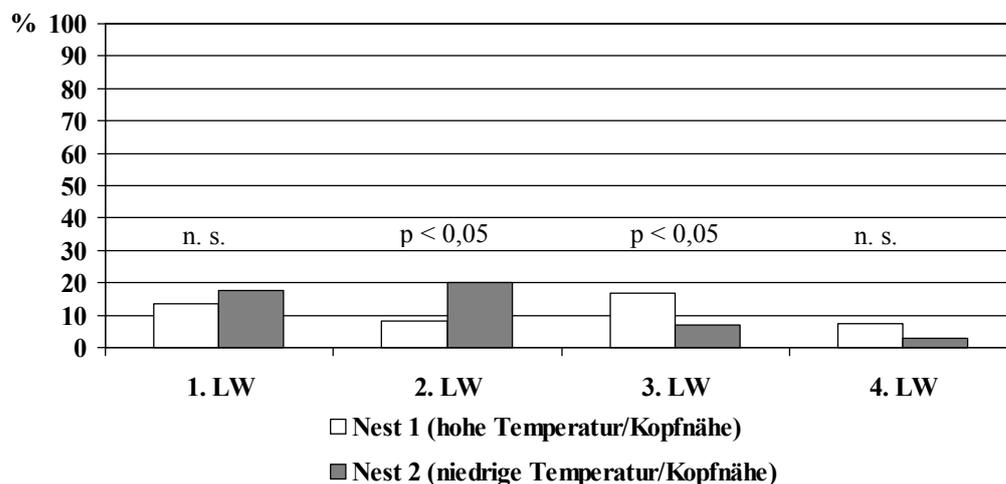


Abbildung 20: Dynamik des Liegeverhaltens der Ferkel bei einer Raumtemperatur von 26 °C im Bezug auf die Kopfnähe des Ferkelnestes – Elektroplatte/Wasserbett (Prozent bezogen auf 24 h)

Bei einer Raumtemperatur von 26 °C ergaben sich zwischen den Ferkelnestern mit der hohen Starttemperatur in Verbindung mit der Nestposition Kopfnähe keine signifikanten Unterschiede im Vergleich zu den Nestern mit der niedrigeren Starttemperatur (Abbildung 20). Die Saugferkel (über 50 % eines Wurfes) lagen in der ersten Lebenswoche auf dem Ferkelnest mit der höheren Starttemperatur zu 13,70 % des Tages und in der zweiten Lebenswoche zu 8,16 % des Tages auf dem Nest in Kopfnähe. Die zweite Woche, wie auch die dritte Lebenswoche, zeigte einen signifikanten Unterschied zwischen dem Ferkelnest mit der höheren Starttemperatur und dem Ferkelnest mit der niedrigeren Starttemperatur. In der dritten und vierten Lebenswoche gewann das Nest mit der hohen Starttemperatur in Kopfnähe weiter an Attraktivität.

4.1.2.3 Einfluß der Nestposition Gesäugenähe bei 18 °C Raumtemperatur

Beim Vergleich der Ferkelnester in Gesäugenähe ergaben sich in der Nutzung der einzelnen Nester unter Berücksichtigung der Liegebereich-Temperatur bei einer Raumtemperatur von 18 °C signifikante Unterschiede ($p < 0,05$). Die Ferkelnester mit der höheren Temperatur

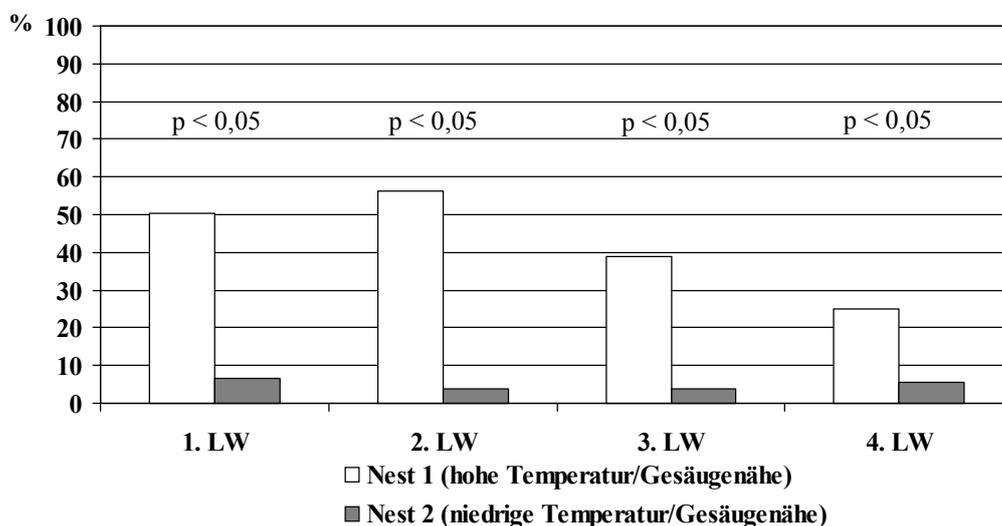


Abbildung 21: Dynamik des Liegeverhaltens der Ferkel bei einer Raumtemperatur von 18 °C im Bezug auf die Gesäugenähe des Ferkelnestes – Elektroplatte/Wasserbett (Prozent bezogen auf 24 h)

wurden bei Gesäugenähe deutlich stärker zum Liegen genutzt als wenn eine niedrige Temperatur mit der Gesäugenähe des Ferkelnestes zusammentrifft. In der ersten Lebenswoche betrug die Nutzungsdauer bei hoher Temperatur und Gesäugenähe 50,32 % des Tages (mehr als 50 % der Ferkel eines Wurfes) (Abbildung 21). In der zweiten Lebenswoche nahm dieser Prozentsatz sogar noch zu, um anschließend allmählich abzufallen (56,10 %).

In der dritten Lebenswoche sank die Inanspruchnahme des Ferkelnestes auf 39,02 % und zur vierten Lebenswoche auf 24,89 % (hohe Temperatur in Gesäugenähe). Das Ferkelnest mit der niedrigeren Starttemperatur wurde zu allen Zeitpunkten relativ selten genutzt: in der ersten Lebenswoche zu 6,75 %, zu 3,93 % in der zweiten, 3,73 % in der dritten Lebenswoche und zu 5,68 % in der vierten Lebenswoche.

4.1.2.4 Einfluß der Nestposition Gesäugenähe bei 26 °C Raumtemperatur

Bei einer Raumtemperatur von 26 °C waren die Unterschiede zwischen den Ferkelnestern mit der hohen und der niedrigeren Starttemperatur in Gesäugenähe generell gering. In der ersten

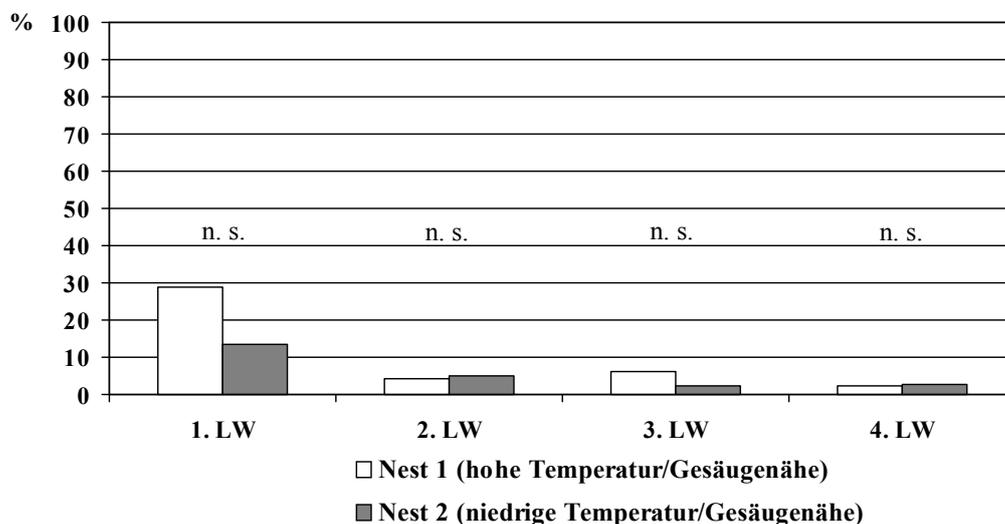


Abbildung 22: Dynamik des Liegeverhaltens der Ferkel bei einer Raumtemperatur von 26 °C im Bezug auf die Gesäugenähe des Ferkelnestes – Elektroplatte/Wasserbett (Prozent bezogen auf 24 h)

Lebenswoche suchten die Saugferkel (mehr als 50 % des Wurfes) das wärmere Ferkelnest zu 28,66 % des Tages zum Liegen auf, das kühlere Nest wurde dagegen nur zu 15,13 % der Ferkel (mehr als 50 % des Wurfes) innerhalb von 24 Stunden zum Ruhen frequentiert. Von der zweiten bis zur vierten Lebenswoche war die Nutzung des gesäugenen Ferkelnestes sehr gering. Die Temperatur (niedrigere vs. höhere Oberflächentemperatur) hatte keinen Einfluß auf das Liegeverhalten der Ferkel (Abbildung 22). Zu 4,27 % des Tages, somit deutlich geringer, wurde das wärmere Nest in der zweiten Lebenswoche von den Ferkeln (mehr als 50 % des Wurfes) genutzt.

4.1.2.5 Einfluß der Nestposition bei 18 °C Raumtemperatur

Da bei den vorangegangenen Auswertungen sich zum einen ein Einfluß der Oberflächentemperatur des Liegebereiches als auch der Position des Ferkelnestes in der Bucht (Kopfnähe, Gesäugenenähe) zeigte, wurden in einem nächsten Sortierschritt die Kombinationen von hoher Temperatur in Kopfnähe und niedrige Temperatur in Gesäugenenähe gegenübergestellt. Dabei zeigten sich bei einer Raumtemperatur von 18 °C höchst signifikante

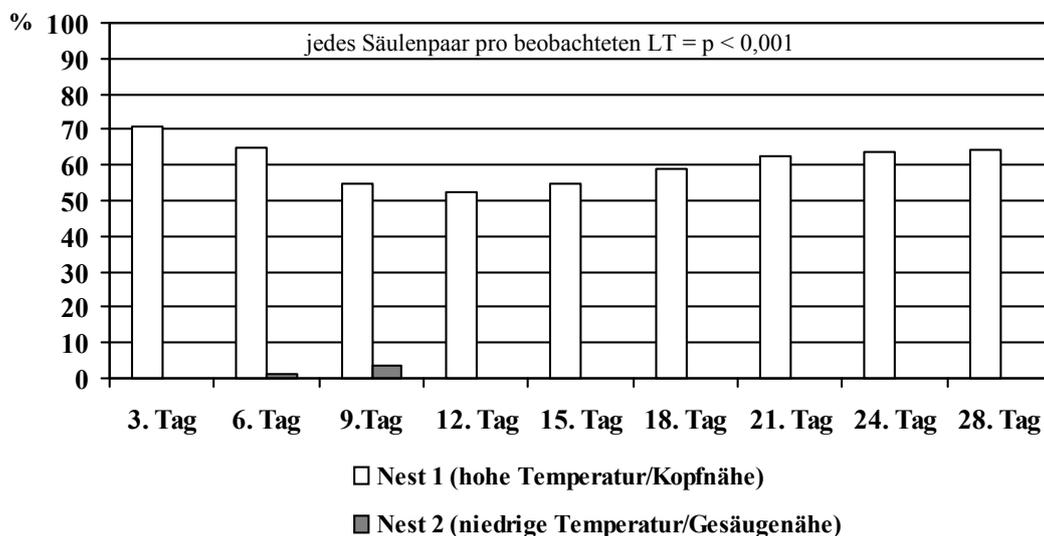


Abbildung 23: Dynamik des Liegeverhaltens der Ferkel (mehr als 50 % eines Wurfes) eines Durchganges bei einer Raumtemperatur von 18 °C im bezug auf die Nestposition (Prozent bezogen auf 24 h)

Unterschiede in der Nutzung der Ferkelnester von mehr als 50 % der Ferkel eines Wurfes (Abbildung 23). Beispielhaft wird in Abbildung 23 ein einzelner Durchgang dargestellt, bei welchem sich die Unterschiede besonders deutlich zeigten.

Das Ferkelnest mit der höheren Starttemperatur wurde am 3. Lebenstag zu 70,6 % des Tages von mehr als der Hälfte der Ferkel eines Wurfes zum Liegen genutzt.

Bis zum 12. Lebenstag verringerte sich die Nutzung des Nestes in der Kopfnähe auf 52,3 % des Tages. Am 15. Lebenstag lagen dann wieder zu 59,0 % des Tages über 50 % der Ferkel eines Wurfes auf dem Nest in Kopfnähe. Bis zum 28. Lebenstag erhöhte sich die Häufigkeit des Liegens von mehr als 50 % der Ferkel eines Wurfes auf 64,2 %. Das Nest mit der kühleren Starttemperatur in Gesäugenähe wurde nur am 6. (1,2 %) und 9. Lebenstag (3,3 %) von mehr als der Hälfte der Ferkel eines Wurfes zum Liegen genutzt.

4.1.2.6 Einfluß der Nestposition

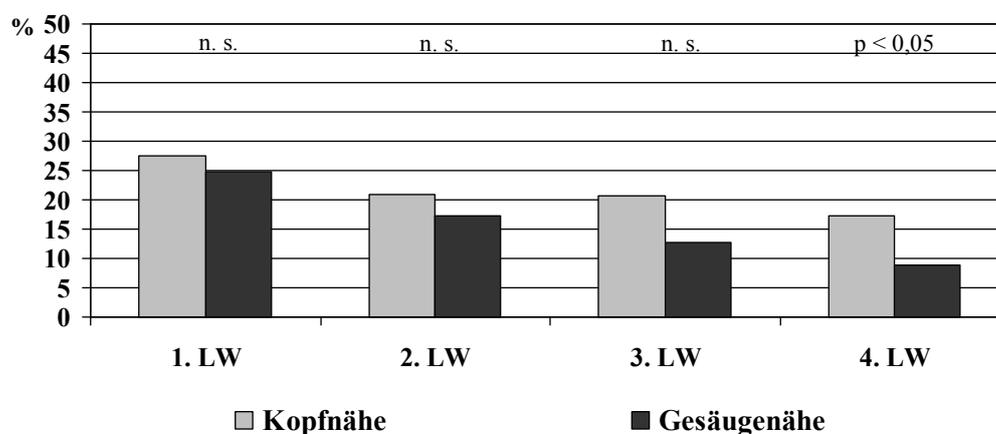


Abbildung 24: Einfluß der Nestposition auf das Liegeverhalten der Ferkel bei 18 °C bzw. 26 °C Raumtemperatur, bezogen auf 24 h (12 Durchgänge = 24 Würfe)

Bei diesem Vergleich erfolgte die Gegenüberstellung von kopfwärts und gesäugewärts gelegenen Ferkelnestern unabhängig von Nestmaterial (Wasserbett, Elektroplatte), Raumtemperatur (18 °C vs. 26 °C) und Temperatur des Liegebereiches. Zu allen Zeitpunkten lagen die Ferkel länger bzw. häufiger auf dem in Kopfnähe der Muttersau angeordneten Ferkelnest. In den ersten drei Lebenswochen war die Differenz nicht signifikant, in der vierten

Woche ließ sich der Unterschied statistisch sichern ($p < 0,05$; Abbildung 24). In der ersten Lebenswoche wurde das Ferkelnest in Kopfnähe zu 27,57 % von den Saugferkeln (mehr als 50 % der Ferkel eines Wurfes) genutzt und in der vierten Lebenswoche zu 17,21 % des Tages. Das Ferkelnest in der Nähe des Gesäuges wurde in der ersten Lebenswoche zu 24,81 % und in der vierten Lebenswoche zu 8,95 % des Tages von mehr als 50 % der Ferkel eines Wurfes zum Liegen aufgesucht (Abbildung 24).

4.2 Zeitdauer nach der Geburt bis zum Liegen im Ferkelnest

In den Untersuchungen wurde das Geburtsgeschehen aufgezeichnet und im Hinblick auf das erste Erreichen des Nestes mit darauf folgendem Liegen der Saugferkel ausgewertet. Es wurde unterschieden: die Zeit, bis das erste Ferkel auf dem Nest lag, und die Zeitdauer, bis alle Ferkel auf einem Ferkelnest lagen. Die Zeiten bis zum Erreichen des Ferkelnestes nach der Geburt waren sehr unterschiedlich. Sie betragen im Durchschnitt bei den Warmwasserbetten 16 Minuten und bei den Elektroplatten im Mittel 22 Minuten (Abbildung 25). Es wurden jedoch auch Ferkel beobachtet, die nach über 10 Stunden noch kein Nest zum Liegen aufgesucht hatten, sondern sich innerhalb der ersten Stunden nur in der Nähe der Sau positionierten.

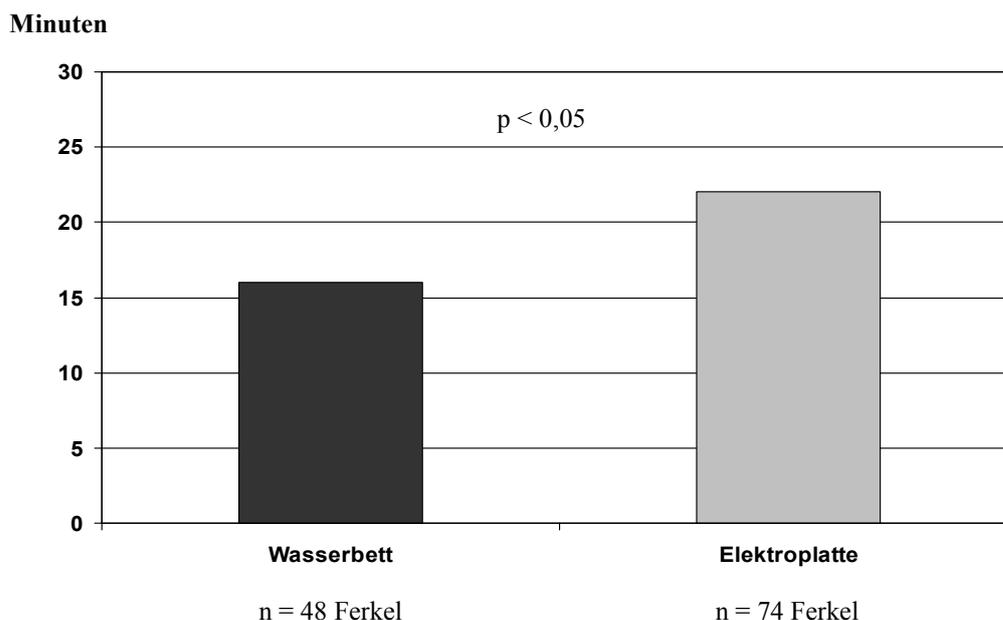


Abbildung 25: Zeitdauer bis zum ersten Liegen eines Ferkels auf dem Nest

Die kürzeste Zeitdauer von der Geburt bis zum ersten Liegen auf einem Ferkelnest lag bei 2,04 Minuten (Warmwasserbett) und die längste beobachtete Zeit bei 117,52 Minuten (Elektroplatte).

Bis sich alle Ferkel auf einem Ferkelnest zum Ruhen einfanden, verstrichen bei den Warmwasserbetten im Mittel 548 Minuten (9,1 Stunden) und bei den Elektroplatten 1094 Minuten (18,2 Stunden) (Abbildung 26). Somit benötigten die Ferkel bei den Elektroplatten doppelt soviel Zeit, das Ferkelnest zu erkennen, als die Ferkel in der Bucht mit den Warmwasserbetten.

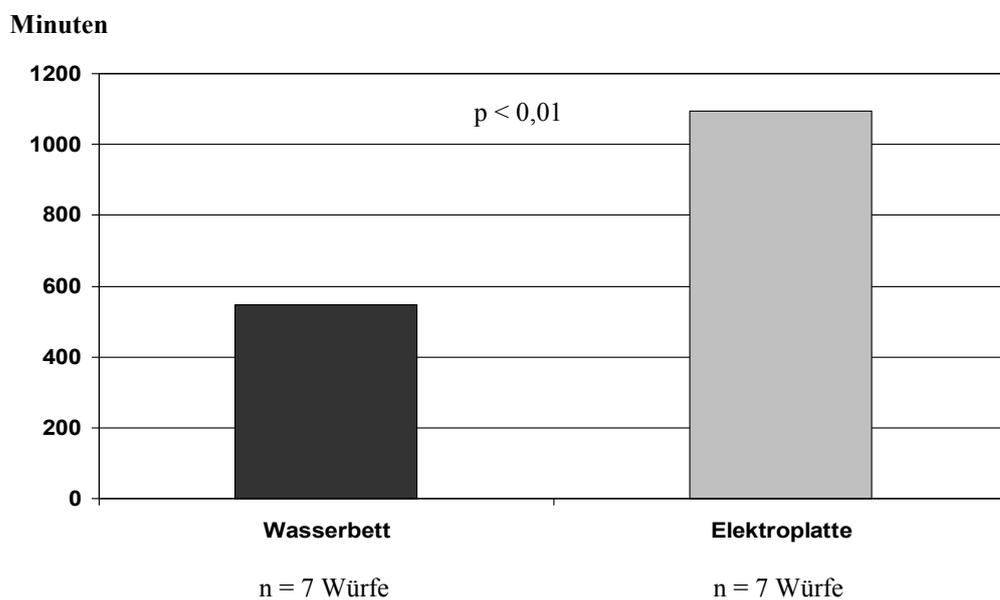


Abbildung 26: Zeitdauer bis alle Ferkel auf einem Ferkelnest lagen

4.3 Energieverbrauch

Der Energieverbrauch der Elektroplatten ohne oder mit aufgelegten Warmwasserbetten wurde im Rahmen dieser Untersuchung kontinuierlich analysiert, um die Beziehungen zwischen Liegeverhalten, Raum- und Oberflächentemperatur und Elektroenergieaufnahme aufzuklären. Es handelte sich bei beiden Ferkelnestsystemen um stufenlos regelbare, fest im Boden verankerte Elektro-Fußbodenheizungen mit einer Kunststoffoberfläche. Die Messungen erfolgten über die gesamte 28-tägige Säugezeit. Beide Ferkelnestsysteme wurden entsprechend dem Alter der Ferkel je Lebenswoche um 2 Kelvin heruntergeregelt worden.

4.3.1 Energieaufwand bei den Elektroplatten und den Wasserbetten bei einer Raumtemperatur von 18 °C

Bei einer Raumtemperatur von 18 °C lag die mittlere Energieaufnahme bei den Elektroplatten mit einer Starttemperatur von 30 °C bzw. 34 °C bei 70,35 Watt. Die Elektroplatten, welche mit einer Starttemperatur von 34 °C bzw. 36 °C betrieben

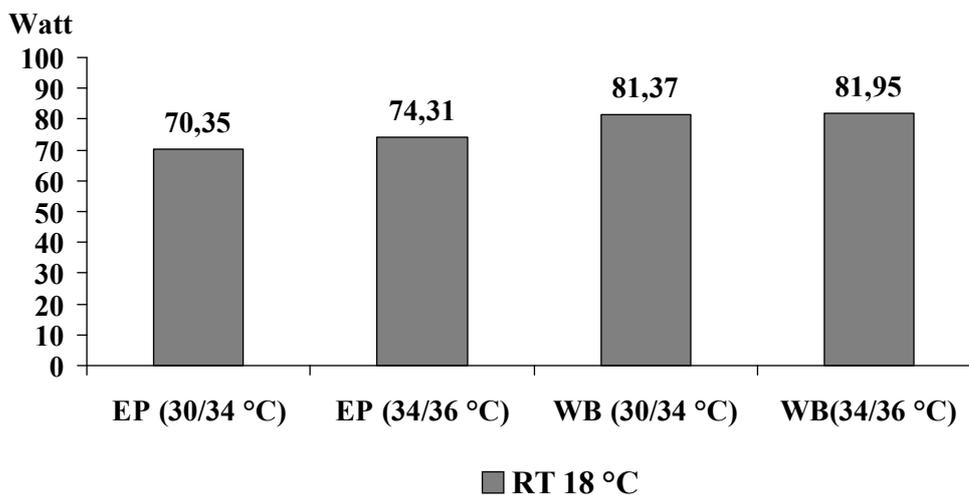


Abbildung 27: Elektroenergieaufwand bei den Elektroplatten und den Warmwasserbetten bei 18 °C Raumtemperatur, bezogen auf alle 4 Lebenswochen, (4 Durchgänge = 8 Würfe; mittlere Leistungsaufnahme in Watt)

wurden, wiesen einen Elektroenergieaufwand von bis zu 74,3 Watt auf. 81,4 Watt verbrauchten die Warmwasserbetten mit einer Starttemperatur von 30 °C bzw. 34 °C. Der Energieaufwand bei den Warmwasserbetten, welche mit der höheren Starttemperatur (34 °C/36 °C) betrieben wurden, betrug 82,0 Watt (Abbildung 27). Der Elektroenergieaufwand innerhalb der beiden Nestarten unterschied sich kaum. Der Verbrauch bei den Warmwasserbetten war allerdings tendenziell höher als bei den Thermoplatten.

4.3.2 Energieaufwand bei den Elektroplatten und den Wasserbetten bei einer Raumtemperatur von 26 °C

Bei einer Raumtemperatur von 26 °C lag der Energieverbrauch bei den Elektroplatten mit einer Starttemperatur von 30 °C bzw. 34 °C im Mittel bei 9,9 Watt. Die Elektroplatten, welche mit einer Starttemperatur von 34 °C bzw. 36 °C betrieben wurden, wiesen einen Elektroenergieaufwand von durchschnittlich 25,8 Watt auf. 10,5 Watt verbrauchten die Warmwasserbetten mit einer Starttemperatur von 30 °C bzw. 34 °C.

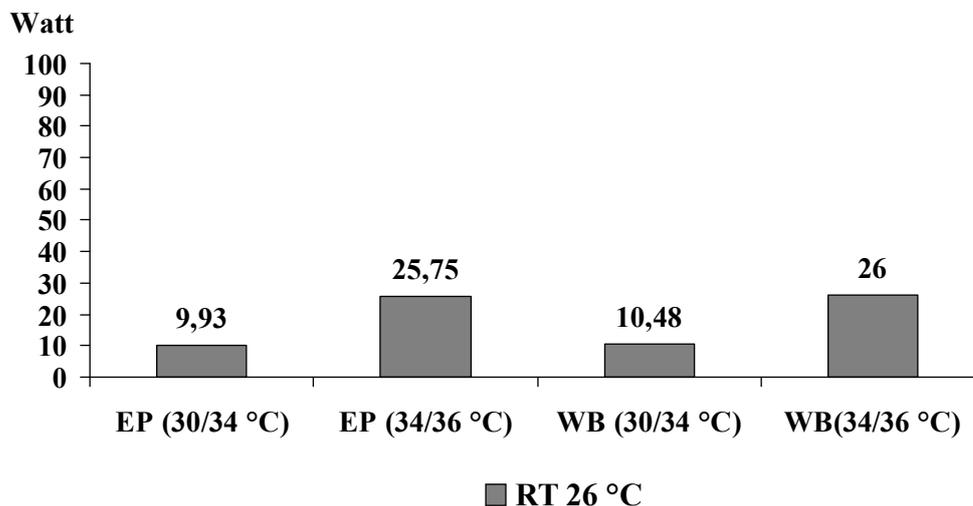


Abbildung 28: Elektroenergieaufwand bei den Elektroplatten und den Warmwasserbetten bei 26 °C Raumtemperatur, bezogen auf alle 4 Lebenswochen, (4 Durchgänge = 8 Würfe; mittlere Leistungsaufnahme in Watt)

Der Energieaufwand bei den Warmwasserbetten, welche mit Temperaturen von 34 °C bzw. 36 °C gestartet wurden, betrug 26,0 Watt (Abbildung 28). Der Elektroenergieaufwand innerhalb der Nestart unterschied sich deutlich, jedoch nicht signifikant. Der Elektroenergieaufwand für die Elektroplatten und für die Beheizung der Warmwasserbetten mit den gleichen Starttemperaturen war nahezu identisch.

4.3.3 Energieaufwand bei den Elektroplatten und den Warmwasserbetten im Bezug zu den einzelnen Lebenswochen

Die Temperatur der beiden Ferkelnestsysteme konnte stufenlos eingestellt werden und wurde jede Lebenswoche um 2 Kelvin reduziert. Der kWh-Verbrauch wurde einmal in der Woche an den Stromzählern abgelesen, notiert und in den Leistungsbedarf in Watt umgerechnet. Je nach Versuchseinstellung starteten die Ferkelnester mit einer Temperatur von 30 °C, 34 °C oder 36 °C.

4.3.3.1 Energieaufwand bei den Elektroplatten und den Warmwasserbetten im Bezug zu den einzelnen Lebenswochen bei einer Raumtemperatur von 18 °C

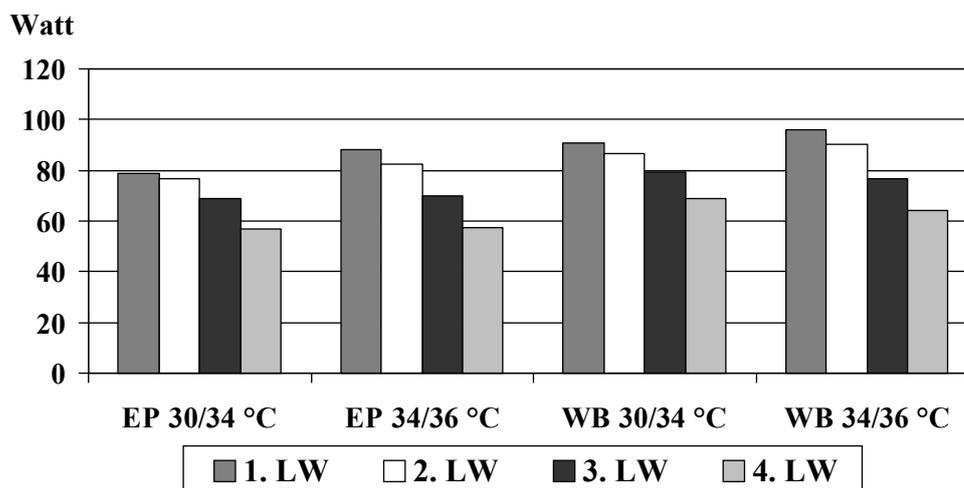


Abbildung 29: Energieverbrauch der Elektroplatten und Warmwasserbetten bei einer Raumtemperatur von 18 °C (bezogen auf die einzelnen Lebenswochen)

Bei einer Raumtemperatur von 18 °C lag der Energieaufwand in der ersten Lebenswoche im Mittel bei 88,5 Watt, wobei hier das Warmwasserbett den höchsten Energieaufwand von 96,1 Watt aufwies (Abbildung 29). In der zweiten Lebenswoche reduzierte sich der Elektroenergieaufwand um 4,5 Watt auf 84,0 Watt. 73,7 Watt konnten in der dritten Lebenswoche als Energieaufwand im Durchschnitt ermittelt werden, was einer weiteren Reduzierung um 10,3 Watt entspricht. Die vierte Lebenswoche zeichnete sich durch einen noch weiteren Rückgang des Leistungsbedarfes von 11,9 Watt auf 61,7 Watt aus. Da pro Woche nur ein Wert in die Darstellung einging (Mittelwerte aus 8 Durchgängen), konnte keine Signifikanzprüfung stattfinden.

4.3.3.2 Energieaufwand bei den Elektroplatten und den Warmwasserbetten im Bezug zu den einzelnen Lebenswochen bei einer Raumtemperatur von 26 °C

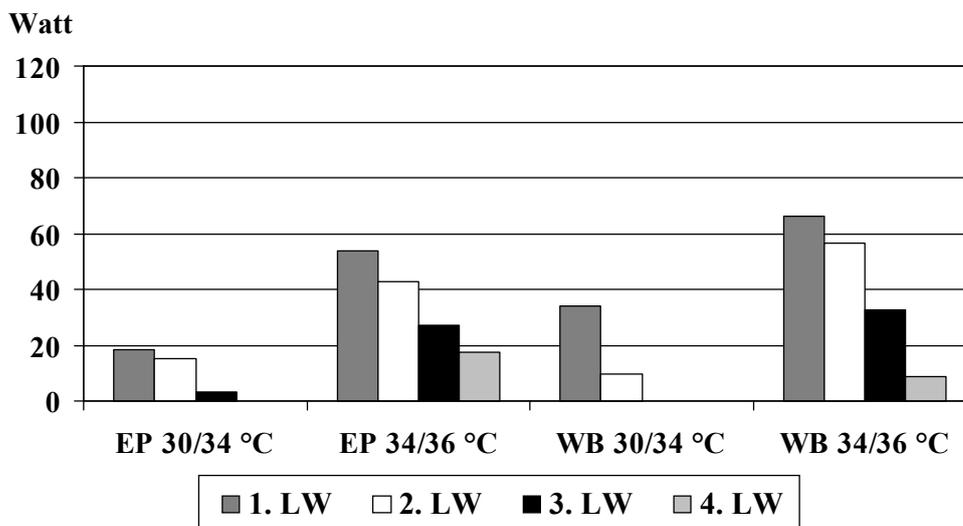


Abbildung 30: Energieverbrauch der Elektroplatten und der Warmwasserbetten bei einer Raumtemperatur von 26 °C (bezogen auf die einzelnen Lebenswochen)

Bei einer Raumtemperatur von 26 °C lag der Energieaufwand in der ersten Lebenswoche im Mittel bei 43,2 Watt, wobei hier das Warmwasserbett im Vergleich zu der Elektroplatte mit derselben Temperatureinstellung einen höheren Energieaufwand zu verzeichnen hatte. In der zweiten Lebenswoche reduzierte sich

der Elektroenergieaufwand um 12,1 Watt auf 31,1 Watt. Der Energieaufwand konnte im Durchschnitt der vier Ferkelnestvarianten auf 15,7 Watt reduziert werden, was einer weiteren Reduzierung von 15,4 Watt entspricht. Der Leistungsbedarf in der vierten Lebenswoche zeichnete sich durch einen noch weiteren Rückgang von 8,8 Watt auf 6,5 Watt aus. Es konnte - wie auch bei einer Raumtemperatur von 18 °C - eine kontinuierliche Verringerung der Leistungsaufnahme bei der Elektroplatte sowie beim Warmwasserbett je Lebenswoche nachgewiesen werden.

4.3.3.3 Gesamtenergieaufwand bei den Elektroplatten und den Warmwasserbetten bei 18 °C und 26 °C Raumtemperatur

Beim Vergleich des Gesamtenergieaufwandes für die jeweiligen Ferkelnestssysteme (Abbildung 31) zeigten sich erwartungsgemäß große Unterschiede zwischen dem Energieverbrauch bei 18 °C Raumtemperatur und dem Energieverbrauch bei 26 °C Raumtemperatur.

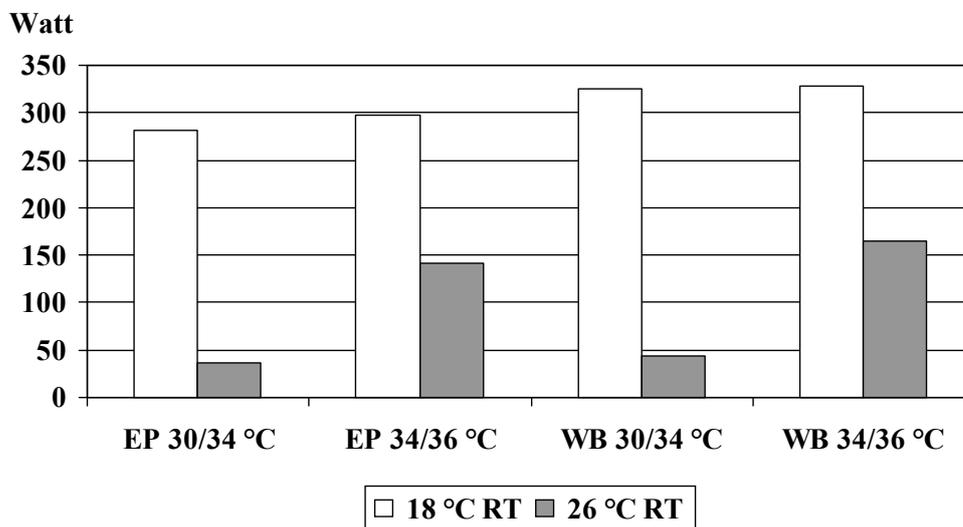


Abbildung 31: Vergleich des Gesamtenergiebedarfes der Elektroplatten und Warmwasserbetten bei 18 °C und 26 °C Raumtemperatur (4 Wochen zusammengefaßt)

Der Gesamtleistungsbedarf während der 28-tägigen Säugezeit betrug für die Warmwasserbetten im Mittel bei 18 °C Raumtemperatur 326,30 Watt und bei den Elektroplatten 289,46 Watt. Innerhalb der vier Wochen Säugezeit bei einer Stalllufttemperatur von 26 °C wurde für die Elektroplatten im Durchschnitt ein Elektroenergieaufwand von 89,16 Watt und von den Elektroplatten mit aufgelegtem Wasserbett 103,99 Watt gemessen.

4.4 Lebendmasseentwicklung der Ferkel

In die Untersuchungen wurden 321 Ferkel von 24 Sauen aus 12 Durchgängen einbezogen. Die mittlere Wurfgröße bei der Geburt nahm einen Wert von 12,9 an (Tabelle 8). Die Anzahl lebend geborener Ferkel schwankte zwischen 9 und 17 pro Wurf. Es war vorgesehen, die Wurfgröße nach der Abferkelung auf 10 bis 12 zu standardisieren. Gelegentlich war dies nicht zu realisieren, da keine Möglichkeiten zum Umsetzen von Ferkeln bestanden.

Die Wurfgröße beim Absetzen lag zwischen 9 und 14 Ferkeln. Nur in einem Fall betrug trotz Wurfausgleich die Absetzgröße lediglich 8 Ferkel. Es konnte eine gute Standardisierung bezüglich der Ferkelanzahl je Sau in den einzelnen Varianten erreicht werden.

Während der Untersuchungen war darauf geachtet worden, nach Möglichkeit keine Erstlingssauen einzubeziehen, um zu großen Schwankungen z. B. in Wurfgröße und Geburtssmasse vorzubeugen. Es gingen eine Jungsau (JS) und 23 Altsauen (AS) in die Untersuchungen ein.

Die Geburtssmasse der 321 untersuchten lebend geborenen Ferkeln betrug im Mittel 1,43 kg mit einem Minimum von 580 g und einem Maximum von 2320 g. Die Ferkel mit geringer Geburtssmasse wurden in den Untersuchungen belassen und auch erfolgreich mit einer Absetzmasse von minimal 5,77 kg am 28. Lebenstag abgesetzt. Die mittlere Geburtssmasse nahm mit zunehmender Wurfgröße ab.

Das Verhältnis zwischen männlichen und weiblichen Ferkeln betrug annähernd 1:1 (163 männliche Ferkel und 158 weibliche Ferkel). Die männlichen Ferkel hatten im Durchschnitt eine Geburtssmasse von 1484 g und die weiblichen Saugferkel eine Geburtsgewicht von 1428 g ($p < 0,05$).

Tabelle 8: Verteilung der Wurfgrößen (lebend geborene Ferkel) bei der Geburt

| Ferkelanzahl | Häufigkeit |
|--------------|------------|
| 9 | 3 |
| 10 | 0 |
| 11 | 3 |
| 12 | 6 |
| 13 | 2 |
| 14 | 3 |
| 15 | 3 |
| 16 | 3 |
| 17 | 1 |

Die Geburtmassen der Jungsauenferkel (im Mittel 1,24 kg) waren erwartungsgemäß geringer als die der Ferkel von Altsauen (im Mittel 1,44 kg).

Die Lebendmasseentwicklung konnte von 274 lebend geborenen Ferkeln von der Geburt bis zum Absetzen erfaßt werden. Zwischen den Ferkel beider Ferkelnestsysteme und beider Raumtemperaturvarianten traten keine Unterschiede in der mittleren Geburtsmasse auf (1,43 kg). Die mittlere Absetzmasse im Alter von vier Lebenswochen betrug 8,08 kg. Die täglichen Zunahmen in den vier Varianten (18 °C bzw. 26 °C; Wasserbett oder Thermoplatte) lagen zwischen 231 g und 246 g und waren nicht signifikant unterschiedlich voneinander. Den höchsten Wert mit 246 g erzielten die Ferkel der Elektroplatten bei 26 °C Raumtemperatur (Tabelle 9)

Tabelle 9: Tägliche Zunahmen in Abhängigkeit von den unterschiedlichen Raumtemperaturen sowie Nesttypen (Ferkelstarter ab 21. LT zugefüttert)

| Alter | 18 °C EP | 18 °C WB | 26 °C EP | 26 °C WB |
|-----------------|----------|----------|----------|----------|
| 1. LW | 174 g | 169 g | 217 g | 177 g |
| 2. LW | 256 g | 260 g | 257 g | 241 g |
| 3. LW | 279 g | 277 g | 250 g | 233 g |
| 4. LW | 231 g | 249 g | 259 g | 273 g |
| Ø tägl. Zunahme | 235 g | 239 g | 246 g | 231 g |

Die täglichen Zunahmen in der ersten Lebenswoche schwankten zwischen 169 g in der Bucht mit den Warmwasserbetten bei 18 °C Raumtemperatur und 217 g in der Bucht mit den Elektroplatten bei 26 °C Raumtemperatur. In der Zusammenfassung der Ferkelnestvarianten (Thermoplatte bzw. Wasserbett) bei den beiden Raumtemperaturvarianten (18 °C bzw. 26 °C) hatten die Ferkel in der Bucht mit den Elektroplatten im Durchschnitt in der ersten Lebenswoche 23 g höhere tägliche Zunahmen als die Ferkel in der Bucht mit den Warmwasserbetten (Tabelle 10). In der zweiten Lebenswoche lagen die durchschnittlichen täglichen Zunahmen zwischen 241 g und 260 g in der Bucht mit Warmwasserbetten, die täglichen Zunahmen in der Abferkelbucht mit Elektroplatten lagen mit 256 g und 257 g dazwischen. Somit waren die täglichen Zunahmen in der Bucht mit den Elektroplatten in der zweiten Lebenswoche 6 g höher als bei den Warmwasserbetten. Im Mittel konnten in der dritten Lebenswoche bei den Ferkeln auf den Warmwasserbetten tägliche Zunahmen von 255 g und in der Bucht mit Elektroplatten von 265 g festgestellt werden. Ab dem 21. Lebenstag wurden die Saugferkel mit einem Ferkelstarter zugefüttert. In der vierten Lebenswoche erzielten die Ferkel auf den Warmwasserbetten 16 g höhere tägliche Zunahmen als die Saugferkel auf den Elektroplatten (245 g). Während der gesamten Säugezeit waren die täglichen Zunahmen sehr ausgeglichen. Der geringe Vorteil von 6 g höheren täglichen Zunahmen ließ sich nicht statistisch sichern und muß demzufolge als zufällig betrachtet werden.

Tabelle 10: Tägliche Zunahmen in Abhängigkeit von den unterschiedlichen Nesttypen

| Alter | EP (18/26 °C) | WB (18/26 °C) |
|-----------------|------------------|------------------|
| 1. LW | 196 g | 173 g |
| 2. LW | 257 g | 251 g |
| 3. LW | 265 g | 255 g |
| 4. LW | 245 g | 261 g |
| Ø tägl. Zunahme | 241 g | 235 g |

Bei einer Raumtemperatur von 18 °C erreichten die Ferkel in der ersten Lebenswoche durchschnittliche tägliche Zunahmen von 171 g und bei einer

Raumtemperatur von 26 °C 197 g ($p < 0,05$) (Tabelle 11). In der zweiten Lebenswoche nahmen die Ferkel bei einer Raumtemperatur von 18 °C um 9 g pro Tag mehr zu als die Ferkel bei einer Stalllufttemperatur von 26 °C. Die täglichen Zunahmen in der dritten Lebenswoche lagen bei einer Umgebungstemperatur von 18 °C bei 278 g und bei 26 °C bei 241 g ($p < 0,05$).

Entscheidend ist jedoch das Ergebnis, daß bei beiden divergierenden Stalltemperaturwerten nahezu identische Zunahmen von 237 g (bei 18 °C Raumtemperatur) bzw. 238 g (bei 26 °C Raumtemperatur) erzielten. Bei der Interpretation der Ergebnisse ist die vergleichsweise große, wenn auch unterschiedlich beheizte Liegefläche (2 x 0,48 m² pro Bucht), die insgesamt sehr gute Umweltsituation für die Tiere (nur ein Wurf pro Bucht, hohe Luftrate, gute Betreuung) und die maternale Leistung zu berücksichtigen.

Tabelle 11: Tägliche Zunahmen in Beziehung zu den unterschiedlichen Raumtemperaturen

| Alter | 18 °C (EP/WB) | 26 °C (EP/WB) |
|-----------------|------------------|------------------|
| 1. LW | 171 g | 197 g |
| 2. LW | 258 g | 249 g |
| 3. LW | 278 g | 241 g |
| 4. LW | 240 g | 266 g |
| Ø tägl. Zunahme | 237 g | 238 g |

Die 264 untersuchten Ferkel unterschieden sich in ihren Lebendmassezunahmen und ihrer Absetzmasse deutlich in Zuordnung zu ihrer genetischen Herkunft voneinander. Die Ferkel der Rasse Deutsche Landrasse hatten die höchsten täglichen Zunahmen von durchschnittlich 279 g. Die Saugferkel der Kreuzung aus Pi x DE erreichten Tageszunahmen von 252 g, gefolgt von den Ferkeln der Rasse Piétrain mit 246 g/Tag. Die geringsten täglichen Zunahmen von im Mittel 192 g wiesen die Ferkel der Kreuzung Pi x Du auf. Dabei ist der insgesamt vergleichsweise geringe Stichprobenumfang in den einzelnen genetischen Gruppen zu beachten.

4.5 Dokumentation der Ferkelverluste

Alle Ferkelverluste wurden dokumentiert (Tabelle 12). Es gingen 321 lebend geborene Ferkel in die Untersuchungen ein und 274 Ferkel konnten abgesetzt werden. Die Ferkelverlustrate betrug demzufolge 14,6 %. Die Wurfgröße variierte von 8 bis 14 Ferkel, wobei ein Wurfausgleich erfolgte und im Durchschnitt 13,2 Ferkel je Sau vorhanden waren. Die Verlustrate lag bei einer Raumtemperatur von 18 °C zwischen 16,2 und 21,2 Prozent (Mittelwert = 18,8 Prozent) und bei 26 °C Abteiltemperatur zwischen 10,5 und 10,9 Prozent (Durchschnittswert = 10,7 Prozent). In der Bucht mit Elektroplatten traten bei 18 °C Raumtemperatur Ferkelverluste von 16,2 Prozent auf, wohingegen bei einer Umgebungstemperatur von 26 °C die Verlustrate 10,5 Prozent betrug. In der Bucht, die mit Warmwasserbetten ausgestattet war, lag bei einer Raumtemperatur von 18 °C die Verlustrate bei 21,2 Prozent, und bei einer Raumtemperatur von 26 °C traten Ferkelverluste in Höhe von 10,9 Prozent auf.

Tabelle 12: Ferkelverluste (1. bis 28. LT) bei den unterschiedlichen Ferkelnestsystemen unter Berücksichtigung der verschiedenen Raumtemperaturen.

| | 18 °C EP/WB | 26 °C EP/WB | 18 °C EP | 18 °C WB | 26 °C EP | 26 °C WB |
|-------------------------|----------------|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Würfe | 12 | 12 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| leb. geb. Ferkel (n) | 154 | 167 | 74 | 80 | 85 | 82 |
| tot geb. Ferkel | 9 | 3 | 4 | 5 | 0 | 3 |
| Ferkel gesamt | 163 | 170 | 78 | 85 | 85 | 85 |
| Ferkelabgänge (n) | 29 | 18 | 12 | 17 | 9 | 9 |
| Ferkelverluste (%) | 18,8 | 10,7 | 16,2 | 21,2 | 10,5 | 10,9 |
| Erdrückungsverluste (n) | 25 | 14 | 10 | 15 | 8 | 6 |
| leb. aufgez. Ferkel (n) | 125 | 149 | 62 | 63 | 76 | 73 |

Die Abgangsursachen wurden zwei Hauptgruppen, den Erdrückungsverlusten und den Ferkelabgängen durch Krankheit, wie zum Beispiel Durchfall, zugeordnet. Hauptursache der Ferkelabgänge waren Erdrückungsverluste mit einem Anteil von 82,9 Prozent. Die Verluste durch Krankheit und Lebensschwäche machten 17,1 Prozent aus, (Tabelle 13).

Tabelle 13: Übersicht über die prozentuale Verteilung der Abgangsursachen

| Verluste bei: | Erdrückungsverluste | | Sonstige Verluste | |
|----------------|---------------------|------|-------------------|------|
| | n | % | n | % |
| WB | 21 | 80,7 | 5 | 19,3 |
| WB 18 °C | 15 | 88,2 | 2 | 11,8 |
| WB 26 °C | 6 | 66,7 | 3 | 33,3 |
| EP | 18 | 85,7 | 3 | 14,3 |
| EP 18 °C | 10 | 83,3 | 2 | 16,7 |
| EP 26 °C | 8 | 88,9 | 1 | 11,1 |
| 18 °C | 25 | 86,2 | 4 | 13,8 |
| 26 °C | 14 | 77,7 | 4 | 22,3 |
| Gesamtverluste | 39 | 82,9 | 8 | 17,1 |

Wie Tabelle 13 zeigt, sind die Verluste durch Erdrücken bei den Elektroplatten um 5 Prozent höher als bei den Warmwasserbetten. Die geringsten Erdrückungsverluste (66,7 %) wurden bei der Ferkelnestvariante Warmwasserbett bei einer Raumtemperatur von 26 °C beobachtet, wohingegen diese Verluste bei der Elektroplatte um 22,2 Prozent höher waren. Die Ferkelverluste durch Schwäche oder Gelenkentzündung traten vorwiegend bei einer Raumtemperatur von 26 °C in der Bucht mit dem aufgelegtem Wasserbett (33,3 %) auf. Bei einer Umgebungstemperatur von 18 °C ergaben sich Erdrückungsverluste von 86,2 Prozent und bei einer Stalllufttemperatur von 26 °C lag die Verlustrate durch Erdrückung bei 77,6 Prozent.

Im Rahmen der Untersuchungen konnten 47 Ferkelabgänge dokumentiert werden. Die Erdrückungsverluste traten zu 100 Prozent in der ersten Lebenswoche auf. 92,3 Prozent der Erdrückungsverluste waren in den ersten drei Tagen zu beobachten. Die Ferkelverluste durch Lebensschwäche und Krankheit waren zu 62,5 Prozent der 1. Lebenswoche und zu je 12,5 Prozent der 2. Lebenswoche wie auch der 3. und 4. Lebenswoche zuzuordnen. Insgesamt traten 93,6 Prozent aller Verluste in der ersten Lebenswoche auf.

4.6 Luft- und Oberflächentemperatur

Die Stalllufttemperatur der Klimakammern und die jeweiligen Oberflächentemperaturen der Ferkelnester wurden fünfmal pro Lebenswoche manuell mit einem digitalen Temperaturfühler der Firma Testo gemessen. Zusätzlich nahmen die Tinytags alle zehn Minuten während eines kompletten Durchganges die Temperaturdaten auf. Somit ergaben sich 5760 Messungen innerhalb der 12 Durchgänge.

4.6.1 Temperatur in der Abferkelbucht

Die Temperaturführung innerhalb der Abferkelbucht konnte dank der Klimakammern sehr präzise realisiert werden. Die Raumtemperatur wurde mittels der Tinytags auf ihre Konstanz geprüft. Die Tinytags nahmen im Schnitt 5000 Messungen innerhalb eines Durchganges vor. Zwischen den beiden Abferkelbuchten bzw. Stallabteilen konnten keine signifikanten Unterschiede bezüglich der Raumtemperatur nachgewiesen werden.

Tabelle 14: Darstellung der Sollwerte und ihrer dazugehörigen gemessenen Daten der Raumtemperatur

| Tinytagmessungen (n) | Sollwert | mittlere gemessene Raumtemperatur |
|-------------------------|----------|--------------------------------------|
| 5155 | 18 °C | 19,1 °C |
| 5305 | 18 °C | 18,4 °C |
| 5159 | 18 °C | 18,8 °C |
| 4828 | 18 °C | 19,5 °C |
| 4890 | 18 °C | 19,7 °C |
| 5017 | 18 °C | 18,5 °C |
| 5397 | 26 °C | 27,0 °C |
| 4448 | 26 °C | 26,4 °C |
| 6127 | 26 °C | 26,5 °C |
| 6112 | 26 °C | 27,0 °C |
| 5155 | 26 °C | 26,8 °C |
| 4449 | 26 °C | 25,9 °C |

4.6.2 Oberflächentemperatur der Ferkelnestssysteme (Warmwasserbett/Elektroplatte)

In den beiden Abferkelbuchten wurden die Oberflächentemperaturen der jeweils zwei Ferkelnester fünfmal pro Lebenswoche gemessen, und gegebenenfalls wurde die Nesttemperatur korrigiert. Die Oberflächentemperaturen der Warmwasserbetten wurden 160-mal und die der Elektroplatten 320-mal innerhalb von vier Lebenswochen aufgenommen. Die Temperaturschwankungen zwischen den einzelnen Meßpunkten betrug bei den Warmwasserbetten im Mittel 0,2 °C und bei den Elektroplatten im Mittel 0,8 °C.

Tabelle 15: Ergebnisse der Messungen der Oberflächentemperatur der Ferkelnestssysteme Warmwasserbett und Elektroplatte – Zusammenfassung aller Messdaten in Zuordnung zur Solltemperatur

| Nestart | Solltemperatur (°C) | n | \bar{x} (°C) | s |
|----------------|---------------------|------|----------------|-----|
| Warmwasserbett | 36 | 240 | 36,2 | 0,2 |
| Warmwasserbett | 34 | 480 | 34,1 | 0,2 |
| Warmwasserbett | 32 | 480 | 32,2 | 0,1 |
| Warmwasserbett | 30 | 1040 | 30,2 | 0,1 |
| Warmwasserbett | 28 | 720 | 27,9 | 0,1 |
| Warmwasserbett | 26 | 880 | 26,1 | 0,1 |
| Elektroplatte | 36 | 480 | 36,4 | 1,6 |
| Elektroplatte | 34 | 960 | 34,3 | 1,3 |
| Elektroplatte | 32 | 960 | 32,4 | 1,3 |
| Elektroplatte | 30 | 2080 | 30,3 | 0,8 |
| Elektroplatte | 28 | 1440 | 28,2 | 0,3 |
| Elektroplatte | 26 | 1760 | 26,3 | 0,2 |

Die Ergebnisse der Messungen der Oberflächentemperatur auf beiden Ferkelnest-Varianten (Warmwasserbett vs. Elektroplatte) ergaben eine sehr gute Übereinstimmung mit den vorgegebenen Sollwerten, wenngleich der Regelaufwand nicht unerheblich war. Erwartungsgemäß war die Oberflächentemperatur auf dem Warmwasserbett – bedingt durch das Füllmedium Wasser – homogener als auf der Thermoplatte (Tabelle 15).

In Tabelle 15 sind die einzelnen Solltemperaturwerte und ihre dazugehörigen Abweichungen detailliert dargestellt. Bei den Temperatureinstellungen (Warmwasserbett) 36 °C und 34 °C betrug innerhalb von 720 Messungen die Standardabweichung 0,2 zwischen den einzelnen Meßpunkten und bei einer Temperaturregelung unter 34 °C (3120 Messungen) lag die

Standardabweichung bei 0,1. Die Elektroplatten wiesen im Mittelwert etwas höhere Schwankungen auf. Zwischen den einzelnen Meßpunkten betrug die Standardabweichung bei einer Nesttemperatur von 36 °C nach 480 Messungen 1,6 und bei der Nesttemperatur von 34 °C 1,3 (960 Messungen). Nach 2080 Messungen bei einem Sollwert von 30 °C zeichnete sich eine Standardabweichung von 0,8 ab. Die geringste Standardabweichung von 0,2 konnte bei der Thermoplatte mit einer Oberflächentemperatur von 26 °C nachgewiesen werden.

Im abschließenden Vergleich betrug die Standardabweichung für die Oberflächentemperatur auf dem Wasserbett lediglich 0,1 bis 0,2 Grad. Der entsprechende statistische Parameter bei der Thermoplatte lag deutlich höher (bis 1,6 Grad) und sank mit abnehmender Solltemperatur.

4.6.3 Dokumentation der Reduzierung der Oberflächentemperatur der Ferkelnester

Die Oberflächentemperaturen der beiden Ferkelnestvarianten (Elektroplatte/Warmwasserbett) wurden in jeder Lebenswoche um 2 Kelvin reduziert (Abbildung 32).

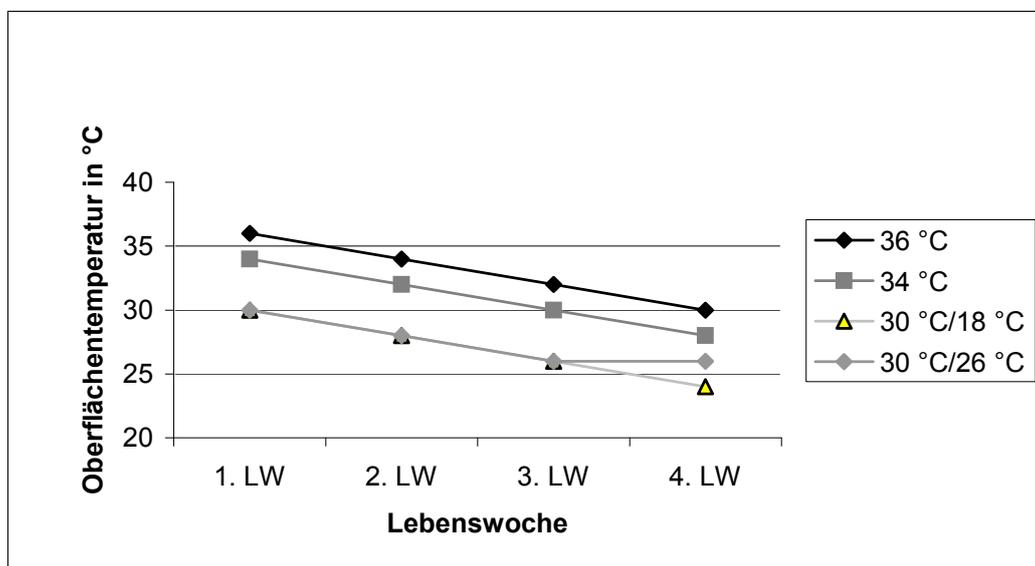


Abbildung 32: Oberflächentemperaturabsenkung bei 18 °C und 26 °C Raumtemperatur

Eine weitere Reduzierung der Oberflächentemperatur der Ferkelnester in der vierten Lebenswoche bei einer Starttemperatur von 30 °C (in der ersten Lebenswoche) und einer Raumtemperatur von 26 °C war nicht möglich (Oberflächentemperatur der Ferkelnester < Raumtemperatur!) bzw. hätte keinen Sinn ergeben.

4.6.4 Gemessene Lufttemperatur 10 Zentimeter über dem Ferkelnest

Während der Untersuchungen wurde die Lufttemperatur 10 Zentimeter über den Ferkelnestern und in der Abferkelbucht gemessen und es ergaben sich keine Unterschiede zwischen der Stalllufttemperatur im Raum und der erfaßten Temperatur 10 Zentimeter über dem Ferkelnest.

5. Diskussion

Die Ziele der Arbeit waren es, das Liegeverhalten von Ferkeln in Wahlversuchen mit Ferkelnestern unterschiedlicher Oberflächentemperatur (30 °C vs. 36 bzw. 34 °C nach der Geburt), verschiedener Gestaltung (Elektroplatten vs. Warmwasserbett) in Verbindung mit verschiedenen Raumtemperaturen (18 °C vs. 26 °C) und unter Berücksichtigung des Alters der Ferkel zu analysieren. Eine Raumtemperatur von 18 °C charakterisiert eine typische Winter-, eine Stalltemperatur von 26 °C eine entsprechende Sommersituation. Aus diesen Ergebnissen sind Schlußfolgerungen für die Ferkelnest- und Mikroklimagegestaltung zu ziehen. Darüber hinaus sollte der Energieverbrauch der beiden Ferkelnestvarianten (Elektroplatte und Warmwasserbett) miteinander verglichen werden.

Es zeigte sich deutlich, daß die Ferkel bei einer Raumtemperatur von 18 °C (mögliche Wintersituation) das Ferkelnest mit der höheren Starttemperatur präferieren. Nahezu 60 % der Zeit in 24 h verbrachten die Ferkel – in der Zusammenfassung von 12 Durchgängen – in der ersten Lebenswoche liegend auf der Elektroplatte (bezogen auf > 50 % des Wurfes). Die Zielgröße „mehr als 50 % der Ferkel eines Wurfes“ wurde verwendet, um die Übersichtlichkeit der Ergebnisse und Aussagen zu verbessern. Selbstverständlich ist es möglich, die prozentualen Anteile des Liegens 1, 2, 3, ...10 oder allen Ferkeln zu berechnen. In Voruntersuchungen (ZIRON 2000) wurde dies auch so praktiziert. Allerdings gestaltet sich der Vergleich zwischen den einzelnen Versionen dann als schwierig. In Übereinstimmung mit der Vorgehensweise von ZIRON (2000) sowie HOY et al. (1999) wurden daher bereits bei der Datenerfassung das gleichzeitige Liegen einer unterschiedlichen Anzahl von Ferkeln zusammengefaßt und Kategorien gebildet (0 = kein Ferkel auf dem Nest liegend, 1 = 1 Ferkel auf dem Nest liegend, und 10 = alle Ferkel auf dem Nest liegend – vgl. 3.5.1 auf Seite 35). Diese Kategorienbildung erwies sich als zweckmäßig (ZIRON 2000) und verbesserte die Interpretation der Ergebnisse. Eine ausführliche Datenauflistung wird in den Tabellen 1 bis 12 im Anhang vorgenommen. Bei den Elektroplatten sank mit zunehmendem Alter die Häufigkeit der Nutzung des wärmeren Ferkelnestes (Basis: über 50 Prozent der Ferkel eines Wurfes) von 59,3 % in der ersten Lebenswoche auf 31,2 % in der vierten Lebenswoche. Die Elektroplatte mit der kühleren Starttemperatur wurde von der ersten Lebenswoche bis zum Absetzen der Ferkel durchgehend nur zu ca. 10 % des Tages von mehr als der Hälfte der Ferkel eines Wurfes zum Liegen genutzt. Auch bei Verwendung der Warmwasserbetten

zeigte sich von der ersten (51,3 % des Tages, mehr als die Hälfte der Ferkel eines Wurfes liegend) bis zur vierten Lebenswoche (56,9 % des Tages; mehr als die Hälfte des Wurfes liegend) eine sehr deutliche Präferenz für das Ferkelnest mit der höheren Starttemperatur. Ähnlich wie bei den Thermoplatten nahm die Häufigkeit des Liegens auf dem wärmeren der beiden Nester bis zur vierten Lebenswoche ab. Das Nest mit der kühleren Starttemperatur wurde im Durchschnitt wie auch bei der Elektroplatte zu etwa 10 % des Tages zum Liegen aufgesucht. Beim indirekten Vergleich zwischen Elektroplatte und Warmwasserbett bei einer Raumtemperatur von 18 °C ergaben sich keine signifikanten Unterschiede. Ein direkter Vergleich von Wasserbett und Thermoplatte im selben Abteil und in derselben Bucht wurde nicht vorgenommen, da bereits eindeutige Aussagen aus den Untersuchungen von ZIRON (2000) vorlagen. Damit ergaben sich zum Liegeverhalten der Ferkel unter den definierten Bedingungen der klimatisierten Abteile ähnliche Verhältnisse, wie sie ZIRON (2000) unter Praxisbedingungen im Stall fand. Saugferkel verbringen im Wurfverband bis zu 70 % (ZIRON 2000), nach Angaben von PFLUG (1976) sogar bis 91 % in 24 Stunden liegend im Ferkelnest. Sie benötigen zwar von Wurf zu Wurf sehr unterschiedlich lange Zeiträume zwischen der Geburt und dem ersten Liegen im Nest (ZIRON 2000), da ihr Temperaturwahlvermögen post natum noch nicht voll ausgebildet ist, dennoch wählen sie bereits ab dem 3. Lebenstag mit großer Häufigkeit und Dauer bei einer niedrigen Umgebungstemperatur das wärmere Nest zum Liegen.

Die Raumtemperatureinstellung von 26 °C (mögliche Sommersituation) zeigte, daß die Ferkel schon in der ersten Lebenswoche weniger als 34 % des Tages auf den Ferkelnestern lagen. Bei einer simulierten Sommersituation (26 °C Raumtemperatur) traten zwischen den Ferkelnestern mit einer Starttemperatur von 34/36 °C und denen mit einer Oberflächentemperatur von 30 °C in der Häufigkeit der Nutzung zum Liegen keine signifikanten Unterschiede auf. Die Ferkelnester mit Warmwasserbett wurden bei einer Raumtemperatur von 26 °C im Vergleich zu den Elektroplatten zu einem größeren Zeitanteil des Tages zum Liegen genutzt. Der höhere Liegekomfort des Wasserbettes, das eine weiche, warme und verformbare Oberfläche bietet, ist offensichtlich etwas attraktiver als die relativ „harte“ Liegefläche der Thermoplatte. Da die Ferkel sowohl auf der wärmeren als auch auf der kälteren Liegefläche der Bucht in der Summe nur etwa zwischen 35 % (1. Lebenswoche) und 5 % (4. Lebenswoche) liegend in 24 Stunden verbrachten, nach den eigenen Untersuchungsergebnissen, wie auch nach den von ZIRON (2000) mitgeteilten Daten der Zeitanteil des Liegens in 24 Stunden bis 70 % (nach PFLUG 1976 sogar bis 91 %) beträgt, ist

zu schlußfolgern, daß ein beträchtlicher Zeitanteil pro Tag durch die Ferkel außerhalb beider Ferkelnester verbracht wurde (bis 82 %). Die eigenen Beobachtungen bestätigen dies. Daraus wiederum folgt, daß bei einer typischen Sommersituation (um 26 °C Stalltemperatur) eine Ferkelnesttemperatur von 36 °C nicht erforderlich ist. Durch gesetzliche Vorschriften der („alten“ – zur Zeit de facto außer Kraft gesetzten) Schweinehaltungsverordnung ist eine Nesttemperatur in den ersten 10 Lebenstagen der Ferkel von 30 °C vorgeschrieben. Die vorgestellten Ergebnisse stützen diese Forderung – bei einer hohen Stalltemperatur von 26 °C – nicht.

Im Vergleich der Ferkelnestpositionen – Kopf- bzw. Gesäugenähe – zeichnete sich eine Präferenz für die Kopfnähe ab, wobei der Unterschied erst in der vierten Lebenswoche signifikant war.

Die Ergebnisse weisen darauf hin, daß der Bedarf der Saugferkel, ein warmes Ferkelnest aufzusuchen, bei einer Raumtemperatur von 18 °C höher ist als bei einer Stalllufttemperatur von 26 °C und daß mit zunehmendem Alter die Intensität der Nutzung der Ferkelnester beider Ferkelnestsysteme sinkt.

Der Vergleich der Ferkelnestnutzung bei 18 °C und 26 °C unter Verwendung von Elektroplatten zeigt, daß die Ferkel bei 18 °C Stalllufttemperatur bis zur vierten Lebenswoche das wärmere Nest deutlich häufiger als bei einer höheren Raumtemperatur aufsuchen.

Mit zunehmenden Lebensalter der Saugferkel sinkt der Wärmebedarf der Ferkel und die Ferkel nutzen bis zum 28. Lebenstag immer häufiger das Nest mit der kühleren Oberflächentemperatur. Das entspricht auch den Untersuchungen von ZIRON (2000) sowie AMSEL (2002), wonach mit zunehmendem Alter die Nutzung der Ferkelnester zum Liegen geringer wird.

Bei der Wahlmöglichkeit zwischen den unterschiedlichen Ferkelnesttemperaturen in der Bucht mit Elektroplatten bei 26 °C Raumtemperatur bleibt die Aufenthaltsdauer auf den Ferkelnestern generell gering und sinkt mit fortschreitendem Alter.

Hinzu kommt, daß die Ferkel ab der dritten Lebenswoche bei großen Würfen von über 10 Ferkeln nicht mehr alle auf eine beheizte Liegefläche (0,48 m²) passen, sie auf das andere Nest ausweichen müssen bzw. sich außerhalb beider Nester zum Liegen begeben.

Bei der Wahlmöglichkeit zwischen den unterschiedlichen Ferkelnesttemperaturen in der Bucht mit den Warmwasserbetten bei 18 °C Raumtemperatur war zu beobachten, daß die Saugferkel von der zweiten zur vierten Lebenswoche vermehrt das kältere Ferkelnest zum Liegen aufsuchen.

Zum einen ist dies wiederum ein Hinweis darauf, daß die Liegefläche mit zunehmendem Lebensalter für die Ferkel zu klein wird und somit ein Teil der Ferkel auf das andere Nest ausweichen muß. Weiterhin ist davon auszugehen, daß die Ferkel die weiche, verformbare Oberfläche als angenehm empfinden und somit das kältere Nest auch nutzen, um weicher zu liegen. Bereits die Wahlversuche von ZIRON (2000) zeigten ganz eindeutig die Präferenz der Ferkel für das Wasserbett auch in der dritten und vierten Lebenswoche. Hinzu kommt der bereits erwähnte Sachverhalt, daß der Wärmebedarf mit zunehmenden Alter abnimmt und die Ferkel aus diesem Grund das kältere Nest stärker in Anspruch nehmen.

Bei der Wahlmöglichkeit zwischen den unterschiedlichen Ferkelnesttemperaturen in der Bucht mit den Warmwasserbetten bei einer Raumtemperatur von 26 °C lagen die Ferkel (mehr als 50 % der Ferkel eines Wurfes) zu deutlich geringeren Zeitanteilen des Tages auf den Ferkelnestern als bei einer Raumtemperatur von 18 °C. Der Wechsel in der Präferenz in der zweiten Lebenswoche vom Ferkelnest mit der höheren Starttemperatur zu dem Nest mit der geringeren Starttemperatur könnte ein Hinweis darauf sein, daß die Oberflächentemperatur auf dem Liegeplatz bei einer Raumtemperatur von 26 °C eine untergeordnete Rolle spielt und der Liegekomfort für die Ferkel wichtiger ist. In der vierten Lebenswoche liegen die Ferkel (mehr als die Hälfte des Wurfes) auf beiden Nestern zu fast gleichen Zeitanteilen des Tages. Somit ist es möglich, daß die Ferkel sich mehr oder weniger zufällig auf das eine oder andere Nest legen.

Da die Ferkel die Wasserbetten in der vierten Woche intensiver nutzten als die Elektroplatten bei gleicher Temperatur, kommt offensichtlich dem Liegekomfort bei der Präferenz der Ferkel eine größere Bedeutung zu.

Der Vergleich der Ferkelnester „Warmwasserbett“ und „Elektroplatte“ bei einer Raumtemperatur von 18 °C zeigt ein nahezu identisches Liegeverhalten der Ferkel auf beiden Liegeflächen. Das Wasserbett wird ab der zweiten Lebenswoche tendenziell etwas häufiger von den Ferkeln in Anspruch genommen als die Elektroplatte. Die Ferkel nutzten das Warmwasserbett im Durchschnitt zu etwa 34 % des Tages in der ersten Lebenswoche und zu 24 % in der vierten Lebenswoche zum Liegen. Die Elektroplatten wurden in der ersten Lebenswoche zu 34 % des Tages und in der vierten Lebenswoche zu 21 % zum Liegen

genutzt. Der bessere Liegekomfort des Wasserbettes bei gleicher Temperatur kann als Ursache für die Präferenz angenommen werden.

Bei einer hohen Raumtemperatur von 26 °C werden beide Ferkelnester zu geringeren Zeitanteilen des Tages als bei 18 °C Starttemperatur von mehr als 50 % der Ferkel zum Liegen aufgesucht. Die Präferenz für das Warmwasserbett im indirekten Vergleich mit der Thermoheizplatte ist während der gesamten Säugezeit deutlich höher. Es kann auch hierbei geschlußfolgert werden, daß die komfortable Oberflächenstruktur des Nestes die Ferkel zum Liegen veranlaßt.

Der zusammenfassende Vergleich zwischen den Ferkelnestern Warmwasserbett und Elektroplatte bei 18 °C und 26 °C Raumtemperatur ergab, daß die Nutzung der Ferkelnester bei einer Raumtemperatur von 26 °C signifikant geringer war und der Rückgang in der prozentualen Liegedauer – bezogen auf 24 Stunden – größer als bei 18 °C Raumtemperatur war. Dies läßt die Schlußfolgerung zu, daß bei einer Raumtemperatur von 18 °C die Ferkel eine beheizte Liegefläche in jedem Fall auch bis zum Ende der Säugezeit benötigen und auch annehmen. Die nur noch geringe Benutzung der beheizten Ferkelnester bei 26 °C ab der zweiten Lebenswoche erlaubt mit ethologischer Begründung den Schluß, daß die Ferkelnesttemperatur deutlich abgesenkt werden kann und ab der dritten, spätestens ab der vierten Lebenswoche gänzlich ausgeschaltet werden kann. In den vorliegenden Untersuchungen wurde stufenweise die Oberflächentemperatur des Liegebereiches in Schritten von 2 Kelvin so weit abgesenkt, daß in der dritten Woche nach der Geburt der Ferkel die Nesttemperatur (auf der Liegefläche) 26 °C betrug. Damit war die Nesttemperatur identisch mit der Raumtemperatur. Die Untersuchungen mit einer geregelten elektrischen Ferkelnesttemperatur (vgl. Punkt 4.3.3.2, Abbildung 28) ergaben, daß in der dritten Lebenswoche bei einer Raumtemperatur von 26 °C die Elektroenergieaufnahme gegen Null tendierte (Wasserbett 30 °C Starttemperatur). Dies ist ein eindeutiger Hinweis darauf, daß ab diesem Zeitpunkt eine Ferkelnestheizung nicht mehr erforderlich ist.

Die Position des Liegenestes in der Bucht (Kopfnähe bzw. Gesäugenähe) bei Raumtemperaturen von 18 °C und 26 °C ist von untergeordneter Bedeutung. Tendenziell ergeben sich Hinweise darauf, daß die Kopfnähe der Sau von den Ferkeln bevorzugt wird. Besonders bei einer Raumtemperatur von 18 °C ist eine Präferenz für die Kopfnähe festzustellen. Darüber hinaus ist zu beobachten, daß mit zunehmendem Alter der Ferkel der Bedarf, in der Nähe des Kopfes der Muttersau zu liegen, steigt. Eine Interpretation dieser Ergebnisse ist schwierig. Nach BÜNGER (1985) und HOY und MEHLHORN (1989) spielt die

Nähe zu der Herkunft der Grunzlaute der Mutter eine Rolle bei der Etablierung der Saugordnung, indem die vitalsten Ferkel die cranialen Zitzenpaare besetzen. Die Grunzlaute wiederum dienen der Herstellung der Mutter-Kind-Beziehung und können das Saugen initiieren bzw. begleiten (vgl. Literaturübersicht von HOY und MEHLHORN (1989). Möglicherweise ist dies eine Begründung, warum die Ferkel tendenziell bestrebt sind, in der Nähe des Kopfes der Mutter zu liegen.

321 Ferkel von 24 Sauen aus 12 Durchgängen wurden in den Untersuchungen erfaßt und beobachtet. Die Wurfgrößen der Sauen lagen im Bereich von 8 bis 17 lebend geborenen Ferkeln, wobei ein Wurfgleich erfolgte und die Sauen im Mittel 12,9 Ferkel erhielten. HÖRÜGEL et al. (1986), ZSCHORLICH et al. (1985) und LEWCZUK et al. (1999) geben Wurfgrößen im Mittel von 12 – 13 lebend geborenen Ferkeln an. Nach Angaben des Zentralverbandes der Deutschen Schweineproduktion e. V. (ZDS) betrug die Wurfgröße abgesetzter Ferkel in verschiedenen Regionen Deutschlands zwischen 18,4 (15,8 %) und 20,3 (16,9 %).

Bei den Untersuchungen wurde darauf geachtet, daß die Sauen nach Möglichkeit keine Erstlingssauen waren. Die mittlere Geburtssmasse lag bei 1430 g und war bei den männlichen Saugferkeln signifikant ($p < 0,05$) höher als bei den weiblichen Saugferkeln. Zwischen den untersuchten Ferkelnestsystemen (Wasserbett vs. Thermoplatte) gab es keine signifikanten Unterschiede in der mittleren Geburtssmasse.

Die Lebendmasseentwicklung wurde von der Geburt bis zum Absetzen bei 274 Ferkeln ermittelt. Die täglichen Zunahmen der Ferkel waren im Mittel der vierwöchigen Säugezeit bei beiden Systemen nahezu identisch (Elektroplatte = 241 g/Tag; Warmwasserbett = 235 g/Tag). Beim Vergleich der täglichen Zunahmen unter Berücksichtigung der Raumtemperatur (18 °C vs. 26 °C) ergab sich kein signifikanter Unterschied. Die Ferkel nahmen bei 18 °C Raumtemperatur 237 g/Tag und bei 26 °C Raumtemperatur 238 g/Tag zu.

Von allen bis zum 28. Lebenstag erfaßten Ferkeln betrug die Absetzmasse im Durchschnitt 8,08 kg. Die höchste mittlere Absetzmasse von 8,31 kg konnten die Ferkel in der Abferkelbucht mit den Elektroplatten und einer Raumtemperatur von 26 °C erreichen. Die Ferkel in der Bucht mit den Warmwasserbetten hatten im Mittel ein Absetzgewicht von 7,85 kg. Bei einer Raumtemperatur von 18 °C waren die Ferkel aus der Bucht mit den

Warmwasserbetten den Ferkeln in der Bucht mit den Elektroplatten mit mittleren Absetzmassen von 8,18 kg (versus 8,0 kg) im Vorteil. Im Vergleich der Raumtemperaturen ergaben sich keine gerichteten Unterschiede in der Absetzmasse. Beim Vergleich zwischen der Elektroplatte und dem Warmwasserbett ließ sich ein nichtsignifikanter Unterschied von 140 g Gramm in der Absetzmasse zugunsten der Elektroplatte ermitteln. Diese Ergebnisse dürfen nicht überbewertet werden, da unter den Bedingungen der Versuchsanstellung die Anzahl der einzubeziehenden Würfe limitiert war und maternale Effekte nicht ausgeschlossen werden können.

Die Ferkelverluste in Höhe von 14,6 % traten in Übereinstimmung mit EDWARDS und MALKIN (1986), KUNZ und ERNST (1987), KLOCEK et al. (1992) sowie ELZE und SCHLEWITZ (1995) in erster Linie in der ersten Lebenswoche auf. Nach Angaben des ZDS betrugen die Ferkelverluste im Mittel der ausgewerteten Regionen zwischen 13,4 % und 18,9 %. Während in den eigenen Untersuchungen in einzelnen Varianten Ferkelverluste in der Größenordnung von 10 % auftraten, waren auch Durchgänge mit Abgangsraten um 20 % zu registrieren, die deutlich zu hoch sind. Es handelte sich dabei jedoch zum überwiegenden Teil um Erdrückungsverluste durch die Muttersau mit einem Anteil von 82,9 %, die kaum zu verhindern gewesen wären. Dies entspricht auch den Praxiserfahrungen und stimmt mit den von KUNZ und ERNST (1987) mitgeteilten Werten gut überein. Verluste durch Krankheit und Lebensschwäche machten 17,1 % aus (bezogen auf die Zahl an Ferkelverluste).

Die Erdrückungsverluste traten zu 100 % in der ersten Lebenswoche auf. 92,3 % dieser Verluste waren in den ersten drei Lebenstagen zuzuordnen. Auch dies wird durch die Daten von KUNZ und ERNST (1987) bestätigt.

Bei 18 °C Raumtemperatur waren die Ferkelverluste durch Erdrücken durch die Muttersau (MS) signifikant höher als bei 26 °C Raumtemperatur. Dies läßt darauf schließen, daß die Ferkel bei einer Stalllufttemperatur von 18 °C in den ersten Tagen besonders intensiv die Nähe zur Mutter suchen. Empirische Beobachtungen bestätigen das. Die Infrarot-Videoaufzeichnungen und –auswertungen begannen erst am dritten Lebenstag der Ferkel, so daß davor keine systematischen Untersuchungen stattfinden konnten. Damit stieg das Risiko von Erdrückungsverlusten. Bei einer niedrigen Raumtemperatur (18 °C) und dem Liegen über längere Zeit außerhalb des beheizten Nestes ist auch an eine Unterkühlung der Ferkel mit Auswirkungen auf die Vitalität zu denken. Bei einer Raumtemperatur von 26 °C ist das

Problem des Liegens über eine längere Zeit außerhalb des Nestbereiches unter dem Aspekt der Beeinflussung der Thermoregulation und der Vitalität offensichtlich nicht so bedeutsam. Es ist zu empfehlen, mit einer moderaten Stalltemperatur (20 bis 22 °C) in der ersten Lebenswoche der Ferkel zu beginnen und danach die Temperatur im Abferkelstall abzusenken, um Ferkelverluste zu vermeiden. Eine generelle Anhebung der Raumtemperatur auf 26 °C ist unter dem Aspekt der möglichen Auswirkungen auf die Sau (thermoregulatorische Belastung, Puerperalstörung, Milchleistungsdepression) nicht zu empfehlen (HOY 2002, 2004). Demgegenüber wird von verschiedenen Autoren (DE BAEY-ERNSTEN 1997 a, b; HOY 2000) vorgeschlagen, im geburtsnahen Zeitraum einen zusätzlichen Infrarotstrahler neben der Sau aufzuhängen.

Die Oberflächentemperaturen wurden mit zunehmenden Alter je Lebenswoche um 2 Kelvin heruntergeregelt, so daß die Oberfläche der Ferkelnester mit einer Starttemperatur von 36 °C (1. LW) nach 4 Wochen Säugezeit eine Temperatur von 28 °C erreichte. In den Durchgängen mit einer Raumtemperatur von 26 °C wurden die Nester nur bis zu 26 °C Oberflächentemperatur heruntergeregelt, da eine weitere Reduzierung keinen Sinn gemacht hätte. Bei einer Raumtemperatur von 18 °C wurden die Temperatur der Nester in der ersten Lebenswoche von 30 °C bis zu einer Oberflächentemperatur von 24 °C in der vierten Lebenswoche abgesenkt. Das Herunterregeln der Temperatur der Ferkelnester mit dem zunehmenden Alter der Ferkel wurde bereits von zahlreichen Autoren, wie PFLUG (1976), HAIDAN und FISCHER (1979), SHELTON und BRUMM (1986), HOY et al. (1989), FELLER (1994), LITTMANN et al. (1997) und DE BAEY-ERNSTEN (1997a, b), beschrieben.

Die Oberflächentemperaturmessungen erfolgten fünfmal in jeder Lebenswoche. Auf den Warmwasserbetten wurde an 8 Meßpunkten und auf den Elektroplatten an 16 Meßpunkten die Temperatur aufgenommen. Da die Temperaturschwankungen zwischen den einzelnen Meßpunkten auf den Warmwasserbetten maximal 0,4 °C betragen, wurde hier nur an 8 Meßpunkten gemessen. Erwartungsgemäß war die Oberflächentemperatur auf den Warmwasserbetten durch das Medium Wasser, welches für eine gute Temperaturverteilung sorgt, sehr konstant.

In den Klimakammern herrschten über den gesamten Untersuchungszeitraum, kontrolliert durch Datenlogger (Tinytags) und die Testo-Meßgeräte, optimale Temperatur- und Luftfeuchtebedingungen entsprechend den vorgegebenen Sollwerten, so daß damit eine gute Standardisierung der Untersuchungsbedingungen möglich war. Die Warmwasserbetten wiesen eine viel gleichmäßigere Oberflächentemperatur auf als die Elektroplatten. Über der Ferkelnestoberfläche ergaben sich zwischen den Elektroplatten und den Wasserbetten keine Unterschiede hinsichtlich der Lufttemperatur, so daß auch hierbei der Vergleich von Wasserbett und Elektroplatte bzw. Raum- und Oberflächentemperatur unter standardisierten Bedingungen möglich war.

In der vorliegenden Arbeit wurde eine Temperaturreihe entwickelt, welche über die Beobachtungen des Liegeverhaltens der Saugferkel in Wahlversuchen mit unterschiedlichen Oberflächentemperaturen der Ferkelnester und unterschiedlichen Raumtemperaturen erstellt wurde. Danach gelten für die Oberflächentemperatur in Abhängigkeit von Raumtemperatur (18 °C = typische Wintersituation; 26 °C = charakteristische Sommersituation) und Alter (1. bis 4. Lebenswoche) folgende Orientierungswerte:

| Alter | Raumtemperatur | |
|----------------|----------------|---------------------|
| | 18 °C | 26 °C |
| 1. Lebenswoche | 36 °C | 30 °C ¹⁾ |
| 2. Lebenswoche | 34 °C | 28 °C |
| 3. Lebenswoche | 32 °C | 26 °C ²⁾ |
| 4. Lebenswoche | 30 °C | - |

- ¹⁾ Unter Berücksichtigung der Vorgaben der ehemaligen Schweinehaltungsverordnung; andernfalls kann nach den Ergebnissen der Verhaltensuntersuchungen eine niedrigere Temperatur (28 °C) empfohlen werden,
- ²⁾ ggf. Ferkelnestheizung bereits nach der 2. Lebenswoche ausschalten.

Der mittlere Elektroenergieaufwand war bei den Warmwasserbetten bei einer Raumtemperatur von 18 °C um 9,3 Watt höher als bei den Elektroplatten. Eine Erklärung kann die um 0,14 m² größere Oberfläche des Wasserbettes im Vergleich zur Thermoplatte sein. Über eine größere beheizte Fläche können größere Wärmeverluste durch Konvektion entstehen. Da die Sollwerttemperatur vorgegeben (und somit durch die Heizung einzuhalten war), mußte mehr Energie der Heizung mit Wasserbett zugeführt werden, um die Wärmeverluste auszugleichen.

Bei einer Stalllufttemperatur von 26 °C lag der Unterschied im Energieverbrauch zwischen den Ferkelnestern mit der geringeren Starttemperatur von 30 °C/34 °C zwischen Elektroplatte und Warmwasserbett bei durchschnittlich 0,55 Watt und ebenso ist dies mit der größeren Oberfläche des Wasserbettes zu begründen. Die höhere Sollwerttemperatur (34 °C bzw. 36 °C) bedingte naturgemäß höhere Energieverbräuche als bei der niedrigeren Solltemperatur (30 °C bzw. 34 °C).

Die stufenlos regelbaren Ferkelnestheizungen ermöglichen eine gute Anpassung an das Wärmebedürfnis der Ferkel und dienen dem sinnvollen Einsatz von Energie.

6. Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurde eine Temperaturkurve entwickelt, welche über die Beobachtungen des Liegeverhaltens der Saugferkel in Wahlversuchen mit unterschiedlichen Oberflächentemperaturen der Ferkelnester und unterschiedlichen Raumtemperaturen erstellt wurde. Es wurden in dieser Untersuchung auch die Lebendmasseentwicklung im Bezug zu den Ferkelnestern dokumentiert. Darüber hinaus wurden Untersuchungen zum Energieverbrauch der jeweiligen Ferkelnesttypen Elektroplatte und Warmwasserbett durchgeführt.

Die Untersuchungen wurden an 321 Ferkeln in zwei klimatisierten Wahlversuchsbuchten mit je zwei Ferkelnestern, welche unterschiedliche Oberflächentemperaturen aufwiesen, in 12 Durchgängen durchgeführt.

Anhand der erlangten Versuchsergebnisse können folgende Aussagen gemacht werden:

1. Liegeverhalten

Es zeigte sich deutlich, daß die Ferkel bei einer Raumtemperatur von 18 °C (mögliche Wintersituation) das Ferkelnest mit der höheren Starttemperatur präferieren. Bei den Elektroplatten sank mit zunehmendem Alter die Häufigkeit der Nutzung des wärmeren Ferkelnestes durch mehr als 50 Prozent der Ferkel eines Wurfes linear von 59,3 % in der ersten Lebenswoche auf 31,2 % in der vierten Lebenswoche. Die Elektroplatte mit der kühleren Starttemperatur wurde von der ersten Lebenswoche bis zum Absetzen der Ferkel durchgehend um ca. 10 % des Tages von mehr als der Hälfte der Ferkel eines Wurfes zum Liegen genutzt. Die Ergebnisse bei den Warmwasserbetten zeigten in der zweiten Lebenswoche (56,9 % des Tages; mehr als die Hälfte der Ferkel eines Wurfes liegend) im Vergleich zur ersten Lebenswoche (51,3 % des Tages; mehr als die Hälfte des Wurfes liegend) eine Zunahme liegender Ferkel auf den Ferkelnestern mit der höheren Starttemperatur, mit darauf folgender Abnahme der Häufigkeit des Aufsuchens zum Liegen bis zur vierten Lebenswoche (32,1 % des Tages). Das Nest mit der kühleren Starttemperatur wurde im Durchschnitt wie auch bei der Elektroplatte zu etwa 10 % des Tages zum Liegen aufgesucht. Im Vergleich zwischen Elektroplatte und Warmwasserbett hinsichtlich der Liegedauer bei einer Raumtemperatur von 18 °C ergaben sich keine signifikanten Unterschiede.

Die Raumtemperatureinstellung von 26 °C (mögliche Sommersituation) zeigte, daß der Wärmebedarf der Saugferkel hier nicht so groß ist wie bei einer Stalllufttemperatur von 18 °C, denn die Ferkel lagen schon in der ersten Lebenswoche weniger als 34 % des Tages auf den Ferkelnestern. Zwischen den Ferkelnestern mit einer Starttemperatur von 34/36 °C versus 30 °C ergaben sich in der Häufigkeit der Nutzung zum Liegen keine signifikanten Unterschiede. Die Ferkelnester mit aufgelegtem Warmwasserbett wurden in den Untersuchungen bei einer Raumtemperatur von 26 °C im Vergleich zu den Elektroplatten zu einem größeren Zeitanteil des Tages zum Liegen genutzt.

Im Vergleich der Ferkelnestpositionen – Kopf- bzw. Gesäugenähe – zeichnete sich eine Präferenz für die Kopfnähe ab, wobei der Unterschied erst in der vierten Lebenswoche signifikant war.

Die Ergebnisse zeigen, daß der Bedarf der Saugferkel, ein warmes Ferkelnest aufzusuchen, bei einer Raumtemperatur von 18 °C höher ist als bei einer Stalllufttemperatur von 26 °C und daß mit zunehmendem Alter die Intensität der Nutzung der Ferkelnester beider Ferkelnestsysteme sinkt. Jedoch werden die Warmwasserbetten bei einer Raumtemperatur von 26 °C etwas länger aufgesucht. Somit ergibt sich ein Vorteil für die weiche und verformbare Oberfläche des Wasserbettes.

2. Energieverbrauch

Bei einer Raumtemperatur von 26 °C unterscheidet sich der Energieverbrauch der beiden Ferkelnesttypen Elektroplatte und Warmwasserbett um nur 0,5 Watt.

Die mittlere Leistungsaufnahme bei einer Raumtemperatur von 18 °C ist bei den Warmwasserbetten im Durchschnitt um 9,3 Watt höher als bei den Elektroplatten, was auf die größere Oberfläche der Wasserbetten zurückzuführen ist, da die zu erwärmende Oberfläche der Warmwasserbetten 25 % größer ist als die der Elektroplatten. Die stufenlos regelbaren Ferkelnestheizungen ermöglichen eine gute Anpassung an das Wärmebedürfnis der Ferkel und dienen dem sinnvollen Einsatz von Energie.

3. Lebendmasseentwicklung

Von allen bis zum 28. Lebenstag in der Untersuchung erfaßten Ferkeln betrug das Absetzgewicht im Durchschnitt 8,08 kg. Die höchste mittlere Absetzmasse von 8,31 kg erreichten die Ferkel in der Abferkelbucht mit den Elektroplatten und einer Raumtemperatur

von 26 °C. Die Ferkel in der Bucht mit den Warmwasserbetten hatten im Mittel ein Absetzgewicht von 7,85 kg. Bei einer Raumtemperatur von 18 °C waren die Ferkel aus der Bucht mit den Warmwasserbetten den Ferkeln in der Bucht mit den Elektroplatten mit mittleren Absetzgewichten von 8,18 kg überlegen, die hier „nur“ 8,0 kg Absetzmasse erreichten. Beim Vergleich der Raumtemperatursituationen ergaben sich keine besonderen Unterschiede in der Absetzmasse. Im Vergleich zwischen der Elektroplatte und dem Warmwasserbett ließ sich ein nichtsignifikanter Unterschied von 140 g Gramm in der Absetzmasse zugunsten der Elektroplatte ermitteln.

4. Temperaturmessungen

In den Klimakammern herrschten über den gesamten Untersuchungszeitraum, kontrolliert über Datenlogger und die diskontinuierlichen Messungen, optimale Temperatur- und Luftfeuchtebedingungen, welche für die Untersuchungen von essentieller Bedeutung waren. Die Warmwasserbetten wiesen – bedingt durch ihr Füllmedium Wasser plus Vlies – eine gleichmäßigere Oberflächentemperatur auf als die Elektroplatten. Über der Ferkelnestoberfläche ergaben sich zwischen den Elektroplatten und den Wasserbetten keine Temperaturunterschiede.

Die Untersuchungen zeigen, daß es wichtig ist, die Ferkelnesttemperatur entsprechend der Umgebungstemperatur im Abferkelstall einzustellen und die Ferkelnesttemperatur gerade bei hohen Stalllufttemperaturen schneller zu senken. Bei schlecht klimatisierten Ställen, welche Stalllufttemperaturen von 18 °C im Abferkelbereich zulassen, sollte die Starttemperatur der Ferkelnester bei 36 °C liegen. Darüber hinaus ist es sinnvoll, die Nesttemperatur dem Alter der Saugferkel anzupassen, um nicht unnötig Energie zu verbrauchen, da die sonst zu warmen Nester nicht mehr als Liegebereich genutzt werden. Dies ist aber nur mit stufenlos regelbaren Ferkelnestsystemen möglich und dringend zu empfehlen. Das Wasserbett ist mit seiner weichen und verformbaren Oberfläche ein besonderer Liegekomfort für die Saugferkel und bietet gerade auch für schwächere Ferkel einen Vorteil.

Es werden folgende Richtwerte zur Regelung der Oberflächentemperatur im Ferkelliegebereich in Abhängigkeit der Raumtemperaturen (18 °C = typische Wintersituation; 26 °C = charakteristische Sommersituation) und dem Alter (1. bis 4. Lebenswoche) empfohlen:

| Alter | Raumtemperatur | |
|----------------|----------------|---------------------|
| | 18 °C | 26 °C |
| 1. Lebenswoche | 36 °C | 30 °C ¹⁾ |
| 2. Lebenswoche | 34 °C | 28 °C |
| 3. Lebenswoche | 32 °C | 26 °C ²⁾ |
| 4. Lebenswoche | 30 °C | - |

- 1) Unter Berücksichtigung der Vorgaben der ehemaligen Schweinehaltungsverordnung; andernfalls kann nach den Ergebnissen der Verhaltensuntersuchungen eine niedrigere Temperatur (28 °C) empfohlen werden,
- 2) ggf. Ferkelnestheizung bereits nach der 2. Lebenswoche ausschalten.

7. Summary

In the presented study a temperature gradient was developed using observations of the lying behaviour of piglets which were given a choice of nests with differing surface temperatures as well as being subjected to differing room temperatures. The piglet weight gain was also ascertained in this experiment as well as the energy usage of the 2 nest types (electroplate and waterbed).

The study was carried out using a total of 321 piglets in 2 climate controlled berths each containing 2 nests with differing surface temperatures. The experiment was run 12 times.

The results permitted the following conclusions to be drawn:

1. Lying behaviour

It is clearly demonstrated that at a room temperature of 18 °C (a possible winter situation), the piglets preferred nests with a higher initial temperature. With increasing age the piglets used the high temperature electroplate less, up to 50 % less per litter. This was a linear regression from 59.3 % to 31.2 % by the 4th week p.n.. The cooler electroplate was used constantly by over half the piglets for approximately 10 % of the day throughout the experiment.

The Waterbed results show that there was an increase in the use of the warmer bed until the 2nd week after which there was a decrease until the end of the experiment (51.3 % of the day was spent by at least half the piglets lying in the nest in the first week, this rose to 56.9 % in the second week and dropped to 32.1 % in the fourth week). As with the electroplate the cooled bed was used for only about 10 % of the day. Comparisons between the waterbed and the electroplate showed no significant differences respective to the duration of usage at a room temperature of 18 °C.

By increasing the ambient temperature to 26 °C (to simulate a summer situation) it was shown that the piglets had a reduced heat requirement (compared to an ambient temperature of 18 °C). Already in week one the piglets used the beds for less than 34 % of the day.

There was no significant difference in usage of the 34/36 °C beds and those which an initial temperature of 30 °C. However at this ambient temperature the waterbeds were used more frequently than the electroplates. When the position of the nests were taken into account there

was a preference to be near the dam's head rather than the teats, this became statistically significant in the fourth week.

The Results show that the piglets are required to use a warm bed more frequently at 18 °C than at 26 °C and that this requirement is lessened with age. However the waterbed is sought out for longer at 26 °C thus showing an advantage for the softer, malleable surface of the waterbed.

2. Energy usage

The energy usage varied by only 0.5 W between both nest types, at an ambient temperature of 26 °C.

At an ambient temperature of 18 °C the average energy usage of the waterbeds is 9.3 Watts above that of the electroplates, due to their larger surface area, as this surface was 25 % larger than that of the electroplates. The piglet nests had a flowing temperature control which allowed the temperatures to be ideally adjusted to the piglets' needs and aided energy efficiency.

3. Live weight development

The Average weight of all piglets measured at an age of 28 days was 8.08 kg with the highest average mass at weaning being that of the piglets in the berth with an ambient temperature of 26 °C and containing electroplates (8.31 kg). The average weight at weaning of the piglets supplied with warm water beds was 7.85 kg. At an ambient temperature of 18 °C the piglets with the waterbed out weighed those that were offered the electroplates, which "only" achieved 8.00 kg, with an average weaning weight of 8.18 kg. When the ambient temperatures were compared no noticeable differences were observed. A comparison of electroplate and waterbed groups showed a difference of 140 g in favour of the electroplate groups, however this was not statistically significant.

4. Temperature recordings

According to the data logger which measured temperature and humidity in intervals over the complete run time of the experiment these parameters were kept at an optimum, which was essential for this experiment. Due to the felt covering and the content the warm water beds exhibited a more uniform surface temperature than the electroplates however the overall surface temperatures were the same in both systems

The study showed the importance of adjusting the nest temperature to the ambient temperature in the litter box and that a speedier reduction of the nest temperature, especially by high ambient temperatures, was of advantage. In badly controlled housing, where the ambient temperature in the litter areas can reach 18 °C, the initial nest temperature should be 36 °C. Furthermore it is sensible to adjust the nest temperature to the age of the piglets as this reduces energy wastage, as nest which are too warm are no longer used to lie in. However this can only be achieved if the system has an infinitely variable control. The waterbed, with its soft and malleable surface provided special comfort for the piglets, this was of particular advantage to weaker animals.

The following are recommendations for the surface temperatures of the nests in relation to the ambient temperature (18 °C = typical winter situation; 26 °C typical summer situation) and piglet age (1 – 4 weeks)

| age | Ambient Temperature | |
|---------|---------------------|---------------------|
| | 18 °C | 26 °C |
| 1 week | 36 °C | 30 °C ¹⁾ |
| 2 weeks | 34 °C | 28 °C |
| 3 weeks | 32 °C | 26 °C ²⁾ |
| 4 weeks | 30 °C | - |

- ¹⁾ This initial temperature complies with the now defunct pig housing laws; the results of the behaviour study have shown that a lower temperature (28 °C) is exepable
- ²⁾ or as the case might be; turn the heating system off.

8. Literaturverzeichnis

Adams, K. L.; Baker, T. H.; Jensen, A. H. (1980):

Effect of supplemental heat for nursing piglets. – J. Anim. Sci., 50, 779

Amsel, U. (2002):

Haltungsbiologische Untersuchungen zur Entwicklung und Prüfung eines Ferkel-Gelkissens unter den Aspekten von Verhalten, Tierleistung, Gesundheit und Tierhygiene. Diss. Justus-Liebig-Universität Gießen

Barnick, H.- G. (1978):

Der Wärmehaushalt beim Saugferkel. – Diss. Berlin Humboldt-Univers. 1978

Bereskin, B.; Shelby, C.; Cox, D. (1973):

Some factors affecting pig survival. – J. Anim. Sci., 36, 821-827

Blackshaw, J. K.; Blackshaw, A. W.; Thomas, F. J.; Newman, F. W. (1993):

Comparison of behaviour patterns of sows and litters in a farrowing crate and a farrowing pen. – Appl. Anim. Behav. Sci., 39, 281-295

Böttcher, G. (1964):

Hauttemperaturmessung bei normal und durch Schnittentbindung entwickelten Ferkeln. Diss. Univ. Hannover

Bollwahn, W. (1982):

Ursachen angeborener und erworbener Saugferkelkrankheiten. – Tierärztl. Praxis 10, 339-346

Bünger, B. (1983):

Das Verhalten von Ferkeln nach der Geburt bis zur Kolostrumaufnahme und einige praktische Schlussfolgerungen. – Tierzucht, 37, 468-470

Bünger, B. (1985):

Eine ethologische Methode zur Vitalitätseinschätzung neugeborener Ferkel. - Mh. Vet.-Med. 40, 519-524

Busse, F. W. (1993):

Reinigung und Desinfektion. – In: Bau Brief Landwirtschaft Heft 34, Mastschweinehaltung, Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup

Campbell, R. G.; Dunkin, A. C. (1982):

The effect of birth weight on the estimated milk intake, growth and body composition of sow-reared piglets. – Anim. Prod., 35, 193-197

Chosson, C.; Brugidou, R.; Granier, R.; Uhlen, J.C. (1989):

Influence d'une amélioration de l'environnement climatique sur la survie des porcelets nouveaux-nés. Journées Rech. Porcine en France 21, 269-274

Cronin, G. M.; Smith, J.A. (1991):

Effects of accomodation type straw bedding around parturition and during lactation of the behavior of primiparous sows and survival and growth of piglets to weaning. – Appl. Anim. Behav. Sci., 33, 191-208

Cronin, G. M.; Dunsmore, B.; Leeson, E. (1998):

The effects of farrowing nest size and width on sow and piglet behaviour and piglets to weaning. – Appl. Anim. Behav. Sci., 60, (4), 331-345

Curtis, S. E.; Rogler, J. C.; Martin, T. G. (1969):

Neonatal thermostability and body composition of piglets from experimentally prolonged gestations. – J. Anim. Sci., 29, 335-340

Dammert, S.; Kirchgessner, M.; Giessler, H. (1974):

Zum Einfluß des Geburtsgewichtes von Ferkeln auf Verluste und Gewichtsentwicklung während der Aufzucht und Mast. – Züchtungskunde, 46, 123-130

De Baey-Ernsten, H. (1995):

Gruppenhaltung ferkelführender Sauen. – In: Schweinehaltung: Neue Techniken und Stallsysteme für Zucht und Mast. Landtechnik-Schrift Nr. 5, Landtechnik Weihenstephan, Tagungsband, ALB Bayern e. V.

De Baey-Ernsten, H.; von der Haar, F.; Bichmann, M.; Clausen, N. (1995):

Ferkelheizungen auf dem Prüfstand. – Schweinezucht und Schweinemast 5, 8-11

De Baey-Ernsten, H.; von der Haar, F.; Bichmann, M.; Clausen, N. (1996):

Wärmesysteme für Saugferkel - Welche Eigenschaften ein gutes System auszeichnen. DGS 1, 56-62

De Baey-Ernsten, H. (1997a):

Der Abferkelstall. – In: Baubrief Landwirtschaft, Heft 37, Sauenhaltung und Ferkelaufzucht, Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup

De Baey-Ernsten, H. (1997b):

Wärmesysteme für Saugferkel weiterentwickelt, Schweinezucht und Schweinemast, 1, 12-15

De Passille, A. M. B.; Rushen, J. (1989):

Using early suckling behaviour and weight gain to identify piglets at risk. – Can. J. Anim. Sci., 69, 535-544

Drzewiecki, H.-Ch.; Leucht, W. (1988):

Untersuchungen zur Thermoregulation beim neugeborenen Ferkel. – Wiss. Z. D. Humboldt-Universität zu Berlin. Berichte 4, 86-91

Dyck, G. W.; Swierstra, E. E.; Mc Kay, R. M.; Mount, K. (1987):

Effect of location of the teat suckled, breed and parity on piglet growth. Can. J. Anim. Sci., 67, 929-939

Edwards, S.A.; Malkin, S.J. (1986):

An analysis of piglet mortality with behavioural observations. Animal Production 42, 470

Eggersglüß, W. (1997):

Heizen im Sauenstall und der Ferkelaufzucht. – In: Bau Brief Landwirtschaft Heft 37, Sauenhaltung und Ferkelaufzucht. Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup

Elze, K. (1985):

Perinatale Ferkelverluste in Beziehung zu Geburt und Puerperium beim Schwein. – Mh. Vet.-Med. 40, 811-814

Elze, K.; Schlewitz, R. (1995):

Sauenmanagement, um Ferkelverluste zu verhindern. – Tierärztl. Umschau, 50 (3), 175-178

Feller, B. (1994):

Heizsysteme in der Ferkelerzeugung. – Landtechnik, 4 241-242

Foley, C. W.; Seerley, R. W.; Hansen, W. J.; Curtis, S. E. (1971):

Thermoregulatory responses to cold environment by neonatal wild and domestic piglets. – J. Anim. Sci. 32 (5), 926-929

Fraser, D.; Jones, R. (1975):

The „teat order“ of suckling pigs. I. Relation to birth weight and subsequent growth. – J. Agric. Sci. Camb.) 84, 387-391

Fraser, D.; Thomson, B. K. (1986):

Variations in piglet weights: relationship to suckling behaviour, parity number and farrowing crate design. – Can. J. Anim. Sci., 66, 31-46

Furniss, S. J.; Edwards, S.; Lightfood, A.; Spechter, H. (1986):

The effect of floor type in farrowing pens on pig injury. Leg and teat damage of suckling pigs. – Br. Vet. J., 142, 434-440

Gindele, H. R. (1997):

Tiergesundheit und Hygienemaßnahmen. - In: Bau Brief Landwirtschaft, Heft 37, Sauenhaltung und Ferkelaufzucht, Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup

Gordon, C. (1984):

Relationship between autonomic and behavioral thermoregulation in the mouse. Physiol. Behav. 34, 392-398

Gravas, L. (1982).

Production and behaviour of free moving and locked sows. – In: Proceedings of the Second International Livestock Environment Symposium, 20. – 23. April, American Society of Agricultural Engineers, 411-419

Gürtler, H.; Brenner, K. V. (1979):

Ursachen und Entstehung nichtinfektiöser peripartaler Ferkelverluste. – Tierzucht 33, 176-178

Haidan, M.; Fischer W. (1979):

Elektrowärmegeräte für Ferkelliegeflächen in Schweineproduktionsanlagen. Agrartechnik, Berlin 29 (12), 560-562

Häuser, S. (1999):

Möglichkeiten zur Senkung des Elektroenergieaufwandes für Fußbodenheizungen durch den Einsatz des Warmwasserbettes für Saugferkel. – Diplom. Universität Gießen

Hartsock, T. G.; Graves, H. B. (1976):

Neonatal behaviour and nutritionrelated mortality in domestic swine. – J. Anim. Sci., 42, 235-241

Hartsock, T. G.; Graves, H. B.; Baumgardt, B. R. (1977):

Agonistic behavior and the nursing order in suckling piglets: relationships with survival, growth and body composition. – J. Anim. Sci. 44, 320-330

Herbst, H. G. (1967):

Der postnatale Temperaturverlauf beim Schwein und einige seiner Bedingungen. – Mh. Vet. Med., Jena, 22, 731-734

Herbst, H. G.; Kohls, M.; Kohls, W.; Illmann, G.; Plötner, K. (1986):

Genese des Mutter-Wurf-Nest-Systems. – Mh. Vet. Med. 41, 634-636

Höges, H. (1993):

Abferkelbuchten im Vergleich. – Deutsches Geflügel- und Schweinezucht Magazin, 44, 14-16

Hörügel, K.; Laasch, F. O. (1983):

Untersuchungen zur Geburtssmasse der Ferkel und deren Einfluß auf Gesundheit und Leistung in einer industriell produzierenden Zuchtanlage. – Tierzucht, Berlin, 37, 373-377

Hörügel, K.; Hoy, St.; Mehlhorn, G. (1984a):

Untersuchungen zum Einfluß exogener und endogener Faktoren auf das Auftreten von Gelenkentzündungen und deren Auswirkungen auf ausgewählte Leistungsparameter. – Mh. Vet. Med., 39, 766-769

Hörügel, K.; Hoy, St.; Mehlhorn, G. (1984b):

Untersuchungen zum Einfluß ausgewählter endogener Faktoren auf den Frühdurchfall der Saugferkel. – Mh. Vet.-Med. 39, 838-840

Hörügel, K.; Gärtner, H.; Schlegel, W. (1986):

Untersuchungen zu Einfluß ausgewählter endogener Faktoren auf die Geburtssmasse der Ferkel und ihre Wechselwirkungen. - Mh. Vet. Med., Jena, 41, 121-126

Hörügel, K. (1987):

Klinische Langzeituntersuchungen zur Geburtssmasse der Ferkel und zu ihrem Einfluß auf Erkrankungen und Leistungsminderungen. – Leipzig Univ. Sektion Tierprod. und Veterinärmed. Diss. B 1987

Hörügel, K. (1999):

Einflußfaktoren auf die Fruchtbarkeits- und Wurfleistung der Sauen. – Der Prakt. Tierarzt 80 (5), 437-444

Hofmeier, G. (1991):

Möglichkeiten zu Verringerung von Ferkelverlusten. – Schweinezucht und Schweinemast, 39 (2), 41-44

Holub, A. (1967):

Temperaturregulation bei Ferkeln im ersten Monat ihres Lebens. Mh. Vet. Med., Jena, 22, 726-730

Hoppenbrock, H. (2000):

Abferkelbuchten im Vergleich. persönliche Mitteilungen

Hoy, St.; Mehlhorn, G.; Hörügel, K. (1983):

Zum Einfluß des Umsetzens von Saugferkeln an Ammensauen auf ihre Lebendmasseentwicklung. – Tierzucht, 37, 23-25

Hoy, St.; Hörügel, K. (1984):

Zum Einfluß der Geburtsmasse auf die Lebendmasse beim Absetzen von Ferkeln unter Berücksichtigung des Umsetzungs- und Krankheitsgeschehens. – Arch. Tierz. Berlin 27 (6), 543-551

Hoy, St.; Hörügel, K.; Mehlhorn, G. (1985):

Der Einfluß der Saugferkelerkrankungen auf die Körpermasseentwicklung der Schweine. – Tierzucht, 39 (10), 471-473

Hoy, St.; Hörügel, K.; Mehlhorn, G. (1987):

Zum Einfluß der Geburtsmasse auf die Mastendmasse beim Schwein unter Berücksichtigung des Erkrankungs geschehens. – Arch. Tierz., Berlin 30, 195-202

Hoy, St.; Mehlhorn, G. (1989):

Zum postnatalen Verhalten der Ferkel unter besonderer Berücksichtigung der Herausbildung der Saugordnung und ihre Beziehung zur Lebendmasseentwicklung (Übersichtsreferat), Mh. Vet.- Med. 44, 16-20

Hoy, St.; Lenke, A.; Mehlhorn, G.; Hörügel, K. (1989):

Untersuchungen zur Senkung des Elektroenergieaufwandes für die Mikroklimagegestaltung mit kombinierter Anwendung von Infrarotstrahlern und elektrischer Fußbodenheizung. – Tierzucht 43 (6), 285-287

Hoy, St.; Puppe, B.; Tober, O.; Lindemann, R. (1991a):

Zur Dynamik der Rektaltemperatur bei Ferkeln post partum in Abhängigkeit von Geburtsmasse, Wurfnummer der Mutter, Geschlecht und Geburtsreihenfolge. – Mh. Vet. Med., 46, 450-454

Hoy, St.; Puppe, B.; Tober, O. (1991b):

Untersuchungen zur frühen Vitalität von Saugferkeln in Abhängigkeit von Geschlecht, Wurfnummer der Sau und Geburtsreihenfolge. – Tierzucht 45, (9), 392-394

Hoy, St.; Lutter, Ch.; Wähner, M.; Puppe, B. (1994a):

Zum Einfluß der Geburtsmasse auf die frühe postnatale Vitalität von Ferkeln. - Dtsch. Tierärztl. Wschr. 101, 393-396

Hoy, St.; Lutter, Ch.; Wähner, M.; Puppe, B. (1994b):

Zusammenhänge zwischen der Vitalität neugeborener Ferkel, der Saugordnung, Mortalität und der Lebendmasseentwicklung bis zum Absetzen. - Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 108, 224-228

Hoy, St.; Lutter, Ch. (1995):

Einfluß der Haltung der Sauen auf den Geburtsverlauf und die Vitalität der Ferkel. – Tierärztl. Praxis 23, 367-372

Hoy, St.; Lutter, Ch.; Puppe, B.; Wähner, M. (1995a):

Zum Einfluß der frühen postnatalen Vitalität von Saugferkeln auf Lebendmasseentwicklung und Verlustgeschehen bis zum 28. Lebenstag. – Arch. Tierzucht, Berlin, 38 (3), 319-330

Hoy, St. (1998):

Seuchenerregern Paroli bieten - In: In Schweine investieren. DLZ Agrarmagazin, Sonderheft 11

Hoy, St.; Ziron, M.; Amsel, U. (1999):

Warmwasserbett für Saugferkel - Labor- und Praxisergebnisse. Landtechnik 54, 2, 114-115

Hoy, St. (2000):

So bekommen Sie hohe Ferkelverluste in den Griff! – Top Agrar, 5, 6-9

Hoy, St. (2002):

Untersuchungen zum Einfluß verschiedener Haltungsfaktoren auf die Häufigkeit von Puerperalerkrankungen bei Sauen. Praktischer Tierarzt 83, Heft (11), 990-996

Hoy, ST. (2004):

Untersuchungen zum Einfluß der Puerperalerkrankungen bei Sauen auf die Reproduktionsleistung. Praktischer Tierarzt 85, Heft (6), 432-436

Hühn, U. (1989):

Untersuchungen zur Geburtmasse bei Ferkeln von Jungsauem mit unterschiedlicher Trächtigkeitsdauer und Wurfgröße. – Arch. Tierzucht, Berlin, 32 (3), 289-293

Hupka, E.; Behrens, H. (1954):

Das Verhalten der Körpertemperatur neugeborener Ferkel. – Tierzüchter, Hannover, 8, 181-182

Hutson, G. D.; Wilkinson, J. L.; Luxford, B. G. (1991):

The response of lactating sows to tactile, visual and auditory stimuli associated with a model piglet. Appl. Anim. Behav. Sci., 32, 129-137

Iben, B. (1997):

Sauenhaltung nach Norm; Ein Arbeitshandbuch nach DIN EN ISO 9002 – Aus der Schriftenreihe des Arbeitskreises Großtierpraxis; Verlag für Agrarwissenschaften und Veterinärmedizin, Dannenberg 90-91

Jungbluth, T. (1980):

Kosten der Energieversorgung in einstreulosen Abferkelställen. – Landtechnik, 6, 284-287

Junghans, C. (1992):

Methodische Untersuchungen zur frühen postnatalen Vitalitätsbeurteilung beim Schwein, Dissertation Leipzig

Kalich, J; Kovacs, F.; Maier, E. (1967):

Beziehungen zwischen Umweltfaktoren, Kolostrumaufnahme und Ferkelsterblichkeit. - Berl. Münch. Tierärztl. Wschr., 13, 250-255

Kalich, J. (1970):

Einfluß des Stallklimas auf die Leistung der Tiere. – Bauen auf dem Lande, 4, 98-112

Klocek, C.; Ernst, E.; Kalm, E. (1992):

Geburtsverlauf bei Sauen und perinatale Ferkelverluste in Abhängigkeit vom Genotyp und Haltungsform. – Züchtungskunde, 64, 121-128

Koller, G.; Hammer, K.; Mittrach, B.; Süß, M. (1981):

Schweineeställe. – Verlags Union Agrar, Frankfurt (Main)

Komarek, J. (1972):

Der Einfluß des kurzfristigen Hungerns auf die thermoregulatorischen Veränderungen bei Ferkeln vom 1. – 14. Lebenstag. – Zschr. Tierphysiologie, Tierernährung u. Futtermittelkunde – Hamburg; Berlin, 29, 7-18

Kürbs, R. (1958/1959):

Untersuchungen über den Einfluß des Ferkelgeburtsgewichtes auf den Aufzucht- und Masterfolg. – Wiss. Zschr. Friedrich Schiller Univ. Jena 273, 291-302

Kunz, H.-J.; Ernst, E. (1987):

Abgangsursachen bei Ferkeln. Züchtungskunde 59, 2, 135-145

Le Dividich, J.; Noblet, J. (1983):

Thermoregulation and energy metabolism in the neonatal pig. –Ann. Rech. Vet. Paris, 14, 75-381

Leucht, W. (1967):

Zur Untersuchungsmethodik der Thermoregulation beim neugeborenen Schwein. – Mh. Vet. Med., Jena, 22, 735-739

Lewczuk, A.; Rymkiewicz, J.; Grudniewska, B. Janiszewska, M.; Michalik, D. (1999):

Effect of average number of piglets in the first three litters of Polish large white sows-family founders on the reproductive performance of gilts in the next generations. – Arch. Tierzucht, 42, (3), 255-265

Littmann, E; Süß, M.; Straub, K.; Reimann, T.; Schmidt, W.; Weiss, J. (1997):

Praktische Sauenhaltung. – Verlags Union Agrar, Frankfurt (Main)

Maderbacher, R; Schoder, G.; Winter, P.; Baumgartner, W. (1993):

Abgangsursachen in einem Schweinezuchtbetrieb. – Dtsch. Tierärztl. Wschr. 100, 468-473, Heft 12

Maier, W. (1988):

Wie sie Ihren Abferkelstall am günstigsten heizen. – Deutsche Landwirtschaftszeitung, 3, 422-425

Mattwei, A.; Derenbach, J.; Steinhuf, D. (1979):

Entwicklung der Saugordnung beim Ferkel. – Tierzücht. Züchtungsbiol., Hamburg, Berlin (West) 96, 287-294

McGinnis, R.; Marple, D. N.; Ganjam, V. K.; Prince, T. J.; Pritchett, J. F. (1981):

The effect of floor temperature, supplemental heat and drying on birth on neonatal swine. – J. Anim. Sci., 53, 1424-1428

McGlone, J.; Akins, C.; Green, R. (1990):

Genetic variation of sitting frequency and duration in pig. – Appl. Anim. Behav. Sci., 30, 319-322

Meier, A. (1997):

Bei Ferkelverlusten muß man an vielen Schrauben drehen. – Top Agrar 3, 14-16

Meyer, K. (1974):

Analyse der Ferkelfrühverluste und Möglichkeiten der medikamentösen Prophylaxe in einem Erzeugergroßbetrieb. – Diss. Tierärztl. Hochschule Hannover 1974

Meyer, H.; Kröger, H.; Sagel, B. (1976):

Untersuchungen über die Variationsursachen des Geburtsgewichtes bei Ferkeln sowie die Körper- und Blutzusammensetzung untergewichtiger Ferkel. – Dtsch. Tierärztl. Wschr. 83, 438-448

Meyer, H., Kamphues, J. (1990):

Anatomische und physiologische Grundlagen der Neugeborenen. – In: Waser, K.; Bostedt, H.: Neugeborenen- und Säuglingskunde der Tiere. – Ferdinand Enke Verlag

Meyers Lexikon (1998):

Bibliographisches Institut & F. A. - Brockhaus AG, Mannheim

Müller, W.; Heinz, S.; Thieme, H.-J. (1979):

Der Einfluß von Geburtmassen der Ferkel auf die Lebendmasseentwicklung in der Aufzuchtperiode unter industriemäßigen Produktionsbedingungen. – Tierzucht, Berlin, 33, 232-235

Müller, W. (1991):

Allgemeine Hygiene. Sommer, H.; Greuel, E.; Müller, W.: Hygiene der Rinder- und Schweineproduktion. – Verlag Eugen Ulmer

Newberry, R. C.; Wood-Gush, D. G. M. (1988):

Development of some behaviour patterns in piglets under semi-natural conditions. – Anim. Prod., 46, 103-109

Nichelmann, M.; Barnick, H.-G.; Lyhs, L. (1976):

Untersuchungen zum Wärmehaushalt des neugeborenen Ferkels, 2. Mitt.: Biologisch optimale Temperatur. – Mh. Vet-Med. 31, 649-655

Nichelmann, M. (1977):

Temperaturwahlvermögen neugeborener Ferkel. – Mh. Vet. Med., Jena, 22, 739-743

Nichelmann, M.; Tzschentke, B. (1990):

Thermoregulatorische Präferenzen: Sind sie ein Maß für die Optimierung des Stallklimas. – Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 1990, 184-195 KTBL-Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup (Westf.)

Otto, H.; Kalm, E. (1982):

Der Einfluß von Reinzucht und Kreuzungszucht sowie Haltungssystemen auf die Leistungseigenschaften beim Schwein. – Züchtungskunde, 54 (3), 214-221

Parker, R. O.; Williams, P. E. V.; Aherne, F. X.; Young, B. A. (1980):

Serum concentration changes in protein, glucose, urea, thyroxine and triiodothyronine and thermostability of neonatal pigs farrowed at 25 and 10°C. – Can. J. Anim. Sci., 60, 505-509

Petersen, V.; Simonsen, H.; Lawson, L. (1995):

The effect of environmental stimulation on the development of behaviour in pigs. – Appl. Anim. Behav. Sci., 45, 215-224

Pflug, R. (1976):

Geburtsverhalten von Sauen und Verhaltensweisen ihrer Ferkel in Abhängigkeit haltungs- und klimatechnischer Bedingungen neuzeitlicher Abferkelställe. Diss. Justus-Liebig-Univers. Gießen, Fachbereich Nahrungswirtschaft und Haushaltswissenschaften

Prange, H. (1981):

Entstehungen und Verhütung prä-, peri-, und postnataler Verluste in der Ferkelproduktion. – Forschungsbericht für die Land- und Nahrungsgüterwirtschaft. Akad. der Landwirtschaftswiss. der DDR, Berlin, 19

Rudovsky, A. (1995):

Umbau von Ferkelproduktionsanlagen. Landtechnik, 50 (2), 96-97

Rydhmer, L. (1992):

Relations between piglet weights and survival. – British Society of Animal Production 15, 183-184

Sambras, H. (1978):

Nutztierethologie. Das Verhalten landwirtschaftlicher Nutztiere – Eine angewandte Verhaltenskunde für die Praxis. – Verlag Paul Parey, Berlin

Sambras, H; Adam, A. (1986):

Verhalten und Entwicklung von Ferkeln im „Multiple-Suckling-System“. – Der praktische Tierarzt 10, 894-897

Sambras, H. (1990):

Das Verhalten der Neugeborenen und Säuglinge. – In: Waser, K.; Bostedt, H: Neugeborenen- und Säuglingskunde der Tiere. – Ferdinand Enke Verlag Stuttgart

Schlegel, W.; Wähner, M.; Schwarze, D. Findeisen, Ch.(1983):

Untersuchungen zur Körpermasseentwicklung der Ferkel aus Würfen von pubertätsinduzierten Jungsauen. – Arch. Tierz. Berlin 26, 2, 187-193

Schlewitz, R. (1988):

Vergleichende Untersuchungen zu den Verlustursachen, zur Dynamik der Verluste und Entwicklung von Saugferkeln bei unveränderten Würfen und bei gezielt nach der Geburtmasse zusammengestellten Würfen. – Vet. Diss. Leipzig

Schnurrbusch, U.; Elze, K. (1981):

Prä- und perinatale Ferkelverluste. – Mh. Vet. Med. 36, 706-711

Schumm, M. (1962):

Körpertemperatur und Verhalten von neugeborenen Ferkeln bei verschiedenen Umweltbedingungen. – Diss. Univ. München 1962

Shelton, D.; Brumm, C. (1986):

Energy management in a swine nursery using reduced temperatures, hovers and reduced nocturnal temperatures. – American Society of Agricultural Engineers, 29, 1721-1729

Stark, H.; Völker, H.; Uecker, E. (1978):

Einfluß des Geburtsgewichtes auf Entwicklung und Gesundheit bei Ferkeln. - Tierzucht Berlin, 32, 263-266

Studzinski, T. (1972):

The post-natal changes in minimal metabolic rate in pig. – J. Physiol. 224, 305-316

Süss, M. (1995):

Einzelhaltung ferkelführender Sauen. In: Schweinehaltung: Neue Techniken und Stallsysteme für Zucht und Mast. Landtechnik-Schrift Nr. 5, Landtechnik Weihenstephan, Tagungsband, ALB Bayern e. V.

Svendsen, J. (1992):

Perinatal mortality in pigs. – Anim. Reprod. Sci. 28, 59-67

Svendsen, J.; Svendsen, L. S. (1997):

Intensive (commercial) systems for breeding sows and piglets to weaning. – Livestock Production Science, 49 (2), 165-179

Swiergel, A. H.; Ingram, D. L. (1986):

Effect of diet and temperature acclimation on thermoregulatory behaviour in piglets. – Physiology and Behaviour, 36, 637-642

Thomson, B. K.; Fraser, D. (1988):

Variation in piglet weights: weight gains in the first days after birth and their relationship with later performance. – Can. J. Anim. Sci., Ottawa, 68, 581-590

Tierschutzgesetz (1998):

Tierschutzgesetz vom 25.05.1998, Bundesgesetzblatt Jahrgang 1998 Teil I Nr. 30

Van Putten, G. (1978):

Sau und Ferkel während der ersten Lebenswoche. – In: Sambras, H.: Nutztierethologie, Verlag Paul Parey Berlin – Hamburg

Van Putten, G. (1990):

Schweinehaltung modern und tiergerecht. – Dtsch. Tierärztl. Wschr. 97, 146-148

Verordnung über hygienische Anforderungen beim Halten von Schweinen (1999):

Schweinehygieneverordnung vom 07.06.1999, Bundesgesetzblatt Jahrgang 1999 Teil I Nr. 29

Verordnung zum Schutz von Schweinen bei Stallhaltung (1994):

Schweinehaltungsverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 18.02.1994, geändert durch die Verordnung vom 02.08.1995 Bundesanzeiger-Verlagsgesellschaft

Von der Haar, F.; de Baey-Ernsten, H (1995):

Nicht zu warm und zu kalt. – top Agrar 12, 10-12

Wähner, M.; Schlegel, W.; Schwarze, D. (1981):

Zur Körpermasseentwicklung von Ferkeln bis zum 100. Lebenstag. – Mh. Vet.-Med. Jena 36, 775

Waldmann, K. – H. (1995):

Ursachen prä- und perinataler Ferkelverluste. Dtsch. Tierärztl. Wschr. 102, 27-31

Weary, D. M.; Phillips, P. A.; Pajor, E. A.; Fraser, D.; Thompson, B. K. (1998):

Crushing of piglets by sows: effect of litter features, pen features and sow behaviour. – Appl. Anim. Behav. Sci. 61 (2), 103-111

Whittemore, C. T; Fraser, D. (1974):

The nursing and suckling behaviour of pigs. II. Vocalization of the sow in relation of the suckling behaviour and milk ejection. – Br. Vet. J. 130, 346-356

Wolf, N. (1989):

Ergebnisse der Erprobung einer Warmwasser-Ferkelliegeflächenheizung in einem Abferkelstall mit bodenferner Haltung. – Agrartechnik, Berlin, 39 (6), 279-281

Wolfermann, H. F. (1966):

Fußbodenheizungen in Abferkelställen. – Schweinezucht und Schweinemast, 14 (6), 133-134

Zerboni, H. N.; Grauvogl, A. (1984):

Spezielle Ethologie, Schwein. In: Bogner, H.; Grauvogl, A.: Verhalten landwirtschaftlicher Nutztiere, Verlag Eugen Ulmer Stuttgart

Ziron, M. (2000):

Haltungsbiologische Untersuchungen zu einer tiergemäßen Gestaltung des Liegebereiches für Saugferkel unter Berücksichtigung von Verhalten, Lebendmasseentwicklung, Morbidität, Diss. Justus-Liebig-Universität Gießen

Zschorlich, B.; Ritter, E.; Langhammer, M. (1985):

Ferkelumsetzungen und Ferkelverluste in ihrer Beziehung zur postnatalen Wurfgrößenstandardisierung beim Schwein. – Arch. Tierzucht, Berlin, 28 (2), 137-146

9. Anhang

Tabellenlegende: LW = Lebenswoche; WB = Wasserbett; TP = Thermoplatte;
w = höhere Starttemperatur; k = niedrigere Starttemperatur

Tabelle A 1: Prozentualer Anteil des Liegens von Ferkeln in 24 Stunden auf dem jeweiligen Ferkelnest im 1. Durchgang (kein Ferkel, ein Ferkel, < 50 % des Wurfes, \geq 50 % des Wurfes, alle Ferkel des Wurfes)

| | 0 Ferkel | 1 Ferkel | bis 50 % | > 50 % | alle Ferkel |
|-----------|----------|----------|----------|--------|-------------|
| 1 LW WB/w | 62,15 | 1,65 | 6,65 | 31,20 | 25,90 |
| 1 LW WB/k | 56,90 | 1,75 | 6,45 | 36,65 | 22,15 |
| 1 LW TP/w | 19,10 | 7,80 | 19,35 | 61,50 | 13,35 |
| 1 LW TP/k | 89,65 | 8,20 | 9,60 | 0,80 | 15,85 |
| 2 LW WB/w | 27,05 | 4,65 | 13,60 | 59,35 | 0,00 |
| 2 LW WB/k | 96,25 | 2,55 | 3,75 | 0,00 | 20,20 |
| 2 LW TP/w | 14,70 | 8,95 | 26,30 | 58,95 | 13,70 |
| 2 LW TP/k | 86,00 | 4,60 | 13,10 | 0,85 | 0,00 |
| 3 LW WB/w | 27,65 | 4,20 | 15,85 | 56,55 | 19,70 |
| 3 LW WB/k | 95,60 | 2,10 | 4,40 | 0,00 | 0,00 |
| 3 LW TP/w | 22,40 | 6,45 | 28,95 | 48,60 | 6,20 |
| 3 LW TP/k | 91,10 | 3,90 | 8,75 | 0,20 | 0,00 |
| 4 LW WB/w | 36,05 | 5,50 | 13,10 | 50,90 | 15,05 |
| 4 LW WB/k | 97,45 | 0,90 | 2,55 | 0,00 | 0,00 |
| 4 LW TP/w | 35,35 | 9,20 | 31,55 | 33,25 | 1,30 |
| 4 LW TP/k | 82,85 | 5,95 | 15,20 | 1,95 | 0,00 |

Tabelle A 2: Prozentualer Anteil des Liegens von Ferkeln in 24 Stunden auf dem jeweiligen Ferkelnest im 2. Durchgang (kein Ferkel, ein Ferkel, < 50 % des Wurfes, \geq 50 % des Wurfes, alle Ferkel des Wurfes)

| | 0 Ferkel | 1 Ferkel | bis 50 % | > 50 % | alle Ferkel |
|-----------|----------|----------|----------|--------|-------------|
| 1 LW WB/w | 10,40 | 5,20 | 19,00 | 70,60 | 32,53 |
| 1 LW WB/k | 96,70 | 1,30 | 3,30 | 0,00 | 0,00 |
| 1 LW TP/w | 29,80 | 5,00 | 21,00 | 49,20 | 18,75 |
| 1 LW TP/k | 55,20 | 4,45 | 21,55 | 23,30 | 4,50 |
| 2 LW WB/w | 12,95 | 5,25 | 20,50 | 66,50 | 21,85 |
| 2 LW WB/k | 95,60 | 2,95 | 4,40 | 0,00 | 0,00 |
| 2 LW TP/w | 24,30 | 4,65 | 22,30 | 53,40 | 6,95 |
| 2 LW TP/k | 71,30 | 6,85 | 27,05 | 1,65 | 0,85 |
| 3 LW WB/w | 20,05 | 2,00 | 18,35 | 61,15 | 12,10 |
| 3 LW WB/k | 97,35 | 1,15 | 2,70 | 0,00 | 0,00 |
| 3 LW TP/w | 21,60 | 4,40 | 20,50 | 57,95 | 1,95 |
| 3 LW TP/k | 88,50 | 8,95 | 11,50 | 0,00 | 0,00 |
| 4 LW WB/w | 25,25 | 6,40 | 18,15 | 56,60 | 31,60 |
| 4 LW WB/k | 97,95 | 1,65 | 2,05 | 0,00 | 0,00 |
| 4 LW TP/w | 21,70 | 2,05 | 17,90 | 60,50 | 0,00 |
| 4 LW TP/k | 92,40 | 2,00 | 7,60 | 0,00 | 0,00 |

Tabelle A 3: Prozentualer Anteil des Liegens von Ferkeln in 24 Stunden auf dem jeweiligen Ferkelnest im 3. Durchgang (kein Ferkel, ein Ferkel, < 50 % des Wurfes, ≥ 50 % des Wurfes, alle Ferkel des Wurfes)

| | 0 Ferkel | 1 Ferkel | bis 50 % | > 50 % | alle Ferkel |
|-----------|----------|----------|----------|--------|-------------|
| 1 LW WB/w | 69,56 | 5,48 | 13,68 | 35,60 | 7,55 |
| 1 LW WB/k | 98,32 | 1,60 | 1,68 | 0,00 | 0,00 |
| 1 LW TP/w | 85,70 | 9,40 | 13,50 | 0,70 | 0,00 |
| 1 LW TP/k | 34,75 | 7,85 | 36,35 | 28,80 | 0,05 |
| 2 LW WB/w | 59,07 | 8,25 | 18,13 | 22,78 | 2,75 |
| 2 LW WB/k | 98,47 | 1,50 | 1,53 | 0,00 | 0,00 |
| 2 LW TP/w | 56,85 | 16,05 | 39,05 | 4,05 | 0,00 |
| 2 LW TP/k | 69,35 | 10,40 | 27,65 | 2,95 | 0,00 |
| 3 LW WB/w | 34,72 | 11,40 | 23,39 | 40,71 | 2,50 |
| 3 LW WB/k | 99,04 | 0,50 | 0,96 | 0,00 | 0,00 |
| 3 LW TP/w | 41,55 | 12,20 | 50,25 | 8,25 | 0,00 |
| 3 LW TP/k | 70,15 | 14,25 | 29,70 | 0,25 | 0,00 |
| 4 LW WB/w | 62,15 | 10,90 | 28,95 | 8,90 | 1,20 |
| 4 LW WB/k | 87,55 | 3,40 | 12,40 | 0,05 | 0,00 |
| 4 LW TP/w | 37,25 | 14,35 | 58,55 | 4,30 | 0,00 |
| 4 LW TP/k | 86,85 | 10,25 | 13,10 | 0,00 | 0,00 |

Tabelle A 4: Prozentualer Anteil des Liegens von Ferkeln in 24 Stunden auf dem jeweiligen Ferkelnest im 4. Durchgang (kein Ferkel, ein Ferkel, < 50 % des Wurfes, ≥ 50 % des Wurfes, alle Ferkel des Wurfes)

| | 0 Ferkel | 1 Ferkel | bis 50 % | > 50 % | alle Ferkel |
|-----------|----------|----------|----------|--------|-------------|
| 1 LW WB/w | 65,00 | 9,75 | 26,60 | 8,35 | 0,25 |
| 1 LW WB/k | 56,30 | 3,85 | 24,00 | 19,80 | 0,60 |
| 1 LW TP/w | 70,35 | 12,80 | 28,55 | 1,00 | 0,00 |
| 1 LW TP/k | 37,05 | 6,25 | 41,80 | 21,05 | 0,25 |
| 2 LW WB/w | 84,80 | 9,55 | 15,15 | 0,00 | 0,00 |
| 2 LW WB/k | 39,80 | 12,90 | 46,00 | 14,20 | 0,00 |
| 2 LW TP/w | 92,40 | 4,60 | 7,60 | 0,00 | 0,00 |
| 2 LW TP/k | 55,10 | 11,65 | 40,20 | 4,65 | 0,00 |
| 3 LW WB/w | 64,50 | 11,80 | 35,25 | 0,30 | 0,00 |
| 3 LW WB/k | 38,00 | 8,20 | 52,00 | 10,00 | 0,00 |
| 3 LW TP/w | 77,60 | 12,75 | 22,45 | 0,00 | 0,00 |
| 3 LW TP/k | 45,30 | 13,75 | 52,90 | 1,75 | 0,00 |
| 4 LW WB/w | 42,95 | 8,60 | 51,10 | 5,90 | 0,00 |
| 4 LW WB/k | 42,80 | 9,50 | 51,45 | 5,75 | 0,00 |
| 4 LW TP/w | 71,40 | 10,35 | 27,35 | 1,25 | 0,00 |
| 4 LW TP/k | 67,95 | 10,65 | 32,05 | 0,05 | 0,00 |

Tabelle A 5: Prozentualer Anteil des Liegens von Ferkeln in 24 Stunden auf dem jeweiligen Ferkelnest im 5. Durchgang (kein Ferkel, ein Ferkel, < 50 % des Wurfes, ≥ 50 % des Wurfes, alle Ferkel des Wurfes)

| | 0 Ferkel | 1 Ferkel | bis 50 % | > 50 % | alle Ferkel |
|-----------|----------|----------|----------|--------|-------------|
| 1 LW WB/w | 98,85 | 0,95 | 1,15 | 0,00 | 0,00 |
| 1 LW WB/k | 37,70 | 4,50 | 17,45 | 44,80 | 18,15 |
| 1 LW TP/w | 58,90 | 2,75 | 15,90 | 25,25 | 0,35 |
| 1 LW TP/k | 88,25 | 5,65 | 11,80 | 0,00 | 0,00 |
| 2 LW WB/w | 97,05 | 2,25 | 2,95 | 0,00 | 0,00 |
| 2 LW WB/k | 73,70 | 6,35 | 17,70 | 8,60 | 0,95 |
| 2 LW TP/w | 93,25 | 2,50 | 5,45 | 1,40 | 0,00 |
| 2 LW TP/k | 86,90 | 5,70 | 11,70 | 1,40 | 0,00 |
| 3 LW WB/w | 57,65 | 5,80 | 22,80 | 19,55 | 3,45 |
| 3 LW WB/k | 91,40 | 4,25 | 7,65 | 0,90 | 0,00 |
| 3 LW TP/w | 93,45 | 1,85 | 5,85 | 0,75 | 0,00 |
| 3 LW TP/k | 90,35 | 3,35 | 7,45 | 2,20 | 0,00 |
| 4 LW WB/w | 90,30 | 2,95 | 7,10 | 2,55 | 0,00 |
| 4 LW WB/k | 95,20 | 3,55 | 4,10 | 0,00 | 0,00 |
| 4 LW TP/w | 92,80 | 4,55 | 5,10 | 2,05 | 0,00 |
| 4 LW TP/k | 89,60 | 6,05 | 9,75 | 0,75 | 0,00 |

Tabelle A 6: Prozentualer Anteil des Liegens von Ferkeln in 24 Stunden auf dem jeweiligen Ferkelnest im 6. Durchgang (kein Ferkel, ein Ferkel, < 50 % des Wurfes, ≥ 50 % des Wurfes, alle Ferkel des Wurfes)

| | 0 Ferkel | 1 Ferkel | bis 50 % | > 50 % | alle Ferkel |
|-----------|----------|----------|----------|--------|-------------|
| 1 LW WB/w | 18,80 | 2,60 | 10,29 | 70,97 | 51,60 |
| 1 LW WB/k | 96,05 | 0,20 | 3,90 | 0,00 | 0,00 |
| 1 LW TP/w | 18,85 | 2,90 | 14,32 | 66,81 | 39,90 |
| 1 LW TP/k | 89,55 | 1,60 | 10,05 | 0,40 | 0,00 |
| 2 LW WB/w | 18,00 | 4,05 | 12,25 | 64,75 | 35,25 |
| 2 LW WB/k | 99,60 | 0,30 | 0,35 | 0,00 | 0,00 |
| 2 LW TP/w | 49,70 | 3,00 | 16,05 | 34,30 | 5,35 |
| 2 LW TP/k | 61,45 | 3,95 | 13,80 | 24,75 | 6,45 |
| 3 LW WB/w | 68,90 | 1,85 | 4,45 | 26,65 | 19,05 |
| 3 LW WB/k | 63,40 | 2,25 | 4,70 | 31,85 | 24,15 |
| 3 LW TP/w | 64,15 | 6,95 | 29,35 | 6,45 | 0,40 |
| 3 LW TP/k | 44,20 | 6,20 | 21,15 | 34,65 | 5,25 |
| 4 LW WB/w | 98,40 | 1,00 | 1,55 | 0,05 | 0,00 |
| 4 LW WB/k | 42,00 | 2,90 | 8,30 | 49,65 | 29,45 |
| 4 LW TP/w | 56,65 | 7,70 | 32,65 | 10,70 | 0,60 |
| 4 LW TP/k | 55,15 | 4,70 | 16,85 | 27,95 | 1,60 |

Tabelle A 7: Prozentualer Anteil des Liegens von Ferkeln in 24 Stunden auf dem jeweiligen Ferkelnest im 7. Durchgang (kein Ferkel, ein Ferkel, < 50 % des Wurfes, \geq 50 % des Wurfes, alle Ferkel des Wurfes)

| | 0 Ferkel | 1 Ferkel | bis 50 % | > 50 % | alle Ferkel |
|-----------|----------|----------|----------|--------|-------------|
| 1 LW WB/w | 10,60 | 3,65 | 14,00 | 75,40 | 21,95 |
| 1 LW WB/k | 99,30 | 0,65 | 0,70 | 0,00 | 0,00 |
| 1 LW TP/w | 22,95 | 6,40 | 16,90 | 60,20 | 37,30 |
| 1 LW TP/k | 91,00 | 1,70 | 4,70 | 4,30 | 1,95 |
| 2 LW WB/w | 36,15 | 3,55 | 19,40 | 44,55 | 3,10 |
| 2 LW WB/k | 85,70 | 4,90 | 13,60 | 0,70 | 0,00 |
| 2 LW TP/w | 66,90 | 3,30 | 7,55 | 25,55 | 17,00 |
| 2 LW TP/k | 84,00 | 2,90 | 5,55 | 10,35 | 5,65 |
| 3 LW WB/w | 51,25 | 6,40 | 27,05 | 21,75 | 0,20 |
| 3 LW WB/k | 59,05 | 5,65 | 29,50 | 11,35 | 0,15 |
| 3 LW TP/w | 69,60 | 3,65 | 9,10 | 21,35 | 9,85 |
| 3 LW TP/k | 81,10 | 3,50 | 8,70 | 10,15 | 3,15 |
| 4 LW WB/w | 61,40 | 7,05 | 23,95 | 14,65 | 0,10 |
| 4 LW WB/k | 45,55 | 7,35 | 31,05 | 23,35 | 0,25 |
| 4 LW TP/w | 76,20 | 3,40 | 8,55 | 15,25 | 3,50 |
| 4 LW TP/k | 80,50 | 3,15 | 9,15 | 10,35 | 2,20 |

Tabelle A 8: Prozentualer Anteil des Liegens von Ferkeln in 24 Stunden auf dem jeweiligen Ferkelnest im 8. Durchgang (kein Ferkel, ein Ferkel, < 50 % des Wurfes, \geq 50 % des Wurfes, alle Ferkel des Wurfes)

| | 0 Ferkel | 1 Ferkel | bis 50 % | > 50 % | alle Ferkel |
|-----------|----------|----------|----------|--------|-------------|
| 1 LW WB/w | 38,45 | 5,10 | 23,55 | 38,00 | 14,55 |
| 1 LW WB/k | 68,05 | 3,85 | 19,10 | 12,85 | 0,00 |
| 1 LW TP/w | 22,95 | 3,10 | 27,50 | 49,55 | 8,65 |
| 1 LW TP/k | 56,70 | 2,25 | 18,00 | 25,25 | 0,15 |
| 2 LW WB/w | 39,15 | 4,75 | 24,75 | 36,05 | 2,45 |
| 2 LW WB/k | 68,00 | 7,70 | 24,15 | 7,80 | 0,00 |
| 2 LW TP/w | 27,10 | 3,35 | 23,60 | 49,30 | 0,00 |
| 2 LW TP/k | 32,85 | 4,40 | 42,35 | 24,75 | 0,00 |
| 3 LW WB/w | 39,40 | 8,05 | 23,65 | 36,95 | 0,75 |
| 3 LW WB/k | 87,30 | 5,25 | 11,75 | 0,90 | 0,00 |
| 3 LW TP/w | 23,90 | 3,70 | 41,70 | 34,40 | 0,00 |
| 3 LW TP/k | 32,70 | 3,55 | 44,90 | 22,40 | 0,00 |
| 4 LW WB/w | 30,75 | 6,30 | 30,70 | 38,65 | 0,00 |
| 4 LW WB/k | 90,45 | 3,75 | 9,55 | 0,00 | 0,00 |
| 4 LW TP/w | 27,60 | 5,70 | 49,85 | 22,55 | 0,00 |
| 4 LW TP/k | 33,60 | 6,10 | 46,85 | 19,65 | 0,00 |

Tabelle A 9: Prozentualer Anteil des Liegens von Ferkeln in 24 Stunden auf dem jeweiligen Ferkelnest im 9. Durchgang (kein Ferkel, ein Ferkel, < 50 % des Wurfes, \geq 50 % des Wurfes, alle Ferkel des Wurfes)

| | 0 Ferkel | 1 Ferkel | bis 50 % | > 50 % | alle Ferkel |
|-----------|----------|----------|----------|--------|-------------|
| 1 LW WB/w | 72,30 | 2,00 | 5,75 | 21,90 | 10,25 |
| 1 LW WB/k | 40,60 | 2,85 | 10,45 | 48,95 | 26,60 |
| 1 LW TP/w | 18,55 | 4,50 | 12,80 | 68,60 | 49,30 |
| 1 LW TP/k | 98,25 | 1,15 | 1,75 | 0,05 | 0,00 |
| 2 LW WB/w | 14,95 | 3,70 | 15,05 | 69,95 | 23,55 |
| 2 LW WB/k | 94,70 | 4,30 | 5,30 | 0,00 | 0,00 |
| 2 LW TP/w | 35,00 | 3,35 | 7,85 | 57,15 | 26,25 |
| 2 LW TP/k | 91,60 | 2,80 | 5,35 | 3,05 | 0,00 |
| 3 LW WB/w | 23,95 | 4,60 | 14,50 | 61,45 | 10,15 |
| 3 LW WB/k | 94,55 | 3,25 | 5,45 | 0,00 | 0,00 |
| 3 LW TP/w | 29,40 | 6,40 | 14,30 | 56,35 | 11,60 |
| 3 LW TP/k | 98,05 | 1,55 | 1,90 | 0,00 | 0,00 |
| 4 LW WB/w | 46,70 | 10,20 | 21,40 | 31,90 | 4,30 |
| 4 LW WB/k | 64,05 | 6,20 | 13,75 | 22,20 | 1,20 |
| 4 LW TP/w | 38,10 | 4,70 | 11,85 | 45,10 | 2,90 |
| 4 LW TP/k | 87,75 | 4,90 | 16,80 | 0,40 | 0,00 |

Tabelle A 10: Prozentualer Anteil des Liegens von Ferkeln in 24 Stunden auf dem jeweiligen Ferkelnest im 10. Durchgang (kein Ferkel, ein Ferkel, < 50 % des Wurfes, \geq 50 % des Wurfes, alle Ferkel des Wurfes)

| | 0 Ferkel | 1 Ferkel | bis 50 % | > 50 % | alle Ferkel |
|-----------|----------|----------|----------|--------|-------------|
| 1 LW WB/w | 14,25 | 1,95 | 9,40 | 76,40 | 23,45 |
| 1 LW WB/k | 99,70 | 0,30 | 0,30 | 0,00 | 0,00 |
| 1 LW TP/w | 96,60 | 1,75 | 3,35 | 0,00 | 0,00 |
| 1 LW TP/k | 15,50 | 4,30 | 20,00 | 64,45 | 17,55 |
| 2 LW WB/w | 76,05 | 6,50 | 22,75 | 1,25 | 0,00 |
| 2 LW WB/k | 15,45 | 4,60 | 34,00 | 50,50 | 0,15 |
| 2 LW TP/w | 74,80 | 12,35 | 24,55 | 0,65 | 0,00 |
| 2 LW TP/k | 32,50 | 10,95 | 39,90 | 27,65 | 0,00 |
| 3 LW WB/w | 36,55 | 6,10 | 57,25 | 6,10 | 0,00 |
| 3 LW WB/k | 34,20 | 9,30 | 57,00 | 8,75 | 0,00 |
| 3 LW TP/w | 50,80 | 12,55 | 38,15 | 11,05 | 0,00 |
| 3 LW TP/k | 39,90 | 15,00 | 42,00 | 18,00 | 0,00 |
| 4 LW WB/w | 34,60 | 9,30 | 64,70 | 0,80 | 0,00 |
| 4 LW WB/k | 32,30 | 14,00 | 66,40 | 1,40 | 0,00 |
| 4 LW TP/w | 78,20 | 9,50 | 21,15 | 0,65 | 0,00 |
| 4 LW TP/k | 38,60 | 11,30 | 51,80 | 9,60 | 0,00 |

Tabelle A 11: Prozentualer Anteil des Liegens von Ferkeln in 24 Stunden auf dem jeweiligen Ferkelnest im 11. Durchgang (kein Ferkel, ein Ferkel, < 50 % des Wurfes, \geq 50 % des Wurfes, alle Ferkel des Wurfes)

| | 0 Ferkel | 1 Ferkel | bis 50 % | > 50 % | alle Ferkel |
|-----------|----------|----------|----------|--------|-------------|
| 1 LW WB/w | 55,25 | 5,15 | 26,40 | 18,35 | 0,75 |
| 1 LW WB/k | 68,75 | 4,45 | 23,65 | 7,55 | 0,00 |
| 1 LW TP/w | 73,65 | 9,30 | 24,05 | 2,30 | 0,00 |
| 1 LW TP/k | 87,60 | 5,40 | 12,35 | 0,00 | 0,00 |
| 2 LW WB/w | 60,30 | 16,65 | 32,30 | 7,40 | 0,00 |
| 2 LW WB/k | 37,80 | 7,20 | 44,30 | 17,90 | 0,15 |
| 2 LW TP/w | 50,15 | 7,60 | 36,55 | 13,35 | 0,00 |
| 2 LW TP/k | 82,60 | 5,85 | 17,30 | 0,05 | 0,00 |
| 3 LW WB/w | 51,80 | 5,80 | 31,25 | 16,95 | 0,00 |
| 3 LW WB/k | 38,90 | 9,10 | 50,90 | 10,20 | 0,00 |
| 3 LW TP/w | 39,95 | 9,60 | 45,30 | 14,85 | 0,00 |
| 3 LW TP/k | 85,65 | 10,45 | 14,35 | 0,00 | 0,00 |
| 4 LW WB/w | 60,10 | 9,60 | 30,80 | 9,10 | 0,00 |
| 4 LW WB/k | 31,10 | 13,00 | 53,00 | 15,90 | 0,00 |
| 4 LW TP/w | 47,40 | 7,20 | 35,80 | 16,80 | 0,00 |
| 4 LW TP/k | 90,20 | 7,10 | 9,80 | 0,00 | 0,00 |

Tabelle A 12: Prozentualer Anteil des Liegens von Ferkeln in 24 Stunden auf dem jeweiligen Ferkelnest im 12. Durchgang (kein Ferkel, ein Ferkel, < 50 % des Wurfes, \geq 50 % des Wurfes, alle Ferkel des Wurfes)

| | 0 Ferkel | 1 Ferkel | bis 50 % | > 50 % | alle Ferkel |
|-----------|----------|----------|----------|--------|-------------|
| 1 LW WB/w | 22,65 | 4,15 | 14,25 | 63,15 | 9,85 |
| 1 LW WB/k | 97,70 | 2,05 | 2,30 | 0,00 | 0,00 |
| 1 LW TP/w | 70,10 | 2,10 | 6,90 | 23,05 | 7,75 |
| 1 LW TP/k | 98,70 | 1,00 | 1,35 | 0,00 | 0,00 |
| 2 LW WB/w | 37,75 | 11,40 | 41,55 | 21,20 | 10,65 |
| 2 LW WB/k | 67,70 | 6,20 | 19,60 | 12,75 | 0,00 |
| 2 LW TP/w | 90,90 | 1,90 | 6,65 | 2,50 | 0,00 |
| 2 LW TP/k | 68,15 | 6,10 | 21,50 | 10,30 | 0,00 |
| 3 LW WB/w | 32,85 | 16,00 | 48,65 | 18,55 | 0,00 |
| 3 LW WB/k | 86,30 | 6,55 | 13,60 | 0,05 | 0,00 |
| 3 LW TP/w | 94,75 | 2,95 | 5,25 | 0,00 | 0,00 |
| 3 LW TP/k | 91,10 | 4,70 | 6,85 | 2,10 | 0,00 |
| 4 LW WB/w | 59,80 | 18,50 | 34,20 | 6,00 | 0,00 |
| 4 LW WB/k | 92,00 | 4,60 | 8,00 | 0,10 | 0,00 |
| 4 LW TP/w | 98,30 | 1,20 | 1,70 | 0,00 | 0,00 |
| 4 LW TP/k | 93,30 | 3,40 | 6,40 | 0,30 | 0,00 |

Danksagung

Bedanken möchte ich mich bei allen denjenigen, welche mich im Verlauf der Entstehung dieser Dissertation unterstützt haben.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. St. Hoy für Bereitstellung des Themas, für die sehr gute Betreuung während der praktischen Durchführung und der Auswertung des Datenmaterials, sowie für die konstruktive Durchsicht des Manuskripts.

Des weiteren danke ich Herrn Prof. Dr. H. Seufert für die Übernahme des Koreferates.

Besonders der Deutschen Forschungsgemeinschaft möchte ich für die finanzielle Unterstützung dieser Dissertation danken.

Bei den Mitarbeitern der Lehr- und Forschungsanstalt Oberer Hardthof möchte ich mich für die sehr gute Zusammenarbeit und Unterstützung bei der Durchführung der Beobachtungen bedanken.

Ebenso danke ich den Mitarbeitern der Arbeitsgruppe Tierhaltung des Institutes für Tierzucht und Haustiergenetik der Justus-Liebig-Universität Gießen für ihre Unterstützung.

Schließlich möchte ich mich noch bei meiner Frau und meiner Familie bedanken, welche mir immer mit moralischer Unterstützung unter die Arme gegriffen hat.



edition scientifique
VVB LAUFERSWEILER VERLAG

□□□ □□□□□□□□ □□□□ □□□□□□
□□□□□□□□□□□□□□ □□
□ □□□□□ □ □□□ □□□□

□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□
□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□
□ □ □□□□□□□□□□□□□□□□

ISBN 3-8359-5143-2



9 783835 195143 3

