

(Aus der Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, Direktor: HR Dipl.-Ing. Dr. K. Chytil und aus dem Institut für Nutztierwissenschaften der Universität für Bodenkultur, Wien, Vorstand: o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. A. Haiger)

## **Zum Einfluß der Gruppenhaltung mit und ohne Stroheinstreu bei unterschiedlichen Stalltemperaturen auf tägliche Zunahmen, Futtermittelerwertung und Schlachtkörperqualität von restriktiv gefütterten Mastschweinen**

Von H. BARTUSSEK, R. STEINWENDER, A. HAUSLEITNER, A. SCHAUER und J. SÖLKNER

### **Zusammenfassung**

Insgesamt 220 Mastschweine von etwa 25 bis 100 kg wurden in sieben Wiederholungen jeweils in Gruppen zu acht Tieren in zwei verschiedenen Haltungssystemen (Vollspaltenbodenbucht und dänische Zweiflächenbucht mit etwa 0,2 kg Häckselstroh/Tier/Tag) gehalten. Beide Haltungssysteme waren je in einem warmen und in einem kalten Raum eingebaut. Der warme wurde auf einer Temperatur von etwa 20 °C zu Mastbeginn gehalten, allmählich auf 15 °C absinkend. Im kalten Raum betrug die Temperatur bei Mastanfang etwa 12 bis 15 °C, sank bis zur dritten Mastwoche auf 8 bis 13 °C (Tagesminima bis 3 °C) und wies eine circadiane Amplitude von etwa 5 K auf. Beide Räume wurden optimal belüftet. Alle Tiere wurden restriktiv gefüttert. Zu Mastbeginn betrug die Energieversorgung 1,47 MJ/kg W<sup>m</sup>, am Ende der Mast 1,13 MJ/kg W<sup>m</sup> (W<sup>m</sup> = metabolisches Körpergewicht = kg<sup>0,75</sup>). Durch einen Fehler in der automatischen Futterzuteilung der kalt gehaltenen Tiere mit Stroh im Liegebereich erhielt diese Gruppe bei den in bezug auf die Fütterung statistisch auswertbaren Wiederholungen um 11 % weniger Futter als die anderen. Es wurden die Mast- und Schlachtleistungsdaten und Technopathien erhoben und ausgewertet. Die Tabelle 1 zeigt die wichtigsten Ergebnisse.

Tabelle 1

*Die wichtigsten Ergebnisse*

Haltung	n	Zunahmen (g/d)	Mastdauer (d)	Futter- aufnahme (kg/d)	Futter- verwertung (kg/kg)
warm, dänisch	79	783 a	96,0 a	2,17 a	2,79 a
warm, Spalten	78	738 b	99,1 b	2,18 a	2,91 a
kalt, dänisch	32	730 b	99,7 b, a	1,98 b	2,78 a
kalt, Spalten	31	633 c	106,1 c	2,21 a	3,33 b

Signifikante Unterschiede sind durch verschiedene Buchstaben gekennzeichnet.

Im warmen Stall nahmen die Tiere in den dänischen Buchten täglich 45 g mehr zu als am Vollspaltenboden; im kalten Raum sogar 97 g; im Jahresschnitt beträgt diese Überlegenheit 72 g. Trotz hochsignifikant geringerer Futteraufnahme der kalt mit Stroh gehaltenen Schweine (wegen des oben erwähnten technischen Fehlers) gab es keine Unterschiede zu den warm aber strohlos gehaltenen Tieren. Man kann daher auf eine grundsätzliche Leistungsüberlegenheit der kalten Strohhaltung gegenüber dem warmen Spaltenboden schließen. Bei den Schlachtleistungen fanden sich signifikante Unterschiede nur beim Karreeanteil, der bei den kalt auf Spaltenboden gehaltenen Tieren verringert war. Alle am Vollspaltenboden gehaltenen Tiere wurden signifikant mehr beschädigt, im Kaltstall hochsignifikant mehr als die Schweine in dänischen Buchten. Bei der Haltung mit Stroh konnten keine Unterschiede zwischen warm und kalt gehaltenen Tieren nachgewiesen werden. Die am Vollspaltenboden gehaltenen Tiere wiesen hochsignifikant geringere Körperlängen auf als die in dänischen Buchten. Diese Verkürzung wird als Körperdeformation durch nicht tiergerechtes Liegen gedeutet.

Die besseren Mastleistungen der mit Stroh gehaltenen Tiere und die neuen Entwicklungen sehr strohsparender Haltungssysteme (Schrägbodenbuchten und Nürtinger Kisten) eröffnen die Aussicht auf eine betriebswirtschaftliche Überlegenheit tiergerechterer Haltungsverfahren in der Schweinemast.

Schlüsselworte: Mastschweine, Leistung, Vollspaltenboden, Strohhaltung, Stalltemperatur.

**The effect of keeping fattening pigs in groups on fully slatted floor and in danish boxes with straw litter at different environmental temperatures on growth rate, food conversion and carcass quality**

Summary

Within seven replications 220 fattening pigs were kept in two separated rooms prepared for different thermal conditions, one of them heated to about 20 °C at the beginning with the temperature gradually declining to 15 °C; the other one not heated during the winter replications with temperatures of about 12 to 15 °C at the beginning, then declining to 8 to 13 °C within a few weeks with naturally fluctuating circadian sinusoidal variations, minimal temperatures going down sometimes to 3 °C. In each room two different boxes for eight pigs were installed. One box had a fully slatted floor, the other one being a type of danish box with a resting area being littered by chopped straw (0.2 kg/pig and day). The animals were fed restrictively, metabolizable energy supply was 1.47 MJ/kg  $W''$  at 25 kg liveweight gradually declining to 1.13 MJ/kg  $W''$  at 100 kg ( $W'' = \text{metabolical weight} = \text{kg}^{0.75}$ ). The food supply of the pigs in the cold housed group with straw was 11 % (0.2 kg/day) less than that of the other animals due to a malfunction of the feeding station not detected by the control PC and not perceived on time. The following tabel 1 shows the main results:

*Main results*

Housing conditions	n	daily gain (g)	fattening period (d)	food intake (kg/d)	food-conversion (kg/kg)
warm, with straw	79	783 a	96.0 a	2.17 a	2.79 a
warm, slatted floor	78	738 b	99.1 b	2.18 a	2.91 a
cold, with straw	32	730 b	99.7 b, a	1.98 b	2.78 a
cold, slatted floor	31	633 c	106.1 c	2.21 a	3.33 b

Different letters next to the figures show significant differences.

Daily gain of the warm housed pigs with straw litter was 45 g higher compared with the animals on slatted floor at same temperatures. In the cold room this difference was even 97 g. The mean superiority of the littered boxes over the year was 72 g. With 11 % less food intake, the cold housed pigs with straw showed same daily gain, same length of fattening period and slightly better food conversion than warm housed animals on slatted floor. Straw has various beneficial effects not only thermal ones.

There were no differences between the groups at most of the criteria of carcass quality except the percentage of loin area, which was significantly smaller in the pigs housed cold on slatted floor. All pigs on slatted floors had significantly shorter body lengths than those with straw probably caused by unnormal lying behaviour on the belly. Pigs on slatted floors showed a significant higher frequency of technopathies, especially alterations of joints (lameness) and injuries of the integument.

Better growth rates of animals kept with straw, the possibility to avoid heating costs and new housing systems which need very small amounts of straw, e. g. "straw-flow-systems" or systems with closed nest boxes, give the possibility to combine welfare aspects of the pigs with economic improvement of production.

Key-words: fattening pigs, growthrate, food conversion, ambient temperature, housing conditions.

## 1. Problemstellung

### 1.1 Allgemeines

In der Schweinemast werden in der Praxis Stalltemperaturen von etwa 20 bis 22 °C zu Beginn, mit zunehmender Lebendmasse auf etwa 16 bis 18 °C abnehmend, mit möglichst geringen Schwankungen für nötig gehalten. Um die erwünschte Temperatur in der kalten Jahreszeit zu erreichen und Heizenergie zu sparen, wird in aller Regel die Luftfeuchtigkeit niedrig gehalten. Schlechte Luftqualität ist die Folge. Dies gilt als Hauptfaktor von Atemwegs- und Lungenerkrankungen (STRAW 1986, TIELEN 1987) und deren Folgen wie größere Behandlungshäufigkeit und höhere Ausfälle (HUNNEMAN 1983). Für das Tierhaltungsmanagement besteht demnach ein Zielkonflikt zwischen der Einhaltung einer ausreichend hohen Stalltemperatur und der Sicherstellung einer guten Luftqualität. Zur Verringerung des Konfliktes müssen die tatsächlichen Ansprüche der Tiere an ihre thermische Umwelt bekannt sein.

### 1.2 Literaturübersicht

Die internationale Literatur zeigt beträchtliche Differenzen in den Empfehlungen zur Stalltemperatur. In Tabelle 2 werden Ergebnisse aufgelistet.

Vom Standpunkt des Tierschutzes wird die einstreulose Haltung auf üblichen Voll- und Teilsparthenböden als nicht tiergerecht bezeichnet (MÜLLER 1985, HORSTMAYER und VALLBRACHT 1990, WECHSLER et al. 1991, HÖRNING et al. 1992, STS 1992). Leistungsunterschiede zwischen strohlosen und eingestreuten Haltungssystemen im Zusammenhang mit der Stalltemperatur unter vergleichbaren und günstigen praxisnahen Bedingungen sind somit unabdingbare Grunddaten für jeden echten betriebswirtschaftlichen Vergleich und werden dringend benötigt.

Tabelle 2

*Optimaltemperatur, empfohlene Temperatur oder untere Grenze der thermoneutralen Zone für Ferkel und Mastschweine im Vergleich*

Autor(en) und Jahr	Tiergewicht (kg)	Bodenart	Stalltemperatur (°C)
HEITMANN und HUGHES 1949, zit. MOTHES 1977	32– 65 75–118	—	24 17
DIN 18910 1963	—	—	15–20
DIN 18910 1974	Mastbeginn	—	18
	Mastende	—	15
DIN 18910 1992	20– 30	—	22–18 mGa*)
	40– 50	—	20–16 mGa
	60–100	—	18–14 mGa
SCHWEIZER STALLKLIMA-NORM 1983	20–100	—	22–15 mGa
MITTRACH 1987	—	Vollspalten	20
		Teilspalten	18
		eingestreut	16
LORENZ und BERKNER 1989		einstreulos	20
RINALDO und LE DIVIDICH 1991	Mastbeginn	Betonspalten	20
	Endmast	Betonspalten	15
SAKAI et al. 1992	40–60	einstreulos	16–20
VERSTEGEN und VAN DER HEL 1974, zit. VERSTEGEN et al. 1987 a	40	Beton	19–20
	40	Asphalt	14–15
	40	Stroh	11–13
HOLMES und CLOSE 1977, BRUCE und CLARK 1979, BRUCE 1982, BURNETT und MACDONALD 1987	20**)	Beton	16
		Stroh	11
	100**)	Beton	9
		Stroh	4
CLARK und ROBERTSON 1984	35	Beton	15
		Stroh	10
	60	Beton	11
		Stroh	5

\*) mGa = mit zunehmendem Gewicht abnehmende Temperatur

\*\*\*) in Gruppen zu 15 Tieren; Futterenergieaufnahme 3 × Erhaltungsbedarf

### 1.3 Fragestellung

Zwei Hauptfragen sollten geprüft werden:

- Wie verhalten sich im Winterhalbjahr Leistung und Gesundheit von Mastschweinen in kalten, nicht beheizten Ställen mit verhältnismäßig wenig Einstreu im Vergleich zur Haltung auf normgemäßen Vollspaltenbodenställen in warmen, praxisüblich beheizten Ställen, bei optimaler Luftqualität und Zugluftfreiheit in beiden Systemen?
- Wie liegen die Leistungen (Tageszunahmen, Futtermittelverwertung, Mastdauer) und die Gesundheit der Tiere im Vergleich von eingestreuten Systemen zu einstreulosen bei insgesamt warmen Stallverhältnissen und guter Luftqualität?

## 2. Tiere, Material und Methode

### 2.1 Allgemeine Versuchsbeschreibung

Von Dezember 1985 bis März 1989 wurden insgesamt sieben Mastdurchgänge, vier Winterdurchgänge jeweils beginnend im Dezember und drei Sommerdurchgänge, begin-

nend Ende Mai/Anfang Juni, mit je vier Gruppen zu acht Tieren durchgeführt. Die Hälfte der Tiere wurde jeweils einstreulos auf Vollspaltenboden (VS), die andere Hälfte in eingestreuten Zweiflächenbuchten (ähnlich einer dänischen Bucht – DB) gehalten. In zwei getrennten Räumen war je eine VS- und je eine DB-Bucht untergebracht. In den Winterdurchgängen wurde ein Raum beheizt (warme Einheit = WE), der andere blieb unbeheizt. Bei den vier Winterdurchgängen standen demnach die Tiere in vier Haltungsvarianten: „Dänisch-warm“ (DB-WE), „Spalten-warm“ (VS-WE), „Dänisch-kalt“ (DB-KE) und „Spalten-kalt“ (VS-KE). Zu den vier Wiederholungen der Winterversuche im beheizten Raum standen sechs weitere Wiederholungen (drei Durchgänge mit je zwei Gruppen) mit warmen Räumen der Sommerdurchgänge für eine Gesamtauswertung zur Verfügung.

## 2.2 Tiere und Futter

Der Versuch wurde mit insgesamt 220 Tieren durchgeführt. Die Versuchstiere wurden nach Wurf, Alter, Geschlecht und Gewicht möglichst gleichmäßig auf die vier Gruppen aufgeteilt.

Tabelle 3

*Rasse, Geschlecht und Anfangsgewicht in den Gruppen und Wiederholungen*

Wiederholungen	1	2	3	4	5	6	7
Versuchsbeginn	9.12.1985	17.6.1986	4.12.1986	25.5.1987	14.12.1987	24.5.1988	6.12.1988
Rasse*)	E	ExP	ExP	ExP	ExP	ExP	ExL
Anzahl Tiere n	32	32	32	32	32	32	32
Gruppe 1 DB-WE	M	4	3	4	2	4	3
	W	4	5	4	6	4	5
Gruppe 2 VS-WE	M	4	3	4	2	4	5
	W	4	5	4	6	4	3
Gruppe 3 DB-KE	M	3	3	4	3	4	3
	W	5	5	4	5	4	5
Gruppe 4 VS-KE	M	3	3	4	2	4	4
	W	5	5	4	6	4	4
Anfangsgew. (kg)							
Gruppe 1	23,5	21,3	28,1	26,8	27,8	37,0	29,2
Gruppe 2	23,6	21,2	28,1	26,1	27,8	36,0	29,3
Gruppe 3	23,6	21,3	28,0	26,5	27,8	36,9	29,4
Gruppe 4	23,5	21,2	28,0	26,0	27,8	36,9	29,4

\*) E = Edelschwein, L = Landschwein, P = Pietrain

Das durchschnittliche Anfangsgewicht lag bei 27,5 kg, schwankte jedoch zwischen den Wiederholungen beträchtlich.

Wasser stand den Tieren über Nippeltränken ständig zur freien Verfügung. In allen Wiederholungen wurde über die gesamte Mastperiode ein pelletiertes Alleinfutter (Österr. Mastprüfungsstandard) verabreicht. Der Nährstoffgehalt des Alleinfutters ist in Tabelle 4 angeführt. Die Analysenwerte sind der Durchschnitt aus 27 Einzelproben, die in regelmäßigen Abständen während der sieben Wiederholungen entnommen wurden. Die in Tabelle 5 aufgelisteten Gehalte an Vitaminen und Spurenstoffe sind aus der Wirkstoffbeimischung errechnet.

Tabelle 4

*Nährstoffgehalt des Alleinfutters*

	Anzahl	TM (g)	RP (g)	ME (MJ)	Lys.*Meth* (g)	Ca (g)	P (g)	Mg (g)	Na (g)	Mn (mg)	Zn (mg)	Cu (mg)
in der TM	27	1000	182	13,86	10,1	3,4	13	9	2,2	64	96	48
in der FrM	27	880	160	12,20	8,9	3,0	11	8	1,9	56	84	42

\* Tabellenwerte

Tabelle 5

*Gehalt an Wirkstoffen in 1 kg Futtermischung*

Vitamin A	20.000 I. E.
Vitamin D <sub>3</sub>	2.500 I. E.
Vitamin E	60 mg
Vitamin B <sub>1</sub>	4 mg
Vitamin B <sub>2</sub>	6 mg
Vitamin B <sub>6</sub>	4 mg
Vitamin B <sub>12</sub>	30 mcg
Cholinchlorid	500 mg
Nikotinsäure	30 mg
Pantothensäure	30 mg
Biotin	100 mcg

Die Futterzuteilung wurde dem Lebendgewicht und der Tageszunahme der jeweiligen Mastwoche entsprechend angepaßt (Tab. 6).

Tabelle 6

*Nährstoffversorgung und Futterzuteilung je Tier im Gewichtsabschnitt*

Gewichts- abschnitt von—bis	Tages- zunahme (g)	Bedarf			Allein- futter (kg)	Zufuhr		
		RP (g)	ME (MJ)	Lysin (g)		RP (g)	ME (MJ)	Lysin (g)
20,0— 23,0	430	215	11,22	10,6	1,15	184	14,03	10,2
23,0— 26,5	500	230	13,70	11,5	1,25	200	15,25	11,1
26,5— 30,0	500	230	14,81	11,5	1,40	224	17,08	12,5
30,0— 34,5	645	275	18,86	13,8	1,55	248	18,91	13,8
34,5— 39,0	645	280	20,17	13,8	1,70	272	20,74	15,1
39,0— 43,5	645	285	21,44	14,0	1,80	288	21,96	16,0
43,5— 48,0	645	290	22,65	14,3	1,90	304	23,18	16,9
48,0— 53,0	715	320	25,30	15,9	2,05	328	25,01	18,2
53,0— 58,0	715	325	26,56	16,2	2,20	352	26,84	19,6
58,0— 63,0	715	330	27,77	16,4	2,35	376	28,67	20,9
63,0— 68,5	785	360	30,44	17,9	2,50	400	30,50	22,2
68,5— 74,0	785	362	31,69	18,0	2,60	416	31,72	23,1
74,0— 79,5	785	362	32,91	18,0	2,70	432	32,94	24,0
79,5— 85,0	785	360	34,09	17,8	2,90	464	35,38	25,8
85,0— 90,0	715	330	33,76	16,2	2,80	448	34,16	24,9
90,0— 95,0	715	320	34,77	15,8	2,80	448	34,16	24,9
95,0—100,0	715	310	35,76	15,1	2,80	448	34,16	24,9

Das Nährstoffangebot entsprach den „Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Schweine“ (GEH 1987). In den ersten drei Durchgängen wurde konventionell über Tröge gefüttert. Danach erfolgte die Fütterung mittels elektronischer Abruffütterungsstationen mit eingebauter Wiegevorrichtung. Alle notwendigen Parameter (wie z. B. die individuelle Futtermenge, die bisherigen Verbrauchsmengen, das Tiergewicht, die Anzahl an Erkennungen u. v. a.) konnten angezeigt, verändert, ausgedruckt oder abgespeichert werden. Die Tiererkennung erfolgte über aktive, im Ohr der Tiere befestigte Sender.

### 2.3 Mast- und Schlachtleistung

Die Mastdauer (d) ist der Zeitraum zwischen Einstelltag und Schlachttag. Die ersten Tage nach dem Einstellen, in denen sich die Tiere an die neuen Haltungsbedingungen und zum Teil an niedrigere Raumtemperaturen anpassen mußten, werden demnach der Mastzeit zugerechnet. Die Berechnung der täglichen Zunahmen (g), des durchschnittlichen Futtermittelsverbrauches (kg) und der Futtermittelnutzung (kg/kg) erfolgt entsprechend den üblichen Begriffsinhalten.

Die Schlachtung der Versuchstiere erfolgte im betriebseigenen Schlachtraum, sobald das vorgesehene Mastendgewicht erreicht war. Es wurden jeweils innerhalb von drei

Wochen wöchentlich immer am gleichen Wochentag je etwa ein Drittel der Tiere geschlachtet. Die Schlachtkörper wurden 24 Stunden bei 4 °C gekühlt, anschließend die linke Schlachthälfte zerlegt und versuchsmäßig ausgeschlachtet.

Folgende Schlachtleistungsmerkmale wurden erhoben und ausgewertet:

Schlachtgewicht kalt (kg)	nach 24 Stunden Kühlung
Qualitätsklasse	nach der LSQ-Methode
Körperlänge (cm)	vom Atlasgelenk bis Schambein an der liegenden Schlachthälfte
Rückenspeckdicke (cm)	Mittel aus drei Messungen über Kamm, Rücken und Lende ( <i>M. glut.</i> )
<i>Musc. long. dorsi:</i>	13. Brustwirbel
Dripverlust (%)	Wasserverlust nach 24 Stunden Lagerung
Fettgehalt (%)	Petroläther-Extraktion nach Soxhlet
Fleischfläche (cm <sup>2</sup> )	planimetriert
Remission (%)	gemessen mit Reflexionsspektrometer bei 530 nm
Fleisch : Fett-Verhältnis 1:	Verhältnis der Fleisch : Fett-Fläche am Karreeanschnitt
Fleisch (%)	abgespeckter Schlögel mit Stelze und abgespecktes Karree in % des Hälftegewichtes
Fett (%)	Schinkenspeck, Karreespeck und Filz in % des Hälftegewichtes
Schinken (%)	abgespeckter Schlögel in % des Hälftegewichtes
Karree (%)	abgespecktes Karree in % des Hälftegewichtes
Schulter (%)	Schulter in % des Hälftegewichtes
Bauchgewicht (%)	Bauchfleisch in % des Hälftegewichtes
Fleisch : Fett-Verhältnis	Verhältnis Fleischanteil zu Fettanteil (siehe Fleisch-% und Fett-%)
pH 1 und pH 24	Messung 1 bzw. 24 Stunden nach Schlachtung im Karree und Schlögel

Für die ersten drei Versuchsdurchgänge liegen neben Einstellungs- und Schlachtdatum nur die Ergebnisse wöchentlicher Wiegungen der nüchternen Tiere sowie der Futterverbrauch für die Gesamtgruppen vor. Ab dem vierten Durchgang wurde der Futterverzehr jedes Tieres automatisch registriert, ausgedruckt und mit durch Betätigung der Handsteuerung verabreichten Einzelrationen ergänzt (dies erfolgte dann, wenn aus welchen Gründen auch immer ein Tier durch die Automatik nicht die vorgesehene Tagesmenge erhalten hat). Die Futterzuteilung durch den Computer erfolgte in Einzelrationen, die erheblichen Schwankungen unterliegen konnten. Für die Eingabe der Sollwerte wurde deshalb vorerst die durchschnittliche Futtermenge pro Einzelration durch Wiegung mehrerer Einzelrationen jeder Futterstation ermittelt. Dies erwies sich aber bei der pelletierten Futterstruktur in der Summe über die ganze Mastdauer immer noch als ungenau. Deshalb wurden die eingesetzten Futtermengen jeweils gewogen und aus dem Gewichtsvergleich des tatsächlich verfütterten Futters und den vom Rechner ermittelten Größen für jede Tiergruppe je ein Korrekturfaktor ermittelt, mit dem der automatisch registrierte und ergänzte Futterverzehr jedes Tieres multipliziert wurde. Die von den Wiegeeinrichtungen in den Futterstationen festgestellten Tiergewichte wurden vom PC der Meßzentrale automatisch verrechnet. Das Gewicht eines Tieres zu einem bestimmten Zeitpunkt (Rechengewicht für Auswertung) wurde mit Hilfe einer Regressionsgleichung ermittelt.

Sämtliche Daten, Durchgangsnummer, Aufstallungssystem, Raumtyp (warm, kalt), Geschlecht der Tiere, Zeitpunkt der Einstallung und Schlachtung, Anfangsgewichte, Wochengewichte, Endgewichte, Futterverzehr sowie die Daten der Ausschachtung wurden für jedes Einzeltier in eine dBase-Datei eingebracht. Die statistische Auswertung wurde mit linearen Modellansätzen mit dem „Mixed Model Least-Squares and Maximum Likelihood Computer Programme“ (HARVEY 1985) durchgeführt.

Modelle für die Auswertung:

Mastleistung:

$$I. Y_{ijklm} = \mu + \text{Wiederholung}_i + \text{Raum}_j + \text{Haltung}_k + \text{Sex}_l + (\text{Raum} \times \text{Haltung})_{jk} + e_{ijklm}$$

für: Anfangsgewicht (falls signifikant), Endgewicht, Masttage, tägliche Zunahmen, Futterverwertung.

$$II. Y_{ijkl} = \mu + \text{Wiederholung}_i + \text{Raum}_j + \text{Haltung}_k + \text{Sex}_l + (\text{Raum} \times \text{Haltung})_{jk} + b_1 (\text{Anfgew} - \bar{\text{Anfgew}}) + b_2 (\text{Anfgew} - \bar{\text{Anfgew}})^2 + e_{ijkl}$$

für: Masttage, tägliche Zunahmen, Futterverwertung bei konstantem Anfangsgewicht.

Schlachtleistung:

Wie Modell I Mastleistung.

Im einzelnen bedeuten:

$Y_{ijklm}$	= Ausprägung des untersuchten Merkmals
$\mu$	= Gesamtmittelwert
Wiederholung <sub>i</sub>	= Effekt der i-ten Wiederholung
Raum <sub>j</sub>	= Effekt des j-ten Raumes (kalt, KE oder warm WE)
Haltung <sub>k</sub>	= Effekt des Haltungssystems (Vollspalten VS, dänische Bucht mit Einstreu DB)
Sex <sub>l</sub>	= Effekt des Geschlechtes (weiblich oder männlich-kastriert)
(Raum $\times$ Haltung) <sub>jk</sub>	= Effekt der Interaktion von Raum = Temperatur und Haltungssystem
$e_{ijklm}$	= Restkomponente

Der paarweise Gruppenvergleich erfolgte mit dem Bonferroni-Holm-Test (ESSL 1987). Die nichtparametrischen Daten wurden mit dem multiplen Mittelwertsvergleich und dem multiplen H-Test nach KRUSKAL und WALLIS (ESSL 1987) ausgewertet und geprüft.

#### 2.4 Tiergesundheit

Als Kriterium für die Tiergesundheit wurden Technopathien, Infektionen und tierärztliche Behandlungen herangezogen. Unter Technopathien sind haltungsbedingte Verletzungen, Beschädigungen und traumatische Erkrankungen am Integument (Haut- und Hautanhangsorgane) einschließlich der Verletzungen und Beschädigungen durch Kannibalismus zusammengefaßt. Infektionskrankheiten betreffen insbesondere die Atemwege und Verdauungsorgane sowie die Parasitosen.

Jeweils einige Tage nach Einstallen der Ferkel, nach etwa sechs bis acht Mastwochen (Mastmitte) sowie kurz vor der Schlachtung wurde eine tierärztliche Erhebung über den Zustand aller Tiere durchgeführt und der klinische Befund in den zwei Kategorien „Technopathien“ und „Infektionen“ erhoben. Der Schweregrad der Beeinträchtigung bzw. der Abweichung vom gesunden Normalzustand wurde in sechs Stufen bewertet:

0 = ohne Befund	3 = mittelstark beeinträchtigt
1 = sehr leicht beeinträchtigt	4 = stark beeinträchtigt
2 = leicht beeinträchtigt	5 = sehr stark beeinträchtigt

Die Beurteilung wurde jeweils vom selben Betreuungstierarzt nach subjektivem Augenschein am Einzeltier gemäß dem in der veterinärmedizinischen Praxis üblichen Bonitierungsschema durchgeführt. Zusätzlich wurde die Anzahl von Behandlungen pro Tier registriert, wiederum unterteilt nach Technopathien und Infektionen.

Die Wertungen der Einzeltiere wurden wiederum mittels Harvey-Programm einer multiplen Varianzanalyse (Bonferroni-Holm-Test) unterzogen. Da es sich bei den Daten um nicht parametrische Größen handelt, wurden die haltungsbedingten Gruppenunterschiede mit Hilfe des multiplen H-Tests nach KRUSKAL und WALLIS auf Signifikanz geprüft.

#### 2.5 Haltungstechnik

In die zwei Versuchsräume mit je 7,8  $\times$  3,6 m Grundrißfläche wurden jeweils eine Vollspaltenbucht (0,8 m<sup>2</sup>/Tier Gesamtfläche) und eine Zweiflächenbucht ähnlich einer dänischen Bucht (mit 0,6 m<sup>2</sup>/Tier eingestreuter Liegefläche und 0,4 m<sup>2</sup>/Tier Mistgang mit Spaltenboden; Flächen durch Wand mit Durchschlupf getrennt; Gesamtfläche 1,0 m<sup>2</sup>/Tier) eingebaut. Der Betonspaltenboden entsprach den Forderungen der ÖNORM L 5290. Für eine 2 bis 5 cm dicke Einstreuschicht aus Stroh hacksel im Liegenest der dänischen Buchten wurde bei Bedarf entsprechend nachgestreut. Der Strohverbrauch wurde mittels Waage zu den jeweiligen Zeitpunkten des Einstreuens gemessen. Der Strohaufwand für die Gesamtzeit eines Durchganges wird durch Tierzahl pro Gruppe und Mastdauer pro Durchgang geteilt und als durchschnittlicher Einstreubedarf pro Tier und Tag angegeben.

#### 2.6 Klimatisierung

Beide 2,6 m hohe Raumeinheiten wurden über vollflächige Porendecken (10 cm Mineralwolle auf Holzwolleplatten) zugluftfrei belüftet. Die Abluft wurde durch je einen Abluftschacht bis über Dach abgeführt. Die Luftraten konnten bei allen Außenklimabedingungen hinreichend genau geregelt werden. Regelungsziel im Winter war die hygienisch noch als günstig anzusehende Fremdgaskonzentration von 2000 ppm CO<sub>2</sub> (ÖKL 1983, CIGR 1984). Die Gleichschaltung der Luftraten wurde mittels Anemometermessungen im Abluftschacht überprüft. Bei den Sommerdurchgängen wurden erhöhte Luftraten mechanisch gefahren.

Zur Einhaltung der vorgegebenen Raum-Solltemperaturen standen elektrische Konvektoren zur Verfügung. Im Warmstall WE wurden zu Mastbeginn Heiz-Sollwerte von

20 °C vorgegeben, die gleitend in Zweiwochenschritten auf 16 °C ab 80 kg Lebendmasse abgesenkt wurden. In der kalten Einheit (KE) sollte grundsätzlich nicht geheizt werden. Dort sollten sich die vom Außenklima natürlich abhängigen Temperaturen von selbst einstellen. Da die Zukaufferkel aus üblichen geheizten Aufzuchtställen stammten, wurde zwischen Ferkelanlieferung und eigentlichem „Kaltstallbetrieb“ im Dezember eine vier- bis siebentägige Temperatur-Anpassungsphase eingeschaltet. In dieser Zeit wurde auch die KE beheizt, wobei von etwa 20 °C ausgehend die Stalltemperatur täglich um zwei bis drei Grade so abgesenkt wurde, daß nach spätestens einer Woche die Temperatur ohne Heizung erreicht war.

Die Raum- und Außentemperaturen wurden kontinuierlich mittels geeichter Pt-100-Elemente bzw. Hygrometern erfaßt. Kohlendioxid und Ammoniak wurden laufend mit dem Dräger-Polymer und den entsprechenden Röhrchen gemessen. Der Heizenergieverbrauch wurde durch Ablesen der Stromzähler für die E-Heizungen ermittelt und auf den Aufwand pro Tier und Tag umgerechnet.

### 3. Ergebnisse

#### 3.1 Haltung und Stallklima

Der durchschnittliche Strohverbrauch schwankte zwischen den Durchgängen und betrug im Mittel etwa 0,2 kg/T, d. In der kalten Einheit KE wurden 17,8 kWh/Tier, im warmen Raum WE 272 kWh/Tier Heizenergie benötigt. Der geringe Energieverbrauch in KE ist ausschließlich auf die Anpassungs- bzw. Umstellungsphase in den ersten Tagen nach der Einstellung zurückzuführen. Der enorm hohe Bedarf in der WE hat wegen der kleinen Versuchsräume keinen sinnvollen Bezug zur Praxis. Aus den Auswertungen der Wochenmittel und der jeweils über eine Woche gemittelten Tagesmaxima und -minima können zur Stalltemperatur folgende Aussagen gemacht werden:

- In der WE lagen die mittleren Temperaturen weitgehend im vorgesehenen Bereich (15 bis 20 °C) oder darüber. Geringfügige Unterschreitungen erfolgten nur bei S1 in der zweiten Masthälfte.
- Bei den Winterdurchgängen S1, 3, 5, 7 lagen die Temperaturen in der KE ganz bedeutend — bis zu 10 K und mehr — unter den Praxisempfehlungen, bei den Durchgängen S3, 5, 7 sogar schon in der ersten Mastwoche (beim allerersten Versuch S1 wurde die Temperaturanpassung zu Mastbeginn noch etwas vorsichtiger, d. h. langsamer gehandhabt). Die sehr gute Übereinstimmung der Temperaturabsenkung in der KE bei diesen Winterdurchgängen erlaubt es, von einer durchaus gleichartigen „Behandlung“ dieser Wiederholungen auszugehen.
- Gegen Ende der Mast stiegen die Temperaturen in der KE wieder bei allen Winterdurchgängen an, erreichten aber nie den Bereich zwischen 16 und 20 °C. Dieser Anstieg ist die Folge der gegen das Frühjahr hin wärmer werdenden Außenluft. Der Temperaturverlauf in der KE erfolgte daher gegensinnig zu den üblichen Empfehlungen, d. h. zu Beginn wesentlich kälter, später eher ansteigend.
- Bei den Sommerdurchgängen S2, 4, 6 waren die Temperaturgänge in der WE und KE praktisch gleich und lagen im üblichen Bereich für einstreulose Haltung oder darüber.

Die Auswertung der Wochenmittel sagt nichts darüber aus, wie häufig, wie abrupt, für welche Zeitdauer und mit welcher maximalen Tagesschwankung die jeweils aktuelle Temperatur im Tierbereich vom Mittelwert abwich. Aus den Auswertungen der Tagesgänge der Temperatur ergibt sich folgendes Bild:

Bei extremer Situation an heißen Tagen (30 °C Maximum im Freien) mit starker nächtlicher Abkühlung und Tagesschwankungen bis zu 20 K im Freien traten in den Stalleinheiten Tagestemperaturamplituden bis etwa 10 K auf. Über

die allermeiste Zeit schwankten die Tagesgänge der Raumtemperaturen während der Sommerdurchgänge um nur 4 bis 6 K mit einer gleichmäßigen Sinusschwingung, gegenüber dem Temperaturverlauf im Freien entsprechend phasenverschoben. Der durchschnittliche Tagesgang der Raumtemperaturen im Winter schaut anders aus: Bei Außentemperaturen zwischen 0 und minus 10 °C pendelten die Stalltemperaturen in der WE mit ganz geringen heizungsbedingten Schwankungen um den Sollwert (20 °C bis 16 °C); diejenigen in der KE verliefen gleichmäßig sinusförmig schwingend zwischen etwa 8 und 12 °C. Bei Außentemperaturen unter minus 10 °C, ein insgesamt selten aufgetretener Zustand, konnte die warme Einheit (WE) nicht mehr ganz auf die vorgesehene Temperatur geheizt werden, sondern lag nur zwischen 15 und 18 °C. In der KE schwankte dann die Temperatur nur zwischen 2 und 7 °C! — durchschnittlich rund 13 K kälter als in der WE. Dies trat im Durchgang S 7 bei nur etwa 45 kg schweren Tieren auf.

Tabelle 7 faßt die durchschnittlichen Temperaturverhältnisse und die Extremwerte aller Durchgänge zusammen:

Tabelle 7

*Durchschnitts-Raumtemperaturen (RT) und absolute Minima und Maxima aller Wiederholungen in (°C)*

Durchgang	WE			KE		
	Ø RT	Min	Max	Ø RT	Min	Max
1	15,0	10,3	26,0	8,6	4,8	17,7
2	19,9	14,9	26,3	20,8	12,7	27,6
3	16,4	8,2	20,0	9,8	2,8	17,7
4	17,3	10,0	27,1	17,0	12,0	26,9
5	18,7	11,9	22,0	11,8	6,2	16,9
6	17,9	10,1	28,8	18,4	10,6	29,1
7	16,2	9,3	22,6	9,0	1,7	18,7
1, 3, 5, 7	16,6	9,9	22,7	9,8	3,9	17,8*) Winter
2, 4, 6	18,4	11,7	27,4	18,7	11,8	27,9*) Sommer

\*) Min/Max = Durchschnitt der absoluten Min/Max-Werte der Einzeldurchgänge

Die Einhaltung der vorgesehenen Stallluftqualität war immer gewährleistet: Die geplanten Obergrenzen der Kohlendioxidkonzentration (2000 ppm) und die hygienisch noch günstigen Werte für Ammoniak (15 ppm) (CIGR 1984) wurden in keinem Raum überschritten. Teilweise lagen die Istwerte auch im Winter deutlich darunter. Im Sommer war der CO<sub>2</sub>-Gehalt der Raumluft nur etwa halb so hoch wie im Winter (ca. 800 ppm); das gilt auch für die NH<sub>3</sub>-Konzentration (etwa 8 ppm). Gleiche Luftzustände in beiden Stalleinheiten konnten nicht erreicht werden, doch liegen in allen Fällen die Ergebnisse so günstig, daß ein wie immer gearteter Versuchsfehler durch eine von der Luftqualität abhängige Gesundheitsgefährdung der Tiere ausgeschlossen werden kann.

### 3.2 Mastleistung

Als Folge eines technischen Fehlers in der Dosiereinrichtung der Abruffütterungsstation in der Einheit DB-KE (eingestreute Bucht im Kaltstall) wurde im Winterdurchgang S 5 den Tieren dieser Gruppe bedeutend weniger Futter verabreicht als geplant und als vom Steuercomputer registriert. Dies wurde erst bei der Auswertung des Durchganges S 5 dadurch bemerkt, daß bei dieser Bucht eine wesentlich größere Diskrepanz zwischen eingewogener Futtermenge und vom Steuer-PC verrechneter gefunden wurde. Der zur Auswertung des Futter-

verbrauches herangezogene Korrekturfaktor ( $f = \text{verrechnete Futtermenge} : \text{gewogene Futtermenge}$ ) war in der Bucht DB-KE 11 % kleiner als in den anderen Einheiten. Vor dem nachfolgenden Versuch S6 wurde der Fehler behoben, trat aber — leider während des Versuches wieder unbemerkt — im letzten Winterdurchgang S7 wieder auf. Deshalb bekamen die Tiere gerade in den bezüglich Futtermitteln statistisch auswertbaren Winterdurchgängen S5, 7 in der kalt gehaltenen eingestreuten Bucht durchschnittlich täglich rund 0,2 kg weniger Futter als die anderen Gruppen. Bei der Auswertung der Versuchsergebnisse wurden einerseits alle vier Gruppen verglichen, andererseits der Einfluß der unterschiedlichen Aufstallungssysteme (eingestreuete dänische Bucht DB und Vollspaltenbodenbucht VS) bzw. Raumtemperaturen (warme Einheit WE und Kaltstall KE) und mögliche Wechselwirkungen geprüft. Tabelle 8 zeigt die Mastleistungsergebnisse der vier verschiedenen „Behandlungen“ mit statistischer Prüfung der Ergebnisse.

Tabelle 8

Mittelwerte, Streuung und Gruppenvergleich der Mastleistungsmerkmale aller Wiederholungen

Merkmal	LSQ-Mittelwerte				s	Bonferroni-Holm-Test					
	Warmstall		Kaltstall			DB-WE	DB-KE	DB-WE	VS-WE	DB-WE	DB-KE
	DB	VS	DB	VS		VS-WE	VS-KE	DB-KE	VS-KE	VS-KE	VS-WE
Anzahl Tiere	n 79	78	32	31							
Anfangsgew.	kg 27,4	27,5	27,6	27,7	3,4	—	—	—	—	—	—
Endgewicht	kg 102,0	99,6	99,9	93,6	6,7	—	*	—	***	***	—
bei konstantem Anfangsgewicht 27,5 kg:											
Masttage	d 96,0	99,1	99,7	106,1	7,7	*	**	—	***	***	—
Tageszunahme	g 783	738	730	633	85	**	***	*	***	***	—
Ø Futteraufn./d <sup>1</sup>	kg 2,17	2,18	1,98	2,21	0,19	—	**	**	—	—	**
Futterverwert. <sup>1</sup>	kg 2,79	2,91	2,78	3,33	0,36	—	***	—	**	***	—

<sup>1</sup> Einzelfütterung ab vierter Wiederholung, bezogen auf tatsächliches Anfangsgewicht ohne Kümmerer, n = 123

Das höchste Endgewicht wurde im Warmstall mit eingestreuter Zweiraumbucht (DB-WE) und das niedrigste im Kaltstall mit Vollspaltenboden (VS-KE) erreicht. In den Gruppen VS-WE und DB-KE waren die erzielten Endgewichte gleich. Ähnliche Unterschiede zwischen den Gruppen ergaben sich in der Mastdauer und den Tageszunahmen. Der paarweise Gruppenvergleich mit dem Bonferroni-Holm-Test zeigt insbesondere zwischen VS-WE und VS-KE bzw. zwischen DB-WE und VS-KE in der Gewichtsentwicklung hochgesicherte Differenzen. Im eingestreuten Warmstall nahmen die Tiere 783 g täglich zu; in der warmen Spaltenbodenbucht und in der kalten Einheit mit Stroh unterschiedlos 738 bzw. 730 g. In der kalten Vollspaltenbucht fielen die Tageszunahmen auf 633 zurück. Die Futterverwertung war in den eingestreuten Buchten, unabhängig davon, ob die Tiere warm oder kalt gehalten worden sind, mit 2,79 bzw. 2,78 kg gleich und als sehr günstig einzustufen. In der einstreulosen VS-WE-Bucht liegt die Futterverwertung mit 2,91 kg nur unwesentlich und statistisch nicht gesichert ungünstiger; in der einstreulosen kalten Bucht VS-KE zeigen sich mit 3,33 kg aber wesentlich schlechtere Ergebnisse, wobei die Unterschiede zu allen drei anderen Verfahren hochsignifikant sind.

In Tabelle 9 werden über alle Wiederholungen nur die unterschiedlichen Aufstallungssysteme bzw. Raumtemperatureinheiten gegenübergestellt.

Tabelle 9

Mittelwerte, P-Werte und Wechselwirkung zwischen Haltungssystemen und Temperatureinheiten

Merkmal		LSQ-Mittelwerte		P-Wert Haltung	LSQ-Mittelwerte		P-Wert Raum	P-Wert Wechselwirkung
		DB	VS		WE	KE		
Anzahl Tiere	n	111	109		157	63		
Anfangsgew.	kg	27,5	27,6	0,85	27,5	27,7	0,75	0,96
Endgewicht	kg	100,9	96,6	<0,001	100,8	96,7	<0,001	0,053
bei konstantem Anfangsgewicht 27,5 kg:								
Masttage	d	97,9	102,6	<0,001	97,6	102,9	<0,001	0,14
Tageszunahme	g	757	685	<0,001	761	682	<0,001	0,044
Ø Futteraufn/d <sup>1</sup>	kg	2,07	2,19	0,003	2,17	2,09	0,093	0,008
Futterverwert. <sup>1</sup>	kg	2,79	3,12	<0,001	2,85	3,05	0,035	0,006

<sup>1</sup> Einzelfütterung ab vierter Wiederholung, bezogen auf tatsächliches Anfangsgewicht ohne Kümmerer, n = 123

Sowohl zwischen DB und VS als auch zwischen WE und KE sind gesicherte Unterschiede in allen Gewichtsmerkmalen gegeben. Bei Futteraufnahme und Futterverwertung besteht ein hoch gesicherter Unterschied zwischen den Aufstallungssystemen zugunsten der Dänischen Bucht. Bei der Futterverwertung schneidet der Warmstall signifikant besser ab als der Kaltstall. Wechselwirkungen zwischen Aufstallungssystem und Stalltemperatur sind beim Endgewicht (knapp an der Signifikanzgrenze), den Tageszunahmen, der Futteraufnahme und der Futterverwertung gegeben.

Werden nur die Winterdurchgänge ausgewertet, zeigen sich nur geringfügige Änderungen gegenüber den Ergebnissen aller Wiederholungen. Wechselwirkungen sind in diesem Fall im Gewichtsbereich nicht und in der Futterverwertung mit P=0,03 signifikant vorhanden.

### 3.3 Schlachtleistung

Im Verhältnis zu den Mastleistungen weisen die Schlachtleistungen insgesamt wesentlich weniger und undeutlichere Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen auf. Beim Vergleich der Schlachtleistungsergebnisse aller sieben Wiederholungen zeigen sich signifikante Differenzen nur bei den Merkmalen Schlachtgewicht, Körperlänge, Fleischfläche *m. l. dorsi*, Karree-, Schulter- und Bauchanteil (Tab. 10).

Das Schlachtgewicht ist in der Gruppe VS-KE mit 77,5 kg am niedrigsten und in DB-WE mit 81,4 kg am höchsten. Der paarweise Gruppenvergleich weist signifikante Unterschiede zwischen VS-WE und VS-KE sowie zwischen DB-WE und VS-KE zu ungunsten der einstreulosen Haltung im kalten Raum nach. Die Körperlänge ist in dieser selben Gruppe VS-KE (91,3 cm) gegenüber den drei anderen Systemen DB-KE (95,1 cm), DB-WE (94,6 cm) und VS-WE (93,5 cm) stark verkürzt. Aber auch die Tiere am warmen Vollspaltenboden weisen signifikant kürzere Körperlängen auf als diejenigen in beiden eingestreuten Buchtensystemen. Ein weiterer Unterschied zu ungunsten der kalt und einstreulos gehaltenen Tiere ergibt sich beim Karreeanteil. Er ist hier signifikant bis hochsignifikant geringer als bei den anderen Tieren. Bei der Rückenspeckdicke oder beim Fleisch-Fett-Verhältnis zeigen sich entgegen den Erwartungen keine gesicherten Unterschiede. Die Schweine der VS-KE-Gruppe weisen durchschnittlich rund 13 % mehr Fett im Rückenmuskel als die der anderen Gruppen auf, doch ist

Tabelle 10

Mittelwerte, Streuung und Gruppenvergleich der Schlachtleistungsmerkmale aller Wiederholungen

Merkmal		LSQ-Mittelwerte				s	Bonferroni-Holm-Test						
		Warmstall		Kaltstall			DB-WE	DB-KE	DB-WE	VS-WE	DB-WE	DB-KE	
		DB	VS	DB	VS		VS-WE	VS-KE	DB-KE	VS-KE	VS-KE	VS-WE	
Anzahl Tiere	n	79	77	31	27								
Schlachtgew.	kg	81,4	80,5	79,7	77,5	4,3	—	—	—	*	**	—	—
Körperlänge	cm	94,6	93,5	95,2	91,3	2,5	*	***	—	**	***	*	—
Rückenspeckd.	cm	2,54	2,43	2,48	2,42	0,35	—	—	—	—	—	—	—
Dorsi: Dripverlust	%	5,37	5,27	5,26	5,13	1,93	—	—	—	—	—	—	—
Fettgehalt	%	0,99	1,04	0,98	1,13	0,34	—	—	—	—	—	—	—
Fleischfl.	cm <sup>2</sup>	45,6	46,1	43,5	42,3	5,1	—	—	—	*	*	—	—
Remission	%	17,1	17,7	18,3	17,4	5,3	—	—	—	—	—	—	—
Fleisch:Fett	1:	0,42	0,41	0,42	0,40	0,12	—	—	—	—	—	—	—
Fleisch	%	46,9	47,2	47,4	46,3	2,3	—	—	—	—	—	—	—
Fett	%	12,2	11,7	11,5	11,6	2,0	—	—	—	—	—	—	—
Schinken	%	23,5	23,9	23,7	23,7	1,4	—	—	—	—	—	—	—
Karree	%	23,4	23,4	23,7	22,6	1,2	—	**	—	*	*	—	—
Schulter	%	14,1	14,3	14,5	14,2	0,7	—	—	*	—	—	—	—
Bauch	%	16,6	16,6	16,4	17,0	0,8	—	*	—	—	—	—	—
Fleisch:Fett	:1	4,07	4,34	4,33	4,37	0,93	—	—	—	—	—	—	—
Handelsklasse		1,63	1,62	1,81	1,93	0,82	—	—	—	—	—	—	—

auch dies nur eine statistisch nicht gesicherte Tendenz. In Tabelle 10 ist auch die Handelsklasse angeführt (Häufigkeitsvergleich). In der Tendenz weisen die Tiere der Warmeinheit eine bessere Beurteilung des Schlachtkörpers auf, die Unterschiede sind aber statistisch nicht signifikant.

Tabelle 11 zeigt die Unterschiede zwischen strohlosen und eingestreuten Systemen, warm und kalt gehaltenen Tieren und die Wechselwirkungen zwischen Haltungssystem und Temperatur.

Der Unterschied im Schlachtgewicht zwischen den Aufstallungssystemen ist geringer und schwächer abgesichert (P-Wert=0,022) als derjenige zwischen den

Tabelle 11

Mittelwerte, P-Werte und Wechselwirkungen zwischen Haltungssystemen und Temperatureinheiten

Merkmal		LSQ-Mittelwerte		P-Wert Haltung	LSQ-Mittelwerte		P-Wert Raum	P-Wert Wechselwirkung
		DB	VS		WE	KE		
Anzahl Tiere	n	110	104		156	58		
Schlachtgew.	kg	80,5	79,0	0,022	80,9	78,6	0,003	0,30
Körperlänge	cm	94,9	92,4	<0,001	94,1	93,3	0,07	<0,001
Rückenspeckd.	cm	2,51	2,42	0,13	2,48	2,45	0,60	0,61
Dorsi: Dripverlust	%	5,31	5,20	0,74	5,32	5,19	0,76	0,97
Fettgehalt	%	0,99	1,09	0,06	1,02	1,06	0,52	0,33
Fleischfl.	cm <sup>2</sup>	44,5	44,2	0,67	45,8	42,9	0,002	0,26
Remission	%	17,7	17,5	0,81	17,4	17,8	0,63	0,36
Fleisch:Fett	1:	0,42	0,40	0,27	0,42	0,41	0,77	0,80
Fleisch	%	47,2	46,8	0,26	47,1	46,9	0,63	0,048
Fett	%	11,8	11,7	0,60	12,0	11,6	0,30	0,31
Schinken	%	23,6	23,8	0,38	23,7	23,7	0,88	0,40
Karree	%	23,6	23,0	0,0013	23,4	23,2	0,26	0,006
Schulter	%	14,3	14,3	0,62	14,2	14,4	0,16	0,018
Bauch	%	16,5	16,8	0,016	16,6	16,7	0,76	0,019
Fleisch:Fett	:1	4,20	4,35	0,28	4,20	4,35	0,38	0,42

Temperatureinheiten. Dieser ist sehr deutlich und mit  $P=0,003$  hochsignifikant. Wechselwirkung zwischen Haltung und Temperatur besteht nicht. Bei der Körperlänge besteht eine hochgesicherte Differenz ( $P\text{-Wert} < 0,001$ ) zwischen den Aufstallungssystemen und ein ebenfalls starker Zusammenhang zwischen Temperatur und Aufstallung ( $P < 0,001$ ). Die Fleischfläche im Rückenmuskel zeigt zwischen den Temperatureinheiten eine gesicherte Differenz. Zwischen den Stallsystemen besteht kein Unterschied und eine Wechselwirkung ist nicht gegeben. Im Fleischanteil sind keine Unterschiede beim Gruppen- oder Systemvergleich zu finden, dafür konnte eine schwach signifikante Wechselwirkung zwischen Aufstallung und Temperatureinheiten nachgewiesen werden. Zwischen den Stallsystemen besteht beim Karreeanteil ( $P=0,0013$ ) und auch beim Bauchanteil ( $P=0,016$ ) eine gesicherte Differenz. Die Temperatureinheiten zeigen in diesen Merkmalen keine Unterschiede. Zwischen Aufstallung und Temperatureinheiten besteht beim Karreeanteil eine hochsignifikante und beim Schulter- und Bauchanteil eine signifikante Wechselwirkung. Die anderen in Tabelle 11 angeführten Merkmale der Schlachtleistung zeigen keine signifikanten Unterschiede bzw. Wechselwirkungen.

### 3.4 Tiergesundheit

Die Tabelle 12 zeigt die Ergebnisse der tierärztlichen Untersuchungen von Technopathien und Infektionen. Zur Beurteilung der dargestellten Mittelwerte muß man sich vor Augen halten, daß sie zwischen 0 und 5 liegen könnten.

Tabelle 12

*Mittelwertsvergleich von Technopathien und Infektionen*

Merkmal	LSQ-Mittelwerte				s	multipler H-Test Kruskal-Wallis					
	Warmstall		Kaltstall			DB-WE	DB-KE	DB-WE	VS-WE	DB-WE	DB-KE
	DB	VS	DB	VS		VS-WE	VS-KE	DB-KE	VS-KE	VS-KE	VS-WE
Anzahl Tiere	n 79	77	31	27							
Technopathien:											
Anfang	0,80	1,25	0,52	1,19	1,04	*	*	—	—	—	*
Mitte	0,82	1,18	0,74	1,85	1,06	—	**	—	—	***	—
Ende	1,00	1,65	0,74	2,00	1,70	*	***	—	*	***	*
Behandlung	0,00	0,13	0,00	0,23	0,39	—	—	—	—	*	—
Infektionen:											
Anfang	0,38	0,43	0,16	0,11	0,94	—	—	—	—	—	—
Mitte	0,03	0,13	0,00	0,00	0,34	—	—	—	—	—	—
Ende	0,18	0,05	0,00	0,00	0,75	—	—	—	—	—	—
Behandlung	0,02	0,11	0,33	0,00	0,43	—	—	—	—	—	—

Der multiple Mittelwertsvergleich für die nichtparametrischen Daten zeigt ganz eindeutig, daß Mastschweine auf normgemäßen Vollspaltenböden signifikant häufiger und schwerwiegendere Technopathien aufweisen als bei der Haltung in der dänischen Zweiraumbucht mit Stroheinstreu und Spaltenflächen nur am Mistgang. Weiters zeigt der multiple H-Test eine signifikante Zunahme der Technopathien auf Vollspaltenböden vom Beginn zum Versuchsende hin. Bei diesem einstreulosen System ist auch eine signifikante Differenz ( $P=0,011$ ) zwischen den Temperatureinheiten derart gegeben, daß im Kaltstall die gesundheitlichen Beeinträchtigungen häufiger bzw. stärker sind. Bei den Technopathiebehandlungen ist zwischen DB-WE und VS-KE ein schwach signifikanter Unterschied nachweisbar.

Bei den Infektionen und Behandlungen derselben ergeben sich im Gruppenvergleich keine signifikanten Unterschiede. In der Tendenz kann abgelesen werden, daß in der Kalteinheit zu Mastbeginn aufgetretene Infektionsfälle im weiteren Mastverlauf abklingen, während in der Warmeinheit — wenn auch nur sehr geringfügig — über die ganze Mastperiode verteilt Infektionen behandelt werden mußten. Insgesamt stammt der größte Teil der Befunde des Bereiches „Infektionen“ aus einem vom Ferkelaufzuchtstall eingeschleppten Räudebefall im zweiten Versuchsdurchgang.

#### 4. Diskussion

##### 4.1 Tierleistungen

Die fast gleichen Merkmale der Mastleistung am warmen Vollspalten und in der kalten dänischen Bucht lassen den Schluß zu, daß sich die Tiere in der dänischen Bucht mit Einstreu während der kalten Jahreszeit großteils im Bereich der Thermoneutralität befanden. Hierbei spielen die Zugluftfreiheit (VERHAGEN 1987) und die gemäß VERSTEGEN et al. (1987 b) und BRUCE (1982) weitgehend dem physiologischen Bedarf entsprechenden natürlichen Tagesschwankungen der Temperatur eine günstige Rolle. In der kalten Einheit lagen die Tagesmaxima um 16 bis 17 Uhr und die Minima um 5 Uhr, was genau dem Tagesgang entspricht, den sich die Tiere in Wahlversuchen nach VERSTEGEN et al. (1987 b) selbst wählen. In der kalt gehaltenen Gruppe auf Vollspalten sind die Tageszunahmen um rund 100 g und die Futtermittelverwertung um 0,55 kg schlechter. Das entspricht in der Größenordnung den Ergebnissen von LÆ DVIDICH et al. (1987), die auf Vollspaltenböden bei einer Temperaturabnahme von 20 auf 12 °C für gleichbleibende Tageszunahmen einen zusätzlichen Futterenergieaufwand von 0,44 MJ/Tag (33 g/Tag) ermittelten. In der warmen Bucht mit Einstreu findet man die besten Leistungen, 45 g höhere tägliche Zunahmen als im warmen Vollspaltenstall, obwohl auch in diesem die Temperaturen vorhanden waren, die gemäß der internationalen Literatur als „optimal“ bzw. „thermoneutral“ zu bezeichnen sind (ca. 22 bis 15 °C). Allerdings dürften sich am Vollspaltenboden die tierindividuellen Unterschiede im Wärmebedarf stärker ausgewirkt haben, da für die jeweils kleineren Tiere Unterschreitungen der Thermoneutralität auch im Warmstall eher gegeben sein konnten als in der eingestreuten Bucht. ROBERTSON et al. (1985) fanden nämlich an Aufzuchtferkeln, daß die untere Grenze der thermoneutralen Zone des größten Tieres mit der größten Futteraufnahme 14 K unter der Obergrenze der Thermoneutralität des kleinsten Tieres mit der geringsten Futteraufnahme lag. Fordert man für optimale Leistungen, daß alle Tiere einer Gruppe innerhalb der thermoneutralen Zone zu halten sind, so folgert BAXTER (1989) aus der individuellen Streubreite, daß der Temperaturbereich am Vollspaltenboden nur eine Bandbreite von 1 bis 3 K aufweisen darf.

Obwohl die Tiere in der kalt gehaltenen dänischen Bucht DB-KE bei den Wiederholungen S 5 und S 7, also bei der Hälfte aller Winterdurchgänge und bei denjenigen, die in bezug auf das Füttern statistisch auswertbar waren, täglich um 0,2 kg oder 11 % weniger Futter bekamen als in der warmen Vollspaltenbodenbucht waren die Leistungen sehr ähnlich. Da gemäß Tabelle 8 die Futtermittelverwertung in beiden dänischen Buchten (warm und kalt) trotz 7 °C durchschnittlichem Temperaturunterschied gleich gut war (2,79 bzw. 2,78 kg/kg) und in der Tendenz besser als beim warm gehaltenen Spaltenboden (2,91) kann angenommen werden, daß die Haltung mit Einstreu im kalten Stall der Mast auf Vollspaltenboden im Warmstall leistungsmäßig sogar überlegen ist. Die Überlegenheit wird auch in der Verletzungshäufigkeit deutlich (Tab. 12): Während in den dänischen Buch-

ten eine ähnliche und relativ geringe Häufigkeit von Technopathien gefunden wurde, war diese beim warmen Vollspaltenboden signifikant erhöht und beim selben System im Kaltstall nochmals deutlich höher. Diese Aussage ist zwar wegen des möglichen subjektiven Einflusses des Beurteilers und wegen der Unschärfe in der Abgrenzung der Beurteilungsstufen mit Unsicherheiten behaftet, doch wird sie durch die objektiven Unterschiede in der Behandlungshäufigkeit von Technopathien, die die gleiche Tendenz aufweisen, gestützt. Auch andere Autoren haben beim Vollspaltenboden stärkere Beschädigungen oder höhere Abgänge nachgewiesen (MÜLLER 1985, BLENDL 1987, SCHWITZ 1990).

Die deutlichen Leistungsunterschiede zugunsten der eingestreuten Haltungen sind wohl Folge verschiedener sich positiv auswirkender Effekte der Einstreu. Sie betreffen thermische aber auch andere unspezifische Wirkungen des Stroh. Während die Tiere beim Vollspaltenboden nur durch engeres Zusammenliegen bis zum maximal tolerierten mechanischen Streß (BRUCE und BOON 1984) versuchen können, eine zu niedrige Temperatur zu kompensieren, können sich die Tiere mit Stroheinstreu zusätzlich einen Liegeplatz mit einer gewissen Nestfunktion (Wärmedämmung des Bodens, Nestränder aus Stroh vor Vollholz) einrichten. In den dänischen Buchten hatten die Tiere auch 25 % mehr Platz und ihr Lebensraum war durch die Trennwand zwischen Liegenest und Mistgang strukturiert. Dazu bietet Einstreu den Tieren die Möglichkeit, zu wühlen, zu kauen, sich ausgiebig zu beschäftigen, Neugier- und Erkundungsbedürfnisse zu befriedigen usw., und das scheint sich auf indirektem Wege auch auf den Wärmehaushalt und auf die Gesundheit günstig auszuwirken. Am Vollspaltenboden fehlen diese Faktoren. Dies zeigen auch folgende Arbeiten:

Beim Durchgang S 4 wurde festgestellt, daß sich die Tiere in den DB rund 3,6 Stunden mit dem Stroh beschäftigen (BARTUSSEK und HAUSLEITNER 1988). Beim Durchgang S 6 fand GURTNER (1990) eine fast doppelt so lange Liegeperiode in den dänischen Buchten als Folge des ungestörten Ruheverhaltens. Hier beschäftigten sich die Tiere durchschnittlich 1,8 Stunden täglich mit dem Stroh und nur 0,23 Stunden mit Gegenständen (vorwiegend Buchtenbegrenzungen und Bodenteile), während sich die Schweine am Vollspaltenboden täglich 1,1 Stunden mit Gegenständen beschäftigten. Diese Unterschiede waren signifikant. Die Beschäftigung mit mehr oder weniger unveränderbaren Gegenständen scheint weniger befriedigend für die Tiere zu sein, da in der VS auch die Artgenossen länger und häufiger beknabbert wurden als in der DB, doch erreichten die Unterschiede bei diesem Vergleich mit insgesamt nur 16 Tieren nicht das Signifikanzniveau ( $p=0,11$  bei Häufigkeit und  $p=0,32$  bei Dauer). Dies kann eine Ursache für die stärkere Beschädigung der Tiere am Vollspaltenboden sein. Dafür sprechen auch Ergebnisse von SCHWITZ (1990), der im Vergleich zur Tiefstreu auf Vollspaltenboden signifikant mehr aggressive Auseinandersetzungen, weniger positiv gestimmte soziale Kontakte und geringeres Spielverhalten fand. Andere Autoren zeigen noch zusätzliche Wirkungsmöglichkeiten auf:

CRONIN et al. 1986 (zit. VERSTEGEN et al. 1987 a) zeigten an Sauen, daß mit der Häufigkeit von Verhaltensstereotypen die Gesamtwärmeproduktion stark ansteigt. Sauen mit hoher Frequenz an Stereotypen erzeugten um 22 % mehr Gesamtwärme als Sauen mit geringer Häufigkeit. Nach DANTZER und MORMEDE (1983) lösen Stressoren physiologische Anpassungsvorgänge bei Tieren aus. Die Reaktionen hängen von der Art und der Dauer der Stressorwirkung ab. Gemäß den Autoren sind auch psychische Faktoren mit Streß verbunden. Ferkel, die unter schlechten Bedingungen vier bis acht Stunden lang zu Mastställen transportiert worden waren, zeigten daraufhin in Strohstallungen eine wesent-

lich geringere Häufigkeit von Husten als solche, die nach dem Transport auf Betonböden aufgestellt wurden (GÆERS et al. 1986). BRUCE und BOON (1984) stellen fest, daß auf Strohbett eine höhere Grenze des mechanischen Stresses beim Übereinanderliegen toleriert wird. Nach WIEPKEMA (1993) können Artgenossen einander nicht nur belästigen, sondern auch durch freundschaftliches Verhalten beruhigen. Offenbar liegt ein Zusammenhang zwischen gestörtem Wohlbefinden und Streß auf Vollspaltenboden nahe (mehr Aggressivität, mehr Beschäftigung mit Artgenossen, die nach eigenen Beobachtungen auch oft stereotyp und mit gesteigerter Intensität durchgeführt werden, z. B. Anal- oder Mammalmassagen), und dies bietet eine Erklärung für die ungünstigeren Leistungen am Vollspaltenboden auch unter thermoneutralen Bedingungen. Es gibt demnach eine ganze Reihe von positiven Effekten der eingestreuten Buchten, die die Bedingungen bilden, unter denen die Tiere bei viel niedrigeren Temperaturen einen ausgeglichenen Wärmehaushalt aufrechterhalten und zusätzlich bessere Leistungen erbringen können.

Bei den Schlachtleistungen sind die hoch gesicherten Unterschiede in der Körperlänge der Tiere (Tab. 10) erklärungsbedürftig. Den stärksten Einfluß übt offensichtlich die Aufstallung aus, aber auch die Temperatur hat einen deutlichen Einfluß auf die Körperlänge. Die Wechselwirkung zwischen Aufstallung und Temperatur ist hoch signifikant. Die beträchtlich geringeren Körperlängen in den Vollspaltenbuchten können nicht befriedigend auf geringere Schlachtgewichte zurückgeführt werden, da diese in den Vollspalteneinheiten zwar tendenziell aber nicht signifikant geringer sind als in den dänischen Buchten und bei diesen die kalt gehaltenen Tiere trotz etwas geringerem Gewicht (79,7 kg zu 81,4 kg) sogar geringfügig größere Körperlängen (95,2 cm) hatten als diejenigen im Warmstall (94,6 cm). Ethologische Ergebnisse führen zur Vermutung, daß die geringeren Körperlängen eventuell auf eine Deformation der Muskeln, Sehnen und Knochen im gesamten Bewegungsapparat und im Rückenbereich zurückgeführt werden könnten: Beim Versuchsdurchgang S 6 wies GURTNER (1990) sogar im Sommer (Warmstall) mehr Hundesitzigkeit am Vollspaltenboden als in den dänischen Buchten nach. Auch SCHWITZ (1990) fand auf Vollspaltenboden signifikant mehr Liegen in kauender Bauchlage als auf Tiefstreu. Vielleicht könnten auch die Unterschiede in der Fleischfläche und im Karreeanteil (Tab. 10, 11) auf den gleichen Ursachen beruhen. Da auch die Körperlänge der warm gehaltenen Tiere am Spaltenboden trotz geringfügig höherem Schlachtgewicht signifikant kürzer war als bei den kalt gehaltenen Tieren in der dänischen Bucht, kann nicht ausgeschlossen werden, daß eine Haltung auf Vollspalten zu einer Körperdeformation führt. Zur Absicherung dieser These müßten jedoch genauere Untersuchungen angestellt werden.

#### 4.2 Beantwortung der gestellten Fragen

Die in der Problemstellung aufgeworfenen Fragen lassen sich wie folgt beantworten:

1. In kalten Ställen (mittlere Stalltemperatur zu Mastbeginn zugluftfrei im natürlichen Tagesrhythmus um etwa 12 °C schwankend) treten bei Haltung mit Stroh im Vergleich zum Vollspaltenboden im Warmstall (Mitteltemperatur zu Mastbeginn rund 20 °C) keine schlechteren Leistungen auf, wahrscheinlich bessere (Voraussetzung ist die Einstallung von gesunden Ferkeln, die schon in der Aufzucht auf ein entsprechendes Temperaturregime angepaßt wurden).

2. Werden die Stallungen warm gehalten, treten bei Verwendung von nur 0,2 kg Stroh/Tier, Tag signifikant bessere Leistungen auf (die Tageszunahmen liegen 45 g höher).
3. Werden die Stallungen nicht geheizt — wie in der Praxis üblich (KONRAD 1992, fand nur in 7,2 % aller Schweineställe Heizungen) — und wird gut aber zugluftfrei gelüftet, d. h. daß im Winter die Stallungen kühl bis kalt sind, dann könnten im Jahresmittel bei Verwendung von Einstreu 72 g bessere tägliche Zunahmen (im Winter sogar 97 g) erzielt werden.
4. Auf Vollspaltenböden treten häufiger haltungsbedingte Verletzungen und Schäden sowie geringere Körperlängen bei den Tieren auf. Es wird vermutet, daß die letzteren mit einem nicht artgemäßen Liegeverhalten am Spaltenboden zusammenhängen könnten.

Neue strohsparende Haltungskonzepte in billigeren Gebäuden ohne Heizung — z. B. Schrägbodenbuchten (BRUCE 1990, 1991; GADD 1992; GEBBE 1991, 1992; HESSE 1992; UBBELOHDE 1992; BARTUSSEK 1993) oder Nürtinger Kisten (SCHWARTING und KLEINER 1992, WITTMANN 1992) — ergeben mit den hier nachgewiesenen höheren Leistungen die Möglichkeit, Schweinemast auch in tiergerechteren Systemen wirtschaftlich zu betreiben.

### Literatur

- BARTUSSEK, H., 1993: In der Schweinemast: Verdrängen Schrägböden die Vollspaltenbucht? *Agrar Post Magazin, Traktor Aktuell* 2, 22—25.
- BARTUSSEK, H. und A. HAUSLEITNER, 1988: Elektronische Abruffütterung und Einzeltiererkennung bei Mast Schweinen in Gruppenhaltung. In: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 1987, KTBL-Schrift Nr. 323, 198—213.
- BAXTER, M. R., 1989: Intensive Housing: The last straw for pigs? *J. Anim. Sci.* 67, 2433—2440.
- BLENDL, H. M., 1987: Aufwandsminderung und Fleischqualität bei Schwein und Rind. In: Wintertagung 1987, Österr. Ges. f. Land- u. Forstwirtschaftspolitik, 179—190.
- BRUCE, J. M., 1982: Ventilation and temperature control criteria for pigs. In: CLARK, J. A. (editor): Environmental aspects of housing for animal production. Butterworths, 197—216.
- BRUCE, J. M., 1990: Straw-Flow: A high welfare system for pigs. *Farm Building Progress* 102, 9—13.
- BRUCE, J. M., 1991: Characteristics of waste from straw-flow. *Farm Building Progress* 106, 15—20.
- BRUCE, J. M. and J. A. CLARK, 1979: Models of heat production and critical temperature for growing pigs. *Anim. Prod.* 28, 353—369.
- BRUCE, J. M. and C. R. BOON, 1984: A note on the relationship between induced mechanical stress and thermal stress in recumbent pigs. *Anim. Prod.* 38, 309—311.
- BURNETT, G. A. and J. A. MACDONALD, 1987: ACNV in pig finishing houses: temperature control in winter. *Farm Building Progress*, 27—31.
- CIGR (Commission Internationale du Genie Rural), 1984: Report of Working Group on Climatization of Animal Houses. SFBIU, Aberdeen.
- CLARK, J. and A. M. ROBERTSON, 1984: Temperature requirements for growing and finishing pigs. *Farm Building Progress*, 15—19.
- CRONIN, G. M., J. M. F. M. VAN TARTWIJK, W. VAN DER HEL and M. W. A. VERSTEGEN, 1986: The influence of degree of adaptation to tetherhousing by sows in relation to behaviour and energy metabolism. *Anim. Prod.* 42, 257—268.
- DANTZER, R. and S. P. MORMEDE, 1983: Stress in farm animals. A need for reevaluation. *J. Anim. Sci.* 57, 6—18.
- DIN 18910 (Deutsches Institut für Normung): Klima im geschlossenen Stall, 1963, 1974; Wärmeschutz geschlossener Ställe 1992.
- ESSL, A., 1987: Statistische Methoden in der Tierproduktion. Verlagsunion Agrar, Österr. Agrarverlag, Wien.
- GADD, J., 1992: New system makes straw-bedding much more attractive. *Pigs Misset* 8, 4.
- GEBBE, N., 1991: Schweinemast auf 10 % Gefälle. *DLG-Mitteilungen/agrarinform* 8.
- GEBBE, N., 1992: Mast Schweinehaltungssysteme im Vergleich. KTBL-Arbeitspapier Nr. 167.
- GEERS, R., V. GOEDSEELS, B. DE LAET, and M. W. A. VERSTEGEN, 1986: Relationship between transport conditions and the occurrence of cough in growing pigs. Reprint from *J. therm. Biol.* Vol. 11, Pergamon Journals Ltd., 137—138.

- GEH (AUSSCHUSS FÜR BEDARFSNORMEN DER GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNGSPHYSIOLOGIE), 1987: Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere, Nr. 4 Schweine, DLG-Verlag, Frankfurt (Main).
- GURTNER, E., 1990: Abruffütterung in der Schweinemast — Einfluß auf Verhalten und Leistung der Tiere. Diplomarbeit Univ. f. Bodenkultur, Wien, BAL Gumpenstein, Irdring, Veröffentlichungen, Heft 12.
- HARVEY, W. R., 1985: Mixed model least squares and maximum likelihood computer program (LSML 76), Ohio State University.
- HESSE, D., 1992: Schrägmistverfahren „Mastschweine“ — Tiere misten selber. *Agrar-Über-sicht* 43, 80—82.
- HOLMES, C. W. and W. H. CLOSE, 1977: The influence of climatic variables on energy metabolism and associated aspects of productivity in the pig. In: HARESIGN, H., H. SWAN and D. LEWIS (editors): *Nutrition and the climatic environment*. Butterworths, London, 51—74.
- HÖRNING, A., S. RASKOPF und CH. SIMANTKE, 1992: Artgerechte Schweinehaltung. *Alternative Konzepte* 78.
- HORSTMAYER, A. und A. VALLBRACHT, 1990: Artgerechte Schweinehaltung — Ein Modell. *Tierhaltung* 20.
- HUNNEMAN, W. A., 1983: Voorkomen, economische betekenis en bestrijding van Haemophilus pleuropneumoniae — infecties bi varkens. Thesis. Rijksuniversiteit Utrecht. Zit.: TIELEN, N., 1987: 330—331.
- KONRAD, S., 1992: Erhebungen zur Tierhaltung in Österreich. Forschungsprojekt Nr. L 499/87 des BMfLuF, Abschlußbericht, Wien.
- LE DIVIDICH, J., J. NOBLET and T. BIKAWA, 1987: Effect of environmental temperature and dietary energy concentration on the performance and carcass characteristics of growing-finishing pigs fed to equal rate of gain. *Livestock Prod. Sci.* 17, 235—246.
- LORENZ, J. und F. BERKNER, 1989: Wege zum besseren Klima in Schweineställen. *DLZ* 7, 56—60.
- MITTRACH, B., 1987: Loch in der Wärmerechnung. *Bayr. Landw. Wochenblatt* 177, 22 und 24.
- MOTHES, E., 1977: Stallklima — Leistungsfaktor der Tierproduktion. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin, 2. Auflage.
- MÜLLER, J., 1985: Tierschutzbestimmungen für die Schweinehaltung. In: FÖLSCH, D. W. (Hrsg.): *Intensivhaltung von Nutztieren aus ethischer, ethologischer und rechtlicher Sicht*. *Tierhaltung* 15, 2. Auflage, 81—146.
- ÖKL (ÖSTERR. KURATORIUM FÜR LANDTECHNIK), 1983: ÖKL-Anleitung — Stallklima, Wien.
- ÖNORM L 5290 (Österr. Normungsinstitut), 1988: Spaltenböden für die Tierhaltung, Wien.
- RINALDO, D. et J. LE DIVIDICH, 1991: Influence de la température ambiante sur les performances de croissance du porc. *INRA Prod. Anim.* 4, 57—65.
- ROBERTSON, A. M., J. J. CLARK and J. M. BRUCE, 1985: Observed energy intake of weaned piglets and its effect on temperature requirements. *Anim. Prod.* 40, 475.
- SAKAI, T., M. NISHINO, M. HAMAKAWA, C.-S. YOON and T. THIRAPATSAKUN, 1992: A note on the effect of environmental temperature on live-weight gain during fattening of pigs. *Anim. Prod.* 54, 147—149.
- SCHWITZ, I., 1990: Ethologischer Vergleich verschiedener Haltungssysteme bei Mastschweinen. Diplomarbeit am Inst. f. Nutztierwissenschaften der Universität für Bodenkultur, Wien.
- SCHWARTING, G. und B. KLEINER, 1992: Das Nürtinger System: Das Bett für das Schwein. *Der Fortschrittliche Landwirt* 22, 18—19.
- SCHWEIZER STALLKLIMA NORM 1983: Hrsg. v. Inst. f. Nutztierwissenschaften, Abt. f. Physiologie u. Hygiene, ETH Zürich.
- STRAW, B., 1986: A look at the factors that contribute to the development of swine pneumoniae. *Veterinary Medicine*, 747—757.
- STS (SCHWEIZER TIERSCHUTZ), 1992: Tiergerechte Haltung von Schweinen — Leitfaden für die Wahl von zeitgemäßen Haltungssystemen. Ausgearbeitet von der Arbeitsgruppe „Schweine“ der Nutztierkommission des Schweizer Tierschutz STS unter dem Vorsitz von Dr. Beat WECHSLER, Leiter der Arbeitsgruppe Nutztierethologie am Zoologischen Institut der Universität Zürich, Basel.
- TIELEN, M. J. M., 1987: Respiratory diseases in pigs: Incidence, economic losses and prevention in the Netherlands. In: VERSTEGEN, M. W. A. and A. M. HENKEN (editors): *Energy metabolism in farm animals*. Martinus Nijhoff Publishers, 321—336.
- UBBELOHDE, J., 1992: Untersuchungen über das Schrägbodensystem in der Mastschweinehaltung. Diplomarbeit am Inst. f. Tierzucht u. Haustiergenetik, Fachgebiet Nutztierökologie, Justus-Liebig-Universität, Gießen.
- VERHAGEN, J. M. F., 1987: Acclimation of growing pigs to climatic environment. PhD Thesis. *Agric. Univ. Wageningen*, 128 pp.

- VERSTEGEN, M. W. A. and W. VAN DER HEL, 1974: Effects of temperature and type of floor on metabolic rate and effective critical temperature in growing pigs. *Anim. Prod.* 18, 1—11.
- VERSTEGEN, M. W. A., A. M. HENKEN and W. VAN DER HEL, 1987 a: Influence of some environmental, animal and feeding factors on energy metabolism in growing pigs. In: VERSTEGEN, M. W. A. and A. M. HENKEN (editors): *Energy metabolism in farm animals*. Martinus Nijhoff-Publishers, 70—86.
- VERSTEGEN, M. W. A., A. SIEGERINK, W. VAN DER HEL, R. GEERS and C. BRANDSMA, 1987 b: Operant supplementary heating in groups of growing pigs in relation to air velocity. *J. therm. Biol.* 12, 257—261.
- WECHSLER, B., H. SCHMID und H. MOSER, 1991: Der Stolba-Familienstall für Hausschweine — Ein tiergerechtes Haltungssystem für Zucht- und Mastschweine. *Tierhaltung* 22.
- WIEPKEMA, P. R., 1993: Anpassungsverhalten bei Wirbeltieren: Das Ergebnis von individuellen und sozialen Faktoren. In: *Aktuelle Arbeiten zur artgerechten Tierhaltung 1992*, KTBL-Schrift 356, 9—19.
- WITTMANN, F., 1992: Reif für das Bett oder für die Insel. *Bayr. Landw. Wochenblatt* 34, 30—34.

(Manuskript eingelangt am 27. Jänner 1993, angenommen am 13. April 1993)

Anschrift der Verfasser:

Univ.-Doz. Dr. Helmut BARTUSSEK, Hofrat Dr. Rudolf STEINWENDER, Anton HAUSLEITNER und Anton SCHAUER, Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, A-8952 Irdning; Univ.-Doz. Dr. Johann SÖLKNER, Institut für Nutztierwissenschaften der Universität für Bodenkultur, Gregor-Mendel-Straße 33, A-1180 Wien