

Aus dem Institut
für Tierproduktion in den Tropen und Subtropen
der Universität Hohenheim
Prof. Dr. Anne Valle Zárate

**Wohlbefinden von Mastschweinen in verschiedenen
Haltungssystemen unter besonderer Berücksichtigung
ethologischer Merkmale**

Dissertation
zur Erlangung des Grades
eines Doktors der Agrarwissenschaften

vorgelegt
der Fakultät Agrarwissenschaften
der Universität Hohenheim

von
Ragnild E.F. Weber
Dipl. Ing. agr.
geb. in Hildesheim

Stuttgart 2003

Die vorliegende Arbeit wurde am 24. Januar 2003 von der Fakultät Agrarwissenschaften der Universität Hohenheim als „Dissertation zur Erlangung des Grades eines Doktors der Agrarwissenschaften“ angenommen.

Tag der mündlichen Prüfung: 10. Februar 2003

1. Prodekan:	Prof. Dr. K. Stahr
Berichterstatterin, 1. Prüferin:	Prof. Dr. A. Valle Zárate
Mitberichterstatter, 2. Prüfer:	Prof. Dr. T. Jungbluth
3. Prüfer:	Prof. Dr. W. Bessei

Inhalt

Tabellenverzeichnis	IV
Abbildungsverzeichnis	VII
Abkürzungsverzeichnis	VIII
1 Einleitung	1
2 Literaturübersicht	3
2.1 Der Begriff Wohlbefinden - Definitionsansätze und Eingrenzung	3
2.1.1 Reduktionistische Definitionsansätze	3
2.1.2 Definitionsansätze auf Basis der Anpassungsfähigkeit der Tiere	5
2.1.3 Definitionsansätze auf Basis der Gefühle der Tiere	8
2.1.4 Umfassende Definitionsansätze	9
2.1.5 Eingrenzung des Begriffs Wohlbefinden	12
2.2 Indikatoren für Wohlbefinden - Beurteilung und Auswahl	15
2.2.1 Physiologische Indikatoren und Leistung	16
2.2.2 Immunologische und pathologische Indikatoren	20
2.2.3 Ethologische Indikatoren	22
2.2.4 Technische Indikatoren für Tiergerechtigkeit	28
2.2.5 Auswahl der Indikatoren	29
2.3 Verhaltensweisen von Mastschweinen und Auswahl der ethologischen Untersuchungsmerkmale	29
2.3.1 Nahrungsaufnahmeverhalten, Erkunden, Beschäftigung, Anomale Beschäftigung	30
2.3.2 Exkretionsverhalten	38
2.3.3 Komfortverhalten	39
2.3.4 Sozialverhalten, Kampf	39
2.3.5 Bewegung, Körperposition, Anomale Körperposition, Ausrüh- und Liegeverhalten	42
2.4 Ethologische Untersuchungsmethoden - Beurteilung und Auswahl	46
2.4.1 Direktbeobachtungen	47
2.4.2 Vergleich und Kombination von direkten und indirekten Beobachtungen	51
2.4.3 Indirekte Beobachtungen	54
2.4.4 Intensität von Verhalten	58
2.4.5 Auswahl der ethologischen Untersuchungsmethoden	58
2.5 Haltungssysteme für Mastschweine und Auswahl der Vergleichssysteme	60
2.5.1 Praxisübliche Haltungsformen	60
2.5.2 Definition des Begriffs Haltungssystem	61
2.5.3 Haltungssysteme und Haltungssystemkomponenten - Beurteilung und Auswahl	61

3	Material und Methoden	75
3.1	Ort und Zeit der Untersuchungen	75
3.2	Vorversuche	75
3.3	Tiere	77
3.4	Haltungssysteme	78
3.4.1	Abferkel- und Aufzuchtbereich	78
3.4.2	Mast	79
3.5	Fütterung	85
3.6	Erhebungs- und Aufzeichnungsmethoden	85
3.6.1	Ethologische Merkmale	85
3.6.2	Gesundheitsmerkmale	89
3.6.3	Leistungsmerkmale	92
3.6.4	Haltungstechnische und stallklimatische Merkmale	94
3.7	Statistische Auswertungsmethoden	96
4	Ergebnisse	103
4.1	Ethologische Merkmale	103
4.1.1	Videobeobachtungen	103
4.1.2	Direktbeobachtungen	115
4.2	Gesundheitsmerkmale	118
4.2.1	Behandlungen und Diagnosen	118
4.2.2	Allgemeineindruck, Integument-, Gliedmaßen-, Klauenveränderungen und -verletzungen	119
4.2.3	Schlachtbefunde	124
4.3	Leistungsmerkmale	126
4.4	Haltungstechnische und stallklimatische Merkmale	129
5	Diskussion	136
5.1	Zusammenhänge zwischen Wohlbefinden und Haltungssystem	136
5.1.1	Ethologische Merkmale und Gesundheitsmerkmale	136
5.1.2	Leistung	163
5.2	Eignung der ausgewählten Merkmale und Methoden für die Schätzung des Wohlbefindens von Mastschweinen im Haltungssystemvergleich	166
5.2.1	Auswahl der Haltungssysteme	166
5.2.2	Ethologische Merkmale und Methoden	167
5.2.3	Gesundheitsmerkmale und ihre Erfassung	173
5.2.4	Leistungsmerkmale und ihre Erfassung	175
5.2.5	Haltungstechnische und stallklimatische Erhebungen	176
5.3	Schlussbetrachtung im Hinblick auf Beurteilung des Wohlbefindens von Mastschweinen in praxisüblichen Haltungssystemen	181

6	Zusammenfassung	187
7	Summary	191
8	Literaturverzeichnis	195
	Anhang	218
	Danksagung	

Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Definitionen von Verhaltensstörung und Stereotypie	33
Tab. 2:	Anteil Mastschweine haltender Betriebe (%) aus Mitglieds-Erzeuger- ringen des Zentralverbands der Deutschen Schweineproduktion aus den alten Bundesländern nach Haltungsformen	60
Tab. 3:	Datum und Anzahl untersuchter Tiere zu Mastbeginn	79
Tab. 4:	Haltungstechnische Charakteristika der untersuchten Haltungssysteme	80
Tab. 5:	Rauheit des Stallbetonbodens: gemessene SRT (Skid-Resistance-Tester)- Werte und Klassifizierung für Trittsicherheit von Beton-Stallfußböden	82
Tab. 6:	Strohverbrauch (kg)/Bucht bzw. Stallabteil und pro Tier und Mastperiode nach Haltungssystem	83
Tab. 7:	Untersuchte Verhaltensweisen und ihre Definitionen	86
Tab. 8:	Erfassungsbogen für die Beurteilung des Allgemeindrucks und von Integument- und Gliedmaßenveränderungen	90
Tab. 9:	Erfassungsbogen für Schlachtbefunde	92
Tab. 10:	Anzahl an gewogenen Tieren, durchschnittliche Gewichte und Alter der Tiere zu den Wiegeterminen	93
Tab. 11:	Formeln zur Berechnung des Fleischanteils	94
Tab. 12:	Erfassungsbogen für Stallbau und Haltungstechnik	94
Tab. 13:	Klassenbildung für die Merkmale der Schlachtbefunde	98
Tab. 14:	Anzahl Tiere nach Rasse der Muttersau und Wurfnummer für die Haltungssysteme	100
Tab. 15:	Arithmetische Mittelwerte und Variationskoeffizienten der Verhaltensanteile in der Gesamtbeobachtungszeit (Videobeobachtung) und Bestimmtheitsmaße der Modelle für die varianzanalytisch ausgewerteten Verhaltensmerkmale	105
Tab. 16:	Ergebnisse der Varianzanalyse für die einzelnen Verhaltensmerkmale: Signifikanzniveaus (F-Test)	106
Tab. 17:	LS-Mittelwerte (LSM) der Verhaltensanteile (%), Standardfehler (se) und Signifikanzen für die Haltungssysteme	107
Tab. 18:	LS-Mittelwerte (LSM) der Verhaltensanteile (%) und Signifikanzen für Buchteneffekt innerhalb Haltungssystem	109
Tab. 19:	LS-Mittelwerte (LSM) der Verhaltensanteile (%), Standardfehler (se) und Signifikanzen für die Jahre	110
Tab. 20:	LS-Mittelwerte (LSM) der Verhaltensanteile (%) und Signifikanzen für die Interaktion Haltungssystem * Jahr	110
Tab. 21:	LS-Mittelwerte (LSM) der Verhaltensanteile (%), Standardfehler (se) und Signifikanzen für den Faktor Tagesabschnitt	111
Tab. 22:	LS-Mittelwerte (LSM) der Verhaltensanteile (%) und Signifikanzen für die Interaktion Haltungssystem * Tagesabschnitt	112

Tab. 23:	Signifikante Regressionen der Verhaltensweisen auf das Alter	113
Tab. 24:	Arithmetische Mittel (%), Standardabweichung (s), mittlere Ränge auf der Basis Zeitgefährtengruppe und Signifikanzen der Verhaltensmerkmale Spielen und Alert sein nach Haltungssystem	114
Tab. 25:	Arithmetische Mittel (%), Standardabweichung (s), mittlere Ränge (MRg) auf der Basis Tagesabschnitt und Signifikanzen des Verhaltensmerkmals Wühlen im Stroh für Zeitgefährtengruppen im Offentiefstreusystem (OT)	115
Tab. 26:	Absolute Häufigkeiten im Auftreten der Verhaltensweisen während der Direktbeobachtungen (160 Min./Tier), mittlere Ränge und Signifikanzen nach Haltungssystem	115
Tab. 27:	Anzahl behandelter bzw. befallener Tiere und aufgetretene Diagnosen pro Haltungssystem und Untersuchungsjahr	118
Tab. 28:	Anzahl und prozentualer Anteil Mastschweine/Haltungssystem mit maximalen Boniturwerten für die einzelnen Merkmale und Körperstellen	120
Tab. 29 a-c:	Arithmetische Mittel (Boniturwerte), Standardabweichung (s), mittlere Ränge auf der Basis Einzeltier der signifikant unterschiedlichen Gesundheitsmerkmale für die Haltungssysteme und Adspektionszeitpunkte	121
Tab. 30 a-b:	Arithmetische Mittel (Boniturwerte), Standardabweichung (s), mittlere Ränge auf der Basis Einzeltier der signifikant unterschiedlichen Gesundheitsmerkmale innerhalb Haltungssystem für Adspektionszeitpunkt 1 versus 3	123
Tab. 31:	Anzahl Tiere mit Schlachtkörperbefunden pro Haltungssystem und Untersuchungsjahr	124
Tab. 32:	Arithmetische Mittel (Anzahl Tiere in %), Standardabweichung (s), mittlere Ränge auf der Basis Einzeltier und Signifikanzen der Schlachtbefunde für die Haltungssysteme	125
Tab. 33:	LS-Mittelwerte (LSM) der täglichen Zunahme (g), Standardfehler (se) und Signifikanzen für Haupteffekte und Interaktionen	127
Tab. 34:	LS-Mittelwerte (LSM) (kg Futteraufwand/kg Zuwachs) der Futtermittelverwertung, Standardfehler (se) und Signifikanzen für die Haltungssysteme, die Jahre und Haltungssystem * Jahr	128
Tab. 35:	LS-Mittelwerte (LSM) der Schlachtkörperqualitätsmerkmale (Model Typ I und Typ II) und Signifikanzen für Saisoneffekt innerhalb Haltungssystem	129
Tab. 36:	Durchschnittliche Buchtenverschmutzung (Boniturwerte) in den Haltungssystemen nach Untersuchungsjahren, arithmetische Mittel, Standardabweichung (s), Maximum	131
Tab. 37:	Luftströmungsgeschwindigkeit (m/Sek.) in Tierhöhe an ausgewählten Tagen, Minimum und Maximum	132
Tab. 38:	Beleuchtungsstärke (Lux) in Tierhöhe an ausgewählten Tagen, Minimum und Maximum	133
Tab. 39:	CO ₂ - und NH ₃ -Gehalte (ppm) der Luft in Tierhöhe an ausgewählten Tagen, arithmetische Mittel, Standardabweichung (s)	134

Anhang		
Tab. A1	Mastanfangsgewichte und Mastanfangsalter (\bar{x} , s) in den untersuchten	218
a-b:	Buchten (Zeitgefährtengruppen)	
Tab. A2:	Futterzusammensetzungen und -inhaltsstoffe für die 2-phasige Mast der	222
	untersuchten Tiere	
Tab. A3:	Behandlungsprotokoll	222
Tab A4	Ergebnisse der Varianzanalyse für die tägliche Zunahme und die Futter-	225
a-b:	verwertung (kg Futterraufwand/kg Zuwachs): Signifikanzniveaus (F-Test)	
Tab. A5:	Arithmetische Mittelwerte, Variationskoeffizienten, Bestimmtheitsmaße	226
	und Ergebnisse der Varianzanalyse für die	
	Schlachtkörperqualitätsmerkmale: Signifikanzniveaus (F-Test)	
Tab. A6:	Signifikante Regressionen der Schlachtkörperqualitätsmerkmale auf das	226
	Schlachtgewicht	
Tab. A7:	Lufttemperatur (°C) und Relative Luftfeuchte (%) in den	231
	Haltungssystemen (bzw. auf dem Versuchsbetrieb) im Versuchszeitraum,	
	Minimum und Maximum	

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Einteilung der ethologischen Erhebungs- und Aufzeichnungsmethoden	46
Abb. 2:	Aufsicht auf die Buchten der untersuchten Haltungssysteme (schematisch)	81
Abb. 3:	Teilspaltenbodensystem (TSP)	83
Abb. 4:	Offentiefstreusystem (OT)	84
Abb. 5:	Schema für die Eintragung von Klauenveränderungen und -verletzungen mit Punkteschema zur Beurteilung	91
Abb. 6:	Anordnung der Messpunkte für die Bestimmung der Rauheit des Stallbetonbodens per Skid-Resistance-Tester (SRT-Gerät) (schematisch)	95
Abb. 7:	Durchschnittliches Verhalten der Mastschweine (% Verhaltensanteile, arithmetische Mittelwerte) in der Gesamtbeobachtungszeit (Videobeobachtung)	104
Abb. 8:	LS-Mittelwerte der Verhaltensanteile (%) des Aktivitätsverhaltens für die Haltungssysteme	108
Abb. 9:	Arithmetische Mittelwerte der Verhaltensmerkmale Spielen und Alert sein für die Haltungssysteme	114
Abb. 10:	Absolute Häufigkeiten im Auftreten der Verhaltensweisen während der Direktbeobachtungen (160 Min./Tier) nach Haltungssystem	116
Abb. 11:	Durchschnittliche Buchtenverschmutzung (Boniturwerte) nach Buchtenbereichen für die Haltungssysteme	130
Anhang		
Abb. A1:	Aufzuchtbucht mit Lochblechboden	220
Abb. A2 a-c:	Flatdecks mit kunststoffummanteltem Lochgitterboden, kunststoffummanteltem Spaltenboden bzw. Dreikantstahlboden	221
Abb. A3:	Durchschnittliche Lufttemperatur (°C, Tagesmittel) in den Haltungssystemen (bzw. auf dem Versuchsbetrieb) im 1. Untersuchungsjahr (1998)	227
Abb. A4:	Durchschnittliche Lufttemperatur (°C, Tagesmittel) in den Haltungssystemen (bzw. auf dem Versuchsbetrieb) im 2. Untersuchungsjahr (1999)	228
Abb. A5:	Durchschnittliche Relative Luftfeuchte (% , Tagesmittel) in den Haltungssystemen (bzw. auf dem Versuchsbetrieb) im 1. Untersuchungsjahr (1998)	229
Abb. A6:	Durchschnittliche Relative Luftfeuchte (% , Tagesmittel) in den Haltungssystemen (bzw. auf dem Versuchsbetrieb) im 2. Untersuchungsjahr (1999)	230

Abkürzungsverzeichnis

AK	Aujeszkysche Krankheit
b	Regressionskoeffizient
cos	Cosinus
CV	Variationskoeffizient
DE	Deutsches Edelschwein
df	Freiheitsgrade
DFD	dunkel, fest, trocken
DL	Deutsche Landrasse
Fe	Eisen
glm	allgemeines lineares Modell
HPA	Hypothalamus-Hypophysen-Nebennierenrinden System
HS	Haltungssystem
Hz	Hertz
inkl.	inklusive
LG	Lebendgewicht
ln	natürlicher Logarithmus zur Basis $e = 2,718...$
LSM	Mittelwerte nach der Methode der kleinsten Quadrate
Maxi.	Maximum
Min.	Minute
Mini.	Minimum
MJME	Megajoule (= 239 Kilokalorien) umsetzbare Energie
mod.	modifiziert
MRg	mittlerer Rang
OT	Offentiefstreusystem
P-frei	Phosphor-frei
Pi	Piétrain
PSE	blass, weich, wässrig
R ²	Bestimmtheitsmaß
Ra.	Rhinitis atrophicans
s	Standardabweichung
SA	Sympatho-Nebennierenmark System
se	Standardfehler
Sek.	Sekunde
SG	Schlachtgewicht
SRT	Skid-Resistance-Tester (Pendelgerät zur Griffigkeitsmessung von Straßenbelägen)
Std.	Stunde
T	Tagesabschnitt
TSP	Teilspaltenbodensystem
vs.	versus

In Deutschland wird der überwiegende Teil an Mastschweinen aufgrund betriebswirtschaftlicher Vorteile in strohlosen Haltungssystemen gehalten (HÖRNING 2000a, THOLEN 2001, ZDS 1998). Dabei zeigt sich in den letzten Jahren für die extrem reizarme Aufstallungsart Vollspaltenboden noch eine steigende Tendenz (THOLEN 2001, ZDS 1998).

Aus zahlreichen Untersuchungen geht jedoch hervor, dass unter reizarmen, stark beengten Bedingungen Verhaltensabweichungen und -störungen bei Mastschweinen, wie Schwanzbeißen, Ohrbeißen, gegenseitiges Bearbeiten, (Hyper-) Aggressivität oder Passivität, verstärkt auftreten (BEATTIE et al. 1995, BODENKAMP 1998, BÖHMER und HOY 1994, DE JONG et al. 1998, FRASER et al. 1991, JACKISCH et al. 1996, JAKOB 1987, KRÖTZL et al. 1994, LAY JR. et al. 2000, LYONS et al. 1995, PETERSEN et al. 1995, STUBBE 2000).

Es ist davon auszugehen, dass starke Einschränkungen des artigen Verhaltens von Mastschweinen, indem sie positives Verhalten (z.B. Spielen) vermindern und durch Verhaltensstörungen neben Verletzungen und Schäden auch Frustration, Angst oder Langeweile und damit Leiden bei den Tieren auslösen können (DAWKINS 1988, DUNCAN 1993, HOLTUG 1996, HURNIK 1993, SAMBRAUS 1978, SANDØE 1996, SIMONSEN 1996, VESTERGAARD 1996, VAN ROOIJEN 1984, WECHSLER 1993, WEMELSFELDER 1993), das Wohlbefinden der Tiere in einer - bezogen auf die heutigen europäischen Gesellschaften - ethisch nicht vertretbaren Weise reduzieren.

Aus Beobachtungen an Wildschweinen und Hausschweinen unter wenig restriktiven seminaturalen Bedingungen sind differenzierte Verhaltensweisen von Schweinen bekannt, aus denen auf Bedürfnisse der Tiere geschlossen wird (BRIEDERMANN 1990, JENSEN 1986, JENSEN und STANGEL 1992, MEYNHARDT 1990, STOLBA 1984, STOLBA und WOOD-GUSH 1981, STOLBA und WOOD-GUSH 1984, STOLBA und WOOD-GUSH 1989). Dieses Wissen ist teilweise in die Gestaltung von reichhaltig ausgestalteten Haltungssystemen eingeflossen. Obwohl solche Haltungssysteme arbeitswirtschaftlich und im Hinblick auf die tierischen Leistungen weiterentwickelt wurden, können sie sich dennoch nicht in der Praxis durchsetzen (AMON et al. 2001, AREY und SANCHA 1996, BAUMGARTNER et al. 1993, HÖRNING 1991, MAIER et al. 1992, WECHSLER et al. 1991, WECHSLER 1992).

Somit besteht unter praxisüblichen Haltungsbedingungen ein erheblicher Zielkonflikt zwischen dem Wohlbefinden von Mastschweinen und der Erfordernis rentabler Produktion. Daher erscheint es notwendig zu untersuchen, inwieweit Wohlbefinden in praxisnahen

Haltungssystemen für Mastschweine noch gegeben sein kann, ohne dass außerordentlich aufwändige Haltungsbedingungen eingeführt werden müssten.

In der hier vorliegenden Untersuchung werden deshalb 2 Haltungssysteme untersucht und verglichen, die unter Einbeziehung des Wissens über ethologische Bedürfnisse von Mastschweinen einen Kompromiss zwischen praxisüblicher Mastschweinehaltung und Wohlbefinden der Tiere darstellen. Es sind dies Teilspaltenboden im geschlossenen Stall mit Zwangslüftung (TSP) und Teiltiefstreu mit Stroheinstreu im Außenklimastall (Offentiefstreu OT). Beide Systeme sind mit Beschäftigungsobjekten (Stroh, Ketten, Nagebalken) angereichert. Damit soll überprüft werden, ob diese praxisüblichen durch einfache, standardmäßig anwendbare Objekte erweiterten Haltungssysteme Mindestanforderungen an das Wohlbefinden der Mastschweine erfüllen.

Gleichzeitig soll ein Beitrag zur Entwicklung von Bewertungsmaßstäben zur Schätzung von Wohlbefinden von Mastschweinen geleistet werden. In der Literatur besteht keine einheitliche Definition von Wohlbefinden, und Indikatoren und Bewertungsmaßstäbe werden kontrovers diskutiert (z.B. BRACKE et al. 1999, HÖRNING 2000a, HURNIK et al. 1985, MCGLONE 1993, RIST et al. 1989, RATSCHOW und CIELEJEWSKI 1996).

In der vorliegenden Arbeit wird zunächst der Begriff Wohlbefinden eingegrenzt. Darauf aufbauend werden Merkmale (Indikatoren aus den Bereichen Physiologie, Gesundheit, Ethologie und Haltungstechnik) zur Schätzung von Wohlbefinden von Mastschweinen unter praxisnahen Bedingungen abgeleitet. Diese werden zur Beschreibung und Beurteilung von Wohlbefinden im hier durchgeführten Haltungssystemvergleich eingesetzt. Die verwendeten Merkmale (Indikatoren) werden hinsichtlich ihrer Eignung zur Beurteilung des Wohlbefindens diskutiert.

Die Arbeit ist Teil eines größeren Forschungsprojekts zu artgerechter Mastschweinehaltung und deren Akzeptanz bei Erzeugern und Verbrauchern in Nordrhein-Westfalen (SCHUBERT 2002 (im Druck), ZALUDIK 2002).

2 Literaturübersicht

2.1 Der Begriff Wohlbefinden - Definitionsansätze und Eingrenzung

Im Folgenden werden die Begriffe Wohlbefinden (welfare) und Wohlergehen (well-being) synonym verwendet. Auf die von BROOM (1993) angesprochene stärkere Betonung der Gefühlsebene im Begriff well-being (Wohlergehen) im Vergleich zu welfare (Wohlbefinden) wird damit nicht eingegangen. Im Gegensatz dazu wird zwischen einerseits Wohlbefinden oder Wohlergehen als auf das Tier und andererseits Tiergerechtigkeit als direkt auf technische Haltungsdetails bezogener Begriff unterschieden, um die Konzepte klar voneinander abzugrenzen.

Für Wohlbefinden gibt es keine einheitliche Definition. In der Literatur besteht ein breites Spektrum an Standpunkten dazu, was Wohlbefinden ist. Die unterschiedlichen Definitionsansätze und Erklärungskonzepte spiegeln zugleich die dahinter stehenden Einstellungen zu Tieren wider. Analog zu den unterschiedlichen Definitionen des Wohlbefindens unterscheiden sich auch die vorgeschlagenen Merkmale und Methoden zu seiner Erfassung.

2.1.1 Reduktionistische Definitionsansätze

Stark reduktionistische Ansätze finden sich häufig in praxisorientierter Literatur, wie beispielsweise bei RATSCHOW und CIELEJEWSKI (1996), die Wohlbefinden auf die Kriterien Raumtemperatur und Platzangebot reduzieren. Beschäftigung der Tiere wird als nicht notwendig angesehen mit der Begründung, Mastschweine müssten keine Zeit mit Nahrungs- und Platzsuche wie Wildschweine verbringen, sondern würden überwiegend ruhen. Auch BÖSCH (2001) spricht von Verbesserung des Wohlbefindens, räumt jedoch den Aufzuchtferkeln nur deshalb Bewegung und Beschäftigung zur Förderung der Bewegung ein, damit sie ein stärkeres Fundament entwickeln, um als Jungsauen den Anforderungen auf Spaltenböden besser gerecht zu werden. BÖSCH (2001) sieht ein gewisses Maß an Druckstellen an den Beinen durch die Haltung auf Betonspaltenböden als notwendigerweise in Kauf zu nehmen an. So werden auch unter der Überschrift „tiergerechte“ oder „optimale Rostböden“ die Anforderungen an Verletzungsfreiheit für Klauen und Gelenke als derzeit nicht erfüllbar (KASBURG 2000) und zeitweilige partielle Hautabschürfungen der Tiere als

Standard (PAHLKE 2001) kommentiert. NIGGEMEYER (1999) beschreibt ein sogenanntes „Welfare-System“ für Sauen im Wartebereich, wobei schwerpunktmäßig auf die Sattfütterung der Tiere mit einem quellfähigen, energiearmen Futter aus Automaten eingegangen wird. Eine „u.U. höhere Tiergerechtigkeit“ wird aufgrund von mehr Ruhe im Stall, weniger Aggressionen und im Gegensatz zur Anbindehaltung mehr Bewegung angenommen.

Diese Sichtweisen sind auf Leistung der Tiere und Rentabilität der Produktion konzentriert. „Wohlbefinden“ wird nicht als eigenständiger Wert berücksichtigt.

In der wissenschaftlichen Literatur gibt es einige Positionen auf der Grundlage, dass erst Krankheit oder präpathologische Zustände Aufschluss über das Wohlbefinden eines Tieres geben können. Die Grenzziehung zwischen gesund und krank ist dabei jedoch ähnlich schwierig wie zwischen gutem und schlechtem Wohlbefinden. Einen stark eingegrenzten Standpunkt vertritt MCGLONE (1993), der „sich gut fühlen“ von Tieren nicht als Kriterium für Wohlbefinden akzeptiert. Er erkennt nur Gesundheit als Merkmal für Wohlbefinden an und definiert sie als Krankheitsfreiheit (physisch und mental) und Zustand normaler Physiologie. Ein Tier befinde sich nur im Zustand geringen Wohlbefindens, wenn physiologische Systeme derart gestört seien, dass das Überleben oder die Reproduktion beeinträchtigt sind („An animal is in a state of poor welfare only when physiological systems are disturbed to the point that survival or reproduction are impaired.“). Auch bezüglich Schmerz argumentiert MCGLONE (1993), dass er nur das Wohlbefinden beeinträchtigt, wenn er ebenfalls die Gesundheit reduziere bzw. das Immunsystem schwäche. In eine ähnliche Richtung, jedoch in abgeschwächter Form, geht MOBERG (1993, 1996). Er hält die „Risikoabschätzung“ für ein geeignetes Modell. Das Wohlbefinden eines Tieres sei dann in Gefahr (at risk), wenn das Tier Stress erleide, dessen Ausmaß eine bedeutende Abweichung biologischer Ressourcen des Tieres vom Normalzustand verursache („Risk to an animal’s welfare occurs when an animal experiences stress of such magnitude that there is a significant diversion of the animal’s biological resources from normal function.“). Daher ist für MOBERG (1993, 1996) die Messung präpathologischer Zustände (z.B. Krankheitsanfälligkeit, vermindertes Wachstum, Entwicklung destruktiven Verhaltens) der sinnvollste Parameter zur Bestimmung von Wohlbefinden. Indikatoren für die Entwicklung präpathologischer Stadien sieht MOBERG (1993, 1996) vor allem in immunologischen Messwerten, aber auch in Messwerten zu Metabolismus und Verhalten, die anzeigen könnten, dass ein Tier ein präpathologisches Niveau erreicht hat. Die beiden Hauptschwierigkeiten sieht MOBERG (1993, 1996) selbst, erstens ausreichend sensible Messmethoden zu entwickeln, die den Beginn präpathologischer

Zustände erfassen, bevor ein Tier krank wird oder nicht mehr wächst, und zweitens zu entscheiden, ab welchem Punkt die Grenze von akzeptabler Stressreaktion eines Tieres überschritten ist. PEDERSEN (1996) plädiert für eine Kombination aus präpathologischen Zuständen wie z.B. verminderter Leistung oder andauernder Aggressivität und physiologischen und ethologischen Stressreaktionen zur Beurteilung von Haltungssystemen hinsichtlich Wohlbefinden. Dabei weist er darauf hin, dass Langzeitstudien zur Untersuchung präpathologischer Zustände in frühen Stadien besonders geeignet seien. Darüber hinaus sei es wichtig, nicht nur die Auswirkungen eines bestimmten Haltungssystems auf das Wohlbefinden der Tiere zu betrachten, sondern die möglichen Ursachen für Stressreaktionen zu identifizieren, zu verändern und die längerfristigen Stressreaktionen von kurzfristigen Anpassungsreaktionen zu unterscheiden.

Präpathologische Zustände, reduzierte Fitness und Schmerz in Verbindung mit verminderter Gesundheit oder Schwächung der Immunabwehr sind sehr weitreichende Einschränkungen für das Tier und somit nicht geeignet, frühere Stadien, in denen das Wohlbefinden des Tieres in geringerem Ausmaß beeinträchtigt ist, zu erfassen.

2.1.2 Definitionsansätze auf Basis der Anpassungsfähigkeit der Tiere

Ansätze auf der Basis der Anpassungsfähigkeit des Tieres an seine Umwelt werden von BROOM (1986, 1993, 1996b) und WECHSLER (1995) vertreten. Beide sehen in Anpassungsreaktionen des Tieres an seine Umgebung einen normalen Prozess. BESSEI (1984) liefert dazu einen theoretischen Hintergrund und formuliert in Anlehnung an TSCHANZ (1982): „Der Vorgang der Verhaltensanpassung ist die Abstimmung des Verhaltens eines Tieres an seine Umwelt, so dass Selbsterhaltung, Selbstvermehrung und Schadensvermeidung gewährleistet sind“. BESSEI (1984) geht davon aus, dass Säugetiere aufgrund ihrer hochentwickelten Hirnstruktur sog. „offene“ Verhaltensprogramme besitzen, die es ihnen ermöglichen, Verhaltensabläufe an veränderte Umweltbedingungen soweit anzupassen, dass sie weiterhin den „artgemäßen“ Verhaltensansprüchen entsprechen. Eine Abweichung vom Verhalten der Tiere in ihrer natürlichen Umwelt an sich sei noch kein Anzeichen mangelnden Wohlbefindens, eine Beurteilung erfordere vielmehr gezielte ethologische Experimente. Nach der Definition von BROOM (1986) („The welfare of an individual is its state as regards its attempts to cope with its environment.“) ist Wohlbefinden eines Individuums sein Zustand hinsichtlich seiner Bemühungen, sich mit seiner Umwelt auseinanderzusetzen. „Coping“ bedeutet dabei Kontrolle über mentale und körperliche Stabilität zu haben (FRASER und

BROOM 1997). Unter schwierigen Bedingungen könne ein Tier auf unterschiedliche Weise agieren oder reagieren, um möglicherweise auftretende negative Auswirkungen zu minimieren, z.B. durch den Einsatz der schmerzlindernden Wirkung von Opipeptiden im Gehirn oder Verhaltensänderungen zur Anpassung an die Umweltbedingungen (FRASER und BROOM 1997). Da Tiere individuell reagierten und weil jeder einzelne Indikator zur Erfassung von Wohlbefinden schon allein unzureichendes Wohlbefinden bestätigen könne (BROOM 1986, 1993), stellt BROOM (1993, 1996b) eine breite Palette an Indikatoren zusammen, anhand derer der Zustand des Tieres auf einem Kontinuum von niedrigem bis zu hohem Wohlbefinden „objektiv“ gemessen werden könne. Die Indikatoren reichen von Nebennierenrindenaktivitätseffekten über Stereotypien, Wachstum, Reproduktion und Lebenserwartung bis zu Verletzungen, immunologischen Funktionen und Krankheitsgeschehen. Gefühle hingen mit den Anpassungsreaktionen zusammen, seien aber noch zu wenig erforscht und lieferten nicht in dem Maß umfassende Informationen wie viele andere Merkmale zusammen (BROOM 1996b). Geringes Wohlbefinden sieht BROOM (1993, 1996b) dann als gegeben, wenn das Tier Schwierigkeiten hat, sich mit der Umwelt auseinanderzusetzen oder ihm die Anpassung misslingt. Erst letzteren Zustand bezeichnet BROOM (1993) als Stress („Stress is an environmental effect on an individual which overtaxes its control systems and reduces its fitness or appears likely to do so.“ Stress ist ein Umwelteffekt auf ein Tier, der die Kontrollsysteme des Tieres überfordert und seine Fitness reduziert oder dazu tendiert diese zu reduzieren.). Anzeichen für geringes Wohlbefinden wären nach BROOM (1993, 1996b), z.B. auf der Basis von Stereotypien, dass über 40 % des Aktivitätsverhaltens aus Stereotypien bestände. WECHSLER (1995) definiert, dass Wohlbefinden des Tieres solange vorliege, wie es in der Lage sei, effektives Anpassungsverhalten auszuführen, d.h. aversive Situationen durch Flucht, Beseitigung des Stressors, Suche nach fehlenden Stimuli oder Warten auf spontane Veränderung zu reduzieren. Ein Haltungssystem müsse dem Tier sowohl ermöglichen, die Stress verursachenden Auslöser zu erkennen, als auch erfolgreiche Anpassungsreaktionen auszuführen. Dabei unterscheidet er zwischen proximativen und ultimativen Zielen. Nach WECHSLER (1995) zielt die unmittelbare Verhaltensorganisation des Tieres auf proximale Ziele, die nur in korrelativer Beziehung zu den ultimativen Verhaltensursachen stehen. (Ultimate oder selektionswirksame, indirekte, mittelbare Ziele beziehen sich letztlich immer auf eine höhere Fortpflanzungsrate direkt oder indirekt durch eine höhere Überlebensrate. Dahinter steht die Biologie-immanente Theorie - abgeleitet aus der Darwinschen Evolutionstheorie -, dass Verhalten ultimativ auf die Weitergabe und den Erhalt des

genetischen Materials abzielt, und sich somit solches Verhalten durchsetzt, dass einen Selektionsvorteil in der Evolution bedingt (IMMELMANN et al. 1996).) Anpassungsverhalten diene dem Tier dazu, proximate Ziele zu erreichen und sei somit in der Diskussion um das Wohlbefinden der Tiere ausschlaggebend. Der Erfolg könne anhand der Reduktion physiologischer Stressindikatoren oder in Bezug auf Stereotypen und andere Verhaltensstörungen mit einer Kombination von physiologischen und ethologischen Merkmalen gemessen werden. Inwieweit Verhaltensabweichungen einer „Coping“ Strategie oder bereits als anomal einem nicht erfolgreichen „Coping“ (Überforderung der Anpassungsfähigkeit) zugerechnet werden müssten, sei nicht eindeutig geklärt. Durch erfolgreiches „Coping“ werde letztlich die Fitness des Tieres wieder hergestellt (WECHSLER 1995). Ebenfalls zu den „Coping“ Konzepten gehört VAN PUTTENS (2000) von 1973 auf holländisch formulierte Definition, die er ins Englische übersetzt: „Animal well-being is understood as living in reasonable harmony with the environment, physically as well as psychologically, meaning that the environment must be of such quality that it is within the adaptability of the animal involved.“ (Tierisches Wohlbefinden ist zu verstehen als Leben in angemessener Harmonie mit der Umwelt, sowohl physisch als auch psychisch, d.h. dass die Umwelt qualitativ innerhalb der Anpassungsfähigkeit des Tieres liegen muss.). VAN PUTTENS (1992, 2000) Ansatz ist unmittelbar auf konkrete Verbesserungen für die Tiere in Schweinehaltungssystemen ausgerichtet. Als Basis für die Ableitung technischer Details für die Schweinezucht und das Design von Haltungssystemen wählt VAN PUTTEN (2000) die anatomische Ausstattung von Schweinen sowie ihr vollständiges Ethogramm. Somit verbindet sich das theoretische Konzept des „Coping“ mit praktischen Hinweisen zur Tiergerechtheit von Haltungssystemen. Dies bestätigt VAN PUTTENS (1992) Feststellung über tiergerechte Schweinehaltung: es sei kein Synonym für ideal oder optimal, sondern für eine Situation, mit der ein Tier zurecht kommt.

Die „Coping“ Konzepte setzen ihren Schwerpunkt auf Anpassungen seitens des Tieres. Dass gewisse Anpassungen den Tieren in Tierhaltung abverlangt werden, ist per se folgerichtig. Es ergibt sich die Frage der Grenzziehung zwischen vertretbaren Anpassungsreaktionen und nicht mehr vertretbaren. BROOMS (1986, 1993) Aussage ist nicht schlüssig, wenn er die moralische Bewertung des Wohlbefindens als eine weitere Größe ansieht, die mit der Messung des Wohlbefindens zunächst nichts zu tun habe, gleichzeitig aber schon von höherem und niedrigerem Wohlbefinden spricht und z.B. für die Stereotypen prozentuale Grenzen am Gesamtaktivitätsverhalten festlegt. Bereits die Auswahl der Merkmale beinhaltet

immer auch eine „moralische“ Komponente oder zumindest doch eine a priori Entscheidung darüber, was zu Wohlbefinden gehört.

2.1.3 Definitionsansätze auf Basis der Gefühle der Tiere

Einen eindeutigen Schwerpunkt auf die Gefühle des Tieres und dabei speziell das Schmerzempfinden setzt DAWKINS (1988). Sie geht vom Begriff „Leiden“ als die Erfahrung einer großen Spannbreite unangenehmer subjektiver Zustände („Suffering means the experience of a wide range of unpleasant subjective states.“) aus, um tierisches Wohlbefinden zu erfassen. Leiden unterscheidet sich von Schmerz dadurch, dass es nicht akut und nicht durch Zeichen des Schmerzes, wie z.B. Schreien, begleitet werde, sondern länger andauere (z.B. Angst, Frustration, Konflikte). DAWKINS (1988, 1997) betont die äußerste Komplexität der mit dem tierischen Wohlbefinden in Zusammenhang stehenden im Tier ablaufenden Prozesse und stellt fest, dass nur eine sehr breite Basis an Merkmalen (z.B. aus den Bereichen Anatomie, Gesundheit, Physiologie (z.B. präpathologische Zustände), Ethologie (z.B. Wahlversuche, Vergleich restriktiver mit weniger restriktiven Bedingungen und Gehirnforschung) und deren gemeinsame Interpretation dieser Vielschichtigkeit gerecht werden kann. Letztlich könne man jedoch die subjektiven Erfahrungen anderer Spezies nie vollständig entschlüsseln (DAWKINS 1988, 1997). Wie MCLEAN (2001) hält DAWKINS (1997) die weitere Erforschung mentaler Fähigkeiten der Tiere für wichtig. Andererseits argumentiert DAWKINS (1997) mit BENTHAM (1982), dass es für die Frage der Leidensfähigkeit der Tiere weniger von Bedeutung sei, ob sich die Tiere bewusst sind, als vielmehr, dass sie Leiden empfinden können. Und diese Leidensfähigkeit leitet DAWKINS (1988, 1990) wesentlich aus auf die Wahrnehmung bezogenen Analogien zum Menschen ab. Inneres Erleben eines Individuums kann letztlich nur durch die Annahme gleichen Empfindens vom Menschen wahrgenommen werden (DAWKINS 1990). Auch DUNCAN (1993, 1996) bezieht Wohlbefinden ausschließlich auf Gefühle und somit auf Tiere, die empfindungsfähig sind. Er zählt höhere Wirbellose und Wirbeltiere zu dieser Kategorie. Allerdings beschreibt DUNCAN (1993) ein Gefühl als eine spezielle Aktivität in einem Sinnessystem, die dem Tier bewusst ist (kognitiver Prozeß). Wohlbefinden sei weder mit Gesundheit, der Abwesenheit von Stress oder biologischer Fitness gleichzusetzen noch ginge es um Bedürfnisse der Tiere, sondern Wohlbefinden beziehe sich auf die in einer Situation empfundenen negativen und positiven Gefühle, Wünsche oder emotionalen Zustände. Wohlbefinden werde nicht dadurch vermindert, dass ein Tier krank sei, sondern sich krank fühle. Als Beispiele führt DUNCAN

(1993) an, dass ein Tier sich beim Geschlechtsakt trotz auftretenden Stress' durchaus wohl fühlen kann bzw. dass sich Tiere, die auf extremen Zuwachs gezüchtet sind, subjektiv nur satt fühlen können, wenn sie so viel fressen, dass gleichzeitig durch ihre Fettleibigkeit ihre Reproduktionsfähigkeit vermindert ist. Fragwürdig beim letzteren Beispiel bleibt allerdings, ob sich die Tiere in diesem Zustand tatsächlich wohl fühlen. Als Methode zur Bestimmung des tierischen Wohlbefindens schlägt DUNCAN (1993) vor, negative Gefühle der Tiere zu erforschen und zu reduzieren und möglicherweise positive zu verstärken. An dieser Stelle räumt er jedoch ein, dass es bisher nur indirekte Messmethoden zur „Befragung“ des Tieres nach seinen Gefühlen gebe, z.B. Wahlversuche, und wirft die Frage auf, ob es jemals gelingen wird, durch Messungen im Gehirn Gefühle direkter zu erfassen.

Die auf Gefühlen von Tieren basierenden Ansätze beruhen auf der Annahme von Empfindungsfähigkeit der Tiere und räumen dem Tier als Subjekt einen hohen Stellenwert ein. Allerdings wird deutlich, dass Leiden, Schmerz und positive Gefühle nur indirekt erfasst werden können.

2.1.4 Umfassende Definitionsansätze

Auf der Basis der Anerkennung von subjektiven Gefühlen der Tiere wird in einer Reihe von Definitionen von Harmonie zwischen Tier und Umwelt gesprochen. Noch weiterreichende Definitionen basieren überdies auf triebhaften Intentionen, Erwartungen oder Wünschen der Tiere und betonen die Bedeutung positiver Empfindungen für das Wohlbefinden.

HURNIK et al. (1985) formulieren: Wohlbefinden des Tieres ist ein Zustand, in dem physische und psychische Harmonie zwischen dem Organismus und seiner Umgebung besteht; die zuverlässigsten Indikatoren seien Gesundheit und ein normales Verhaltensrepertoire („Animal well-being is a condition of physical and psychological harmony between the organism and its surroundings. The most reliable indicators [...] are good health and manifestation of a normal behavioural repertoire.“). HURNIK (1993) schlägt vor, Harmonie auf der Grundlage moralischer Verpflichtung gegenüber empfindungsfähigen lebenden Organismen, die unter vollständiger direkter menschlicher Kontrolle stehen, als die Möglichkeit für das Lebewesen, sich gemäß seiner genetischen Prädisposition zu einem physisch und psychisch gesunden Organismus zu entwickeln, zu definieren. Dazu gehört nach HURNIK (1993) die Befriedigung von Bedürfnissen, beispielsweise nach Luft, Wasser, Futter, Betreuung, effektiver Gesundheitsbetreuung, sensiblem Umgang usw. Bedürfnisse sind nach HURNIK et al. (1985) alle Anforderungen, die ein Organismus für seine normale Entwicklung und Erhaltung

physischer und psychologischer Gesundheit benötigt („any requirement of the organism for its normal development and maintenance of physical and psychological health“). Wünsche seien dagegen die Motivation eines Organismus, Kontrolle oder Erfahrungen über ein Merkmal seiner Umgebung zu erlangen („a motivation of an organism to acquire control or to experience some feature of its environment“). HURNIK (1993) weist darauf hin, dass zwischen Bedürfnissen und Wünschen zu unterscheiden und Wohlbefinden auf Bedürfnisbefriedigung aufzubauen sei, weil Wünsche auch in einer das Tier schädigenden Weise bestehen könnten. Hinsichtlich der Bedürfnisse führt HURNIK (1993) eine Stufung ein: lebens-, gesundheits- und Komfort erhaltende Bedürfnisse. Dabei variiere der Beitrag eines Bedürfnis befriedigenden Faktors in Abhängigkeit von der Befriedigung anderer Bedürfnisse. Zeit- und kostenaufwändige Langlebigkeitsstudien lieferten zuverlässige Informationen für die Güte der Bedürfnisbefriedigung eines Organismus’ und damit die Basis für die Verbesserung von Wohlbefinden.

RIST et al. (1989) sprechen einerseits ebenfalls von arteigenen Bedürfnissen der Tiere und Harmonie („Einklang“) zwischen Tier und Umwelt, legen aber eine weiterreichende Definition für Wohlbefinden zugrunde, die den Tieren nicht nur Gefühle, sondern auch seelische und geistige Seinsphären zuspricht. Ihre Definition von Wohlbefinden bezieht sich daher auf die Frage, „unter welchen Bedingungen die Tiere sich mit ihrer Umwelt so in Einklang befinden, dass sie ihre (triebhaften) intentionalen Bedürfnisse befriedigen können“. Entscheidend dabei sei „der Grad, in dem sich das Wohlbefinden durch das artgemäße Verhalten offenbart“, „was aber die artgemäße Umwelt zur Voraussetzung hat“ (RIST et al. 1989). Dass Tiere Absichten verfolgen, werde äußerlich daran sichtbar, dass sie selbst aktiv werden können, um Bedürfnisse, z.B. Hunger oder Durst, triebhaft zu befriedigen (RIST et al. 1989). Bei RIST et al. (1989) liegt die Konnotation auf einem wesensgemäßen Umgang mit der Natur. Die arteigenen Bedürfnisse der Tiere sollen nicht primär durch physiologische Parameter ermittelt, sondern durch Beobachten und Durchdenken des Verhaltens der Tiere in unterschiedlichen Umwelten (natürlich, landwirtschaftlich) aufgespürt werden. Bei DANTZER (1993) finden sich insofern ähnliche Aspekte, als er von Erwartungen der Tiere und Bewertungen von Ereignissen durch die Tiere ausgeht. DANTZER (1993) führt aus, dass die Kontrolle über und die Vorhersagbarkeit im Auftreten von Stressoren für das Wohlbefinden von Tieren wichtiger seien als die physische Art und Beschaffenheit des Stressors. Die Art und Weise wie ein Individuum auf Ereignisse reagiert, hänge mehr von den Erwartungen und Bewertungen der Ereignisse durch das Individuum als von den Ereignissen an sich ab. VESTERGAARD (1996) geht dabei so weit, dass er folgert, das alleinige Ausführen einer

Verhaltensweise könne wichtiger sein als die funktionale Konsequenz (z.B. Nestbauverhalten der Sau). Neben Art und Dauer eines Stressors beeinflussen Kontrollierbarkeit und Vorhersagbarkeit von Ereignissen physiologische und psychologische Prozesse im Tier (JENSEN et al. 1996, JENSEN und TOATES 1997). Stressreaktionen der Tiere können deshalb nicht nur anzeigen, wie die Tiere auf ihre Umwelt reagieren, sondern auch einen Einblick in die kognitiven Fähigkeiten der Individuen geben (DANTZER 1993). DANTZER (1993) hält Stressreaktionen jedoch für noch zu unerforscht und komplex, um damit bereits Gesundheit - definiert als Zustand psychologischen und physiologischen Wohlbefindens - biologisch erklären zu können. Deshalb fordert er weitere Forschung zum Zusammenwirken physiologischer, ethologischer, immunologischer und gehirnfunktioneller Vorgänge im Tier. Auch SANDØE (1996) bezieht Erwartungen und Bewertungen des Tieres in seine Definition ein. Er definiert Wohlbefinden als erfahrene Befriedigung von Präferenzen („experienced preference-satisfaction“). Das Wohlbefinden eines Tieres bestehe in der Übereinstimmung der Präferenz des Tieres in einer Situation (seiner Motivation, seiner Wünsche, seinem Verlangen, seiner Hoffnungen u.a.) und der Wahrnehmung des Tieres von seiner Situation. Das Widersprüchliche an dieser Definition, etwas könne zum Wohlergehen beitragen, ohne dass dies auch als angenehm empfunden werde, diskutiert SANDØE (1996) nicht. Zur Messung hält auch er die Einbeziehung ethologischer und physiologischer Reaktionen für wichtig und betont die Bedeutung positiver Zustände für das Wohlbefinden wie Freude oder Erwartung neben negativen wie Langeweile, Angst und Resignation. SANDØE (1996) stellt die These auf, dass Forschung auf dem Gebiet der Lebensqualität des Menschen eng verwandt mit dem Gebiet tierischen Wohlbefindens sei, womit er indirekt auf Analogien (z.B. bezogen auf Stressreaktionen und Gefühle) hinweist. Er betont aber auch, dass Tiere aufgrund ihrer Sinneswahrnehmung Präferenzen besitzen können, die sich wesentlich von denen des Menschen unterscheiden (akustisch, olfaktorisch).

SIMONSEN (1996) führt den Begriff tierische Lebensqualität („animal life quality“) ein und bringt damit zum Ausdruck, dass die Dauer von Schmerz oder Leiden ein entscheidender Faktor für das Wohlbefinden ist. Er sieht positive (Spielen, Appetenzverhalten und nach SAMBRAUS (1978) sog. „triebverzehrende Endhandlung“) und negative (Schmerz, Frustration) Gefühle als Grundlage des Wohlbefindens an. Beide mentalen Erfahrungen trügen zur Sicherung der Homöostase zwischen Tier und Umwelt und damit zu Gesundheit, Überleben und Fitness bei. Die Erfassung von Wohlbefinden basiert SIMONSEN (1996) auf wissenschaftlichem Wissen und praktischer Erfahrung, beispielsweise von Tierhaltern, bezogen auf Verhalten, Gesundheit und Physiologie.

HOLTUG (1996) definiert Wohlbefinden als die Befriedigung von Wünschen; je mehr die Wünsche eines Tieres befriedigt seien, desto größer sei sein Wohlbefinden und umgekehrt, je mehr die Wünsche enttäuscht oder versagt würden, desto geringer sei das Wohlbefinden („[...] [welfare] to consist in the satisfaction of desires; the more the desires of an animal are satisfied, the more welfare it has - the more its desires are frustrated, the less welfare it has.“). Im Gegensatz zu SANDØE (1996) spezifiziert HOLTUG (1996) die Wünsche als ultimate Ziele, was beispielsweise den Wunsch nach Gesundheit - im Gegensatz zu dem proximativen Wunsch z.B. ein Gift zu fressen - einschließt. So setzt er sich in der Begrifflichkeit zwar deutlich von HURNIK (1993) ab, stimmt aber wiederum im Ziel der Aussage, dass zum Wohlbefinden nur beitragen kann, was dem Tier auch längerfristig nicht schade, mit ihm überein. HOLTUG (1996) führt die Forderung nach Nutzen („benefit claim“) ein und legt dar, dass Tiere Interessen haben und daher der Respekt ihres Telos (*griech.*: Ziel, (End) Zweck) Nutzen oder die Vermeidung von Schaden für das Tier beinhalte, so dass das Respektieren ihres Telos‘ eine berechtigte moralische Bedeutung habe, die direkte Verpflichtungen des Menschen gegenüber den Tieren hervorrufe. Ein Wesen könne in moralischer Hinsicht nur dann Nutzen oder Schaden erfahren, wenn es empfindungsfähig sei. Des Weiteren sei eine Handlung gegenüber einem Tier nur dann von moralischer Bedeutung, wenn sie dem Tier nutze oder schade. Dabei gehe es immer um individuelle Tiere, nicht um Spezies, da - obwohl einer Spezies als Ganzes zwar Nutzen oder Schaden zugefügt werden kann - die Spezies an sich kein bewusstes Wesen sei. Bezogen auf das Wohlbefinden von Tieren argumentiert auch HOLTUG (1996), dass der Mensch nicht nur dazu verpflichtet sei, Leiden von den Tieren abzuwenden, sondern auch positives Wohlbefinden so weit wie möglich zu fördern.

2.1.5 Eingrenzung des Begriffs Wohlbefinden

Die Konzepte und Definitionen zu Wohlbefinden machen deutlich, dass Empfindungsfähigkeit und Leidensfähigkeit, die Fähigkeit zu kognitiven Prozessen oder Bewusstsein zentrale Punkte in der Frage nach dem Stellenwert des Tieres im Vergleich zum Menschen und den daraus resultierenden moralischen Verpflichtungen des Menschen den Tieren gegenüber sind (ÖZMEN und NIDA-RÜMELIN 1999). Analogien zum Menschen spielen dabei eine große Rolle sowie die Fortschritte in der Gehirnforschung, die weitere Anhaltspunkte zu mentalen Prozessen von Tieren liefern, auch mit Blick auf Kognition und Bewusstsein bei Tieren.

Wie DAWKINS (1988, 1990) legt auch SAMBRAUS (1991b) bei seinen Überlegungen zu Empfindungen von Tieren den Analogieschluss zugrunde. Er argumentiert, dass Wohlbefinden, Schmerzen, Leiden, z.T. Schaden und Angst nicht objektiv und direkt nachweisbar seien. Dennoch könne man Empfindungen anhand von morphologischen, physiologischen und ethologischen Indikatoren erkennbar machen. Höherstehende (Säuge) Tiere und Menschen zeigten entsprechende Symptome. „Aus Übereinstimmung der durch bestimmte wahrnehmbare Reize hervorgerufenen Abweichungen von der Norm in Körperstruktur, Stoffwechsel und Verhalten darf auf Ähnlichkeit in den Empfindungen geschlossen werden“ (SAMBRAUS 1991b), und weiter: „Der Rückschluss auf Empfindungen wie Schmerz oder Angst bei Tieren aus dem Verhalten ist nicht unsicherer als der auf gleiche Empfindungen anderer Menschen durch verbale Kommunikation“. Ebenso stellt SINGER (1996) fest: „Es gibt keine guten Gründe, weder wissenschaftliche noch philosophische, zu leugnen, dass Tiere Schmerz empfinden können. Wenn wir nicht daran zweifeln, dass andere Menschen Schmerz empfinden, sollten wir auch nicht daran zweifeln, dass es bei anderen Tieren ebenso ist“. LEVEN (1999) sieht weder auf biologischer (genetische, neurobiologische Eigenschaften) noch emotional-psychischer (physiologische, ethologische Eigenschaften) Ebene entscheidende Abgrenzungsmerkmale zur kategorischen Grenze zwischen Mensch und Tier. Sie betont Schmerzempfinden als eines der grundlegendsten Gefühle, das bei Tieren mit dem Menschen ähnlichem Nervensystem letztlich durch wissenschaftliche Beobachtung im weiteren Sinne und Einfühlung nachgewiesen werden könne. ROLLIN (1993) urteilt, dass der „übliche gesunde Menschenverstand“ eigentlich nie daran gezweifelt habe, dass Tiere (ab einer bestimmten Entwicklungsstufe, die landwirtschaftliche Nutztiere in jedem Fall einschließt) einen weiten Bereich an subjektiven Erfahrungen haben; die moralische Bedeutung habe jedoch bis vor kurzem nur eine untergeordnete Rolle gespielt. Auch JENNINGS (1998) kommt zu der Aussage, dass diejenigen, die mit oder über Tiere arbeiten und forschen wenig Zweifel daran hätten, dass Tiere leidensfähig und bewusst empfindend seien. Selbst wenn anderslautende philosophische Konzepte bestünden, könne man sich einem anthropomorphistischen Vergleich nicht entziehen, und praktische Forschung müsse Bedürfnisse und Präferenzen von Tieren untersuchen (JENNINGS 1998). TIMBERLAKE (1997) unterscheidet zwischen einem Mensch-zentrierten und einem Tier-zentrierten Ansatz. Die Interpretation tierischen Verhaltens müsse auf der Basis des Wissens über die Tiere beruhen und dürfe nicht menschliche Gefühle und mentale Zustände unmittelbar übertragen. Es gehe mehr darum, die Welt aus der Sicht des Tieres zu erklären, sich als Mensch mit dem Wissen

über das Tier in die Situation des Tieres hineinzusetzen, als die Sichtweise des Menschen unmittelbar auf das Tier zu übertragen, d.h. das Tier als Mensch anzusehen.

Die Frage nach Kognition und Bewusstsein von höherstehenden Tieren ist wesentlich schwieriger zu beantworten als die nach Empfindungsfähigkeit (LEHMAN 1998). MARTIN (1996) postuliert, dass aufgrund der Analogien der Gehirnstrukturen von Mensch und anderen Wirbeltieren, insbesondere des limbischen Systems, der Schluss auf homologe Empfindungen, zumindest in Bezug auf die Grundangst, zwingend sei.

Die von DUNBAR (1989), ARZT und BIRMELIN (1995) und LEVEN (1999) gewählten Beispiele für Ähnlichkeiten kognitiver Prozesse bei Mensch und Tier oder für Fähigkeiten von Tieren, die auf Bewusstseinsfähigkeit schließen lassen (z.B. von bestimmten Affenarten), sind vielleicht nicht unmittelbar auf Schweine übertragbar. Aber es lässt sich auch für landwirtschaftliche Nutztiere oder speziell Schweine die Frage nach mentalen Prozessen, Erinnerungsvermögen, Lernfähigkeit, Unterscheidungsvermögen oder zumindest in Ansätzen vorhandenem Bewusstsein nicht eindeutig verneinen (HEMSWORTH et al. 1996, RUSHEN 1996, RUSHEN et al. 1999, KENDRICK 1998, LAUGHLIN et al. 1999, DE JONG et al. 2000). Dennoch: „Die Frage nach einem angemessenen Verständnis des Tieres wird nicht allein dadurch beantwortet, dass sich der Mensch wissenschaftliche Erkenntnisse über dessen Gehirn verschafft“ (HASTEDT 2000).

Letztlich bleibt die Entscheidung über den Grad der Integration tierischer Rechte und Bedürfnisse in den Umgang mit ihnen eine moralische oder ethische (NEUMANN 1999, ÖDBERG 1996, ROLLIN 1993, ROLLIN 1996, SIMONSEN 1996). Wie FRASER (1999) und VERHOOG (2000) einleuchtend feststellen, muss die Bewertung von tierischem Wohlbefinden normative und empirische Elemente integrieren. Weder empirische Informationen noch ethische Reflektionen allein können Fragen bezüglich unserer angemessenen Beziehung zu und des geeigneten Umgangs mit Tieren anderer Spezies beantworten (FRASER 1999).

JAMIESON (1993) hat beobachtet, dass eine Annäherung zwischen philosophischen Standpunkten stattgefunden habe und Tiere in den letzten Jahrzehnten einen höheren moralischen Stellenwert erhalten hätten. Trotz unterschiedlicher Ausgangstheorien sei eine zunehmende Übereinstimmung dahingehend festzustellen, dass der Mensch seinen Umgang mit nicht-menschlichen Tieren im Sinne der Ermöglichung von mehr Wohlbefinden verbessern müsse. Zu einer ähnlichen Schlussfolgerung kommt ROLLIN (1993), indem er feststellt, dass subjektive Erfahrungen der Tiere zunehmend ins Blickfeld wissenschaftlicher Forschung und der Gesellschaft gerückt worden seien. Dabei wird die Förderung positiver

Empfindungen von Tieren immer stärker betont (ROLLIN 1993, FRASER 1999, VERHOOG 2000).

In der hier vorliegenden Arbeit wird bewusste Empfindungsfähigkeit der Schweine unterstellt. Die Frage nach weiteren kognitiven Fähigkeiten und Bewusstsein, wenn auch vermutet, kann nicht abschließend bewertet werden. Sie muss es aber auch nicht, da die Empfindungsfähigkeit der Schweine eine ausreichende Basis für die Notwendigkeit zur Förderung ihres Wohlbefindens darstellt. Wohlbefinden umfasst die Abwesenheit negativer sowie das Auftreten positiver Gefühle. Ausgehend davon, dass Tierhaltung unvermeidbar Einschränkungen für die Tiere mit sich bringt, bedeutet die Förderung des Wohlbefindens der Tiere, die Tiere in den Mittelpunkt zu stellen und ein Gleichgewicht zwischen Tier und Haltungsumwelt derart zu gestalten, dass die Tiere nicht längerfristig leiden, positives Empfinden ausleben können (z.B. durch Spielen) und ihre Körperfunktionen (Physiologie inkl. Gesundheit und Leistung, Verhalten) nicht überfordert werden.

2.2 Indikatoren für Wohlbefinden - Beurteilung und Auswahl

Trotz unterschiedlicher Definitionsansätze für Wohlbefinden werden häufig ähnliche Indikatoren zu seiner Schätzung herangezogen. Komplexität und Subjektivität tierischen Empfindens bedingen, dass Wohlbefinden nicht exakt gemessen, sondern nur durch die Einbeziehung mehrerer Merkmale und Parameter (Indikatoren) mehr oder weniger genau geschätzt werden kann (vgl. Kap. 2.1). Indikatoren lassen sich in mehrere Bereiche einteilen, sie lassen sich der Physiologie, der Immunologie und Pathologie, der Ethologie und der Anatomie zuordnen. Darüber hinaus werden technische Haltungsbedingungen in Bezug auf Tiergerechtheit beschrieben. Neben der Auswahl der Indikatoren per se spielt auch die Methodik ihrer Erfassung eine Rolle für ihre Aussagekraft im Hinblick auf Wohlbefinden (d.h. z.B. dass bei Verhaltensbeobachtungen in Systemvergleichen Aussagen zum Wohlbefinden der Tiere nur relativ zwischen den verglichenen Haltungssystemen getroffen werden können oder dass Schätzungen des Wohlbefindens von Tieren unter kontrollierten Bedingungen nicht unmittelbar auf Praxisbedingungen übertragbar sind). Die für die Schätzung tierischen Wohlbefindens verwendeten Indikatoren müssen methodisch nachvollziehbar erhoben werden. Des Weiteren sind Aufwand und Praktikabilität der Erhebung, insbesondere für die Schätzung von Wohlbefinden unter Praxisbedingungen, zu berücksichtigen.

2.2.1 Physiologische Indikatoren und Leistung

Physiologische Indikatoren

Physiologische Indikatoren stammen hauptsächlich aus zwei körpereigenen Systemen, dem Hypothalamus-Hypophysen-Nebennierenrinden System (HPA) und dem Sympatho-Nebennierenmark System (SA) (OLIVERIO 1987, TERLOUW et al. 1997, VON BORELL 2000). Während die Aktivierung des HPA-Systems eher längerfristige Anpassungen widerspiegelt, reagiert das SA-System schneller in Ausbildung des kurzfristigen Kampf- und Flucht-Syndroms (LADEWIG 1987, VON BORELL 2000). Dabei sind die physiologischen Aktivitäten zu unterscheiden hinsichtlich Variationen aufgrund episodischer Sekretion (z.B. Tagesrhythmus) und Veränderungen als Reaktion auf akuten oder chronischen Stress (LADEWIG 1987, TERLOUW et al. 1997). Des Weiteren bestehen große individuelle Unterschiede in physiologischen Reaktionen auf Belastungen (LADEWIG 1994).

Es wird unterstellt, dass Stress zu einer Minderung des Wohlbefindens führen kann, wobei die Grenze der akzeptablen Belastung für ein Tier umstritten ist (BARNETT und HEMSWORTH 1990). Diese Problematik spiegelt sich auch in den unterschiedlichen Definitionskonzepten von Stress wider. Nach VON BORELL (2000) beschreibt Stress „einen Zustand des Organismus“, der durch spezifische Anpassungsreaktionen auf verschiedenartige Belastungsreize (Stressoren) gekennzeichnet ist“. In der allgemeinen Darstellung von TERLOUW et al. (1997) wird Stress - ähnlich wie bei BROOM (1993) - als der Zustand des Tieres definiert, in dem seine Anpassungsfähigkeit bereits überschritten ist („The term describes the animal's state when it is challenged beyond its behavioural and physiological capacity to adapt to its environment“. Der Ausdruck beschreibt den Zustand des Tieres, in dem es über seine ethologische und physiologische Anpassungsfähigkeit an die Umwelt hinaus gefordert ist.), eine Definition, die als sehr eng begrenzt angesehen werden muss.

Indikatoren aus dem SA-System sind hauptsächlich Herzschlagfrequenz und -variabilität und Katecholaminkonzentrationen (Adrenalin- und Noradrenalin) (DE JONG et al. 1998, HANSEN und VON BORELL 2000, MARCHANT et al. 1995, MARCHANT et al. 1997, OTTEN et al. 1997, ROBERT et al. 1997). Von den Glucocorticosteroiden der Nebennierenrinde (HPA-System) gilt vor allem Cortisol als Stressindikator (BARNETT et al. 1996, BEATTIE et al. 2000, JANSSENS et al. 1995, KÜNZL und SACHSER 2000, OTTEN et al. 1997, OTTEN et al. 2000). Allen Untersuchungen, in denen physiologische Parameter als Stressindikatoren dienen, ist

gemein, dass es sich um Versuchsanstellungen mit akuten Belastungssituationen oder (chronischen) Stress induzierenden Faktoren wie Anbindung oder rationierte Fütterung handelt.

Die Blutprobennahme selbst kann weiteren Stress verursachen (DAWKINS 1988, DUBREUIL et al. 1993, TERLOUW et al. 1997); dazu liegen jedoch unterschiedliche Ergebnisse vor, was von der Blutentnahmetechnik und -dauer abhängig ist (ARKENAU 1996, DUBREUIL et al. 1990, LINK 1993, SACHSER 1994). Untersuchungen zur Messung der Cortisolkonzentration im Speichel versuchen dieses Problem zu reduzieren (BROOM et al. 1995, DE JONG et al. 2000, EKKEL et al. 1995). Da nur unvollständige Übereinstimmung zwischen Plasma- und Speichelcortisolkonzentration besteht, kann die Interpretation der Ergebnisse erschwert sein (SCHÖNREITER und ZANELLA 2000, SIARD et al. 1997). Katheterisierung (der Schweine) kann zur Stressminderung bei der Blutentnahme durchgeführt werden. Diese Methode ist sehr aufwändig (ARKENAU 1996). Darüber hinaus ist zu beachten, dass das Tragen der Katheter Stress bei der Blutentnahme nicht vollständig vermeidet und eine Beeinflussung sowohl physiologischer Werte (SCHOLZ 1981) als auch des Verhaltens der Tiere bewirken kann.

Eine Reihe weiterer physiologischer Indikatoren wie Konzentration und Variation von Prolactin, Wachstumshormon, Opioiden u.a. können zur Bestimmung von Stressreaktionen herangezogen werden (RUSHEN et al. 1990, RUSHEN et al. 1993, TERLOUW et al. 1997, ZANELLA und BROOM 1993). MANTEUFFEL und PUPPE (1997) urteilen, dass die Analyse von Hirnfunktionen den direktesten Zugang zum subjektiven Empfinden eines Tieres ermögliche. Dabei sollen Kerngebiete des limbischen Systems für die subjektive Bewertung von Sinneseindrücken eine entscheidende Rolle spielen. Die Fähigkeit des limbischen Systems, Informationen zu verrechnen bzw. zu bewerten, ist mit Emotionen verknüpft (Martin 1996).

Messungen von Hirnfunktionen wie auch anderer physiologischer Indikatoren müssen zunächst unter definierten, genau kontrollierbaren und daher stark eingeschränkten Bedingungen durchgeführt werden, um geeignete Referenzsituationen zu erstellen (MANTEUFFEL und PUPPE 1997). Eine Übertragung auf praktische Haltungsbedingungen mit ihren komplexen mannigfachen Einflüssen auf das Tier (SUNDRUM 1995) ist außerordentlich schwierig, wenn nicht unmöglich (MANTEUFFEL und PUPPE 1997). Auch MENDL (1999) stellt fest, dass die größte Schwierigkeit in der Interpretation von Versuchsergebnissen zu kognitiven Funktionen in der Übertragung auf Praxisbedingungen liege. Die

unterschiedlichen Einflüsse verschiedener Stressoren und ihr Zusammenwirken seien häufig Ursache für die widersprüchlichen Ergebnisse aus Untersuchungen physiologischer Indikatoren (MASON und MENDL 1993, MENDL 1999). Die Aktivierung der komplex wirkenden neuroendokrinen Systeme hängt von vielen Faktoren ab, beispielsweise der genetischen Disposition, den früher im Leben erworbenen Erfahrungen, dem aktuellen physiologischen Status, den kognitiven Fähigkeiten und der Qualität und Quantität des Stressors (LADEWIG 1994).

Die Wirkung von Langzeitstress, d.h. auch Stress, der unter Handlungsbedingungen entstehen kann, ist noch nicht hinreichend erforscht (LADEWIG 2000, RUSHEN 1991, TERLOUW et al. 1991). Chronischer Stress ist kein permanenter Zustand, sondern eher eine Zeitspanne mit periodisch wirkendem Stress, und kann nicht durch Veränderungen im HPA- oder SA-System gemessen werden, da aufgrund von Rückkopplungsmechanismen längerfristig eine „Normalisierung“ eintritt. Allerdings kann die Regulierung dieser Systeme verändert sein, wodurch die Reaktion auf einen zusätzlichen akuten Stressor Sensibilisierung (oder Desensibilisierung) anzeigen kann (BEATTIE et al. 2000, BECKER et al. 1985, LADEWIG 2000, JENSEN et al. 1995b, JENSEN et al. 1996, TERLOUW et al. 1997). Das Zusammenwirken der körpereigenen Stressantwort-Systeme (HPA, SA, Opioidsystem, Immunsystem) ist äußerst komplex und kann durch Qualität und Quantität der Stressoren zusätzlich verändert werden (LADEWIG 2000). In Bezug auf das Wohlbefinden weist LADEWIG (2000) darauf hin, dass auf Adaptation an eine Handlungsbedingung nicht aufgrund des Ausbleibens einer Stressreaktion geschlossen werden kann. Der Grund kann z.B. eine Abnahme der Rezeptoren (down-regulation) in den Nebennierendrüsen statt einer Veränderung auf kognitiver Ebene sein.

Grundsätzlich zeigt sich, dass physiologische Parameter weniger geeignet sind, Auswirkungen komplexer Handlungsbedingungen in der Praxis abzubilden, ohne selbst einen zusätzlichen Stressfaktor darzustellen, als vielmehr Reaktionen auf definiert eingegrenzte Stresssituationen zu untersuchen (VON BORELL et al. 1995).

Leistung

Die Auffassung, dass gute oder hohe Leistung für gutes Wohlbefinden spricht, wird nur noch selten vertreten. Hohe Leistung muss nicht unbedingt hohes Wohlbefinden implizieren,

wohingegen Leistungseinbrüche mit vermindertem Wohlbefinden einhergehen (SUNDRUM et al. 1994).

Erst in neuerer Zeit werden die endokrinen Mechanismen spezifischer Stressoren auf Futtermittelaufnahme und Wachstum näher untersucht (MATTERI et al. 2000). Stress kann sich indirekt anhand der Leistung widerspiegeln (EKKEL et al. 1995). Extreme Klimabedingungen können beispielsweise zu einer Minderung des Wohlbefindens von Schweinen führen. Einen Hinweis kann die Futtermittelaufnahme und Futtermittelverwertung geben. Innerhalb der Zone thermischer Neutralität ist die metabolische Wärmeproduktion unbeeinflusst von einer Änderung der Umgebungstemperatur (HOLMES und CLOSE 1977, SCHMIDT-NIELSEN 1990, WITTKE 1972). Bei Umgebungstemperaturen unterhalb der unteren kritischen Temperatur wird mehr Futter aufgenommen und ein Teil der Energie zur Aufrechterhaltung der Körperkerntemperatur genutzt, bei Temperaturen oberhalb der oberen kritischen Temperatur werden Bewegung und Futtermittelaufnahme eingeschränkt, weil beide Vorgänge mit erheblicher Wärmeerzeugung verbunden sind (ANDRESEN und REDBO 1999, BEHNINGER et al. 1997, FORBES 1995, HAHN et al. 1987, HOLME und COEY 1967, JENSEN et al. 1969, RINALDO und LE DIVIDICH 1991, VERSTEGEN et al. 1978, WEBSTER 1983, WITTKE 1972). Beide Zustände sind für die Mast nicht ideal. Für das Wohlbefinden von Mastschweinen sind niedrigere Temperaturen weniger belastend, weil die Tiere durch subkutanen Fett isoliert sind und bei ad libitum Fütterung Futterenergie zur Wärmeproduktion nutzen können (HAHN et al. 1987, LYHS 1986, WITTKE 1972). Umgekehrt sinkt mit steigendem Gewicht und höherer Leistung auch die obere kritische Temperatur (FORBES 1995, HAHN et al. 1987, HEITMAN JR. et al. 1958, WATHES et al. 1983, WEBSTER 1983, WITTKE 1972). Bei geringer Wärmeabgabe in heißer Umgebung lässt sich die Wärmeproduktion nicht unter den durch den Erhaltungsumsatz bedingten Wert senken, d.h. bei Hitze bietet die metabolische Wärmeproduktion einen geringeren Spielraum zur Temperaturregulierung (WITTKE 1972) und das Wohlbefinden der Schweine ist stärker beeinträchtigt.

Bei den Schlachtleistungsmerkmalen können vor allem Abweichungen in der Entwicklung von pH-Werten und Leitfähigkeit sowie das Auftreten von Fleischqualitätsmängeln PSE (blass, weich, wässrig) und DFD (dunkel, fest, trocken) im Nachhinein einen Hinweis auf erhöhten Stress der Schweine während Transport und Schlachtung geben (GREGORY 1998).

2.2.2 Immunologische und pathologische Indikatoren

Gesundheit und Krankheit sind ähnlich schwierig zu definieren wie Wohlbefinden. Erstens stellt sich die Frage, welche Faktoren zu vollständiger Gesundheit beitragen (DANTZER 1993, DAWKINS 1988, HURNIK et al. 1985, MCGLONE 1993, RIST 1978) und zweitens lässt sich nicht eindeutig eine Grenze zwischen krank und gesund ziehen, weil beide Zustände fließend ineinander übergehen (über subklinische zu klinischer Erkrankung). Da es in der hier vorliegenden Untersuchung um Indikatoren für Gesundheit bzw. Krankheit als Teilaspekt von Wohlbefinden geht, die unter Praxisbedingungen erfassbar sein sollen, wird vorwiegend der physische Bereich betrachtet, da mentale und psychische Gesundheit in ihrer Komplexität nur indirekt erfasst werden kann.

Immunologische Indikatoren

Die Krankheitsanfälligkeit kann durch ungünstige Umwelt- oder Haltungsbedingungen, z.B. Hitze oder Kälte, Enge oder Mischen fremder Tiere, steigen. Immunsuppression kann u.a. durch Testen der Immunantwort (Immunglobulinkonzentrationen) nach Antigenverabreichung, Leukozytenzahl oder Lymphozytenfunktion gemessen werden (BALLIEUX und HEIJNEN 1987, BROOM et al. 1995, BROOM 1996a, DUBREUIL et al. 1993, KELLY et al. 2000, OTTEN et al. 2000, SIEGEL 1987, TURNER et al. 2000a, ZANELLA et al. 1991). Die Immunsuppressionsreaktionen auf Belastungen (Stress) sind nicht konsistent, sondern abhängig von Genetik, Ernährungszustand, Antigenkonzentration u.a. (Siegel 1987). Eng verbunden mit dem Immunsystem ist das (Zentral)nerven- und Hormonsystem, wobei Informationen wechselseitig ausgetauscht werden (ADER et al. 1995, BALLIEUX und HEIJNEN 1987, TUCHSCHERER und MANTEUFFEL 2000, SIEGEL 1987, VON BORELL 2000). Durch die hohe Komplexität der Systeme ist es schwierig, immuno-neuroendokrine Interaktionen vollständig zu analysieren (TUCHSCHERER und MANTEUFFEL 2000). In ihrem Übersichtartikel stellen TUCHSCHERER und MANTEUFFEL (2000) fest, dass bei landwirtschaftlichen Nutztieren (inkl. Schwein) Stress-Belastungsexperimente häufig zu widersprüchlichen Ergebnissen geführt haben oder kein Zusammenhang zwischen Stressfaktor und Immunparameter festgestellt werden konnte. Sie schlussfolgern, dass generell ein negativer Einfluss von Distress (= lang andauernder starker Stress vs. Eustress = anregender stimulierender Stress) auf die Immunfunktion als gesichert angesehen werden kann, spezifische Immunfunktionsreaktionen auf unterschiedliche Stressoren jedoch nicht vorausgesagt werden

könnten. Dies liege vor allem an der subjektiven, von der individuellen Lerngeschichte beeinflussten, instinktiven und kognitiven Bewertung einer Stresssituation (TUCHSCHERER und MANTEUFFEL 2000). Nur sorgfältig unter kontrollierten Bedingungen durchgeführte Untersuchungen können derzeit mehr Einblick in die komplexen Interaktionen zwischen verschiedenen Stressoren und dem Immunsystem bieten (BLECHA 2000).

Pathologische Indikatoren

Zur Erfassung des Allgemeinbefindens werden folgende Merkmale herangezogen: Anteilnahme oder Augenausdruck, Ernährungszustand (Fressverhalten, Ausgeglichenheit in der Entwicklung einer Gruppe von Tieren, Kotbeschaffenheit, Bewegung, Körperhaltung, Absonderung eines Tieres von der Gruppe), Lautäußerungen, Glanz des Haarkleids, Hautfarbe, Atmung sowie Auftreten von Husten oder Niesen (MORTON und GRIFFITHS 1985, PLONAIT 1997a, SAINSBURY 1998). Es kann davon ausgegangen werden, dass Schweine, die ein gestörtes Allgemeinbefinden aufzeigen, bereits in ihrem Wohlbefinden beeinträchtigt sind. Klinisch diagnostizierbare Krankheiten implizieren allenfalls eine Einschränkung des Wohlbefindens.

Subklinische Zustände können häufig erst nach der Schlachtung erkannt werden (HARTUNG 1994). So kann die erweiterte Schlachtkörperadspektion und Organuntersuchung über die gesetzlich geforderte Fleischschau hinaus und die Zuordnung der Ergebnisse zu Einzeltieren und Betrieben Möglichkeiten für die Einschätzung der Tiergesundheit unter verschiedenen Managementbedingungen eröffnen (BLAHA 1993, BLAHA und BLAHA 1995, CROSS und EDWARDS 1981, KIRCHGESSNER et al. 1985, LINDQUIST 1974, NIELSEN und INGVARTSEN 2000, SCHIMMEL 1992).

Verletzungen des Integuments, der Gliedmaßen und der Klauen der Tiere können Aufschluss über mögliche haltungsbedingte Ursachen geben (nach PLONAIT 1997a). EKESBO (1981, 1984) war einer der ersten, der darauf hingewiesen hat, dass auch beobachtete Verletzungen (BÄCKSTRÖM 1973) Indikatoren für vermindertes Wohlbefinden sein können. Darauf aufbauend wurden eine Reihe von Erfassungsbögen entwickelt und zur Beurteilung von Haltungssystemen in der Schweinehaltung eingesetzt (DE KONING 1985, GLOOR 1984, GLOOR 1988, KRAUSE 1995, LYONS et al. 1995, MAYER 1999, SCHÄFER-MÜLLER 1996, SOMMER et al. 1999, STUBBE 2000). So konnte beispielsweise das Auftreten von Verletzungen im Verlauf

der Mast innerhalb Haltungssystem beschrieben und Verletzungshäufigkeiten zwischen Haltungssystemen verglichen werden (MAYER 1999). Bei Sauen (in Anbinde- oder Kastenstandhaltung) konnten unmittelbar Verletzungspunkte, verursacht durch das Haltungssystem, und Verletzungsfolgen stereotyper Bewegungen identifiziert werden (DE KONING 1985, GLOOR 1984, GLOOR 1988, SOMMER et al. 1999). Klauenverletzungen und Gliedmaßenveränderungen können Rückschlüsse auf die Verletzungsgefahr durch den Stallboden zulassen (BEYER und WECHSLER 1999, GREIF 1982, HESSE et al. 1993, KELLY et al. 2000, SEUFERT et al. 1980, SCHUSTER 1984, WITTE 1999).

Die teilweise in Verbindung mit der Adspektion des Integuments erhobene Verschmutzung der Tiere und die zusätzlich erfasste Buchtenverschmutzung können einen Hinweis auf gestörte thermoregulatorische und territorial-ethologische (Trennung von Kot- und Liegebereich) Möglichkeiten geben (BEATTIE et al. 1998, LEGGE 1992, SCHÄFER-MÜLLER 1996, SIMONSEN 1990, ZALUDIK 1997), die beide eine Minderung des Wohlbefindens verursachen. Darüber hinaus kann es zu hygienischen Problemen (Endo- und Ektoparasitenbefall) kommen (HOY et al. 1997). Kotuntersuchungen geben Aufschluss über Endoparasitenbefall.

Mortalität kann insofern als Indikator dienen, dass sie deutlich Missstände anzeigt und ihre Ursachen im Nachhinein untersucht und ggf. zur Vermeidung weiteren Sterbens anderer Individuen herangezogen werden können (FRERKING et al. 1996, LINDQUIST 1974, LOSINGER et al. 1998).

Langlebigkeit ist ein weiterer Indikator für Wohlbefinden, der jedoch bei Mastschweinen - im Gegensatz zu Sauen - keine Bedeutung hat. Zur Erweiterung des Grundlagenwissens über Schweine könnten jedoch gerade Langzeituntersuchungen dienen (HURNIK 1993).

2.2.3 Ethologische Indikatoren

Ethologische Indikatoren können einerseits auf Verhaltensstörungen oder Stereotypien begrenzt werden. Andererseits können sie aus einem vollständigen Ethogramm stammen. Es wird unterschieden zwischen Indikatoren, die vermindertes Wohlbefinden anzeigen und solchen, die positive Anzeichen von Wohlbefinden sind. Ethologische Indikatoren für Wohlbefinden können unter Praxisbedingungen oder praxisnahen Bedingungen (z.B.

Vergleich von Haltungssystemen) oder in einer Versuchsanstellung (z.B. Präferenztest) eingesetzt werden.

Stereotypien und Verhaltensstörungen

Stereotype Verhaltensweisen scheinen ausschließlich bei Tieren in Tierhaltung aufzutreten (Mason 1991). Sie werden für Schweine am häufigsten bei Sauen unter Anbindung oder in Kastenständen, d.h. unter extremer Bewegungseinschränkung, sowie in Verbindung mit dem Kontrollverlust der Schweine über das Fressen, vor allem durch das Vorlegen geringer Volumina gering strukturierten Futters, beschrieben, wobei auch der Energiegehalt des Futters einen Einfluss haben kann (ARELLANO et al. 1992, BERGERON et al. 2000, BROOM et al. 1995, JENSEN et al. 1995a, ROBERT et al. 1997, SPOOLDER et al. 1995, VAN DIJK et al. 2000, VIEUILLE-THOMAS et al. 1995). Weitere Verhaltensstörungen sind beispielsweise Aggressivität, Passivität und bei Mastschweinen am häufigsten, oft auch als Kannibalismus bezeichnetes, gegenseitiges Beißen oder Bearbeiten (FRASER und BROOM 1997, BRUMMER 1978).

Ob Stereotypien Indikatoren für verringertes Wohlbefinden sind oder lediglich einen Anpassungsmechanismus darstellen, ist umstritten (MASON 1991, RUSHEN 1993b, COOPER und NICOL 1993). Ursache und vor allem Wirkung von Stereotypien sind nicht eindeutig geklärt. Die physiologischen Korrelate zu stereotypem Verhalten sind sehr komplex und abhängig von der Art der Stereotypie, der Art und Dauer des Stressors und der subjektiven Wahrnehmung der Umwelt durch das Tier (DANTZER und MITTLEMAN 1993, LADEWIG et al. 1993, TERLOUW et al. 1991, WIEPKEMA et al. 1993). Somit ist die simple Hypothese, Stereotypien hätten einen narkotisierenden Effekt und erleichterten die Anpassung des Tieres an die (unzureichenden) Haltungsbedingungen nicht mehr haltbar (DUNCAN et al. 1993, MASON 1991, RUSHEN et al. 1990). JENSEN und TOATES (1997) halten Stereotypien für eines der stärksten Anzeichen eines Verhaltens, das nicht zum Erreichen eines Zieles führt und somit die Motivation des Tieres, dieses Verhalten auszuführen, nicht reduziert, wodurch Stress entsteht. Als Beispiel nennen sie das von BAXTER (1982) beobachtete stereotype Scharren und „Wühlen“ auf dem Boden von angebundenen Sauen (anstelle von Nestbauverhalten), das sogar bis hin zu Verletzungen der Rüsselscheibe führen kann. Wenn Stereotypien oder Verhaltensstörungen zu Verletzungen führen, sind sie sicherlich nicht als Anpassungsreaktion zu akzeptieren. WECHSLER (1993) erklärt jedoch, dass die

Anpassungsfähigkeit einer Tierart an ein Haltungssystem nicht nur dann überschritten ist, wenn Schäden auftreten. Auch eine Störung der kausalen auf proximate Ziele ausgerichteten evoluierten Verhaltenssteuerung bedeute eine Überforderung, da die Eigenart der Tiere nicht ausreichend berücksichtigt worden sei. Darüber hinaus argumentiert WEMELSFELDER (1993, 1997b), dass Tiere (sogar relativ primitive) spontan und aktiv mit ihrer Umwelt interagieren und nicht nur auf Stimuli reagieren. Dies schließt Subjektivität des Tieres ein und bedeutet, dass Tiere Erwartungen haben, die unter restriktiven Bedingungen zu Frustration, Langeweile oder Depression und Angst führen können. Daraus leitet WEMELSFELDER (1993) ab, dass die Abnahme aktiver Kontrolle des Tieres über seine Umwelt in einer Zunahme stereotyper Verhaltensweisen resultieren kann, was die subjektive Integrität des Tieres verletzt und damit unmittelbar chronisches Leiden offenbare. Obwohl der Zusammenhang zwischen Stereotypen und Leiden nicht eindeutig bewiesen ist (DAWKINS 1990), ist davon auszugehen, dass Stereotypen vergangenes oder gegenwärtiges Leiden (Frustration etc.) reflektieren können. Das Auftreten von Stereotypen ist ein sicherer Indikator dafür, dass Haltungsbedingungen das Ausführen Spezies spezifischen Verhaltens (in Spezies spezifischen Zeiteinheiten) nicht ausreichend ermöglichen und damit das Wohlbefinden stark eingeschränkt wird (DUNCAN et al. 1993, WEMELSFELDER 1993, WEMELSFELDER 1997b).

Zu der Frage, inwieweit das gegenseitige Bearbeiten der Tiere einen (positiven) Aspekt von Sozialverhalten darstellt oder als eine Ersatzhandlung angesehen werden muss, besteht ebenfalls Uneinigkeit (vgl. Kap. 2.3.4). HANSEN und VON BORELL (2000) unterscheiden zwischen „positivem“ und „übermäßigem Grooming“ (Körperpflege), ähnlich wie STUBBE (2000), die zwischen „freundlich“ motiviertem partnerorientiertem Verhalten und negativ gedeutetem agonistischen „Massieren“ der Flanken- und Bauchregion sowie Beschäftigung mit dem Schwanz und den Ohren differenziert. Die in reizarmen Umgebungen häufiger beobachteten Bearbeitungen von Buchtengenossen (oder Wurfgeschwistern) deuten jedoch auf ein kompensatorisches Verhalten hin (BEATTIE et al. 1995, BODENKAMP 1998, BÖHMER und HOY 1994, DE JONG et al. 1998, FRASER et al. 1991, JACKISCH et al. 1996, JAKOB 1987, KRÖTZL et al. 1994, LAY JR. et al. 2000, LYONS et al. 1995, PETERSEN et al. 1995). Auch STOLBA und WOOD-GUSH (1981) stellten bei einem Vergleich von Schweinehaltung im Gehege, im möblierten Stall, im Offenfronttiefstreusystem und im Teilspaltenbodensystem bereits fest, dass in Haltungssystemen mit abnehmendem Raum- (Platzangebot) und Strukturangebot (z.B. Trennwände, Sichtblenden, Stroh) das partnerorientierte Verhalten proportional zunimmt. Sie bemerken, dass dieser Anstieg nicht primär mit der erhöhten

Dichte in den strukturärmeren Varianten erklärt werden kann, da das Platzangebot bereits zwischen zwei strukturreicheren Varianten des Vergleichs (Gehege und möblierter Stall) drastisch reduziert war, aber erst im Offenfrontstall nur mit Stroh und ohne Sichtblenden die Aufmerksamkeit (gegenseitiges Schnuppern) und die Aggressionen zwischen Schweinen überproportional auftraten. In der kleinsten, strohlosen Teilspaltenbodenvariante sind dann noch zusätzlich soziales Pflegen, das im Gehege fast nicht und nur unter „befreundeten“ Tieren auftrat, und üblicherweise nicht auf Partner gerichtetes Erkundungsverhalten in Form von Bearbeiten des Buchtengenossen erhöht. Auch nach BEATTIE et al. (1996) ist der Einfluss der Raumgestaltung auf das Verhalten der Schweine (Bearbeiten Buchtengenosse, aggressive Kopfschläge) größer als der des Platzangebots. Für die Bewertung dieser Verhaltensstörungen gilt wie für die Stereotypien, dass eine Verringerung des Wohlbefindens der Tiere angenommen werden kann, weil Verletzungen und Schmerzen bei den bearbeiteten oder angegriffenen Tieren entstehen können und bei den manipulierenden Tieren Aggression, Frustration oder Langeweile vermutet werden können. Untersuchungen zeigen: in reizarmer Umgebung trat teilweise auch aggressives Verhalten (Kämpfen) häufiger auf (BEATTIE et al. 1995, BODENKAMP 1998, BÖHMER und HOY 1994, JAKOB 1987, LAY JR. et al. 2000). MARCHANT et al. (1995) stellten bei Sauen eine erhöhte Herzfrequenz in kämpferischen Auseinandersetzungen, insbesondere bei den unterlegenen Tieren fest. HAGELSØ GIERSING und STUDNITZ (1996) sehen als Motivation von Hyperaggressivität Frustration, Angst oder negative Erfahrungen und schlechte Haltungsbedingungen, so dass sie sie als negativ für das Wohlbefinden auch beim angreifenden Tier beurteilen.

Passivität zählt ebenfalls als Indikator für verringertes Wohlbefinden. VAN ROOIJEN (1984, 1991) weist darauf hin, dass zu viel Vorhersagbarkeit von Haltungssystemen im Vergleich zu natürlicher Umgebung ein Problem von Stress durch Langeweile verursachen kann. In reizarmer Umgebung wurde bei Mastschweinen Inaktivität häufiger beobachtet (BEATTIE et al. 1995, BODENKAMP 1998, LAY JR. et al. 2000, LYONS et al. 1995, STUBBE 2000), ebenso bei Sauen in Abferkelständen (AREY und SANCHA 1996). Die Gründe für Inaktivität können neben Reizarmut und Langeweile auch andere ungünstige Bedingungen wie glatte oder harte Böden, Verletzungen oder Beinschwäche sein (FRASER und BROOM 1997, SAMBRAUS 1985, SAMBRAUS 1990, VAN PUTTEN und DAMMERS 1976, VAN PUTTEN 1978, VAN ROOIJEN 1991).

Positiv zu wertende ethologische Indikatoren

Neben den Verhaltensweisen, die als Indikatoren für verringertes Wohlbefinden dienen, lassen sich auch Verhaltensweisen auf Grundlage eines vollständigen Ethogramms als positive Indikatoren für Wohlbefinden nutzen (HÖRNING 1991). Ein Ethogramm kann unter wenig restriktiven Bedingungen erstellt werden. Für Hausschweine gibt es bereits ethologische Untersuchungen unter semi-natürlichen Bedingungen, die umfangreiches Wissen über das Verhaltensrepertoire der domestizierten Tiere geben (JENSEN 1986, JENSEN und STANGEL 1992, STOLBA 1984, STOLBA und WOOD-GUSH 1981, STOLBA und WOOD-GUSH 1984, STOLBA und WOOD-GUSH 1989). STOLBA und WOOD-GUSH (1989) stellten bei ihren Beobachtungen fest, dass das Verhaltenspotenzial der domestizierten Hausschweine in einem semi-natürlichen Gehege fast vollständig mit dem von Wildschweinen übereinstimmte. Es umfasste 103 identifizierte Verhaltenselemente. Unter restriktiven Haltungsbedingungen aus der Praxis können einige Verhaltensweisen gar nicht ausgeführt werden, viele werden stark behindert (HÖRNING 1998a, HÖRNING 2000a, VAN PUTTEN 2000), Verhaltensstörungen treten zusätzlich auf (s.o.). Umgekehrt gibt das Auftreten beispielsweise Spezies spezifischen Körperpflege-, Erkundungs- und Ruheverhaltens (in Spezies spezifischen Zeitanteilen) einen Hinweis darauf, dass diese Verhaltensweisen in einer Haltungsumwelt möglich sind und das Wohlbefinden der Tiere positiv beeinflussen.

Spielverhalten ist ein noch deutlicherer Indikator für Wohlbefinden. Spielen ist gekennzeichnet durch das Fehlen des Ernstbezugs, d.h. Verhaltensabläufe erfolgen teilweise spontan (ohne Reiz-Reaktions Beziehung), in nicht funktionalem Zusammenhang und in freier Kombination und zeitlicher Abfolge (GRAUVOGL 2000, MARLER und HAMILTON 1972). VAN PUTTEN (1978) erläutert, dass Spiel für das Wohlbefinden bedeutend sei, weil es in der Hierarchie der Verhaltensweisen sehr niedrig eingestuft wird. Gleichwohl ist Spielen wichtig für die physische und soziale Entwicklung von Jungtieren, tritt jedoch auch bei erwachsenen Tieren auf (MARLER und HAMILTON 1972, FRASER und BROOM 1997). Obwohl einerseits, insbesondere bei Jungtieren, ein starker Drang zu Spielverhalten, ein sog. Spieltrieb, besteht (GRAUVOGL 2000), wird Spiel erst ausgeführt, wenn Tiere kein anderes überlebensnotwendiges Verhalten ausführen müssen (GRAUVOGL 2000, MARLER und HAMILTON 1972, VAN PUTTEN 1978). Daher kann es als Zeichen von Wohlbefinden und Bedürfnisbefriedigung dienen. Beispiele hierfür sind umgekehrt darin zu sehen, dass kranke, hungrige oder bedrohte Tiere nicht spielen (FRASER und BROOM 1997, GRAUVOGL 2000).

Darüber hinaus ist Spielverhalten bei ungünstigen Haltungsbedingungen wie Platzmangel, ungünstigen Umgebungstemperaturen oder glatten Böden reduziert (FRASER und BROOM 1997, JENSEN und KYHN 2000, JONES und NICOL 1998, VAN PUTTEN 1978).

Eine andere Methode auf der Basis positiver Indikatoren für Wohlbefinden ist die Durchführung von Präferenztests (HÖRNING 1991). Präferenztests sind eine von wenigen Methoden, bei denen den Tieren „Fragen gestellt“ werden können (FRASER et al. 1993). FRASER et al. (1993) urteilen, dass Präferenztests durch andere Untersuchungen ergänzt werden müssen. Wahlversuche beinhalten grundsätzlich eine vorgegebene Auswahl an Alternativen, sind demzufolge relativ und geben keinen unmittelbaren Aufschluss über Leiden (DAWKINS 1988, FRASER et al. 1993). Kurzzeitige und langfristige Präferenzen können sich unterscheiden, außerdem wählt das Tier nicht unbedingt die Umgebung, die längerfristig am besten ist (DAWKINS 1988). Saisonale, rassespezifische, individuelle (z.B. Konstitution, Erfahrung), experimentelle u.a. Einflüsse können die Ergebnisse von Wahlversuchen beeinflussen (DAWKINS 1988, FRASER und MATTHEWS 1997). Darüber hinaus können Gewöhnungseffekte entstehen (DAWKINS 1988). Dennoch können gut angelegte Versuchsanstellungen und präzise durchgeführte Untersuchungen das Wissen über die relativen Präferenzen der Tiere erweitern und so als ein Aspekt in die Konzeption und Beurteilung von Haltungssystemen einfließen (FRASER et al. 1993).

Eine Verfeinerung der Präferenztests stellen solche Tests dar, die sich operanter Techniken bedienen, um die relative Relevanz einer Präferenz zu untersuchen (DAWKINS 1990, SACHSER 1998, LADEWIG und MATTHEWS 1996a, LADEWIG und MATTHEWS 1996b). Aus diesen Tests, die den Tieren eine steigende Menge an Arbeit (z.B. Hebelbedienungen) für dieselbe Einheit einer Ressource (z.B. Futter, Raum, Beschäftigungsmaterialien usw.) abverlangen, werden in Anlehnung an die Wirtschaftswissenschaften sogenannte Nachfragekurven erstellt. Das Gefälle der Kurve gibt die Elastizität der Nachfrage nach der Ressource an. Die Erstellung von Nachfragekurven ist ein ergänzendes Instrument, um Haltungsfaktoren zu ermitteln, die für die Tiere notwendig sind (SACHSER 1998). Auch hier gelten jedoch die beschriebenen Einschränkungen für Präferenztests. Aufgrund der Relativität und des möglicherweise großen Testeinfluss⁷ (z.B. Inkompatibilität von Verstärker und Belohnung, Dauer der Testsituation) können auch Nachfragekurven keinesfalls die alleinige Grundlage für die Gestaltung von komplexen Haltungsumwelten bilden (DAWKINS 1990).

Allgemein können die Ergebnisse aus Präferenztests in die Gestaltung von Haltungssystemen einfließen und so zur Verbesserung des Wohlbefindens a priori beitragen. Für die Frage nach

dem Wohlbefinden der Tiere in einem Haltungssystem a posteriori sind Tests zu stark begrenzt und sind dann ungeeignet, will man das „ungestörte“ Verhalten der Schweine unter Praxisbedingungen oder in Haltungssystemvergleichen erforschen. Verhaltensbeobachtungen über längere Zeiträume (Stunden, Tage, Mastperiode) sind dafür geeigneter (BODENKAMP 1998, BRAUN 1997, JAKOB 1987, KAMINSKY 1993, LYONS et al. 1995, MAYER 1999, SCHÄFER-MÜLLER 1996, STOLBA und WOOD-GUSH 1981).

2.2.4 Technische Indikatoren für Tiergerechtheit

Technische Indikatoren wie Größe, Funktionsfähigkeit und Beschaffenheit von Haltungseinrichtungen, Klimafaktoren sowie Management und Nutzungsform sind zunächst unabhängig vom Tier und dienen dazu, die Haltungsumwelt zu beschreiben und mögliche Beeinträchtigungen der Tiere auf Grundlage des Wissens über Körperbau, Körpergröße und Körperfunktion sowie die Erkenntnisse über mögliche Krankheits- und Verletzungsursachen und teilweise auch ethologische Bedürfnisse a priori abzuschätzen (BOCKISCH et al. 1999, DGFZ 1985, VON BORELL et al. 2001). Eine Beschreibung von Haltungssystemen anhand technischer Indikatoren kann folglich Schwachstellen aufdecken (ANDERSSON 1998, BARTUSSEK 2000). Detaillierte Listen technischer Indikatoren auf der Grundlage rechtlicher Vorschriften und Erfahrungen und Empfehlungen aus Praxis und Wissenschaft finden sich bei BOCKISCH et al. (1999), VON BORELL et al. (2001) sowie bei BARTUSSEK (1988) und SUNDRUM et al. (1994), die sogenannte Tiergerechtheitsindices entwickelt haben. Die Wichtung und Beurteilung (Punktevergabe, Grenzwerte etc.) von Einzelfaktoren integrierender Systeme ist umstritten und wird viel diskutiert (BARTUSSEK 1999, BRACKE et al. 1999, FEYERLEIN 1996, HÖRNING 1998b, HÖRNING 2000b, OFNER et al. 2001, SCIARRA 1998). Während in der Praxis schnell einsetzbare Beurteilungssysteme zum Vergleich von Haltungssystemen genutzt werden, die nur eine punktuelle Situation erfassen können, sollten für die Schätzung des Wohlbefindens der Tiere in einem Haltungssystem unbedingt längerfristige Auswirkungen auf die Tiere Berücksichtigung finden. Für die technischen Indikatoren gilt darüber hinaus, dass angegebene Referenzbereiche offen bleiben müssen für neue Erkenntnisse mit dem Ziel, dass das Tier in der jeweiligen Haltungsumgebung arttypische Verhaltensweisen ausführen kann (BOCKISCH et al. 1999).

2.2.5 Auswahl der Indikatoren

Für die Schätzung von Wohlbefinden unter praxisnahen Haltungsbedingungen, die mit einer Vielzahl sich gegenseitig beeinflussender Faktoren langfristig auf die Tiere wirken, sind, abgesehen von der Erfassung der Leistung der Tiere, physiologische Indikatoren wenig geeignet, da sie unter eingegrenzten, standardisierten Versuchsbedingungen erfasst werden müssen und einen zusätzlichen Stressor darstellen können. Analoges gilt für die Parameter des Immunsystems. Dagegen können Allgemeinbefinden, Verletzungen und Verschmutzungen mittels Tierkontrolle ohne größere Beeinflussungen der Tiere über den üblichen Management bedingten Umgang hinaus erfasst werden. Subklinische Zustände können nach der Schlachtung weiteren Aufschluss über die Tiergesundheit geben. Technische Indikatoren dienen unterstützend der Ursachenforschung beim Auftreten von Verletzungen, Erkrankungen oder Verhaltensstörungen. Im Gegensatz zu physiologischen Parametern eignen sich ethologische Indikatoren auch für die Schätzung des Wohlbefindens unter Praxis- oder praxisnahen Bedingungen, da sie unmittelbarer erfassbar sind. Sie sind gewissermaßen äußere Zeichen innerer Zustände und Emotionen (SIGNORET und VIEUILLE 1996). Für die Erfassung des „ungestörten“ Verhaltens der Schweine in Haltungssystemvergleichen eignen sich Verhaltensbeobachtungen über längere Zeiträume am besten.

In der hier vorliegenden Arbeit wurde eine Vielzahl an Indikatoren verwendet und der Schwerpunkt auf ethologische Merkmale gelegt. Dabei wurden die Auswirkungen unterschiedlicher Haltungssysteme auf das Wohlbefinden von Mastschweinen über längere Zeiträume (Mastperiode) untersucht (s. Kap. 3.3 bis 3.6).

2.3 Verhaltensweisen von Mastschweinen und Auswahl der ethologischen Untersuchungsmerkmale

Über das Verhalten von Schweinen besteht aus Jahrzehnte langer Forschung eine breite Wissensbasis. Nicht alle Verhaltensweisen sind für Mastschweine gleichermaßen relevant (z.B. Sexualverhalten). Im Hinblick auf Wohlbefinden sind einige Interpretationsbereiche (z.B. Sitzen) besonders problematisch. Die für die hier vorliegenden Untersuchungen getroffene Auswahl von Verhaltensweisen und ihre Zuordnung zu Funktionskreisen in Übereinstimmung oder auch im Widerspruch zur Literatur wird begründet.

2.3.1 Nahrungsaufnahmeverhalten, Erkunden, Beschäftigung, Anomale Beschäftigung

Fressen, Saufen, Manipulation der Tränke

Für Schweine als Allesfresser ist das Kauen von großer Bedeutung (VAN PUTTEN 1978, SAMBRAUS 1991a). Schweine sind soziallebend und gemeinsames Fressen ist ihnen arteigen (STOLBA und WOOD-GUSH 1989). Die Futtersuche durch Wühlen nimmt bei Schweinen natürlicherweise viel Zeit in Anspruch (SAMBRAUS 1991a, VAN PUTTEN 1978). BRIEDERMANN (1990) ermittelte bei Wildschweinen im Gehege Nahrungssuche und -aufnahme zu 85 % des Aktivitätsverhaltens. STOLBA und WOOD-GUSH (1989) beobachteten bei Familiengruppen von Schweinen im semi-natürlichen Gehege einen durchschnittlichen Verhaltensanteil allein von Gras von 31 %. Auch SCHNEIDER und WALTER (1996) beobachteten bei einem Weideversuch mit Mastschweinen zu ca. 80 % des Gesamtverhaltens auf der Weide (Weidezeit ca. 1,5 bis 4,5 Std.) Gras und Wühlen. JENSEN und STANGEL (1992) beobachteten bei Ferkeln im semi-natürlichen Gehege zu 60 % des Tages (9:00 bis 18:00 Uhr) Wühlen, Gras und Saufen. Daher hängt das Fressen unmittelbar mit dem Erkundungs- und „Beschäftigungsverhalten“ zusammen (VAN PUTTEN 1978, SAMBRAUS 1991a, STOLBA und WOOD-GUSH 1989), und in den hier vorliegenden Untersuchungen werden Nahrungsaufnahme und Erkunden und Beschäftigung in einem Funktionskreis zusammengefasst. Über die Verbindung des Erkundens mit dem Fressen hinaus scheint allerdings auch noch ein endogenes Bedürfnis des Schweines nach Erkundungsverhalten zu bestehen (RUSHEN 1993a, VAN PUTTEN 1978, WOOD-GUSH und VESTERGAARD 1991, WOOD-GUSH und VESTERGAARD 1993). Das Erkunden kann der unmittelbaren Vorbereitung von Futter dienen oder der Untersuchung und Veränderung der Umgebung (STOLBA und WOOD-GUSH 1989).

Zum Saufen oder Trinken beschreibt SAMBRAUS (1991a): „Schweine schlürfen Wasser in sich hinein, d.h. der Wasserspiegel erreicht bei üblicher Trinktiefe des Rüssels nicht die Maulwinkel. Auf diese Weise wird beim Aufnehmen des Wassers Luft mit hochgesaugt“. Die bei KRAUSE (1995) gegebene Definition „Das Schwein hat die Zapfentränke zwischen Ober- und Unterkiefer geklemmt und trinkt“ ist der technischen Ausstattung der heute praxisüblichen Haltungsumwelt angepasst.

Als Anomale Beschäftigung ist die Manipulation der Tränke aus Langeweile einzustufen (SAMBRAUS 1991a). Dazu zählt nicht die Beschäftigung mit der Tränke bei Hitze. Diese

Verhaltensweise gehört eher zum Komfortverhalten, weil die Tiere sich durch das Bespritzen mit Wasser oder das Anfeuchten der Liegefläche Abkühlung verschaffen.

In der hier vorliegenden Arbeit werden Fressen und Saufen aufgrund der verwendeten Breifutterautomaten zusammengefasst. Manipulation der Tränke konnte daher in den Videobeobachtungen nicht differenziert werden. Bei den Direktbeobachtungen spielte sie keine Rolle. Die Benutzung des Tränkewassers zur Abkühlung konnte bei hohen Temperaturen zeitweise beobachtet werden, wurde aber nur indirekt über die Verhaltensweise Suhlen erfasst.

Wühlen, Pseudowühlen

Als natürliche Beschäftigung werden eindeutig die Komponenten Wühlen und Graben gewertet (STOLBA und WOOD-GUSH 1981). In den Untersuchungen von STOLBA und WOOD-GUSH (1989) verbrachten die Schweine 21 % der Tagesaktivität mit Wühlen. Die Untersuchungen wurden in einer semi-natürlichen Umgebung, einem Freigehege, durchgeführt. Deshalb kann die Definition „Wühlen = sagittal ausgeführte Hobelbewegungen mit der Rüsselscheibe am Boden [...]“ (STOLBA und WOOD-GUSH 1981) insofern übernommen werden, dass mit „Boden“ die Wühlrichtung gemeint ist. Der Boden in STOLBAS und WOOD-GUSH'S (1981) Studien war Erdboden. Daher muss für stallgehaltene Mastschweine das Wühlen auf Wühlen im Stroh oder einem anderen veränderbaren Substrat und das Graben auf Graben in der Tiefstreu bzw. Einstreumatratze oder einem ausreichend tief und umfangreich zur Verfügung stehenden anderen Substrat eingeschränkt werden. Das „Bewühlen“ von Objekten oder Gegenständen (z.B. BEATTIE et al. 1995, STOLBA und WOOD-GUSH 1981) soll in der hier vorliegenden Untersuchung bewusst vom Bodenwühlen getrennt werden, da es eine andere ethologische Qualität besitzt (s.u.).

Auch das „Wühlen auf Betonboden“ (BODENKAMP 1998, BÖHMER und HOY 1994, BEATTIE et al. 1995, DURRELL et al. 1997, STUBBE 2000) muss vom Wühlen in veränderbaren Materialien abgegrenzt werden. Dieses sogenannte Schein- oder Pseudowühlen ist als negativ im Sinne des Wohlbefindens der Schweine zu werten, da die horizontal ausgeführten Kopfbewegungen zwar denen des Wühlens entsprechen, eine Bearbeitung und Veränderung der Umgebung sowie ein Hineinwühlen in ein Substrat (vertikale Bewegung in die Tiefe) jedoch nicht ausgeführt werden können, so dass nicht nur funktional, sondern auch im Ablauf Pseudowühlen defizitär bleibt. Somit ist es ein Wühlversuch, und es kann angenommen werden, dass die Erkundungsmotivation nicht voll befriedigt wird (VAN PUTTEN 1978,

VESTERGAARD 1996). Lediglich das mit dem Pseudowühlen verbundene ggf. mögliche Aufnehmen kleinerer Futterreste vom Boden sowie olfaktorische Reize sind nicht negativ für das Wohlbefinden. Andererseits besteht auch Verletzungsgefahr durch Pseudowühlen (BAXTER 1982). Das Pseudowühlen in den Exkrementen ist ebenfalls als Verhaltensanomalie zu beurteilen, da Schweine eine Abneigung gegenüber ihrem Kot besitzen (VON ZERBONI und GRAUVOGL 1984). WECHSLER und BACHMANN (1998) berichten von häufig ausgeführtem Riechen am Boden und in der Luft nach dem Koten und Harnen und deuten dies als Interesse der Tiere an dem Geruch ihrer frischen Exkremente, was jedoch mit einem Wühlen darin nicht vergleichbar ist. NEWBERRY und WOOD-GUSH (1988) beobachteten kein Wühlen in Exkrementen an Ferkeln in einem semi-natürlichen Gehege im Gegensatz zu Ferkeln im Flatdeck. BEATTIE et al. (1995) und DURRELL et al. (1997) stellten bei Ferkeln und Mastschweinen bzw. niedertragenden Sauen eine Reduzierung von Pseudowühlen in angereicherten Haltungsumgebungen (mehr Platz, Torf- oder Stroheinstreu, Strohraufe, Liegekiste bzw. ausgelaugter Pilzkompost in Raufe) gegenüber nicht angereicherten fest. In der hier vorliegenden Untersuchung wird Pseudowühlen deshalb als Anomale Beschäftigung klassifiziert.

Beschäftigung mit Stalleinrichtung und Beschäftigungsmaterial

Bei der Beschäftigung mit der Stalleinrichtung (z.B. BODENKAMP 1998, LYONS et al. 1995, STUBBE 2000) ist der Übergang von „normalem“, besser natürlichem Verhalten und Verhaltensanomalien sicherlich fließend. Schließlich wäre z.B. stereotypes Stangenbeißen auch eine Beschäftigung mit einem Gegenstand. Die Wertung zwischen Beschäftigung als Befriedigung der Neugier oder als fehlgeleitetes Erkundungsverhalten aufgrund von Reizarmut bleibt immer eine subjektive Interpretation im Einzelfall und muss auch im Gesamtzusammenhang des Verhaltens beurteilt werden. Die Definitionen von Verhaltensabweichungen und Stereotypen (Tabelle 1) machen deutlich, dass bei der Beurteilung von Beschäftigungsverhalten an Objekten einerseits eine subjektive Bewertung unumgänglich bleibt („anscheinend keine Funktion“, „deutliche Abweichung vom normalen, artspezifischen Verhalten“, „etwas abnormal“, „ohne offensichtliches Ziel“ usw.) und darüber hinaus die Kenntnis des artspezifischen Verhaltens entscheidend ist, wie GATTERMANN (1993) in seinen Definitionen auch herausstellt. Aus dem letztgenannten Grund wird den ethologischen Erkenntnissen von STOLBA und WOOD-GUSH (1981, 1984, 1989) und STOLBA (1984) in den hier vorliegenden Untersuchungen ein hoher Stellenwert beigemessen.

Tab. 1: Definitionen von Verhaltensstörung und Stereotypie

Verhaltensstörung	Stereotypie	Quelle
- von einer arttypischen Bewegungskoordination in der Häufigkeit ihres Auftretens oder im Ablauf abweichende Verhaltensweise, die zumeist durch ungünstige Haltungsbedingungen hervorgerufen wird	- Bewegungs~: durch Frustration hervorgerufene, sich ständig zwanghaft wiederholende Bewegungsweise, die anscheinend keine Funktion besitzt	SAMBRAUS 1978
- auch Verhaltensanomalie: kurzzeitige oder andauernde deutliche Abweichung vom normalen, artspezifischen Verhalten (beim Schwein z.B. Hyperaggressivität, verringerte Schlafzeit, Fremdsaugen an Gegenständen und Artgenossen) Sie zu erkennen, ist nicht immer einfach und setzt umfangreiche Kenntnisse über das normale Verhalten voraus. V. werden durch Änderungen im genetischen Material, Störungen während der Individualentwicklung sowie durch Krankheiten oder ungeeignete Umweltbedingungen verursacht. In allen Fällen ist eine artspezifische Adaptation an die Umwelt nicht möglich. Dennoch dient auch die V. der Selbstoptimierung, indem das Individuum versucht, durch verändertes Verhalten Mängel oder Belastungen (Stress) zu kompensieren. Eine V. kann sich als quantitative oder qualitative Abweichung vom normalen Verhalten äußern.	- Bewegungs~, Zwangsbewegung: krankhaftes stereotypes Verhalten, Verhaltensstörung oder Ersatzhandlung Diese gefangenschaftsbedingten S. (z.B. übernormales Lecken, Beißen, Schnüffeln) dienen dem Abreagieren und haben ihre Ursachen in den eingeschränkten Bewegungsmöglichkeiten und in der reizarmen Umgebung.	GATTERMANN 1993
- abnormal behaviour, aberrant behaviour: behaviour which differs in pattern, frequency or context from that which is shown by most members of the species in conditions which allow a full range of behaviour - anomalous behaviour: behaviour which is somewhat abnormal particularly in respect of deviations from the normal pattern or frequency (as in general medical usage); may be a variant of a normal activity such as chewing or licking	- a repeated, relatively invariable sequence of movements which has no obvious purpose	FRASER und BROOM 1997

Treten keine Verletzungen des Tieres auf und sind die Verhaltensweisen nicht stereotyp, kann die Beschäftigung mit und das Bearbeiten von Stalleinrichtungsgegenständen als Anreicherung der Haltungsumwelt und positiv im Sinne von Exploration gewertet werden. Gleiches gilt für die in reizarme Haltungsumwelten eingebrachten Beschäftigungsobjekte oder Spielzeuge (KOLBECK 2002, LEHNERT 2002), die neben Stroh als Einstreu und anderen Wühlmaterialien auf dem Boden wie Torf, Sand oder Erde ebenfalls zu einer Verminderung von Manipulationen an Buchtengenossen oder Aggressionen führen können (BLACKSHAW et al. 1997b, KRÖTZL et al. 1994, STUBBE 2000). NEWBERRY (1995) betont, dass Anreicherungs-elemente funktionale Relevanz besitzen sollten, um das natürliche Verhalten der Tiere zu unterstützen. Sie urteilt, dass erneuerbare Wühlmaterialien für Schweine, wie z.B. Stroh, mit der Möglichkeit Futterpartikel aufzunehmen, d.h. Futtersuchverhalten auszuführen, besser zur Förderung des Wohlbefindens geeignet seien als funktionslose Spielzeuge. Den größeren Effekt funktionaler Beschäftigungsobjekte auf das Wohlbefinden bestätigen Untersuchungen von DAMM et al. (2000), die weniger Unruhe bei ferkelnden Sauen feststellten, die vor dem Abferkeln Stroh und Äste zur Verfügung gestellt bekamen und damit stabilere Nester bauen konnten im Vergleich zu Sauen, die nur Stroh als Nestbaumaterial erhielten. Die Ruhe während des Abferkelns entsprach mehr dem Verhalten von Sauen, die in einer semi-natürlichen Umgebung beobachtet worden waren. Strohraufen und Presswürfel aus Häckselstroh und Melasse führten auch in Untersuchungen an Mastschweinen zu höheren Beschäftigungsraten mit dem Objekt und geringeren Verhaltensstörungen als Ketten (KRÖTZL et al. 1994, STUBBE 2000).

Das von STOLBA und WOOD-GUSH (1989) beobachtete Reißen dürfte fast nur in Verbindung mit der Freilandhaltung, wenn sich die Tiere in einem Gelände befinden, das ihnen die Bearbeitung von Ästen und Wurzeln erlaubt oder in dem seltenen Fall, dass bei Stallhaltung grobe Beschäftigungsmaterialien zur Verfügung gestellt werden (DAMM et al. 2000), auftreten. Ähnliche Bewegungsabläufe treten beim von GRAUVOGL et al. (1997) beschriebenen Rütteln auf. An beweglichen Gegenständen wie Ketten oder aufgehängten Balken (KRÖTZL et al. 1994, STUBBE 2000) können in Stallhaltung derartige Verhaltensweisen ausgeführt werden, wobei die Manipulation des Gegenstandes nicht (bei Ketten) oder nur geringfügig (bei Balken) im Vergleich zu Wurzeln, von denen etwas abgerissen werden kann, gegeben ist.

Verhaltensstörungen, Bearbeiten von Buchtengenossen

In engem Zusammenhang mit dem Fressverhalten und dem Erkundungs- und Beschäftigungsverhalten stehen bei stallgehaltenen (Mast-) Schweinen, insbesondere bei rationiert gefütterten und in reizarmer Umgebung gehaltenen, die Verhaltensstörungen, die aus diesem Grund hier innerhalb des Funktionskreises Nahrungsaufnahme und Erkunden und Beschäftigung als Anomale Beschäftigung aufgeführt werden. Bei rationierter Fütterung dauert die Futteraufnahme des meist gering strukturierten Futters (Schrot, Pellets, Flüssigfutter) verhältnismäßig kurz (VAN PUTTEN 1978). Die Haltungsumwelt bietet häufig, besonders bei einstreuloser Haltung, kaum Erkundungs- oder Beschäftigungsmöglichkeiten. Leerkauen wird von VAN PUTTEN (1978) für Mastschweine aufgrund der feinen Futterkonsistenz, wenn keine gröberen Materialien zur Verfügung stehen, beschrieben. VAN PUTTEN (1978) beschreibt auch das Zusammenschieben und Hochwerfen von Trockenfutter bei rationiert gefütterten Schweinen mitunter verbunden mit Scharren wie bei Umgraben von Erde zur Futtersuche bei Wildschweinen. LYONS et al. (1995) beobachteten Leerkauen bei Mastschweinen in Haltungssystemen mit Stroh signifikant weniger als in solchen ohne Stroh. Die Beschäftigung mit gröberem Futter könnte dem Erkundungsdrang der Schweine Rechnung tragen.

Stroh aus der Einstreu bzw. der Raufe soll in der hier vorliegenden Untersuchung jedoch nicht zum Futter zählen, obwohl es die Tiere teilweise auch aufnehmen. Es dient jedoch zunächst als Einstreu. Daher wird das Beschnupern, Abtasten, Beißen, Benagen, ins Maul Nehmen, Hochwerfen und Umhertragen von Stroh als Beschäftigung mit Stroh klassifiziert. Leerkauen wird aufgrund der äußerst schwierigen Beobachtung (VAN PUTTEN 1980) nicht erfasst.

Da Mastschweine in Gruppen gehalten werden, richten sich Verhaltensanomalien größtenteils auf Buchtengenossen. Die Verhaltensmuster entstammen dem natürlichen Verhaltensrepertoire, werden jedoch auf andere Tiere umgelenkt (FRASER und BROOM 1997). Bei Mastschweinen äußern sich Verhaltensstörungen vornehmlich im Bearbeiten von Buchtengenossen, d.h. Analmassage, Schwanzbeißen, Ohrenbeißen oder Körperendenbeißen (mitunter auch als Kannibalismus bezeichnet) und „Bewühlen“. Die häufig in Verbindung mit dem Beknabbern von Buchtengenossen genannten anderen Umweltfaktoren wie schlechtes Stallklima und zu hohe Belegungsdichte (BRUMMER 1978, FRASER und BROOM 1997, VON ZERBONI und GRAUVOGL 1984) können Anlass zur Bearbeitung von anderen Tieren geben, die Ursache liegt jedoch in der Reizarmut (BRUMMER 1978, VAN PUTTEN 1978). Aus dem

Rückschluss, dass die Bearbeitung von Buchtengenossen abnimmt, sobald die Haltungsumwelt reichhaltiger gestaltet ist, kann auf kompensatorisches Verhalten geschlossen werden (BEATTIE et al. 1995, BEATTIE et al. 1996, BODENKAMP 1998, BÖHMER und HOY 1994, DE JONG et al. 1998, FRASER et al. 1991, JACKISCH et al. 1996, JAKOB 1987, KRÖTZL et al. 1994, LAY JR. et al. 2000, LYONS et al. 1995, PETERSEN et al. 1995, STOLBA und WOOD-GUSH 1981). Damit gehören diese Verhaltensweisen nicht zum Sozial- oder Komfortverhalten. Analmassage kann mit Coprophagie einhergehen (FRASER und BROOM 1997). Durch alle diese Bearbeitungen von Buchtengenossen können Schäden entstehen. Das Beknabbern des Schwanzes kann auch zum Abbeißen von Schwanzteilen führen (BRUMMER 1978, FRASER und BROOM 1997, SAMBRAUS 1985, VAN PUTTEN 1978, VON ZERBONI und GRAUVOGL 1984). Jedoch bedeutet schon unabhängig von Verletzungen die Störung der Verhaltenssteuerung eines Tieres in einer spezifischen Umweltsituation eine Überforderung der Anpassungsfähigkeit (WECHSLER 1993). Die Handlung am Ersatzobjekt Buchtengenosse, wie beispielsweise Schwanzbeißen, zählt dazu (WECHSLER 1993). BRUMMER (1978) unterscheidet beim Schwanzbeißen zwischen Beknabbern ohne aggressive Motivation und aggressiver Caudophagie. Dagegen ordnet SAMBRAUS (1991a) im Gegensatz zu Analmassage und Schwanzbeißen, die keine Form von Aggression, sondern frustrationsbedingt seien (SAMBRAUS 1985, 1991a), das Vulvabeißern dem Sozialverhalten zu, da es in dem Zusammenhang beschrieben wird, dass Sauen an der Futterstation fressende Tiere beißen, um selbst in die Futterstation zu gelangen. Dazu ist zu bemerken, dass Schweine soziallebend sind und gemeinsames Fressen arteigen ist (STOLBA und WOOD-GUSH 1989). SAMBRAUS (1991a) beurteilt Vulvabeißern auch als Verhaltensstörung.

In der hier vorliegenden Untersuchung wird die Bearbeitung von Buchtengenossen unabhängig vom Körperteil im Funktionskreis Nahrungsaufnahme, Erkunden, Beschäftigung als Anomale Beschäftigung aggregiert und zusammen mit Aggression, Kampf erhoben (s.u.).

Spielen

Spielen gehört ebenfalls in den Funktionskreis Nahrungsaufnahmeverhalten, Erkunden, Beschäftigung, einerseits weil es eine Beschäftigung ist und andererseits mit dem Erkunden verbunden sein kann (MARLER und HAMILTON 1972, WOOD-GUSH und VESTERGAARD 1991). Mastschweine erreichen erst ca. um die Zeit der Schlachtung Geschlechtsreife, d.h. sie sind relativ jung (SAMBRAUS 1991a) und daher gehört Spielen auch noch in ihr Verhaltensrepertoire. Es ist zu unterscheiden zwischen solitärem und sozialem Spielen. In der

hier vorliegenden Arbeit wird die solitäre Beschäftigung mit Stroh und Objekten gesondert gefasst (s.o.) und das Spielverhalten bezieht sich auf Lokomotion und die soziale Komponente mit Galoppieren, Springen, sich Jagen und Spielkämpfen (FRASER und BROOM 1997, VAN PUTTEN 1978). Kampfspiel kann von aggressivem Kampf dadurch unterschieden werden, dass weniger starkes Beißen auftritt, wobei die Übergänge fließend sein können und die Einteilung der Verhaltensweise aus dem Gesamtgeschehen heraus erschlossen werden muss (BLACKSHAW et al. 1997a, HINDE 1970, VAN PUTTEN 1978). SAMBRAUS (1991a) und VAN PUTTEN (1978) beschreiben auch das spielerische Bespringen von Schweinen. Spielen ist ein Zeichen für gutes Wohlbefinden, da es erst ausgeführt wird, wenn andere Bedürfnisse gedeckt sind (FRASER und BROOM 1997, GRAUVOGL 2000, MARLER und HAMILTON 1972, VAN PUTTEN 1978; vgl. Kap. 2.2.3 (Positiv zu wertende ethologische Indikatoren)). BRIEDERMANN (1990) beobachtete bei Wildschweinen in einem Gehege knapp 5 % des Aktivitätsverhaltens an Spielverhalten und agonistischem Verhalten zusammen.

Alert sein

Die Verhaltensweise Alert sein als eine Komponente von Erkundungsverhalten (mit gehobenem Kopf, sitzend oder stehend, visuell, akustisch oder geruchlich orientierend) (METZ und OOSTERLEE 1981), die ähnlich bei STOLBA und WOOD-GUSH (1981) als Erregungselemente (Anlegen, Aufstellen, Wedeln des Schwanzes, Anlegen, Aufrichten, Hochstellen der Ohren und Vokalisationen) der generellen Orientierung zugeordnet werden, bei der weder mit Partnern interagiert noch Objekte verändert werden, gehört in den Funktionskreis Nahrungsaufnahmeverhalten, Erkunden, Beschäftigung. Bei KRÖTZL et al. (1994) wird ein ähnliches Verhaltenselement „deutliches Interesse am Objekt oder am Stroh zeigen“ definiert als Beschäftigung mit Objekt oder Stroh oder Objekt oder Stroh optisch fixieren. Dass Schweine Interesse durch optische Fixierung eines bestimmten Objekts äußern, dürfte schwierig zu beobachten sein. KRÖTZL et al. (1994) gehen nicht genauer auf die Herleitung ihrer Definition ein. STOLBA und WOOD-GUSH (1981) beobachteten Erregungsverhalten im Freigehege häufiger als in Teilspaltenbodenbuchten und werten das Platz- und Reizangebot als ausschlaggebend. Aufgrund des begrenzten Raumes in einer kleinen Stallbucht ist Orientierungsverhalten, das eher auf weiter entfernte Ereignisse oder Gegenstände zielt, weniger möglich und in reizarmen Umgebungen auch weniger gegeben. Dennoch kann bei in kleineren Buchten gehaltenen Mastschweinen eine Aufmerksamkeit in ähnlicher Weise beobachtet werden, beispielsweise wenn ein lautes Geräusch auf dem

Stallgang auftritt, ein Mensch den Stallraum betritt oder sich über die Buchtenwand beugt. Häufig wird dieses Verhalten der Schweine in Verbindung mit bzw. nach einem anfänglichen Erschrecken ausgeführt und könnte Hinweise auf die Nervosität oder Angst der Tiere geben. Der Übergang von Erschrecken zu Alert sein kann durch Immobilität gekennzeichnet oder fließend sein (eigene Beobachtungen). Alert sein enthält mehrere Komponenten. Der getrübe Blick von Tieren gilt als Krankheitsanzeichen (PLONAIT 1997a), so dass das Auftreten von Alert sein im Umkehrschluss als ein positives Anzeichen der Aufmerksamkeit gewertet werden kann. Es kann auch einen Hinweis auf die Reizfülle einer Umgebung als positives Element für das Wohlbefinden der Tiere geben. Andererseits könnte die gesteigerte Aufmerksamkeit auch Elemente von Angst enthalten (MIURA et al. 1996).

In den hier vorliegenden Untersuchungen werden Alert sein und Erschrecken aufgrund des oft fließenden Übergangs beider Verhaltensweisen und zur Vereinfachung der Beobachtung zusammengefasst. Die Aufmerksamkeit der Tiere durch äußere Einflüsse (Reize), wie Personen, die Störungen des Verhaltens hervorrufen (Ablenkung), wird hinzugenommen.

2.3.2 Exkretionsverhalten

Die Exkretion umfasst das Koten und das Harnen und lässt sich in drei Bereiche untergliedern: Bewegungsablauf, Periodizität und Frequenz und soziale Funktion (VAN PUTTEN 1978). Die Exkretion geschieht stoffwechselbedingt und spielt bei Mastschweinen eine Rolle bei der Revierabgrenzung und in Angst- und Stresssituationen (ANDERSEN et al. 2000, JONES und NICOL 1998, VON ZERBONI und GRAUVOGL 1984). Der örtliche Bezug der Exkretion ist ein entscheidender Aspekt im Hinblick auf das Wohlbefinden der Tiere, da Schweine, wenn möglich, Kotplätze getrennt vom Liegeplatz anlegen (AMON et al. 2001, BURÉ 1987, JACKISCH et al. 1996, STOLBA und WOOD-GUSH 1989, VAN PUTTEN 1978, VON ZERBONI und GRAUVOGL 1984, WECHSLER et al. 1991). Schweine bevorzugen feuchte und offene Stellen zum Koten und Harnen (MOLLET und WECHSLER 1991, SIMONSEN 1990, STOLBA und WOOD-GUSH 1984).

Für die vorliegende Untersuchung wird das Anlegen von Kotplätzen als Hinweis auf einen das Wohlbefinden der Schweine steigernden Aspekt eines Haltungssystems anhand der territorialen Erfassung der Buchtenverschmutzung überprüft.

2.3.3 Komfortverhalten

Die Einteilung des Komfort-, Haut- und Körperpflegeverhaltens wird analog zur Literatur vorgenommen (SIGNORET 1969, STOLBA und WOOD-GUSH 1981, VAN PUTTEN 1978): sich strecken, gähnen, (kopf)schütteln, sich scheuern und reiben, Hinterfußkratzen und suhlen. Die soziale Körperpflege wird unter Sozialverhalten (s.u.) und Anomale Beschäftigung (s.o.) abgehandelt.

Körperpflegeverhalten ist solange als positiv im Sinne von Wohlbefinden anzusehen wie keine Verletzungen durch selbstverletzendes Verhalten entstehen. Dieses Verhalten wird oftmals durch eine lokale Infektion, Parasitenbefall oder Schmerz ausgelöst (FRASER und BROOM 1997). In Verbindung mit Adspektionen der Tiere lässt sich Komfortverhalten abgrenzen. Mutilationen sind bei Schweinen nicht beschrieben worden. Verletzungen können jedoch in Verbindung mit stereotypem Verhalten und aufgrund ungeeigneter Haltungsbedingungen auftreten (BAXTER 1982, DE KONING 1985, GLOOR 1984, GLOOR 1988). Suhlen im Wasser- oder Schlammbad hat bei Schweinen vor allem thermoregulative Bedeutung und dient als Schutz gegen Ektoparasiten (SAMBRAUS 1991a). Schweinen fehlt die Möglichkeit der Schweißbildung fast gänzlich, so dass bei hoher Umgebungstemperatur und bei großer endogener Wärmebildung durch Muskeltätigkeit und Erregung Schwierigkeiten in der Wärmeabgabe auftreten können (LYHS 1982, WITTKÉ 1972). Die feuchte Suhle fördert die Verdunstung. Nach einer Suhle in Schlamm hält der Effekt der Verdunstungskühlung länger an als durch Feuchtigkeit auf der Haut ohne schützende Schlammschicht (SAMBRAUS 1991a). Wenn keine Suhlmöglichkeit besteht, wälzen sich die Tiere unter sehr hohen Temperaturen auch im eigenen Harn (VON ZERBONI und GRAUVOGL 1984). Die Möglichkeit zur Suhle bei hohen Temperaturen ist demnach als positiv für das Wohlbefinden zu werten. Das Wälzen in Kot und Harn ist dagegen aus hygienischen und ethologischen Gründen (keine Trennung von Kot- und Liegeplatz) als ein negativer Punkt hinsichtlich Wohlbefinden der Tiere anzusehen, da es als Suhlersatz zu werten ist.

In der hier vorliegenden Untersuchung werden Komfortverhalten und Suhlen zusammengefasst.

2.3.4 Sozialverhalten, Kampf

Sozialverhalten bedeutet das aufeinander bezogene Handeln und umfasst das Bearbeiten von Buchtengenossen und das Kämpfen. MEYNHARDT (1990) beschreibt bei Wildschweinen ein

gegenseitiges Absuchen der Tiere zur Entfernung von Fremdkörpern, während BRIEDERMANN (1990) keine Sozialpflege beim Wildschwein beobachtete. Soziale Körperpflege tritt bei Schweinen in nur sehr geringem Maß auf (SAMBRAUS 1991a, STOLBA und WOOD-GUSH 1981, VAN PUTTEN 1978). Bei den Verhaltensweisen Beknabbern, Belecken und Massieren von Artgenossen finden sich teilweise widersprüchliche Aussagen in der Literatur, sie werden jedoch überwiegend als Ersatzhandlungen oder Konfliktverhalten interpretiert (STOLBA und WOOD-GUSH 1981, VAN PUTTEN 1978) und wie bereits diskutiert in der hier vorliegenden Untersuchung als Anomale Beschäftigung klassifiziert (s.o.; vgl. Kap. 2.2.3 (Stereotypien und Verhaltensstörungen)).

Beschnuppern und Naso-nasal-Kontakt können einem reinen Sozialverhalten zugeordnet werden. Dazu erläutern VAN PUTTEN (1978) und SAMBRAUS (1991a), dass Schweine Kontakttiere und ausgeprägt soziallebend sind, ein Eindruck, der nach SAMBRAUS (1991a) auch darauf zurückzuführen sein kann, dass gerade Mastschweine nur ca. 7 Monate alt werden und somit das gegenüber Alttieren ausgeprägtere Kontaktbedürfnis von Jungtieren aller domestizierten Arten aufzeigen. STOLBA und WOOD-GUSH (1989) stellen dazu in Verbindung mit dem Vergleich von Haus- und Wildschweinen fest, dass Schweine in sozialen Gruppen leben. VAN PUTTEN (1978) beschreibt den Ablauf der Kontaktaufnahme von Schweinen sehr ausführlich mit Blickkontakt, Kopfnicken, Beriechen und Vokalisationen.

Kampf gehört eindeutig zum Sozialverhalten im Sinne von Interaktion zwischen den Tieren. Kämpfe werden zur Etablierung einer Rangordnung vor allem bei der Neubildung von Gruppen beobachtet, z.B. in Stallbuchten oder beim Transport (AREY und FRANKLIN 1995, BARNETT et al. 1996, EKKEL et al. 1995, ERHARD et al. 1997, OLESEN et al. 1996, OTTEN et al. 1997, SAMBRAUS 1991a). Je mehr unbekannte Tiere aufeinandertreffen, desto länger dauern die Auseinandersetzungen (AREY und FRANKLIN 1995). In etablierten Gruppen kommt es nur selten zum Kampf (SAMBRAUS 1991a). Schweine haben ein regelrechtes Ausweichsystem zur Verringerung von aggressiven Auseinandersetzungen (FRASER und BROOM 1997, JENSEN 1982). Obwohl Schweine ein sogenanntes „Soziallimit“, das ist die maximale Distanz, die sich ein Individuum von der Gruppe entfernt, besitzen, benötigen sie Platz, um Ausweichtaktiken zur Milderung von Aggressionen auszuführen (FRASER und BROOM 1997, JENSEN 1984). Nicht die Aggressionen sind ausschlaggebend für die Einrichtung eines sozialen Systems unter Schweinen, sondern das Ausweichverhalten, das häufig ohne jegliches Aggressionsverhalten auftritt, ist die entscheidende Komponente für eine Stabilisierung des

Sozialgefüges (FRASER und BROOM 1997). Dabei scheint vor allem der Platz um den Kopf entscheidend zu sein. Während Schweine intensiven Kontakt untereinander pflegen und relativ wenig Territorialverhalten zeigen, neigen sie dazu, den Raum um den Kopf freizuhalten (FRASER und BROOM 1997). VAN PUTTEN (1978) merkt an, dass bei nicht ausreichendem Platz zum Ausweichen Kämpfe dadurch zustande kommen, dass sich das ranghöhere Tier immer wieder zum Kampf herausfordert fühlt. Ungünstige Haltungsbedingungen wie zu hohe Besatzdichte oder eine zu geringe Anzahl an Fressplätzen können somit zu vermehrten aggressiven Auseinandersetzungen in Haltungssystemen führen (FRASER und BROOM 1997, SAMBRAUS 1991a, VAN PUTTEN 1978, VON ZERBONI und GRAUVOGL 1984). Quantität und Qualität (Anreicherungen, Trennwände u.a.) des Raumes können zur Verringerung aggressiver Auseinandersetzungen beitragen (BARNETT et al. 1996, BEATTIE et al. 1995, BEATTIE et al. 1996, BODENKAMP 1998, BÖHMER und HOY 1994, JAKOB 1987, LAY JR. et al. 2000, O'CONNELL und BEATTIE 1999, STOLBA und WOOD-GUSH 1981). Es kann bis hin zu Hyperaggressivität kommen, einer Verhaltensstörung, die nach GATTERMANN (1993) zu Verletzungen, Leistungsverlusten und sogar Todesfällen führen könne. HAGELSØ GIERSING und STUDNITZ (1996) führen aus, dass bei extremen Aggressionen die natürlicherweise bestehenden Kampfregeln nicht mehr eingehalten werden, d.h. z.B. die Rangordnung missachtet wird oder die Flucht eines Schweins nicht mehr das Kampfende bedeutet.

Kampf besteht aus verschiedenen Kategorien wie Drohen, Angreifen und Unterwerfen, Ausweichen, die sich wiederum aus unterschiedlichen Verhaltenselementen zusammensetzen, z.B. Beißen, Hebeln, Drücken, Stoßen (HAGELSØ GIERSING und STUDNITZ 1996, SAMBRAUS 1991a, VAN PUTTEN 1978). Es ist davon auszugehen, dass je nach dem Situationszusammenhang und auch innerhalb der Verhaltenskategorien die Körperhaltungen, insbesondere die Kopfpositionen, unterschiedliche Funktionen im Kampfgeschehen haben (JENSEN 1982, JENSEN 1984, MCGLONE 1986, STOLBA und WOOD-GUSH 1981).

Für die Einteilung der Verhaltensweisen in der hier vorliegenden Untersuchung wird mit Blick auf den Effekt auf das Wohlbefinden der Tiere Kampf im Gesamtablauf erfasst und nicht nach einzelnen Elementen unterschieden. Ebenso ist die Unterscheidung zwischen Kampfspiel und aggressivem Kampf aus dem Gesamtablauf heraus zu interpretieren (s.o.).

Aggression und Kampf wird in der vorliegenden Arbeit zusammen mit Bearbeiten Buchtengenosse erhoben (s.o.). Blickkontakt, Kopfnicken, Beriechen, Vokalisationen sowie Unterwerfen und Ausweichen werden nicht erfasst.

2.3.5 Bewegung, Körperposition, Anomale Körperposition, Ausruh- und Liegeverhalten

Laufen, Stehen

In dem Funktionskreis Bewegung, Körperposition, Anomale Körperposition und Ausruh- und Liegeverhalten geht es vor allem um Aktivität und Inaktivität sowie um Entspannung. KRAUSE (1995) fasste unter „Stehen“ Stehen und Laufen zusammen. METZ und OOSTERLEE (1981) dagegen fassten Stehen und Sitzen zusammen. Es ist anzunehmen, dass Stehen ohne eine andere Aktivität kurzzeitig auftritt als Unterbrechung von Laufen und damit eine Zusammenfassung mit dem Laufen geeigneter erscheint. Ein Ruhen im Stehen gibt es bei Schweinen nicht (SIGNORET 1969).

Das Ausrutschen muss aufgrund von Verletzungsgefahr und der Beeinträchtigung von Verhaltensweisen wie Komfortverhalten (z.B. Hinterfußkratzen) und Spielen (z.B. sich Jagen) als negativ für das Wohlbefinden der Tiere eingestuft werden (VAN PUTTEN 1978).

Sitzen

Sitzen gehört zum Ruhen. Das Sitzen wird von VON ZERBONI und GRAUVOGL (1984) generell als selten eingestuft. VAN PUTTEN (1978) und SAMBRAUS (1991a) beschreiben das Sitzen als Übergang vom Ruhen zur Aktivität, d.h., dass Sitzen nur kurzzeitig auftritt. STOLBA und WOOD-GUSH (1981) legen bei sämtlichen Stellungen oder Positionselementen eine Mindestdauer von 1/2 Min. fest, um eine Verhaltensweise als eigenständig zu registrieren.

Das bei FRASER (1975), SAMBRAUS (1985, 1990) und FRASER und BROOM (1997) beschriebene sogenannte Trauern, d.h. längeres Sitzen ohne Reaktion, kann als Apathie gedeutet werden und wird als Anomalie gewertet, die auf eine eintönige, reizarme Haltungsumwelt, ungeeignete Böden oder Beinschwäche der Schweine zurückgeführt wird. VAN PUTTEN und DAMMERS (1976) verglichen Ferkel 3 Wochen lang ab einem Alter von 3 bis 3,5 Wochen, die in einer mit Stroh eingestreuten Bucht mit der Sau zusammen oder abgesetzt und in Flatdecks mit Drahtgitterboden gehalten wurden. Sie beobachteten Sitzen bei den Ferkeln im Flatdeck signifikant häufiger, führen dies auf den ungeeigneten Boden zurück und bezeichnen die Verhaltensweise in Anlehnung an HINDE (1970) als Kompromiss- oder Konfliktverhalten.

Das Vorwärtsrutschen im Sitzen gehört als Verhaltensanomalie zum Sitzen an sich, zeigt aber deutlicher die Ursache, nämlich Beinschwäche, für den sogenannten Hundesitz, bei dem die Hinterbeine auseinandergrätschen oder das Körpergewicht einseitig auf die Hinterhand verlagert wird (PORZIG und WINKLER 1966). Es kann davon ausgegangen werden, dass sich die Tiere infolge einer Beinschwäche oder Beinverletzung, die dazu führt, dass den Tieren das Aufstehen, Stehen und Laufen schwer fällt, sitzend bewegen und auch Fressen und Saufen sowie Erkunden überwiegend sitzend durchführen (PORZIG und WINKLER 1966, VON ZERBONI und GRAUVOGL 1984). Zur genaueren Ursachenforschung ist die Angabe der genetischen Herkunft der Schweine erforderlich und sind pathologische Untersuchungen, insbesondere die Beurteilung der Klauen und des Fundaments, unerlässlich.

Die Anomalien scheinen insgesamt beim Sitzen zu überwiegen, weshalb es in der vorliegenden Untersuchung als Anomale Körperposition eingestuft wird.

Knien

Knien wird bei STOLBA und WOOD-GUSH (1981), HASKELL et al. (1996) und BARNETT (1996) beschrieben. Knien ist eine Übergangsposition zum Liegen (BARNETT et al. 1996, VAN PUTTEN 1978). Sie kann auch im Zusammenhang mit Erkunden eingenommen werden, wenn ein Schwein einen weiter entfernten „Gegenstand“ (Strohalm, Stein o.ä.) hinter einer Absperrung (Gitter) mit dem Rüssel (der Nase oder dem Maul) erreichen will (eigene Beobachtungen). Knien wird in der hier vorliegenden Untersuchung nicht gesondert erfasst. Tritt es im Zusammenhang mit Erkundungsverhalten auf, wird nicht die Körperposition, sondern nur das Aktivverhalten (z.B. Beschäftigung mit Objekt) erfasst. Beim Übergang zum Liegen oder Aufstehen wird es als Liegen bzw. Stehen eingeordnet.

Liegen, Ausruhen

Ausruhen und Liegen sind nicht identisch (KAMINSKY 1993, VAN PUTTEN 1978). Vollständige Entspannung herrschen nach SAMBRAUS (1991a) und VON ZERBONI und GRAUVOGL (1984) nur in der Seitenlage, die auch zum Schlafen ausschließlich eingenommen wird. Die Liegeplatzunterlage kann die Liegedauer und -position beeinflussen, wobei eine weiche Unterlage dazu führt, dass die Tiere mehr bzw. entspannter (Seitenlage) liegen (BODENKAMP 1998, FRASER 1975).

Schlafen anhand der geschlossenen Augen zu beobachten, kann zu Ungenauigkeiten führen, da die Tiere selbstverständlich die Augen auch geschlossen haben können ohne zu schlafen. Auch beschreiben VON ZERBONI und GRAUVOGL (1984) Schlafen mit nicht geschlossenen Augen.

Das Einbetten, sich in ein Nest hineingleiten lassen, wälzen, Stroh hochwerfen, kann genauer in Haltungsformen mit Stroh beobachtet werden und gilt der Vorbereitung zum Liegen (VAN PUTTEN 1978). VAN PUTTEN (1978) ordnet es dem Komfortverhalten zu.

In der vorliegenden Arbeit wird es je nach Komponente als Liegen, Beschäftigung mit Stroh oder Komfort+Suhlen erfasst.

In der Bauchlage sind die Schweine nicht vollständig entspannt (SAMBRAUS 1991a, VON ZERBONI und GRAUVOGL 1984) bzw. es ist ihnen zu kalt (HAFEZ et al. 1962, VAN PUTTEN 1978). Als Kontakttiere liegen Schweine nebeneinander mit Körperkontakt (SAMBRAUS 1991a, VON ZERBONI und GRAUVOGL 1984), vereinzelt Liegen zeigt an, dass es den Schweinen zu warm ist, Übereinanderliegen („Haufenlage“) dagegen, dass es ihnen zu kalt ist (HAFEZ et al. 1962, INGENBLEEK 1996, MAYER 1999, SAMBRAUS 1991a). Die Bauchseitenlage wird als Übergangsform beschrieben (VAN PUTTEN 1978). Das Liegeverhalten wird in der Literatur auch zwischen kauern und gestreckt unterschieden (BRIEDERMANN 1990, KONRAD 1996), was jedoch bei der Einteilung in Bauch- und Seitenlage enthalten ist, da sich die Seitenlage nur auf das gestreckte Liegen bezieht. Die Kauerlage ist eine Bauchlage. Ob die Bauchlage gestreckt oder kauern ist, spielt insofern keine Rolle, als diese Lage an sich anzeigt, dass die Tiere nicht in vollkommener Ruhe sind (SAMBRAUS 1991a, VON ZERBONI und GRAUVOGL 1984). STUDER (1975) unterscheidet bei Sauen unter extrem engen Haltungsbedingungen 6 Lagen und je 8 Beinstellungen für die Vorder- und Hinterbeine, woraus über 300 verschiedene Positionen resultieren. Diese äußerst differenzierte Einteilung zur Untersuchung der Liegemöglichkeiten bzw. -einschränkungen ist unter Bedingungen, in denen Schweine eine frei gewählte Liegeposition einnehmen können - eine Grundvoraussetzung für Wohlbefinden - gegenstandslos.

BRIEDERMANN (1990) beobachtete Wildschweine im Gatter und identifizierte einen 2-phasigen Lichtzeit abhängigen Rhythmus mit langen geschlossenen Aktivitätsphasen, die mit Ruhephasen wechseln (Alternanstyp für lichtaktive Tiere). Die Hauptaktivitätszeit lag in der Zeit um den Sonnenuntergang, Mondlicht und Witterungsfaktoren beeinflussen die Periodik. Im Durchschnitt betrug die Gesamtruhe während des Lichttages 2-5 Std. Die Hauptruhephase lag in der Dunkelheit und betrug durchschnittlich 11 Std. Die Aktivitätssumme eines 24-Std.-Tages betrug 8 bis 11 Std. (das entspricht einem Stundenmittel

von 20 bis 28 Min., wobei die jüngeren Tiere bis 13 Monate Alter eine etwas höhere Aktivitätszeit aufwiesen). Die Lichtzeitaktivität betrug ca. das 3-fache der Dunkelaktivität. Bei den Beobachtungen von STOLBA und WOOD-GUSH (1989) von Schweinen in einem semi-natürlichen Gehege wurde zu nur 6 % des Tages Liegen beobachtet. 75 % der Beobachtungszeit verbrachten die Schweine mit Wühlen, Grasens und Erkunden. Dabei wurde ebenfalls ein biphasischer Aktivitätsrhythmus beobachtet mit einer Ruhepause am Mittag (STOLBA und WOOD-GUSH 1989). Ferkel in einem semi-natürlichen Gehege lagen im Durchschnitt zu 25 % der Beobachtungszeit (9:00 bis 18:00 Uhr) und führten zu 60 % Futtersuchverhalten (wühlen, grasen, saufen) aus (JENSEN und STANGEL 1992). Bei Schweinen in Weidehaltung beträgt die Ruhezeit tagsüber 2 bis 3 Std. und während der Nacht 10 bis 11 Std. (VON ZERBONI und GRAUVOGL 1984).

Bei Ruhezeiten von 70 bis 80 % des Tages (80 bis 90 % des 24-Std.-Tages) in reizarmer Stallhaltung (MARX 1991, SAMBRAUS 1991a), 70 bis 77 % des 24-Std.-Tages in Flatdecks (INGENBLEEK 1996), oder 83 bis 84 % bei Ferkeln bzw. Mastschweinen in strohloser Haltung mit Ruheboxen (BRAUN 1997) kann daher von erhöhter Ruhe mangels Reizen ausgegangen werden, was als negativ im Sinne von Wohlbefinden zu bewerten ist. Aber selbst in relativ angereicherten Haltungssystemen sind teilweise die Liegezeiten erhöht. SCHÄFER-MÜLLER (1996) beobachtete bei tragenden Sauen in Gruppen in strohloser oder Haltung mit Stroheinstreu jeweils mit oder ohne Strohraufe über 80 % Liegen (von 24 Std.), wobei in den Varianten ohne Einstreu und ohne Raufe der prozentuale Anteil des Liegens signifikant höher war. Bei Mastschweinen im Kompoststall beobachtete BODENKAMP (1998) zu 73,4 % Liegen (8:00 bis 17:00 Uhr) gegenüber einer signifikant höheren Liegerate von 78,6 % im Vollspaltenbodenstall. LYONS et al. (1995) beobachteten signifikant weniger Liegen während des Tages (9:00 bis 17:00 Uhr) von 40,5 % bei Mastschweinen in Strohsystemen (Tiefstreu und Schrägmist) gegenüber Systemen ohne Stroh (planbefestigt und Vollspalten), in denen die Schweine zu 50,6 % lagen. In dänischen Offenfrontsystemen (Teilspalten, eingestreutes Liegenest) beobachteten WIELAND und JAKOB (1992) einen signifikant geringeren Anteil an Ruhen (54,9 % vs. 59,7 %) in Buchten mit einer zusätzlichen Strohraufe und geringerem Spaltenbodenanteil.

Der Tagesrhythmus von Schweinen unter restriktiven Haltungsbedingungen ist stark von äußeren Reizen abhängig. Fütterung, Strohgaben und Reinigung der Buchten sind Ereignisse, die die Tiere zu erhöhter Aktivität anregen (BERGENTHAL-MENZEL-SEVERING 1983, HOY et al. 1995, KRAUSE 1995, MARX 1991, SCHÄFER-MÜLLER 1996, STUBBE 2000).

In der hier vorliegenden Arbeit wird das Liegen ohne andere Aktivität nach der genutzten Liegefläche unterschieden. Damit können Aussagen zum prozentualen Anteil des Liegeverhaltens in der Beobachtungszeit und über die territoriale Nutzung der Buchten getroffen werden.

Eine Liste der für die hier durchgeführten Untersuchungen ausgewählten Verhaltensweisen und ihrer Definitionen findet sich in Kapitel 3.6.1.

2.4 Ethologische Untersuchungsmethoden - Beurteilung und Auswahl

Ethologische Untersuchungsmethoden lassen sich zunächst unterteilen in direkte und indirekte Beobachtung. Des Weiteren werden die Erhebungs- und Aufzeichnungsmethoden unterschieden (Abbildung 1) (mod. nach MARTIN und BATESON 1993).

Bei der sog. ad libitum Erhebung bestehen keine a priori Beschränkungen hinsichtlich dessen, wieviele Tiere und welche Verhaltensweisen beobachtet werden. Sie eignet sich für Pilotstudien besonders (STOLBA und WOOD-GUSH 1981). Während bei der Fokustiererhebung das Verhalten eines bestimmten Tieres (aus einer Gruppe) beobachtet wird, wird bei der Rastererhebung für alle Tiere einer Gruppe zu bestimmten Zeitpunkten das Verhalten notiert.

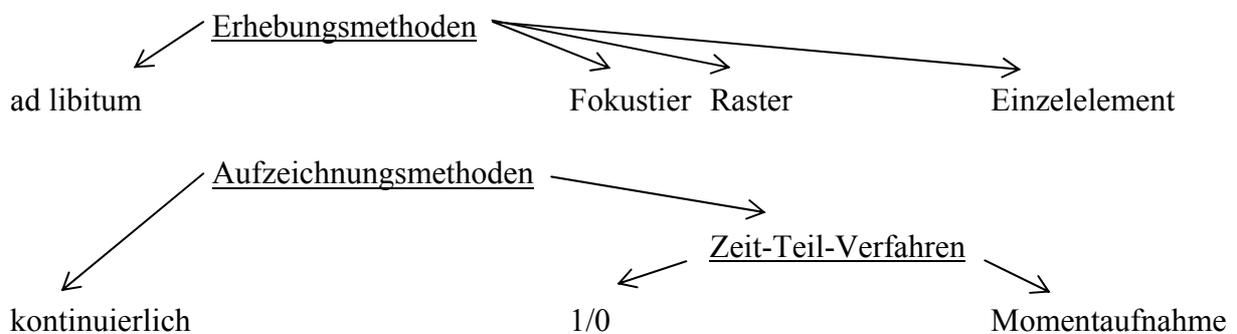


Abb. 1: Einteilung der ethologischen Erhebungs- und Aufzeichnungsmethoden

Quelle: mod. nach MARTIN und BATESON (1993)

Die Einzelement Erhebungsmethode bedeutet, dass das Auftreten einer bestimmten Verhaltensweise, z.B. Kampfverhalten, beobachtet wird und jeweils notiert wird, welches Tier aus der Gruppe diese ausführt. Kontinuierliche Aufzeichnung umfasst die Beobachtung der wahren Frequenzen und (oder) Dauer und Zeiten von Verhaltensweisen, während bei den diskontinuierlichen Zeit-Teil-Verfahren der Beobachtungsabschnitt in Zeitintervalle eingeteilt wird. An jedem Intervallende wird notiert, ob die jeweils zu beobachtende Verhaltensweise in

dem vorangegangenen Zeitabschnitt auftrat (1/0) bzw. ob sie unmittelbar zum Zeitpunkt des Intervallendes auftritt (Momentaufnahme). Die Momentaufnahmemethode eignet sich nicht für kurzfristige seltene Verhaltensweisen. Die 1/0 Aufzeichnung wird selten verwendet. Mit ihr kann die Dauer von Verhaltensweisen eher über- und die Häufigkeit unterschätzt werden (ARELLANO et al. 1992, FRASER et al. 1991, MARTIN und BATESON 1993, TYLER 1979).

2.4.1 Direktbeobachtungen

Generell bieten Direktbeobachtungen die Vorteile, dass sie mit relativ geringem technischen Aufwand verbunden mit niedrigen Sachkosten durchgeführt werden können. Aufgrund des hohen Arbeitsaufwands von Direktbeobachtungen werden sie jedoch vor allem für kurzfristige oder schwer zu differenzierende Verhaltensweisen eingesetzt (MARTIN und BATESON 1993). Bei zeitlich stark begrenzten Beobachtungsabschnitten ist die Direktbeobachtung zweckvoll. So sind die Konfrontationstests von ERHARD und MENDEL (1997) und ERHARD et al. (1997) von max. 3,5 Min. Länge gut mit Direktbeobachtung durchführbar. Ein wesentlicher Aspekt der zeitlichen Begrenzung der Auseinandersetzungen zwischen den Tieren besteht darin, das Wohlbefinden der Tiere nicht unnötig lange negativ zu beeinflussen. Darüber hinaus sollen die Schweine keine Kampferfahrung sammeln. Als Maß für die Aggressivität der Tiere wird die Latenzzeit (Zeit zwischen dem ersten Kontakt bis zur ersten Auseinandersetzung der Tiere) gewählt. Die Zeitbegrenzung von 3,5 Min. wurde anhand von Vorversuchen und Literaturergebnissen festgesetzt. Weitere Beispiele für sehr kurze Beobachtungsabschnitte, bei denen sich Direktbeobachtungen anbieten, finden sich bei den Tests zur tonischen Immobilität (Rückentest) von RUIS et al. (2000) mit 1 Min. Dauer und von ANDERSEN et al. (2000) und ERHARD et al. (1999) mit einer Dauer von je 5 Min. Der maximal 10-minütige Konfrontationstest, der 5-minütige Reaktionstest auf einen Menschen sowie die noch kürzeren Reaktionstests auf Treibbretter an 56 Jungsauen als Teile einer Testserie zur Bestimmung individueller Reaktionsmuster bei THODBERG et al. (1999) sind desgleichen gut geeignet für Direktbeobachtungen. Auch die Verhaltensreaktion der Schweine auf eine Injektion als Zeichen der individuellen Aktivität oder Passivität oder der physiologischen Stressreaktionen ist unmittelbar direkt beobachtbar (ERHARD et al. 1999, RUIS et al. 2001). Ebenfalls mit Direktbeobachtung durchführbar sind die als Teil einer Testserie zur Bestimmung der ethologischen und physiologischen Auswirkungen akuter Unterwerfung bei RUIS et al. (2001) durchgeführten 15-minütigen Konfrontationstests zwischen Sauen, die jeweils früher abgebrochen wurden, wenn eine Siegerin identifiziert

werden konnte. Bei derart kurzen Beobachtungszeiten muss kontinuierlich aufgezeichnet werden. Auf noch längere Zeitabschnitte ausgerichtet, jedoch ebenfalls begrenzt und mit Direktbeobachtung durchgeführt sind die Fragestellungen bei BERGERON und GONYOU (1997) und VON BORELL et al. (1995). In beiden Fällen geht es um zeitlich begrenzte Auswirkungen verschiedener Behandlungen, bei BERGERON und GONYOU (1997) um das Verhalten nach der Fütterung mit unterschiedlichen Fütterungsbehandlungen, bei VON BORELL et al. (1995) neben den physiologischen Reaktionen des Endokriniums und Immunsystems um das Tierverhalten unmittelbar nach unterschiedlich hohen CRH (Corticotropin-Releasing-Hormon)-Gaben. Bei ihnen ist der Stichprobenumfang mit nur 6 Schweinen sehr gering. BERGERON und GONYOU (1997) beobachteten 24 Sauen in Kastenständen für 2 Std. mit der Momentaufnahmemethode mit einem 3-minütigen Intervall und für weitere 5 Std. mit 15-minütigem Intervall. VON BORELL et al. (1995) wendeten ebenfalls die Momentaufnahmemethode an, über 2 Std. mit einem 5-minütigen Intervall. Auf diese Weise können die mittelfristigen Reaktionen der Tiere auf eine definierte Behandlung erfasst werden. Bei einem Test zur Bestimmung des Einfluss' von Buchtengröße und Futtermenge auf orale Verhaltensweisen bei Sauen wurden in 40-minütigen Beobachtungsabschnitten Sauen in einer Testarena direkt mittels kontinuierlicher Fokustiererhebungsmethode beobachtet (HASKELL et al. 1996). Die Beobachtungen schließen Kauen mit ein, eine Verhaltensweise, die bei nicht fixierten Schweinen unter indirekter Videobeobachtung nur schwer zu erkennen wäre.

GÖTZ und TROXLER (1995) sowie OTTEN et al. (1997) führten langandauernde Direktbeobachtungen durch. Die verwendete Erhebungsmethode ist die Einzelelementmethode, bei der für bestimmte Verhaltensweisen (hier: Kampfelemente, Verdrängungen, Ausweichen) jeweils die beteiligten Tiere notiert werden. OTTEN et al. (1997) beobachteten 2 Gruppen à 9 aus 6 Würfen stammenden Mastschweinen unmittelbar nach dem Mischen über 3 Tage jeweils von 8:00 bis 18:00 Uhr in kontinuierlicher Direktbeobachtung, um für jedes Tier einen individuellen Dominanzwert als Grundlage für weitere Tests zu bestimmen. Für die Erstellung einer Rangordnung in Gruppen sind längere und sehr genaue Beobachtungen notwendig (WECHSLER 2000). GÖTZ und TROXLER (1995) beobachteten in 6 Wiederholungen Sauen in 4er Gruppen an insgesamt 4 Tagen vor und nach dem Ferkeln kontinuierlich von 5:30 bis 18:00 Uhr und während der Nestbau- und Abferkelphase. Ungewöhnlich ist bei GÖTZ und TROXLER (1995), dass die Beobachtungen durch eine Glasdecke des Stalls durchgeführt wurden. Es fällt die Differenziertheit der untersuchten Verhaltensweisen auf, die Drohen ohne Körperkontakt einschlossen. Bei den Beobachtungen wurde ein Dauer- und Häufigkeitsregistriergerät eingesetzt.

HEBDING und GRAUVOGL (1991) führten ihre Direktbeobachtungen an Mastschweinen in 4 Serien à 3 aufeinanderfolgenden Tagen derart durch, dass sie an jedem Beobachtungstag 2-mal 2 Std. zeitversetzt beobachteten, so dass innerhalb der 3 Tage die Stunden zwischen 6:00 Uhr und 18:00 Uhr erfasst waren (Rastererhebung, Momentaufnahme mit 1 Min. Intervall). Die Beobachtungen aller Behandlungsgruppen (Kontrolle, Rohfaser-, Mineralstoff- und Wassermangel) wurden zeitgleich durchgeführt. BERGENTHAL-MENZEL-SEVERING (1983) führte Korrelationsberechnungen zur Genauigkeit dieser Art von Intervallbeobachtungen durch. Sie beobachtete Saugferkel vom 1. bis zum 21. Lebenstag durchgängig und berechnete die Korrelationen zu diesen im 1 Min. Intervall aufgezeichneten Daten zu Datensätzen, die sich aus Beobachtungen von jeweils 4 Stunden an 6 aufeinanderfolgenden Tagen (zusammengesetzt zu einem simulierten 24-Std.-Tag) für Ruhe-, Aktivitäts- (alle Aktivitäten außer Saugen) und Saugverhalten ergeben hätten. Dabei beginnt sie einmal mit dem 1. und einmal mit dem 2. Tag nach dem Abferkeln (1. bis 6. Tag, 8. bis 13. Tag und 15. bis 20. Tag vs. 2. bis 7. Tag, 9. bis 14. Tag und 16. bis 21. Tag). Die Korrelationen liegen zwischen 0,45 und 0,91 für das Ruhe-, 0,32 und 0,92 für das Aktivitäts- und 0,58 und 0,87 für das Saugverhalten. Auffallend sind die großen Unterschiede zwischen den Wochen. Obwohl BERGENTHAL-MENZEL-SEVERING (1983) die hohen Korrelationen in der 2. Lebenswoche der Ferkel als positiv für diese Methodik einstufte, muss doch die große Schwankungsbreite der Ergebnisse insgesamt zu einer negativen Beurteilung führen.

Tonbandprotokolle

Eine in der Literatur selten beschriebene Direktbeobachtungsmethode findet sich bei MAIER et al. (1992), die Tonbandprotokolle während der Tierbeobachtung aufnahmen. Sie beobachteten Sauen und Ferkel in einem modifizierten Stolba-Familienstall über 50 Min./Woche kontinuierlich zu unterschiedlichen Lebensaltern der Ferkel und nahmen 28 Verhaltensmerkmale auf. Aus der Arbeit geht jedoch nicht näher hervor, wie diese Daten übertragen wurden. Allgemein lässt sich zu Tonbandprotokollen feststellen, dass sie, da sie schwer zu systematisieren sind, vor allem für Pilotstudien oder selten auftretende Ereignisse geeignet sind. Die Codierung von Tonbandprotokollen dauert ca. 10 bis 15-mal länger als ihre Erstellung (nach MARTIN und BATESON 1993).

Qualitative Beobachtungen

WECHSLER (2000) hebt die Vorteile direkter Fokustierbeobachtungen hervor, bei denen „mit allen menschlichen Sinnen und durch intuitives Erfassen der Situation der Kontakt zum Tier“ hergestellt werden könne. Neben standardisiert erhobenen, quantitativen Daten, die einer statistischen Analyse zugänglich sind, vertritt WECHSLER (2000) die Auffassung, dass auch qualitative Beobachtungen ergänzend ihre Berechtigung haben und zu weiteren Hypothesen und Forschungsansätzen führen können. WEMELSFELDER (1997a) betont, dass sowohl subjektive Erfahrungen als auch Verhalten von Tieren nicht in mechanistischen Verhaltenskonzepten analysiert werden sollten, sondern als integrierte, dynamische, ausdrucksfähige Ganzheit betrachtet werden müssten und als solche spezieller Methoden bedürfen. Diese müssten statische Kategorien üblicher Ethogramme durch Übergangskategorien zur Erfassung des Verhaltensausdrucks, wie „ängstlich“, „neugierig“, „gelangweilt“ u.a., ergänzen. Um dabei Anthropomorphismus zu vermeiden, müssten Terminologien entwickelt werden, die intra- und inter-Beobachter Zuverlässigkeit und Wiederholbarkeit gewährleisten. Eine Untersuchung zur Förderung dieses mehr auf qualitative als quantitative Aspekte von Verhalten zielenden Ansatzes findet sich bei WEMELSFELDER et al. (2000). Sie stellten fest, dass 18 Beobachter ohne spezifische Vorbildung signifikant hohe Übereinstimmung in der qualitativen Beschreibung (unabhängig und in eigenen Worten) des Verhaltensausdrucks von 20 Mastschweinen, die einzeln in einer Testarena mit einer in der Hocke sitzenden Testperson interagierten, aufwiesen. WEMELSFELDER et al. (2000) weisen darauf hin, dass diese gemeinsamen Kriterien der Testpersonen hinsichtlich ihres Gehaltes an beobachtbaren Aspekten des Verhaltens überprüft werden müssten.

Ebenfalls zu qualitativen Verhaltensbeobachtungen beschreibt WECHSLER (2000), dass Sequenzanalysen eine geeignete Methode darstellen, um einzelne Verhaltenselemente einem motivationalen Kontext zuzuordnen. Dabei seien, ausgehend von der Annahme, dass zeitlich nah ausgeführte Verhaltenselemente motivational verknüpft sind, nicht Häufigkeit und Dauer, sondern Verhaltensmuster und -abläufe entscheidend. STOLBA und WOOD-GUSH (1981) konnten aus beobachteten Verhaltensübergängen zeigen, dass Schweine in reizarmer Haltungsumwelt Verhaltenssequenzen des Erkundungsverhaltens an Artgenossen umorientieren. WECHSLER und BACHMANN (1998) stellten in Sequenzanalysen fest, dass Schnuppern unmittelbar vor und nach Koten und Harnen auftritt. Diese Erkenntnis kann für olfaktorische Anreize zur territorialen Einteilung von Buchten genutzt werden.

Nachteile von Direktbeobachtungen

Ein wesentlicher Nachteil von Direktbeobachtungen besteht darin, dass sie nicht wiederholbar sind. Während sowohl bei der Transkription von direkten als auch indirekten Beobachtungen die Subjektivität in der Wahrnehmung und Beurteilung der Beobachtungen unvermeidlich ist, spielen abnehmende Konzentration, Erwartungen und Veränderungen in der Beobachtungsweise durch Gewöhnung oder Routine eine größere Rolle als bei indirekten Beobachtungen (MARTIN und BATESON 1993). Zusätzlich kann es bei Direktbeobachtungen zu verändertem Verhalten der Tiere durch die Anwesenheit des Beobachters (akustische, visuelle, olfaktorische Einflüsse, Gewöhnungseffekt der Tiere an den Beobachter, Veränderung des Verhaltens durch den Effekt, dass den untersuchten Tieren Aufmerksamkeit geschenkt wird (Hawthorne-Effekt)) kommen (MARTIN und BATESON 1993). KRÖTZL et al. (1994) beschreiben dazu, dass die Beobachter die Stallabteile „möglichst unauffällig“ 15 Min. vor Beobachtungsbeginn betraten. JENSEN und STANGEL (1992) beobachteten Ferkel in einem Freigehege. Sie führten direkte Fokustierbeobachtungen an 4 Ferkeln/Wurf (aus 10 Würfen) durch (Momentaufnahmeformat mit 3-minütigem Intervall an 2 aufeinanderfolgenden Tagen/Woche zwischen 9:00 und 18:00 Uhr 2- bis 4-mal täglich/Tier), wobei sie den Tieren in 2 bis 10 m Entfernung folgten, ohne dass das Verhalten der Tiere „offensichtlich“ gestört wurde. Sie beschreiben, dass die Tiere an die Beobachtung gewöhnt waren.

2.4.2 Vergleich und Kombination von direkten und indirekten Beobachtungen

Einen Vergleich von Direkt- und Videobeobachtungen im Zeit-Teil-Momentaufnahmeverfahren mit 5-minütigem Intervall führte SCHÄFER-MÜLLER (1996) durch. Um den Einfluss des Beobachters auszuschließen, wurden die Direktbeobachtungen aus einer Kabine heraus durchgeführt. SCHÄFER-MÜLLER (1996) stellt fest, dass Liegen, Nicht-Liegen und Sitzen zusammen (bei SCHÄFER-MÜLLER (1996) als Aktivitätsverhalten definiert) und Ernährungsverhalten (definiert als Fressen, Strohessen, Beschäftigung mit Stroh und Leerkauen) der Sauen zu über 90 % übereinstimmend beobachtet wurden, wohingegen die Bestimmung des Aufenthaltsorts der Tiere nur zu knapp über 50 % übereinstimmten. Diese niedrige Übereinstimmung könnte jedoch damit zusammenhängen, dass die Videokameras zur Erfassung des jeweiligen Aufenthaltsorts der Tiere geschwenkt werden mussten, wodurch nicht immer der gesamte Buchtenraum im Bild zu sehen war. STUBBE (2000) führte in Vorversuchen Video- und Direktbeobachtungen zeitgleich durch und

stellte keinen zusätzlichen Informationsgewinn durch die Direktbeobachtungen fest, wobei die Ergebnisse nicht genauer beschrieben werden. HEBDING und GRAUVOGL (1991) setzten bei ihren Beobachtungen an Mastschweinen unter Rohfaser-, Mineralstoff- bzw. Wassermangel die Videotechnik parallel zu den Direktbeobachtungen ein, um die Ergebnisse aus den Direktbeobachtungen ggf. revidieren zu können. Sie beschreiben allerdings nicht wie häufig es zu einer Änderung der beobachteten Daten kam. Das von ihnen erhobene Verhaltensmerkmal Kaubewegungen dürfte wie bei HASKELL et al. (1996) nur in Direktbeobachtung eindeutig zu erkennen sein.

Eine Kombination aus Direkt- und Videobeobachtungen in Abhängigkeit von den Verhaltensmerkmalen kann dann sinnvoll sein, wenn langandauernde Zustände (wie z.B. Liegen) ebenso wie kurzfristige Ereignisse (wie z.B. Kopfbewegungen) beobachtet oder bestimmte Abläufe (wie z.B. Fressen und Kaubewegungen) differenzierter aufgenommen werden sollen. Die Direktbeobachtung bei DURRELL et al. (1997) wurde mittels eines Computer Event Recorders durchgeführt. Die direkte Eingabe der Daten in einen Computer verringert den ansonsten hohen Arbeitsaufwand bei Direktbeobachtungen erheblich (VAN PUTTEN 1980). Darüber hinaus ist es bemerkenswert, dass mit dieser Methode bei DURRELL et al. (1997) 22 Verhaltensweisen unterschieden und deren Häufigkeit, Dauer und räumlicher Bezug festgehalten wurden. Die Beobachtungszeiten (kontinuierliche Aufzeichnung) sind entsprechend kurz bei einem allerdings mittelgroßen Stichprobenumfang von 64 Sauen, nämlich 2-mal täglich/Sau 5 Min. für 12 Tage und 1-mal täglich/Sau 5 Min. für 2 Tage. Langzeitvideobeobachtungen über je 24 Std. wurden zusätzlich an 7 Tagen durchgeführt und im Momentaufnahmemodus mit einem 10 Min. Intervall transkribiert (Anteil aktiver Sauen/Behandlung). DURELL et al. (1997) ist es gelungen, eine sinnvolle Kombination der Beobachtungsmethoden herzustellen, d.h. Gesamtaktivitätserfassung über Langzeitbeobachtungen und differenzierte Einzeltierbeobachtung durch zeitlich begrenzte - und in ihrem Fall wenig arbeitsintensive - Direktbeobachtungen. SCHMID (1994) beobachtete das räumliche Ausscheidungsverhalten von Mastschweinen auf Teilspaltenboden direkt und führte die Untersuchung zum räumlichen Ausruhverhalten mittels Langzeitvideoaufnahmen durch. Diese Unterteilung ist zweckmäßig, da Koten und Harnen kurzfristige Ereignisse sind, Ruhen hingegen über längere Zeiträume andauert. Andererseits ist das räumliche Ausscheidungsverhalten auch durch das Auftreten der Kot- und Harnplätze sichtbar (BEATTIE et al. 1998, SIMONSEN 1990, ZALUDIK 1997). LEGGE (1992) konnte aufgrund der von ihr

verwendeten senkrechten Kameraposition Koten und Harnen nicht erkennen und zeichnete deshalb das Eliminationsverhalten anhand von Kotmusterskizzen auf.

Auch die Größe und Einsehbarkeit der Buchten kann für die Kombination der Beobachtungsmethoden ausschlaggebend sein. KAMINSKY (1993) unterschied zwischen den Untersuchungsmethoden einerseits anhand des Produktionsstadiums der untersuchten Schweine (Saugferkel, Aufzuchtferkel, Mastschweine), andererseits aufgrund des Haltungssystems. Die Direktbeobachtung der Sauen und Saugferkel musste vermutlich deshalb durchgeführt werden, weil eine Videobeobachtung der Saugferkel im abgeschirmten Nest zu aufwändig gewesen wäre. Bei den Absetzferkeln lag der Grund dafür, 2 Aufstellungsarten direkt (Großgruppen mit je ca. 150 bis 300 Ferkeln) und 1 per Video (Kleingruppen mit ca. 10 Ferkeln) zu beobachten, in der Größe der Buchten, die mittels Videokamera nicht vollständig hätten aufgenommen werden können. In den Großgruppen konnten jeweils nur 15 Fokustiere und im kleineren Flatdeck alle Tiere/Bucht erfasst werden. Bei den Mastschweinen, bei denen alle untersuchten Buchten ungefähr dieselbe Größe (10 bis 12 Mastschweine) hatten, wurden diejenigen Haltungssysteme direkt beobachtet, die eine abgedeckte Liegefläche besaßen. KAMINSKY (1993) Untersuchungen fanden auf Praxisbetrieben in Baden-Württemberg statt. Die Verhaltensbeobachtungen sind mit je 3 aufeinanderfolgenden Aufstellungen (Wiederholungen) und je 4 bis 13 Wochen Beobachtungszeitraum/Wiederholung pro Haltungssystem sehr umfassend. Auf den Mastbetrieben wurden insgesamt über 250 Mastschweine über 13 Wochen an 1 Tag/2 Wochen und 3-mal 2 Std./Tag (Hauptaktivitäts- und Ruhezeiten) beobachtet. Die Daten wurden im Zeit-Teil-Momentaufnahmeverfahren mit 5-minütigem Intervall transkribiert. KAMINSKY (1993) gelang damit der Nachweis von Systemunterschieden zwischen den untersuchten Mastschweinehaltungssystemen. BRAUN (1997) benutzte bei ihren Beobachtungen eines Schweinehaltungsverfahrens mit Ruhekisten nur die Videotechnik für die Gesamtbuchten und konnte die Aufzuchtferkel und Mastschweine in den Kisten nicht differenziert beobachten. Durch ihre exakte Interpretation der Beobachtungen („Aufenthalt in der Ruhekiste“) ist dies der Gesamtaussage, dass das System mit Ruhekisten unter Praxisbedingungen für die Tiere eine Einteilung der Bucht in Funktionsbereiche ermöglicht, nicht abträglich. In der Mast basierten die Daten auf 3 Aufstellungen (Wiederholungen), d.h. insgesamt 179 Schweinen (60 bis 30 Schweine/Bucht, Reduzierung der Gruppengröße nach Aussortierung schwächerer Tiere 3 Wochen nach Mastbeginn). Je Wiederholung wurden innerhalb von 17 Wochen 9-mal 48 zusammenhängende Stunden im Zeit-Teil-Momentaufnahmemodus (5 Min. Intervall) ausgewertet. Dagegen benutzte MAYER (1999)

eine spezielle Kamera für die Beobachtung der Schweine auch innerhalb von Ruhekisten. Die technische Ausstattung ließ auf 1 Praxisbetrieb nur in 1 von 4 Kisten Beobachtungen zu und MAYER (1999) unterstellte analoges Liegeverhalten in den Kisten. Die Tiere nutzten aber gerade im Sommer die von innen gefilmte Kiste kaum, so dass die Differenzierung der Verhaltensweisen dann nicht möglich war. Darüber hinaus konnten auf 1 Praxisbetrieb nur Ausschnitte einer sehr großen Bucht aufgenommen werden, die Verhaltensweisen im Fress- und Kotbereich wurden nicht beobachtet (nur der Aufenthalt in diesen Bereichen). Diese Einschränkung ist kritisch zu beurteilen, da der Schwerpunkt der Beobachtungen auf dem Liegeverhalten lag und Liegen insbesondere bei hohen Temperaturen auch außerhalb des Liegebereichs auftritt. KRAUSE (1995) entschied sich ebenfalls lediglich für die Videoaufzeichnung, obwohl nur Ausschnitte der Bucht (vor Abrufstation und Fressboxen) damit erfasst werden konnten. Liegefläche und davor befindlicher Laufgang wurden nicht erfasst, obwohl beispielsweise das Liegeverhalten in den beobachteten Bereichen als Verhaltensweise mit einging. Der Schwerpunkt der Untersuchungen lag auf der Beurteilung der Fütterungstechnik. Die Konzentration der Beobachtungen auf die Bereiche vor Abrufstation und Fressboxen sind damit nicht ideal, aber bei ausreichend eingeschränkter Interpretation, wie KRAUSE (1995) sie vornimmt, möglich. HOY et al. (1995) begrenzten ihre ausschließlich mit Videotechnik durchgeführten Beobachtungen und ihre Fragestellung noch stärker auf die Fütterungstechnik. Sie beobachteten das Futteraufnahmeverhalten von Mastschweinen an Breifutterautomaten und registrierten nur auf Dauer und Häufigkeit der Nutzung der Fütterungseinrichtungen bezogene Daten (prozentuale Belegungsdauer, Aufenthaltsdauer/Besuch, Anzahl Besuche, gemeinsame Aufenthalte an Automaten mit 2 Fressplätzen). Dabei wurden Futteraufnahme, Wasseraufnahme, Beschäftigung und Erkundung im Trog zusammenfassend gewertet, da eine Unterscheidung einzelner Aktivitäten im von 3 Seiten umschlossenen Trog bei indirekter Beobachtung nicht möglich war. HOYS et al. (1995) Schlussfolgerungen besitzen nur vorläufigen Charakter.

2.4.3 Indirekte Beobachtungen

Die wesentlichen Vorteile der indirekten Methoden bestehen in der Ungebundenheit an die Beobachtungszeit und die Möglichkeit der wiederholten Wiedergabe der erfassten Daten. Hinsichtlich der Subjektivität der Erfassung bieten sie dadurch Möglichkeiten zur besseren Objektivierung (Wiederholbarkeitstests zwischen und innerhalb Beobachtern). Während technischer und finanzieller Aufwand hoch anzusetzen sind, können bei indirekten Methoden

Beobachtungen über längere Zeiträume mit weniger Einschränkungen hinsichtlich Stichprobenumfang und Anzahl an beobachtbaren Verhaltensweisen durchgeführt werden. Allerdings besteht weniger Unterschied zu den direkten Methoden im zeitlichen Arbeitsaufwand, da die Daten aus den indirekten Beobachtungen transkribiert werden müssen (MARTIN und BATESON 1993).

Film- oder Videoaufzeichnungen eignen sich besonders für die Aufnahme von schnellen Bewegungsabläufen, die später zur Beobachtung in einem langsameren Tempo wiedergegeben werden können. Auch für langandauernde Verhaltensweisen ist die indirekte Beobachtungsmethodik von Vorteil, da die effektive Beobachtungszeit für den Versuchsansteller bei der Wiedergabe des Films erheblich verkürzt werden kann (MARTIN und BATESON 1993). BÖHMER und HOY (1994) nutzten Videoaufzeichnungen für die genaue Beschreibung des Abliegevorgangs von Mastschweinen auf unterschiedlichen Böden, indem sie die Zeitlupenwiedergabe gebrauchten.

Langzeitbeobachtungen sind bei allen Fragestellungen notwendig, bei denen Tagesprofile, der Aktivitäts- bzw. Ruherhythmus der Tiere oder beispielsweise die Fressaktivität (Belegungsdauer und -zeit von Futtereinrichtungen) erfasst werden sollen (BODENKAMP 1998, BRAUN 1997, HOY et al. 1995, INGENBLEEK 1996, KRAUSE 1995, SCHÄFER-MÜLLER 1996). Indirekte Videobeobachtungen sind dafür besonders geeignet. Unter ungestörten Verhältnissen sind Schweine tagaktiv (BRIEDERMANN 1990, MEYNHARDT 1990). Sie haben einen biphasischen Aktivitätsrhythmus mit einer Phase am Vormittag und einer am Nachmittag (BRIEDERMANN 1990, STOLBA und WOOD-GUSH 1989, VON ZERBONI und GRAUVOGL 1984). Großen Einfluss auf die Tagesrhythmik können äußere Faktoren eines Haltungssystems, wie z.B. die Fütterung, haben (BALDWIN und START 1985, BERGENTHAL-MENZEL-SEVERING 1983, BOTERMANS und SVENDSON 2000, BOTERMANS et al. 2000, BRIEDERMANN 1990, HOY et al. 1995, INGENBLEEK 1996, KAMINSKY 1993, KRAUSE 1995, MARX 1991, MEYNHARDT 1990, SCHÄFER-MÜLLER 1996, STUBBE 2000). Sind die Tagesprofile der Tiere entweder aus Voruntersuchungen oder Angaben aus der Literatur bekannt, können die Untersuchungszeiten für bestimmte Fragestellungen begrenzt werden, z.B. damit die Hauptaktivitätsphasen oder Ruhephasen der Tiere berücksichtigt werden (BERGENTHAL-MENZEL-SEVERING 1983, KAMINSKY 1993, KRÖTZL et al. 1994, LEGGE 1992, STUBBE 2000, WIELAND und JAKOB 1992). Dadurch kann der Arbeitsaufwand sinnvoll begrenzt werden.

SCHMIDT (1998) empfiehlt bei Beobachtungen über längere Zeitperioden wiederholte Beobachtungen an direkt aufeinanderfolgenden Tagen, um z.B. den erheblich unterschiedlichen Alterseinfluss wachsender Tiere zwischen Beobachtungstagen, die weiter auseinander liegen, zu reduzieren. Auch die Berücksichtigung von Störgrößen als Kovariablen in der Varianzanalyse kann eine geeignete Methode darstellen, wenn der Einfluss der Störgröße annähernd linear ist (SCHMIDT 1998). Auch BERGENTHAL-MENZEL-SEVERING (1983) hatte festgestellt, dass es nicht sinnvoll ist, einzelne Tage als repräsentativ für einen größeren Zeitraum innerhalb der Säugeperiode saugender Ferkel anzusehen. Sie weist darauf hin, dass je nach Fragestellung bestimmte Entwicklungsperioden genauer untersucht werden müssten, z.B. bei der Frage der Ausbildung einer Saugordnung die 1. Lebenswoche.

Bei BEATTIE et al. (1998) bietet der Einsatz der Videotechnik im Wahlversuch zu unterschiedlichen Bodenausführungen (jeweils paarweises Angebot 2 verschiedener Bodenmaterialien) die Möglichkeit, das Verhalten und den Aufenthaltsort der Mastschweine in 24 Std. Beobachtungen durchgehend über 2-mal 3 Tage aufzuzeichnen. Die Transkription der Aufnahmen erfolgte mit der Rastererhebungsmethode im Momentaufnahme Aufzeichnungsmodus bei einem 10 Min. Intervall. BEATTIES et al. (1998) Präferenztest ist mit 312 Vormastschweinen und 4 Wiederholungen/Parvergleich groß angelegt. Die weitere Einschränkung auf 3 Wochen/Versuch inkl. einer 1-wöchigen Eingewöhnungsphase erscheint unter Berücksichtigung dessen, dass Mastschweine untersucht wurden, ebenfalls gerechtfertigt; immerhin macht diese Zeit ca. 21 % des Verbleibs der Tiere in Mastbuchten aus. Auch die Einschränkung der Parvergleiche anhand der aktuellen Ergebnisse im Verlauf der Untersuchungen von 21 möglichen auf 13 durchgeführte stellt eine durchdachte und zur Reduzierung des Arbeitsaufwands nützliche Maßnahme dar. Die hohe „Schlagkraft“ von Videobeobachtungen - ausreichend technische Ausstattung vorausgesetzt - zeigt sich auch bei ROBERT et al. (1997), die kontinuierliche Einzeltierbeobachtungen zeitgleich an 8 Tieren (40 Jungsaugen in Kastenständen) mit je 1 Kamera/Tier durchführten. Die Aufnahmezeit war gemäß der Fragestellung auf die Zeit vor und nach der Fütterung begrenzt. Auch INGENBLEEK (1996) führte in den 3 von ihr untersuchten Aufstallungssystemen für Aufzuchtferkel (Flatdeck mit Tenderfootboden (Teilspalten), Flatdeck mit Dreikantstahlboden (Teilspalten), Tiefstreu mit mikrobisch oder enzymatisch behandeltem Sägemehl) zeitgleich Videobeobachtungen durch (3 Wiederholungen à 8 Ferkel/Haltungssystem; Beobachtungszeit: 4 Wochen à 2 Tage/Woche; Transkription: Rastererhebung, Momentaufnahme, 5 Min. Intervall). STUBBE (2000) beobachtete mit einer Vielzahl an

Videokameras und Multiplexsystem 60 bis 120 Mastschweine in Buchten à 10 Tieren zeitgleich. Dabei wurde in den Buchten, die das von ihr untersuchte Beschäftigungsgerät enthielten, eine zusätzliche Kamera auf das Gerät gerichtet. Die Auswertung der Daten erfolgte nur in den durch Voruntersuchungen festgestellten Hauptaktivitätszeiten (7:00 Uhr bis 10:00 Uhr und 14:00 Uhr bis 17:00 Uhr) als Rastererhebung mit Momentaufnahme Aufzeichnung (2 Min. Intervall). Bei nicht zeitgleich durchgeführten Beobachtungen kann als Störfaktor die Jahreszeit oder Saison auftreten und muss Berücksichtigung finden (KRAUSE 1995, SCHMIDT 1998).

Die große Flexibilität der indirekten Beobachtungsmethodik mittels Videoaufzeichnung wird bei KRAUSE (1995), der dieselben Aufnahmen mit unterschiedlichen Intervallen auswertet (kontinuierlich vs. 10 Min. Intervall), deutlich. Die Einteilung erfolgt anhand der Verhaltensweisen. Die kurzfristigen Verhaltensweisen des agonistischen Verhaltens wurden kontinuierlich ausgewertet, für die Darstellung der Gesamtaktivität, die Tagesperiodik, die Körperhaltungen (Stehen, Liegen, Sitzen) sowie das synchrone Verhalten (2 oder mehr Jungsauen sind mit Fressen beschäftigt) wurden die Aufnahmen im 10 Min. Intervall ausgewertet. Die Zeit um die Fütterung wurde genauer beleuchtet und mit 2-minütigen Intervallen transkribiert.

Aufzeichnungsintervalle

In der Literatur finden sich kaum Angaben über die Auswahl der Aufzeichnungsintervalle. Ausführliche Untersuchungen führten BERGENTHAL-MENZEL-SEVERING (1983) und LEGGE (1992) durch. BERGENTHAL-MENZEL-SEVERING (1983) beobachtete Sauen von der Aufstallung in Abferkelbuchten bis zum Absetzen der Ferkel im Alter von ca. 4 Wochen durchgehend und transkribierte die Daten in 1-minütigen Intervallen. Daraus errechnete sie Korrelationen dieser Datensätze zu größeren Intervalllängen (2 bis 30 Min.). BERGENTHAL-MENZEL-SEVERING (1983) errechnete für das Ruheverhalten der Ferkel bei bis zu 9 Min. Intervallen, für das Aktivitätsverhalten (außer Saugen) bei bis zu 8 Min. Intervallen und beim Saugen für bis zu 6 Min. Intervallen Korrelationen von jeweils $\geq 0,9$. Für die Liegepositionen der Sauen ergaben sich in Abhängigkeit von der durchschnittlichen Dauer des Liegens in der jeweils eingenommenen Position Beobachtungsintervalle zwischen 5 und 20 Min. ($r \geq 0,9$). Für das nur kurzfristig gezeigte Sitzen der Sauen stellte BERGENTHAL-MENZEL-SEVERING (1983) bis zu 2 Min. Intervallen befriedigende Korrelationen ($0,77 \leq r \leq 0,99$) zu den Ergebnissen aus den Transkriptionen mit 1 Min. Intervallen fest. Für die Verhaltensweisen Futter- und

Wasserkontakt der Ferkel hält BERGENTHAL-MENZEL-SEVERING (1983) die Dauer für zu gering, um überhaupt Zeit-Teil-Aufzeichnungsmethoden sinnvoll anwenden zu können. Stundenintervalle führten aufgrund der starken Tagesperiodik bei keiner der beobachteten Verhaltensweisen zu zufriedenstellenden Ergebnissen. LEGGE (1992) beobachtete Aufzuchtferkel in Flatdecks mit unterschiedlichen Bodenausführungen (Drahtgitterboden mit Gummimattenabdeckung). Sie ermittelte für bis zu 11-minütige Intervalle für das Aktivitäts- (alle stehend, gehend und sitzend ausgeführten Aktivitäten) und Ruheverhalten (Liegen in Bauch-, Seiten- und Haufenlage) der Ferkel Korrelationen von $\geq 0,9$ zu 1-minütigen Intervallen. Bei der differenzierten Betrachtung einzelner Aktivitäten sanken die Korrelationen je nach Dauer der Aktivität bereits bei kürzeren Intervallen stärker ab, d.h. z.B. für Beschäftigung mit planbefestigtem Boden, mit dem Buchtengenossen oder Fressen lieferten Intervalle von 6 Min. noch hohe Korrelationen ($\geq 0,9$), während bei selten auftretenden und kurzen Aktivitäten, wie z.B. Beschäftigung mit Buchteneinrichtungen oder Saufen, nur noch 2 bzw. 4 Min. Intervalle zu befriedigenden Korrelationen ($\geq 0,9$) führten.

2.4.4 Intensität von Verhalten

Die Intensität von Verhalten kann anhand der Lokalrate (= Gesamtanzahl der diskreten Teilkomponenten einer Verhaltensweise/Gesamtdauer der Verhaltensweise) ermittelt werden (MARTIN und BATESON 1993). GÖTZ und TROXLER (1995) erwähnen, dass sie die Intensität der Auseinandersetzungen zwischen ferkelnden Sauen in Gruppenhaltung mittels eines Intensitätsgrads gewichtet haben, beschreiben allerdings nicht die Methodik. SCHÄFER-MÜLLER (1996) unterscheidet zwischen Verdrängen vom Liege- oder Standplatz (Verlassen des Liegeplatzes bzw. Änderung des Standplatzes einer Sau, die von einer anderen durch Lautäußerung oder körperlichen Kontakt dazu bewegt wurde) und Kämpfen als Versuch einer Sau, eine andere in Antiparallelstellung - meist verbunden mit Lautäußerungen - wegzuschieben oder auszuhebeln. Sie interpretiert das Verdrängen als weniger intensive Auseinandersetzung. Diese Einteilung erscheint aufgrund des ausgeprägten Ausweichsystems von Schweinen im Sozialgefüge sinnvoll (FRASER und BROOM 1997, JENSEN 1982).

2.4.5 Auswahl der ethologischen Untersuchungsmethoden

Eine sinnvolle Kombination aus indirekter und direkter Beobachtungsmethodik erscheint in Abhängigkeit von der jeweiligen Fragestellung und den untersuchten Verhaltensmerkmalen

vorteilhaft. Ebenso wird aus der Literaturübersicht deutlich, dass die verwendete Aufzeichnungsmethode zur Dauer der Verhaltensweisen passen muss. In der hier vorliegenden Arbeit wird eine Kombination aus Video- und Direktbeobachtungen (Rastererhebung, Momentaufnahme und kontinuierliche Aufzeichnung) durchgeführt. In Vorversuchen wurden Einzelheiten zu den Erhebungs- und Aufzeichnungsmethoden getestet. Die verwendeten ethologischen Methoden sind in Kapitel 3.2 und 3.6.1 beschrieben.

Die Anzahl an Wiederholungen und beobachteten Tieren scheinen in der Literatur selten systematisch gewählt zu sein. System- und arbeitsbedingte Entscheidungen spielen scheinbar eine große Rolle. In einer Untersuchung von BUCHENAUER et al. (1998) mit 15 Sauen (8 bzw. 7 Sauen/Behandlung) wird beispielsweise deutlich, dass signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen beim Verhalten Stangenbeißen und Leerkauen aufgrund des exzessiven Ausführens dieser Verhaltensstörung von nur 2 Sauen auftraten. Es bestanden große individuelle Unterschiede zwischen den Sauen; der im Varianzanalysemodell als zufälliger Faktor berücksichtigte Effekt der Sau war für fast alle Verhaltensweisen signifikant. SCHMIDT (1998) weist allgemein auf die hohe Einzeltiervariation im Verhalten von Tieren hin. Mindestens 2 Wiederholungen sind notwendig, um überhaupt statistisch gesicherte Aussagen treffen zu können.

Die Vergleichbarkeit der Behandlungen muss der jeweiligen Fragestellung angepasst sein. Ist die Fragestellung nicht sehr eng begrenzt, wie in der hier vorliegenden Arbeit, in der Haltungssysteme verglichen werden, sollten die gesamten Buchten und nicht nur Ausschnitte über längere Zeitperioden beobachtet werden. Bei ad libitum Fütterung und keinen Management bedingten Störungen der Tiere während der Beobachtungszeit, kann die Beobachtung auf ausgewählte Zeiten begrenzt werden. In der hier vorliegenden Arbeit wurde über 8 bis 10 Wochen während der Mastdauer beobachtet, wobei jedoch nur die aus der Literatur beschriebenen Hauptaktivitätszeiten berücksichtigt wurden.

Eine genaue Beschreibung der untersuchten Haltungssysteme, Tiere und des Managements findet sich in den Kapiteln 3.3 bis 3.5.

2.5 Haltungssysteme für Mastschweine und Auswahl der Vergleichssysteme

2.5.1 Praxisübliche Haltungsformen

In Deutschland wurden 1999 10,155 Mio. Mastschweine (> 50 kg LG) gehalten - zu 88 % (8,926 Mio.) in den alten Bundesländern (STATISTISCHES BUNDESAMT 1999). In einer Aufschlüsselung nach Aufstallungsarten (THOLEN 2001, ZDS 1998) von Betrieben aus Mitglieds-Erzeugerringen des Zentralverbands der Deutschen Schweineproduktion aus den alten Bundesländern (nicht alle Mitgliedsbetriebe sind nach dieser Aufschlüsselung erfasst) wird deutlich, dass Haltungsformen ohne Stroh (Teil- und Vollspaltenboden) in der Mastschweinehaltung überwiegen (Tabelle 2).

Tab. 2: Anteil Mastschweine haltender Betriebe (%) aus Mitglieds-Erzeugerringen des Zentralverbands der Deutschen Schweineproduktion aus den alten Bundesländern nach Haltungsformen

Haltungsform	1991/92 n=2747	1996 n=3030	1997 n=3169	1998 n=3034	1999 n=2944	2000 n=2890
Tieflauf	0,7	1,1	0,8	0,9	1,1	1,1
Kompost mit Einstreu ¹	k. A. 10,8	0,7 7,2	1,1 7,2	0,3 6,0	0,2 4,9	0,1 4,8
Teilspaltenboden	54,7	43,6	40,0	37,2	33,0	29,6
Vollspaltenboden	23,9	31,9	34,8	38,5	44,1	44,7
sonstige und gemischte k. A.	9,9 -	15,5 -	15,9 0,2	16,9 0,1	16,7 -	19,7 ² 0,03

¹ Haltungsformen mit wenig Einstreu

² davon Außenklima: 0,24 % Betriebe

k. A. = keine Angabe

n = Anzahl erfasster Betriebe (nicht alle Mitgliedsbetriebe sind in dieser Aufschlüsselung nach Haltungsformen erfasst)

es treten Rundungsfehler auf

Quelle: THOLEN (2001), ZDS (1998)

Für den Anteil an Betrieben mit strohloser Mastschweinehaltung, insbesondere für den Vollspaltenboden, zeigt sich eine steigende Tendenz. Der prozentuale Anteil auf Vollspaltenboden gehaltener Mastschweine (2000: 53,7 %) liegt noch höher als der Anteil Betriebe mit Vollspaltenboden, weil die Bestände in diesen Haltungsformen höhere Tierzahlen aufweisen. Bei den Erzeugerringdaten werden überwiegend spezialisierte, größere Betriebe erfasst (HÖRNING 2000a). Auf kleineren Betrieben wird noch häufiger Stroh eingesetzt (HÖRNING 2000a). Da jedoch in den letzten Jahren eine Tendenz zu größeren Mastschweinebeständen zu verzeichnen ist, in den neuen Bundesländern größere Betriebe

vorherrschend (ZDS 1998) und mit Aufstockungen meist Strohlosigkeit einhergeht, ist davon auszugehen, dass die Daten insgesamt ein realistisches Bild vermitteln (HÖRNING 2000a).

2.5.2 Definition des Begriffs Haltungssystem

Der in der hier vorliegenden Untersuchung verwendete Begriff Haltungssystem umfasst neben der Aufstallungsart oder Haltungsform (mit oder ohne Einstreu) auch die Systemimmanenten haltungstechnischen Varianten weiterer Haltungssystemkomponenten, z.B. Lüftungsart und Fütterungstechnik. Haltungssysteme für Mastschweine lassen sich nach unterschiedlichen Kriterien einteilen. Neben der Haltungsform (mit oder ohne Einstreu) ist beispielsweise zu unterscheiden nach mit oder ohne Anreicherungen, Ein- oder Mehrraumbucht, Außen- oder Innenklima, natürlicher oder künstlicher Beleuchtung sowie der Fütterungstechnik, der Entmistungstechnik, dem Platzangebot, der Gruppengröße oder der Stallbelegung. Außerdem sind in Haltungssystemen in praxi diese haltungstechnischen Varianten mit Effekten der Herkunft und Genetik der Tiere, des (Hygiene)-Managements und der Betreuungsqualität vermischt.

2.5.3 Haltungssysteme und Haltungssystemkomponenten - Beurteilung und Auswahl

Ausgehend von der hier zu Grunde gelegten Versuchsanstellung, Haltungssysteme zu vergleichen, von denen angenommen werden kann, dass sie einen Kompromiss zwischen Praxisrelevanz und der Erfüllung zumindest minimaler Anforderungen an das Wohlbefinden der Mastschweine darstellen, werden im Folgenden Haltungssysteme und Haltungssystemkomponenten beschrieben und im Hinblick auf die Auswahl der Vergleichssysteme beurteilt. Dabei werden nur solche Systeme und Systemkomponenten berücksichtigt, die hinsichtlich der Fragestellung als relevant anzusehen sind.

Konsequent nach dem Tierverhalten entwickelte Haltungssysteme

Aus ethologischen Untersuchungen an Hausschweinen unter semi-natürlichen Bedingungen (JENSEN 1986, JENSEN und STANGEL 1992, STOLBA 1984, STOLBA und WOOD-GUSH 1981, STOLBA und WOOD-GUSH 1984, STOLBA und WOOD-GUSH 1989) sind Haltungsbedingungen abgeleitet worden, aus denen ein reichhaltiges Haltungssystem, der sog. möblierte Stolba-Familienstall, gestaltet wurde (STOLBA und WOOD-GUSH 1984). Die Buchtengestaltung ist

eine Imitation der Geländestrukturen des Freigeheges als Attrappenumwelt. Die Möblierungselemente (Anreicherungen) sollen es den Schweinen ermöglichen, auch auf kleinem Raum wichtige Verhaltensabläufe auszuführen. Der Stall ist für die kombinierte Haltung von Zucht- und Mastschweinen ausgelegt. Jede Bucht ist durch Trennwände und Türen in mehrere Bereiche unterteilt und enthält Stroh, Torf und Rinde als Einstreu, Strohraufen, Hebelbalken, Scheuerpfähle u.a. (STOLBA 1990, WECHSLER et al. 1991). Verfahrenstechnische Weiterentwicklungen dieses Haltungssystems haben gezeigt, dass nicht nur aus ethologischer, sondern auch aus arbeits- und betriebswirtschaftlicher Sicht vertretbare Bedingungen und günstige tierische Leistungen erzielt werden können (AMON et al. 2001, AREY und SANCHA 1996, BAUMGARTNER et al. 1993, MAIER et al. 1992, WECHSLER et al. 1991, WECHSLER 1992). Dennoch bleibt es illusorisch anzunehmen, dass sich konsequent nach dem Tierverhalten entwickelte Haltungssysteme, zumindest kurzfristig, betriebswirtschaftlich mit der Intensivhaltung vergleichen könnten (HÖRNING 1991). Daher schied ein differenziert und reichhaltig gestaltetes Haltungssystem für den Systemvergleich aus.

Haltungsformen ohne und mit Einstreu, Anreicherungen

Die strohlosen Haltungsformen herrschen in der Praxis vor. Bezüglich Wohlbefinden der Mastschweine ist es bei den Systemen ohne Einstreu aufgrund der starken Wühlmotivation von Schweinen erforderlich Anreicherungselemente zu integrieren. Dazu stehen eine Reihe von Objekten zur Verfügung. In der Praxis finden sich jedoch häufig lediglich eine Kette oder sogar keine Beschäftigungsobjekte in den einstreulosen Buchten (VALLE ZÁRATE et al. 2000). BLACKSHAW (1997b) stellte fest, dass die Beschäftigung mit einem frei hängenden Spielzeug gegenüber einem auf dem Boden liegenden erhöht war. Der Grund war in der Verschmutzung des Spielzeugs auf dem Boden und der geringeren Zugänglichkeit (das Spielzeug konnte unter den Trog oder in die Nachbarbucht geschoben werden) zu sehen. Ketten allein, auch frei hängende, bieten jedoch keine ausreichende Beschäftigung, weil sie nicht veränderbar sind, sie können höchstens als zusätzliches Objekt einen Beitrag im Hinblick auf Rütteln und Reißen leisten, Verhaltensstörungen jedoch kaum mindern (BERGERON und GONYOU 1997, BÖHMER und HOY 1994, GRAUVOGL et al. 1997, INGENBLEEK 1996, JACKISCH et al. 1996, STOLBA und WOOD-GUSH 1989, STUBBE 2000). KRÖTZL et al. (1994) untersuchten Raufutterautomaten aus Metall und Kunststoff (mit je einem Presswürfel aus Häckselstroh und Melasse), eine Strohraufe für Häckselstroh und einen aufgehängten Nagebalken in

Vollspaltenbodenbuchten, STUBBE (2000) setzte eine frei hängende Kette bzw. ein Beschäftigungsgerät bestehend aus Ketten, einem Nagebalken und Stroh in Teil- und Vollspaltenbodenbuchten ein. KRÖTZLS et al. (1994) Objekte ermöglichten unterschiedliche Verhaltensweisen der Beschäftigung und reduzierten das Auftreten von Schwanzbeißen. Die Mastschweine in den Buchten mit dem Raufutterautomaten aus Kunststoff beschäftigten sich signifikant häufiger mit diesem Objekt als die Tiere in den anderen Buchten mit dem jeweiligen Objekt. STUBBE (2000) stellte zusammenfassend fest, dass agonistisches Verhalten (Beißen, Kämpfen, Stoßen in Bauch- und Flankenregion = Massieren) und Schwanzbeißen in den Buchten mit der Beschäftigungstechnik gegenüber den Buchten mit der frei hängenden Kette und den Kontrollbuchten ohne Beschäftigung signifikant seltener auftraten. Auch die Verletzungshäufigkeit war geringer. Wie KRÖTZL et al. (1994) heben STUBBE et al. (1999) und STUBBE (2000) die Bedeutung des Strohs, insbesondere in der Wühlschale unterhalb der Strohraufe bzw. des Beschäftigungsgeräts, hervor. Auch der Holzbalken am Beschäftigungsgerät wurde besonders stark bearbeitet. Die Schweine benutzten die Ketten des Geräts am wenigsten (STUBBE et al. 1999, STUBBE 2000). Deutlich wird, dass die Objekte die ethologischen Probleme einstreuloser Haltungsformen nur mindern, nicht aber lösen und so nur einen kleinen Beitrag zur Verbesserung der Haltungsbedingungen in einstreulosen Systemen leisten können (KRÖTZL et al. 1994, STUBBE 2000). Von daher erscheint es sinnvoll, mehr als eine Beschäftigungsmöglichkeit einzurichten und auch Stroh zur Verfügung zu stellen.

Bei Einstreusystemen mit dicker Einstreumatratze ist den Schweinen Wühlmöglichkeit gegeben. Dennoch treten teilweise auch in diesen Systemen Verhaltensstörungen auf (BÖHMER und HOY 1994, BODENKAMP 1998). Die Installation von einfachen Beschäftigungsobjekten auch in eingestreuten Haltungssystemen könnte eine wenig aufwändige Verbesserung bedeuten. In der Praxis sind zusätzliche Beschäftigungsobjekte zur Einstreu jedoch unüblich (VALLE ZÁRATE et al. 2000).

NEWBERRY (1995) betont, dass Anreicherungs-elemente funktionale Relevanz besitzen sollten, um das natürliche Verhalten der Tiere zu unterstützen. Sie urteilt, dass erneuerbare Wühlmaterialien für Schweine, wie z.B. Stroh, mit der Möglichkeit Futterpartikel aufzunehmen, d.h. Futtersuchverhalten auszuführen, besser zur Förderung des Wohlbefindens geeignet seien als funktionslose Spielzeuge. KRETSCHMER und LADEWIG (1993) und LADEWIG und MATTHEWS (1996b) fanden eine relativ unelastische Nachfrage nach Futter (-0,02), während Sozialkontakt, Stroh aus einer Raufe und Bewegung auf einem Laufband mit -0,49,

-0,56 bzw. -0,60 relativ elastisch nachgefragt wurden. Die Nachfrageelastizitäten für Sägespäne, Sägemehl, Stroh, Häckselstroh und Sand als Einstreu auf dem Boden (-0,10, -0,11, -0,14, -0,19 bzw. -0,25) waren dagegen relativ gering, was die Wichtigkeit dieser Substrate für die Tiere unterstreicht. Nicht berücksichtigt wurden in diesen Untersuchungen die Effekte bei gleichzeitigem Angebot der Ressourcen. Zum Einstreumaterial stellten BEATTIE et al. (1998) in einem Wahlversuch zu Bodenausführungen fest, dass die Mastschweine Substanzen präferierten, die Erde ähnlich sind, denn es zeigte sich, dass Torf, ausgelaugter Pilzkompost und Sägemehl der Vorzug gegeben wurde vor Sand. Baumrinde und Stroh wurden nur gegenüber Beton favorisiert. WOOD-GUSH und BEILHARZ (1983) boten Ferkeln in Aufzuchtkäfigen sterilisierte Erde in Trögen zur Beschäftigung. In allen derart angereicherten Buchten beschäftigten sich die Ferkel mit der Erde und inaktives Liegen war gegenüber den Gruppen ohne mit Erde gefülltem Trog reduziert. In der Praxis erscheint Stroh gleichwohl wesentlich leichter verfügbar (HÖRNING 2000a).

Kompostställe, bei denen die Tiefstreu aus Sägemehl, Holzschnitzeln oder auch Stroh mit oder ohne Zusatz von Präparaten zur Kompostierung besteht, haben den Nachteil, dass die den Schweinen arteigene Trennung von Kot- und Liegeplatz durch das verfahrenstechnisch notwendige gleichmäßige Verteilen der Exkreme systematisch zerstört wird (BODENKAMP 1998, LÜKE 1993, SIMANTKE 2000). Weitere Nachteile bestehen im hohen Arbeitsaufwand und den durch die Arbeit und den (ggf.) Präparateinsatz entstehenden Kosten sowie dem möglichen höheren Auftreten von Distickstoffoxid (N_2O , auch „Lachgas“) (BODENKAMP 1998, HÖRNING 2000a, HOY 1998, HOY et al. 1996, SIMANTKE 2000). Aus tierhygienischer Sicht können Lungen- und Leberveränderungen durch Spulwurmbefall eine Rolle spielen (HOY 1998, SIMANTKE 2000). Der Einraumkompoststall kann nicht als Kalt- oder Außenklimastall betrieben werden, da die mikrobiellen Umsetzungen in der Einstreu auf Wärme angewiesen sind (SIMANTKE 2000). Von daher kann ein Strohtiefstreusystem als ein günstiger Kompromiss zwischen Wohlbefinden und Praxiseignung betrachtet werden.

Anreicherungen (z.B. Stroh, Torfeinstreu, mehr Platz) können nicht nur zur Minderung von Verhaltensstörungen beitragen, sondern auch das für das Wohlbefinden von Schweinen positive Spielverhalten erhöhen (BEATTIE et al. 1995, DE JONG et al. 1998, ETTER-KJELSAAS 1986, JAKOB 1987, LYONS et al. 1995). Auf der anderen Seite können ungünstige Haltungsbedingungen wie zu wenig Platz, ungünstige Umgebungstemperaturen oder rutschiger Boden Spielverhalten reduzieren (FRASER und BROOM 1997, JENSEN und KYHN 2000, JONES und NICOL 1998, VAN PUTTEN 1978). LAY et al. (2000) beobachteten signifikant

mehr Spielverhalten bei Aufzuchtferkeln in Hüttenhaltung als auf Spaltenboden in klimatisierten Ställen. BLACKSHAW et al. (1997a) untersuchten die Entwicklung von Spielverhalten an Ferkeln von der Geburt bis zu einem Alter von 30 Tagen in 3 konventionellen Haltungssystemen in Buchten von ca. 4,5 m² Größe und mit Maschendrahtgitterboden. Sie vergleichen ihre Ergebnisse u.a. mit den Beobachtungen von NEWBERRY und WOOD-GUSH (1988) an Ferkeln von der Geburt bis zu einem Alter von 14 Wochen in einem semi-natürlichen Freigehege. Während BLACKSHAW et al. (1997a) einen Höhepunkt an Spielverhalten im Alter zwischen 21 und 25 Tagen feststellten und NEWBERRY und WOOD-GUSH (1988) ähnlich zwischen 2 und 6 Wochen, scheinen jedoch die Häufigkeiten an Spielverhaltensweisen bei den Ferkeln im semi-natürlichen Gehege insgesamt höher zu liegen.

Da in der Praxis einstreulose Haltungsformen vorherrschen, andererseits Beschäftigungsmöglichkeiten, insbesondere Wühlmaterial, für das Wohlbefinden der Schweine wichtig sind, bedeutete dies für die Auswahl der hier verglichenen Haltungssysteme eine Haltungsform mit und eine ohne Einstreu einzubeziehen. Stroh als Wühlmaterial ist für die Praxis am einfachsten verfügbar. Darüber hinaus ist es ein erneuerbares Material mit funktionaler Relevanz (Fressverhalten), so dass davon ausgegangen werden kann, dass es die Schweine gut zur Beschäftigung annehmen. Daher wurde Stroh als Einstreu gewählt und in der einstreulosen Haltungsform eine Strohraufe mit Wühlschale installiert. Die Ergebnisse aus der Literatur deuten darauf hin, dass mehrere Beschäftigungsmöglichkeiten das Wohlbefinden der Tiere verbessern können, sowohl hinsichtlich einer Reduktion von Verhaltensstörungen als auch einer Erhöhung von Spielverhalten. Aus diesem Grund wurden in beiden Haltungsformen zusätzlich zum Stroh weitere praxisübliche und einfach zu installierende Beschäftigungsobjekte integriert (an der Wand befestigte und frei hängende Ketten, Nagebalken).

Ein- und Mehrraumbuchten, Bodenbeschaffenheit

Vollspaltenbodenbuchten und die üblicherweise in der Praxis anzutreffenden Tieflaufbuchten sind Einraumsysteme, während Teilspaltenbodenbuchten eine Untergliederung der Bucht zumindest von der Bodenbeschaffenheit her in zwei Bereiche darstellen. Aus ethologischer Sicht sind Mehrraumsysteme aufgrund des ausgeprägten territorialen Verhaltens von

Schweinen (Trennung von Kot- und Liegeplatz) zu bevorzugen. STOLBA und WOOD-GUSH (1989) beobachteten im semi-natürlichen Gehege eine Entfernung zwischen Liege- und Kotplätzen von 5 bis 15 m. Das Ausleben der arteigenen Raumgliederung trägt zum Wohlbefinden der Tiere bei. Für ein strohloses Haltungssystem bedeutet dies geringstenfalls die Forderung nach Teilspaltenboden. Bei einem Tiefstreusystem sollte nicht die Gesamtfläche eingestreut sein.

Der Raumbezug der Exkretion kann auch zur Optimierung von Haltungssystemen hinsichtlich der Arbeitswirtschaft genutzt werden (SCHMID 1994). WIELAND und JAKOB (1992) und JAKOB und WIELAND (1993) untersuchten eine dänische Aufstallung mit Teilspaltenboden und eingestreutem Liegenest im Offenfrontsystem. Der Strohverbrauch betrug 22,8 kg/Tier und Mastperiode. Nach dem Anlegen einer planbefestigten mit Strohraufe angereicherten und mit Sichtblenden abgeschirmten Fläche zwischen Liege- und Spaltenbereich konnte eine deutlichere Trennung von Liege- und Kotbereich erreicht werden. Zusätzlich war dadurch der Strohbedarf auf ca. 10 kg/Tier und Mastperiode gesenkt worden, wovon ca. 6,5 kg auf das Liegenest entfielen.

Bei Tiefstreusystemen ist auch die Klauengesundheit verbessert, wenn nicht die gesamte Buchtenfläche eingestreut ist (HESSE et al. 1993, KAMINSKY 1993). Indessen können raue, unebene sowie glatte, rutschige Böden das Wohlbefinden der Tiere beeinträchtigen, einerseits durch Verletzungen, andererseits durch verringertes Spielverhalten (FRASER und BROOM 1997, VAN PUTTEN 1978, WITTE 1999).

Für die Trittsicherheit bei gleichzeitiger Funktionsfähigkeit von Spaltenboden ist die Spaltenbreite ausschlaggebend (SEUFERT et al. 1980). BEYER und WECHSLER (1999) konnten dagegen bei einem Unterschied von 1 mm Spaltenweite bei Absetzferkeln Unterschiede bei den Klauenschäden sowohl hinsichtlich Anzahl als auch Schweregrad feststellen. GREIF (1982) empfiehlt für Mastschweine 10 bis 12 cm Spaltenbreite und 1,7 bis 1,8 cm Spaltenweite. Für Schweine bis 125 kg waren in der zuletzt gültigen Schweinehaltungsverordnung (SHVO 1995), deren Inhalt in Deutschland bis zu einer Neuregelung für die Schweinehaltung als Ergänzung zur Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung (TIERSCHNUTZTV 2001) in den meisten Bundesländern weiterhin als Maßstab herangezogen wird (BECKER-WEIGEL 2001), maximale Spaltenweiten von $1,7 \text{ cm} \pm 0,3 \text{ cm}$ und Spaltenbreiten von mindestens 8 cm vorgeschrieben. Während sich die Änderungen der Richtlinie über Mindestanforderungen für den Schutz von Schweinen auf

EU-Ebene für die Spaltenbodenabmessungen nicht wesentlich davon unterscheiden (RL 2001/88/EG, RL 2001/93/EG), ist dennoch zu erwarten, dass ihre Umsetzung in nationales Recht strengere Werte vorsehen wird. Die in vier Bundesländern erlassenen Verwaltungsvorschriften gehen bereits teilweise über die EU-Anforderungen hinaus (BECKER-WEIGEL 2001). Vor allem hinsichtlich des Perforationsanteils sind Einschränkungen, wie auf EU-Ebene bereits für Böden in der Sauenhaltung, auch für Mastschweinehaltungsformen zu erwarten (BECKER-WEIGEL 2001). Neben den Abmessungen der Spalten können weitere Faktoren wie Materialermüdung oder Nässe einen Einfluss auf die Klauengesundheit haben (BEYER und WECHSLER 1999, WITTE 1999).

Für die in der vorliegenden Arbeit untersuchten Vergleichssysteme wurden ein Teilspaltenboden- und ein Teiltiefstreusystem gewählt. Diese Systeme erfüllen minimale Anforderungen zur Förderung des Wohlbefindens der Schweine durch eine Bodenart bezogene bauliche Unterstützung der Buchteneinteilung bei gleichzeitiger Praxisrelevanz. Es wurden praxisübliche Böden eingesetzt. Von einer Gliederung der Buchten durch Trennwände wurde abgesehen, weil untersucht werden sollte, inwieweit die artgemäße Eigengliederung durch die Tiere gegeben ist. Somit wurden die aus arbeitswirtschaftlicher Sicht vorteilhaften Voraussetzungen beibehalten.

Platzangebot, Gruppengröße

Großgruppenhaltung auf Vollspaltenboden wird aus Kosten- und Arbeitswirtschaftlichkeitsgründen in neuerer Zeit in der Praxis diskutiert. Dabei wird auch auf die stärkere Eigengliederung der Buchten durch die Schweine hingewiesen (RATSCHOW 1998, ELLERSIEK 1998). Allerdings wird den Tieren kein Liegeplatz angeboten und die extreme Reizarmut bleibt bestehen (HÖRNING 2000a). In großen Gruppen kann die Tierkontrolle erschwert und mit einem höheren Arbeitsaufwand verbunden sein (ELLERSIEK 1998).

JACKISCH et al. (1996) fanden deutlicher ausgeprägte Funktionsbereiche in Haltungssystemen mit Stroheinstreu (Tiefstreu, Schrägmist: 1 m²/Tier) gegenüber Vollspaltenboden (0,7 m²/Tier) und führen dies zum einen auf das angebotene Einstreumaterial und zum anderen auf das größere Platzangebot zurück, das es den Schweinen erlaubt, „Verkehrswege“ zwischen den Buchtenbereichen, insbesondere dem Liege- und Kotbereich, anzulegen. Auch im Teilspaltenbodensystem (0,85 m²/Tier; planbefestigter Boden in der Mitte der Bucht, leicht

nach oben gewölbt; Anreicherung: Strohhautomat) ist die Bereichsnutzung (Ruhe vs. Aktivität) der Schweine wesentlich ausgeprägter im Vergleich zum Vollspaltenbodensystem. In den von JACKISCH et al. (1996) untersuchten Haltungssystemen trat nur beim Vollspaltenboden (Anreicherung: frei hängende Kette) Schwanz- und Ohrbeißen auf.

Auf der anderen Seite kann auch ein hohes Platzangebot zu größeren Verschmutzungsflächen führen. Bei SCHMID (1994) benötigten die Schweine zu Beginn der Mast mit 25 kg LG zum Liegen unter beiden untersuchten Platzbedingungen eines dänischen Systems (1,08 m² bzw. 0,76 m²/Schwein) nur einen Teil des eingestreuten Bodens, so dass trotz Trennung der Funktionsbereiche auch Teile dieses Bereichs verschmutzt waren. HÖRNING (1993, 2000a) gibt Richtwerte für die Liegeflächengröße/Tier an, die nach seiner Beurteilung jedem Tier ermöglichen in ausgestreckter Seitenlage zu liegen und gleichzeitig nicht so hoch bemessen sind, dass die Liegefläche verschmutzt wird: bis 50 kg LG = 0,65 m²; bis 100 kg LG = 1,0 m².

Für die Ausführung von Spielverhalten, insbesondere lokomotives und soziales Spiel, ist ausreichend Platz erforderlich (JENSEN UND KYHN 2000). Die Haltung von Absetzferkeln in Großgruppen auf Tiefstreu und auf Teilspalten (ca. 150 bis 300 Tiere/Bucht; 0,21 bis 0,5 m²/Tier) im Vergleich zu Kleingruppen im Vollspaltenflatdeck (ca. 10 Tiere/Bucht; 0,18 bis 0,43 m²/Tier) gewährleistete in Untersuchungen von KAMINSKY (1993) nach einer längeren Eingewöhnungszeit eine Erhöhung der Aktivität und Bewegung der Tiere, der Beschäftigung mit der Umgebung und des Spielens, während gleichzeitig Auseinandersetzungen und Beschäftigung mit den Buchtengenossen reduziert waren.

In den hier vorliegenden Untersuchungen wurde das Platzangebot/Tier in beiden Haltungssystemen ungefähr gleich groß und zur Förderung der Bewegungsfreiheit und des Spielverhaltens der Tiere möglichst hoch gewählt. Dabei sollte es einen aus der Praxis üblichen maximalen Wert von ca. 1 m² nicht wesentlich überschreiten. Bei den Gruppengrößen wurden im Teilspaltenbodensystem die üblicherweise in der Praxis anzutreffenden kleineren und im Tiefstreusystem größeren Tierzahlen verwendet.

Abkühlungsmöglichkeiten

Schweine leiden vor allem unter Hitzestress. Gegenüber kalten Temperaturen sind Mastschweine durch subkutanes Fett isoliert und können bei ad libitum Fütterung Futterenergie zur Wärmeproduktion nutzen (HAHN et al. 1987, LYHS 1986, WITKE 1972).

Darüber hinaus beeinflusst Gruppenhaltung die Wärmeproduktion, weil die Tiere bei kalten Temperaturen die Möglichkeit haben, sich eng zusammenzulegen und dadurch den Wärmeverlust zu verringern (BRUCE und CLARK 1979, MOUNT 1975, STEPHENS 1971). MAYER (1999) und MAYER und HAUSER (2000) beschreiben ab einer unter 7 bis 9 °C sinkenden Temperatur in wenig eingestreuten (Stroh von unter 250 g/Tier und Tag) nicht wärmegeprägten Haltungssystemen das Auftreten von Haufenlage bei Mastschweinen über 70 kg LG. Bei ad libitum Fütterung und Stroheinstreu liegen die Werte für die untere kritische Temperatur für Mastschweine mit einem LG von 60 bis 100 kg noch niedriger bei um 2 °C (HAHN et al. 1987, HOLMES und CLOSE 1977).

Da dem Schwein die Möglichkeit der Schweißbildung fast ganz fehlt, geschieht die Wärmeabgabe mit steigender Umgebungstemperatur maßgeblich durch Erhöhung der Atemfrequenz, dem sog. Hecheln, weil die Wirksamkeit von Radiation, Konduktion und Konvektion abnimmt (LYHS 1986, WITTKÉ 1972). Mit steigendem Gewicht und höherer Leistung der Tiere ist die Wärmeabgabe nochmals erschwert (FORBES 1995, WEBSTER 1983, WITTKÉ 1972). Bei hohen Temperaturen und gleichzeitig hoher Luftfeuchtigkeit über 80 % ist jedoch auch die evaporative Thermoregulation behindert (PLONAIT 1997b). Daher sind Abkühlungsmöglichkeiten für die Schweine insbesondere in nicht klimatisierten Haltungssystemen wichtig.

Neben Lufttemperatur und Luftfeuchte können Luftgeschwindigkeit und Wärmedämmung (des Bodens) zur Unterstützung der Thermoregulation der Schweine eingesetzt werden (MOUNT 1975). Stroh als Einstreu erschwert die Wärmeabgabe, planbefestigter Boden, Spaltenboden und feuchter Boden erleichtern sie (BRUCE und CLARK 1979, MOUNT 1975, STEPHENS 1971).

Natürlicherweise suhlen sich Schweine bei höheren Temperaturen (STOLBA 1984). Durch eine Schlammschicht auf der Haut nach einer Suhle hält der Effekt der Verdunstungskühlung länger an als durch Feuchtigkeit auf sauberer Haut (SAMBRAUS 1991a). Aus hygienischen Gründen haben bei den Tierhaltern Duschen in Haltungssystemen häufig eine höhere Akzeptanz als Suhlmöglichkeiten (BEHNINGER et al. 1997, GRAUVOGL et al. 1997). Eine betonierte Suhle (Wasser, Erde oder ähnliches Substrat) für eine Gruppe von 20 Mastschweinen sollte je nach Verkotung in mindestens 1- bis 2-wöchigem Abstand gereinigt werden (SIMANTKE 2000). Die Kühlwirkung versprühten Wassers wirkt günstiger, wenn die Tiere direkt berieselt werden, da Verdunstung vom Stallboden zwar die Stalltemperatur senkt, gleichzeitig jedoch die evaporative und respiratorische Thermoregulation durch den Anstieg der Luftfeuchtigkeit erschwert (ABSHOFF 1974, PLONAIT 1997b, VON ZERBONI und GRAUVOGL

1984). NICHELMANN und LYHS (1968) konnten zeigen, dass bei Lufttemperaturen von 40 °C durch von den Schweinen selbstbediente Duschen die Rektaltemperatur auf einem leicht erhöhten Niveau konstant gehalten werden konnte. BULL et al. (1997) konnten dagegen zeigen, dass Sauen unter Hitzestress (Lufttemperatur: $34,2 \pm 2,3$ °C am Tag und $26,6 \pm 2,8$ °C in der Nacht; durchschnittliche Relative Luftfeuchte: 56 %) Kühlmatten gegenüber Duschen und gegenüber einem gekühlten Luftstrom bevorzugten.

Da Kältestress für Schweine weniger belastend ist als Hitzestress, ist die Untersuchung zum Wohlbefinden von Mastschweinen in Haltungssystemen vor allem wichtig, wenn Gefahr von Hitzestress besteht.

In den hier vorliegenden Untersuchungen wurde zur Vereinfachung der Arbeitswirtschaft und mit Blick auf die Präferenz der Tiere ein Teiltiefstreusystem mit einem planbefestigten Bereich zur Abkühlung einbezogen. Darüber hinaus wurde das Teiltiefstreusystem als Außenklimasystem konzipiert und das Teilspaltenbodensystem unter klimaregulierten Bedingungen (Heizung, Zwangslüftung) untersucht. Im Teiltiefstreusystem haben die Schweine aufgrund der Stroheinstreu und der größeren Gruppe mehr Möglichkeiten zur Thermoregulation.

Stallklima, Schadgase, Beleuchtung

Höhere Windgeschwindigkeiten und Ventilationsraten erhöhen durch konvektiven Wärmeverlust die kritische Temperatur (MOUNT 1975, VERSTEGEN und VAN DER HEL 1976). Bei niedrigen Temperaturen ist es deshalb wichtig, dass eine Grenzschicht von ruhender Luft an der Körperoberfläche nicht durch starke Stallluftbewegung zerstört wird. Präferenztests von VAN ROOIJEN (2000) zeigten, dass 5 Monate alte Schweine auf Stroh bei 24 bis 26 °C Lufttemperatur keine der angebotenen Luftgeschwindigkeiten (0,1 m/Sek. und 1,0 m/Sek.) bevorzugten. Bei 3,5 Monate alten Schweinen auf planbefestigtem Betonboden zeigte sich eine Präferenz für 0,1 m/Sek. Luftgeschwindigkeit bei 20 bis 23 °C Lufttemperatur. Allgemein werden Luftgeschwindigkeiten von 0,1 bis 0,2 m/Sek. in Tierhöhe ohne Durchzug empfohlen. Diese Werte beziehen sich auf für die Produktion optimale Temperaturen in geschlossenen wärmegeämmten Ställen von 18 bis 23 °C bei Mastanfang (20 bis 30 kg LG) bis 14 bis 20 °C oder 12 °C (bei Einstreu) bei Mastende (um 100 kg LG) und Relativen Luftfechtigkeiten zwischen 50 bis 80 % (AEL 1998, BOCKISCH et al. 1999, DIN 18910 1992, PLONAIT 1997b, SHVO 1995, STRACK 2000). Bei Übersteigen der Temperaturhöchstwerte

sind maximale Luftgeschwindigkeiten bis zu 0,6 m/Sek. im Sommer zur Abkühlung geeignet (BOCKISCH et al. 1999, DIN 18910 1992). Bei nach Süden hin geöffneten Außenklimaställen, die für den Winterbetrieb zur Erwärmung günstiger sind, sollten im Sommer an der gegenüberliegenden Seite Lüftungsöffnungen eingebracht werden (JAKOB und WIELAND 1993, HÖRNING 2000a).

Das Wohlbefinden der Tiere ist auch bei stärkeren Klimareizen als den oben als Richtwerte genannten, beispielsweise in Offenställen, dann nicht gefährdet, wenn ausreichend thermoregulatorische Möglichkeiten gegeben sind (Mikroklimabereiche) (BOCKSICH et al. 1999, BRAUN 1997, MAYER 1999). Es ist anzunehmen, dass Tiere, die die Möglichkeit haben für verschiedene Verhaltensweisen unterschiedliche Temperaturzonen aufzusuchen, geringer belastet sind, als Tiere, die bei konstanten Umgebungstemperaturen gehalten werden (NICHELMANN und TSCHENTZKE 1991). Haltungssysteme mit Außenklima oder Auslauf haben sich vielfach für die Praxis bewährt (BEHNINGER et al. 1997, FRITZSCHE 1995, JAKOB und WIELAND 1993, SCHNIPPE 2000). Die Freiland-, Hütten- oder Weidehaltung von Mastschweinen ist in Deutschland sehr selten (HÖRNING 2000a). Sie erfordert ein gutes Management vor allem mit Blick auf die Boden- und Umweltwirkung und hat sich bisher nicht durchgesetzt, obwohl sie, neben der Tiergerechtigkeit, auch Vorteile bezüglich Stallbaukosten und Tiergesundheit bietet (BREMERMAN und KAUFMANN 1999, SCHNEIDER und WALTER 1996, SIMANTKE 2000).

Bei geringen Lüftungsraten und Luftgeschwindigkeiten unter 0,1 m/Sek. kommt es zu Schadgasansammlungen (MORRISON et al. 1976, PLONAIT 1997b), die gesundheitliche Auswirkungen auf die Tiere haben können (HARTUNG 1990, PLONAIT 1997b). Grenzwerte für Schadgaskonzentrationen liegen für Ammoniak (NH_3) bei 20 ppm, Kohlendioxid (CO_2) bei 3000 bis 3300 ppm und Schwefelwasserstoff (H_2S) bei 5 ppm (DIN 18910 1992, SHVO 1995). Ob geringere Grenzwerte im Zuge der Neuregelung der nationalen Bestimmungen zur Haltung von Schweinen vorgeschrieben werden, bleibt abzuwarten. Der CO_2 -Gehalt der Luft wird vor allem als Indikator der Stallluftqualität angesehen, H_2S und NH_3 können in gesundheits- oder sogar lebensgefährlichen Konzentrationen bei Bewegungen von Flüssigmist in Gruben, die mit dem Luftraum des Stalles in Verbindung stehen, entstehen (DIN 18910 1992, STOLPE und BRESK 1985). Neben der Gefahr von negativen gesundheitlichen Auswirkungen der Schadgase besteht auch noch eine Präferenz der Tiere für NH_3 -freie Luft. In Präferenztests zur Luftqualität wurde deutlich, dass Schweine mit Ammoniak angereicherte

Luft (10 ppm, 20 ppm, 40 ppm, 100 ppm) nach Möglichkeit meiden (JONES et al. 1996, SMITH et al. 1996). JONES et al. (1998) bestätigten die Aversion von Schweinen gegenüber NH_3 in einem Test mit operanter Konditionierungstechnik mit aversivem Reiz.

MACK et al. (1998) untersuchten die circadiane Rhythmik des Zirbeldrüsenhormons Melatonin bei Schweinen bei 50 Lux und bei 1300 Lux und stellten fest, dass bei 50 Lux keine Rhythmizität nachweisbar war. Sie schlussfolgern daraus, dass unter dem Aspekt der Rhythmizität als Grundeigenschaft lebender Organismen (MEHLHORN 1978, WITTKÉ 1972) 50 Lux als nicht tiergerecht zu bewerten sind. BALDWIN und START (1985) führten Präferenztests zu Beleuchtung und Dunkelheit durch. Es wurde deutlich, dass die Schweine - in Dunkelheit gehalten - motiviert waren für Beleuchtung den Lichtschrankenschalter zu bedienen und ihre Buchten über 12 Std. lang/24-Std.-Tag zu beleuchten, während sie umgekehrt in Helligkeit nicht mehr als zufällig für dunkle Phasen sorgten. Ein erkennbarer Tagesrhythmus zeigte sich in den Tests, in denen eine Bedienung des Schalters für eine Beleuchtung von nur 40 Sek. Dauer führte, während die Tests, in denen das Ein- und Ausschalten der Beleuchtung möglich war, keine Kopplung von Aktivitätsphasen und Beleuchtung, sondern eine gleichmäßige Beleuchtung über 24 Std. aufwiesen, d.h. die Schweine ruhten oder schliefen zeitweise auch unter Beleuchtung. Die Schlussfolgerung, Schweine würden eine geringe Beleuchtungsstärke (10 Lux) gegenüber einer höheren (110 Lux) bevorzugen, kann aus den Untersuchungen so nicht gezogen werden, da die Beleuchtungsstärken in 2 verschiedenen Schweinegruppen angeboten wurden mit nur je einer Einstellung/Gruppe. Darüber hinaus könnte die längere durchschnittliche Beleuchtungszeit von 15 Std. in der Gruppe mit 10 Lux gegenüber 13 Std. in der Gruppe mit 110 Lux zufällig aufgetreten sein oder auch eine längere Beleuchtungsdauer gerade aufgrund der geringeren Lichtintensität anzeigen.

Durch die Wahl eines Außenklimasystems mit Einstreu und eines klimaregulierten einstreulosen Systems mit Heizung und Zwangslüftung herrschen in den Vergleichssystemen unterschiedliche Klima- und Beleuchtungsbedingungen. Um diese System-immanenten Einflüsse zu erfassen wurden Messungen der Temperatur, Luftfeuchte, Luftgeschwindigkeit, Schadgaskonzentrationen und Beleuchtungsstärke auf Tierhöhe durchgeführt.

Fütterungs- und Tränketchnik

Bei Mastschweinehaltung übliche Fütterungstechniken sind Trocken- und Breifutterautomaten mit unterschiedlicher Dosiertechnik, Sensor- und Intervallfütterung mit Flüssig- oder Trockenfütterung; dabei werden Längs-, Quer-, Lang-, Kurz- oder Rundtröge verwendet (ELLERSIEK 1998, HÖRNING 2000a). Eine genaue Dosierung (Gefahr des Verderbs von Futterresten) und nicht zu große Tröge (Verkotungsgefahr) werden dabei aus hygienischen Gründen bevorzugt. Ausschließliche Flüssigfütterung scheidet aus ethologischen Gründen aus, da Kauen für Schweine sehr wichtig ist und ungenügende Kau-, Wühl- und orale Beschäftigungsmöglichkeiten als Ursache für Verhaltensstörungen und Stereotypien anzusehen sind (VAN PUTTEN 1978 u.a.; vgl. Kap. 2.2.3 (Stereotypien und Verhaltensstörungen) und 2.3.1 (Verhaltensstörungen, Bearbeiten von Buchtengenossen)). Ad libitum Fütterung ist aufgrund des starken Beschäftigungsdrangs der Schweine einer rationierten Fütterung vorzuziehen und wird in der Praxis lediglich aufgrund der höheren Verfettung von Kastraten in der Endmast vermieden. Ansonsten hat sich ad libitum Fütterung stark verbreitet, weil damit auch höhere Zunahmen, eine kürzere Mastdauer und ein geringerer Futteraufwand/kg Zuwachs erreicht werden können (BURGSTALLER 1999).

Da den Schweinen gemeinsames Fressen arteigen ist (STOLBA und WOOD-GUSH 1989), sollte für alle Tiere ein Fressplatz zur Verfügung stehen. Als Kompromiss sollte zumindest ein enges Tier:Fressplatz-Verhältnis gewählt werden. HOY et al. (1995) empfehlen ein Tier:Fressplatz-Verhältnis bei Breiautomatenfütterung von 6 bis 8:1 in Mastschweinegruppen von mehr als 12 Tieren.

Als Tränken werden üblicherweise sog. Nippel- oder Zapfentränken benutzt. Sie widersprechen dem artspezifischen Schlürf-Trinkverhalten von Schweinen (SAMBRAUS (1991a) und müssen von daher als negativ beurteilt werden. Doch sind Schalentränken aufgrund des hohen Wasserverbrauchs und -verlusts in der Praxis kaum durchsetzbar (JAKOB 1987). Bei Breifutterautomaten sind Tränkevorrichtungen in den Automaten bzw. Trog integriert. In Breifutterautomaten wird den Schweinen grundsätzlich ermöglicht Wasser schlürfend aufzunehmen, wobei je nach Futter-Wassergemisch ein mehr oder weniger zäher Brei aufgenommen wird. Generell ist bei Schweinen das Saufen zu einem hohen Anteil mit der Futteraufnahme verbunden, aber auch zwischendurch nehmen Schweine kleinere Wassermengen auf, abhängig von der Lufttemperatur und der Futterkonsistenz sowie der Futtermenge (BIGELOW und HOUPPT 1988, ROBERT et al. 1993, SAMBRAUS 1991a, YANG et al.

1981). Bei Zusatz von 2/3 Wasser zu bedarfsgerechter Trockenfütterung (32 °C Lufttemperatur) stellten YANG et al. (1981) fest, dass die Schweine nicht zusätzlich tranken.

In den hier verglichenen Haltungssystemen wurden häufig in der Praxis eingesetzte Breifutterautomaten mit engem Tier:Fressplatz-Verhältnis bei ad libitum Fütterung verwendet.

Die Vergleichssysteme wurden nach den oben beschriebenen Haltungssystemkomponenten jeweils als Kompromiss zwischen Praxisrelevanz und Berücksichtigung des Wohlbefindens der Mastschweine ausgewählt. System-immanent bedingt ergaben sich weitere Varianten zwischen den Systemen. Für eine detaillierte Beschreibung der untersuchten Haltungssysteme s. Kap. 3.4.2.

3 Material und Methoden

3.1 Ort und Zeit der Untersuchungen

Die Untersuchungen wurden auf dem Versuchsgut Frankenforst der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn in zwei aufeinanderfolgenden Jahren, 1998 und 1999, durchgeführt. Im 1. Untersuchungsjahr (1998) wurde mit den Untersuchungen Mitte Juni begonnen, sie endeten Anfang Januar des Folgejahres (1999). Der 2. Untersuchungszeitraum erstreckte sich von Mitte April bis Ende September 1999. Das Versuchsgut liegt ca. 10 km südöstlich von Bonn am Ortsrand von Vinxel, das zur Stadt Königswinter gehört, am Nordabfall des Siebengebirges in einer Höhe von 130 bis 192 m über NN. Die mittlere Jahrestemperatur beträgt 9 °C bei einem mittleren jährlichen Niederschlag von 700 mm (600 bis 850 mm).

3.2 Vorversuche

Im Rahmen eines Forschungsprojekts „Auswirkung von Grundfutter in der Schweinemast auf Tiergesundheit, Verhalten, Leistung und Produktionskosten unter den Prämissen des Organischen Landbau“ (SUNDRUM et al. 1999) wurden 2 Vorversuche durchgeführt, die zur Methodenstandardisierung herangezogen wurden. Die Vorversuche umfassten jeweils 1 Mastperiode (1997 und 1997/98) mit je 24 Mastschweinen (50 % weiblich, 50 % männlich kastriert).

Im 1. Vorversuch standen 24 Mastschweine der Kreuzungen Piétrain x (Deutsches Edelschwein x Deutsche Landrasse) und Piétrain x Deutsche Landrasse zur Verfügung. Sie wurden in 3 Buchten mit Minimalstroheinstreu und 3 Buchten mit Beton-Teilspaltenboden mit ca. 60 % Spaltenboden (9 cm Spaltenbreite, 1,8 cm Spaltenweite) zu je 4 Tieren/Bucht und einem Platzangebot von 1,2 m²/Tier gehalten. Pro Bucht stand 1 Nippeltränke zur Verfügung. Die Fütterung erfolgte ad libitum über Vorratsfütterer (80 cm Fressplatzbreite) mit einer 3-phasigen Futtermischung (30 bis 50 kg LG: 16,8 % Rohprotein, 1,0 % Lysin, 13,4 MJ ME; 50 bis 80 kg LG: 15,8 % Rohprotein, 1,0 % Lysin, 13,3 MJ ME; 80 bis 110 kg LG: 14,5 % Rohprotein, 0,9 % Lysin, 13,3 MJ ME). Dazu wurde Kleegrassilage im Längstrog (1,60 m Fressplatzbreite) in unterschiedlichen Mengen, zu unterschiedlichen Zeiten und unterschiedlich lange vorgelegt.

Im 2. Vorversuch standen 24 Mastschweine der Kreuzungen Piétrain x Deutsche Landrasse zur Verfügung. Sie wurden in denselben Buchten wie im 1. Vorversuch gehalten. Die Fütterung erfolgte ad libitum mit einer 2-phasigen Futtermischung (30 bis 70 kg LG: 16,5 % Rohprotein, 1,0 % Lysin, 13,4 MJ ME; 70 bis 110 kg LG: 14,8 % Rohprotein, 0,9 % Lysin, 13,3 MJ ME). Dazu wurde pro Haltungform (Minimalstroheinstreu und Teilspaltenboden) in jeweils 1 Bucht kein Grundfutter, 500 g Kleegrassilage bzw. 500 g Maissilage im Längstrog, versuchsweise auch im Halmautomaten ab 9:00 Uhr unterschiedlich lange vorgelegt.

Im Rahmen der beiden Vorversuche wurden technische und methodische Fragen geklärt. Kriterien waren dabei erstens die Aussagekraft und -fähigkeit der angewendeten Methoden und untersuchten Merkmale im Hinblick auf das Wohlbefinden der Mastschweine unter verschiedenen Haltungsbedingungen und zweitens Praktikabilität und Durchführbarkeit.

Getestet wurden

- die Geräte zur Videoüberwachung bezüglich Lichtverhältnissen bei Tages- und Nachtaufnahmen, Bildausschnittsgröße, Aufnahmegeschwindigkeit,
- die Auswahl, Differenzierung und Definition der Verhaltensweisen bezüglich Erkennbarkeit, Differenzierbarkeit und Wiederholbarkeit in der Auswertung,
- die Erhebungs-, Aufzeichnungs- und Transkriptionsmethoden bezüglich Beobachtungsart (indirekt vs. direkt), Erhebungsart (ad libitum vs. Rastererhebung), Aufzeichnungsart (kontinuierlich vs. Zeit-Teil-Verfahren), Aufzeichnungsintervall im Zeit-Teil-Verfahren und Computerprogramm für die Transkription,
- die Beobachtungszeiten bezüglich Aktivitätsverhalten der Tiere auf Grundlage von Literaturangaben,
- die Erfassungsbögen für die Beurteilung und Bewertung des Allgemeindrucks, der Integument- und Gliedmaßenveränderungen und der Klauenveränderungen und -verletzungen,
- die Erfassungsbögen für die Buchtenverschmutzung und
- die Erfassungsbögen für Stallbau und Haltungstechnik.

Die wichtigsten Schlussfolgerungen für den Hauptversuch bestanden in folgenden Punkten:

- Anzahl und Differenzierung der zu untersuchenden Verhaltensweisen müssen klar begrenzt werden, um verlässliche Ergebnisse zu erzielen.
- Videobeobachtungen sollten durch Direktbeobachtungen zur differenzierteren Verhaltensbeobachtung bestimmter für die Fragestellung wichtiger Merkmale ergänzt werden.

- Die geringe Aktivität der Mastschweine während der Nacht ist für das Wohlbefinden der Tiere unter verschiedenen Haltungsbedingungen nicht ausschlaggebend, d.h. Nachtbeobachtungen sind nicht erforderlich.
- Für die Transkription aus den Videobeobachtungen erscheint die Rastererhebung im Zeit-Teil-Verfahren (Momentaufnahme) mit einem 2 Min. Intervall als ein geeigneter Kompromiss im Hinblick auf Aussagekraft und Arbeitsaufwand.
- Die Adspektion der Klauenunterseite zur Feststellung von Veränderungen und Verletzungen kann aufgrund der Schwere und Lebhaftigkeit der Tiere nicht generell durchgeführt werden, stattdessen kann auf die Unversehrtheit der Klauenunterseite anhand des Laufverhaltens geschlossen werden und nur bei Lahmheiten hat eine genauere Untersuchung zu erfolgen.

3.3 Tiere

Es wurden insgesamt 256 Mastschweine (50 % weiblich, 50 % männlich kastriert) der Kreuzungen Piétrain x (Deutsches Edelschwein x Deutsche Landrasse) und Piétrain x Deutsche Landrasse untersucht. Die Schweine wurden ab durchschnittlich 30,7 kg LG ($s = 3,7$ kg, Mini. = 22,0 kg, Maxi. = 41,5 kg) und einem Alter von 78,2 Tagen ($s = 6,7$ Tage, Mini. = 71 Tage, Maxi. = 104 Tage) gemästet. Die Mastdauer betrug durchschnittlich 93,5 Tage ($s = 9,4$ Tage, Mini. = 72 Tage, Maxi. = 111 Tage) bis zu einem Mastendgewicht von 107,1 kg LG ($s = 8,1$ kg, Mini. = 48,0 kg, Maxi. = 124,0 kg). Tabelle A1 a-b im Anhang zeigt die durchschnittlichen Mastanfangsgewichte/Zeitgefährtengruppe und das entsprechende Mastanfangsalter.

3 Schweine im OT fielen insgesamt während der Untersuchungen aus.

Die Schweine stammten alle vom Versuchsgut selbst. Sie stammten von 42 Sauen und 7 Ebern ab und waren aus 51 Würfen (1998: 22, 1999: 29). Darunter waren 45 Vollgeschwistergruppen, 46 Wurfgeschwistergruppen, 16 mütterliche Halbgeschwistergruppen und 50 väterliche Halbgeschwistergruppen. Das durchschnittliche Geburtsgewicht betrug 1,61 kg ($s = 0,27$ kg, Mini. = 1,00 kg, Maxi. = 2,30 kg).

3.4 Haltungssysteme

3.4.1 Abferkel- und Aufzuchtbereich

Von den 51 Würfen, aus denen die für die Untersuchungen ausgewählten Mastschweine stammten, kamen 22 Würfe (1998: 10, 1999: 12) aus Abferkelbuchten mit Stroheinstreu, Schultergurtanbindung der Sau und Schutzbügeln, 28 Würfe (1998: 12, 1999: 16) aus Abferkelbuchten mit perforiertem Boden und öffnenbarem Kastenstand für die Sau. Für 1 Wurf (1999) liegen keine Aufzeichnungen über die Abferkelbucht vor.

Am 1. bis 2. Lebenstag wurden den Ferkeln die Schwänze kupiert. Sie erhielten am 1. Lebenstag eine Prophylaxe gegen Atemwegserkrankungen (Tylan 50, Wirkstoff: Tylosin). Am 3. Lebenstag erfolgte eine Fe-Gabe und die 1. Mykoplasmenimpfung. Die Prophylaxe gegen Atemwegserkrankungen wurde am 4. Lebenstag wiederholt. Die Kastration der männlichen Ferkel wurde bei durchschnittlich 7 Tagen Alter durchgeführt. Am 10. Tag erfolgte die 2. Mykoplasmenimpfung. Das Absetzen geschah durch Trennung der Sau von den Ferkeln, die noch 1 Tag in der Abferkelbucht verblieben (Absetzalter und -gewicht s. Kap. 3.5).

Danach wurden die Ferkel wurfweise in Aufzuchtställe umgestallt. Nur in Ausnahmefällen wurden Würfe bereits nach dem Absetzen gemischt. Diese Ausnahme bestand für mindestens 2 der Würfe, aus denen später Tiere für die Untersuchungen ausgewählt wurden. Für 5 Würfe liegen keine Angaben dazu vor. 19 Würfe (1998: 9, 1999: 10) wurden in 1-stöckigen Flatdecks mit Lochblechboden aufgezogen (Anhang Abbildung A1), 27 Würfe (1998: 12, 1999: 15) in Flatdecks mit teilperforiertem Boden. In den Flatdecks bestand ca. 20 % der Bodenfläche aus planbefestigtem Betonboden. Die perforierte Fläche bestand für 23 Würfe (1998: 8, 1999: 15) aus kunststoffummanteltem Lochgitterboden, für 2 Würfe aus kunststoffummanteltem Spaltenboden und für 2 Würfe aus Dreikantstahlboden (Anhang Abbildung A2 a-c). Alle diese Aufzuchtbuchten waren mit je 1 Nippeltränke, 1 Vorratsfütterer und mindestens 1 Kette zur Beschäftigung, teilweise auch zusätzlich mit 1 Ball, ausgestattet. 3 Würfe (1999) wurden in einer dänischen Aufstallung mit Stroheinstreu und Futterautomat mit Nippeltränke aufgezogen, für 2 Würfe liegen keine Informationen über den Aufzuchtstall vor.

3.4.2 Mast

Bei der Untersuchung zum Wohlbefinden der Mastschweine wurden 2 verschiedene mit Beschäftigungsmöglichkeiten angereicherte Haltungssysteme, Teilspaltenboden im klimaregulierten (Heizung, Zwangslüftung) geschlossenen Stall (TSP) und Teiltiefstreu mit Stroheinstreu im nach Nordwesten hin offenen Außenklimastall (Offentiefstreu OT), untersucht. Aus betriebstechnischen Gründen konnten erstens nicht alle Schweine zum selben Zeitpunkt innerhalb Jahr aufgestellt werden und zweitens unterschieden sich die Aufstallungstermine zwischen den Jahren. Tabelle 3 gibt eine Übersicht über das Datum und die Tierzahlen der einzelnen Gruppen zu Mastbeginn (= Versuchsbeginn).

Tab. 3: Datum und Anzahl untersuchter Tiere zu Mastbeginn

Haltungssystem	Mastbeginn				
	1998			1999	
	17.06.	19.06.	13.10.	19.04.	28.06.
Offentiefstreusystem (OT)	64				64
Teilspaltenbodensystem (TSP)		32	32	64	

Im OT wurden Großgruppen mit 32 Tieren/Bucht gehalten, es lagen 2 Buchten nebeneinander. Im TSP befanden sich je 8 Tiere in jeder Bucht und es gab 4 Buchten/Stallabteil. Im 1. Untersuchungsjahr wurden die Tiere im TSP nacheinander im selben Stallabteil aufgestellt, im 2. Untersuchungsjahr erfolgte eine zeitgleiche Aufstallung in 2 baugleichen nebeneinander liegenden Stallabteilen. Bei der Aufteilung der Tiere in die Untersuchungsbuchten (Zeitgefährtengruppen) wurden die Verwandtschaftsverhältnisse dahingehend berücksichtigt, dass Geschwister und Halbgeschwister möglichst gleichmäßig über die Buchten verteilt wurden. Aufgrund der relativ geringen Anzahl an Ferkeln auf dem Versuchsbetrieb, aus denen Schweine für die Untersuchungen ausgewählt werden konnten, ist dies partiell gelungen. Bei der Aufstallung zur Mast erfolgte eine Entwurmung der Tiere. Mit ca. 35 bis 40 kg LG wurden die Mastschweine gegen AK geimpft.

Tabelle 4 gibt einen Überblick über die haltungstechnischen Charakteristika der untersuchten Haltungssysteme und Abbildung 2 zeigt schematisch eine Aufsicht auf die Buchten der beiden Haltungssysteme. In den Abbildungen 3 und 4 sind die Haltungssysteme dargestellt.

Tab. 4: Haltungstechnische Charakteristika der untersuchten Haltungssysteme

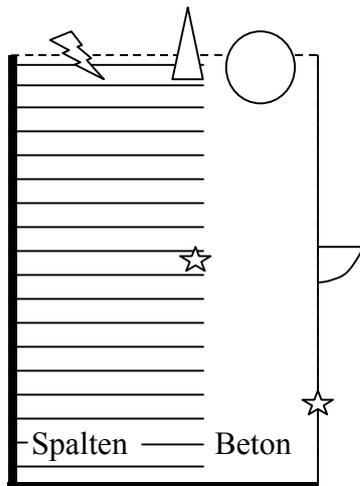
Haltungstechnische Komponente	Haltungssystem	
	Teilspaltenbodensystem (TSP)	Offentiefstreusystem (OT)
Stallform	klimaregulierter Stall	Außenklimastall
Lüftung+Heizung	Unterdruck Zwangsentlüftung (60 bis 170 m ³ /Tier und Std.) temperaturabhängige Schaltung gekoppelt mit Heizung, konstant 18 bis 19°C	-
Buchtengröße	9 m ²	44 m ²
Tiere/Bucht	8	32
Fläche/Tier	1,1 m ²	1,4 m ²
Bodenmaterial	Beton	Beton
Spaltenbreite ¹	60 % Spalten (ca. 5 m ²) (9,0 cm) 8,4 cm	50 % Strohtiefstreu (ca. 22m ²)
Spaltenweite ¹	(2,3 cm) 1,6 cm	-
Fütterungssystem	ad libitum, trocken, Breifutter-automat, Eigendosierung Tränkehebel zum Drücken mit Nasenrücken von unten	ad libitum, trocken, Breifutter-automat, Eigendosierung Tränkehebel zum Drücken mit Nasenrücken von unten
Tier:Fressplatz-Verhältnis:		
Anfangsmast ¹	2,7:1	(5,3:1) 2,7:1
Endmast ¹	4:1	(8:1) 4:1
Tier:Tränke-Verhältnis ^{1,2}	4:1	(16:1(10,7:1)) 8:1
Beleuchtung	Tageslicht 1 Außenfenster à 100*0,80 cm 2 Stallgangfenster à 0,65*0,35 cm Neonbeleuchtung täglich während Tierkontrolle und Stallarbeit bzw. während der Beobachtungstage von ca. 5:00 Uhr bis 17:30 Uhr	Tageslicht Front und Seiten offen, Rückwand: 1 Außenfenster à 100*0,80 cm
Scheuermöglichkeiten	Wände, Gitter	Wände, Gitter, Pfosten
Beschäftigungsobjekte/ Bucht:		
Kette an der Wand	1	4
frei hängende Kette	1	4
Holznagebalken	1	4
Strohraufe	1	-

¹(1998) 1999

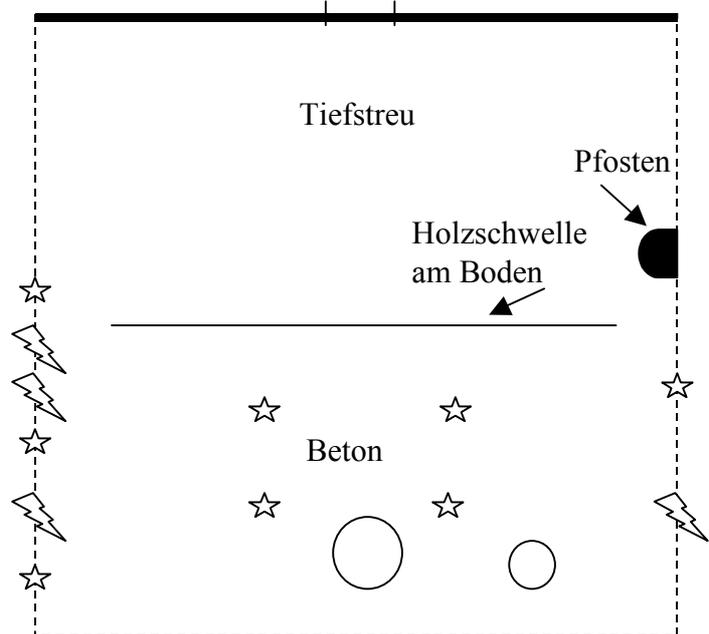
² (1 zusätzliche Nippeltränke/Bucht: Mitte Juni und im August 1998)

Im TSP standen den Tieren 1,1 m²/Tier, im OT 1,4 m²/Tier zur Verfügung. Die TSP-Buchten bestanden zu knapp 60 % aus Betonspaltenboden (Betonspaltenfläche: 4,40 m * 1,20 m = 5,28 m², planbefestigte Betonfläche: 4,40 m * 0,85 m = 3,74 m²). Im 1. Untersuchungsjahr betrug die Spaltenbreite 9,00 cm und die Spaltenweite 2,30 cm, im 2. waren neue Spalten

Teilspaltenbodensystem (TSP)



Offentiefstreuensystem (OT)



Zeichenerklärung:

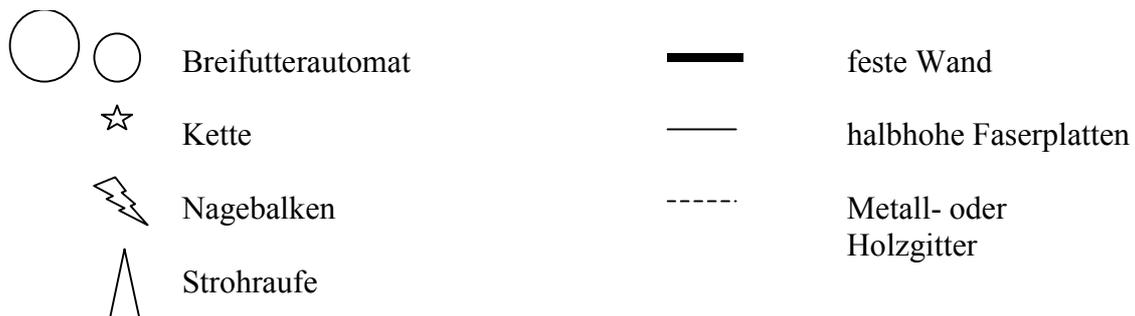


Abb. 2: Aufsicht auf die Buchten der untersuchten Haltungssysteme (schematisch)

verlegt worden, so dass die Breite 8,4 cm und die Weite 1,6 cm betragen. Die Messungen der Rauheit des Stallbetonbodens mittels Skid-Resistance-Tester (SRT-Gerät) sind in Tabelle 5 zusammen mit der SRT-Wert Klassifizierung für Stallfußböden nach MÜLLER et al. (1991) dargestellt. Alle Böden liegen damit in einem Bereich der Trittsicherheit, der als „gut“ bis „sehr gut“ einzustufen ist.

Im OT wurde nur je ca. die Hälfte der Buchten (ca. 5,10 m * 4,30 m = ca. 22 m²) mit Strohtiefstreu (Langstroh) eingestreut, die andere, planbefestigte Betonfläche war durch einen ca. 18 cm hohen Holzbalken abgetrennt, wobei sich die Strohfäche im Verlauf der Mast jedoch immer weiter ausdehnte (bis knapp zur Hälfte auf die planbefestigte Betonfläche).

Tab. 5: Rauheit des Stallbetonbodens: gemessene SRT (Skid-Resistance-Tester)-Werte und Klassifizierung für Trittsicherheit von Beton-Stallfußböden

Haltungssystem und Stallabteil	SRT-Wert
Teilspaltenbodensystem (TSP)	
Stallabteil 1	
1. Untersuchungsjahr 1998	66,70
2. Untersuchungsjahr 1999 nach Verlegung neuen Spaltenbodens	71,30
Stallabteil 2	
	62,58
Offentiefstreusystem (OT)	67,87
Klassifizierung für Trittsicherheit von Beton-Stallfußböden ¹	
zu glatt	bis 40
ungenügend	40 - 50
genügend bis gut	50 - 60
gut	60 - 70
sehr gut, evt. schon zu rau	70 - 80

¹Quelle: Müller et al. (1991)

Die Futtermittellieferung erfolgte in praxisüblichen Breifutterautomaten mit Rundtrog (Breifutterautomat mit Vorratsbehälter „En-Sta“ der Firma Ennigerloher Stalleinrichtungen En-Sta aus Beckum-Neubeckum) mit einem Tier:Fressplatz-Verhältnis von 2,7:1 in der Anfangsmast und 4:1 in der Endmast. Im 1. Untersuchungsjahr betrug das Tier:Fressplatz-Verhältnis im OT 5,3:1 in der Anfangs- und 8:1 in der Endmast. In jedem Rundtrog befanden sich 2 Selbsttränken, so dass im TSP 4 Tieren und im OT 16 Tieren im 1. bzw. 8 im 2. Untersuchungsjahr 1 Tränke zur Verfügung stand. Die Schweine konnten sich das Wasser durch Druck der Schnauze gegen die Tränke nach oben selbst zur Futtermischung dosieren und aus dem Futter-Wassertrog saufen. Separate Tränken (1 über der planbefestigten Betonfläche angebrachte Nippeltränke/Bucht) standen ihnen nur kurzzeitig im OT zu Beginn des 1. Mastdurchgangs und ca. 20 Tage während sehr hoher Temperaturen im August 1998 zur Verfügung. Während der sehr hohen Temperaturen Anfang bis Mitte August 1998 wurden die Schweine im OT auch mit Wasser bespritzt (per Hand), und es wurde das Rückwandfenster vorübergehend ausgebaut.

Zur Beschäftigung der Schweine wurden neben der Stroheinstreu im OT beide Systeme mit Objekten angereichert. Pro 8 Tieren wurden 1 frei hängende Kette und 1 an der Buchtenwand befestigte Kette, 1 beweglicher an der Buchtenwand befestigter Nagebalken und in den TSP-Buchten zusätzlich 1 Strohraufe (AP-Halm Halmautomat der Firma Agro Products ApS aus Horsens, Dänemark) installiert.

Der durchschnittliche Strohverbrauch betrug pro Tier und Masttag im TSP 13 g und im OT 0,65 kg. Im 1. Mastdurchgang des 1. Untersuchungsjahres wurden im TSP keine Aufzeichnungen zum Strohverbrauch durchgeführt. Es fällt auf, dass im 2. Untersuchungsjahr

weniger Stroh eingesetzt wurde als im 1. (TSP 1998: 22 g/Tier und Tag, TSP 1999: 9 g/Tier und Tag; OT 1998: 0,76 kg/Tier und Tag, OT 1999: 0,53 kg/Tier und Tag) (Tabelle 6).

Tab. 6: Strohverbrauch (kg)/Bucht bzw. Stallabteil und pro Tier und Mastperiode nach Haltungssystem

Haltungssystem, Jahr, Bucht		Tierzahl ¹ n	Mastdauer \bar{x} (s) [Tage]	Strohverbrauch	
				insgesamt [kg]	pro Tier [kg]
Teilspaltenbodensystem (TSP)					
1998	Stallabteil 1	32	85,0 (0)	59,0	1,8
1999	Stallabteil 1	32	99,6 (7,9)	25,0	0,8
	Stallabteil 2	32	83,4 (5,6)	27,2	0,9
TSP gesamt		96	89,3 (9,2)	111,2	1,2
Offentiefstreusystem (OT)					
1998	Bucht 1	32	96,1 (7,2)	2475,0	77,3
	Bucht 2	32	102,4 (5,9)	2365,0	73,9
1999	Bucht 1	32	89,4 (6,2)	1551,0	48,5
	Bucht 2	32	89,4 (6,2)	1496,0	46,8
OT gesamt		128	94,3 (8,3)	7887,0	61,6

¹ ohne das Ausfallen dreier Tiere zu berücksichtigen



Abb. 3: Teilspaltenbodensystem (TSP)



Abb. 4: Offentiefstreuensystem (OT)

3.5 Fütterung

Die Ferkel wurden (außer eines Wurfs der wegen Milchmangels der Sau vorzeitig mit 14 Tagen abgesetzt werden musste) im Mittel mit 26,4 Tagen abgesetzt ($s = 2,5$ Tage). Das Absetzgewicht betrug 8,41 kg ($s = 1,38$ kg). Die Ferkel erhielten ab dem 8. bis 10. Lebenstag bis 1 Woche nach dem Absetzen mit ca. 8 bis 12 kg LG Ferkelaufzuchtalleinfutter (19,5 % Rohprotein, 1,4 % Lysin, 14,4 MJ ME) ad libitum. Danach erhielten sie bis Beginn der Mast mit ca. 30 kg LG eine Futtermischung bestehend aus 54 % Gerste, 25 % Weizen, 20 % eiweißreichem Ergänzungsfuttermittel (42 % Rohprotein, 4,6 % Lysin, 13,0 MJ ME) und 1 % Sojaöl (= 17,5 % Rohprotein, 1,2 % Lysin, 13,0 MJ ME). Die Futterumstellung erfolgte während der 1. Woche nach dem Absetzen allmählich durch Verschnitt des Ferkelaufzuchtalleinfutters mit der Aufzuchtfuttermischung.

Die Fütterung der Mastschweine erfolgte ad libitum mit den im Anhang in Tabelle A2 aufgeführten Futtermischungen für die 2-phasige Mast. Die Futtermischungen für die Anfangsmast unterschieden sich in den beiden Jahren der Untersuchung voneinander; anstelle von Weizen im 1. (1998) wurde eine Mischung aus Weizen und Triticale im 2. Jahr (1999) eingesetzt. Durch das in beiden Haltungssystemen eingesetzte Stroh bestand für die Tiere auch die Möglichkeit der Aufnahme gröber strukturierten Futters.

3.6 Erhebungs- und Aufzeichnungsmethoden

3.6.1 Ethologische Merkmale

Zunächst wurde eine Auswahl derjenigen Verhaltensweisen aus der Literatur zusammengestellt, die für Mastschweine relevant erscheint und für diese problematische Bereiche aufgreift. In einem 2. Interpretationsschritt wurde begründet entschieden, welche Zuordnung der Verhaltensweisen zu bestimmten Funktionskreisen und Verhaltensklassen in Übereinstimmung oder auch im Widerspruch zur Literatur vorgenommen werden sollte. Aus diesen Funktionskreisen wurden dann zu untersuchende Verhaltensweisen im Hinblick auf ihre Aussagekraft für das Wohlbefinden der Mastschweine ausgewählt. Tabelle 7 zeigt eine Liste der untersuchten Verhaltensweisen und ihrer zu Grunde gelegten Definitionen.

Tab. 7: Untersuchte Verhaltensweisen und ihre Definitionen

<i>Funktionskreis, Verhaltensklasse, Verhaltensweise</i>	Definition
<i>Nahrungsaufnahmeverhalten, Erkunden, Beschäftigung</i>	
- Fressen+Saufen	Kopf in den Trog geneigt (stehend, sitzend, liegend)
- Wühlen inkl. Beschäftigung mit Stroh (nur im Offentiefstreusystem (OT))	Sagittal (= parallel zur Mittelachse) ausgeführte Hobelbewegungen mit der Rüsselscheibe im Stroh, beschnuppern, abtasten, beißen, benagen, ins Maul nehmen, hochwerfen (laufend, stehend, sitzend, liegend) und umhertragen von Stroh
- Beschäftigung mit Beschäftigungsobjekt Stroh (nur im Teilspaltenbodensystem (TSP))	Beschnuppern, abtasten, beißen, benagen, ins Maul nehmen, hochwerfen (laufend, stehend, sitzend, liegend) und umhertragen von Stroh
- Beschäftigung mit Beschäftigungsobjekt	Beschnuppern, abtasten, beißen, benagen, ins Maul nehmen (laufend, stehend, sitzend, liegend)
- Kette Wand	einer Kette, die an der Wand hängt
- Kette frei	einer Kette, die frei hängt
- Nagebalken	eines Nagebalkens
- Beschäftigung mit Stalleinrichtung	Beschnuppern, abtasten, beißen, benagen, ins Maul nehmen der Wände oder Stalleinrichtungen (laufend, stehend, sitzend, liegend)
- Spielen	Galoppieren, springen, sich jagen, sich bespringen, Spielkämpfe
- Alert sein	Mit gehobenem Kopf visuell, akustisch und (oder) geruchlich orientierend sitzen oder stehen, sich erschrecken, abgelenkt werden
<i>Anomale Beschäftigung</i>	
- Pseudowühlen (Boden)	Sagittal ausgeführte Hobelbewegungen mit der Rüsselscheibe am Boden (laufend, stehend, sitzend, liegend)
- Ohr-, Schwanzbeißen	Anfressen der Ohren bzw. des Schwanzes sowie des Vulva-Genitalbereichs oder des Präputiums eines Buchtengenossen
- Bearbeiten Buchtengenosse	Beknabbern von, belecken von, massieren von, besaugen von, Haare ausreißen von, abstemmen an, scharren an, hebeln an Buchtengenossen
<i>Komfortverhalten</i>	
- Komfort+Suhlen	Sich strecken, sich schütteln, sich scheuern, Hinterfußkratzen, im Wasser oder Schlamm liegen und sich wälzen
<i>Sozialverhalten, Kampf</i>	
- Aggression	Kampf, drohen, angreifen
<i>Bewegung, Körperposition</i>	
- Laufen+Stehen	Einzelne Schritte (Kreuzgang) oder stehen, ohne eine andere Aktivität

/..Fortsetzung

Tab. 7: Fortsetzung

<i>Funktionskreis, Verhaltensklasse, Verhaltensweise</i>	Definition
<i>Anomale Körperposition</i>	
- Sitzen	Auf den Hinterbeinen sitzen und auf den gestreckten Vorderbeinen stehen, ohne eine andere Aktivität
<i>Ausruh- und Liegeverhalten</i>	
- Liegen auf	Liegen mit mind. 50 % des Körpers oder mit dem Kopf auf Liegefläche,
- Liegefläche (TSP: planbefestigter Bereich OT: eingestreuter Bereich)	ohne eine andere Aktivität
- Lauffläche (TSP: Spaltenbodenbereich OT: planbefestigter Bereich)	Liegen mit mind. 50 % des Körpers oder mit dem Kopf auf Lauffläche, ohne eine andere Aktivität

Ohr-, Schwanzbeißen, Bearbeiten Buchtengenosse und Aggression wurden zusammengefasst zu Manipulation Buchtengenosse. Bei den Videobeobachtungen wurde für das Merkmal Beschäftigung mit Beschäftigungsobjekt nicht zwischen den einzelnen Objekten unterschieden. Das bedeutet, dass im TSP auch die Beschäftigung mit Stroh aus der Strohraufe in das Merkmal einfluss, während im OT Wühlen inkl. Beschäftigung mit Stroh neben Beschäftigung mit Beschäftigungsobjekt (Kette oder Nagebalken) unterschieden wurde. Für die Auswertungen wurden die Merkmale Beschäftigung mit Beschäftigungsobjekt und Wühlen teilweise zu Beschäftigung mit Objekt inkl. Wühlen zusammengefasst.

Nach einer durchschnittlichen Eingewöhnungszeit der Tiergruppen in die Mastbuchten von 22,1 Tagen (s = 4,1 Tage, Mini. = 15 Tage, Maxi. = 27 Tage; im 2. Untersuchungsjahr wurden die Tiere im OT bereits am Ende der Aufzucht, 1 Woche vor Beginn der Mast und der Untersuchungen, in den Untersuchungsbuchten gehalten) wurde jede der 20 Zeitgefährtengruppen über einen Zeitraum von 10 Wochen alle 2 Wochen für 1 Tag (Dienstag, Mittwoch, Donnerstag oder Freitag) zwischen 5:30 und 8:30 und 13:30 und 16:30 Uhr per Video gefilmt. Die Aufnahmen wurden mittels 2 Langzeit Videorecordern Mitsubishi HS 5440 E auf Videocassetten TDK HS E 180 (VHS) und Fuji HQ⁺ E 240 (VHS) aufgezeichnet. Im TSP wurde 1 Infrarotlicht taugliche schwarz-weiß Kamera CCD Panasonic WV BL 202 mit Objektiv Ernitec 3V8 (Brennweite 3,5 bis 8,0 mm) eingesetzt. Zur Überwachung des Kamerabildausschnitts diente 1 Überwachungsmonitor Panasonic WV-BM 80/G 9". Im OT kamen im 1. Untersuchungsjahr 1 schwarz-weiß Kamera Panasonic WV-BP 110 1/3" mit Objektiv Ernitec 3V8 und 1 Überwachungsmonitor Panasonic WV-BM 80/G 9" zum Einsatz. Im 2. Untersuchungsjahr wurden 2 schwarz-weiß Kameras Panasonic WV 7110 AE, eine mit Objektiv Ernitec 3V8, die andere mit Ernitec 0214-1/3 (Brennweite 2,8 mm), im

Wechselbildverfahren mit ca. 15-sekündlichem Wechsel mit Wechselbildmonitor Panasonic WV-BM 80 verwendet.

Die Transkription der Daten aus den Videofilmen erfolgte an einem 100 Hz Monitor in dbase IV (ASHTON TATE BORLAND 1986-93) mittels Rastererhebung und Zeit-Teil-Momentaufnahmeaufzeichnung mit einem Aufzeichnungsintervall von 2 Min. Während für das TSP die Rastererhebung tierindividuell durchgeführt werden konnte, wurde im OT aufgrund der Gruppengröße nur jeweils die Anzahl an Tieren, die die untersuchten Verhaltensweisen zu dem jeweiligen Zeitpunkt ausführten, festgehalten. Per definitionem führte jedes Tier zu jedem Messpunkt eine der definierten Verhaltensweisen aus.

Neben den Videobeobachtungen wurden im 2. Untersuchungsjahr Direktbeobachtungen mit Handaufzeichnungen, deren Daten später ebenfalls in dbase IV (ASHTON TATE BORLAND 1986-93) übertragen wurden, tierindividuell durchgeführt. Die Schweine waren farblich durch Symbole individuell markiert. Bei den Direktbeobachtungen wurde für das Beschäftigungsverhalten zwischen den Beschäftigungsobjekten unterschieden. Die Direktbeobachtungen umfassten 7 Verhaltensweisen: Beschäftigung mit Stalleinrichtung, Wühlen inkl. Beschäftigung mit Stroh im OT bzw. Beschäftigung mit Stroh aus der Strohraufe im TSP, Beschäftigung mit frei hängender Kette, Beschäftigung mit an der Wand befestigter Kette, Beschäftigung mit Nagebalken, Manipulation Buchtengenosse und Komfort+Suhlen.

Die Direktbeobachtungen erfolgten durch immer dieselbe Beobachterin über 8 Wochen an 1 Tag/Woche (Dienstag oder Donnerstag) zwischen 7:10 und 8:30 Uhr und 15:10 und 16:30 Uhr jeweils in dem Stallabteil (TSP) bzw. der Bucht (OT), in dem oder in der gerade keine Videoaufnahme lief. Im TSP wurde jede Bucht (je 8 Tiere) 10 Min. lang kontinuierlich beobachtet, so dass pro Beobachtungsabschnitt jede Bucht 2-mal, pro Beobachtungstag jede Bucht 4-mal überwacht wurde. Analog wurden im OT je 8 Tiere der Gruppe jeweils 10 Min./Beobachtungsabschnitt beobachtet. Tierindividuell wurde jedes Auftreten der 7 Verhaltensweisen notiert.

3.6.2 Gesundheitsmerkmale

Behandlungen, Untersuchungen

Die Erfassung von Auffälligkeiten und Krankheiten der Mastschweine bestand darin, dass die Tiere durch Versuchsanstellerin und Betriebs- und Stallpersonal 2-mal täglich kontrolliert wurden. Über medikamentöse Behandlungen wurde Buch geführt. Lediglich im 1. Untersuchungsjahr wurde die Behandlung mit Kreislauf stabilisierenden Mitteln nicht notiert. 1-mal/Mastperiode wurden Sammelkotproben aus jeder Bucht im OT bzw. jedem Stallabteil im TSP auf Endoparasiten untersucht, und zwar auf Spulwurmeier, Zwergfadenwurmeier, Magen-Darmwurmeier, Knötchenwurmeier, Peitschenwurmeier, Bandwurmeier, Kokzidieneier und Milbeneier.

Allgemeineindruck, Integument-, Gliedmaßen-, Klauenveränderungen und -verletzungen

Die Erfassung von Integument-, Gliedmaßen- und Klauenveränderungen und -verletzungen einschließlich der Beurteilung des Allgemeineindrucks der Mastschweine erfolgte durch Adspektion zu 3 Zeitpunkten während der Mast: nach einer Eingewöhnungszeit in das Haltungssystem von durchschnittlich 15,6 Tagen (s = 6,8 Tage, Mini. = 8 Tage, Maxi. = 26 Tage), ca. zu Mastmitte bei der Umstellung von Anfangs- auf Endmastfütterung sowie 1 Tag vor dem Transport zum Schlachten. Es wurden Erfassungsbögen für die Integument- und Gliedmaßenveränderungen und -verletzungen nach BLT (1994), DE KONING (1985), LITTMANN (1998), PLONAIT (1997a) und SCHÄFER-MÜLLER (1996) (Tabelle 8) verwendet. Die Klauenveränderungen und -verletzungen wurden in ein Schema nach SCHUSTER (1984) (Abbildung 5) eingetragen. Die Klauenunterseite wurde dabei nur näher untersucht, wenn das Laufverhalten des Schweines beeinträchtigt war.

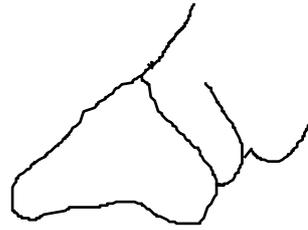
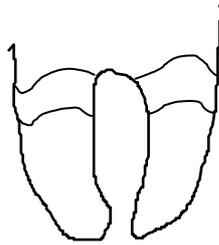
Tab. 8: Erfassungsbogen für die Beurteilung des Allgemeindrucks und von Integument- und Gliedmaßenveränderungen

Stall:	Bucht:	Tier:	Datum:		
Merkmal, Körperstelle		Punkte	Bewertung		
Allgemeindruck			0-gut	1-mittel	2-apathisch
Haarkleid			0-glänzend	1-stumpf	2-struppig
Augenausdruck			0-aufgeweckt	1-verschleiert	2-trübe
Verschmutzung			0-sauber		
			1-leicht verschmutzt		
			2-mittelmäßig stark verschmutzt		
			3-stark, sehr stark verschmutzt		
Veränderungen, Verletzungen:			0-keine Schwielen, Kratzer, Schürfungen, Risse		
Ellenbogen			1-ein Befund		
Unterarm			2-zwei Befunde		
Carpalgelenk			3-drei Befunde		
Tarsalgelenk			4-mehr als drei Befunde		
Hinterfuß-Mittelfuß			5-offene Wunde		
Verletzungen:			0-keine, sehr kleine Kratzer		
Ohren			1-bis sechs Kratzer		
Hals			2-mehr als sechs Kratzer		
Schultern			3-besonders lange, sehr viele Kratzer		
Flanken			4-Schürfungen mit einer Fläche von 1-9 cm ²		
Rücken			5-Schürfungen mit einer Fläche von mehr als 9 cm ²		
Schwanz und -ansatz			6-tiefe, eiternde Wunde, Risse, blutige Risse		
Anogenitalbereich					
Schinken					
sonstige					
Gliedmaßen:					
Lahmheiten, unsicherer Gang oder geschwollene Gelenke (entzündliche oder nicht entzündliche)			1, 2, 3, 4	Beine lahmend, Gelenke verdickt	unsicher oder
Vorderbeine von vorne			1-o-beinig	0-normal	2-x-beinig
von Seite			1-durchgetreten	0-gerade, normal	2-gebogen
Fesselgelenk von Seite			1-steiler Winkel	0-normal	2-hängend
Hinterbeine von hinten			1-o-beinig	0-normal	2-x-beinig
von Seite			1-gerade	0-normal	2-unter-geschoben
Sprunggelenk von Seite			1-steil	0-normal	2-säbelbeinig
Fesselgelenk von Seite			1-steiler Winkel	0-normal	2-hängend
Bemerkungen:					

Quelle: mod. nach BLT (1994), DE KONING (1985), LITTMANN (1998), PLONAIT (1997a), SCHÄFER-MÜLLER (1996)

Stall: Bucht: Tier: Datum:

für jede Klaue
von vorne, von
den Seiten



Verletzungsgrad	Schrunden, Druckstellen, Verformungen	Hämatome	Zusammenhangs- trennungen
leicht	11	22	33
mittel	12	24	36
schwer	13	26	39

Abb. 5: Schema für die Eintragung von Klauenveränderungen und -verletzungen mit Punkteschema zur Beurteilung

Quelle: mod. nach SCHUSTER (1984)

Schlachtbefunde

Die Geschlinge und Schlachtkörper wurden am Schlachtband während des Schlachtprozesses von der Versuchsanstellerin mit Unterstützung durch Tierärzte adspektiv auf die in Tabelle 9 (mod. nach BLAHA 1993, BLAHA und BLAHA 1995, KNURA-DESZCZKA 2000) aufgeführten Merkmale beschaut. Da die Schlachtung fließbandartig erfolgte (ca. 420 Schweine/Std.), wurde bei der Adspektion des Geschlinges Hauptaugenmerk auf die Lungenveränderungen gelegt. Vom Schlachthof vermerkte Beanstandungen oder Auffälligkeiten (chronische Pneumonie, chronische Pleuritis, chronische Perikarditis, Leberbefund, Blutung, vorläufige Beschlagnahme) wurden hinzugenommen.

Tab. 9: Erfassungsbogen für Schlachtbefunde

Datum:	Schlachthof:										
Merkmal		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Tiernummer:										
	Stall, Bucht:										
Lunge	<1/3 verändert	<input type="radio"/>									
	>1/3 verändert	<input type="radio"/>									
Leber	Hepatitis	<input type="radio"/>									
	Parasiten	<input type="radio"/>									
Herz	Kardiomyopathie	<input type="radio"/>									
	Endo-, Myo-, Perikarditis	<input type="radio"/>									
Niere	Nierenzyste	<input type="radio"/>									
	Niereninfarkt	<input type="radio"/>									
Bemerkungen											
Pleuritis	<Handfläche	<input type="radio"/>									
	>Handfläche	<input type="radio"/>									
	Gelenkentzündungen	<input type="radio"/>									
	Lymphknoten vergrößert	<input type="radio"/>									
	Myopathien	<input type="radio"/>									
Auffälligkeiten											

Quelle: mod. nach Blaha (1993), Blaha und Blaha (1995), Knura-Deszczka (2000)

3.6.3 Leistungsmerkmale

Mastleistungsmerkmale

Mastleistungsdaten umfassten die für jedes Tier ermittelten durchschnittlichen täglichen Zunahmen im Mastabschnitt und die Futterverwertung/Zeitgefährtengruppe bzw. pro 2 Buchten (Zeitgefährtengruppen mit gemeinsamem Breifutterautomaten im TSP) als kg Futteraufwand/kg Zuwachs. Im TSP, in dem jeweils 2 Buchten aus 1 Futterautomaten versorgt wurden, wurde die Futterverwertung jeweils für die beiden Buchten zusammen errechnet. Die Futtermengen wurden jeweils vor dem Einfüllen in die Breifutterautomaten gewogen. Für die Erfassung der täglichen Zunahmen wurden alle Tiere mindestens 3-mal im Verlauf der Mast individuell gewogen, und zwar zu Mastbeginn, zu Mastmitte bei der Umstellung von Anfangs- auf Endmast und zu Mastende. Einige der Tiere wurden häufiger gewogen, weil die Umstellung von Anfangs- auf Endmast der Gruppe und die Bestimmung des tierindividuellen Schlachtermins dadurch genauer ermittelt werden konnten. Tabelle 10

gibt eine Übersicht über die Anzahl an gewogenen Tieren, die Gewichte und das Alter der Tiere zu den Wiegeterminen.

Tab. 10: Anzahl an gewogenen Tieren, durchschnittliche Gewichte und Alter der Tiere zu den Wiegeterminen

Wiegung lfd. Nr.	Gewicht [kg LG] Alter [Tage]	Anzahl Tiere				
		n	\bar{x}	s	Mini.	Maxi.
1	Mastfangsgewicht	256	30,7	3,7	22,0	41,5
	Mastfangsalter	256	78,2	6,7	71	104
2	Gewicht Mastmitte	254	69,0	6,3	42,0	86,0
	Alter Mastmitte	255	128,5	7,0	114	155
3	Mastendgewicht	253	107,1	8,1	48,0	124,0
	Mastendalter	253	171,8	9,0	143	197
4	Gewicht 4. Wiegung	190	76,5	15,4	46,0	114,0
	Alter 4. Wiegung	190	139,5	21,7	108	183
5	Gewicht 5. Wiegung	198	101,0	9,0	72,0	122,0
	Alter 5. Wiegung	198	168,1	12,5	139	207
6	Gewicht 6. Wiegung	104	100,4	8,9	77,0	119,0
	Alter 6. Wiegung	104	165,6	9,8	153	191
7	Gewicht 7. Wiegung	44	102,9	6,7	82,0	112,0
	Alter 7. Wiegung	44	176,1	5,4	167	188

Merkmale der Schlachtkörperqualität

Die Erfassung der Schlachtkörperqualität erfolgte routinemäßig analog zu den Verfahren aus der Mastprüfungsanstalt (ALZ 1997). Die erfassten bzw. berechneten Merkmale waren Schlachtkörpergewicht warm, Schlachtkörperlänge, Rückenspeckdicke an Widerrist, Rückenmitte und Lende und die daraus errechnete durchschnittliche Rückenspeckdicke, Rückenmuskelfläche, Fettfläche und das daraus gebildete Fleisch:Fett-Verhältnis, Seitenspeckdicke, Fleischanteil im Bauch nach Gruber Formel für Kreuzungstiere (Tabelle 11), Fleischanteil nach Bonner Formel (Tabelle 11), pH₁-Kotelett, LF₁-Kotelett, LF₂₄-Kotelett, Fleischhelligkeit, pH₂₄-Schinken und pH₂₄-Kotelett. Die Fleischhelligkeitsmessung wurde 24 Std. post mortem am Kotelettanschnitt mit dem OPTO-Star Gerät durchgeführt. Damit wird die Farbhelligkeit des Fleisches als Reflexionswert erfasst. Gute Qualitäten liegen im Bereich zwischen 61 und 80 (< 55 = PSE, 55 bis 60 = PSE-Verdacht, 61 bis 65 = normal, 66 bis 80 = sehr gut, 81 bis 85 = DFD-Verdacht, > 85 = DFD). Darüber hinaus wurde der Ausschlagungsgrad als prozentualer Anteil des Schlachtkörpergewichts warm am Mastendgewicht berechnet.

Tab. 11: Formeln zur Berechnung des Fleischanteils

Bezeichnung	Merkmal	Einheit	Formel
Gruber Formel für Kreuzungstiere	Fleischanteil im Bauch	%	65,942 - 1,819 * Rückenspeckdicke Lende [cm]
			- 1,867 * Seitenspeckdicke [cm]
			+ 0,145 * Rückenmuskelfläche [cm ²]
			- 0,479 * Fettfläche [cm ²]
Bonner Formel	Fleischanteil	%	51,279 + 0,305 * Rückenmuskelfläche [cm ²]
			- 0,270 * Fettfläche [cm ²]
			- 0,406 * Seitenspeckdicke [cm]
			- 0,664 * durchschnittliche Rückenspeckdicke [cm]

3.6.4 Haltungstechnische und stallklimatische Merkmale

Stallbauliche und Management bezogene Daten wurden in Erfassungsbögen festgehalten (Tabelle 12). Diese Bögen wurden in Anlehnung an den TGI 200 (SUNDRUM et al. 1994) entwickelt, jedoch stark vereinfacht, auf die Stallhaltung zugeschnitten und ohne Punktbewertung der Haltungsdetails verwendet.

Weitere haltungstechnische Details wurden gesondert erfasst. Der Strohverbrauch wurde im TSP durch Wiegen des Strohs vor jedem Befüllen der Strohraufen und im OT durch Protokollieren der Anzahl Strohballen vor jedem Einstreuen und dem Wiegen von Stichproben von Strohballen ermittelt. Im TSP waren im 1. Untersuchungsjahr während der 1. Mastperiode im Stallabteil 1 keine Aufzeichnungen über die Strohmengen geführt worden.

Tab. 12: Erfassungsbogen für Stallbau und Haltungstechnik

Stall:	Bucht:
Haltungstechnische Komponente	
Größe der Bucht	[m ²]
Anzahl Tiere/Bucht	
Geschlechterverhältnis	
Fläche/Tier	[m ²]
Art und Anzahl Bodenarten/Bucht	
Fläche/Bodenart	[m ² , %]
Spaltenbreite und -weite	[cm]
Fressplatzbreite/Tier	[cm]
Tier:Fressplatz-Verhältnis	
Fütterungszeiten	
Art der Tränke	
Tier:Tränke-Verhältnis	
Scheuermöglichkeiten	
Art und Anzahl weiterer Einrichtungen, z.B. Kette	
Art der Lüftung	

schematische Aufsicht auf die Bucht

Die Sauberkeit der Buchten wurde am Abend vor jeder Videobeobachtung in einen Plan einer schematischen Aufsicht auf die Buchten territorial anhand einer 3-Punkte-Skala nach ZALUDIK (1997) eingetragen. Die Abstufungen waren dabei „1“ für trocken und sauber, „2“ für feucht, mäßig verkotet und „3“ für nass, stark verkotet und Auftreten von Kothaufen.

Die Rauheit des Betonbodens wurde 1-mal/Haltungssystem bzw. im TSP nochmals im 2. Untersuchungsjahr nach dem Verlegen der neuen Spalten mittels Skid-Resistance-Tester (SRT-Gerät) bestimmt (FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR DAS STRABENWESEN 1972, WEBER 1985). Die Anordnung der Messpunkte in den beiden Haltungssystemen geht aus der schematischen Abbildung 6 hervor.

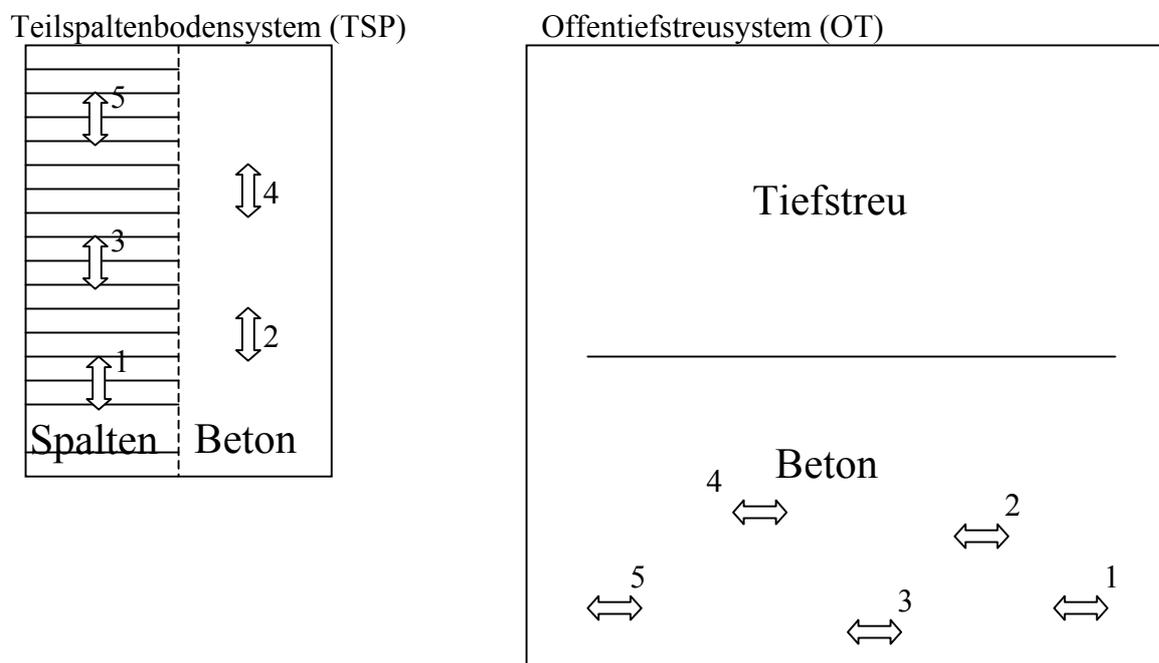


Abb. 6: Anordnung der Messpunkte für die Bestimmung der Rauheit des Stallbetonbodens per Skid-Resistance-Tester (SRT-Gerät) (schematisch)

Lufttemperatur und Relative Luftfeuchte wurden mit Thermohygrographen kontinuierlich aufgezeichnet. Im TSP stand jeweils 1 Gerät in jedem Stallabteil, während im OT 2 Geräte zwischen den nebeneinander liegenden Buchten aufgestellt waren. Die Daten aus der Wetterstation des Versuchsgutes wurden parallel zur Mastperiode im OT dargestellt. Aufgrund technischer Schwierigkeiten ergaben sich einige fehlende Werte in der Aufzeichnung.

Luftströmungsgeschwindigkeits- und Beleuchtungsstärkemessungen wurden mittels Thermo-Anemometer (wallac II 770797) bzw. Luxmeter (Mettrux K M7-1, Messbereich 0 bis 5000

Lux) stichprobenartig zu unterschiedlichen Zeiten und Wetterlagen an verschiedenen Punkten der Buchten in Tierhöhe durchgeführt.

Schadgasmessungen für Kohlendioxid (CO₂) und Ammoniak (NH₃) wurden mittels Dräger-Langzeitröhrchen und Polymer in Tierhöhe durchgeführt. Im 1. Untersuchungsjahr wurden die Messungen stichprobenartig durchgeführt, im 2. Untersuchungsjahr erfolgten sie 1-mal/Woche im OT und wöchentlich alternierend in den Stallabteilen des TSP.

3.7 Statistische Auswertungsmethoden

Ethologische Merkmale

Für die statistische Analyse der Daten aus den Videobeobachtungen wurden tagesabschnittsweise (5:32 bis 8:30 Uhr und 13:32 bis 16:30 Uhr) mittlere Häufigkeiten (mittlere Verhaltensanteile in %)/Zeitfahrergruppe gebildet. Aufgrund von fehlenden Werten wurden 189 von 200 Frequenzen berechnet. Die Effekte Haltungssystem, Bucht innerhalb Haltungssystem, Untersuchungsjahr, Tagesabschnitt sowie die Interaktionen zwischen Haltungssystem und Jahr und Haltungssystem und Tagesabschnitt wurden in einer Kovarianzanalyse (glm type III, SAS) (SAS 1989-1996, SAS 1989) untersucht. Es erfolgte eine Regression auf das durchschnittliche Alter/Zeitfahrergruppe an den Beobachtungstagen. Die Residuen wurden auf $\alpha = 0,05$ Niveau auf Normalverteilung überprüft (Shapiro-Wilk-Test). Die nicht normalverteilten Verhaltensweisen Beschäftigung mit Objekt inkl. Wühlen, Beschäftigung mit Beschäftigungsobjekt, Beschäftigung mit Stalleinrichtung, Pseudowühlen, Manipulation Buchtengenosse, Komfort+Suhlen und Liegen auf Liegefläche wurden durch Quadratwurzelziehung, das Merkmal Laufen+Stehen durch logarithmische $\ln(x+1)$ Transformierung transformiert. Dabei erreichten die Residuen für das Merkmal Liegen auf Liegefläche annähernd Normalverteilung ($p = 0,03$). Das folgende Modell war stets hochsignifikant ($p \leq 0,001$):

$$y_{ijklm} = \mu + H_i + B_j(H_i) + J_k + T_l + (H*J)_{ik} + (H*T)_{il} + b(A_{ijklm} - \bar{A}) + e_{ijklm}$$

y_{ijklm}	Beobachtungswert
μ	Mittelwert der Grundgesamtheit
H_i	Haltungssystem ($i = \text{TSP, OT}$)
$B_j(H_i)$	Bucht innerhalb Haltungssystem ($\text{TSP}_j = 1,2,3,4,5,6,7,8; \text{OT}_j = 1,2$)
J_k	Untersuchungsjahr ($k = 1998, 1999$)
T_l	Tagesabschnitt ($l = \text{vormittags, nachmittags}$)
$b_l(A_{ijklm} - \bar{A})$	Regression auf das Alter
e_{ijklm}	zufälliger Restfehler

Der Scheffé-Test wurde für die multiplen Mittelwertvergleiche (t-Tests) der für die Anzahl der Tiere in der Zeitfahrergruppe gewichteten LS-Mittelwerte verwendet.

Die Merkmale, bei denen die Residuen nicht normalverteilt waren und für die keine Transformation gefunden werden konnte (Spielen und Alert sein), wurden dem nicht parametrischen Wilcoxon Mann Whitney U-Test auf der Basis Zeitfahrergruppen in den Untersuchungsbuchten (TSP: $n = 16$ Mittelwerte, OT: $n = 4$ Mittelwerte) für den Faktor Haltungssystem unterzogen (npar1way, SAS) (SAS 1989-1996, SAS 1989).

Für das Merkmal Wühlen im Stroh, das nur im OT auftreten konnte, wurde kein signifikantes varianzanalytisches Modell gefunden und der nicht parametrische Kruskal Wallis-Test auf der Basis Tagesabschnitte ($n = 2$ Tagesabschnittsmittelwerte/Zeitfahrergruppe) für den Faktor Zeitfahrergruppe angewendet.

Die Daten aus den direkten Verhaltensbeobachtungen wurden mit dem nicht parametrischen Wilcoxon Mann Whitney U-Test auf der Basis Einzeltier (TSP: $n = 64$ Tiere, OT: $n = 63$ Tiere) bezüglich der absoluten Häufigkeiten des Auftretens der einzelnen Verhaltensweisen in den untersuchten Haltungssystemen ausgewertet.

Gesundheitsmerkmale

Behandlungen, Untersuchungen

Die Daten zu den medikamentösen Behandlungen der Schweine und zu den Wurmuntersuchungen wurden hinsichtlich Anzahl behandelte bzw. befallene Tiere und Art aufgetretener Diagnosen/Haltungssystem und Untersuchungsjahr beschrieben.

Allgemeineindruck, Integument-, Gliedmaßen-, Klauenveränderungen und -verletzungen

Die Boniturwerte aus den Adspektionen zur Erfassung des Allgemeineindrucks und der Integument-, Gliedmaßen- und Klauenveränderungen und -verletzungen wurden mit dem nicht parametrischen Wilcoxon Mann Whitney U-Test auf der Basis Einzeltier für die Faktoren Haltungssystem und Adspektionszeitpunkt ausgewertet (npar1way, SAS) (SAS 1989-1996, SAS 1989). Es wurde jeweils ein 2-Gruppen-Vergleich durchgeführt, zwischen den Haltungssystemen an jedem Adspektionszeitpunkt und innerhalb Haltungssystem zwischen Adspektionszeitpunkt 1 und 3.

Schlachtbefunde

Die Daten aus der Adspektion des Geschlinges und der Schlachtkörperhälften zusammen mit den vom Schlachthof vermerkten Beanstandungen oder Auffälligkeiten wurden beschrieben, zu Merkmalsklassen zusammengefasst (Tabelle 13) und mit dem nicht parametrischen Wilcoxon Mann Whitney U-Test auf der Basis Einzeltier hinsichtlich Unterschieden zwischen den Haltungssystemen ausgewertet (npar1way, SAS) (SAS 1989-1996, SAS 1989).

Tab. 13: Klassenbildung für die Merkmale der Schlachtbefunde

Merkmalsklasse	Einzelmerkmale
Lungenveränderung	Lunge < 1/3 verändert ¹ , Lunge > 1/3 verändert ¹ , chronische Pneumonie ²
Leberveränderung	Hepatitis ¹ , Parasiten ¹ , Leberbeanstandung oder Leber verworfen ²
Herzveränderung	Kardiomyopathie ¹ , Endo-, Myo-, Perikarditis ¹ , chronische Perikarditis ²
Nierenveränderung	Nierenzyste ¹ , Niereninfarkt ¹
Pleuritis	Pleuritis < Handfläche ¹ , Pleuritis > Handfläche ¹ , chronische Pleuritis ²
Geschlingeänderungen	Lunge < 1/3 verändert ¹ , Lunge > 1/3 verändert ¹ , chronische Pneumonie ² , Hepatitis ¹ , Parasiten ¹ , Leberbeanstandung oder Leber verworfen ² , Kardiomyopathie ¹ , Endo-, Myo-, Perikarditis ¹ , chronische Perikarditis ² , Nierenzyste ¹ , Niereninfarkt ¹
Veränderungen insgesamt	Lungenveränderung + Leberveränderung + Herzveränderung + Nierenveränderung + Pleuritis + Gelenksentzündungen ¹ + Lymphknoten vergrößert ¹ + Myopathien ¹ + Blutung ² + vorläufige Beschlagnahme ²

¹ eigene Adspektion

² Schlachthofmeldung

Leistungsmerkmale

Mastleistungsmerkmale

In beiden verwendeten Modellen (für tägliche Zunahme und Futterverwertung) wurden die Residuen auf $\alpha = 0,05$ Niveau auf Normalverteilung überprüft (Shapiro-Wilk-Test). Das hochsignifikante ($p \leq 0,001$) varianzanalytische Modell, das für das Merkmal tägliche Zunahme verwendet wurde, sah wie folgt aus:

$$Y_{ijklmnop} = \mu + H_i + B_j(H_i) + VH_k + WN_l + SR_m + G_n + J_o + (H*J)_{io} + b(EKG_{ijklmop} - \overline{EKG}) + e_{ijklmnop}$$

$Y_{ijklmnop}$	Beobachtungswert
μ	Mittelwert der Grundgesamtheit
H_i	Haltungssystem ($i = \text{TSP, OT}$)
$B_j(H_i)$	Bucht innerhalb Haltungssystem ($\text{TSP}_j = 1,2,3,4,5,6,7,8; \text{OT}_j = 1,2$)
VH_k	Haltungssystem im Abferkelstall und in der Aufzucht ($k = \text{mit Stroh und mit Stroh, mit Stroh und strohlos, strohlos und strohlos}$)
WN_l	Wurfnummer der Muttersau ($l = 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10$)
SR_m	Rasse der Muttersau ($m = \text{DL, DE*DL}$)
G_n	Geschlecht ($n = \text{weiblich, männlich kastriert}$)
J_o	Untersuchungsjahr ($k = 1998, 1999$)
$b(EKG_{ijklmop} - \overline{EKG})$	Regression auf das Mastendgewicht
$e_{ijklmnop}$	zufälliger Restfehler

Bei einer Regression auf das Mastanfangsgewicht oder das Mastanfangsgewicht innerhalb Haltungssystem konnte keine Normalverteilung der Residuen erreicht werden.

Der Scheffé-Test wurde für die multiplen Mittelwertvergleiche (t-Tests) der LS-Mittelwerte verwendet.

Für das Merkmal Futterverwertung wurde folgendes Varianzanalysemodell ($p = 0,0017$) verwendet:

$$y_{ijk} = \mu + H_i + J_j + (H*J)_{ij} + e_{ijk}$$

y_{ijk}	Beobachtungswert
μ	Mittelwert der Grundgesamtheit
H_i	Haltungssystem ($i = \text{TSP, OT}$)
J_j	Untersuchungsjahr ($j = 1998, 1999$)
e_{ijk}	zufälliger Restfehler

Die multiplen Mittelwertvergleiche (t-Tests) der LS-Mittelwerte wurden mit dem Tukey-Kramer-Test durchgeführt. Das Geschlecht ist gleichmäßig 1:1 in den Haltungssystemen verteilt. Tabelle 14 zeigt die Verteilung der Faktoren Rasse der Muttersau und Wurfnummer in den Haltungssystemen.

Tab. 14: Anzahl Tiere nach Rasse der Muttersau und Wurfnummer für die Haltungssysteme

Faktor und Ausprägung	Haltungssystem	
	Teilspaltenbodensystem (TSP)	Offentiefstreusystem (OT)
Rasse der Muttersau		
Deutsche Landrasse (DL)	80	72
Deutsche Edelschwein x DL	48	56
Wurfnummer		
1	11	9
2	9	23
3	26	18
4	14	39
5	12	0
6	20	20
7	10	2
8	10	4
9	4	10
10	12	3

Merkmale der Schlachtkörperqualität

Das Grundmodell für die Varianzanalyse der Schlachtkörperqualitätsmerkmale war:

$$y_{ijklm} = \mu + H_i + SR_j + G_k + S_l(H_i) + b (SKG_{ijklm} - \overline{SKG}) + e_{ijklm}$$

y_{ijklm}	Beobachtungswert
μ	Mittelwert der Grundgesamtheit
H_i	Haltungssystem ($i = \text{TSP, OT}$)
SR_j	Rasse der Muttersau ($j = \text{DL, DE*DL}$)
G_k	Geschlecht ($k = \text{weiblich, männlich kastriert}$)
$S_l(H_i)$	Saison innerhalb Haltungssystem ($\text{TSP}_1 = \text{Januar 1998, September 1998, Oktober 1998, Juni 1999, Juli 1999, August 1999, OT}_1 = \text{September 1998, Oktober 1998, September 1999}$)
$b (SKG_{ijklm} - \overline{SKG})$	Regression auf das Schlachtgewicht warm
e_{ijklm}	zufälliger Restfehler

Für die Merkmale Ausschlachtung, Schlachtkörperlänge, durchschnittliche Rückenspeckdicke, Fleisch:Fett-Verhältnis, Fleischanteil im Bauch und Fleischanteil nach Bonner Formel wurde das Modell um den nicht signifikanten Faktor Rasse der Muttersau reduziert (Modell Typ I). Für die Merkmale pH_{1-} Kotelett, Fleischhelligkeit, pH_{24-} Schinken und pH_{24-} Kotelett wurde es um den nicht signifikanten Faktor Geschlecht reduziert (Modell Typ II). Nach Prüfung der Residuen auf Normalverteilung ($\alpha = 0,05$ Niveau, Shapiro-Wilk-Test) wurde das Merkmal Fleisch:Fett-Verhältnis mit einer Quadratwurzeltransformation, das Merkmal pH_{24-} Schinken mit der Winkeltransformation $1/\cos$ transformiert. Für die Leitfähigkeitswerte konnten keine Transformationen gefunden werden, sie wurden nicht in die Auswertung einbezogen. Alle verwendeten Modelle waren hochsignifikant ($p = 0,0001$). Die multiplen LS-Mittelwertvergleiche (t-Tests) wurden mit dem Scheffé-Test durchgeführt.

Haltungstechnische und stallklimatische Merkmale

Die haltungstechnischen und stallklimatischen Merkmale wurden beschreibend ausgewertet. Beim Strohverbrauch wurde die Gesamtmenge an eingesetztem Stroh/Bucht (OT) bzw. pro Stallabteil (TSP: je 4 Buchten) und pro Tier (ohne das Ausfallen 3er Tiere zu berücksichtigen)

und Jahr und Tag in jedem Haltungssystem ermittelt. Dabei wurde im OT ein Gewicht von 11 kg/Strohballen unterstellt, während im TSP die jeweils abgewogenen Strohmenen in Gramm mit einer Genauigkeit von 100 g gewogen worden waren.

Die Sauberkeit der Buchten wurde territorial in schematische Aufsichten auf die Buchten dargestellt. Dafür wurden die Buchten in quadratische Bereiche aufgeteilt und Mittelwerte aus den Boniturwerten für jeden Bereich über alle Tage, an denen Aufzeichnungen durchgeführt worden waren, gebildet. Teilweise wurden die Bereiche zu größeren Einheiten zusammengefasst. Darüber hinaus wurden Gesamtmittelwerte der Bonituren pro Haltungssystem und pro Haltungssystem und Jahr gebildet.

Für die Rauheit des Stallbetonbodens wurde jeweils ein Mittelwert aus 5 Messpunkten (bestehend wiederum aus einem Mittel aus 5 Messwerten/Messpunkt) mit Bodentemperaturkorrekturfaktor gemäß der Arbeitsanweisung für den Skid-Resistance-Tester (SRT-Gerät) (FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR DAS STRABENWESEN 1972) gebildet.

Die Kurven für Lufttemperatur und Relative Luftfeuchte wurden als Tagesmittelwerte (aus 12 Einzelwerten/Tag: alle 2 Std. aus 24 Std.) aufgezeichnet. Im OT wurde der jeweilige Mittelwert aus den Messwerten der beiden zwischen den Buchten aufgestellten Thermohygrographen gebildet. Minimal und maximal im Versuchszeitraum erreichte Werte wurden notiert.

Die Werte aus den Luftströmungsgeschwindigkeits- und Beleuchtungsstärkemessungen wurden beschreibend dargestellt als geringste und höchste gemessene Werte/Messtag.

Auch die Ergebnisse der Schadgasmessungen wurden beschreibend dargestellt.

Die Ergebnisdarstellung fokussiert auf den Vergleich der untersuchten Haltungssysteme. Dabei werden zuerst die Ergebnisse zu den tierbezogenen Indikatoren in der Reihenfolge ihrer zu Grunde gelegten Relevanz als Anzeiger für das Wohlbefinden der Mastschweine dargestellt (Ethologische Merkmale, Gesundheitsmerkmale, Leistungsmerkmale). Darauf folgt die Beschreibung der Ergebnisse zu den haltungstechnischen und stallklimatischen Indikatoren.

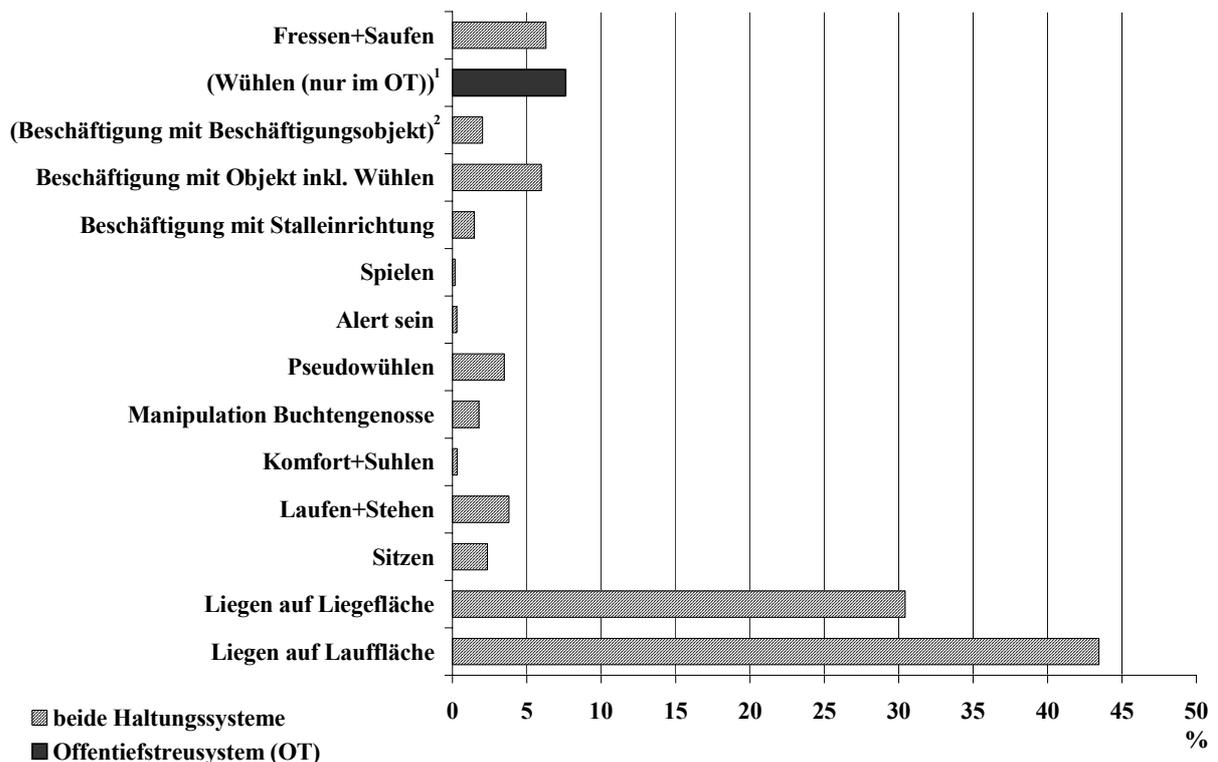
4.1 Ethologische Merkmale

Die Verhaltensbeobachtungen umfassen die Videobeobachtungen, die in beiden Untersuchungsjahren und die direkten Beobachtungen, die nur im 2. Untersuchungsjahr durchgeführt wurden. Zunächst werden die Ergebnisse aus den Videobeobachtungen dargestellt, danach die aus den direkten Beobachtungen.

4.1.1 Videobeobachtungen

In den Videobeobachtungen wurden 13 Verhaltensweisen erfasst, deren prozentuale Verhaltensanteile sich zu 100 % aufsummieren. Die Verhaltensweisen Beschäftigung mit Beschäftigungsobjekt und Wühlen wurden einzeln und zur besseren Vergleichbarkeit der Haltungssysteme zusammengefasst als Beschäftigung mit Objekt inkl. Wühlen ausgewertet, da Wühlen als Teil des Beschäftigungsverhaltens nur im OT möglich war. In Abbildung 7 sind für alle Verhaltensmerkmale die arithmetischen Mittelwerte dargestellt, in Tabelle 15 dazu die Variationskoeffizienten und zusätzlich für die varianzanalytisch ausgewerteten Verhaltensmerkmale die Bestimmtheitsmaße des Modells. Die Datengrundlage in der Varianzanalyse bestand aus 189 Tagesabschnittsmittelwerten auf der Basis Zeitgefährten-Gruppe für die einzelnen Verhaltensweisen, die aus den insgesamt 16343 Messpunkten (Rastererhebung, Zeit-Teil-Aufzeichnungsverfahren: Momentaufnahme mit 2-minütigem Intervall) der Gesamtbeobachtungszeit (alle 2 Wochen für 1 Tag/Zeitgefährten-Gruppe über 10 Wochen/Untersuchungs-jahr) gebildet wurden. Die Verhaltensweisen Wühlen, Spielen und Alert sein wurden mit nicht parametrischen Tests ausgewertet, da für sie keine Normalverteilung der Residuen erreicht bzw. kein signifikantes Modell gefunden werden konnte. Es wurden Mittelwerte für die Zeitgefährten-Gruppen gebildet.

Es wird deutlich, dass die Schweine zu über 70 % der Beobachtungszeit gelegen haben, davon zu knapp über 40 % nicht auf der vorgesehenen Liegefläche, sondern auf der jeweiligen Lauffläche des Haltungssystems (TSP: Spaltenboden, OT: nicht eingestreuter planbefestigter Betonboden). Alle anderen Verhaltensweisen traten zu jeweils unter 10 % auf. Davon nahmen die Verhaltensweisen Fressen+Saufen, Beschäftigung mit Objekt inkl. Wühlen bzw. Wühlen (innerhalb OT, daher nicht direkt vergleichbar) aus dem Funktionskreis Nahrungsaufnahme, Erkunden, Beschäftigung mit ca. 6 bis 7,5 % die höchsten Anteile ein. Pseudowühlen und Laufen+Stehen wurden zu je ca. 3 bis 4 % der Beobachtungszeit ausgeführt, Beschäftigung mit Beschäftigungsobjekt (Ketten, Nagebalken und im TSP auch Stroh aus der Strohraufe), sowie mit Stalleinrichtung, Manipulation Buchtengenosse und Sitzen zu je ca. 2 %. Mit Anteilen von jeweils unter 1 % wurden die Verhaltensweisen Spielen, Alert sein und Komfort+Suhlen sehr selten beobachtet.



¹ Wert nicht unmittelbar vergleichbar, da Bezug prozentualer Anteil innerhalb OT

² in Beschäftigung mit Objekt inkl. Wühlen enthalten
es treten Rundungsfehler auf

Abb. 7: Durchschnittliches Verhalten der Mastschweine (% Verhaltensanteile, arithmetische Mittelwerte) in der Gesamtbeobachtungszeit (Videobeobachtung)

Die Variationskoeffizienten liegen, abgesehen vom Merkmal Wühlen (CV = 18,8 %), das nur im OT ausgeführt werden konnte, zwischen ca. 90 und 175 %. Die Bestimmtheitsmaße der Varianzanalysemodelle betragen 30 bis 56 %.

Tab. 15: Arithmetische Mittelwerte und Variationskoeffizienten der Verhaltensanteile in der Gesamtbeobachtungszeit (Videobeobachtung) und Bestimmtheitsmaße der Modelle für die varianzanalytisch ausgewerteten Verhaltensmerkmale

<i>Funktionskreis, Verhaltensklasse</i> Verhaltensmerkmal	n ₁	n ₂	\bar{x} [%]	CV [%]	R ² [%]
<i>Nahrungsaufnahmeverhalten, Erkunden, Beschäftigung</i>					
Fressen+Saufen	189		6,28	120,3	39
(Wühlen (nur im OT)		4	7,61 ¹	18,8	-)
(Beschäftigung mit Beschäftigungsobjekt	189		2,02 ²	166,6 ³	56 ³)
Beschäftigung mit Objekt inkl. Wühlen	189		5,97	131,5 ³	53 ³
Beschäftigung mit Stalleinrichtung	189		1,47	147,7 ³	40 ³
Spielen		20	0,18	99,0	-
Alert sein		20	0,29	130,0	-
<i>Anomale Beschäftigung</i>					
Pseudowühlen	189		3,48	131,1 ³	38 ³
<i>Anomale Beschäftigung und Kampf</i>					
Manipulation Buchtengenosse	189		1,77	124,9 ³	54 ³
<i>Komfortverhalten</i>					
Komfort+Suhlen	189		0,31	174,9 ³	30 ³
<i>Bewegung, Körperposition</i>					
Laufen+Stehen	189		3,79	113,4 ⁴	44 ⁴
<i>Anomale Körperposition</i>					
Sitzen	189		2,35	173,4	36
<i>Ausruh- und Liegeverhalten</i>					
Liegen auf Liegefläche	189		30,44	89,2 ³	45 ³
Liegen auf Lauffläche	189		43,46	130,1	31

¹ Wert nicht unmittelbar vergleichbar, da Bezug prozentualer Anteil innerhalb OT

² in Beschäftigung mit Objekt inkl. Wühlen enthalten

³ nach Quadratwurzeltransformation

⁴ nach Logarithmustransformation: $\ln(x+1)$

n₁ = Anzahl Tagesabschnittsmittelwerte, n₂ = Anzahl Zeitfahrertengruppen
es treten Rundungsfehler auf

Im Folgenden werden zunächst die varianzanalytisch ausgewerteten Verhaltensmerkmale aus den Videobeobachtungen dargestellt, daran anschließend die Merkmale Spielen und Alert sein und schließlich Wühlen innerhalb des OT.

Varianzanalytisch ausgewertete ethologische Merkmale

Beginnend werden die Ergebnisse aus der Varianzanalyse (Signifikanzniveaus, F-Test) für alle fixen Effekte, die Interaktionen und die Kovariable für die einzelnen Verhaltensmerkmale im verwendeten Modell dargestellt (Tabelle 16). Dann werden die in der Varianzanalyse berücksichtigten Effekte einzeln betrachtet (LS-Mittelwerte, t-Test, Regression).

Das Haltungssystem ist für fast alle Merkmale signifikant. Nur Fressen+Saufen und Sitzen wurden in beiden Haltungssystemen zu gleichen Anteilen ausgeführt. Hochsignifikant ist das Haltungssystem für Beschäftigung mit Beschäftigungsobjekt, Beschäftigung mit Objekt inkl. Wühlen, Manipulation Buchtengenosse, Laufen+Stehen sowie Liegen auf Liegefläche und auf Lauffläche. Einen signifikanten Einfluss hat es auf die Merkmale Pseudowühlen und Komfort+Suhlen, schwach signifikant ist der Einfluss auf Beschäftigung mit Stalleinrichtung. Dagegen ist die Bucht innerhalb System nur für die Merkmale Komfort+Suhlen und Laufen+Stehen schwach, Sitzen und Liegen auf Liegefläche hoch und Liegen auf Lauffläche signifikant.

Das Jahr zeigt hohe Signifikanz auf das Merkmal Beschäftigung mit Stalleinrichtung, mittlere Signifikanz auf Laufen+Stehen, Liegen auf Liegefläche und Liegen auf Lauffläche sowie schwache Signifikanz auf Manipulation Buchtengenosse.

Der Tagesabschnitt ist für alle Merkmale hochsignifikant außer für Komfort+Suhlen (mittlere Signifikanz) und Liegen auf Lauffläche (nicht signifikant).

Die Interaktionen zwischen Haltungssystem und Jahr und Haltungssystem und Tagesabschnitt zeigten sich für die meisten Merkmale schwach bis hoch signifikant.

Tab. 16: Ergebnisse der Varianzanalyse für die einzelnen Verhaltensmerkmale: Signifikanzniveaus (F-Test)

Verhaltensmerkmal	HS	Bucht(HS)	Jahr	T	HS*Jahr	HS*T	b ₁ (Alter)
	df= 1	8	1	1	1	1	1
Fressen+Saufen	n.s.	n.s.	n.s.	***	n.s.	***	n.s.
Beschäftigung mit Beschäftigungsobjekt ¹	***	n.s.	n.s.	***	**	***	**
Beschäftigung mit Objekt inkl. Wühlen ¹	***	n.s.	n.s.	***	n.s.	***	*
Beschäftigung mit Stalleinrichtung ¹		n.s.	***	***	n.s.	***	*
Pseudowühlen ¹	**	n.s.	n.s.	***	**	***	*
Manipulation Buchtengenosse ¹	**	n.s.	*	***	***	***	n.s.
Komfort+Suhlen ¹	**	*	n.s.	**	***	*	n.s.
Laufen+Stehen ²	***	*	**	***	***	***	n.s.
Sitzen	n.s.	***	n.s.	***	***	**	*
Liegen auf Liegefläche ¹	***	***	**	***	*	n.s.	**
Liegen auf Lauffläche	***	**	**	n.s.	n.s.	**	**

df_{Rest} = 188

HS = Haltungssystem T = Tagesabschnitt

¹ nach Quadratwurzeltransformation

² nach Logarithmustransformation: ln(x+1)

p > 0,05 n.s.
 0,01 < p ≤ 0,05 *
 0,001 < p ≤ 0,01 **
 p ≤ 0,001 ***

Haltungssysteme

Die LS-Mittelwerte der Verhaltensmerkmale für das Haltungssystem (Tabelle 17) lassen erkennen, dass in beiden Haltungssystemen das Liegen mit über 70 % (TSP: 76,16 %, OT: 71,34 %) den größten Anteil am Verhalten ausmachte. Innerhalb Haltungssystem lagen die Tiere mehr auf der Lauffläche (TSP: Spaltenboden, OT: planbefestigter Beton) als auf der Liegefläche (TSP: planbefestigter Beton, OT: Tiefstreu). Im Vergleich der Haltungssysteme trat Liegen auf der Liegefläche im TSP (planbefestigter Boden) häufiger auf als im OT (Tiefstreu). Demgegenüber war Liegen auf der Lauffläche im TSP (Spaltenboden) seltener zu beobachten als im OT (planbefestigter Beton).

Beim Aktivitätsverhalten (alle Verhaltensweisen außer Sitzen und Liegen ohne andere Aktivität) konnte Beschäftigung mit Objekt inkl. Wühlen im OT mit 8,81 % am häufigsten beobachtet werden. Komfortverhalten und Suhlen wurden am wenigsten beobachtet und lagen bei unter 1 % (TSP: 0,28 %, OT: 0,35 %). Die Verhaltensanteile der übrigen Merkmale lagen zwischen 1 % und 5 %.

Tab. 17: LS-Mittelwerte (LSM) der Verhaltensanteile (%), Standardfehler (se) und Signifikanzen für die Haltungssysteme

Verhaltensmerkmal	Haltungssystem			
	Teilspaltenbodensystem (TSP) (n = 149)		Offentiefstreusystem (OT) (n = 40)	
	LSM	se	LSM	se
Beschäftigung mit Beschäftigungsobjekt ¹	3,39 ^a	0,24	1,04 ^b	0,19
Beschäftigung mit Objekt inkl. Wühlen ¹	3,36 ^a	0,54	8,81 ^b	0,44
Beschäftigung mit Stalleinrichtung ¹	1,74 ^a	0,15	1,20 ^b	0,12
Pseudowühlen ¹	4,09 ^a	0,32	2,75 ^b	0,25
Manipulation Buchtengenosse ¹	2,53 ^a	0,14	1,06 ^b	0,11
Komfort+Suhlen ¹	0,28 ^a	0,03	0,35 ^b	0,03
Laufen+Stehen ²	2,66 ^a	0,31	4,89 ^b	0,25
Liegen auf Liegefläche ¹	35,71 ^a	1,84	21,83 ^b	1,48
Liegen auf Lauffläche	40,45 ^a	2,00	49,51 ^b	1,61

¹ LS-Mittelwerte untransformiert, Signifikanzen nach Quadratwurzeltransformation

² LS-Mittelwerte untransformiert, Signifikanzen nach Logarithmustransformation: $\ln(x+1)$

n = Anzahl Tagesabschnittsmittelwerte

signifikante Unterschiede innerhalb Zeile (multipler t-Test nach Scheffé, $p \leq 0,05$) sind durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet

Die Verhaltensanteile für Beschäftigung mit Beschäftigungsobjekt (Ketten, Nagebalken und im TSP auch Stroh aus der Strohraufe), Beschäftigung mit Stalleinrichtung und die Verhaltensstörungen Pseudowühlen und Manipulation Buchtengenosse lagen im TSP um 2,35, 0,54, 1,34 bzw. 1,47 % über denen im OT. Für die Merkmale Beschäftigung mit Objekt

inkl. Wühlen, Komfort+Suhlen und Laufen+Stehen lagen die Anteile im OT über denen im TSP, und zwar um 5,45, 0,07 bzw. 2,23 % (Abbildung 8, Tabelle 17).

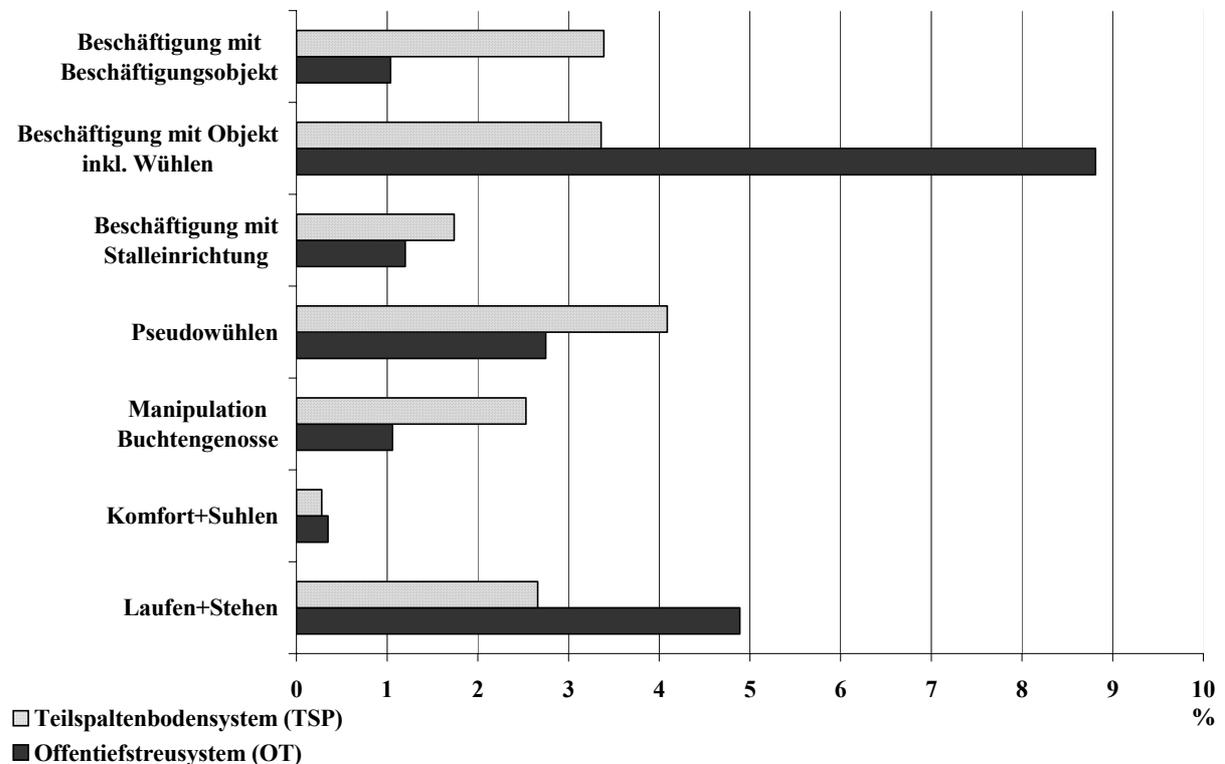


Abb. 8: LS-Mittelwerte der Verhaltensanteile (%) des Aktivitätsverhaltens für die Haltungssysteme

Buchteneffekt innerhalb Haltungssystem

In Tabelle 18 sind die LS-Mittelwerte für Bucht innerhalb Haltungssystem dargestellt. Der Effekt Bucht innerhalb Haltungssystem beinhaltet 2 Komponenten, zum einen die Lage und bauliche Ausgestaltung der Buchten und zum anderen den tierindividuellen Effekt der Zeitfahrtingruppen in den Buchten.

Es zeigen sich kaum Signifikanzen, für die signifikanten Merkmale Komfort+Suhlen und Sitzen traten keine signifikanten Unterschiede in den LS-Mittelwerten auf. Für die signifikanten Merkmale Laufen+Stehen und Liegen auf Liegefläche und Lauffläche zeigen sich keine Unterschiede innerhalb der untersuchten Haltungssysteme und kaum Unterschiede zwischen den Systemen, so dass sich die Auswahl und Verteilung der Tiere auf die Untersuchungsbuchten als gleichmäßig beweist und Unterschiede zwischen den Haltungssystemen nicht auf Buchteneffekte zurückzuführen sind.

Tab. 18: LS-Mittelwerte (LSM) der Verhaltensanteile (%) und Signifikanzen für den Buchteneffekt innerhalb Haltungssystem

Verhaltensmerkmal	Haltungssystem und Bucht									
	<u>TSP</u> 1 (n = 28)	2 (n = 28)	3 (n = 27)	4 (n = 27)	5 (n = 10)	6 (n = 9)	7 (n = 10)	8 (n = 10)	<u>OT</u> 1 (n = 20)	2 (n = 20)
Laufen+ Stehen ²	2,95 ab	3,34 ab	1,90 a	2,71 ab	2,00 ab	3,55 ab	2,20 ab	2,61 ab	4,43 b	5,36 b
Liegen auf Liegefläche ¹	47,62 a	46,53 ac	30,49 ab	43,97 ac	31,78 ab	20,83 bc	28,57 ab	35,86 ab	22,70 b	20,96 b
Liegen auf Lauffläche	28,68 a	30,35 ac	45,52 ab	33,24 ab	48,37 ab	52,58 ab	42,49 ab	42,37 ab	48,43 bc	50,59 b

TSP = Teilspaltenbodensystem OT = Offentiefstreusystem

¹ LS-Mittelwerte untransformiert, Signifikanzen nach Quadratwurzeltransformation

² LS-Mittelwerte untransformiert, Signifikanzen nach Logarithmustransformation: $\ln(x+1)$

n = Anzahl Tagesabschnittsmittelwerte

signifikante Unterschiede innerhalb Zeile (multipler t-Test nach Scheffé, $p \leq 0,05$) sind durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet

Jahr, Haltungssystem * Jahr

Mit dem Einflussfaktor Jahr und der Interaktion Haltungssystem * Jahr können vor allem klimatische Einflüsse und ihre Auswirkungen auf das Verhalten in den Haltungssystemen berücksichtigt werden. Auch Unterschiede im Management der Systeme zwischen den Jahren fließen in diesen Faktor ein.

Beim Vergleich der Untersuchungsjahre (Tabelle 19) zeigen sich 1999 signifikant höhere Werte für die Verhaltensweisen Beschäftigung mit Stalleinrichtung, Manipulation Buchtengenosse, Laufen+Stehen und Liegen auf Lauffläche (TSP: Spaltenboden, OT: planbefestigter Beton), während 1998 der Verhaltensanteil Liegen auf Liegefläche (TSP: planbefestigter Beton, OT: Tiefstreu) signifikant größer ist.

Für die signifikanten LS-Mittelwerte der Interaktionen zwischen Haltungssystem und Jahr (Tabelle 20) zeigt sich, dass außer für das Merkmal Sitzen die Werte innerhalb TSP zwischen 1998 und 1999 alle gleich und innerhalb OT alle unterschiedlich sind mit höheren Werten 1998 für Pseudowühlen und Liegen auf Liegefläche. Im OT sind die Mastschweine klimatischen Einflüssen stärker ausgesetzt als im TSP, so dass Verhaltensunterschiede im OT zwischen den Jahren eher systembedingt auftreten können.

Tab. 19: LS-Mittelwerte (LSM) der Verhaltensanteile (%), Standardfehler (se) und Signifikanzen für die Jahre

Verhaltensmerkmal	Jahr			
	1. Untersuchungsjahr 1998 (n = 90)		2. Untersuchungsjahr 1999 (n = 99)	
	LSM	se	LSM	se
Beschäftigung mit Stalleinrichtung ¹	1,17 ^a	0,15	1,77 ^b	0,12
Manipulation Buchtengenosse ¹	1,69 ^a	0,14	1,89 ^b	0,11
Laufen+Stehen ²	3,30 ^a	0,31	4,25 ^b	0,25
Liegen auf Liegefläche ¹	32,17 ^a	1,83	25,36 ^b	1,49
Liegen auf Lauffläche	41,41 ^a	2,00	48,55 ^b	1,62

¹ LS-Mittelwerte untransformiert, Signifikanzen nach Quadratwurzeltransformation

² LS-Mittelwerte untransformiert, Signifikanzen nach Logarithmustransformation: $\ln(x+1)$

n = Anzahl Tagesabschnittsmittelwerte

signifikante Unterschiede innerhalb Zeile (multipler t-Test nach Scheffé, $p \leq 0,05$) sind durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet

Innerhalb 1998 ergeben sich signifikante Unterschiede zwischen den Haltungssystemen für die Merkmale Beschäftigung mit Beschäftigungsobjekt und Manipulation Buchtengenosse mit jeweils höheren Verhaltensanteilen im TSP (Beschäftigung mit Beschäftigungsobjekt: TSP um 3,09 % > OT, Manipulation Buchtengenosse: TSP um 2,19 % > OT). Innerhalb 1999 sind bis auf Manipulation Buchtengenosse alle LS-Mittelwerte zwischen den Haltungssystemen signifikant verschieden, mit höheren Verhaltensanteilen im TSP für Beschäftigung mit Beschäftigungsobjekt (um 1,6 %), Pseudowühlen (um 2,32 %) und Liegen auf Liegefläche (um 19,55 %), im OT liegen die Werte für Komfort+Suhlen (um 0,23 %), Laufen+Stehen (um 3,68 %) und Sitzen (um 0,92 %) über denen vom TSP.

Tab. 20: LS-Mittelwerte (LSM) der Verhaltensanteile (%) und Signifikanzen für die Interaktion Haltungssystem * Jahr

Verhaltensmerkmal	Haltungssystem und Jahr			
	Teilspaltenbodensystem		Offentiefstreuensystem	
	1998 (n = 70)	1999 (n = 79)	1998 (n = 20)	1999 (n = 20)
Beschäftigung mit Beschäftigungsobjekt ¹	3,77 ^a	3,00 ^a	0,68 ^b	1,40 ^c
Pseudowühlen ¹	3,91 ^{ab}	4,28 ^b	3,53 ^b	1,96 ^a
Manipulation Buchtengenosse ¹	2,79 ^a	2,27 ^{ac}	0,60 ^b	1,52 ^c
Komfort+Suhlen ¹	0,34 ^{ab}	0,21 ^a	0,25 ^a	0,44 ^b
Laufen+Stehen ²	2,91 ^a	2,41 ^a	3,70 ^a	6,09 ^b
Sitzen	2,90 ^a	1,90 ^b	2,41 ^{ab}	2,82 ^a
Liegen auf Liegefläche ¹	36,28 ^{ab}	35,14 ^a	28,07 ^b	15,59 ^c

¹ LS-Mittelwerte untransformiert, Signifikanzen nach Quadratwurzeltransformation

² LS-Mittelwerte untransformiert, Signifikanzen nach Logarithmustransformation: $\ln(x+1)$

n = Anzahl Tagesabschnittsmittelwerte

signifikante Unterschiede innerhalb Zeile (multipler t-Test nach Scheffé, $p \leq 0,05$) sind durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet

Tagesabschnitt, Haltungssystem * Tagesabschnitt

Der Faktor Tagesabschnitt und die Interaktion Haltungssystem * Tagesabschnitt geben Aufschluss über die Aktivität der Mastschweine im Vergleich der untersuchten Beobachtungszeiten am Vor- und Nachmittag.

Von allen signifikanten LS-Mittelwerten für den Tagesabschnitt (Tabelle 21), das sind alle Verhaltensweisen außer Liegen auf Lauffläche, sind außer für Liegen auf Liegefläche die Verhaltensanteile nachmittags höher als vormittags. Das heißt, die Mastschweine haben nachmittags insgesamt weniger gelegen. Obwohl auch Sitzen ohne andere Aktivität nachmittags vermehrt auftrat, waren die Schweine insgesamt zwischen 13:30 und 16:30 Uhr aktiver (27,22 %) als in der Beobachtungszeit zwischen 5:30 und 8:30 Uhr (18,91 %).

Tab. 21: LS-Mittelwerte (LSM) der Verhaltensanteile (%), Standardfehler (se) und Signifikanzen für den Faktor Tagesabschnitt

Verhaltensmerkmal	Tagesabschnitt			
	5:32 - 8:30 Uhr (n = 95)		13:32 - 16:30 (n = 94)	
	LSM	se	LSM	se
Fressen+Saufen	5,44 ^a	0,23	6,99 ^b	0,23
Beschäftigung mit Beschäftigungsobjekt ¹	1,25 ^a	0,20	3,17 ^b	0,21
Beschäftigung mit Objekt inkl. Wühlen ¹	5,13 ^a	0,46	7,04 ^b	0,47
Beschäftigung mit Stalleinrichtung ¹	1,03 ^a	0,13	1,91 ^b	0,13
Pseudowühlen ¹	2,37 ^a	0,27	4,47 ^b	0,27
Manipulation Buchtengenosse ¹	1,33 ^a	0,12	2,25 ^b	0,12
Komfort+Suhlen ¹	0,27 ^a	0,03	0,35 ^b	0,03
Laufen+Stehen ²	3,34 ^a	0,26	4,21 ^b	0,26
Sitzen	1,98 ^a	0,12	3,03 ^b	0,12
Liegen auf Liegefläche ¹	33,42 ^a	1,57	24,11 ^b	1,58

¹ LS-Mittelwerte untransformiert, Signifikanzen nach Quadratwurzeltransformation

² LS-Mittelwerte untransformiert, Signifikanzen nach Logarithmustransformation: $\ln(x+1)$

n = Anzahl Tagesabschnittsmittelwerte

signifikante Unterschiede innerhalb Zeile (multipler t-Test nach Scheffé, $p \leq 0,05$) sind durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet

In Tabelle 22 sind die LS-Mittelwerte der Verhaltensanteile für die Interaktion Haltungssystem * Tagesabschnitt dargestellt. Innerhalb TSP sind alle Werte außer für Liegen auf Lauffläche (= Spaltenboden) signifikant unterschiedlich mit höheren Werten am Nachmittag, innerhalb OT treten keine Signifikanzen auf. Im OT waren die Schweine vormittags ebenso aktiv wie nachmittags, während sie im TSP vormittags weniger aktiv waren. Vergleicht man die LS-Mittelwerte der Vormittage miteinander, so ergeben sich signifikante Unterschiede für die Merkmale Fressen+Saufen, Beschäftigung mit Objekt inkl. Wühlen, Komfort+Suhlen und Laufen+Stehen mit jeweils größeren Verhaltensanteilen im

OT. Innerhalb der Nachmittage treten Beschäftigung mit Objekt inkl. Wühlen und Liegen auf Lauffläche im OT signifikant häufiger auf als im TSP, während Fressen+Saufen, Beschäftigung mit Beschäftigungsobjekt, Beschäftigung mit Stalleinrichtung und die Verhaltensstörungen Pseudowühlen und Manipulation Buchtengenosse im TSP häufiger beobachtet wurden.

Tab. 22: LS-Mittelwerte (LSM) der Verhaltensanteile (%) und Signifikanzen für die Interaktion Haltungssystem * Tagesabschnitt

Verhaltensmerkmal	Haltungssystem und Tagesabschnitt			
	Teilspaltenbodensystem		Offentiefstreusystem	
	5:32 - 8:30	13:32 - 16:30	5:32 - 8:30	13:32 - 16:30
	Uhr (n = 75)	Uhr (n = 74)	Uhr (n = 20)	Uhr (n = 20)
Fressen+Saufen	4,49 ^a	8,55 ^b	6,39 ^c	5,42 ^{ac}
Beschäftigung mit Beschäftigungsobjekt ¹	1,37 ^a	5,40 ^b	1,13 ^a	0,94 ^a
Beschäftigung mit Objekt inkl. Wühlen ¹	1,34 ^a	5,38 ^b	8,91 ^c	8,70 ^c
Beschäftigung mit Stalleinrichtung ¹	0,78 ^a	2,70 ^b	1,29 ^a	1,12 ^a
Pseudowühlen ¹	2,12 ^a	6,07 ^b	2,63 ^a	2,87 ^a
Manipulation Buchtengenosse ¹	1,41 ^a	3,64 ^b	1,25 ^a	0,87 ^a
Komfort+Suhlen ¹	0,21 ^a	0,34 ^b	0,33 ^b	0,36 ^b
Laufen+Stehen ²	1,64 ^a	3,67 ^b	5,05 ^b	4,74 ^b
Sitzen	1,65 ^a	3,15 ^b	2,31 ^{ac}	2,92 ^{bc}
Liegen auf Lauffläche	44,54 ^{ab}	36,36 ^b	46,13 ^a	52,89 ^a

¹ LS-Mittelwerte untransformiert, Signifikanzen nach Quadratwurzeltransformation

² LS-Mittelwerte untransformiert, Signifikanzen nach Logarithmustransformation: $\ln(x+1)$

n = Anzahl Tagesabschnittsmittelwerte

signifikante Unterschiede innerhalb Zeile (multipler t-Test nach Scheffé, $p \leq 0,05$) sind durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet

Regression der Verhaltensweisen auf das Alter

Die Regression der Verhaltensweisen auf das durchschnittliche Alter/Zeitgefährtengruppe an den Beobachtungstagen dient der Korrektur der Streuung im Mastanfängsalter (und der damit verbundenen Streuung im Mastanfangsgewicht). Die Kovariable gibt Auskunft über den zeitlichen Verlauf des Verhaltens während der Mast. Die durchschnittliche Mastdauer betrug 93,5 Tage, die Beobachtungszeit erstreckte sich über 10 Wochen nach einer durchschnittlichen Eingewöhnungszeit der Schweine von ca. 3 Wochen. Keine Änderungen in den Verhaltensanteilen im Verlauf der Mast ergaben sich für die Merkmale Fressen+Saufen, Manipulation Buchtengenosse, Komfort+Suhlen und Laufen+Stehen. Bei den anderen Merkmalen sind die Änderungen sehr gering (Tabelle 23), sowohl absolut als auch relativ zu

den Verhaltensanteilen. Mit steigendem Alter steigen die Verhaltensanteile der Beschäftigungsmerkmale sowie für das Sitzen, während Pseudowühlen abnimmt. Liegen auf der Lauffläche (TSP: Spaltenboden, OT: planbefestigter Beton) nimmt zu und Liegen auf der Liegefläche (TSP: planbefestigter Beton, OT: Tiefstreu) ab.

Tab. 23: Signifikante Regressionen der Verhaltensweisen auf das Alter

Verhaltensmerkmal	Änderungen im Verhaltensanteil [%] durch eine Steigerung des durchschnittlichen Alters der Zeitfahrertengruppe um 1 Tag	
	absolut	relativ zum Verhaltensanteil
Beschäftigung mit Beschäftigungsobjekt ¹	0,01	0,0002
Beschäftigung mit Objekt inkl. Wühlen ¹	0,04	0,0024
Beschäftigung mit Stalleinrichtung ¹	0,01	0,0001
Pseudowühlen	-0,02	-0,0007
Sitzen	0,01	0,0002
Liegen auf Liegefläche ¹	-0,21	-0,0639
Liegen auf Lauffläche	0,18	0,0782

¹nach Quadratwurzeltransformation

Relativ zu den Verhaltensanteilen der Merkmale sind die Änderungen im Liegeverhalten am höchsten, gefolgt von der Zunahme in der Beschäftigung mit Objekt inkl. Wühlen. Die Abnahme des Pseudowühlens sowie die Zunahmen der übrigen Verhaltensweisen mit zunehmendem Alter sind am geringsten.

Mit nicht parametrischen Tests ausgewertete ethologische Merkmale

Die selten aufgetretenen Verhaltensweisen Spielen und Alert sein und das Verhalten Wühlen, das nur im OT gezeigt werden konnte, mussten mit nicht parametrischen Tests ausgewertet werden. Für Spielen und Alert sein wurde auf Basis der Zeitfahrertengruppen-Mittelwerte untersucht, ob Unterschiede zwischen den Haltungssystemen auftraten. Für Wühlen dienten die Tagesabschnittsmittelwerte/Zeitfahrertengruppe als Basis und der Faktor Zeitfahrertengruppe wurde auf Signifikanz geprüft.

Spiele, Alert sein

Spiele und Alert sein traten im OT um 0,24 % bzw. 0,56 % signifikant häufiger auf als im TSP (Tabelle 24, Abbildung 9). Beide Verhaltensweisen wurden nur selten beobachtet (< 1 %).

Tab. 24: Arithmetische Mittel (%), Standardabweichung (s), mittlere Ränge auf der Basis Zeitfahrergruppe und Signifikanzen der Verhaltensmerkmale Spielen und Alert sein nach Haltungssystem

Verhaltensmerkmal	Haltungssystem						
	Teilspaltenbodensystem (TSP) (n= 16)			Offentiefstreusystem (OT) (n= 4)			p
	\bar{x}	s	Mittlerer Rang	\bar{x}	s	Mittlerer Rang	
Spielen	0,13	0,14	9,00 ^a	0,37	0,21	16,5 ^b	0,0263
Alert sein	0,18	0,20	9,00 ^a	0,74	0,59	16,5 ^b	0,0244

n = Anzahl Zeitfahrergruppen

signifikante Unterschiede innerhalb Zeile ($p \leq 0,05$, Wilcoxon Mann Whitney U-Test) sind durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet

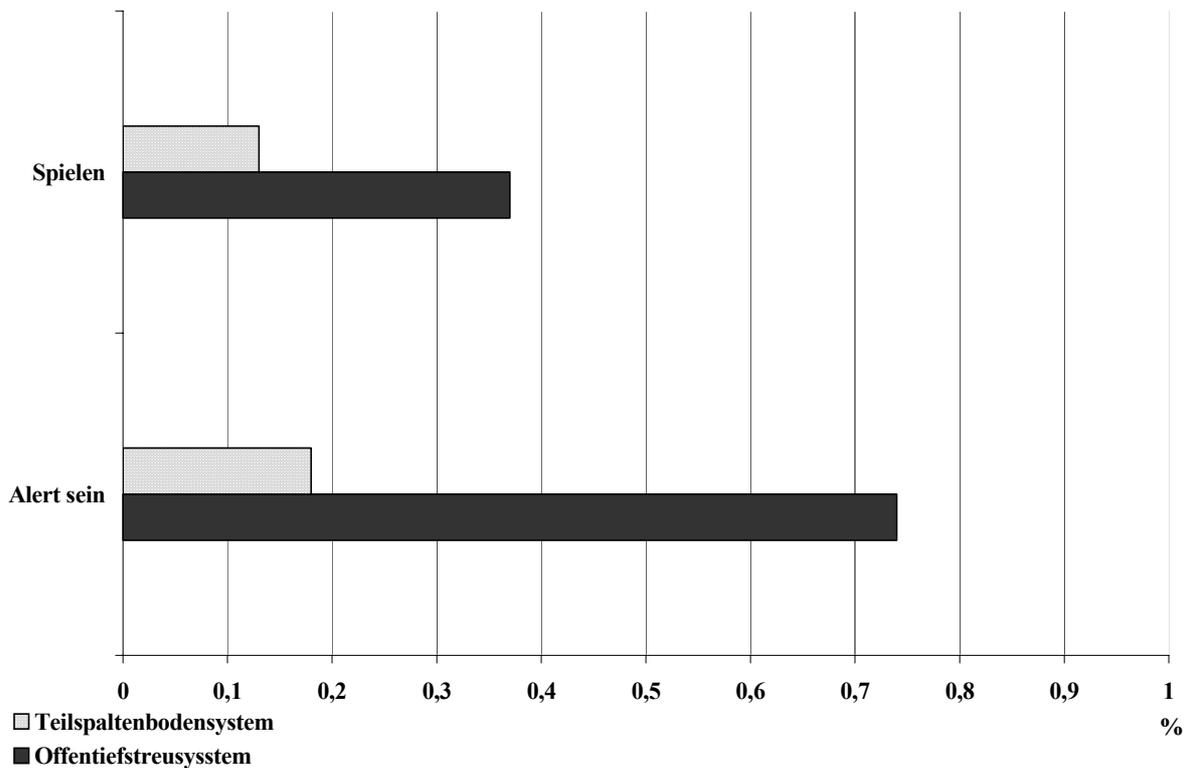


Abb. 9: Arithmetische Mittelwerte der Verhaltensmerkmale Spielen und Alert sein für die Haltungssysteme

Wühlen (im OT)

Für das Auftreten von Wühlen im Stroh, das nur im OT ausgeführt werden konnte, zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Zeitfahrergruppen innerhalb OT (Tabelle 25). Die Verhaltensanteile lagen zwischen ca. 6 % und 9 %.

Tab. 25: Arithmetische Mittel (%), Standardabweichung (s), mittlere Ränge (MRg) auf der Basis Tagesabschnitt und Signifikanzen des Verhaltensmerkmals Wühlen im Stroh für Zeitgefährtengruppen im Offentiefstreusystem (OT)

	Zeitgefährtengruppe im Offentiefstreusystem (OT)												
	1998 Bucht 1			1998 Bucht 2			1999 Bucht 1			1999 Bucht 2			p
	(n = 2)			(n = 2)			(n = 2)			(n = 2)			
\bar{x}	s	MRg	\bar{x}	s	MRg	\bar{x}	s	MRg	\bar{x}	s	MRg		
Wühlen	8,61	3,93	5,5	8,38	3,57	5,5	7,40	3,52	4,0	5,92	3,31	3,0	0,6823

n = Anzahl Tagesabschnittsmittelwerte

es traten keine signifikanten Unterschiede ($p \leq 0,05$, Kruskal Wallis-Test) auf

4.1.2 Direktbeobachtungen

In den Direktbeobachtungen (im 2. Untersuchungsjahr) wurde das Beschäftigungsverhalten, die Verhaltensstörung Manipulation Buchtengenosse und Komfort+Suhlen in Ergänzung zu den Videobeobachtungen näher untersucht. In beiden Haltungssystemen wurden die Schweine über einen Zeitraum von 8 Wochen parallel zu den Videobeobachtungen in 8er Gruppen beobachtet (TSP: buchtenweise, OT: in Gruppen à 8 Schweinen), insgesamt für 160 Min./Schwein. Durch die kontinuierliche Aufzeichnungsmethode wurden absolute Häufigkeiten erfasst und auf der Basis Einzeltier auf signifikante Unterschiede zwischen den Haltungssystemen analysiert.

Tab. 26: Absolute Häufigkeiten im Auftreten der Verhaltensweisen während der Direktbeobachtungen (160 Min./Tier), mittlere Ränge und Signifikanzen nach Haltungssystem

Verhaltensmerkmal	Haltungssystem				p
	Teilspaltenbodensystem (TSP) (n = 64)	Mittlerer Rang	Offentiefstreusystem (OT) (n = 63)	Mittlerer Rang	
Beschäftigung mit Stroh (inkl. Wühlen im OT)	433	49,77 ^a	718	78,45 ^b	0,0001
Kette Wand	266	75,27 ^a	143	52,55 ^b	0,0004
Kette frei	224	67,66	155	60,28	0,2530
Nagebalken	227	70,38 ^a	157	57,52 ^b	0,0468
Stalleinrichtung	348	64,45	330	63,55	0,8920
Manipulation					
Buchtengenosse	1356	92,56 ^a	387	34,98 ^b	0,0001
Komfort+Suhlen	648	66,49	530	61,47	0,4420

n = Anzahl Tiere

signifikante Unterschiede innerhalb Zeile ($p \leq 0,05$, Wilcoxon Mann Whitney U-Test) sind durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet

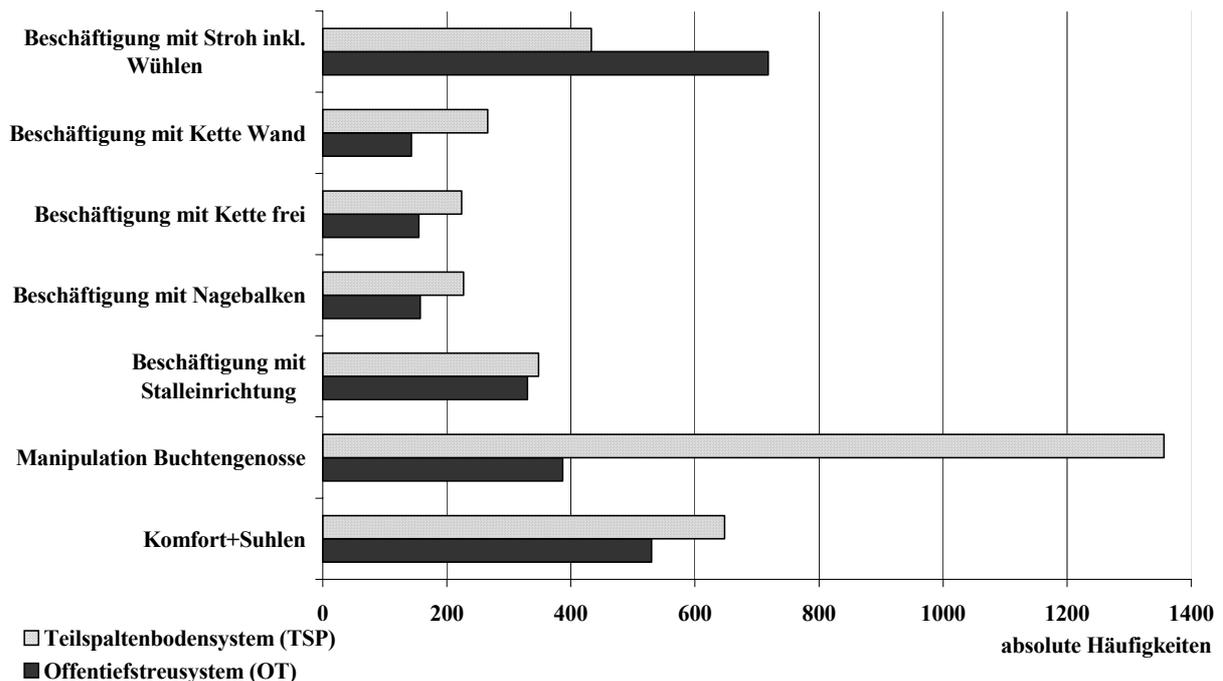


Abb. 10: Absolute Häufigkeiten im Auftreten der Verhaltensweisen während der Direktbeobachtungen (160 Min./Tier) nach Haltungssystem

Signifikante Unterschiede zwischen den Haltungssystemen bestanden für Beschäftigung mit Stroh (inkl. Wühlen im OT), Beschäftigung mit an der Wand befestigter Kette, Beschäftigung mit Nagebalken (schwach signifikant) und Manipulation Buchtengenosse (Tabelle 26, Abbildung 10). Nur im Merkmal Beschäftigung mit Stroh (inkl. Wühlen im OT) liegt die beobachtete Häufigkeit im OT über der vom TSP. Die größte Differenz zwischen den Haltungssystemen besteht für die Verhaltensstörung Manipulation Buchtengenosse mit 969 beobachteten Ereignissen mehr im TSP im Vergleich zum OT.

Die ethologischen Merkmale aus den Videobeobachtungen konnten außer Wühlen, Spielen und Alert sein mittels eines Varianzanalysemodells ausgewertet werden. Das Modell erklärte 30 bis 56 % der Gesamtvarianz. Unterschiede zwischen den Haltungssystemen sind nicht durch Buchteneffekte innerhalb der Haltungssysteme verursacht. Buchteneffekt betreffen bauliche Gegebenheiten und die Zusammensetzung der Zeitgefährtengruppen. Mit den Direktbeobachtungen wurden die Nutzung der Beschäftigungsobjekte durch die Schweine sowie die Verhaltensweisen Manipulation Buchtengenosse und Komfort+Suhlen näher untersucht.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die Schweine in beiden Haltungssystemen die überwiegende Beobachtungszeit im jeweils als Lauffläche vorgesehenen Bereich gelegen haben. Im OT waren die Tiere jedoch vormittags und nachmittags gleich aktiv, dagegen waren sie im TSP vormittags weniger aktiv als nachmittags.

In denjenigen Merkmalen des Aktivitätsverhaltens, deren Anteile jeweils über 1 % des Gesamtverhaltens einnahmen, wurden große Unterschiede zwischen den Systemen im Beschäftigungsverhalten, den Verhaltensstörungen Pseudowühlen und Manipulation Buchtengenosse und bezüglich Laufen+Stehen nachgewiesen. Dabei war der Anteil des Wühlens, das nur im OT ausgeführt werden konnte, für ein insgesamt höheres Beschäftigungsverhalten im OT verantwortlich, während die Stalleinrichtung und die Beschäftigungsobjekte, insbesondere die an der Wand befestigte Kette und der Nagebalken (Direktbeobachtungen), im TSP häufiger beschnuppert, abgetastet, bebissen, benaget und ins Maul genommen wurden als im OT.

Die Verhaltensstörungen Pseudowühlen und Manipulation Buchtengenosse traten im TSP wesentlich häufiger auf als im OT. Für die ebenfalls in Direktbeobachtungen untersuchte Verhaltensstörung Manipulation Buchtengenosse wurde dieses Ergebnis bestätigt. Laufen+Stehen wurde von den Schweinen im OT im Vergleich zu den Tieren im TSP häufiger ausgeführt.

Die Merkmale Spielen, Alert sein und Komfort+Suhlen, die zu je unter 1 % des Gesamtverhaltens gezeigt wurden, wurden alle im OT signifikant häufiger ausgeführt als im TSP. Allerdings konnte für Komfort+Suhlen das Ergebnis aus den Videobeobachtungen in den Direktbeobachtungen nicht bestätigt werden, das Verhalten wurde in beiden Haltungssystemen gleich häufig ausgeführt.

Keine Unterschiede zwischen den Haltungssystemen bestanden für die Verhaltensanteile des Fressens+Saufens und des Sitzens.

Bei der Prüfung der Wiederholbarkeit der Untersuchungen zwischen den Untersuchungsjahren (Einflussfaktor Jahre, Interaktion zwischen Haltungssystem und Jahr) wird deutlich, dass im TSP außer auf Sitzen der Jahreseffekt keinen Einfluss hat, während im OT Unterschiede in den Verhaltensanteilen für Beschäftigung mit Beschäftigungsobjekt, Pseudowühlen, Manipulation Buchtengenosse, Komfort+Suhlen, Laufen+Stehen und Liegen auf Liegefläche zwischen den Jahren auftraten. Systembedingt ist im OT ein stärkerer Klimaeinfluss möglich. Das unterschiedliche Alter bei Mastbeginn wurde durch die Regression auf das Alter korrigiert. Änderungen

der Verhaltensanteile mit zunehmendem Alter im Verlauf der Beobachtungszeit (Mast) waren vernachlässigbar gering.

4.2 Gesundheitsmerkmale

Die Gesundheitsmerkmale umfassen die Diagnosen und Behandlungen von Mastschweinen im Vergleich der Haltungssysteme sowie die Ergebnisse der 3-mal während der Mast tierindividuell durchgeführten Adspektionen, bei denen der Allgemeineindruck, das Integument und die Gliedmaßen und Klauen auf Veränderungen und Verletzungen untersucht und bonitiert wurden. Diese wurden zwischen und innerhalb Haltungssystem analysiert, um haltungsbedingte Unterschiede und Mängel aufzudecken. Des Weiteren wurden Schlachtbefunde während des Schlachtprozesses erhoben, durch vom Schlachthof gemeldete Beanstandungen ergänzt und zwischen den Haltungssystemen verglichen.

4.2.1 Behandlungen und Diagnosen

Insgesamt wurden 23 Mastschweine (8,98 %) medikamentös behandelt, davon 20 im OT (15,63 %) und 3 im TSP (2,34 %). 3 Tiere fielen im Versuchszeitraum aus. Die Behandlungen erfolgten mit standardmäßigen Therapien. Tabelle A3 im Anhang zeigt das Behandlungsprotokoll im Detail. Tabelle 27 gibt einen Überblick über die Anzahl behandelter bzw. befallener Tiere und die aufgetretenen Diagnosen pro Haltungssystem und Untersuchungsjahr. Die meisten Behandlungen erfolgten im OT 1999 (2. Untersuchungsjahr).

Tab. 27: Anzahl behandelter bzw. befallener Tiere und aufgetretene Diagnosen pro Haltungssystem und Untersuchungsjahr

Merkmal	Jahr und Haltungssystem				
	1998		1999		insgesamt
	TSP (n = 128)	OT (n = 128)	TSP (n = 128)	OT (n = 128)	
Anzahl behandelter Mastschweine	2	5	1	15	23
Anzahl aufgetretener					
Fundamentbeschwerden oder Arthritis	2	3	1	0	6
akuter Lungenentzündungen	0	2	0	0	2
Atemwegserkrankungen	0	0	0	15	15
Schwanzspitzenentzündungen	0	0	1	0	1
Wurmbefälle	0	0	0	0	0

TSP = Teilspaltenbodensystem OT = Offentiefstreuensystem
n = Anzahl Tiere

Grund waren Atemwegserkrankungen, maßgeblich verursacht durch das Auftreten von Rhinitis atrophicans (Ra.) auf dem Versuchsbetrieb. Zur Bekämpfung und Prophylaxe dagegen erhielten deshalb auch beide Gruppen im OT Tetrazykline über das Futter zu Beginn der Mast über einen Zeitraum von 1 Woche und nochmals während 1 Woche Mitte August. Im 1. Untersuchungsjahr (1998) wurden im OT 2,3 % der Schweine wegen Fundamentbeschwerden und 1,6 % wegen akuter Lungenentzündung behandelt. Eines der wegen Fundamentbeschwerden behandelten Tiere wurde ca. 3 Wochen nach Mastbeginn entfernt. Bei seiner späteren Schlachtung (80 kg SG warm) wurde eine chronische Pleuritis festgestellt. Im 2. Untersuchungsjahr verendeten 1,6 % der Schweine im OT ca. 2 Wochen bzw. 2 Monate nach der Aufstallung; die Autopsie ergab eine Drehung des Darmkonvolutes um die Gekrösewurzel mit nachfolgender Verblutung in das Darmlumen bzw. eine serofibrinöse Glomerulonephritis als krankheitsbestimmenden Befund. Im TSP wurden 2,3 % der Schweine aufgrund von Fundamentbeschwerden behandelt und 1 Schwein davon (0,8 %) zusätzlich wegen einer Schwanzspitzenentzündung, die vermutlich durch Schwanzbeißen entstanden war. Im 1. Untersuchungsjahr wurden einige Mastschweine im OT während sehr hoher Temperaturen im August mit Kreislauf stabilisierenden Mitteln behandelt. Aufzeichnungen darüber bestehen nicht. Im 2. Untersuchungsjahr wurden keine Kreislauf stabilisierenden Mittel eingesetzt. Die auf Spulwurmeier, Zwergfadenwurmeier, Magen-Darmwurmeier, Knötchenwurmeier, Peitschenwurmeier, Bandwurmeier, Kokzidieneier und Milbeneier untersuchten Sammelkotproben pro Mastperiode und pro Bucht im OT bzw. pro Stallabteil im TSP waren alle ohne Befund.

4.2.2 Allgemeineindruck, Integument-, Gliedmaßen-, Klauenveränderungen und -verletzungen

Insgesamt war das Ausmaß der Veränderungen und Verletzungen sehr gering. Nur an den Ohren und am Carpalgelenk im TSP und am Hals, an den Schultern und Flanken im OT lagen die durchschnittlichen Boniturwerte teilweise knapp über 1,00. Alle anderen Bonituren lagen zu allen 3 Adspektionszeitpunkten im Mittel zwischen 0 und 1,00. In beiden Haltungssystemen traten keine Veränderungen an den Fesselgelenken, am Sprunggelenk und an den linksseitigen Klauen auf. Klauenverletzungen leichter Art (rechtsseitig) lagen bei nur je 1 Tier/Haltungssystem vor (TSP: Schrunden, Druckstellen, Verformungen, OT: Zusammenhangstrennungen). Maximale Boniturwerte wurden vereinzelt in beiden Haltungssystemen erreicht (Tabelle 28), wobei im OT die Fehlstellung der Vorderbeine (von

vorne betrachtet) bei 8,7 % der Schweine auffällt (im Vergleich dazu im TSP: 4,7 %). Im allgemeinen Bereich traten maximale Bonituren für alle Merkmale (Allgemeineindruck, Haarkleid, Augenausdruck, Verschmutzung) auf. 7 % der Tiere im TSP wiesen ein struppiges Haarkleid auf, im OT waren starke Verschmutzungen bei ca. 30 % der Schweine festzustellen. Im Bereich Veränderungen+Verletzungen der Extremitäten kamen Maximalwerte bei nur jeweils 2 Tieren/Haltungssystem vor (TSP: Tarsalgelenk, OT: Unterarm und Hinterfuß-Mittelfuß). Am Rumpf wurden stärkere Verletzungen (tiefe oder eiternde Wunde, Risse und blutige Risse) in beiden Haltungssystemen nur vereinzelt festgestellt.

Tab. 28: Anzahl und prozentualer Anteil Mastschweine/Haltungssystem mit maximalen Boniturwerten für die einzelnen Merkmale und Körperstellen

Merkmal, Körperstelle	Haltungssystem			
	Teilspaltenbodensystem (TSP) (n = 128)		Offentiefstreusystem (OT) (n = 127)	
	Anzahl Tiere	%	Anzahl Tiere	%
Allgemeineindruck	2	1,6	1	0,8
Haarkleid	9	7,0	1	0,8
Augenausdruck	3	2,3	1	0,8
Verschmutzung	9	7,0	38	29,9
Veränderungen+ Verletzungen:				
Unterarm	0		1	0,8
Tarsalgelenk	2	1,6	0	
Hinterfuß-Mittelfuß	0		1	0,8
Verletzungen:				
Ohren	3	2,3	7	5,5
Hals	1	0,8	0	
Schwanz und -ansatz	2	1,6	1	0,8
Anogenitalbereich	0		1	0,8
sonstige (Kopf, Bauch)	0		2	1,6
Gliedmaßen:				
Lahmheiten etc.	1	0,8	0	
Vorderbeine von vorne	6	4,7	11	8,7
von Seite	4	3,1	6	4,7
Hinterbeine von hinten	4	3,1	1	0,8
von Seite	6	4,7	3	2,4

Um die Entwicklung der Veränderungen und Verletzungen zu verfolgen, wurden die Adspektionen nach einer Eingewöhnung der Schweine in die Buchten von durchschnittlich ca. 2 Wochen, zu Mastmitte und zu Mastende 1 Tag vor dem Schlachten durchgeführt.

Im Vergleich der Haltungssysteme zeigen sich zu den einzelnen Adspektionszeitpunkten signifikante Unterschiede in den Bonituren einiger der Gesundheitsmerkmale und

Körperstellen (Tabelle 29 a-c). Durch die insgesamt niedrigen Boniturwerte ist deren Relevanz für Gesundheit und Wohlbefinden der Schweine jedoch gering. Durchschnittliche Bonituren knapp über 1,00 (ein Befund bzw. bis 6 Kratzer) traten nur selten auf. An allen 3 Zeitpunkten waren die Bonituren im OT an den Schultern mit Werten von 0,94 bis 1,27 größer und an den Ohren kleiner als im TSP (TSP: 0,91 bis 1,14).

Tab. 29 a-c: Arithmetische Mittel (Boniturwerte), Standardabweichung (s), mittlere Ränge auf der Basis Einzeltier der signifikant unterschiedlichen Gesundheitsmerkmale für die Haltungssysteme und Adspektionszeitpunkte

a) Adspektionszeitpunkt 1: nach Eingewöhnungszeit in die Mastbuchten

Merkmal, Körperstelle	Haltungssystem						p
	Teilspaltenbodensystem (TSP) (n = 128)			Offentiefstreusystem (OT) (n = 127)			
	\bar{x}	s	Mittlerer Rang	\bar{x}	s	Mittlerer Rang	
Veränderungen+							
Verletzungen:							
Ellenbogen	0,17	0,53	132,77 ^a	0,09	0,46	123,19 ^b	0,0332
Carpalgelenk	0,74	0,85	152,77 ^a	0,13	0,40	103,03 ^b	0,0001
Hinterfuß-Mittelfuß	0,12	0,57	123,63 ^a	0,20	0,63	132,41 ^b	0,0462
Verletzungen:							
Ohren	0,91	1,12	145,66 ^a	0,43	0,90	110,20 ^b	0,0001
Schultern	0,62	0,84	109,18 ^a	1,17	1,07	146,97 ^b	0,0001
Flanken	0,73	0,87	117,10 ^a	1,06	1,04	138,98 ^b	0,0115
Rücken	0,72	0,89	147,37 ^a	0,28	0,64	108,48 ^b	0,0001
Schwanz und -ansatz	0,05	0,21	114,98 ^a	0,25	0,44	141,13 ^b	0,0001

b) Adspektionszeitpunkt 2: Mastmitte

Merkmal, Körperstelle	Haltungssystem						p
	Teilspaltenbodensystem (TSP) (n = 128)			Offentiefstreusystem (OT) (n = 126)			
	\bar{x}	s	Mittlerer Rang	\bar{x}	s	Mittlerer Rang	
Veränderungen+							
Verletzungen:							
Hinterfuß-Mittelfuß	0,02	0,12	120,41 ^a	0,28	0,83	134,71 ^b	0,0005
Verletzungen:							
Ohren	1,14	0,99	151,07 ^a	0,57	0,83	103,56 ^b	0,0001
Schultern	0,75	0,97	109,27 ^a	1,27	1,06	146,02 ^b	0,0001
Flanken	0,63	0,76	115,98 ^a	0,93	0,90	139,21 ^b	0,0064
Rücken	0,64	0,97	141,49 ^a	0,33	0,87	113,29 ^b	0,0001
Anogenitalbereich	0,02	0,15	120,98 ^a	0,13	0,33	134,13 ^b	0,0018
Gliedmaßen:							
Lahmheiten etc.	0,15	0,44	133,37 ^a	0,03	0,22	121,54 ^b	0,0039

/..Fortsetzung

Tab. 29 a-c: Fortsetzung

c) Adspektionszeitpunkt 3: 1 Tag vor dem Schlachten

Merkmal, Körperstelle	Haltungssystem						
	Teilspaltenbodensystem (TSP) (n = 128)			Offentiefstreusystem (OT) (n = 125)			
	\bar{x}	s	Mittlerer Rang	\bar{x}	s	Mittlerer Rang	p
Haarkleid	0,06	0,35	128,95 ^a	0	0	125,00 ^b	0,0472
Augenausdruck Veränderungen+	0,05	0,25	129,44 ^a	0	0	124,50 ^b	0,0262
Verletzungen:							
Carpalgelenk	1,30	0,98	155,42 ^a	0,46	0,79	97,90 ^b	0,0001
Tarsalgelenk	0,28	0,68	133,91 ^a	0,09	0,38	119,92 ^b	0,0068
Hinterfuß-Mittelfuß	0,05	0,26	122,75 ^a	0,26	0,85	131,36 ^b	0,0457
Verletzungen:							
Ohren	1,01	1,02	142,20 ^a	0,71	1,22	111,44 ^b	0,0003
Schultern	0,62	0,81	112,52 ^a	0,94	0,83	141,82 ^b	0,0006
Rücken	0,47	0,84	138,47 ^a	0,14	0,34	115,25 ^b	0,0005
Schwanz und -ansatz	0,51	0,69	135,27 ^a	0,38	0,76	118,53 ^b	0,0310
sonstige	0,10	0,35	121,11 ^a	0,32	0,87	133,03 ^b	0,0268

n = Anzahl Tiere

signifikante Unterschiede innerhalb Zeile ($p \leq 0,05$, Wilcoxon Mann Whitney U-Test) sind durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet

Die Verletzungen an den Flanken betragen im OT zu Adspektionszeitpunkt 1 und 2 1,06 bzw. 0,93 und lagen über denen im TSP. Die Verletzungen am Carpalgelenk 1 Tag vor dem Schlachten waren im TSP mit 1,30 bonitiert und größer als die im OT.

Um festzustellen, ob sich innerhalb Haltungssystem der Allgemeindruck oder die Verletzungen an bestimmten Körperstellen (systembedingt) im Verlauf der Mast verschlechterten wurden die Adspektionszeitpunkte 1 und 3 gegenübergestellt. Allerdings dürfte insbesondere bei den Verschmutzungen der Tageseinfluss besonders groß sein.

Tabelle 30 a-b weist die signifikant unterschiedlichen Gesundheitsmerkmale innerhalb Haltungssystem zwischen Adspektionszeitpunkt 1 und 3 auf.

Wiederum zeigt sich ein insgesamt sehr niedriges Niveau der Boniturwerte, das auf keine Haltungssystem bedingten Probleme hinweist. Lediglich im OT liegen die Werte für Hals und Flanken zum Zeitpunkt 1 und für die Ohren 1 Tag vor dem Schlachten knapp über 1,00.

Im TSP sind bis auf die Verletzungen am Rücken alle signifikant unterschiedlichen Boniturwerte 1 Tag vor dem Schlachten höher als zu Adspektionszeitpunkt 1, im OT alle bis auf die für Verletzungen am Hals und an den Flanken.

Tab. 30 a-b: Arithmetische Mittel (Boniturwerte), Standardabweichung (s), mittlere Ränge auf der Basis Einzeltier der signifikant unterschiedlichen Gesundheitsmerkmale innerhalb Haltungssystem für Adspektionszeitpunkt 1 versus 3

a) Teilspaltenbodensystem (TSP): Adspektionszeitpunkt 1 versus 3

Merkmal, Körperstelle	Adspektionszeitpunkt						p
	1 (n = 128)			3 (n = 128)			
	\bar{x}	s	Mittlerer Rang	\bar{x}	s	Mittlerer Rang	
Haarkleid	0	0	126,50 ^a	0,06	0,35	130,50 ^b	0,0446
Verschmutzung Veränderungen+	0,15	0,38	116,64 ^a	0,48	0,83	140,36 ^b	0,0004
Verletzungen:							
Ellenbogen	0,17	0,53	121,91 ^a	0,30	0,62	135,09 ^b	0,0316
Unterarm	0,02	0,18	125,53 ^a	0,05	0,23	131,47 ^b	0,0333
Carpalgelenk	0,74	0,85	108,58 ^a	1,30	0,98	148,42 ^b	0,0001
Tarsalgelenk	0,09	0,51	120,88 ^a	0,28	0,68	136,12 ^b	0,0028
Verletzungen:							
Rücken	0,72	0,89	140,46 ^a	0,47	0,84	116,54 ^b	0,0032
Schwanz und -ansatz	0,05	0,21	103,84 ^a	0,51	0,69	153,16 ^b	0,0001
Anogenitalbereich	0,04	0,32	124,51 ^a	0,14	0,51	132,49 ^b	0,0517
Schinken	0,35	0,53	112,46 ^a	0,73	0,81	144,54 ^b	0,0001
Gliedmaßen:							
Lahmheiten etc.	0,05	0,23	123,36 ^a	0,19	0,56	133,64 ^b	0,0282

b) Offentiefstreusystem (OT): Adspektionszeitpunkt 1 versus 3

Merkmal, Körperstelle	Adspektionszeitpunkt						p
	1 (n = 127)			3 (n = 125)			
	\bar{x}	s	Mittlerer Rang	\bar{x}	s	Mittlerer Rang	
Veränderungen+							
Verletzungen:							
Ellenbogen	0,09	0,46	119,19 ^a	0,22	0,52	133,93 ^b	0,0028
Carpalgelenk	0,13	0,40	114,63 ^a	0,46	0,79	138,56 ^b	0,0001
Verletzungen:							
Ohren	0,43	0,90	117,44 ^a	0,71	1,22	135,70 ^b	0,0205
Hals	1,09	0,98	138,10 ^a	0,78	0,89	114,72 ^b	0,0070
Flanken	1,06	1,04	141,38 ^a	0,60	0,73	111,38 ^b	0,0005
Gliedmaßen:							
Lahmheiten etc.	0,05	0,28	121,53 ^a	0,14	0,41	131,55 ^b	0,0146
Vorderbeine von vorne	0,03	0,25	123,48 ^a	0,13	0,49	129,56 ^b	0,0505
von Seite	0	0	124,00 ^a	0,08	0,39	129,04 ^b	0,0233

n = Anzahl Tiere

signifikante Unterschiede innerhalb Zeile ($p \leq 0,05$, Wilcoxon Mann Whitney U-Test) sind durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet

4.2.3 Schlachtbefunde

Die Schlachtbefunde setzen sich aus den am Schlachtband erhobenen Daten aus der Geschlinge- und Schlachtkörperadspektion und den vom Schlachthof erbrachten Rückmeldungen zu Beanstandungen und Auffälligkeiten zusammen.

In Tabelle 31 ist die jeweilige Anzahl an Tieren in den beiden untersuchten Haltungssystemen und Jahren mit Veränderungen für die einzelnen Merkmale der Schlachtkörperbefunde dargestellt (vgl. auch Tabelle 32). Die meisten Befunde traten im 1. Untersuchungsjahr (1998) auf. In beiden Haltungssystemen traten am häufigsten Lungenveränderungen auf (insgesamt TSP: 23,4 %, OT: 28,0 %), und zwar mit einem Ausmaß von weniger als 1/3 der Lunge, wovon - bis auf 1 Tier im TSP - alle 1998 auftraten. An 2. Stelle steht im TSP (1998: 10, 1999: 2 Schweine) Pleuritis (< Handfläche), gefolgt von Lungenveränderungen, die mehr als 1/3 der Lunge umfassen (alle 1998). Im OT traten umgekehrt stärkere Lungenveränderungen,

Tab. 31: Anzahl Tiere mit Schlachtkörperbefunden pro Haltungssystem und Untersuchungsjahr

Merkmal	Haltungssystem		n	Offentiefstreuensystem		n	
	Teilspaltenbodensystem (TSP)			(OT)			
	Anzahl Tiere mit Befund			Anzahl Tiere mit Befund			
	1998	1999	1998	1999			
Lunge	<1/3 verändert ¹	19	1	126	18	0	123
	>1/3 verändert ¹	9	0	126	15	1	123
Leber	Hepatitis ¹	0	0	126	0	1	123
	Parasiten ¹	0	0	126	0	0	123
Herz	Kardiomyopathie ¹	1	0	126	4	0	123
	Endo-, Myo-, Perikarditis ¹	1	2	126	2	1	123
Niere	Nierenzyste ¹	0	0	126	0	0	123
	Niereninfarkt ¹	0	0	126	0	0	123
Pleuritis	<Handfläche ¹	10	2	128	9	4	125
	>Handfläche ¹	2	0	128	0	1	125
Gelenkentzündungen ¹	0	0	128	0	2	125	
Lymphknoten vergrößert ¹	2	0	128	1	0	125	
Myopathien ¹	0	0	128	0	0	125	
chronische Pneumonie ²	0	1	128	0	1	125	
chronische Pleuritis ²	0	0	128	1	2	125	
chronische Perikarditis ²	0	2	128	2	2	125	
Leberbefund ²	0	0	128	2	4	125	
Blutung ²	7	0	128	0	0	125	
vorläufige Beschlagnahme ²	1	0	128	0	2	125	

¹ eigene Adspektion

² Schlachthofmeldung

n = Anzahl untersuchter Tiere insgesamt

ebenfalls fast alle 1998, am zweithäufigsten auf, gefolgt von Pleuritis (< Handfläche) (1998: 9, 1999: 4 Schweine). Pleuritis trat insgesamt zu 10,9 % im TSP und 11,2 % im OT auf. 7 Tiere (5,6 %) hatten im OT einen Leberbefund, davon 2 im 1. und 5 im 2. Untersuchungsjahr. Im TSP traten keine Leberbefunde auf. Herzbefunde traten im TSP bei 3,1 % und im OT bei 8,0 % der Schweine auf. Nierenzysten und Niereninfarkte sowie Myopathien wurden bei keinem der Schlachtkörper festgestellt. Bei allen anderen erhobenen Merkmalen traten Befunde bei bis zu 2 Tieren auf, Blutungen, vermutlich auf den Schlachtprozess zurückzuführen, im TSP bei 7 Schweinen.

Unterschiede zwischen den Haltungssystemen bestanden mit signifikant mehr Befunden im OT als im TSP für die Leberveränderungen und die Geschlinge- und Schlachtkörperhälftenadspektion sowie den vom Schlachthof vermerkten Beanstandungen und Auffälligkeiten für die beiden Haltungssysteme.

Tab. 32: Arithmetisches Mittel (Anzahl Tiere in %), Standardabweichung (s), mittlere Ränge auf der Basis Einzeltier und Signifikanzen der Schlachtbefunde für die Haltungssysteme

Merkmalsklasse	Haltungssystem						
	Teilspaltenbodensystem (TSP) (n = 128)			Offentiefstreuensystem (OT) (n = 125)			
	\bar{x}	s	Mittlerer Rang	\bar{x}	s	Mittlerer Rang	p
Lungenveränderung	23,4	42,5	124,15	28,0	45,1	129,92	0,4079
Leberveränderung	0	0	123,50 ^a	5,6	23,1	130,58 ^b	0,0068
Herzveränderung	3,1	17,5	123,95	8,0	27,2	130,12	0,0910
Nierenveränderung ¹	0	0	125,00	0	0	125,00	1,0000
Pleuritis	10,9	31,3	126,54	11,2	31,7	127,17	0,9483
Geschlinge- und Schlachtkörperhälftenadspektion	26,6	49,4	119,68 ^a	41,6	61,2	134,49 ^b	0,0436
Veränderungen insgesamt	45,3	71,9	122,64	56,8	81,7	131,47	0,2651

¹ TSP: n = 127; OT: n = 122

n = Anzahl Tiere

signifikante Unterschiede innerhalb Zeile ($p \leq 0,05$, Wilcoxon Mann Whitney U-Test) sind durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet

Bei den Gesundheitsmerkmalen zeigten sich vor allem im OT mehr medikamentöse Behandlungen infolge des Ra.-Einbruchs im 2. Untersuchungsjahr (1999) und von Kreislaufproblemen einiger Schweine im OT bei Hitze im 1. Die Untersuchungen des Allgemeindrucks sowie die Adspektionen des Integuments, der Gliedmaßen und der Klauen ergaben insgesamt sehr wenig Befunde mit geringer Relevanz für Gesundheit und Wohlbefinden der Tiere. Es konnten keine eindeutig Haltungssystem bedingten

Verletzungen und Veränderungen nachgewiesen werden. Bezüglich der Schlachtbefunde traten im OT signifikant mehr Leberbefunde (und damit Geschlingebefunde insgesamt) auf. Die Verluste waren gering.

4.3 Leistungsmerkmale

Zu den Leistungsmerkmalen gehören die nach Standardprüfmethoden erhobenen Mastleistungsmerkmale tägliche Zunahme im Mastabschnitt und Futtermittelverwertung als kg Futteraufwand/kg Zuwachs und die analog zu den Verfahren aus der Mastprüfungsanstalt routinemäßig erfassten Schlachtkörperqualitätsmerkmale. Um Unterschiede zwischen den Haltungssystemen analysieren zu können, wurden andere Einflussfaktoren auf die Leistung möglichst gleichmäßig über die Haltungssysteme verteilt und (oder) in der Varianzanalyse berücksichtigt (vgl. Kap. 3.7 (Leistungsmerkmale)).

Mastleistungsmerkmale

Die tägliche Zunahme lag im TSP mit 873,83 g um 48,34 g signifikant über der im OT (Tabelle 33), auch die Futtermittelverwertung war im TSP signifikant besser (Tabelle 34). Unterschiede zwischen den Haltungssystemen in der Mastleistung traten jedoch nur im 1. Untersuchungsjahr (1998) durch die dort deutlich verminderten Leistungen im OT auf.

Mit den Varianzanalysemodellen für die Mastleistungsmerkmale konnten 83 bzw. 84 % der Gesamtvarianz erklärt werden, die Variationskoeffizienten lagen im üblichen Bereich (s. Tabelle A4 im Anhang). Für die tägliche Zunahme wurde auf das Mastendgewicht ($b = 9,6$ g) korrigiert (keine Normalverteilung der Residuen bei Korrektur auf Mastanfangsgewicht).

Für die tägliche Zunahme traten bei der Bucht innerhalb Haltungssystem auffällig hohe Differenzen innerhalb TSP auf mit vor allem in Bucht 5, 6 und 8 (Stallabteil 2) des TSP (Mastbeginn April 1999) signifikant höheren täglichen Zunahmen. Für das Haltungssystem vor der Mast (im Abferkelstall und in der Aufzucht) bestand eine um 39,95 g signifikant geringere Zunahme in der vollständig strohlosen Variante gegenüber der Variante Stroh im Abferkelstall+strohlos in der Aufzucht. Erwartungsgemäß traten niedrigere Leistungen für Mastschweine aus Erstlingswürfen (im Vergleich zu Wurfnummer 10) und für die weiblichen Tiere auf.

Tab. 33: LS-Mittelwerte (LSM) der täglichen Zunahme (g), Standardfehler (se) und Signifikanzen für Haupteffekte und Interaktionen

Effekt	n	Leistungsmerkmal tägliche Zunahme	
		LSM	se
Haltungssystem			
Teilspaltenbodensystem (TSP)	128	873,83 ^a	9,46
Offentiefstreusystem (OT)	128	825,49 ^b	8,78
Bucht(Haltungssystem)			
TSP			
1	24	850,59 ^{ac}	10,45
2	24	833,47 ^{ac}	10,58
3	24	817,29 ^{ac}	11,38
4	24	823,87 ^{ac}	10,74
5	8	911,78 ^{ab}	21,62
6	8	905,76 ^{bc}	22,48
7	8	863,08 ^{ac}	23,38
8	8	984,83 ^b	21,62
OT			
1	64	827,72 ^{ac}	10,08
2	64	823,25 ^c	9,52
Haltungssystem im Abferkelstall und in der Aufzucht			
Stroh und Stroh	14	865,77 ^{ab}	20,66
Stroh und strohlos	89	861,58 ^a	6,98
strohlos und strohlos	152	821,63 ^b	5,76
Wurfnummer			
1	20	813,10 ^a	14,02
2	32	849,58 ^{ab}	12,78
3	44	845,40 ^{ab}	10,59
4	53	840,74 ^{ab}	9,97
5	12	811,40 ^{ab}	19,42
6	40	854,84 ^{ab}	10,74
7	12	893,11 ^{ab}	17,16
8	14	833,21 ^{ab}	19,19
9	14	855,95 ^{ab}	16,39
10	15	899,28 ^b	13,66
Geschlecht			
weiblich	128	832,68 ^a	8,47
männlich kastriert	128	866,64 ^b	8,63
Jahr			
1. Untersuchungsjahr 1998	128	834,35 ^a	11,27
2. Untersuchungsjahr 1999	128	864,97 ^b	6,34
Haltungssystem * Jahr			
TSP 1998	64	881,28 ^a	15,76
TSP 1999	64	866,38 ^a	7,58
OT 1998	64	787,41 ^b	9,97
OT 1999	64	863,57 ^a	10,43

n = Anzahl Tiere

signifikante Unterschiede innerhalb Effekt (Spalte) (multipler t-Test nach Scheffé, $p \leq 0,05$) sind durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet

Tab. 34: LS-Mittelwerte (LSM) der Futtermittelverwertung (kg Futteraufwand/kg Zuwachs), Standardfehler (se) und Signifikanzen für die Haltungssysteme, die Jahre und Haltungssystem * Jahr

Effekt	n	Leistungsmerkmal Futtermittelverwertung	
		LSM	se
Haltungssystem			
Teilspaltenbodensystem (TSP)	8	2,88 ^a	0,03
Offentiefstreusystem (OT)	4	3,16 ^b	0,04
Jahr			
1. Untersuchungsjahr 1998	6	3,11 ^a	0,04
2. Untersuchungsjahr 1999	6	2,92 ^b	0,04
Haltungssystem * Jahr			
TSP 1998	4	2,91 ^a	0,04
TSP 1999	4	2,86 ^a	0,04
OT 1998	2	3,32 ^b	0,06
OT 1999	2	2,99 ^a	0,06

n = Anzahl Zeitgefährtengruppen mit gemeinsamen Breifutterautomaten
signifikante Unterschiede innerhalb Effekt (Spalte) (multipler t-Test nach Tukey-Kramer, $p \leq 0,05$) sind durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet

Merkmale der Schlachtkörperqualität

Insgesamt lagen die Leistungen der Merkmale der Schlachtkörperqualität im üblichen Bereich. Mit den Varianzanalysemodellen konnten 14 bis 55 % der Gesamtvarianz erklärt werden. Die Variationskoeffizienten betragen zwischen 1,2 und 11,7 % (s. Tabelle A5 im Anhang). Die Regression auf das Schlachtgewicht war für fast alle Merkmale signifikant (s. Tabelle A5 und A6 im Anhang).

Das Haltungssystem war nur für die Fleischhelligkeit hochsignifikant mit einem OPTO-Wert von 64,99 (se = 0,52) (normale Qualität, an der Grenze zu sehr guter Qualität) im TSP und 67,93 (se = 0,65) (sehr gute Qualität) im OT.

Der Saisoneneffekt innerhalb Haltungssystem war für alle Merkmale außer für die durchschnittliche Rückenspeckdicke signifikant bis hochsignifikant. Dennoch ergaben sich für die LS-Mittelwerte keine signifikanten Unterschiede in den Fleischanteilsmerkmalen (Fleisch:Fett-Verhältnis, Fleischanteil im Bauch, Fleischanteil nach Bonner Formel). Auch für die anderen Merkmale ergaben sich keine deutlichen Saisoneneffekte (Tabelle 35).

Für die Effekte Geschlecht (Modell Typ I) und Rasse der Muttersau (Modell Typ II) ergaben sich keine unerwarteten Beeinflussungen der Leistung.

Tab. 35: LS-Mittelwerte (LSM) der Schlachtkörperqualitätsmerkmale (Model Typ I und Typ II) und Signifikanzen für Saisoneffekt innerhalb Haltungssystem

Schlachtkörper- qualitäts- merkmal	Haltungssystem, Jahr, Monat								
	Teilspaltenbodensystem						Offentiefstreuensystem		
	1998			1999			1998		1999
	Jan. (n = 32)	Sep. (n = 21)	Okt. (n = 11)	Juni (n = 6)	Juli (n = 46)	Aug. (n = 12)	Sep. (n = 55)	Okt. (n = 8)	Sep. (n = 62)
Ausschlachtung [%]	77,8 a	79,6 b	78,9 ab	78,5 ab	77,9 a	78,6 ab	78,2 ab	79,1 ab	77,6 a
Schlachtkörper- länge [cm]	98,5 a	98,5 ab	99,3 ab	98,0 ab	99,8 ab	101,8 b	99,5 ab	99,9 ab	100,5 ab
pH ₁ -Kotelett	6,40 ab	6,34 ab	6,11 a	6,32 ab	6,22 a	6,48 ab	6,46 b	6,24 ab	6,38 ab
Fleischhelligkeit [OPTO]	65,4 ab	66,3 ab	62,1 a	64,6 ab	64,0 a	67,7 ab	65,9 ab	68,7 ab	69,2 b
pH ₂₄ -Schinken ¹	5,55 a	5,62 ab	5,61 ab	5,63 ab	5,67 b	5,59 ab	5,58 a	5,58 ab	5,66 b
pH ₂₄ -Kotelett	5,47 a	5,54 ac	5,48 ac	5,49 ac	5,62 b	5,55 abc	5,52 ac	5,53 abc	5,55 c

¹ LS-Mittelwerte untransformiert, Signifikanzen nach Winkeltransformation: $1/\cos x$

n = Anzahl Tiere

signifikante Unterschiede innerhalb Zeile (multipler t-Test nach Scheffé, $p \leq 0,05$) sind durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet

In beiden Haltungssystemen wurden hohe Leistungen und gute bis sehr gute Schlachtkörperqualitäten erzielt. Unterschiede zwischen den Systemen bestanden vor allem in einer geringeren Mastleistung im OT im 1. Untersuchungsjahr. Innerhalb TSP sind größere Unterschiede in der täglichen Zunahme zwischen Buchten auffallend. Bei der Schlachtkörperqualität bestand hinsichtlich Fleischhelligkeit ein signifikanter Unterschied im OPTO-Wert zwischen den Systemen, der sich qualitativ geringfügig auswirkt (TSP: normale, OT: sehr gute Qualität).

4.4 Haltungstechnische und stallklimatische Merkmale

Zu den haltungstechnischen und stallklimatischen Merkmalen gehören neben der Beschreibung der Haltungssysteme (s. Kap. 3.4.2) die Auswertung der Bonitierungen zur Buchtenverschmutzung sowie die kontinuierlich aufgezeichneten Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsdaten und die stichprobenartig erhobene Luftströmungsgeschwindigkeit, Beleuchtungsstärke und Schadgaskonzentrationen (CO₂, NH₃).

Buchtenverschmutzung

Die Buchtenverschmutzung wurde regelmäßig notiert. Damit sollen Aussagen zur territorialen Einteilung der Buchten durch die Schweine, vor allem hinsichtlich Trennung von Kot-, Liege- und Fressbereich getroffen werden. Dazu wurden Mittelwerte für Teilbereiche der Buchten gebildet. Die Bonitierungen waren „1“ trocken, „2“ feucht, mäßig verkotet und „3“ nass, stark verkotet. Die durchschnittliche Buchtenverschmutzung für einzelne Teilbereiche ist in Abbildung 11 dargestellt.

Teilspaltenbodensystem (TSP)

q	u
r	v
s	w
t	Trogbereich x

Spalten Beton

Offentiefstreusystem (OT)

a	b	c	d
Tiefstreu			
e	f	g	h
i	j	k	l
Beton			
m	n	o	p
Trogbereich			

Bonituren: „1“ trocken, „2“ feucht, mäßig verkotet, „3“ nass, stark verkotet

<u>Teilspaltenbodensystem</u>					<u>Offentiefstreusystem</u>				
Teilbereich	n	\bar{x}	s	Maxi.	Teilbereich	n	\bar{x}	s	Maxi.
Liegefläche (planbefestigt) (u+v+w+x)	320	1,85	0,73	3,0	Liegefläche (Tiefstreu) (a+b+c+d+e+f+g+h)	440	1,86	0,86	3,0
Lauffläche (Spalten) (q+r+s+t)	320	2,09	0,73	3,0	Lauffläche (nicht eingestreut) (i+j+k+l+m+n+o+p)	440	1,48	0,57	3,0
Trogbereich (t+x)	160	2,15	0,77	3,0	Trogbereich (n+o+p)	165	1,45	0,48	3,0
gegenüber vom Trogbereich (q+u)	160	2,23	0,76	3,0	Randbereiche ohne Trogbereich (a+b+c+d+e+h+i+l+m)	495	1,94	0,82	3,0
Mitte der Bucht (r+s+v+w)	320	1,75	0,64	3,0	Mitte der Bucht (f+g+j+k)	220	1,23	0,45	3,0

n = Anzahl Beobachtungen

Abb. 11: Durchschnittliche Buchtenverschmutzung (Boniturwerte) nach Buchtenbereichen für die Haltungssysteme

Es ergibt sich eine Verschmutzung im TSP auf der Liegefläche (planbefestigt) von 1,85 und auf der Lauffläche (Spaltenboden) von 2,09. Im OT hat die Liegefläche (Tiefstreu) einen durchschnittlichen Boniturwert von 1,86 und die Lauffläche (planbefestigte nicht eingestreute Fläche) von 1,48.

Der Bereich um den Trog ist mit einem mittleren Boniturwert von 2,15 im TSP relativ hoch verschmutzt. Im OT beträgt der mittlere Boniturwert lediglich 1,45.

Gegenüber vom Trogbereich liegt im TSP der mittlere Boniturwert bei 2,23. Im mittleren Bereich der TSP-Buchten ist die Verschmutzung im Durchschnitt geringer (1,75). Im OT sind die Randbereiche ohne Trogbereich im Mittel mit einem Wert von 1,94 bonitiert worden, während der mittlere Bereich der Buchten - wie im TSP - relativ am saubersten war (1,23).

Zwischen den Jahren innerhalb Haltungssystem bestanden kaum Unterschiede in den Bonitierungen (Tabelle 36).

Tab. 36: Durchschnittliche Buchtenverschmutzung (Boniturwerte) in den Haltungssystemen nach Untersuchungsjahren, arithmetische Mittel, Standardabweichung (s), Maximum

Haltungssystem	Jahr	n	Boniturwerte ¹		
			\bar{x}	s	Maxi.
Teilspaltenbodensystem (TSP)	1998	312	1,94	0,74	3,0
	1999	328	2,00	0,74	3,0
	gesamt	640	1,97	0,74	3,0
Offentiefstreusystem (OT)	1998	272	1,62	0,79	3,0
	1999	608	1,69	0,74	3,0
	gesamt	880	1,67	0,75	3,0

¹ „1“ trocken, „2“ feucht, mäßig verkotet, „3“ nass, stark verkotet
n = Anzahl Beobachtungen

Lufttemperatur und Relative Luftfeuchte

In den Abbildungen A3 bis A6 im Anhang sind die Verläufe der durchschnittlichen Lufttemperatur und Relativen Luftfeuchte (Tagesmittel) nach Haltungssystem während des Versuchszeitraumes, ergänzt durch die Daten der Wetterstation auf dem Versuchsgut parallel zu den Mastperioden im OT, dargestellt. Die Werte der Wetterstation liegen leicht unter denen im OT. Tabelle A7 im Anhang weist die minimal und maximal erreichten Werte aus.

Es zeigt sich, dass die Temperaturen im OT stärker schwankten als im TSP und dass im OT vor allem niedrigere Temperaturen (Oktober 1998: Mini. 6 °C) erreicht wurden. Im TSP waren die Temperaturen insbesondere in der 2. Mastperiode 1998 (Oktober bis Dezember)

relativ konstant. In den Sommermonaten traten dagegen auch im TSP Temperaturen bis 34 °C auf, wohingegen im OT jedoch bis 36 °C erreicht wurden. Die Temperaturen im Stallabteil 2 des TSP (2. Untersuchungsjahr) lagen knapp unter denen vom Stallabteil 1.

Die Relative Luftfeuchte lag im 1. Untersuchungsjahr (1998) im TSP von Juni bis Anfang Oktober deutlich über der im OT, und es wurden Tagesdurchschnitte von 100 % erreicht, das Minimum betrug 50 %. Die Tagesmittelwerte im OT lagen zwischen 50 % und knapp über 90 %, das Maximum betrug 95 %. In der 2. Mastperiode 1998 im TSP lag die durchschnittliche Relative Luftfeuchte zwischen ca. 45 % und 80 %. Im 2. Untersuchungsjahr waren die Unterschiede zwischen den Haltungssystemen nicht so stark ausgeprägt und es wurden insgesamt niedrigere Werte erreicht.

Luftströmungsgeschwindigkeit und Beleuchtungsstärke

Luftströmungsgeschwindigkeit und Beleuchtungsstärke wurden stichprobenartig in den beiden Haltungssystemen erhoben (Tabelle 37 und 38). Die Luftströmungsgeschwindigkeit zeigte im OT eine höhere Variation als im TSP und bei Windstößen lagen

Tab. 37: Luftströmungsgeschwindigkeit (m/Sek.) in Tierhöhe an ausgewählten Tagen, Minimum und Maximum

Haltungssystem	Datum	Wetterlage	Temperatur [°C]		Relative Luftfeuchte [%]		Luftströmungsgeschwindigkeit	
			\bar{x}	s	\bar{x}	s	Mini.	Maxi.
TSP								
Stallabteil 1	20.07.1998		26	4	79	7	0,10	0,30
	14.08.1998		23	2	77	5	0	0,30
Stallabteil 1	02.06.1999	bedeckt	26	2	67	9	0,28	0,28
	19.07.1999	sonnig	28	1	69	9	0,20	0,28
Stallabteil 2	02.06.1999	bedeckt	23	3	78	12	0,20	0,28
OT								
	20.07.1998		29	6	51	11	0,20	0,30
	12.08.1998	schwül, leicht windig	27	3	62	9	0	0,20 bis 1,20 ¹
	01.09.1998		17	2	74	8	0	0,20 bis 0,60 ¹
	05.08.1999	bedeckt, schwül	23 ²	3 ²	64 ²	20 ²	0,25	0,35
	30.08.1999	sonnig, warm	19 ²	4 ²	58 ²	20 ²	0,15	0,35

TSP = Teilspaltenbodensystem OT = Offentiefstreusystem

¹ bei Windstößen

² Wetterstation

die Werte bis 1,20 m/Sek. Doch auch im TSP wurden relativ hohe Werte mit 0,30 m/Sek. erreicht.

Die Beleuchtungsstärke war im TSP bei ausgeschalteter Beleuchtung sehr gering. Die Minimumwerte betragen nur 0 Lux bis 10 Lux. Nur bei Sonnenschein konnten stellenweise bis 170 Lux erreicht werden. Bei eingeschalteter Beleuchtung wurden 20 Lux nicht unterschritten und bis 190 Lux erreicht. Im OT war die Beleuchtung mit mindestens 100 Lux und bis zu 4000 Lux vergleichsweise sehr hoch.

Tab. 38: Beleuchtungsstärke (Lux) in Tierhöhe an ausgewählten Tagen, Minimum und Maximum

Haltungssystem	Datum	Wetterlage	Temperatur [°C]		Relative Luftfeuchte [%]		Beleuchtung		Beleuchtungsstärke	
			\bar{x}	s	\bar{x}	s	ein	aus	Mini.	Maxi.
TSP										
Stallabteil 1	20.07.1998		26	4	79	7	x		30	120
	20.07.1998		26	4	79	7		x	0	30
	14.08.1998		23	2	77	5	x		40	190
Stallabteil 1	02.06.1999	bedeckt	26	2	67	9	x		20	110
	02.06.1999	bedeckt	26	2	67	9		x	0	20
	19.07.1999	sonnig	28	1	69	9	x		30	170
	19.07.1999	sonnig	28	1	69	9		x	10	170
Stallabteil 2	02.06.1999	bedeckt	23	3	78	12	x		20	110
	02.06.1999	bedeckt	23	3	78			x	0	20
OT										
	20.07.1998		29	6	51	11			100	1500
	12.08.1998	schwül, leicht windig	27	3	62	9			100	1500
	01.09.1998		17	2	74	8			100	500
	05.08.1999	bedeckt, schwül	23 ¹	3 ¹	64 ¹	20 ¹			300	3000
	30.08.1999	sonnig, warm	19 ¹	4 ¹	58 ¹	20 ¹			100	4000

TSP = Teilspaltenbodensystem OT = Offentiefstreusystem

¹ Wetterstation

Schadgase: CO₂ und NH₃

In Tabelle 39 sind die Ergebnisse der Schadgasmessungen in der Luft in Tierhöhe für CO₂ und NH₃ nach Haltungssystem dargestellt. Der Durchschnitt der gemessenen CO₂-Gehalte der Luft im TSP liegt über dem im OT. Das Minimum an in der Luft gemessenem CO₂ im TSP

(Mai 1999: 603,07 ppm) liegt nur knapp über dem im OT gemessenen Maximalwert (August 1999: 556,29 ppm).

Bei den gemessenen NH₃-Gehalten ist die Variationsbreite im OT größer als im TSP und es wurden zeitweise keine NH₃-Gehalte der Luft nachgewiesen, während maximal knapp 3 ppm (August 1999) auftraten und im Durchschnitt 1,18 ppm gemessen wurden. Im TSP reichten die NH₃-Gehalte von 0,56 ppm (Mai 1999) bis 14,25 ppm (Dezember 1998) und lagen im Durchschnitt bei knapp 6 ppm.

Tab. 39: CO₂- und NH₃-Gehalte (ppm) der Luft in Tierhöhe an ausgewählten Tagen, arithmetische Mittel, Standardabweichung (s)

Haltungssystem	Datum	CO ₂	NH ₃
Teilspaltenbodensystem (TSP)			
Stallabteil 1			
	14.08.1998		11,07
	08.09.1998	931,18	
	22.09.1998		6,75
	04.11.1998	1097,65	6,80
	03.-04.12.1998	1403,96	14,25
	16.12.1998	1049,70	1,99
	29.-30.12.1998	1223,82	2,95
	06.05.1999	869,96	5,11
	20.05.1999	1016,95	0,56
	01.06.1999	1042,76	6,05
	15.-17.06.1999	605,44	6,29
Stallabteil 2			
	11.05.1999	947,12	1,12
	27.-28.05.1999	603,07	4,81
	10.06.1999	659,65	5,05
	24.06.1999	841,78	2,85
TSP: \bar{x} (s)		945,62 (235,85)	5,77 (3,69)
Offentiefstreuensystem (OT)			
	01.09.1998	478,56	2,19
	08.07.1999	446,94	0,87
	15.07.1999	449,87	0,28
	22.07.1999	513,91	0
	29.07.1999	391,95	0
	05.08.1999	488,89	2,99
	12.08.1999	358,60	0
	19.08.1999	456,24	1,07
	23.-26.08.1999	556,29	1,45
	06.09.1999	470,74	
	14.09.1999	515,85	2,98
OT: \bar{x} (s)		466,17 (56,01)	1,18 (1,19)

Die Merkmale der Haltungstechnik, die über die Beschreibung der baulichen Beschaffenheit der Systeme hinaus erhoben wurden, zeigten für die Buchtenverschmutzung, dass von den Schweinen keine deutlich abgegrenzten Bereiche (Liege-, Kot-, Fressbereich) in den Buchten eingehalten wurden. Die Buchtenverschmutzung war insgesamt gleichmäßig hoch, was auf eine Störung im Territorialverhalten der Schweine hinweist. Für die Lufttemperaturen sowie die Relative Luftfeuchte wurde deutlich, dass erwartungsgemäß im OT stärkere Schwankungen auftraten mit vor allem niedrigeren Temperaturen als im TSP. Während in beiden Haltungssystemen, insbesondere im 1. Untersuchungsjahr, Temperaturen von über 30 °C auftraten, fällt die sehr hohe Relative Luftfeuchte im TSP auf. Bei den gemessenen Luftgeschwindigkeiten sind die Werte bis 0,3 m/Sek. im TSP unerwartet hoch, wohingegen die stärkeren Schwankungen und höheren Geschwindigkeiten bei Windstößen bis über 1 m/Sek. im OT systembedingt auftraten. Die Beleuchtungsstärke war im TSP teilweise äußerst gering mit bis zu nicht messbar niedrigen Werten in Teilbereichen der Buchten bei ausgeschalteter Beleuchtung. Auch bei eingeschaltetem Licht wurden bereichsweise Mindestwerte von 20 Lux gemessen. Die stichprobenartig erhobenen CO₂- und NH₃-Gehalte der Stallluft auf Tierhöhe wiesen nicht auf starke Belastungen hin. H₂S wurde zu keinem Zeitpunkt der Untersuchungen olfaktorisch festgestellt.

Im Folgenden werden die Zusammenhänge zwischen Wohlbefinden der Mastschweine und Haltungssystem vergleichend für die untersuchten Haltungssysteme anhand der ethologischen Merkmale diskutiert. Die Gesundheitsmerkmale fließen in die Diskussion ein. Die Leistung wird getrennt diskutiert. Im zweiten Teil der Diskussion erfolgt die Betrachtung der Eignung der ausgewählten Merkmale und Methoden für die Schätzung des Wohlbefindens von Mastschweinen. In der Schlussbetrachtung werden zusammenfassend Schlussfolgerungen - sowohl die verglichenen Haltungssysteme in Bezug auf Wohlbefinden der Tiere und Maßnahmen zu ihrer Verbesserung als auch die Untersuchungsmethodik zur Schätzung des Wohlbefindens betreffend - gezogen.

5.1 Zusammenhänge zwischen Wohlbefinden und Haltungssystem

5.1.1 Ethologische Merkmale und Gesundheitsmerkmale

Die Diskussion der ethologischen Merkmale fokussiert auf Wohlbefinden im Vergleich der Haltungssysteme und beginnt mit dem am häufigsten gezeigten Aktivitätsverhalten Wühlen, das nur im OT ausgeführt werden konnte. Daran anschließend werden die übrigen Merkmale des Beschäftigungsverhaltens und die hauptsächlich aus Mangel an Beschäftigungsmöglichkeiten auftretenden Verhaltensstörungen Pseudowühlen und Manipulationen an Buchtengenossen inkl. Aggressionen diskutiert. Die selten auftretenden Merkmale Spielen und Komfortverhalten schließen sich in der Diskussion an, bevor das passive Verhalten Liegen in Bezug auf die Liegefläche und auf seine Häufigkeit und Sitzen diskutiert werden. Die Gesundheitsmerkmale fließen weitgehend in die Diskussion der Verhaltensmerkmale ein, Lungenveränderungen und Verluste werden am Schluss berücksichtigt.

Die Ergebnisse zum Vergleich des Verhaltens in den beiden untersuchten Haltungssystemen, Offentiefstreusystem (OT) und Teilspaltenbodensystem (TSP), zeigen deutliche Unterschiede in den mittleren Häufigkeiten (mittlere Verhaltensanteile in %) der Verhaltensmerkmale zwischen den Systemen. Der Einfluss der Buchten innerhalb Haltungssystem spielte dabei keine entscheidende Rolle.

Wühlen

Die Beschäftigung mit Objekt inkl. Wühlen trat im OT (8,81 %) signifikant häufiger auf als im TSP (3,36 %). Der Vergleich mit der im TSP signifikant häufiger aufgetretenen Beschäftigung mit Beschäftigungsobjekt ohne Wühlen (TSP: 3,39 %, OT: 1,04 %) (Beschäftigung mit einer der Ketten, dem Nagebalken und im TSP dem Stroh aus der Raufe) zeigt, dass Wühlen im OT den größten Anteil am Merkmal Beschäftigung mit Objekt inkl. Wühlen einnimmt. Innerhalb OT bestanden beim Wühlen keine signifikanten Unterschiede zwischen den Zeitfahrergruppen, Wühlen wurde in allen Buchten und in beiden Jahren gleichmäßig häufig ausgeführt und war mit um 6 bis 9 % die am häufigsten ausgeführte Aktivität in den untersuchten Haltungssystemen.

Dies bestätigt Ergebnisse von JACKISCH et al. (1996), die ebenfalls Wühlen in Tiefstreuhaltungssystemen am häufigsten beobachteten. Wühlen auf dem Boden in einem veränderbaren Substrat scheint eine für das Wohlbefinden von Schweinen unabdingbare Verhaltensweise zu sein. Dies zeigt sich an dem hohen Anteil von Wühl- und Erkundungsaktivitäten bei Schweinen unter natürlichen und wenig restriktiven Bedingungen (BRIEDERMANN 1990, JENSEN und STANGEL 1992, SCHNEIDER und WALTER 1996, SAMBRAUS 1991a, STOLBA und WOOD-GUSH 1989, VAN PUTTEN 1978). Untersuchungen mit operanter Technik von KRETSCHMER und LADEWIG (1993) und LADEWIG und MATTHEWS (1996b) unterstreichen die Bedeutung von Wühlmaterialien auf dem Boden für Schweine mit relativ unelastischer Nachfrage nach Sägespänen, Sägemehl, Stroheinstreu und Sand auf dem Boden (zwischen -0,10 bis -0,25) und wesentlich elastischerer Nachfrage nach Stroh aus einer Strohraufe (-0,56).

Bei den Direktbeobachtungen wurde nach den Beschäftigungsobjekten unterschieden. Alle Objekte (Stroh, Ketten, Nagebalken) wurden von den Mastschweinen genutzt, wobei die Häufigkeit der Beschäftigung mit Stroh (inkl. Wühlen im OT) innerhalb Haltungssystem (TSP: absolute Häufigkeit 433, OT: absolute Häufigkeit 718) ein Mehrfaches von der jeweiligen Häufigkeit der Beschäftigung mit den anderen Objekten (TSP: absolute Häufigkeiten um 240, OT: absolute Häufigkeiten um 150) betrug. Die in einstreulosen Haltungsbedingungen eingebrachten Objekte, an denen Schweine Erkundungs- und Beschäftigungsverhalten ausführen können, bieten nur zu einem Teil einen Ersatz für das bodengerichtete Wühlen (JACKISCH et al. 1996, KRÖTZL et al. 1994, STUBBE 2000). Bei den von KRÖTZL et al. (1994) und STUBBE (2000) untersuchten Beschäftigungsobjekten traten

auch in den mit Beschäftigungsobjekten ausgestatteten Buchten Schwanzbeißen und Agonistisches Verhalten auf, jedoch zu einem wesentlich geringeren Anteil als in den nicht oder nur mit einer Kette angereicherten Buchten. In beiden Untersuchungen wurde deutlich, dass gerade dem Stroh in der Wühlschale mit der Ermöglichung nach unten gerichteter Wühlbewegungen eine entscheidende Bedeutung zukam (KRÖTZL et al. 1994, STUBBE 2000). Die Beschäftigung mit Stroh aus der Raufe im TSP trat signifikant seltener auf als Wühlen und Beschäftigung mit Stroh im OT. JACKISCH et al. (1996) fanden dagegen eine vergleichbare Häufigkeit von Wühlen in Tiefstreusystemen und Beschäftigung mit Stroh in Schrägmistsystemen. Die in Schrägmistsystemen generell höhere und gleichmäßiger über den Boden verteilte Menge Stroh im Vergleich zu einstreulosen Systemen mit Strohraufe könnte zu diesem Unterschied geführt haben. Darüber hinaus muss der im TSP eingesetzte Strohverbrauch als minimal angesehen werden. Der Strohverbrauch für die Strohraufen (Langstroh) lag bei durchschnittlich 13 g/Tier und Tag (1,2 kg/Tier und Mastperiode) mit einem geringeren Stroheinsatz im 2. Untersuchungsjahr (1998: 22 g/Tier und Tag; 1999: 9 g/Tier und Tag). Das nicht befriedigte Wühl- und Beschäftigungsverhalten der Schweine im TSP spiegelte sich in einem hohen Anteil an Verhaltensauffälligkeiten wider, wobei jedoch keine signifikanten Unterschiede im Auftreten von Beschäftigung mit Beschäftigungsobjekt, Manipulation Buchtengenosse und Pseudowühlen innerhalb TSP zwischen den Untersuchungsjahren auftraten. Bei STUBBE (2000) liegen die Werte des Stroheinsatzes zwischen 3 g und 38 g/Tier und Tag in dem untersuchten Beschäftigungsautomaten. KRÖTZL et al. (1994) hatten einen Durchschnittswert von 37,7 g/Tier und Tag an der Strohraufe (Häckselstroh) und 21,0 g bzw. 30,0 g an den Raufutterautomaten mit Häckselstrohpresswürfeln (mit Melasse). Im Vergleich dazu betrug die Tiefstreumenge im OT 0,76 g/Tier und Tag im 1. und 0,53 g/Tier und Tag im 2. Untersuchungsjahr. Bei der geringeren Strohmenge im 2. Jahr waren innerhalb OT die Verhaltensanteile Beschäftigung mit Beschäftigungsobjekt und Manipulation Buchtengenosse höher und Pseudowühlen geringer als im 1. Jahr, lagen jedoch bis auf Manipulation Buchtengenosse noch signifikant unter denen im TSP. Somit scheint insgesamt neben der Strohmenge auch die Darreichungsform als veränderbares Wühlmaterial auf dem Boden für das Wohlbefinden der Tiere von Bedeutung zu sein.

Die in nicht eingestreuten Systemen durch Strohraufen eingebrachte Strohmenge spielt aus verfahrenstechnischer Sicht eine Rolle. SÜSS (1998) gibt einen Strohverbrauch von 52 bis 78 g/Tier und Tag für dieselben Strohautomaten wie in der hier vorliegenden Untersuchung

an und bewertet diesen noch als niedrig und die Funktion des Spaltenbodens und Flüssigmistverfahrens nicht einschränkend. KRESS et al. (1996) erwarten ab einem Verbrauch von 40 bis 50 g/Tier und Tag verfahrenstechnische Probleme mit der Gülle. In einem dänischen System mit Teilspalten und eingestreutem Liegenest (Offenfrontsystem) sowie Strohraufe setzten JAKOB und WIELAND (1993) ca. 4,6 kg Langstroh/Tier und Mastperiode in der Strohraufe ein. Sie berichten, dass die Schweine das Langstroh sehr stark zerkleinern, so dass es keine Behinderungen im Schwemmkanal verursacht. Im Widerspruch dazu wurde trotz des wesentlich geringeren Strohverbrauchs in den hier untersuchten Ställen der Strohanteil im Flüssigmist von den Tierhaltern als zu hoch angesehen, da er zu Verstopfungen beim Abpumpen der Gülle führte.

Die mit Einstreu häufig in Verbindung gebrachten tierhygienischen Probleme durch Endoparasitenbefall und daraus resultierende Lungen- und Leberveränderungen scheinen eher in Kompostställen als in Strohtiefstreu eine Rolle zu spielen (HESSE et al.1999, HOY 1998, SIMANTKE 2000). In der hier vorliegenden Arbeit traten Leberbefunde nur im OT an 7 Tieren (= 6 %) auf, woraus sich signifikant häufigere Leber- und Geschlingeänderungen im OT gegenüber dem TSP ergaben. Sie traten zu 71,4 % im 2. Untersuchungsjahr auf, dem Jahr mit dem Rhinitis atrophicans (Ra.) Einbruch und gingen nicht mit nachweisbarem Endoparasitenbefall einher. Eine Verbindung zwischen Ra. und Lungen-, Leber- und Herzveränderungen ist stark vom Schweregrad der Erkrankung abhängig (FLESJÅ und ULVESÆTER 1980, LIESCHKE et al. 1991). In der vorliegenden Arbeit war die Ra.-Infektion leichterem Ausmaßes. Sie bedeutete durch die Erschwerung des Atmens zweifellos eine Beeinträchtigung des Wohlbefindens der Schweine im OT, wohingegen die Leberbefunde nicht als stark einschränkend angenommen werden können.

Es wird deutlich, dass Wühlen am Boden in veränderbarem Material für das Wohlbefinden von Schweinen entscheidend ist. Die kleine Strohauffangschale am Boden der Strohraufe lässt die Verhaltensweise Wühlen nicht adäquat zu, so dass die Raufe insgesamt nur einen kleinen Beitrag zur Beschäftigung leisten kann, nicht aber Wühlmaterial umfassend ersetzt.

Beschäftigung mit Objekten und der Stalleinrichtung

Aus der Literatur ist bekannt, dass Ketten zwar von den Schweinen genutzt werden, Ketten allein, auch frei hängende, jedoch keine ausreichende Beschäftigung bieten, weil sie

Verhaltensstörungen kaum verringern (BERGERON und GONYOU 1997, BÖHMER und HOY 1994, GRAUVOGL et al. 1997, HESSE et al. 1997, INGENBLEEK 1996, JACKISCH et al. 1996, STOLBA und WOOD-GUSH 1989, STUBBE 2000). Daher wurde in die hier vorliegende Untersuchung eine Variante mit nur einer oder mehreren Kette(n) zur Beschäftigung der Schweine gar nicht einbezogen.

Außerdem werden hängende, saubere und gut zugängliche Objekte gegenüber auf dem Boden liegenden, verschmutzten oder schlecht zugänglichen Spielzeugen bevorzugt (BLACKSHAW et al. 1997b). Die Beschäftigungsobjekte, die neben Stroh in die untersuchten Haltungssysteme eingebracht wurden, waren an der Wand befestigte Ketten, frei hängende Ketten und an der Wand hängende Nagebalken. Insgesamt nutzten die Tiere im TSP die Beschäftigungsobjekte signifikant häufiger als im OT. Dies traf für beide Untersuchungsjahre zu, obwohl innerhalb OT im 2. Jahr die Objekte häufiger genutzt wurden als im 1. Im TSP war auch der Anteil der Beschäftigung mit der Stalleinrichtung mit 1,74 % signifikant höher als im OT (1,20 %), was sich in den Direktbeobachtungen jedoch nicht bestätigte. Es kann davon ausgegangen werden, dass im TSP durch die Beschäftigung mit den Beschäftigungsobjekten und der Stalleinrichtung eine zumindest teilweise Kompensation für das Wühlen stattfindet (BODENKAMP 1998).

Die Ergebnisse aus den Direktbeobachtungen zeigen, dass alle hier zur Anreicherung der Systeme verwendeten Objekte genutzt wurden. Von den eingesetzten Beschäftigungsobjekten (Ketten und Nagebalken) wurden die an der Wand befestigte Kette und der Nagebalken im TSP signifikant häufiger genutzt als im OT, während die Beschäftigung mit der frei hängenden Kette in beiden Haltungssystemen gleich häufig auftrat und innerhalb Haltungssystem in einer mit der Nutzung der anderen beiden Objekte vergleichbaren Häufigkeit vorkam. Ein Nagebalken war auch bei STUBBE (2000) ein verstärkt genutztes Objekt und führte bei KRÖTZL et al. (1994) zu einem geringeren Anteil an Beschäftigung mit den Wänden und dem Boden.

Eine teilweise Kompensation der fehlenden Wühlmöglichkeit im TSP durch die Beschäftigungsobjekte und die Beschäftigung mit der Stalleinrichtung wird deutlich.

Pseudowühlen

Pseudowühlen auf Betonboden trat im TSP (4,09 %) signifikant häufiger auf als im OT (2,75 %), obwohl es auf dem planbefestigten Betonboden im vorderen Teil der Buchten

ebenfalls möglich war. Dies deckt sich mit Untersuchungen von BEATTIE et al. (1998), in denen nachgewiesen werden konnte, dass Mastschweine Stroh gegenüber Betonboden bevorzugen. Die geringere Einstreumenge auf der Liegefläche im OT im 2. Untersuchungsjahr führte nicht zu mehr Pseudowühlen, im Gegenteil, im 2. Untersuchungsjahr wurde signifikant weniger Pseudowühlen im OT ausgeführt. Die Einstreumatratze entsprach trotz der geringeren Strohmenge immer noch einer Tiefstreu mit der Möglichkeit zu graben. Die Schweine im TSP hatten nicht die Möglichkeit in veränderbarem Material am Boden zu wühlen. Strohhalme lagen nur vereinzelt in der kleinen Strohauffangschale unter der Strohraufe oder am Boden und boten keine Gelegenheit zu Wühlbewegungen in die Tiefe. Das vermehrt aufgetretene Pseudowühlen deutet demnach darauf hin, dass der Wühltrieb der Schweine nicht befriedigt war und ersatzweise Wühlversuche unternommen wurden. Die Beobachtung entsprach denen von BEATTIE et al. (1995) und DURRELL et al. (1997), die in angereicherten Haltungssystemen (mehr Platz, Torf- oder Stroheinstreu, Strohraufe, Liegekiste bzw. ausgelagter Pilzkompost in Raufe) eine Reduzierung von Pseudowühlen erreichten. LYONS et al. (1995) fanden signifikant weniger Pseudowühlen und Beschäftigung mit Stalleinrichtung zusammen in Haltungssystemen mit Stroh (Tiefstreu, Schrägmist: ca. 2 %) gegenüber einstreulosen (planbefestigt, Spalten: ca. 13 %). Pseudowühlen ist eine das Wohlbefinden negativ beeinflussende Verhaltensweise, da sie als Wühlversuch funktional und im Ablauf defizitär bleibt und davon ausgegangen werden muss, dass sie die Wühlmotivation nicht vollständig befriedigt (VAN PUTTEN 1978, VESTERGAARD 1996). Darüber hinaus kann sie zu Verletzungen und hygienischen Problemen durch Wühlen in Exkrementen führen (BAXTER 1982, NEWBERRY und WOOD-GUSH 1988, VON ZERBONI und GRAUVOGL 1984). Wühlen in Exkrementen ist als Ersatzhandlung anzusehen, da Schweine ihren eigenen Kot meiden (VON ZERBONI und GRAUVOGL 1984).

Die Ergebnisse des häufigeren Pseudowühlens im TSP weisen darauf hin, dass die fehlende Wühlmöglichkeit in veränderbarem Material auf dem Boden im TSP auch durch die Strohraufe mit Wühltrug nicht angemessen kompensiert werden konnte. Während dies eine Minderung des Wohlbefindens der Schweine darstellt, konnten Verletzungen der Rüsselscheibe und Endoparasitenbefall, die durch Pseudowühlen und Wühlen in den Exkrementen hervorgerufen werden können, in der hier vorliegenden Arbeit jedoch nicht nachgewiesen werden.

Manipulationen an Buchtengenossen, Aggressionen

Manipulationen an Buchtengenossen sind die bei Reizarmut in Haltungsumwelten von Mastschweinen am häufigsten gezeigten Verhaltensstörungen (FRASER und BROOM 1997). Bei einem Vergleich von Einstreusystemen (Tiefstreu, Kompost, Schrägmist) mit einstreulosen (Teil- und Vollspalten) beobachteten JACKISCH et al. (1996) die Verhaltensweise Beschäftigung mit Sozialpartner (Massieren und Aggressionen mit Beißen, Drohen, Verdrängen) in den einstreulosen Haltungssystemen von allen beobachteten Verhaltensweisen (Strohessen, Wühlen, Beschäftigung mit Sozialpartner, Stehen, Sitzen Liegen) am häufigsten, gefolgt von Pseudowühlen. Neben Reizarmut können weitere ungünstige Umweltfaktoren (Klima, Platzmangel u.a.) als verstärkende Stressoren wirken (BRUMMER 1978, FRASER und BROOM 1997, STUBBE 2000, VAN PUTTEN 1978, VON ZERBONI und GRAUVOGL 1984). Manipulationen von Buchtengenossen können zu Verletzungen führen. Das Wohlbefinden der Schweine ist aber nicht nur dann herabgesetzt, wenn sichtbare Schäden am Tier auftreten, sondern auch, wenn die subjektive Integrität des Tieres durch Bedingungen, die seine auf proximate Ziele ausgerichtete evoluierte Verhaltenssteuerung stören, verletzt wird (WECHSLER 1993, WEMELSFELDER 1993, WEMELSFELDER 1997b). Als motivationaler Grund für das Bearbeiten von Buchtengenossen sind Frustration, Aggression und Langeweile zu sehen. Das Motiv „soziale Körperpflege“ kommt nicht zum Tragen, da zum einen soziale Körperpflege nicht oder nur in einem geringen Umfang von Schweinen ausgeführt wird (BRIEDERMANN 1990, MEYNHARDT 1990, SAMBRAUS 1991a, STOLBA und WOOD-GUSH 1981, VAN PUTTEN 1978). Zum anderen belegen zahlreiche Studien den wechselseitig kompensatorischen Effekt von Beschäftigungsmöglichkeiten und Manipulationen an Buchtengenossen (BEATTIE et al. 1995, BEATTIE et al. 1996, BODENKAMP 1998, BÖHMER und HOY 1994, DE JONG et al. 1998, FRASER et al. 1991, JACKISCH et al. 1996, JAKOB 1987, KRÖTZL et al. 1994, LAY JR. et al. 2000, LYONS et al. 1995, PETERSEN et al. 1995, STOLBA und WOOD-GUSH 1981).

Die hier vorliegenden Ergebnisse bestätigen dies. Im TSP (TSP: 2,53 %, OT: 1,06 %) zeigte sich ein mehr als doppelt so hoher ($p = 0,0001$) Anteil an Manipulationen von Buchtengenossen (Bearbeiten von Buchtengenossen und Aggression mit Kampf, Drohen, Angreifen). Die detailliertere Betrachtung zu den Verhaltensweisen der Beschäftigung in der Direktbeobachtung unterstreicht diese Ergebnisse. Die Manipulation der Buchtengenossen wurde im TSP um das 3,5-fache häufiger beobachtet als im OT mit einer absoluten Häufigkeit von über 1300 Ereignissen in 160 Minuten Beobachtungszeit pro Schwein. Im OT war der

Anteil an Manipulationen von Buchtengenossen relativ gering (1,06 %), jedoch nicht gänzlich ausgeschlossen und war im 2. Untersuchungsjahr erhöht (1,52 %), in dem die Strohmenge reduziert war. Neben der geringeren Strohmenge im 2. Jahr könnten die Manipulationen an Buchtengenossen im OT damit erklärt werden, dass Stroh als Wühlmaterial von Schweinen nicht absolut präferiert wird, sie bevorzugen nach Untersuchungen von BEATTIE et al. (1998) eher Materialien, die Erde ähnlich sind. Des Weiteren wurde in Studien von STOLBA und WOOD-GUSH (1981) deutlich, dass durch Trennwände und Sichtblenden stärker gegliederte Haltungssysteme partnerorientiertes Verhalten gegenüber einem Offenfronttiefstreustall ohne Sichtblenden reduzierten. Dagegen konnten OLESEN et al. (1996) keinen Kampf reduzierenden Effekt von Trennwänden bei nach dem Absetzen gemischten Ferkeln im Alter von ca. 4 Wochen feststellen. Aber bei ihren Untersuchungen stammten in den neu gebildeten Gruppen von 7 Ferkeln jeweils nicht mehr als 2 aus dem selben Wurf. Darüber hinaus waren die Aufzuchtbuchten außer durch die Trennwand nicht angereichert und mit Drahtgitterboden ausgestattet (Platzangebot: 0,32 m²/Ferkel).

Beispiele aus der Literatur belegen, dass Manipulationen an Buchtengenossen in reizarmen Haltungssystemen zu derart schweren Verletzungen (häufig am Schwanz durch Schwanzbeißen) führen können, das eine Herausnahme der verletzten Schweine aus der Gruppe notwendig wird, um deren Tod zu vermeiden (BEATTIE et al. 1995, BÖHMER und HOY 1994, JACKISCH et al. 1996, JAKOB 1987, STUBBE 2000). Trotz des hohen Anteils an gegenseitigen Manipulationen im TSP im Vergleich zum OT spiegeln sich diese Verhaltensunterschiede nicht gleichermaßen in den Verletzungen wider und es traten keine schweren Verletzungen auf. Die Verletzungen des Integuments waren in beiden Haltungssystemen insgesamt sehr gering. Boniturwerte von um 1 waren an allen 3 Adspektionszeitpunkten im OT für Schultern und Ohren und zu den Adspektionszeitpunkten 1 und 2 für die Flanken höher als im TSP. Innerhalb Haltungssystem nahmen die Integumentschäden (ohne Gliedmaßenschäden und Allgemeineindruck) bis zum Ende der Mast im TSP am Schwanz und Schwanzansatz, im Anogenitalbereich und am Schinken signifikant zu und am Rücken ab, während sie im OT an den Ohren zu- und am Hals und an den Flanken abnahmen. LYONS et al. (1995) beobachteten mehr Verletzungen bei Mastschweinen in einstreuloser Haltung und verzeichneten in strohloser und eingestreuter Haltung eine Abnahme des Verletzungsgrads im Verlauf der Mast als Folge der Etablierung stabiler Rangordnungen. In der hier vorliegenden Untersuchung wurde die 1. Adspektion erst nach einer ca. 14-tägigen Eingewöhnungszeit der Schweine in die Buchten durchgeführt, so

dass mögliche stärkere Verletzungen durch Rangordnungskämpfe nicht in die Ergebnisse einfließen.

In beiden Systemen blieb der Bereich Schwanz- und Schwanzansatz nicht völlig unversehrt und bei 3 Einzeltieren (2 im TSP, 1 im OT) traten maximale Boniturwerte der Kategorie „tiefe, eiternde Wunde, Risse, blutige Risse“ auf. Im TSP musste ein weiteres Schwein wegen Schwanzspitzenentzündung, deren Ursache vermutlich in Schwanzbeißen zu sehen ist, behandelt werden. Im TSP waren die Schwanz- und Schwanzansatzverletzungen von Adspektionszeitpunkt 1 (nach Eingewöhnungsphase) bis Mastende signifikant angestiegen, während sie im OT zu Anfang höher und zu Mastende signifikant niedriger waren als im TSP. Alle Schweine hatten kupierte Schwänze, da das Kupieren eine auf dem Versuchsbetrieb routinemäßig durchgeführte Maßnahme war.

Da unzulängliche Beschäftigungsmöglichkeiten eine Umlenkung des Verhaltens auf andere Tiere bewirken (FRASER und BROOM 1997) und die Ursache für Schwanzbeißen sind, stellt das Kupieren der Schwänze, ein die Integrität der Tiere verletzender Eingriff, keine geeignete Ursachenbekämpfung dar (VAN PUTTEN 2000, BRUMMER 1978). JAKOB (1987) stellte im Offentiefstreuensystem kein Schwanzbeißen fest, während im wärme gedämmten (Gleichdrucklüfter mit Heizung) Teilspaltenbodensystem starkes Schwanzbeißen auftrat, infolgedessen einige Schweine vorzeitig geschlachtet werden mussten. In im Vergleich zu dem hier untersuchten TSP noch reizärmeren Haltungssystemen (Teil- und Vollspalten ohne Beschäftigungsobjekt bzw. nur mit einer Kette, weniger Platz) trat bei Untersuchungen von STUBBE (2000) Schwanzbeißen bei Mastschweinen mit kupierten und nicht kupierten Schwänzen verstärkt auf. Bei JACKSICH et al. (1996) trat Schwanz- und Ohrbeißen nur in Vollspaltenbodenbuchten mit lediglich einer frei hängenden Kette zur Beschäftigung auf und wurde in Tiefstreu, auf Kompost, in Schrägmist und auf Teilspaltenboden mit Strohhautomat nicht beobachtet. Auch bei BEATTIE et al. (1995) kam es nur auf Vollspalten ohne Beschäftigungsmöglichkeiten zu Schwanzbeißen (mit teilweise schweren Verletzungen) und nicht in angereicherter Haltungsumwelt (mehr Platz, Torf- oder Stroheinstreu, Strohraufe, Liegekiste). BÖHMER und HOY (1994) und BODENKAMP (1998) beobachteten Schwanz- und Ohrbeißen verstärkt in Vollspaltenbodenbuchten gegenüber Komposttiefstreu, selbst bei Anreicherung der Vollspaltenbodenbuchten mit Beschäftigungsobjekten (Ketten, Reifen, Holzstücke) (BÖHMER und HOY 1994). Dennoch trat auch in den Komposttiefstreubuchten diese Verhaltensstörung auf (BÖHMER und HOY 1994, BODENKAMP 1998).

In Übereinstimmung mit der Literatur zeigte sich in den hier untersuchten Haltungssystemen, dass in reichhaltiger gestalteten Umwelten mit mehreren Anreicherungselementen starkes Schwanzbeißen vermieden werden kann. Die bei einem Tier aufgetretene behandlungswürdige Schwanzspitzenentzündung im TSP gibt einen weiteren Hinweis darauf, dass sich das System in einem marginalen Bereich zu gänzlicher Überforderung der Adaptation der Tiere befindet.

Der Anteil der Manipulationen an Buchtengenossen war im TSP wesentlich höher als im OT, was auf einen Mangel an adäquaten Beschäftigungsmöglichkeiten und vermindertes Wohlbefinden im TSP hinweist. In beiden Haltungssystemen traten jedoch keine schweren Verletzungen auf.

Aggressives Verhalten (Kämpfen) ist in der hier vorliegenden Arbeit zusammen mit der Verhaltensweise Bearbeiten Buchtengenosse erfasst worden und deshalb im Verhalten Manipulation Buchtengenosse enthalten. Aggressives Verhalten kann nach der Bildung einer stabilen Rangordnung durch Platzmangel, Reizarmut und ein zu weites Tier:Fressplatz-Verhältnis verstärkt verursacht werden. Insgesamt weisen die geringen Verletzungen der Schweine in beiden untersuchten Haltungssystemen nicht auf heftigere aggressive Auseinandersetzungen hin.

Nach der Etablierung einer Rangordnung treten Kämpfe nur noch selten auf (SAMBRAUS 1991a). In reizarmer Umgebung treten aggressive Verhaltensweisen (Kämpfen) jedoch vermehrt auf (BEATTIE et al. 1995, BODENKAMP 1998, BÖHMER und HOY 1994, JAKOB 1987, LAY JR. et al. 2000). Je größer die Gruppe, desto länger dauern die Auseinandersetzungen an (AREY und FRANKLIN 1995). Schweine benötigen Platz, um zur Reduzierung kämpferischer Auseinandersetzungen einander auszuweichen (FRASER und BROOM 1997, JENSEN 1982, JENSEN 1984, VAN PUTTEN 1978). Qualität des Raumes, Platzangebot und Dichte wirken gemeinsam auf die Häufigkeit aggressiven Verhaltens (BEATTIE et al. 1996, SIMONSEN 1990, STOLBA und WOOD-GUSH 1981). In beiden untersuchten Haltungssystemen gab es außer den Bereichen mit unterschiedlichen Bodenausführungen (TSP: planbefestigt, Spalten; OT: Tiefstreu, planbefestigt) keine weiteren Strukturierungselemente wie z.B. Trennwände. Während das Platzangebot/Tier in beiden Haltungssystemen annähernd gleich hoch war (TSP: 1,1 m²/Mastschwein, OT: 1,4 m²/Mastschwein (durchschnittliches Anfangsgewicht: 30,7 kg, s = 3,7 kg; durchschnittliches Endgewicht: 107,1 kg, s = 8,1 kg), könnte die kleinere Gesamtfläche und damit verbundene geringere mögliche Ausweichdistanz im TSP jedoch mit

zu dem höheren Anteil an Manipulation Buchtengenosse (inkl. Aggression) beigetragen haben. TURNER et al. (2000a) untersuchten 800 Mastschweine auf Tiefstreu mit einem niedrigen (50 kg LG/m²) und einem hohen (32 kg LG/m²) Platzangebot sowie unterschiedlichen Gruppengrößen (20 vs. 80 Tiere). In den Buchten mit geringem Platzangebot war die Anzahl an Integumentverletzungen größer und die Immunantwort nach Antigenverabreichung (Newcastle Disease Virus) geschwächt, was auf größeren Stress und mehr Aggressionen hinweist.

Kämpfen tritt häufig auch im Fressbereich auf, wenn es den Schweinen nicht ermöglicht ist, ihr arteigenes gemeinsames Fressen in der Gruppe auszuführen (FRASER und BROOM 1997, GATTERMANN 1993, HÖRNING 2000a, STOLBA und WOOD-GUSH 1989, VAN PUTTEN 1978, SAMBRAUS 1991a, VON ZERBONI und GRAUVOGL 1984). Das Tier:Fressplatz-Verhältnis betrug 2,7:1 in der Anfangs- und 4:1 in der Endmast bzw. im OT im 1. Untersuchungsjahr 5,3:1 und 8:1. Diese technische Ausstattung widerspricht der Förderung des arteigenen Verhaltens des gemeinsamen Fressens. KIRCHER et al. (2001) verglichen Mastschweine im Kistenstall in Gruppen von 20 Schweinen mit Gruppen von 40 Schweinen bei ad libitum Fütterung an Rohrbreiautomaten (Tier:Fressplatz-Verhältnis 5:1 bzw. 10:1). Die Aggressionshäufigkeit am Automaten, die Häufigkeit von Verdrängungen und die Anzahl erfolgloser Fressversuche waren in der 40er-Gruppe mit dem weiteren Tier:Fressplatz-Verhältnis während des Tages (10:00 bis 18:00 Uhr) signifikant höher. In der hier vorliegenden Untersuchung bestanden keine Unterschiede in den Verhaltensanteilen des Fressens+Saufens zwischen den untersuchten Haltungssystemen. Voruntersuchungen hatten ergeben, dass während der Nacht nur eine geringe Aktivität herrscht. Dies bestätigt Ergebnisse anderer Untersuchungen, in denen ausgedehntere Futteraufnahmezeiten und die Verlegung des Fressens in die Nachtstunden, insbesondere durch leichtere respektive rangniedrige Tiere, bei der Verwendung von weiteren Tier:Fressplatz-Verhältnissen (16:1, 16:1, > 5,5:1 bzw. Abruffutterstation: 20:1) beobachtet wurden (BOTERMANS und SVENDSON 2000, BOTERMANS et al. 2000, HOY et al. 1995, KRAUSE 1995). Insofern scheint eine Beeinträchtigung des Wohlbefindens durch die Fütterungstechnik nicht von entscheidender Bedeutung gewesen zu sein.

Das Tier:Tränke-Verhältnis betrug in Abhängigkeit von den Breifutterautomaten 4:1 im TSP und 16:1 (1998), 10,7:1 (August 1998) bzw. 8:1 (1999) im OT. Der Breifutterautomat ermöglichte den Schweinen arteigenes Schlürfrinken (SAMBRAUS 1991a). TURNER et al. (2000b) untersuchten 640 Mastschweine (\bar{x} = 36,0 kg, s = 5,0 kg) in unterschiedlichen Gruppengrößen (20 vs. 60 Tiere) und mit unterschiedlichen Tier:Tränke-Verhältnissen (10:1

vs. 20:1). Sie konnten keine Konkurrenz finden, die zu einer Beeinträchtigung des Trinkens, des Sozialverhaltens insgesamt oder der Leistung der leichtesten Schweine ($\bar{x} = 30,9$ kg, $s = 0,63$ kg) in den Gruppen geführt hätte. Die nicht vom Trog unabhängige Tränke ist kritisch zu betrachten. BOTERMANS und SVENDSON (2000) stellten fest, dass die Möglichkeit der Schweine Wasser zum Futter zu mischen, bei ad libitum Fütterung die negativen Folgen der Konkurrenz am Trog auf die Leistung reduzierte, d.h. durch Erhöhung der täglichen Futteraufnahme (und täglichen Zunahme) konnten die rangniedrigen Tiere fressen, bevor die ranghöheren wieder hungrig wurden. Die negativen Folgen der Konkurrenz auf die Hautverletzungen waren jedoch nicht geringer (BOTERMANS und SVENDSON 2000).

Die hier verwendeten Fütterungs- und Tränkeeinrichtungen führten nicht zu starken Verletzungen durch hohe Aggressivität am Trog. Doch besonders bei erhöhtem Wasserbedarf unter großer Hitze dürfte die Wasseraufnahme durch die Vermischung mit dem Futter erschwert sein. Daher wurde bei sehr hohen Temperaturen im August 1998 im OT eine zusätzliche Nippelränke/Bucht installiert. Schalenränken fanden auf dem Versuchsbetrieb keine Akzeptanz bei den Tierhaltern aufgrund des befürchteten Wasserverlusts, der zu feuchtem Boden und feuchter Einstreu und dadurch erhöhtem Reinigungsbedarf führen würde.

Es wird deutlich, dass die zur Anreicherung der Haltungsumwelt eingesetzten Beschäftigungsobjekte inkl. Stroh dazu geführt haben, dass keine extremen Verletzungen der Tiere durch Verhaltensstörungen auftraten. Allerdings scheinen die Beschäftigungsobjekte und die Beschaffenheit der Haltungsumwelt im TSP nicht ausreichend zu sein, um bei den Schweinen den Beschäftigungsmangel durch fehlende Wühlmöglichkeiten ohne für das Wohlbefinden negative Konsequenzen (Pseudowühlen, Bearbeiten von Buchtengenossen, Aggression) auszugleichen. Der Vergleich zwischen den Haltungssystemen zeigt, dass insbesondere durch das im OT auf dem Boden als Tiefstreu angebotene Stroh Verhaltensstörungen signifikant seltener auftraten und damit das Wohlbefinden einerseits durch die Reduzierung der hinter Verhaltensstörungen stehenden Gefühle wie Frustration oder Aggression und andererseits durch die Möglichkeit zum Ausführen arteigenen Verhaltens (Wühlen) verbessert werden konnte.

Neben der Vermeidung von Verhaltensstörungen zählt die Ermöglichung des Auslebens arteigenen Verhaltens zur Förderung von Wohlbefinden (DUNCAN et al. 1993, RIST et al. 1989,

WEMELSFELDER 1993, WEMELSFELDER 1997b). Dies kann mehr oder weniger stark im Einklang mit den Empfindungen, Bedürfnissen und Wünschen der Tiere stehen und positive Gefühle fördern (DAWKINS 1988, DUNCAN 1993, HOLTUG 1996, HURNIK et al. 1985, HURNIK 1993, SANDØE 1996, SIMONSEN 1996, VESTERGAARD 1996).

Soziales Spielen, Laufen+Stehen

Da Spielen erst ausgeführt wird, wenn lebens- und gesundheitserhaltende Bedürfnisse gedeckt sind (GRAUVOGL 2000, HAMILTON 1972, VAN PUTTEN 1978), zeigt Spielverhalten Wohlbefinden im Sinne von positiven Empfindungen der Tiere an. Spielverhalten wird vor allem von jungen Tieren ausgeführt (es besteht ein sog. Spieltrieb), tritt jedoch auch bei erwachsenen noch auf (MARLER UND HAMILTON 1972, FRASER und BROOM 1997). Spielen trat bei den hier untersuchten relativ jungen Mastschweinen (Schlachtung im Alter von durchschnittlich ca. 6 Monaten), bei denen Spielverhalten zum Verhaltensrepertoire zählen sollte (SAMBRAUS 1991a), in beiden Haltungssystemen nur zu einem sehr geringen Anteil am Gesamtverhalten von unter 1 % auf. Dieser geringe Anteil ist vergleichbar mit Werten aus anderen Untersuchungen an z.T. sogar jüngeren Schweinen (BEATTIE et al. 1995, BEATTIE et al. 1996, ETTER-KJELSAAS 1986, JAKOB 1987, JONES und NICOL 1998, LEGGE 1992, LYONS et al. 1995). BRIEDERMANN (1990) ermittelte unter 5 % des Aktivitätsverhaltens an Spiel- und agonistischem Verhalten bei Wildschweinen im Gehege.

Im OT spielten die Mastschweine indessen signifikant mehr als im TSP. Das bestätigt die Ergebnisse von ETTER-KJELSAAS (1986) und JAKOB (1987), die ebenfalls bei Mastschweinen vergleichbaren Alters einen signifikant höheren Anteil an Galoppieren und Traben in einem Offenfronttiefstreusystem gegenüber einem wärme gedämmten Teilspaltenbodensystem fanden, wobei diese Unterschiede bei den 11 bis 12 Wochen alten Schweinen noch nicht (die jüngeren Schweine spielten noch gleich häufig), sondern erst ab einem Alter von 16 Wochen auftraten. Auch bei den Untersuchungen von LYONS et al. (1995) trat bei Mastschweinen (27 kg bis 90 kg LG) in Haltungssystemen mit Stroh (Tiefstreu, Schrägmist) signifikant mehr Galoppieren und Rennen auf als in strohlosen Systemen (planbefestigt, Spalten). Rennen und Galoppieren trat auch bei 21 Wochen alten Mastschweinen in angereicherter Haltung (mehr Platz, Teilstroheinstreu) signifikant häufiger auf als bei Schweinen in kleineren Teilspaltenbodenbuchten (DE JONG et al. 1998). BEATTIE et al. (1995) beobachteten signifikant mehr Springen in angereicherter Umgebung (mehr Platz, Torf- oder Stroheinstreu, Strohraufe, Liegekiste) gegenüber reizarmen Haltungssystemen. JONES und NICOL (1998) beobachteten

signifikant mehr Spielverhalten bei Ferkeln unter optimalen Umgebungstemperaturen im Vergleich zu Ferkeln unter kühleren Bedingungen.

Das im TSP signifikant seltener auftretende soziale Spielen zeigt, dass die Haltungsumwelt Wohlbefinden nicht gefördert hat. Auch Laufen+Stehen trat im OT signifikant häufiger auf (TSP: 2,66 %, OT: 4,89 %). Das größere Gesamtplatzangebot im OT und die Gruppengröße, aber auch eine höhere Anzahl Spiel auslösender Reize, könnten zu mehr Laufen+Stehen bzw. Spielen als im TSP beigetragen haben (BEATTIE et al. 1995, DE JONG et al. 1998, ETTER-KJELSAAS 1986, JAKOB 1987, LYONS et al. 1995, WOOD-GUSH und VESTERGAARD 1991). Ein zu geringes Platzangebot, zu hohe Dichte und rutschiger Boden können zu verringerter Spielaktivität führen (FRASER und BROOM 1997, JENSEN und KYHN 2000, VAN PUTTEN 1978). Die SRT-Werte des Betons im trockenen Zustand lagen in beiden Haltungssystemen (in beiden Untersuchungsjahren) in einem nach MÜLLER et al. (1991) als für die Trittsicherheit „gut“ bis „sehr gut“ klassifizierten Bereich. Tendenziell wird der bei HERRMANN (1997) und WEBER (1985) beschriebene höhere SRT-Wert neueren Bodens im 2. Untersuchungsjahr im TSP sichtbar. Zu raue unebene Böden können zu Klauenverletzungen führen (WITTE 1999). An feuchten Stellen war der Boden teilweise auch glatt, und es konnte Ausrutschen beobachtet werden. Ob dadurch Fundamentbeschwerden auftraten, wurde nicht differenziert diagnostiziert. Insgesamt mussten lediglich 2,3 % der Schweine aufgrund von Fundamentbeschwerden oder Arthritis behandelt werden, in jedem Haltungssystem 2,3 %. Im OT hatten die Schweine durch den eingestreuten Teil der Buchten jedoch ständig die Möglichkeit, auf rutschfestem Boden zu laufen. Hinzu kam im OT ein insgesamt größerer trockenerer Buchtenbereich als im TSP.

Spiele wurde in beiden Haltungssystemen beobachtet, im OT jedoch zu einem signifikant höheren Anteil. Auch Laufen+Stehen traten im OT signifikant häufiger auf, was auf mehr Aktivität hinweist. Die Haltungsumwelt (größeres Platzangebot, eingestreute rutschfeste Fläche) und die höhere Anzahl Spiel auslösender Reize könnten zu einer Förderung des Spiel- und Aktivitätsverhaltens und damit des Wohlbefindens der Tiere beigetragen haben.

Komfortverhalten, Suhlen

Komfort+Suhlen war - wie Spielen - in beiden Haltungssystemen eine Verhaltensweise, die mit unter 1 % einen sehr geringen Anteil am Gesamtverhalten einnahm. Auch bei LEGGE (1992) trat bei Ferkeln Komfortverhalten zu weniger als 1 % am Gesamtverhalten auf. Im OT

(0,35 %) konnte jedoch signifikant mehr Komfortverhalten inklusive Suhlen als im TSP (0,28 %) beobachtet werden. Dieser Unterschied wurde in den Direktbeobachtungen nicht bestätigt, in beiden Haltungssystemen waren die absoluten Häufigkeiten gleich hoch und lagen auch mit Werten von 648 (TSP) und 530 (OT) in der Direktbeobachtungszeit von 160 Min./Tier im Vergleich zu den Häufigkeiten der anderen beobachteten Verhaltensweisen der Beschäftigung nicht sehr niedrig. Körperpflegeverhalten ist als positiv im Sinne von Wohlbefinden zu bewerten, da die Tiere durch das Ausführen körperliche Bedürfnisse befriedigen. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Befriedigung von Bedürfnissen, insbesondere von Komfort erhaltenden Bedürfnissen, die über lebenserhaltende hinaus gehen, mit einer Verstärkung positiver Gefühle und damit einer Erhöhung von Wohlbefinden verbunden ist (HOLTUG 1996, HURNIK 1993, RIST et al 1989, SANDØE 1996, SIMONSEN 1996). Andererseits könnten dieselben Verhaltensabläufe in Zusammenhang mit lokalen Infektionen, Parasitenbefall oder Schmerz ausgeführt werden und sogar zu Selbstverletzungen führen (FRASER und BROOM 1997). Die Adspektionen und Tierkontrollen ergaben jedoch in beiden Haltungssystemen keine Anzeichen von Ektoparasitenbefall oder schweren Integumentverletzungen.

In beiden Haltungssystemen war den Schweinen keine explizite Möglichkeit zur Suhle gewährt. Suhlen wurde ersatzweise an feuchten Stellen sowie durch Wälzen in Exkrementen ausgeführt. Die Schweine spritzten dazu auch Wasser aus den Trögen heraus und sogar Suhlversuche im Trog konnten beobachtet werden. Diese Ersatzhandlungen und Versuche zu suhlen machen deutlich, dass bei den Schweinen das Bedürfnis nach Suhlen bestand. Dass Suhlen nicht adäquat ausgeführt werden konnte, ist als eine Beeinträchtigung des Wohlbefindens zu werten, da die Schweine daran gehindert wurden, ein Verhalten auszuführen, zu dem sie offensichtlich hochmotiviert waren (HURNIK 1993, SANDØE 1996, VESTERGAARD 1996). Aus dieser Hemmung des Tieres, eine bestimmte Verhaltensweise auszuführen und damit seine Bedürfnisse zu befriedigen, kann Frustration entstehen (HOLTUG 1996, SAMBRAUS 1978, SIMONSEN 1996, VESTERGAARD 1996). Da Schweine empfindungsfähig sind, äußert sich Frustration als Gefühl des Leidens (DAWKINS 1988, DAWKINS 1997, DUNCAN 1993), einem Gefühl, das Wohlbefinden beeinträchtigt.

STOLBA (1984) beschreibt, dass im semi-natürlichen Gehege bei hohen Temperaturen (ab 18 °C) die Schweine entfernt von dem als Liegeplatz gewählten (wärmeren) Areal suhlten (STOLBA 1984). Das als Ersatz durchgeführte Wälzen in Kot und Harn, was auch an der zeitweise starken Verschmutzung der Schweine deutlich zu erkennen war, ist negativ für das

Wohlbefinden der Tiere, da sie eine Abneigung gegenüber ihren Exkrementen besitzen (VON ZERBONI und GRAUVOGL 1984). Hygienische Probleme traten nicht auf, es wurden weder Ekto- noch Endoparasiten nachgewiesen. Funktionale Folgen der fehlenden Suhlmöglichkeit zur Abkühlung der Schweine wurden jedoch durch zeitweilige Kreislaufprobleme der Schweine im OT im 1. Untersuchungsjahr und durch die gestörte territoriale Einteilung der Buchten in Liege- und Kotbereich in beiden Haltungssystemen deutlich.

Komfort+Suhlen trat in beiden Haltungssystemen auf und wurde nach den Ergebnissen aus den Videobeobachtungen im OT signifikant häufiger gezeigt. Das Komfortverhalten ist im Sinne von Wohlbefinden positiv zu bewerten, während sich dagegen die fehlende Suhlmöglichkeit in beiden Haltungssystemen negativ auf das Wohlbefinden (keine deutliche Trennung von Kot- und Liegebereich, Kreislaufprobleme der Schweine im OT im 1. Untersuchungsjahr) auswirkte.

Liegen auf der Liegefläche, Liegen auf der Lauffläche, Buchtenverschmutzung und Thermoregulation

Innerhalb Haltungssystem scheinen die potenziell kühleren Flächen, d.h. der planbefestigte Bereich im OT (Lauffläche) und der Spaltenbodenbereich im TSP (Lauffläche), zum Liegen bevorzugt worden zu sein. Im Vergleich der Haltungssysteme zeigte sich, dass die Schweine im OT signifikant mehr auf der Lauffläche (planbefestigter Boden) lagen als im TSP (Spaltenboden) und umgekehrt im TSP signifikant mehr auf der vorgesehenen Liegefläche (planbefestigter Boden) als im OT (Tiefstreu). Das Liegen auf der Lauffläche war im OT zur Abkühlung vorgesehen. Im TSP war der Anteil Liegen auf Lauffläche (Spalten) ebenfalls hoch, obwohl dies im klimaregulierten Stall nicht beabsichtigt war. Bei einem Vergleich der Untersuchungsjahre lässt sich feststellen, dass die Schweine innerhalb TSP in beiden Jahren gleich häufig auf der Liegefläche (planbefestigt) lagen, während im OT Liegen auf der Liegefläche (Einstreubereich) im 2. Untersuchungsjahr, in dem die Einstreumenge geringer war, wesentlich seltener zu beobachten war als im 1. Mit zunehmendem Alter (Gewicht) der Mastschweine nahm das Liegen auf der (wärmeren) Liegefläche (OT: Tiefstreu, TSP: planbefestigter Beton) noch geringfügig ab und das auf der (kühleren) Lauffläche zu (-0,21 %/Tag bzw. 0,18 %/Tag bezogen auf das durchschnittliche Alter der Zeitfahrtingruppe).

Im 1. Untersuchungsjahr wurde eine Mastgruppe im TSP im Herbst gemästet, wodurch sie günstigere klimatische Bedingungen hatte als alle anderen sowohl im TSP als auch im OT in

den Sommermonaten aufgestellten Gruppen. Es zeigt sich, dass insbesondere im 1. Jahr in den Sommermonaten teilweise sehr hohe Temperaturen (vor allem im OT) und sehr hohe Luftfeuchtigkeiten (vor allem im TSP) erreicht wurden.

In beiden Haltungssystemen hatte das häufige Liegen auf der Lauffläche Auswirkungen auf die territoriale Einteilung der Buchten durch die Tiere, was sich in der Buchtenverschmutzung widerspiegelte. Insgesamt zeigte sich in keinem der Haltungssysteme eine deutlich erkennbare Trennung von Liege- und Kotplatz. Schweine legen natürlicherweise ihren Kotplatz in einiger Entfernung vom Liege- oder Nestplatz und an eher offenen Stellen an (MOLLET und WECHSLER 1991, STOLBA und WOOD-GUSH 1984, STOLBA und WOOD-GUSH 1989). Wenn die Schweine daran gehindert werden, ihr arteigenes Verhalten der Trennung von Kot- und Liegeplatz vorzunehmen und ihre Exkreme zu meiden, ist das als Minderung ihres Wohlbefindens zu werten, denn die Tiere würden die Trennung der Bereiche vornehmen, wenn sie die Möglichkeit dazu hätten, und könnten damit ihre Präferenzen und Bedürfnisse ausleben und befriedigen (HOLTUG 1996, RIST et al. 1989, SANDØE 1996, VON ZERBONI und GRAUVOGL 1984).

Bei hohen Temperaturen suchen sich Schweine Abkühlungsmöglichkeiten vor allem durch Suhlen bzw. Liegen auf feuchten Flächen, wodurch sich in Haltungssystemen Kot- und Liegebereich verschieben können (SAMBRAUS 1991a, VON ZERBONI und GRAUVOGL 1984). In Untersuchungen von MAYER (1999) war ab 22 °C bei Schweinen über 70 kg LG die Funktionssicherheit der Trennung von Kot- und Liegebereich in Teilspaltenbodenställen oder Ställen mit Ruheboxen nicht mehr gewährleistet, d.h. dass wärmeableitende Maßnahmen wie z.B. Duschen oder ein Auslauf eingeführt werden sollten (MAYER 1999). BURÉ (1987) untersuchte das Kotmuster in Teilspaltenbodenbuchten für Mastschweine mit und ohne Unterschlupf mit unterschiedlichen Trog- und Tränkeanordnungen. Es zeigte sich teilweise eine Temperaturabhängigkeit der Verschmutzung, insbesondere im (wärmeren) Unterschlupf, bei dem die Verschmutzung 0 % bei Temperaturen unter 15 °C und 10 bis 20 % bei höheren Temperaturen (25 °C bis > 30 °C) betrug. SCHMID (1994) stellte ebenfalls eine deutliche Abhängigkeit von der Temperatur fest. Er untersuchte eine dänische Aufstallung (Kaltstall) mit baulichen Elementen zur Unterstützung der Trennung der Funktionsbereiche. Der als Liegeplatz vorgesehene Bereich war durch solide Wände geschützt, während der Spaltenbodenbereich nur durch Gitter von den anderen Buchten abgegrenzt war. Zwischen beiden Bereichen befanden sich eine Deckungswand und beidseitig davon Holzschwellen. Die Tränke war über dem Spaltenbodenbereich angebracht. Während bei durchschnittlichen

Temperaturen um 19 °C bei einem Platzangebot von 1,08 m² bzw. 0,76 m²/Schwein die Schweine in Sektoren ruhten, in denen sie ≤ 5 % koteten und harnten und umgekehrt, nahm die Trennung von Kot- und Liegebereich mit steigenden Durchschnittstemperaturen (nur in Buchten mit höherem Platzangebot untersucht) ab und die Schweine lagen auf feuchteren Stellen im Spaltenbodenbereich. Auch das Ruhen auf dem mit einer Kunststoffmatte ausgelegten, von Gittern umgebenen Bereich vor dem Trog gegenüber vom Liegeareal wurde bei sehr hohen Temperaturen (nur bei 1,08 m²/Tier untersucht) von 28 °C (Mindesttemperatur nicht unter 21 °C) häufiger beobachtet bei gleichzeitiger Verkotung des eingestreuten Liegenestbereichs (SCHMID 1994). JAKOB und WIELAND (1993) stellten in einem dänischen System (Offenfront) mit Teilspaltenboden bei höheren Temperaturen im Sommer durch die Nutzung des Spaltenbodenbereichs als Liegeplatz eine Verschmutzung des eingestreuten Liegenests fest und schlugen u.a. vor, im Sommer das Liegenest nicht einzustreuen.

Auch HÖRNING (2000a) und SIMANTKE (2000) empfehlen im Sommer eine dünnere Mistmatratze. HÖRNING (2000a) gibt für Tieflaufställe für Mastschweine Kennwerte von 0,5 bis 1,5 kg/Tier und Tag an. Die Einstreumenge des Liegebereichs im OT lag bei durchschnittlich 0,65 kg/Tier und Tag (61,6 kg/Tier und Mastperiode), sie war vom 1. zum 2. Untersuchungsjahr stark reduziert worden mit 0,76 kg/Tier und Tag (75,6 kg/Tier und Mastperiode) im 1. und 0,53 g/Tier und Tag (47,6 kg/Tier und Mastperiode) im 2. Untersuchungsjahr. Dennoch lagen die Schweine im 2. Jahr signifikant seltener auf der Liegefläche als im 1., obwohl im 1. höhere Temperaturen erreicht wurden. WEBER (1991) bewertet einen Strohverbrauch von 60 bis 70 kg/Tier und Mastperiode als relativ hoch. HAIDN und RITTL (1995) beziffern den Einstreubedarf bei Buchten mit 2/3 bis 3/4 eingestreuter Fläche mit 0,8 bis 1,2 kg/Tier und Tag. JAKOB (1987) gibt einen durchschnittlichen Strohverbrauch im Offenfronttiefstreustall mit erhöhtem Fressplatz von 72,5 kg/Tier und Mastperiode an, wobei sich dieser aus Mastperioden im Sommer (58 kg) und im Winter (84 kg) zusammensetzt.

Trotz der Unterschiede der Nutzung der Liegefläche zwischen den Jahren im OT wird in der hier vorliegenden Untersuchung der oben beschriebene Thermoregulationsmechanismus insgesamt deutlich. Durch das häufige Liegen auf den potenziell kühleren Flächen waren die als Liegeflächen vorgesehenen wärmeren Bereiche relativ stark verschmutzt mit nur knapp unter dem Boniturwert für „feucht, mäßig verkotet (2)“ liegenden durchschnittlichen Werten von 1,85 im TSP und 1,86 im OT. Die Lauffläche (TSP: Spaltenboden, OT: planbefestigter Beton) war im TSP aber durchschnittlich noch stärker (2,09) verschmutzt. Die Selbstreinigung der Spalten im TSP ist als zufriedenstellend zu bewerten. Im OT war die

Lauffläche durchschnittlich weniger stark (1,48) verschmutzt als die Liegefläche. Die größere Buchtenfläche im OT hatte dabei einen positiven Einfluss auf die Gesamtverschmutzung (TSP: 1,97, OT: 1,67). Auch bei den mittleren Bereichen der Buchten, die in beiden Haltungssystemen die relativ saubersten Bereiche waren (TSP: 1,75, OT: 1,23), zeigte sich im OT ein niedrigerer Boniturwert. Dies bestätigt die Ergebnisse von JACKISCH et al. (1996), dass bei größerem Platzangebot die Funktionsbereiche Liegen und Koten deutlicher voneinander getrennt werden können.

Insgesamt waren im OT die Randbereiche durchschnittlich am stärksten verkotet (1,94). Schweine meiden, abgesehen von olfaktorischen Reizen frischer Ausscheidungen und der Harnkontrolle im Rahmen des Sexualverhaltens, ihre eigenen Exkremente und nutzen die Exkretion auch zur Revierabgrenzung, was in Stallhaltung dazu führen kann, dass an Stellen mit Kontakt zu Nachbarbuchten sowie entlang von Wänden und in Ecken gekotet und geharnt wird (AMON et al. 2001, MOLLET und WECHSLER 1991, VON ZERBONI und GRAUVOGL 1984, WECHSLER und BACHMANN 1998).

Der aufgrund eines großen Platzangebots auf der Liegefläche häufig zu beobachtende Effekt der Verschmutzung derselben (SCHMID 1994), könnte zu Mastbeginn im TSP zur Verschmutzung des Liegebereichs beigetragen haben. Allerdings betrug die Liegefläche/Tier (planbefestigter Bereich) nur ca. 0,6 m². HÖRNINGS (1993, 2000a) Empfehlungen für Liegeplatzflächen (bis 50 kg LG = 0,65 m²; bis 100 kg LG = 1,0 m²), die ausgestrecktes Liegen in Seitenlage ohne Verschmutzung der Liegefläche ermöglichen sollen, liegen darüber.

Koten in der Nähe vom Liegeplatz scheinen die Schweine eher zu vermeiden als in der Nähe vom Fressplatz (BURÉ 1987). Obwohl in den TSP-Buchten der Bereich gegenüber vom Trog mit einem Boniturwert von 2,23 am stärksten verschmutzt war, war doch auch am Trog die Verkotung mit 2,15 sehr hoch. Auch im OT war der Trogbereich nicht vollständig sauber und trocken (1,45). Aufgrund der Kombination von Futtertrog und Tränke (im Breifutterautomat) in den untersuchten Haltungssystemen war eine Trennung von trockenem Futterbereich und Feuchtbereich um die Tränke nicht möglich. Dies könnte zu den Verschmutzungen im Trogbereich geführt haben, da Schweine an feuchten Stellen koten und harnen (MOLLET und WECHSLER 1991). Darüber hinaus fanden MOLLET und WECHSLER (1991) in einem Offenfrontstall, dass männliche Schweine häufig beim Saufen harnten.

WIELAND und JAKOB (1992) konnten eine Konzentration des Ausscheidungsverhaltens von 97,8 % auf den Kot- und Harnplatz (Spaltenboden) in einem dänischen Offenfrontsystem mit Teilspaltenboden dadurch erreichen, dass sie den Spaltenbereich stärker vom Liegenest

abgrenzten, indem sie eine planbefestigte mit Strohraufe angereicherte und mit Sichtblenden abgeschirmte Fläche zwischen Liege- und Spaltenbereich legten. Gleichzeitig verlegten sie die Tränke im Spaltenbereich, so dass sie sich so weit wie möglich vom Liegenest entfernt befand. In einer sogenannten Multiaktivitätsbucht mit mehreren mit soliden Wänden voneinander getrennten Bereichen und einem „Wasserbereich“, der mit Tränken und Dusche sowie Gitterabtrennung ausgestattet war, beobachtete SIMONSEN (1990) eine stärkere Nutzung des Wasserbereichs und der Verbindungsgänge nahe des Wasserbereichs zum Ausscheiden und eine relative Sauberhaltung der Stroh- und Trogbereiche bei mittleren Stalltemperaturen von 15 °C (Mini. 10 °C, Maxi. 21 °C). Obwohl die Mastschweine in allen Bereichen ruhten, wurde bei SIMONSEN (1990) eine stärkere Nutzung des eingestreuten Bereichs zum Liegen offensichtlich. WECHSLER et al. (1991) und AMON et al. (2001) erreichten in weiterentwickelten Stolba-Familienställen eine deutlichere Trennung der Funktionsbereiche Liegen und Koten durch eine baulich klarere Abgrenzung mittels Schwellen zur Abgrenzung des Nestareals und Anbringen der Tränken so weit wie möglich von den Nestarealen entfernt bzw. Hinzufügen eines Auslaufs. Die Holzschwelle zwischen eingestreutem und planbefestigtem Bereich im OT wurde im Laufe der Mast vom Stroh bedeckt, und die Einstreu breitete sich sukzessive auf Teile des planbefestigten Bereichs aus.

Im TSP war die Gliederung der Bereiche in Längsrichtung (Spalten und planbefestigt) möglicherweise ungünstig. Bei BURÉ (1987) führte die gegenüberliegende Anordnung von Trog und Tränke in Teilspaltenbodenbuchten zu weniger Verkotung des planbefestigten Bereichs. Darüber hinaus zeigte sich beim Vergleich von rechteckigen Buchten mit in Längsrichtung ausgerichteter Unterteilung (halb planbefestigter Boden, halb Spaltenboden) - wie in den hier untersuchten TSP-Buchten - mit Buchten mit horizontal ausgerichteter Halbierung (alle mit der Tränke gegenüber vom Trog) in einer der horizontal gegliederten Buchten das kleinste, respektive stabilste, Kotmuster.

Das vermehrte Liegen auf der potenziell kühleren Lauffläche der Systeme und die Nichteinhaltung der territorialen Trennung von Kot- und Liege- sowie Fressplatz deutet auf thermoregulatorische Probleme bezüglich der Wärmeableitung der Schweine bei hohen Temperaturen. Während im OT die Nutzung der Lauffläche zum Liegen als Abkühlungsmöglichkeit vorgesehen war, hätte im Gegensatz dazu die Klimaregulierung im TSP dies verhindern sollen. Das Wohlbefinden wurde durch die resultierende nicht auf einen Kotplatz begrenzte Verschmutzung der Buchten in beiden Haltungssystemen eingeschränkt,

wobei den Schweinen durch die größere Gesamtfläche im OT ein größerer saubererer Bereich in der Mitte der Buchten zur Verfügung stand als im TSP.

Im OT waren die Tiere stärkeren Temperaturschwankungen ausgesetzt mit gegenüber dem TSP vor allem niedrigeren Temperaturen im Spätsommer und Herbst, was bei Strohtiefstreu, Gruppenhaltung und ad libitum Fütterung wenig belastend für die Schweine ist (BRUCE und CLARK 1979, MOUNT 1975, HAHN et al. 1987, HOLMES und CLOSE 1977, STEPHENS 1971). Jedoch traten im OT insbesondere während sehr hoher Temperaturen im Sommer im 1. Untersuchungsjahr gesundheitliche Beeinträchtigungen auf, die auf ungenügende Abkühlungsmöglichkeiten zurückzuführen waren.

Bei Temperaturen über 23 °C (Mastanfang) bzw. 20 °C (Mastende) werden maximale Luftgeschwindigkeiten bis zu 0,6 m/Sek. zur Abkühlung empfohlen (BOCKISCH et al. 1999, DIN 18910 1992). Bei den in Tierhöhe stichprobenartig gemessenen Luftgeschwindigkeiten betragen die Maximalwerte im OT im 1. Untersuchungsjahr bis zu 0,6 bis 1,2 m/Sek. Im TSP lagen sie auch bei hohen Temperaturen an den Messtagen nicht über 0,3 m/Sek. Während die Windgeschwindigkeiten in beiden Haltungssystemen die Abkühlung der Schweine durch Konvektion nicht soweit unterstützen konnten, dass den Tieren eine Trennung von Kot- und Liegebereich möglich gewesen wäre, reichten selbst die erhöhten Werte im OT, die an Messtagen mit Durchschnittstemperaturen um 25 °C gemessen wurden, im 1. Jahr nicht vollständig aus, um Kreislaufprobleme einiger Schweine zu verhindern. Konduktion, Evaporation und Respiration sind die für Schweine wichtigsten Thermoregulationsmechanismen zur Entwärmung bei Hitzestress. Doch auch die 2-geteilte Buchtenfläche mit einem Bereich planbefestigten Bodens ohne Stroheinstreu reichte an manchen Tagen im 1. Untersuchungsjahr für die Thermoregulation nicht aus, und es mussten einige stark hechelnde Schweine mit Kreislaufproblemen medikamentös behandelt sowie Maßnahmen ergriffen werden, um die Entwärmung der Tiere zu unterstützen. Diese Kreislaufprobleme einiger Schweine im OT im 1. Jahr sind negativ für ihr Wohlbefinden, da nicht nur davon auszugehen ist, dass sich die Tiere schlecht fühlen (DAWKINS 1988, DAWKINS 1990, DUNCAN 1993, HOLTUG 1996, HURNIK 1993, SIMONSEN 1996), sondern sogar die Gefahr besteht, dass ihr Überleben gefährdet ist (BROOM 1993, MCGLONE 1993, MOBERG 1993, MOBERG 1996, PEDERSEN 1996, WECHSLER 1995).

Liegen, Sitzen, Passivität, Alert sein

Eine insgesamt zunehmende Passivität der Mastschweine im Verlauf der Mast konnte nicht festgestellt werden. Die Anteile an Laufen, Stehen, Fressen, Saufen, Komfortverhalten und Manipulation von Buchtengenossen am Gesamtverhalten veränderten sich, ausgehend von einem niedrigen Anfangsniveau, nicht im Verlauf der Mast. Die Änderungen bei den übrigen Merkmalen waren sehr gering. Während Liegen auf der Lauffläche zunahm (0,18 %), nahm es auf der Liegefläche zu einem fast gleichen Anteil (-0,21 %) ab. Dies steht im Widerspruch zu den Ergebnissen von BLACKSHAW et al. (1997b) und JACKISCH et al. (1996), die in einstreulosen Systemen eine Abnahme der Beschäftigung mit von der Decke hängenden und auf dem Boden liegenden Spielzeugen bzw. mit Strohautomaten und Ketten über die Zeit beobachteten. Beschäftigung mit einem Beschäftigungsobjekt, mit Objekt inkl. Wühlen und mit der Stalleinrichtung nahmen in der hier vorliegenden Arbeit sogar geringfügig pro Anstieg des durchschnittlichen Alters der Zeitgefährtengruppen um 1 Tag zu (0,01 %, 0,04 % bzw. 0,01 %). Es widerspricht auch Ergebnissen von ANDRESEN und REDBO (1999), die einen Anstieg passiven Verhaltens bei Mastschweinen vergleichbaren Alters und Gewichts zu Versuchsbeginn (LG: $\bar{x} = 37,0$ kg, $s = 6,7$ kg; Alter: 13 bis 17 Wochen) in Freilandhaltung von Tag zu Tag über einen Zeitraum von 32 Wochen ermittelten. Sie schlussfolgern, dass Neuheit der Umgebung zu mehr Erkundungsverhalten führe. So stellten auch FRASER et al. (1991) vor allem nach frischen Strohgaben eine Erhöhung des Verhaltensanteils an Beschäftigung mit dem Stroh bei 10-wöchigen Mastschweinen fest.

Insgesamt war in beiden Haltungssystemen der Anteil des Liegens (ohne andere Aktivität) am Gesamtverhalten mit jeweils über 70 % im Vergleich zu Schweinen unter natürlichen, semi-natürlichen oder Weidehaltungs-Bedingungen hoch (BRIEDERMANN 1990, STOLBA und WOOD-GUSH 1989, VON ZERBONI UND GRAUVOGL 1984). Der hohe Anteil des Liegens könnte mit Reizarmut und daraus resultierender Langeweile zusammenhängen (BRAUN 1997, INGENBLEEK 1996, SAMBRAUS 1991a). Dies kann zu Stress und vermindertem Wohlbefinden führen (VAN ROOIJEN 1984, VAN ROOIJEN 1991). Vergleicht man die hier beobachteten Anteile des Liegeverhaltens (> 70 %) mit Angaben aus der Literatur, in denen angereicherte Haltungssysteme (Stroheinstreu, Strohraufe, Kompostsystem) untersucht worden sind (ca. 40 bis 80 %), liegen sie eher im oberen Bereich (BODENKAMP 1998, LYONS et al. 1995, SCHÄFER-MÜLLER 1996, WIELAND und JAKOB 1992).

Die Beobachtungszeiten zwischen 5:30 und 8:30 Uhr und 13:30 und 16:30 waren anhand von Literaturangaben als Hauptaktivitätszeiten ausgewählt worden (BODENKAMP 1998, HOY et al. 1995, INGENBLEEK 1996, KRAUSE 1995, SCHÄFER-MÜLLER 1996). 2 Aktivitätspeaks am Morgen und am frühen Nachmittag entsprechen dem natürlichen Tagesrhythmus von Schweinen (BRIEDERMANN 1990, STOLBA und WOOD-GUSH 1989, VON ZERBONI und GRAUVOGL 1984). Andererseits ist das Aktivitätsverhalten sehr flexibel und stark abhängig von äußeren Faktoren (BALDWIN und START 1985, BERGENTHAL-MENZEL-SEVERING 1983, BOTERMANS und SVENDSON 2000, BOTERMANS et al. 2000, BRIEDERMANN 1990, HOY et al. 1995, INGENBLEEK 1996, KAMINSKY 1993, KRAUSE 1995, MARX 1991, MEYNHARDT 1990, SCHÄFER-MÜLLER 1996, STUBBE 2000). Managementmaßnahmen und Untersuchungen und Behandlungen der Tiere wurden (bis auf dringende Ausnahmen) außerhalb der Beobachtungszeiten durchgeführt. Dadurch könnten Verschiebungen in der Tagesrhythmik aufgetreten sein. Andererseits sprechen die ad libitum Fütterung und der insgesamt geringe Betreuungsaufwand, der sich im wesentlichen auf Tierkontrolle, das Befüllen der Futterbehälter, im TSP das Befüllen der Strohraufen und im OT das Einstreuen begrenzte, für einen eher ungestörten Tagesrhythmus.

Im OT traten durch Menschen- und Maschinenbewegungen systembedingt vor der offenen Front der Buchten unregelmäßig und häufiger zusätzliche Störungen oder Reize auf. Dies spiegelt sich auch durch das im OT signifikant häufiger aufgetretene Alert sein wider. Hinsichtlich Wohlbefinden der Tiere ist ein höheres Reizangebot in heute praxisüblicher Schweinehaltung als positiv einzustufen, da es der Gefahr von Langeweile unter Reizarmut und den damit verbundenen verstärkt auftretenden Verhaltensstörungen entgegenwirkt (AREY und SANCHA 1996, BEATTIE et al. 1995, BEATTIE et al. 1996, BODENKAMP 1998, BÖHMER und HOY 1994, BRAUN 1997, BRUMMER 1978, DE JONG et al. 1998, FRASER et al. 1991, INGENBLEEK 1996, JACKISCH et al. 1996, JAKOB 1987, KRÖTZL et al. 1994, LAY JR. et al. 2000, LYONS et al. 1995, PETERSEN et al. 1995, SAMBRAUS 1991a, STOLBA und WOOD-GUSH 1981, STUBBE 2000, VAN PUTTEN 1978, VAN ROOIJEN 1984, VAN ROOIJEN 1991).

Die hohen Temperaturen an einigen Tagen während der Beobachtungszeit im Sommer könnten zu erhöhten Ruhephasen speziell am Nachmittag geführt haben (KAMINSKY 1993). Vergleicht man jedoch die Vormittags- mit den Nachmittagsaktivitäten wird deutlich, dass alle Aktivitäten am Nachmittag signifikant häufiger auftraten als am Vormittag und Liegen auf Liegefläche weniger häufig. Der Einfluss des Tagesabschnitts auf Liegen auf Lauffläche war nicht signifikant. Im TSP traten alle Aktivitätsmerkmale am Nachmittag signifikant häufiger auf als am Vormittag, während sich die Verhaltensanteile zwischen Vormittag und

Nachmittag innerhalb OT nicht unterschieden. Es zeigt sich, dass die Schweine im OT vormittags insgesamt aktiver waren als im TSP (signifikant mehr Fressen+Saufen, Beschäftigung mit Objekt inkl. Wühlen, Komfort+Suhlen, Laufen+Stehen), was auf eine stärkere Ausprägung des endogen angelegten biphasischen Aktivitätsrhythmus' mit einer Ruhephase am Mittag (BRIEDERMANN 1990, STOLBA und WOOD-GUSH 1989, VON ZERBONI und GRAUVOGL 1984) hinweist.

Die Beleuchtungsrythmik und -intensität spielt dabei eine wichtige Rolle. Schweine bevorzugen Licht für das Aktivitätsverhalten, passen sich bei ungeeigneten Umweltbedingungen aber auch an und entwickeln ein atypisches durch Stress hervorgerufenen Umlagern der Periodik und Phasendauer (BALDWIN und START 1985, BOTERMANS und SVENDSON 2000, BOTERMANS et al. 2000, BRIEDERMANN 1990, HOY et al. 1995, KRAUSE 1995, MEYNHARDT 1990). Durch gute Beleuchtung und Rhythmizität kann grundsätzlich das Wohlbefinden von Schweinen erhöht werden (BRIEDERMANN 1990). In den untersuchten Haltungssystemen wurden stichprobenartig die Lichtintensitäten bei unterschiedlicher Bewölkung gemessen. Sie lagen im OT nicht unter 100 Lux und erreichten bei Sonne Werte bis 4000 Lux, während sie im TSP äußerst gering waren und tagsüber bei ausgeschalteter Beleuchtung teilweise 30 Lux nicht überschritten und in Ecken der Buchten sogar nicht messbar (0 Lux) waren. Bei eingeschalteter Beleuchtung lagen die Maximalwerte zwischen 100 Lux und 200 Lux und das Minimum in dunklen Buchtenbereichen betrug 20 Lux. Im TSP wurden die Schweine nur bei eingeschalteter Beleuchtung beobachtet. Ein möglicher Einfluss auf die Liegedauer, d.h. eine Einschränkung der Aktivität der Tiere unter den extrem dunklen Bedingungen, kann daher nicht bestimmt werden. Beleuchtungsstärken von 0 bis 20 oder 30 Lux müssen jedoch als für die Ausbildung eines Tagesrhythmus' zu gering und daher für das Wohlbefinden der Schweine beeinträchtigend angenommen werden (MACK et al. 1998, MEHLHORN 1978, WITKE 1972). Obwohl die geringe Anzahl an Lichtstärkemessungen nur tendenzielle Aussagen zulässt, könnte die bessere Beleuchtung im OT zu der im Vergleich zum TSP höheren Aktivität am Morgen beigetragen haben.

Zur Inaktivität hinzu kommt Sitzen ohne andere Aktivität mit gleichen Anteilen in beiden Haltungssystemen von 2,40 % im TSP und 2,61 % im OT. HESSE et al. (1997) beobachteten in Teilspaltenbodensystemen und Schrägmistsystemen ca. 2 % Sitzen, während sie in einem Vollspaltenbodensystem bis zu 3 % teilnahmsloses Sitzen beobachteten. In Tiefstreusystemen war bis zu 5 % Sitzen zu verzeichnen, wobei sich die Schweine jedoch häufig sitzend mit Stroh beschäftigten. In der hier vorliegenden Untersuchung wurde Sitzen nur ohne andere

Aktivität protokolliert und es konnte nicht zwischen langandauerndem Sitzen und Sitzen als Übergang zwischen Stehen und Liegen aufgrund der Momentaufnahmemethode zur Transkription der Beobachtungen differenziert werden (SAMBRAUS 1991a, STOLBA und WOOD-GUSH 1980, VAN PUTTEN 1978). Da Sitzen generell selten auftritt (VON ZERBONI und GRAUVOGL 1984), wird längeres Sitzen häufig in Verbindung mit Langeweile durch Reizarmut und mit Beinschwäche gebracht (FRASER 1975, FRASER und BROOM 1997, PORZIG und WINKLER 1966, SAMBRAUS 1985, SAMBRAUS 1990, VAN PUTTEN und DAMMERS 1976, VON ZERBONI und GRAUVOGL 1984). Es kann hier nur angesichts des relativ geringen Anteils am Gesamtverhalten geschlussfolgert werden, dass inaktives Sitzen als möglicher Ausdruck von Langeweile durch starke Reizarmut in den untersuchten Haltungssystemen keine erhebliche Rolle gespielt hat. Das signifikant häufigere Sitzen am Nachmittag im Vergleich zum Vormittag bei ansonsten erhöhter Aktivität weist ebenfalls nicht auf ein rein passiv motiviertes Verhalten. Mit steigendem Alter nahm Sitzen auch nur geringfügig zu (0,01 %/Tag bezogen auf das durchschnittliche Alter der Zeitfahrergruppe). Dies lässt den Schluss zu, dass Sitzen nicht auf Gliedmaßenprobleme zurückzuführen war. Die Adspektion der Gliedmaßen und der geringe Anteil an behandelten Schweinen (2,3 % der Schweine/Haltungssystem) aufgrund von Fundamentbeschwerden und Arthritis decken sich damit. Gliedmaßen- und Klauenveränderungen und -verletzungen traten insgesamt nur wenig auf, zwischen den Haltungssystemen bestanden dabei kaum Unterschiede. Allerdings waren Verletzungen+Veränderungen am Hinterfuß-Mittelfuß im OT zu allen untersuchten Zeitpunkten signifikant höher als im TSP. Die insgesamt signifikant höheren Boniturwerte für das Carpalgelenk der Schweine im TSP sind auf Liegeschwielen zurückzuführen.

Klauenverletzungen traten in beiden Haltungssystemen kaum auf. MAYER (1999) stellte fest, dass Einstreumengen von 300 g/Tier und Tag gegenüber einstreulosen Systemen bereits zu einer signifikant geringeren Anzahl von Gliedmaßenschäden führen können. Zur weitgehenden Vermeidung von Gliedmaßenschäden empfiehlt MAYER (1999) jedoch eine weiche, verformbare Liegefläche, wie eine Tiefstreulfläche sie darstellt. Andererseits ist der Klauenabrieb bei nicht vollständig eingestreuten Systemen verbessert (HESSE et al. 1993, KAMINSKY 1993). Die Spaltenbreiten und -weiten im TSP betragen 9,0 cm und 2,3 cm im 1. und 8,4 cm und 1,6 cm im 2. Untersuchungsjahr. WITTE (1999) stellte bei Mastschweinen im Gewichtsabschnitt zwischen ca. 30 kg und 75 kg ab einer Spaltenweite von 2,0 cm starke Klauenalterationen fest. LYONS et al. (1995) stellten einen maßgeblichen Einfluss von Spaltenboden auf die Entwicklung von Schleimbeutelentzündungen am Sprunggelenk fest. Dies konnte in den hier vorliegenden Untersuchungen nicht beobachtet werden.

Lungenveränderungen, Allgemeindruck, Verluste

Zu trockene Luft führt zu Reizung der Schleimhäute (Reizhusten) (BOCKISCH et al. 1999, PLONAIT 1997b). Keim- und Staubgehalt der Luft steigen bei niedriger Luftfeuchte, aber die Überlebensfähigkeit pathogener Keime sinkt infolge Austrocknung, wohingegen hohe Luftfeuchtigkeit die Ausbreitung von Infektionen fördert (PLONAIT 1997b). Obwohl die Relative Luftfeuchtigkeit im TSP häufig sehr hoch war und im 1. Untersuchungsjahr bis 100 % erreichte, traten keine behandlungswürdigen Infektionen auf. Im OT lag die Relative Luftfeuchte im Tagesmittel zwischen 50 % und knapp 90 %. Die Schlachtbefunde ergaben in beiden Haltungssystemen am häufigsten Lungenveränderungen, fast ausschließlich im 1. Untersuchungsjahr auftretend. 1,6 % der Schweine im OT mussten wegen akuter Lungenentzündung behandelt werden.

Aufgrund des Ra.-Einbruchs wurden im OT 1999 15 Tiere mit der Diagnose Atemwegserkrankungen behandelt. Es lässt sich nicht eindeutig erklären, worin die Ra.-Infektion im OT begründet lag. Eine Vorbelastung einzelner Schweine aus der Aufzuchtphase ist wahrscheinlich als Ursache anzusehen. Trotz der höheren Anzahl erkrankter Tiere im OT insgesamt ergab die 3-malige Adspektion zu Mastende einen signifikant schlechteren Allgemeindruck der Mastschweine aus dem TSP bezogen auf den Glanz des Haarkleids und den Augenausdruck, wobei auch hierbei die Werte nicht stark vom Boniturwert 0, d.h. glänzendes Haarkleid und aufgeweckter Augenausdruck, abwichen.

Hohe Schadgaskonzentrationen können zu Verhaltensänderungen (z.B. Apathie., sog. Kannibalismus) beitragen und zu Leistungsminderungen, Lungenveränderungen und anderen Körperreaktionen (Diarrhoe, Blutdrucksenkung u.a.) sowie zum Tod führen (PLONAIT 1997b). Die Schadgasmessungen wurden nur stichprobenartig durchgeführt. In beiden Haltungssystemen wurden zu den untersuchten Zeitpunkten relativ niedrige Schadgaskonzentrationen gemessen (BARTUSSEK et al. 2001, GALLMANN et al. 2001, KAISER et al. 1998). Schweine meiden nach Möglichkeit mit Ammoniak angereicherte Luft (10 ppm, 20 ppm, 40 ppm, 100 ppm) (JONES et al. 1996, JONES et al. 1998, SMITH et al. 1996). Die hier ermittelten Größenordnungen lassen in beiden Haltungssystemen auf keine wesentlichen Beeinträchtigungen des Wohlbefindens der Tiere schließen.

Die Verluste von 1,2 % (3 Ausfälle im OT) waren insgesamt gering (ANONYM 2000, BODENKAMP 1998, BRAUN 1997, ZDS 1998, ZDS 1999, ZDS 2000, ZENGER und FREIBERGER 1999). Die Befunde lassen keinen unmittelbaren Rückschluss auf das Haltungssystem zu (WALDMANN und PLONAIT 1997, WENDT und PLONAIT 1997).

Zusammenfassend lässt sich für den Vergleich der Haltungssysteme auf der Grundlage der ethologischen und gesundheitlichen Indikatoren feststellen, dass im Sinne von Wohlbefinden im TSP mehr negatives und im OT mehr positives Verhalten auftrat. Die für das Wohlbefinden negativ zu beurteilenden Verhaltensstörungen Pseudowühlen und Manipulation Buchtengenosse traten im TSP häufiger auf, während die als positiv für das Wohlbefinden einzustufenden Merkmale Beschäftigung mit Objekt inkl. Wühlen, Spielen, Komfort+Suhlen und Alert sein im OT häufiger beobachtet wurden. Die Beschäftigung mit Objekt und mit der Stalleinrichtung trat im TSP signifikant häufiger auf, was auf einen kompensatorischen positiv für das Wohlbefinden zu wertenden Effekt für die fehlende Wühlmöglichkeit in diesem Haltungssystem schließen lässt. Das OT ist dem TSP bzgl. Wohlbefinden aus ethologischer Sicht deutlich überlegen. Während in beiden Systemen Verhaltensstörungen auftraten, waren diese deutlich häufiger im TSP zu verzeichnen. Im OT wurde für das Wohlbefinden positives Verhalten durch die Haltungsumwelt (mehr Platz insgesamt, mehr (Spiel auslösende) Reize) gefördert.

Der Vergleich mit weniger restriktiven sowie reizärmeren Haltungsbedingungen aus der Literatur verdeutlicht, dass das Wohlbefinden in beiden Haltungssystemen beeinträchtigt war, andererseits ebenfalls in beiden Systemen Verletzungsfolgen durch Verhaltensstörungen gering waren. Die gleichbleibende Nutzung der Beschäftigungsobjekte (inkl. Wühlen im OT) im Verlauf der Mast und der geringe Anteil an Verletzungen in beiden Systemen zeigt die gute Eignung der eingebrachten Beschäftigungsmöglichkeiten. Gleichwohl scheinen diese im TSP die fehlenden Wühlmöglichkeiten nicht vollständig kompensiert zu haben. Neben dem Strohangebot als Wühlmaterial auf dem Boden scheint dabei auch die verfügbare Strohmenge von Bedeutung zu sein. In beiden Systemen war trotz der Beschäftigungsmöglichkeiten der Anteil des Liegens am Gesamtverhalten hoch, während Laufen+Stehen dagegen im OT, vermutlich durch das höhere Gesamtplatzangebot und ein größeres Reizangebot, häufiger auftrat als im TSP. Auch lässt eine höhere Aktivität vormittags der Schweine im OT im Vergleich zu denen im TSP auf einen stärker ausgeprägten endogen angelegten biphasischen Rhythmus der Schweine im OT schließen. Dabei spielt die als unzureichend einzustufende Beleuchtungsstärke im TSP neben dem geringeren Reizangebot sicherlich eine Rolle. Sitzen trat in beiden Haltungssystemen gleich selten auf und es konnten keine Hinweise auf langandauerndes Sitzen (Reaktionslosigkeit, Beinschwäche) als Grund ermittelt werden.

Erhöhte Nachtaktivitäten sowie starke Verletzungen durch Konkurrenz am Trog konnten nicht festgestellt werden. Die verwendeten Breifutterautomaten scheinen, bis auf die erschwerte Wasseraufnahme an manchen heißen Tagen im 1. Untersuchungsjahr im OT, keinen wesentlichen negativen Effekt auf das Wohlbefinden gehabt zu haben. Beim Liegen wurde deutlich, dass im OT an manchen Tage im 1. Untersuchungsjahr die nicht eingestreute Fläche und der Wind als Abkühlungsmöglichkeiten nicht ausreichten, um Kreislaufprobleme zu vermeiden. In beiden Systemen wurde darüber hinaus ebenfalls als negativ für das Wohlbefinden deutlich, dass die territoriale Einteilung der 2-Raumbuchten durch die Tiere nicht funktionierte. Lediglich die größere Gesamtbuchtenfläche im OT ermöglichte es den Schweinen, einen insgesamt größeren saubereren Bereich in der Buchtenmitte zu haben. Ein Rhinitis atrophicans (Ra.) Einbruch im OT im 2. Untersuchungsjahr führte zu einer Minderung des Wohlbefindens der Tiere, wobei der Schweregrad der Infektion nicht hoch war. Im OT traten Verluste während der Mast auf (2,3 %). Auch traten im OT Leberbefunde an 6 % der Schweine auf (Schlachtbefunde), die vermutlich nicht mit spürbaren Beeinträchtigungen des Wohlbefindens einhergingen. In beiden Haltungssystemen waren Lungenveränderungen die am häufigsten festgestellten Schlachtbefunde mit Befunden an 23,4 % der Tiere im TSP und 28,0 % im OT, gefolgt von Pleuritis mit je ca. 10 bis 11 % der Tiere; Herzbefunde traten zu 3,1 % (TSP) bzw. 8,0 % (OT) auf. Behandlungswürdige Infektionen der Atemwege traten nur im OT auf, Fundamentbeschwerden mussten in beiden Systemen bei je 2,3 % der Tiere behandelt werden. Aus Sicht der Tiergesundheit schnitten somit die Schweine im OT schlechter ab als die im TSP, was eine Minderung ihres Wohlbefindens bedeutet.

5.1.2 Leistung

Mastleistung

Die tägliche Zunahme war mit über 800 g in beiden Haltungssystemen hoch und lag über dem Leistungsstand der Schweinemast im Mittel der Erzeugerringbetriebe des Zentralverbands der Deutschen Schweineproduktion (ANONYM 2000, ZDS 1998, ZDS 1999, ZDS 2000). Sie lag im TSP (873,83 g) signifikant über der im OT (825,49 g). Auch die Futtermittelverwertung (kg Futteraufwand/kg Zuwachs) war im TSP deutlich besser als im OT (TSP: 2,88, OT: 3,16). Die Interaktion zwischen Haltungssystem und Jahr zeigt, dass die Leistungsunterschiede

zwischen den Systemen nur im 1. Untersuchungsjahr bestanden, und zwar mit deutlich geringeren Leistungen im OT. Die vor allem im 1. Untersuchungsjahr beobachteten thermoregulatorischen Probleme der Schweine im OT könnten dafür mit verantwortlich sein. Denn obwohl im 2. Untersuchungsjahr (1999) die Mastschweine im OT unter einem Einbruch von Ra. litten, zeigten sie hohe Leistungen. STRAW et al. (1984) fanden keinen Einfluss von Ra. auf die tägliche Zunahme. Auswirkungen von Ra. auf die Leistung sind stark abhängig vom Schweregrad der Infektion (LIESCHKE et al. 1991, ZIMMERMANN UND PLONAIT 1997), der in der vorliegenden Untersuchung im OT gering gewesen zu sein scheint.

VERSTEGEN et al. (1977) fanden eine geringere tägliche Zunahme und schlechtere Futtermittelverwertung von Mastschweinen auf Spaltenboden im Vergleich zu Mastschweinen auf Stroh unter gleichen Fütterungsbedingungen und einer Lufttemperatur, die effektiv für die Schweine auf Spaltenboden leicht unterhalb und für die Schweine auf Stroh leicht oberhalb der berechneten unteren kritischen Temperatur lag. Bei BEHNINGER et al. (1997) betragen die mittleren Tageszunahmen 650 bis 760 g in Außenklimaställen (Kistenstall, Schrägbodenstall, Tiefstreustall), die teilweise im Sommer und teilweise im Winter untersucht wurden. HAIDN et al. (1998) verglichen ein Tiefstreusystem mit Auslauf, ein Schrägbodensystem unter Außenklimabedingungen und ein wärmegeämmtes Vollspaltenbodensystem. Sie erzielten im Durchschnitt von Sommer und Winter im Schrägbodensystem tägliche Zunahmen von 980 g, im Tiefstreusystem von 833,5 g und im Vollspaltenbodensystem von 809 g. VENZLAFF et al. (1997) erzielten in Kaltställen (Tiefstreu und Schrägmist) und einem Warmstall (Vollspalten) tägliche Zunahmen zwischen 750 g und 850 g bei einer Futtermittelverwertung (kg Futteraufwand/kg Zuwachs) von 2,39 und 2,68 im Warm- und 2,91 bis 3,30 in den Kaltställen.

Die Ergebnisse von HOY et al. (1997) und HOY (1998) betragen zwischen 851 g und 913 g tägliche Zunahme bei Mastschweinen auf Kompost, Tiefstreu und Vollspalten in Klimaställen mit definierten Klimabedingungen ohne signifikante Unterschiede zwischen den Systemen. LYONS et al. (1995) ermittelten in Haltungssystemen mit Stroh (Tiefstreu und Schrägmist) gegenüber Systemen ohne Stroh (Vollspalten und planbefestigter Schrägboden) unter denselben kontrollierten Klimabedingungen höhere tägliche Zunahmen in den Systemen mit Stroh, ohne signifikante Unterschiede in der Futtermittelverwertung. JAKOB und WIELAND (1993) fanden keine signifikanten Unterschiede zwischen 2 Offenfrontsystemen (Tiefstreu und dänisch mit Teilspaltenboden); die täglichen Zunahmen lagen bei 724 g bzw. 736 g.

Keine signifikanten Unterschiede in der Futteraufnahme, den Zunahmen und der Futtermittelverwertung zwischen 14 bis 20 Wochen alten Mastschweinen aus reizarmer

(Vollspalten) und angereicherter Umgebung (mehr Platz, Torfeinstreu, Strohraufe, Liegekiste) konnten BEATTIE et al. (1995) nachweisen. STUBBE (2000) fand keine signifikanten Unterschiede in den täglichen Zunahmen bei Schweinen auf Voll- und Teilspaltenboden mit unterschiedlichen Beschäftigungsmöglichkeiten (ohne Beschäftigung, Kette, Strohaufzug).

Die täglichen Zunahmen im TSP waren in Buchten aus Stallabteil 2, das nur im 2. Untersuchungsjahr benutzt wurde, erhöht. Die Temperaturkurve deutet auf niedrigere Temperaturen in diesem Stallabteil, andererseits lag die Relative Luftfeuchte über der vom Stallabteil 1 im 2. Untersuchungsjahr.

Der signifikante Einfluss des Haltungssystems im Abferkelstall und in der Aufzucht auf die täglichen Zunahmen in der Mast kann nicht schlüssig erklärt werden. Bei BEATTIE et al. (1995) ergaben sich keine Unterschiede in der Aufzucht- und Mastleistung bei Schweinen aus angereicherter Haltung im Abferkel- (Stroheinstreu) und Aufzuchtstall (mehr Platz, Torfeinstreu, Strohraufe, Liegekiste) gegenüber strohloser und Flatdeckhaltung.

Schlachtkörperqualität

Die Schlachtkörperqualität war in beiden Haltungssystemen vergleichbar mit den Ergebnissen aus der rheinischen Fleischleistungsprüfung für Schweine (JÜNGST et al. 1999, JÜNGST et al. 2000). Das Haltungssystem war nur für die Fleischhelligkeit signifikant mit einer sehr guten Qualität für die Schweine aus dem OT und einer normalen (bis sehr guten) für die aus dem TSP. Möglicherweise könnte die vermehrte Bewegung der Tiere im OT dazu beigetragen haben (mehr Platz insgesamt, mehr Laufen+Stehen). JAKOB (1987) fand keine Unterschiede in der Fleischhelligkeit bei Mastschweinen aus Offenfrontsystemen (Buchtenfläche/Tier > 1 m²) und einem wärmeisolierten Teilspaltenbodensystem (Buchtenfläche/Tier < 1 m²), obwohl im Offenfrontsystem signifikant mehr Bewegung in Form von Galoppieren und Trabieren auftrat. Bei HAIDN et al. (1998) bestanden keine signifikanten Unterschiede in den Schlachtkörperqualitätsmerkmalen zwischen einem Tiefstreuensystem mit Auslauf, einem Schrägbodensystem unter Außenklimabedingungen und einem wärmeisolierten Vollspaltenbodensystem. Ebenso bestanden keine signifikanten Unterschiede in den Fleischqualitätsmerkmalen (pH₁-Kotelett, pH₁-Schinken, Farbhelligkeit, Tropfverlust und Anteil Tiere mit PSE) zwischen Kompostsystemen, Tiefstreu und einem Vollspaltenbodensystem (alle unter definierten Klimabedingungen) in Untersuchungen von HOY et al. (1997) und HOY (1998).

5.2 Eignung der ausgewählten Merkmale und Methoden für die Schätzung des Wohlbefindens von Mastschweinen im Haltungssystemvergleich

Nachdem kurz die Auswahl der Haltungssysteme reflektiert wird, werden die verwendeten Merkmale und Methoden hinsichtlich ihrer Eignung zur Schätzung des Wohlbefindens von Mastschweinen beginnend mit den ethologischen Merkmalen und Methoden diskutiert. Daran anschließend werden die Gesundheitsmerkmale und Leistungsmerkmale erörtert und schließlich die haltungstechnischen und stallklimatischen Erhebungen besprochen.

5.2.1 Auswahl der Haltungssysteme

Jede Haltung von Tieren, insbesondere zum Zweck der Fleischproduktion, stellt einen Kompromiss zwischen Wohlbefinden der Tiere und Wirtschaftlichkeit dar. In der vorliegenden Arbeit wurde a priori ein Kompromiss aus den Anforderungen aus Sicht des Verhaltens der Schweine und den in der Praxis üblichen, die betriebswirtschaftlichen Rahmenbedingungen in Deutschland widerspiegelnden Bedingungen getroffen. Die Einschränkungen für die Tiere und die Tierhalter, die sich durch den Kompromiss ergeben, wurden gegeneinander abgewogen. Eine Vermischung wirtschaftlicher und tierbezogener Indikatoren (DE BAERY-ERNSTEN und GARTUNG 2000, RATSCHOW 2001b) kann zu einer verzerrten Bewertung von für das Wohlbefinden der Schweine günstigeren Haltungssystemen führen.

Anreicherungen, die in der Praxis teilweise üblich und einfach zu installieren sind, wie Ketten, Nagebalken und Stroh, wurden zur Verbesserung der Haltungsumwelt für die Tiere (Beschäftigung) in die untersuchten Haltungssysteme integriert (BARTUSSEK 2001, KOLBECK 2002, LEHNERT 2002, VALLE ZÁRATE et al. 2000), da hinreichend nachgewiesen ist, dass Reizarmut zu Verhaltensstörungen (Manipulationen an Buchtengenossen, Pseudowühlen und Passivität) führt (BEATTIE et al. 1995, BEATTIE et al. 1996, BODENKAMP 1998, BÖHMER und HOY 1994, DE JONG et al. 1998, DURRELL et al. 1997, FRASER und BROOM 1997, FRASER et al. 1991, JACKISCH et al. 1996, JAKOB 1987, KRÖTZL et al. 1994, LAY JR. et al. 2000, LYONS et al. 1995, NEWBERRY und WOOD-GUSH 1988, PETERSEN et al. 1995, SAMBRAUS 1990, SCHÄFER-MÜLLER 1996, STOLBA und WOOD-GUSH 1981, WIELAND und JAKOB 1992). Gleichzeitig können Anreicherungen auch für das Wohlbefinden positives Verhalten (Spielen) fördern (BEATTIE et al. 1995, DE JONG et al. 1998, ETTER-KJELSAAS 1986, JAKOB 1987, LYONS et al. 1995). Stroh in den Haltungssystemen stellt einen Kompromiss zwischen Akzeptanz in der

Praxis und Präferenz der Schweine als Wühl- und Beschäftigungsmaterial dar (BARTUSSEK 2001, BEATTIE et al. 1998, HÖRNING 2000a, KRETSCHMER und LADEWIG 1993, LADEWIG und MATTHEWS 1996b). Die Verwendung von 2-Raumbuchten im Gegensatz zum in der Praxis vorherrschenden Vollspaltenboden ist die für das Wohlbefinden der Schweine minimale Lösung zur Unterstützung des territorialen Verhaltens und der Thermoregulation (AMON et al. 2001, BURÉ 1987, HÖRNING 2000a, JACKISCH et al. 1996, STOLBA und WOOD-GUSH 1989, THOLEN 2001, VAN PUTTEN 1978, VON ZERBONI und GRAUVOGL 1984, WECHSLER et al. 1991, ZDS 1998). Bodenbeschaffenheit und Gruppengrößen folgten praxisüblichen Bedingungen, wohingegen das Platzangebot/Tier maximal übliche Größen für Schweine ab 100 kg von $> 1 \text{ m}^2$ aufwies und damit Möglichkeiten zur Raumgliederung durch die Tiere und zur Förderung von Spielverhalten ausnutzte (HÖRNING 1993, HÖRNING 2000a, JACKISCH et al. 1996, KAMINSKY 1993). Die in der Praxis wegen des hohen Wasserverlustes nicht akzeptierten Schalenränken (JAKOB 1987), die arteigenes Schlürfrinken ermöglichen (SAMBRAUS 1991a), wurden nicht eingebaut. Schlürfrinken war durch die Breifutterautomaten möglich. Die praxisüblichen Breifutterautomaten mit engem Tier:Fressplatz-Verhältnis stellten ebenfalls einen Kompromiss dar, indem sie nicht allen Tieren gleichzeitiges Fressen ermöglichten (STOLBA und WOOD-GUSH 1989). Das für die Schweine zur Thermoregulation (Konduktion) bei hohen Temperaturen ausgeführte Suhlen (SAMBRAUS 1991a, STOLBA 1984) wurde nicht durch die Installation aufwändig einzubauender und zu pflegender betonierter Suhlmöglichkeiten, die auf geringe Akzeptanz bei Tierhaltern stoßen, ermöglicht (BEHNINGER et al. 1997, GRAUVOGL et al. 1997, SIMANTKE 2000), sondern lediglich durch die nicht eingestreute Fläche im Tiefstreusystem unter ansonsten praxisüblicher Klimaführung unterstützt.

5.2.2 Ethologische Merkmale und Methoden

Die besondere Eignung ethologischer Merkmale als äußere Zeichen innerer Zustände und Emotionen (SIGNORET und VIEUILLE 1996) für die Schätzung von Wohlbefinden (HURNIK et al. 1985, RIST et al. 1989) unter Praxisbedingungen wurde schwerpunktmäßig genutzt, indem unter praxisnahen Bedingungen das Verhalten der Mastschweine über die Mastperiode beobachtet wurde.

Die in der vorliegenden Arbeit verwendeten ethologischen Merkmale und Methoden zur Schätzung des Wohlbefindens von Mastschweinen in 2 verschiedenen praxisnahen Haltungssystemen führten zu einer deutlichen Differenzierung zwischen den Systemen.

Es wurde verglichen, welche relativen Anteile die jeweiligen Verhaltensweisen innerhalb der Haltungssysteme einnahmen. Der Alterseinfluss der wachsenden Mastschweine wurde durch die Kovariable „durchschnittliches Alter der Zeitgefährtengruppe“ in der Varianzanalyse berücksichtigt. Damit konnten Unterschiede zwischen dem OT und dem TSP über einen Zeitraum von 10 Wochen nachgewiesen werden. Weitere Störgrößen wurden ebenfalls - ähnlich wie bei SCHMIDT (1998) empfohlen - in der Versuchsplanung bzw. im varianzanalytischen Modell berücksichtigt. Die Auswahl der auf dem Versuchsbetrieb begrenzten Anzahl von Mastschweinen und deren gleichmäßige Verteilung auf die Untersuchungsbuchten ist partiell gelungen. Der Effekt der Buchten (Zeitgefährtengruppen und bauliche Aspekte) spielte keine entscheidende Rolle. Die Berücksichtigung der Effekte Tagesabschnitt, Jahr und der Interaktionen konnten Unterschiede im Tagesrhythmus der Tiere sowie Klima- und Managementeinflüsse zwischen den Jahren aufdecken. Für die nicht parametrisch ausgewerteten Verhaltensmerkmale wurden die Zeitgefährtengruppen zu Grunde gelegt, während bei den Direktbeobachtungen tierindividuelle Beobachtungen durchgeführt wurden. Bei den Ergebnissen der Direktbeobachtungen, die auf der Basis Einzeltier ausgewertet wurden, ist neben der Möglichkeit der gegenseitigen Beeinflussung der Tiere zwischen den nebeneinanderliegenden Buchten im OT und innerhalb Stallabteil im TSP einschränkend zu berücksichtigen, dass sich die Tiere innerhalb Bucht beeinflusst haben können (PHILLIPS 1998, PHILLIPS 2000, ROOK 1999, ROOK und HUCKLE 1995, WEARY und FRASER 1998). Die absoluten Häufigkeiten der Verhaltensmerkmale in der Direktbeobachtung, die nur im 2. Untersuchungsjahr durchgeführt wurde, deuten jedoch darauf hin, dass durch eine Gruppenmittelwertbildung biologisch relevante Unterschiede durch eine zu geringe Anzahl an Beobachtungen verloren gingen (SCHMIDT 1998).

Aus betriebstechnischen Gründen konnten nicht alle Schweine innerhalb eines Jahres zeitgleich aufgestellt werden. Auch zwischen den Jahren lagen die Mastperioden nicht im gleichen Zeitraum. Da der saisonale Einfluss erhebliche Auswirkungen auf Verhalten, Gesundheit und Leistung von Mastschweinen, insbesondere in Außenklimaställen, haben kann (z.B. AMON et al. 2001, INGENBLEEK 1996, JONES und NICOL 1998, MAYER 1999, SCHMID 1994, STUBBE 2000, VERSTEGEN et al. 1977), sind diese Einschränkungen bei der Interpretation der Ergebnisse zu beachten. Durch die Berücksichtigung des Jahreseffekts und der Interaktionen zwischen Haltungssystem und Jahr bzw. des Effekts der Saison innerhalb

Haltungssystem in den Varianzanalysen für die Verhaltensmerkmale und auch die Leistungsmerkmale konnten diese Einflüsse quantifiziert und die LS-Mittelwerte um diese Effekte korrigiert werden (KRAUSE 1995, SCHMIDT 1998).

Die Einbeziehung von Verhaltensweisen, die im Hinblick auf Wohlbefinden negativ zu beurteilen sind (Pseudowühlen, Manipulation Buchtengenosse, Sitzen), neben solchen, die positiv Wohlbefinden der Schweine anzeigen (Wühlen, Beschäftigung mit Objekten (und der Stalleinrichtung), Spielen, Komfortverhalten, Alert sein), zeigte sich für die Beurteilung der Haltungssysteme geeignet. Damit konnten die Haltungssysteme nicht nur dahingehend verglichen werden, inwieweit sie negative Auswirkungen auf das Wohlbefinden der Schweine vermeiden, sondern auch für das Wohlbefinden positives Verhalten zulassen (HÖRNING 1991, STOLBA und WOOD-GUSH 1989). Mit der Berücksichtigung negativer und positiver ethologischer Indikatoren für Wohlbefinden wurde den Ansätzen zur Definition von Wohlbefinden, in denen neben der Minderung oder Vermeidung von Leiden auch die Förderung positiver Empfindungen explizit gefordert wird, entsprochen (DUNCAN 1993, HOLTUG 1996, SANDØE 1996, SIMONSEN 1996). Sowohl bei den negativ als auch bei den positiv zu bewertenden Verhaltensmerkmalen unterschieden sich die Haltungssysteme signifikant voneinander. So waren im Vergleich zwischen den Systemen die für das Wohlbefinden negativ zu beurteilenden Merkmale Pseudowühlen und Manipulation Buchtengenosse im TSP häufiger zu beobachten, während von den positiven Beschäftigung mit Objekt inkl. Wühlen, Spielen, Komfort+Suhlen und Alert sein im OT und Beschäftigung mit Objekt und der Stalleinrichtung im TSP signifikant häufiger auftraten.

Die weitere Berücksichtigung der Merkmale der Lokomotion und Ruhe (Laufen, Stehen und Liegen) gaben Aufschluss über Passivität und Aktivität der Schweine. Das Merkmal Nahrungsaufnahme dient der Überprüfung von möglichen Leistungsunterschieden zwischen den Systemen. In der vorliegenden Arbeit bestanden jedoch hinsichtlich des Verhaltens Fressen+Saufen keine signifikanten Unterschiede zwischen TSP und OT, so dass für die geringeren Mastleistungen im OT im 1. Untersuchungsjahr kein Rückschluss durch die Beobachtung des Fressverhaltens gezogen werden konnte.

Vergleiche aus der Literatur einerseits zu Verhaltensanteilen bei Schweinen unter natürlichen oder wenig restriktiven Bedingungen, andererseits zu reizärmeren Haltungssystemen (Voll- oder Teilspaltenbodensysteme ohne oder nur mit einer Kette zur Anreicherung) führten zu einer Relativierung. Beim Vergleich von Haltungssystemen können Aussagen zum

Wohlbefinden nur relativ getroffen werden (PETERSEN et al. 1995, VAN PUTTEN und DAMMERS 1976). Die relative Vorzüglichkeit muss gegen weiter gefasste, weniger restriktive Maßstäbe überprüft werden (DAWKINS 1988, DAWKINS 1997, PETERSEN et al. 1995, VAN PUTTEN und DAMMERS 1976, STOLBA und WOOD-GUSH 1981). Bei Einbeziehung extrem reizarmer Haltungsbedingungen in einen Systemvergleich ließen sich ansonsten nur geringfügig besser geeignete Haltungsbedingungen bereits positiv bewerten. Andererseits kann unter Extrembedingungen keine Verbesserung durch minimale Anreicherungen erreicht werden, woraus jedoch nicht generell auf einen mangelnden Effekt der Anreicherung geschlossen werden dürfte (HILL et al. 1998).

In der vorliegenden Untersuchung wurde offensichtlich, dass, obwohl Laufen und Stehen im OT häufiger auftrat als im TSP, in beiden untersuchten Haltungssystemen insbesondere das Liegeverhalten mit über 70 % wesentlich höher als unter natürlichen und semi-natürlichen Bedingungen war, in denen Schweine nur zu ca. 6 bis 30 % des Tages ruhen (BRIEDERMANN 1990, JENSEN und STANGEL 1992, SAMBRAUS 1991a, STOLBA und WOOD-GUSH 1981, STOLBA und WOOD-GUSH 1989, VAN PUTTEN 1978, VON ZERBONI und GRAUVOGL 1984). Auch waren Verhaltensstörungen wie Manipulationen an Buchtengenossen und Pseudowühlen nicht vollständig eliminiert, wobei jedoch Verletzungen im Vergleich zu reizärmeren Haltungssystemen aus der Literatur (Voll- oder Teilspaltenbodensysteme ohne oder nur mit einer Kette zur Anreicherung) sehr gering waren (BEATTIE et al. 1995, JAKOB 1987, STUBBE 2000).

Ebenso kann die Auswahl und Berücksichtigung von nur sehr wenigen Indikatoren (RATSCHOW und CIELEJEWSKI 1996, RATSCHOW 2001a) zu einer verzerrten Beurteilung führen. In der hier vorliegenden Arbeit wurde eine Vielzahl an Indikatoren verwendet, da Wohlbefinden komplex ist (DANTZER 1993, DAWKINS 1988, DAWKINS 1997, SANDØE 1996). Andererseits müssen die Grenzen der Praktikabilität, um dieser Komplexität gerecht zu werden, berücksichtigt werden. Dies bedeutete im wesentlichen für die ethologischen Merkmale die Zusammenfassung von Verhaltensweisen, die Momentaufnahmemethode zur Aufzeichnung des Verhaltens aus den Videobeobachtungen, die Begrenzung der Beobachtungen auf die Hauptaktivitätszeiten der Schweine sowie die Ergänzung der Videobeobachtungen durch Direktbeobachtungen für die nähere Erfassung bestimmter Merkmale (Beschäftigung mit Stalleinrichtung, Wühlen inkl. Beschäftigung mit Stroh im OT bzw. Beschäftigung mit Stroh aus der Strohraufe im TSP, Beschäftigung mit frei hängender

Kette, Beschäftigung mit an der Wand befestigter Kette, Beschäftigung mit Nagebalken, Manipulation Buchtengenosse und Komfort+Suhlen) bei kürzerer Beobachtungszeit.

Bei den beobachteten Verhaltensmerkmalen erwies sich die Zusammenfassung von Bearbeiten Buchtengenosse mit dem aggressiven Verhalten im Nachhinein insofern als ungünstig, als dass differenziertere Interpretationen nicht vorgenommen werden konnten. Aggressives Verhalten gehört in einen anderen Funktionskreis (Sozialverhalten, Kampf) als Bearbeitung von Buchtengenossen (Nahrungsaufnahme, Erkunden, Beschäftigung). Die Trennung dieser Verhaltensweisen hätte die Voraussetzung für genauere Aussagen im Hinblick auf das Platzangebot und die Auseinandersetzungen am Trog liefern können (BEATTIE et al. 1996, FRASER und BROOM 1997, GATTERMANN 1993, SIMONSEN 1990, STOLBA und WOOD-GUSH 1981, STOLBA und WOOD-GUSH 1989, VAN PUTTEN 1978, SAMBRAUS 1991a, VON ZERBONI und GRAUVOGL 1984), obwohl das gleich häufige Fressen+Saufen und eine in Voruntersuchungen nicht festzustellende erhöhte Nachtaktivität am Trog durch rangniedrigere Tiere nicht auf wesentliche Beeinträchtigungen des Wohlbefindens durch ein zu weites Tier:Fressplatz-Verhältnis hinwiesen.

Die Komponente Ausweichen des Kampfverhaltens wurde mit der hier angewendeten Methodik nicht differenziert erfasst, weil sie als Indikator für Wohlbefinden indirekt durch eine geringe Häufigkeit von aggressiven Auseinandersetzungen implizit Berücksichtigung findet. Das Ausweichen gehört bei Schweinen in einem gut funktionierenden Sozialgefüge mit ausreichend Platz zum Verhaltensinventar und dient dazu, aggressive Auseinandersetzungen zu vermeiden (FRASER und BROOM 1997, JENSEN 1982, JENSEN 1984, VAN PUTTEN 1978). D.h., dass häufig auftretende Aggressionen und Kämpfe in einer Gruppe von Schweinen nach der Etablierung einer Rangordnung (SAMBRAUS 1991a) besser als Indikator für Haltungsmängel und vermindertes Wohlbefinden dienen können als Ausweichverhalten.

Alle Aktivitäten wurden ohne die dabei eingenommenen Körperpositionen erfasst, so dass nicht auszuschließen ist, dass Aktivverhalten, wie Fressen, Wühlen, Beschäftigungsverhalten inkl. Anomale Beschäftigung, auch sitzend oder liegend ausgeführt wurden. Insofern ist der Anteil an Sitzen und Liegen insgesamt unterschätzt, gleiches gilt für Laufen+Stehen. Diese Unterschätzung hat allerdings keinen Einfluss auf die Interpretation von Reaktionslosigkeit (Langeweile) (FRASER 1975, FRASER und BROOM 1997, HESSE et al. 1997, SAMBRAUS 1985, SAMBRAUS 1990, VAN PUTTEN 1978, VAN ROOIJEN 1984, VAN ROOIJEN 1991), da die Körperpositionen ohne andere Aktivität erfasst wurden. Eine sitzende oder liegende Stellung während anderer Aktivitäten könnte daher einen Hinweis auf Fundamentprobleme geben, die

andererseits durch die täglichen Tierkontrollen und die Adspektionen 3-mal im Verlauf der Mast nicht nachgewiesen wurden.

Eine noch stärkere Differenzierung der Verhaltensweisen kann zu einer Verringerung der Genauigkeit der Aussagen führen. Manche Verhaltensweisen treten sehr selten auf, so dass eine weitere Unterteilung zu statistisch nicht mehr zu bearbeitenden Anteilen führen würde. Dies trifft in besonderem Maß für die für das Wohlbefinden von Schweinen positiven und damit wichtigen Verhaltensweisen Spielen und Komfortverhalten zu, kann aber auch bei agonistischem Verhalten auftreten (BEATTIE et al. 1995, BEATTIE et al. 1996, BRIEDERMANN 1990, ETTER-KJELSAAS 1986, JAKOB 1987, JONES und NICOL 1998, LEGGE 1992, LYONS et al. 1995). LEGGE (1992) berücksichtigt in ihren Untersuchungen alle unter 1 % am Gesamtverhalten aufgetretenen Verhaltensweisen nicht, wodurch jedoch aussagekräftige Merkmale verloren gehen.

Die Momentaufnahmeaufzeichnung mit einem Intervall von 2 Min. stellte für alle verwendeten Merkmale einen akzeptablen Kompromiss dar (BERGENTHAL-MENZEL-SEVERING 1983, KRAUSE 1995, LEGGE 1992, STUBBE 2000). Allerdings konnte mit dieser Methode die Dauer des Sitzens nicht mit berücksichtigt werden, so dass Sitzen ohne andere Aktivität als Übergang zwischen Stehen und Liegen oder aus Langeweile in der Beobachtung nicht unterschieden wurde (STOLBA und WOOD-GUSH 1981). Andererseits führten die Tieradspektionen sowie die Betrachtung des Anteils an Sitzen im Zusammenhang mit den anderen Merkmalen des Aktivitätsverhaltens zu der Schlussfolgerung, dass Sitzen überwiegend nicht aufgrund Beinschwächen und Verletzungen und eher als Übergang zwischen Stehen und Liegen ausgeführt wurde. Nur wenn diese zusätzlichen Interpretationshilfen nicht gegeben sind, sollte der Aufwand betrieben werden, zumindest für eine Stichprobe der Beobachtungen die Dauer des Sitzens durch kontinuierliche Aufzeichnung zu bestimmen (KRAUSE 1995).

Die Auswahl der Beobachtungszeiten (5:30 bis 8:30 Uhr und 13:30 bis 16:30) als Hauptaktivitätszeiten wurde anhand der Literatur unter Berücksichtigung des Managements in den hier untersuchten Haltungssystemen vorgenommen. Die ermittelten Verhaltensanteile lagen in vergleichbaren Größenordnungen mit Ergebnissen aus der Literatur (z.B. BRIEDERMANN 1990, ETTER-KJELSAAS 1986, JAKOB 1987, LEGGE 1992), so dass davon ausgegangen werden kann, dass die beobachteten Zeiten den realen Aktivitätsphasen nahe kamen. Die im OT häufiger durch die offene Front des Stalles auftretenden Störungen der

Schweine sind Bestandteil des Haltungssystems und daher für den Haltungssystemvergleich immanent (PHILLIPS 2000, SCHMIDT 1998).

Die Ergänzung der indirekten durch direkte Beobachtungen (DURRELL et al. 1997) im 2. Untersuchungsjahr über die Mastperiode lieferte detailliertere Angaben vor allem zur Nutzung der Beschäftigungsobjekte (KRÖTZL et al. 1994). Dabei wurden nicht alle Häufigkeitsunterschiede zwischen den Haltungssystemen, die mit der indirekten Beobachtung nachgewiesen wurden, bestätigt (Beschäftigung mit Stalleinrichtung, Komfort+Suhlen). Die kontinuierliche Aufzeichnungsmethode bei der Direktbeobachtung war für häufig kürzer andauernde Verhaltensweisen wie Sich Strecken, Sich Schütteln und Hinterfußkratzen innerhalb des Komfortverhaltens und Beißen sowie Beschnupern innerhalb des Beschäftigungsverhaltens günstiger als die in der Transkription der Videofilme verwendete Momentaufnahme (KRAUSE 1995, MARTIN und BATESON 1993, OTTEN et al. 1997). Direktbeobachtungen bieten darüber hinaus eine Nähe des (der) Beobachters (Beobachterin) zu den Tieren insofern, dass intuitives Erfassen der Situation gefördert wird (RIST et al. 1989, WECHSLER 2000). Dies kann der Überprüfung von Hypothesen dienlich sein (WECHSLER 2000). Die Nähe zu den Tieren erleichterte das Erfassen von durch Videobeobachtungen schwer zu erkennenden Verhaltensweisen wie Strohkaugen und -fressen als Komponente der Beschäftigung mit Stroh (GÖTZ und TROXLER 1995, HASKELL et al. 1996). Sie ermöglichte auch die tierindividuelle Beobachtung. Störungen des Verhaltens und Erschrecken der Schweine durch die Beobachterin konnten dadurch minimiert werden, dass das Stallabteil im TSP bzw. das OT kurz vor der Beobachtungszeit leise und langsam aufgesucht wurde (KRÖTZL et al. 1994, MARTIN UND BATESON 1993).

5.2.3 Gesundheitsmerkmale und ihre Erfassung

Die Adspektionen des Integuments, der Gliedmaßen und der Klauen zu Mastanfang (nach einer ca. 2-wöchigen Eingewöhnungsphase), Mastmitte und Mastende zeigten ein insgesamt niedriges Niveau an Verletzungen und Veränderungen in beiden Haltungssystemen. Aus anderen Arbeiten geht hervor, dass 3 bis 5 Adspektionstermine pro Mastperiode geeignet sind, um hinsichtlich Körperschäden Differenzierungen zwischen Haltungssystemen aufzuzeigen (LYONS et al. 1995, MAYER 1999, STUBBE 2000). Bei einem niedrigen Gesamtniveau an Verletzungen und Veränderungen reichen jedoch, neben der routinemäßigen

täglichen Tierkontrolle, eine Adspektion zu Anfang und zu Ende der Mast aus, um schwerwiegende haltungsbedingte Schäden zu erkennen.

Die bei den Adspektionen erhobenen Merkmale des Allgemeinzustands der Schweine Allgemeindruck, Haarkleid und Augenausdruck konnten die im OT aufgetretene Ra. im 2. Untersuchungsjahr nicht widerspiegeln. Dadurch wird deutlich, dass sie sich - in diesen Abständen durchgeführt - nur sehr bedingt dafür eignen, den Gesundheitszustand der Schweine zu erfassen. Darüber hinaus können Krankheiten auch ohne Beeinträchtigung des Allgemeindrucks verlaufen. Außerdem ist der Allgemeindruck stark durch den Tageseinfluss bestimmt, beispielsweise durch das Klima. Die routinemäßig täglichen Tierkontrollen durch die Tierhalter, die den getrüben Blick, das struppige Haarkleid und die Teilnahmslosigkeit als Anzeichen einer Erkrankung einschließen, darüber hinaus aber auch den Ernährungszustand, die Ausgeglichenheit in der Entwicklung der Gruppe, die Kotbeschaffenheit, die Atmung und Lautäußerungen im Blick haben sollten, scheinen geeigneter und ausreichend, um durch Krankheiten und andere Belastungen bedingte Minderungen des Wohlbefindens im Haltungssystemvergleich aufzudecken (MORTON und GRIFFITHS 1985, PLONAIT 1997a, SAINSBURY 1998). Für weitergehende Informationen über den Gesundheitszustand der Schweine, müsste man zu aufwändigen klinischen Untersuchungen übergehen. Solch hoher Aufwand wäre nur an einer geringeren Anzahl an Tieren realistisch durchführbar. Darüber hinaus ist zur Interpretation physiologischer und (oder) immunologischer Indikatoren eine Standardisierung der Haltungsumwelt notwendig, was dem Ansatz praxisnaher Untersuchungen widerspräche.

Die Verschmutzung der Tiere an nur 3 Terminen während der Mast zu bestimmen (STUBBE 2000), hat wegen des großen Tageseinfluss' wenig Aussagekraft. Die häufige Aufzeichnung der Buchtenverschmutzung (BEATTIE et al. 1998, LEGGE 1992, SIMONSEN 1990, ZALUDIK 1997) jeweils am Abend vor den Verhaltensbeobachtungen bot dagegen einen umfassenden Überblick über alle Buchten und die gesamte Mastperiode. In der hier vorliegenden Arbeit waren die Untersuchungen saisonal auf Sommermonate begrenzt, so dass Aussagen für andere, respektive kühlere Jahreszeiten nicht getroffen werden können. Die Buchtenverschmutzung gibt einen deutlichen Hinweis auf die Möglichkeit der Schweine, ihr arteigenes Verhalten der territorialen Raumnutzung auszuleben (BURÉ 1987, MOLLET und WECHSLER 1991, STOLBA und WOOD-GUSH 1984, STOLBA und WOOD-GUSH 1989). Alternativ kann die Verschmutzung der Tiere protokolliert werden, dann jedoch vergleichbar oft wie die

Buchtenverschmutzung, um Hinweise auf das Suhl- und Liegeverhalten der Schweine zu geben.

Der von BLAHA (1993) und BLAHA und BLAHA (1995) vorgestellte Befundschlüssel, der in der hier vorliegenden Arbeit Grundlage für die Erfassung der Schlachtbefunde war, ist für die Befundung am Schlachtband vorgesehen. Bei der Erfassung subklinischer Zustände durch die Schlachtkörperadspektion machte die fließbandartige Schlachtung die Geschlingebeschau dennoch schwierig und teilweise oberflächlich, wodurch die Daten in der hier vorliegenden Untersuchung eine geringere Aussagekraft besitzen. Es wäre jedoch wünschenswert, Schlachtbefunde als retrospektive Informationsquelle für das Wohlbefinden der Schweine durch eine bessere Standardisierung nutzen zu können.

5.2.4 Leistungsmerkmale und ihre Erfassung

Die Mastleistung war trotz des Ra.-Einbruchs im OT im 2. Untersuchungsjahr nicht beeinträchtigt. Da jedoch bei akuter Erkrankung davon ausgegangen werden kann, dass sich ein Schwein krank fühlt und somit bereits sein Wohlbefinden beeinträchtigt ist (DAWKINS 1988, DUNCAN 1993, HURNIK et al. 1985) wird deutlich, dass die Mastleistung kein sensibles Merkmal für die Schätzung von Wohlbefinden ist. Dies unterstreichen indirekt die Untersuchungen von KRETSCHMER und LADEWIG (1993) und LADEWIG und MATTHEWS (1996b), in denen deutlich wurde, dass Futter sehr unelastisch von den Schweinen nachgefragt wird. Auch unter für das Wohlbefinden der Tiere extrem ungünstigen Bedingungen können teilweise noch hohe Leistungen erzielt werden (HILL et al. 1998). Andererseits deuten Leistungseinbrüche auf Adaptationsüberforderungen hin, so dass die Erhebung der Leistung immer mit verfolgt werden sollte. Bei länger lebenden Tieren sind darüber hinaus Einbußen in leistungsbezogenen Indikatoren wie Nutzungsdauer und Lebensleistung geeignet, um vermindertes Wohlbefinden abzubilden.

Auch Schlachtleistung und Schlachtkörperqualität sind erwartungsgemäß ungeeignete Merkmale für die Schätzung des Wohlbefindens von Mastschweinen in verschiedenen Haltungssystemen (HAIDN et al. 1998, JAKOB 1987, HOY 1998). Andere Faktoren wie Genetik, Fütterung, Geschlecht und Saison haben einen größeren Einfluss auf die Schlachtkörperqualität (DREISHING 1999, GÖDEKE 1998, HEINRICHS 1994, WESTENDARP 1999) als die Haltung. Außerdem liegen der Beurteilung der Schlachtkörperqualität Kriterien zu Grunde, die mit denen für Wohlbefinden der Tiere nicht gleichartig sind.

5.2.5 Haltungstechnische und stallklimatische Erhebungen

Die Kenntnis über die Haltungsbedingungen und Managementmaßnahmen, z.B. Platzangebot, Fütterungstechnik oder Fütterungszeiten, ist zum einen für die Auswahl der Beobachtungsmethodik (Beobachtungszeitraum, Beobachtungsausschnitte innerhalb Bucht) entscheidend (BALDWIN und START 1985, BERGENTHAL-MENZEL-SEVERING 1983, BOTERMANS und SVENDSON 2000, BOTERMANS et al. 2000, BRIEDERMANN 1990, HOY et al. 1995, INGENBLEEK 1996, KAMINSKY 1993, KRAUSE 1995, MARX 1991, MEYNHARDT 1990, SCHÄFER-MÜLLER 1996, STUBBE 2000). Zum anderen kann sie die Interpretation von Verhaltensweisen oder Verhaltensstörungen erleichtern (VON BORELL 2001, BOCKISCH et al. 1999, DAWKINS 1988, DGFZ 1985).

Neben einer Beschreibung der haltungstechnischen Charakteristika mit Relevanz für das Wohlbefinden der Schweine wurden weitere Kennzahlen der Haltungstechnik und des Stallklimas erhoben.

Lufttemperatur und Relative Luftfeuchte wurden kontinuierlich aufgezeichnet, wodurch die Interpretation des Verhaltens, insbesondere des Liegeverhaltens auf den unterschiedlichen Buchtenflächen unterstützt werden konnte (BURÉ 1987, JAKOB und WIELAND 1993, MAYER 1999, MAYER und HAUSER 2000, SAMBRAUS 1991a, SCHMID 1994, SIMONSEN 1990, VON ZERBONI und GRAUVOGL 1984).

Die Messungen der Luftgeschwindigkeit, Beleuchtungsstärke und Schadgase im Tierbereich wurden stichprobenartig durchgeführt.

Bei der Messung der Luftgeschwindigkeit können Messungenauigkeiten eine Rolle gespielt haben, da während des Aufenthalts der Tiere gemessen wurde und schon leichte Tierbewegungen, die tierische Atmung und leichte Bewegungen der Messperson zu Erhöhungen des Ausschlags am Thermo-Anemometer führten. Die ermittelten Werte lagen im Bereich der Richtwerte, hätten jedoch vor allem im TSP bei hohen Temperaturen den Empfehlungen nach höher sein können (AEL 1998, BOCKISCH et al. 1999, DIN 18910 1992, PLONAIT 1997b, SHVO 1995, STRACK 2000).

Die Beleuchtungsstärkemessungen zeigten deutlich die viel zu geringen Werte im TSP, die teilweise bei ausgeschalteter Beleuchtung nicht messbar waren, aber auch bei eingeschaltetem

Licht stellenweise 20 Lux nicht überschritten (Maxi. = 190 Lux) und wesentlich geringer als im OT (Mini. = 100 Lux, Maxi. = 4000 Lux) waren. Dies könnte zu der geringeren Vormittagsaktivität im TSP und dem dadurch schwächer ausgeprägten endogen angelegten biphasischen Rhythmus geführt haben (BALDWIN und START 1985, BOTERMANS und SVENDSON 2000, BOTERMANS et al. 2000, BRIEDERMANN 1990, HOY et al. 1995, KRAUSE 1995, MACK et al. 1998, MEHLHORN 1978, MEYNHARDT 1990, WITTKKE 1972).

Kohlendioxid (CO₂) und Ammoniak (NH₃) sind neben Schwefelwasserstoff (H₂S) die in Schweineställen vorherrschenden Gase, die gesundheitliche Auswirkungen auf die Tiere haben können (HARTUNG 1990, PLONAIT 1997b). Die hier gemessenen CO₂- und NH₃-Konzentrationen waren zu allen Zeitpunkten als niedrig einzustufen (BARTUSSEK et al. 2001, GALLMANN et al. 2001, KAISER et al. 1998). In der Literatur werden erhöhte H₂S-Konzentrationen vor allem in Zusammenhang mit dem Aufrühren und Abpumpen von Flüssigmist und dem Ausfall von Lüftungssystemen beschrieben (DIN 18910 1992, KLICHE et al. 1990, MEHLHORN 1987, PLONAIT 1997b). Ansonsten tritt das Gas in sehr geringen oder nicht messbaren Konzentrationen auf (ETTER-KJELSAAS 1986, JAKOB 1987, LÜKE 1993, STUBBE 2000). H₂S kann - bis zum Eintreten der Lähmung des Geruchssinns bei sehr hohen, toxischen Konzentrationen - durch einen typischen Geruch nach faulen Eiern wahrgenommen werden (MEHLHORN 1987, PLONAIT 1997b, STOLPE und BRESK 1985). Damit ist deutlich, dass eine Messung von H₂S nur im Bedarfsfall notwendig ist. Daher wurde es in der vorliegenden Untersuchung nicht routinemäßig gemessen und konnte auch olfaktorisch zu keinem Zeitpunkt festgestellt werden. Distickstoffoxid (N₂O, auch „Lachgas“) tritt in der Tierhaltung nur im Zusammenhang mit dem Kompostsystem in höheren Konzentrationen auf (HOY et al. 1996) und wurde daher für den hier vorgenommenen Vergleich als irrelevant eingestuft.

Die zur Beschreibung der Haltungsbedingungen gemessenen Griffigkeits- und Rauheitsmessungen der Betonbodenbeläge mit dem SRT-Gerät (s. Kap. 3.4.2) ergaben in beiden Haltungssystemen „gute“ bis „sehr gute“ Werte (MÜLLER et al. 1991, HERRMANN 1997, WEBER 1985). Sie können Hinweise auf gröbere Mängel des Stallbodens (Rauheit oder Glätte) liefern, sind dagegen nur begrenzt aussagefähig für das Wohlbefinden der Tiere in der tatsächlich auftretenden Haltungssituation, da sie nur auf trockenem Boden durchgeführt werden können (FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR DAS STRABENWESEN 1972, HERRMANN 1997, WEBER 1985). Eine Methode für die Bestimmung der Rutschfestigkeit feuchter und verschmutzter Böden ist bisher nicht beschrieben. Ausrutschen wurde teilweise, insbesondere

im Zusammenhang mit schnellem Laufen oder Rennen (Spielverhalten), beobachtet. Indirekt hätten sich sehr glatte Böden jedoch durch stärkere Verletzungen niedergeschlagen, die nicht auftraten (tägliche Tierkontrollen, 3-malige Adspektionen). Ebenso gaben die geringen Verletzungen keine Hinweise auf Bodenbelagsmängel.

Hinsichtlich der hier verwendeten Merkmale und Methoden zeigt sich zunächst, dass eine gezielte Auswahl der Haltungssysteme als Kompromiss zwischen praxisüblichen Systemkomponenten und der Berücksichtigung des Wissens über ethologische Bedürfnisse von Mastschweinen zweckführend ist. Sie schlug sich in einem geringeren Niveau der Verhaltensabweichungen und Verletzungen im Vergleich zu reizärmeren, weniger strukturierten Haltungssystemen nieder. Auf der anderen Seite ist darüber hinaus für eine Beurteilung der Ergebnisse im Hinblick auf Wohlbefinden der Vergleich mit der entsprechenden Literatur zu Schweinehaltung unter weniger restriktiven Haltungsbedingungen unabdingbar. Neben den durch die Auswahl der Haltungssystemkomponenten a priori eingegangenen Einschränkungen für das Wohlbefinden der Tiere wurde beim weiteren Vergleich mit dem Verhalten von Schweinen unter (semi-)natürlichen Bedingungen vor allem das vermehrte Liegen in beiden untersuchten Haltungssystemen deutlich. Häufigeres Liegeverhalten ist durch weniger Futtersuchverhalten in Tierhaltung bedingt und unter Reizarmut verstärkt. Bezüglich Wohlbefinden ist graduell abzustufen: Einerseits wird es den Tieren durch die Vorlage von Futter ermöglicht mehr zu ruhen, andererseits führt Reizlosigkeit zu Langeweile.

Die Untersuchung der Haltungssysteme zu den gleichen Zeiten (parallel innerhalb der Jahre und zu den gleichen Zeiten zwischen den Jahren) wäre selbstverständlich günstiger gewesen, ließ sich jedoch aufgrund der auf dem Versuchsgut begrenzt zur Verfügung stehenden Zahl an Schweinen gleichen Alters und Gewichts nicht durchführen. Während einerseits die ähnlichen Aufzuchtbedingungen der Schweine auf dem Versuchsgut von Vorteil sind, konnten Jahres- und Saisoneffekte durch die Berücksichtigung in den varianzanalytischen Modellen quantifiziert, nicht jedoch eliminiert werden.

Bei der Auswahl der ethologischen Indikatoren hat sich die Einbeziehung für das Wohlbefinden negativer und positiver Indikatoren bewährt. Es konnte damit nicht nur verglichen werden, inwieweit ein Haltungssystem gegenüber dem anderen Verhaltensstörungen vermeidet, sondern auch positives Verhalten fördert. Eine Trennung der Verhaltensweisen Manipulation von Buchtengenossen und Aggression zwischen Buchtengenossen wäre empfehlenswert, um die unterschiedlichen Ursachen, die zu diesen Verhaltensweisen führen können, Reizarmut und Platzmangel, klar gegeneinander abgrenzen zu können.

Die Beobachtungszeiten während des Tages (5:30 bis 8:30 Uhr und 13:30 bis 16:30 Uhr) sowie die Transkription des Verhaltens im 2. Min. Intervall führte zu Ergebnissen vergleichbar mit Angaben aus der Literatur und scheint somit ein geeigneter Kompromiss zwischen Genauigkeit und Arbeitsaufwand der Beobachtungen zu sein.

Die Ergänzung der kontinuierlichen Direktbeobachtungen erscheint für im Videofilm schwer zu erkennende und kurz andauernde Verhaltensweisen zweckmäßig. Die parallel zur Videobeobachtung durchgeführten Direktbeobachtungen auch im 1. Untersuchungsjahr wären dabei jedoch günstiger gewesen, um auf einer größeren Datenbasis die Ergebnisauswertung auf Basis von Zeitgefährtengruppen zu ermöglichen.

Für die Gesundheitsmerkmale ist festzustellen, dass bei einem geringen Verletzungsniveau die Adspektion der Tiere zu Mastanfang und Mastende ausreicht, um haltungsbedingte Verletzungen zu identifizieren. Dabei ist die Berücksichtigung des Allgemeinzustands der Tiere nicht notwendig, da dieser bei der täglichen Tierkontrolle durch die Tierhalter erfasst wird. Dabei müssten allerdings Abweichungen konsequent protokolliert werden.

Für die Beurteilung der Möglichkeiten der Schweine zu Thermoregulation und territorialer Eigengliederung der Buchten hat sich die wöchentliche Protokollierung der Buchtenverschmutzung (oder alternativ der Tierverschmutzung) als ausreichend erwiesen.

Die Geschlinge- und Schlachtkörperadspektion zusätzlich zur gesetzlich vorgeschriebenen Fleischschau lieferte wenig Informationsgewinn. Für die schnelle und zuverlässige Datenaufnahme am Schlachtband müsste eine weitere Standardisierung der Methodik erfolgen und geschultes Personal eingesetzt werden. Grundsätzlich wären Schlachtbefunde zur Aufdeckung subklinischer Zustände und die

retrospektive Beurteilung des Wohlbefindens von Schweinen in verschiedenen Haltungssystemen jedoch als ein weiterer Indikator interessant.

Die Leistungsmerkmale bieten für den Vergleich des Wohlbefindens der Schweine in verschiedenen Haltungssystemen nur bei starken Leistungseinbrüchen Hinweise. Andererseits sind sie zur Beurteilung der Systeme für die Praxiseignung unabdingbar.

Für die haltungstechnischen und stallklimatischen Indikatoren erwiesen sich - neben der genauen Beschreibung der Ausstattung der Haltungssysteme als Basis des Systemvergleichs - die regelmäßige Erhebung der Lufttemperatur und der Relativen Luftfeuchte sowie die stichprobenartig gemessenen Beleuchtungsstärken, Luftgeschwindigkeiten und CO₂- und NH₃-Konzentrationen auf Tierhöhe als für die Interpretation der Ergebnisse aus den Verhaltensbeobachtungen und gesundheitsbezogenen Tierkontrollen sinnvoll unterstützend. Häufigere Schadgasmessungen und die Messung von H₂S erscheint nur bei Bedarf (hohe gemessene Werte bzw. olfaktorische Wahrnehmung) notwendig. Die Bestimmung der Rauheit des Betonstallbodens ist für den Vergleich des Wohlbefindens der Schweine in den Systemen nicht notwendig, da sich größere Mängel in Verletzungen niederschlagen und somit durch die Tieradspektionen erfasst würden.

Für den Vergleich von Wohlbefinden von Mastschweinen in verschiedenen Haltungssystemen kann keine generelle Eignung bestimmter Merkmale und Merkmalskombinationen nachgewiesen werden. Die Fragestellung und Beschaffenheit der Vergleichssysteme haben einen großen Einfluss. Gleichwohl können aus dem vorliegenden Systemvergleich allgemeine Empfehlungen hergeleitet werden, die wiederum für andere Fragestellungen Relevanz besitzen können.

5.3 Schlussbetrachtung im Hinblick auf Beurteilung des Wohlbefindens von Mastschweinen in praxisüblichen Haltungssystemen

In der hier vorliegenden Arbeit wurden 2 mit Beschäftigungsobjekten angereicherte Haltungssysteme, Offentiefstreusystem (OT) und Teilspaltenbodensystem (TSP), verglichen, um unter Einbeziehung des Wissens über ethologische Bedürfnisse von Mastschweinen und durch Integration einfacher in der Praxis leicht einzuführender haltungstechnischer Maßnahmen, Kompromisse zwischen Wohlbefinden der Tiere und Praxisnähe zu untersuchen. Damit soll ein Beitrag zur Beurteilung des Wohlbefindens von Mastschweinen in praxisüblichen, durch Reizverarmung gekennzeichneten Mastschweinehaltungssystemen geleistet werden.

Die vorliegenden Ergebnisse machen deutlich, dass eine Einschätzung des Wohlbefindens in einem Vergleich praxisnaher Haltungssysteme anhand mehrerer Indikatoren möglich ist.

Ethologische Indikatoren erwiesen sich dafür als besonders geeignet unter Kombination von für Wohlbefinden positiven als auch negativ zu bewertenden Verhaltensweisen. Es wurden klare Unterschiede im Auftreten der untersuchten Verhaltensweisen der Mastschweine in den beiden Haltungssystemen nachgewiesen. Die Merkmale der Lokomotion und Ruhe gaben Aufschluss über Aktivität und Passivität der Tiere, das Nahrungsaufnahmeverhalten diente der Interpretation von Leistungsunterschieden, wobei die Häufigkeiten von Fressen+Saufen zwischen den Haltungssystemen nicht signifikant waren.

Die hier angewendete Kombination von Direkt- und Videobeobachtungen konnte einen Gesamtüberblick des Verhaltens über die Mastperiode neben der näheren Untersuchung von Einzelaspekten des Beschäftigungs- und Komfortverhaltens geben und stellt somit eine geeignete Methodik dar. Auf diese Weise konnte sowohl die Entwicklung der Auswirkungen der Haltungsbedingungen auf das Wohlbefinden der Mastschweine als auch die Ausübung seltener Verhaltensweisen differenzierter untersucht werden.

Die Hinzunahme von Gesundheitsmerkmalen (Tierkontrolle, Adspektion, Schlachtbefunde) hat sich für die Interpretation des Verhaltens und die Gesamtbeurteilung des Wohlbefindens der Schweine als unbedingt notwendig erwiesen, allerdings müsste die Methodik der Schlachtbefundung verbessert werden.

Mast-, Schlacht- und Schlachtkörperqualitätsmerkmale zeigten sich als ungeeignet für die Schätzung des Wohlbefindens. Leistungseinbrüche können unter Extrembedingungen reduziertes Wohlbefinden anzeigen und sollten daher immer Berücksichtigung finden. Außerdem sind sie notwendig, um die Praxisauglichkeit der untersuchten Haltungssysteme

zu eruieren, wobei weitere Aspekte wie Arbeitswirtschaft und Rentabilität genauer zu beleuchten wären. In beiden Haltungssystemen wurden hohe Leistungen und gute Qualitäten erzielt.

Die Beschreibung der Haltungssysteme hinsichtlich haltungstechnischer Charakteristika, die kontinuierliche Erfassung der Lufttemperatur und Relativen Luftfeuchte sowie die stichprobenartig erhobenen Daten zu Beleuchtungsstärke, Luftgeschwindigkeit und CO₂- und NH₃-Konzentration in Tierhöhe lieferten Basisinformationen, die für den Vergleich der Systeme erforderlich sind.

Das Offentiefstreusystem (OT) zeigte sich hinsichtlich Wohlbefinden der Mastschweine aus ethologischer Sicht als dem Teilspaltenbodensystem (TSP) deutlich überlegen. Vor allem die Ermöglichung von Bodenwühlen in veränderbaren Materialien ist für Schweine unbedingt notwendig und nicht durch andere Beschäftigungsobjekte adäquat ersetzbar. Dies wurde auch durch die vermehrt auftretende Verhaltensstörung Manipulation Buchtengenosse inkl. Aggression im 2. Untersuchungsjahr im OT, in dem den Schweinen weniger Stroh zur Verfügung stand, deutlich. Haltungssysteme ohne Wühlmöglichkeiten, d.h. sagittal ausgeführte Hobelbewegungen in die Tiefe, sind aus Sicht des Wohlbefindens von Mastschweinen nicht akzeptabel.

Selbst eine Vielzahl unterschiedlicher Beschäftigungsobjekte (Stroh in Raufe mit Wühlschale, Nagebalken, freihängende und an der Wand befestigte Kette) im einstreulosen System (TSP) konnte insbesondere Manipulationen an Buchtengenossen inkl. Aggression nicht auf ein Minimum reduzieren oder positives Verhalten (Spielen) deutlich fördern. Während eine teilweise Kompensation der fehlenden Wühlmöglichkeiten durch Spiel- und Beschäftigungsobjekte möglich war (signifikant häufigere Nutzung der Beschäftigungsobjekte im TSP im Vergleich zum OT, signifikant häufigere Nutzung der Beschäftigungsobjekte im OT im 2. Untersuchungsjahr), weisen die auch im OT trotz Beschäftigungsobjekten und Wühlmöglichkeiten in der Tiefstreu im Vergleich zum TSP (signifikant weniger) auftretenden Verhaltensstörungen darauf hin, dass neben Wühlen die Beschäftigung der Schweine weitergehend gefördert werden muss. Darauf deutet auch der hohe Anteil des Liegens in beiden Haltungssystemen hin, der zwischen dem in der Literatur beschriebenen Anteil in reizärmeren und weniger restriktiven Haltungssystemen lag. Aktivitätsfördernd scheinen neben den Beschäftigungsmöglichkeiten auch ein größeres Gesamtplatzangebot sowie eine bessere Beleuchtung, wie sie im OT im Gegensatz zum TSP vorlagen, zu sein.

Der Vergleich der Ergebnisse mit Literaturangaben vor allem zu weniger restriktiven Bedingungen ist in Haltungssystemvergleichen unbedingt notwendig und zeigte in der hier vorliegenden Untersuchung, dass in beiden Haltungssystemen Verhaltensstörungen gegenüber dem Vorkommen in praxisüblichen reizärmeren Haltungssystemen bereits abgeschwächt werden konnten. Des Weiteren verdeutlichte er jedoch, dass nicht nur im TSP, sondern auch im OT weitere Verbesserungen notwendig sind, da auch im OT Verhaltensstörungen in geringem Maß auftraten sowie inaktives Liegen in beiden Systemen einen Großteil der Zeit einnahm.

Bezüglich der Tiergesundheit schnitt das OT im Vergleich zum TSP schlechter ab. Insbesondere reichten im OT im 1. Untersuchungsjahr die Thermoregulationsmöglichkeiten an manchen heißen Tagen nicht vollständig aus, und einige Schweine hatten Kreislaufprobleme. Darüber hinaus traten im OT Leberbefunde auf, während in beiden Haltungssystemen Lungenveränderungen am häufigsten festgestellt wurden. Die an wesentlich mehr Tieren durchzuführenden medikamentösen Behandlungen im OT waren hauptsächlich auf einen Rhinitis atrophicans (Ra.)-Einbruch im 2. Untersuchungsjahr zurückzuführen.

Methodische Verbesserungen zur Schätzung des Wohlbefindens von Mastschweinen in verschiedenen Haltungssystemen werden wie folgt empfohlen:

Die Untersuchung der Haltungssysteme zu gleichen Zeiten innerhalb und zwischen den Jahren ist bei einer ausreichend vorhandenen Anzahl an Schweinen gleichen Alters und Gewichts mit ähnlichen Aufzuchtbedingungen empfehlenswert, eine Berücksichtigung des Jahres und (oder) der Saison in der Varianzanalyse in jedem Fall erforderlich.

Es zeigte sich für die Verhaltensweise Aggression, dass diese getrennt von Bearbeiten von Buchtengenossen erfasst werden sollte, um Interpretationen vor allem zum Platzangebot und Tier:Fressplatz-Verhältnis genauer vornehmen zu können.

Direktbeobachtungen mit kontinuierlicher Aufzeichnung sollten stets ergänzend zu Videobeobachtungen vorgenommen werden.

Bei den Gesundheitsmerkmalen können die Adspektionen auf 2-mal/Mastperiode, zu Mastanfang und -ende, beschränkt werden. Die täglich durch die Tierhalter routinemäßig durchgeführte Tierkontrolle ersetzt dabei die Adspektion des Allgemeinzustandes, wenn sie protokolliert wird. Die wöchentliche Protokollierung der Buchtenverschmutzung ist ausreichend für die Erfassung der Möglichkeiten der Schweine zu Thermoregulation und Eigengliederung der Buchten.

Zusätzliche Geschlinge- und Schlachtkörperadspektionen liefern keinen Informationsgewinn über die vom Schlachthof gemeldeten Beanstandungen hinaus, wenn sie nicht soweit zur schnellen Aufnahme am Schlachtband standardisiert sind, dass exakte Daten gewonnen werden können.

Bezüglich haltungstechnischer Details kann auf die Messung der Rauheit des Stallbodens verzichtet werden, da die durch das SRT-Gerät erfassbaren größeren Mängel des Bodens durch Verletzungen der Tiere bei den Adspektionen offenbar würden.

Empfehlungen für Maßnahmen zur Verbesserung der Systeme hinsichtlich ihrer hier ermittelten Schwachstellen bestehen in folgenden Punkten:

In beiden Haltungssystemen wurden die eingebrachten Beschäftigungsobjekte von den Tieren angenommen und führten gegenüber aus der Literatur beschriebenen Untersuchungen reizärmerer Haltungssysteme zu geringeren Verhaltensabweichungen und Verletzungen. Deutlich wurde jedoch, dass sich im TSP die fehlenden Wühlmöglichkeiten auf dem Boden in ausreichend veränderbarem Material nicht durch die Strohraufe mit der kleinen Auffangschale und die anderen Objekte sowie die Stalleinrichtung kompensieren ließen (deutlich mehr Verhaltensstörungen und weniger im Sinne von Wohlbefinden positives Verhalten im TSP als im OT). Neben der Darreichungsform des Stroh auf dem Boden scheint auch die Strohmenge einen Effekt zu haben. Eine Wühlmöglichkeit auch im TSP ist daher dringend zu empfehlen.

Auf der anderen Seite waren Verhaltensstörungen auch im OT nicht vollständig eliminiert. Daher ist zu befürworten, weitere geeignete Beschäftigungs- und Spielobjekte in die Systeme zusätzlich zu integrieren. Derzeit werden eine Vielzahl an Objekten entwickelt (KOLBECK 2002, LEHNERT 2002), andere haben sich bereits für die Praxis bewährt (BARTUSSEK 2001, BLACKSHAW et al. 1997b, KRÖTZL et al. 1994, STUBBE 2000, NEWBERRY 1995, DAMM et al. 2000).

In beiden Haltungssystemen, vor allem im OT, waren die Thermoregulationsmöglichkeiten während der Sommermonate nicht ausreichend. Dies zeigte sich durch die nicht territorial begrenzten Buchtenverschmutzungen in beiden Haltungssystemen sowie die geringeren Leistungen und die Kreislaufprobleme einiger Schweine im OT im 1. Untersuchungsjahr. Für das TSP wurden durch die teilweise hohen Lufttemperaturen und Relativen Luftfeuchtigkeiten deutlich, dass die Zwangsentlüftung nicht befriedigend ausreichte. Darüber hinaus wäre eine andere Anordnung des Spaltenbereichs in Querrichtung mit einer zusätzlichen Tränke über dem Spaltenbodenbereich zu überdenken (Buré 1987). Im OT müssen weitere Möglichkeiten zur Abkühlung der Tiere bei hohen Temperaturen im Sommer

zur Verfügung gestellt werden. Der Anschluss einer zusätzlichen Tränke über dem planbefestigten Bereich wäre vermutlich eine effektive und zusätzlich kostengünstige Lösung. Neben der Ermöglichung einer erhöhten Wasseraufnahme durch die Tiere könnte ein Feuchtbereich entstehen, der den Schweinen dazu verhilft, sich durch Konduktion zu entwärmen. Der von Tierhaltern wenig akzeptierte hohe Wasserverlust sowie die Verunreinigung der Bucht durch das auf den Boden laufende Wasser ließen sich nicht vollständig vermeiden, könnten jedoch zumindest teilweise durch einen möglichst niedrigen Wasserdruck und eine Ablaufrinne kontrolliert werden. Es ist zu berücksichtigen, dass der Einbau einer Dusche, einer betonierten Suhle oder die zusätzliche Strukturierung der Buchten durch Trennwände, die auch im TSP die territoriale Eigengliederung der Buchten durch die Tiere weiter unterstützen könnte, kosten- und arbeitsintensiver sein würden (AMON et al. 2001, HÖRNING 2000a, MAYER 1999, WIELAND und JAKOB 1992, SIMANTKE 2000, SIMONSEN 1990, WECHSLER et al. 1991).

Im OT ist die Öffnung des Stalles nach Nordwesten für die Sommermonate als günstig zu bewerten. Dennoch war der zeitweilige Ausbau der Fenster auf der gegenüberliegenden Seite der offenen Front bei hohen Temperaturen notwendig, aber nicht hinreichend, um die Luftströmungsgeschwindigkeit soweit zu erhöhen, dass es für die Entwärmung der Schweine vollständig ausgereicht hätte. Größere verschließbare Lüftungsöffnungen (Fenster) auf der Rückwand des Offenfrontstalles sind daher für die Sommermonate zu empfehlen.

Die Auswirkungen kalter Jahreszeiten auf die Tiere, insbesondere im OT (Kälte, Futtermittelverwertung), wurden in der hier vorliegenden Arbeit nicht untersucht, was den Haltungssystemvergleich einschränkt.

Einerseits kann eine insgesamt größere Buchtenfläche die Eigengliederung der Bucht durch die Schweine unterstützen, andererseits kann eine große Liegefläche zu einer Verschmutzung derselben führen. Ein höheres (Gesamt)-Platzangebot ist aus Sicht des Lauf- und Aktivitätsverhaltens der Schweine zu befürworten. In den hier untersuchten Haltungssystemen zeigten die Schweine im OT mehr Laufen+Stehen. Auch die bessere Fleischhelligkeit der Schweine aus dem OT könnte durch die Bewegung bewirkt sein. Somit lässt sich schlussfolgern, dass eine größere Gesamtbuchtenfläche durch eine größere Gruppe wie im OT auch für das TSP empfehlenswert wäre. Die optimale Gruppengröße für Mastschweine wurde in der hier vorliegenden Arbeit nicht untersucht.

Darüber hinaus muss zur Förderung der Aktivität jedoch auch die Beleuchtung im TSP verbessert werden, denn es zeigte sich, dass der endogen angelegte biphasische Tagesrhythmus der Schweine im OT stärker ausgeprägt war als im TSP mit vor allem mehr

Aktivität am Morgen. Eine gleichmäßigere stärkere Beleuchtung während des Tages im TSP ist notwendig, Buchtenbereiche mit 0 bis 20 Lux sind als für das Wohlbefinden der Schweine nachteilig zu bewerten, sofern sie sich nicht auf kleinere Ruhezone beschränken.

Auseinandersetzungen am Trog wurden nicht gezielt untersucht. Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit weisen aber darauf hin (erhöhte Nachtaktivität und starke Verletzungen der Tiere konnten nicht festgestellt werden), dass das Wohlbefinden der Tiere nicht in starkem Maß durch die hier verwendeten Breifutterautomaten mit einem Tier:Fressplatz-Verhältnis von 2,7:1 in der Anfangs- und 4:1 in der Endmast beeinträchtigt wurde.

Basierend auf den hier erzielten Ergebnissen sind weitere Untersuchungen zu einfach zu integrierenden thermoregulationsunterstützenden Maßnahmen unter Hitzestress sowie zu weiteren Beschäftigungsmöglichkeiten und (oder) stärkeren baulichen Gliederungen der Buchten (Trennwände) notwendig, um Verhaltensstörungen in den untersuchten Haltungssystemen weiter zu reduzieren und das Territorialverhalten der Schweine stärker zu unterstützen.

Auch sollten Untersuchungen verschiedener OT-Verfahren in allen Jahreszeiten durchgeführt werden, um jahreszeitspezifische Problembereiche (Kälte, schlechtere Futtermittelverwertung) berücksichtigen zu können.

Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass ein höheres Platzangebot durch eine größere Tiergruppe günstiger für das Bewegungsverhalten der Tiere ist. Zur Bestimmung einer optimalen Gruppengröße sollten weitere gezielte Untersuchungen erfolgen.

Die hier verwendeten Breifutterautomaten und das Tier:Fressplatz-Verhältnis schienen keine größeren negativen Auswirkungen auf das Wohlbefinden der Schweine zu haben. Auseinandersetzungen am Trog waren jedoch nicht Gegenstand der hier vorliegenden Untersuchung. Da gemeinsames Fressen den Schweinen arteigen ist, sollten zur Förderung des Wohlbefindens der Tiere weitere, systematische Untersuchungen zur Fütterungstechnik durchgeführt werden.

Ziel der Arbeit ist die Untersuchung praxisnaher Haltungsbedingungen hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf das Wohlbefinden von Mastschweinen. Damit soll ein Beitrag zur Bewertung des Wohlbefindens von Mastschweinen unter praxisüblichen Haltungsbedingungen und zur Entwicklung von Indikatoren für die Schätzung von Wohlbefinden geleistet werden.

Zunächst wurden die Themen „Definition des Begriffs Wohlbefinden“, „Indikatoren für Wohlbefinden“, „Verhaltensweisen von Mastschweinen“, „Ethologische Untersuchungsmethoden“ und „Haltungssysteme für Mastschweine“ aus der Literatur aufgearbeitet. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse und jeweils gezogenen Schlussfolgerungen wurden maßgeblich für den Aufbau und bei der Durchführung der Untersuchungen berücksichtigt.

Es wurden 2 Haltungssysteme mit Praxisrelevanz eingerichtet und verglichen, die unter Einbeziehung des Wissens über ethologische Bedürfnisse von Mastschweinen einen Kompromiss zwischen praxisüblicher Mastschweinehaltung und Wohlbefinden der Tiere darstellen. Die Systeme enthielten einfache Elemente, die zum Wohlbefinden der Schweine beitragen können. Der Schwerpunkt der Untersuchungen lag auf ethologischen Merkmalen. Die Arbeit ist Teil eines größeren Forschungsprojekts zu artgerechter Mastschweinehaltung und deren Akzeptanz bei Erzeugern und Verbrauchern in Nordrhein-Westfalen und wurde auf dem Versuchsgut Frankenforst der Universität Bonn in den Zeiträumen Mitte Juni 1998 bis Anfang Januar 1999 und Mitte April bis Ende September 1999 durchgeführt.

Insgesamt wurden 256 Piétrain (Pi) x Deutsche Landrasse (DL) oder Pi x (Deutsches Edelschwein (DE) x DL) Mastschweine (50 % weiblich : 50 % männlich kastriert) in 2 mit Beschäftigungsobjekten (Ketten, Nagebalken, Strohraufe (im einstreulosen System)) angereicherten Haltungssystemen, Teilspaltenboden im klimaregulierten Stall (TSP mit 8 Schweinen/Bucht) und Teiltiefstreu im Offenstall (OT mit 32 Schweinen/Bucht), untersucht. Über 10 Wochen wurde 1-mal/Woche das Verhalten der Tiere indirekt per Videoaufzeichnung zwischen 5:30 und 8:30 Uhr und 13:30 und 16:30 Uhr beobachtet. Die Verhaltensmerkmale umfassten Nahrungsaufnahme, Erkunden und Beschäftigung, anomale Beschäftigung, Komfort, Aggression und Kampf, Bewegung und Ausruhen und Liegen. Die Transkription der Daten aus den Videobeobachtungen erfolgte mittels Rastererhebung und Zeit-Teil-Momentaufnahme-Aufzeichnung mit einem Aufzeichnungsintervall von 2 Min. Zwischen 7:10 und 8:30 Uhr und 15:10 und 16:30 Uhr wurden im 2. Untersuchungs-jahr Direktbeobachtungen zur genaueren Analyse bestimmter Verhaltensweisen aus den Bereichen

Beschäftigungs- und Komfortverhalten durchgeführt. Der Gesundheitszustand und durchgeführte Behandlungen wurden protokolliert. Integument-, Gliedmaßen- und Klauenverletzungen sowie der Allgemeindruck wurden 3-mal während der Mast aufgenommen. Geschlinge und Schlachtkörper wurden nach der Schlachtung beschaut. Mast- und Schlachtleistungsmerkmale wurden nach Stationsprüfungsrichtlinien erhoben. Haltungstechnische Merkmale wurden beschrieben und stallklimatische Einflussgrößen, u.a. Temperatur und Luftfeuchte, wurden aufgezeichnet.

Die Ergebnisse zeigten, dass sich das für das Wohlbefinden von Mastschweinen wichtige Beschäftigungsverhalten Wühlen, das nur im OT möglich war, nicht durch die hier untersuchten Beschäftigungsobjekte (an der Wand befestigte Kette, frei hängende Kette, Nagebalken und Strohraufe) und die Stallumwelt im TSP vollständig kompensieren ließ. Pseudowühlen und Manipulation von Buchtengenossen traten im TSP deutlich häufiger auf. Die Haltungsumwelt (Stroheinstreu, Beschäftigungsobjekte, mehr Platz, mehr Außenreize) im OT bewirkte dagegen einen positiven Effekt auf das Verhalten der Tiere. Insbesondere aus den vermehrt auftretenden Verhaltensweisen Wühlen, Spielen, Alert sein und Laufen/Stehen kann eine Förderung des Wohlbefindens abgeleitet werden. Komfortverhalten und Suhlen konnte am wenigsten beobachtet werden und lag bei unter 1 %, wurde jedoch ebenfalls im OT signifikant häufiger ausgeführt.

Es wurde andererseits auch deutlich, dass die Mastschweine im OT nicht frei von Verhaltensstörungen waren und die Schweine in beiden Haltungssystemen insgesamt je über 70 % mit Liegen ohne andere Aktivität verbrachten. Dabei lagen die Tiere im TSP mehr auf dem Spaltenboden und im OT mehr auf der planbefestigten Betonfläche als in der Tiefstreu, d.h. auf dem jeweils nicht als Liegefläche vorgesehenen Bereich.

Die Klimaregulierung im TSP und die nicht eingestreute planbefestigte Betonfläche im OT reichten zur Abkühlung im Sommer nicht vollständig aus. Das Territorialverhalten der Mastschweine war insbesondere durch hohe Temperaturen im Sommer in beiden Systemen so weit gestört, dass keine klar erkennbare Trennung von Liege-, Kot- und Fressbereich erreicht wurde. Durch die größere Buchtenfläche im OT war dagegen eine sauberere Fläche im mittleren Bereich der Buchten stärker ausgeprägt als im TSP. Kreislaufprobleme traten bei einigen Schweinen im OT an Tagen mit sehr hohen Temperaturen auf. Die Temperaturen im OT schwankten stärker als im TSP, und es wurden vor allem niedrigere Temperaturen (bis um 7 °C) erreicht. In den Sommermonaten traten dagegen auch im TSP Temperaturen von um 30 °C auf, wohingegen im OT mittags Höchstwerte bis zu 35 °C betragen. Vor allem im 1. Untersuchungsjahr lag in den Sommermonaten die relative Luftfeuchte im TSP mit teilweise

100 % deutlich über der im OT. Die Luftströmungsgeschwindigkeit zeigte im OT eine höhere Variation als im TSP, und bei Windstößen lagen die Werte bis 1,20 m/Sek. Doch auch im TSP wurden relativ hohe Werte mit bis zu 0,30 m/s erreicht.

Medikamentöse Behandlungen mussten im OT an wesentlich mehr Tieren durchgeführt werden, was hauptsächlich auf einen Rhinitis atrophicans (Ra.) Einbruch geringen Schweregrades im 2. Untersuchungsjahr zurückzuführen war. Die Verletzungen an Integument, Gliedmaßen und Klauen waren in beiden Systemen sehr gering und spiegeln keinen direkten Bezug zum Haltungssystem wider. Die Schlachtkörperuntersuchungen ergaben in beiden Haltungssystemen am häufigsten Lungenveränderungen und Pleuritis. Signifikante Unterschiede zwischen den Systemen (OT > TSP) bestanden hinsichtlich Leberbefunden und Geschlingebefunden insgesamt, wohingegen in den Kotuntersuchungen keine Endoparasiten nachgewiesen wurden. Aus Sicht der Tiergesundheit schnitten die Tiere im OT schlechter ab, negative Auswirkungen auf das Wohlbefinden der Schweine hatte vermutlich der Ra. Einbruch im OT.

Die tägliche Zunahme lag im TSP insgesamt mit 874 g um 48 g signifikant über der im OT; auch die Futtermittelverwertung (kg Futteraufwand/kg Zuwachs) war im TSP insgesamt signifikant besser (TSP: 2,88, OT: 3,16). Signifikante Leistungsunterschiede zwischen den Systemen bestanden jedoch nur im 1. Untersuchungsjahr in deutlich geringeren Leistungen im OT, vermutlich durch thermoregulatorische Probleme der Schweine verursacht. Bei den Schlachtkörpermerkmalen wurden in beiden Systemen hohe Qualitäten erzielt.

Der Strohverbrauch in den Strohraufen im TSP betrug 13 g/Tier und Masttag und für die Tiefstreu im OT 650 g/Tier und Masttag. In beiden Systemen wurde im 2. Jahr weniger Stroh als im 1. eingesetzt. Zur Förderung der Beschäftigung für das Wohlbefinden der Schweine ist die Strohmenge in den Strohraufen als gering einzuschätzen, während die Tiefstremenge im OT als ausreichend anzusehen ist. Dagegen ist aus thermoregulatorischer Sicht bei hohen Temperaturen im Sommer eine geringere Einstreumenge günstiger. Die punktuell tagsüber gemessene Beleuchtungsstärke war im TSP insgesamt als zu gering anzusehen (0 bis 190 Lux). Dies könnte zu dem im TSP geringer ausgeprägten endogen angelegten biphasischen Rhythmus der Tiere geführt haben, die weniger Aktivität am Vormittag zeigten als die Schweine im OT. Dagegen lagen die Werte im OT zwischen 100 und 4000 Lux. Die punktuell gemessenen Schadgasbelastungen in Tierhöhe sind in beiden Systemen als niedrig einzustufen.

Mit den hier verwendeten Merkmalen (Indikatoren) und Untersuchungsmethoden konnte das Wohlbefinden der Mastschweine in den untersuchten Haltungssystemen miteinander

verglichen werden. Zur weiteren Verbesserung der Methodik sollte vor allem aggressives Verhalten unabhängig von Bearbeiten von Buchtengenossen erhoben werden, was in der Direktbeobachtung durch die größere Nähe zu den Tieren möglich ist. Damit könnten Fragen zum Platzangebot differenzierter untersucht werden. Der Allgemeineindruck der Tiere sollte täglich protokolliert werden, um durch Krankheiten und andere Belastungen bedingte Minderungen des Wohlbefindens zu erfassen. Bei einem niedrigen Gesamtniveau an Verletzungen reichen dagegen Adspektionen zu Mastanfang und Mastende aus, um schwerwiegende haltungsbedingte Schäden zu erkennen.

Hinsichtlich Wohlbefinden der Schweine zeigte sich insgesamt aus ethologischer Sicht eine deutliche Überlegenheit des OT gegenüber dem TSP, da im OT für das Wohlbefinden negativ zu beurteilende Verhaltensweisen (Pseudowühlen, Manipulation Buchtengenosse) seltener und positive (Wühlen, Spielen, Komfortverhalten, Alert sein) häufiger zu beobachten waren. Insbesondere führte trotz der guten Annahme der Beschäftigungsobjekte durch die Schweine der Mangel an Wühlmöglichkeiten auf dem Boden im TSP zu deutlich mehr Verhaltensstörungen. Die Einführung von Wühlmöglichkeiten auch im TSP ist zur Verbesserung des Wohlbefindens der Mastschweine unabdingbar. Technische Änderungen müssen in beiden Systemen hinsichtlich verbesserter Thermoregulationsmöglichkeiten vor allem bei hohen Temperaturen eingeführt werden. Dies könnte im OT in Form von Duschen, im TSP durch eine Verbesserung der Klimatisierung umgesetzt werden. Weitere Beschäftigungsmöglichkeiten und eine stärkere Unterstützung des Territorialverhaltens der Schweine durch bauliche Maßnahmen unter Berücksichtigung (arbeits-) wirtschaftlicher Auswirkungen sollten in weiteren Studien untersucht werden. Im OT müssen ergänzend weitere Untersuchungen in den Wintermonaten durchgeführt werden.

This study aims to compare practice oriented husbandry systems with regard to their effect on the welfare of fattening pigs. This should contribute to the evaluation of the welfare of fattening pigs kept in conventional intensive housing systems, and to the development of evaluation indicators for pig welfare.

First of all, a literature survey was conducted covering the following subjects: “Definition of Welfare”, “Indicators for the Assessment of Welfare”, “Behavior of Fattening Pigs”, “Ethological Methods for the Assessment of Welfare”, and “Husbandry Systems for Fattening Pigs”. The insights attained and conclusions drawn were significantly taken into account when developing and conducting the study.

Two different husbandry systems were established, in a manner closely resembling current husbandry practices, compromising on conventional pig husbandry and currently available knowledge on the welfare of fattening pigs. The systems were enriched through the addition of simple elements that could contribute to the pigs’ welfare. In the investigation emphasis was laid on ethological traits. This research is part of a comprehensive project investigating prevalent fattening pig husbandry systems in the federal state of North Rhine-Westphalia, Germany, with regard to animal welfare, and pig farmers’ and consumers’ attitudes towards husbandry conditions. The present study was conducted on the experimental station Frankenforst of the University of Bonn, Germany.

A total of 256 Piétrain (Pi) x German Landrace (DL) or Pi x (Large White (DE) x DL) fattening pigs (50 % female : 50 % male castrated) were investigated throughout two periods of time: from the middle of June 1998 to the beginning of January 1999, and from the middle of April to the end of September 1999. They were kept in two enriched husbandry systems. One system was equipped with heater and forced ventilation and partly slatted floor (TSP with 8 pigs/pen), while the other was in an open stable with half the area deep littered (OT with 32 pigs/pen). The enrichments made to the systems included chains, a wooden chewing bar, and a straw rack in the non-bedded system. Over a period of 10 weeks indirect video observations were conducted once per week between 5:30 a.m. and 8:30 a.m. and 1:30 p.m. and 4:30 p.m. The behavioral traits observed included feeding, exploration and occupation, abnormal occupation, comfort, aggression and fighting, locomotion, and resting and lying. Instantaneous scan sampling with a two minute interval was used for the video recorded data. During the second year of the investigation direct observations were additionally conducted once per week between 7:10 a.m. and 8:30 a.m. and 3:10 p.m. and 4:30 p.m. over a period of

8 weeks. These served to analyse specific traits of occupation and comfort behavior in more detail. The pigs were controlled twice daily and all medical treatments administered were recorded. Skin lesions, changes in the extremities and claws, as well as the pigs' general condition, were recorded three times throughout the fattening period. Carcasses, lungs, livers, hearts, kidneys, and lymph nodes were inspected individually at slaughter. The fattening and slaughtering performance was tested according to on-station standards. Housing characteristics were described and climatic factors such as temperature and relative humidity were recorded.

The results showed that rooting, which is of utmost importance for the welfare of pigs and which could only be performed in the OT, could not completely be compensated for in the TSP by the added enrichment objects (i.e. chain at the wall, freely swinging chain, wooden chewing bar, and straw rack) and the stable environment. In the TSP the behavioral disorders of pseudo-rooting and manipulation of pen-mates were clearly performed more often. In contrast, the husbandry environment of the OT (straw bedding, enrichment objects (chains and chewing bars), more overall space, more outside stimuli) had a positive effect on the behavior of the pigs. An improvement of the pigs' welfare in the OT can particularly be concluded from the increased level of the behavioral traits of rooting, playing, alertness, and walking+standing as compared to the TSP. Comfort+wallowing was the least observed behavior (less than 1 % of the total observation time), however this was also performed significantly more often in the OT.

On the other hand, fattening pigs in the OT were also not completely free of behavioral disorders. Furthermore, in both husbandry systems lying with no activity at all was very common, being performed more than 70 % of the observation time. In both systems the area of the pen not intended as a lying area would be used for lying more often (in the TSP this was the slatted floor area, and for the OT, the non-bedded area).

In summer, the forced ventilation in the TSP and the non-bedded area of the OT were not completely sufficient to cool the pigs. Particularly under high temperature conditions in summer, the territorial division of the pen by the pigs was disturbed to the point that no clear distinction between lying, defecation and feeding areas could be made. However, the greater space available in the OT system allowed for a larger clean area in the middle of the pens, when compared to the TSP. Cardiovascular problems occurred in the OT on some very hot days. Due to the open stable system, temperatures in the OT varied much more widely than in the TSP, especially with regard to the lower temperatures (with a minimum of around 7 °C). In contrast, during summer, temperatures in the TSP also reached around 30 °C, while

maximum values around noon in the OT could reach as high as 35 °C. Particularly in the first year of the investigation, the relative humidity in the TSP was very high, higher than that of the OT, reaching daily means of 100 % on some days. Again, due to the open stable system, air velocity also varied to a larger extent in the OT. With gusts, air velocity reached up to 1.2 m/sec., while in the TSP 0.3 m/sec. was the maximum recorded value, even under high temperature conditions. To support cooling of the pigs velocities of up to 0.6 m/sec. are recommended at temperatures above 20 to 23 °C.

Medical treatments had to be on a much larger number of animals in the OT system when compared to the TSP - mainly due to an outbreak of a slight Rhinitis atrophicans (Ra.) infection in the second year of the investigation. Skin lesions, changes in the extremities and claws and the pigs' general condition did not deviate greatly from normal and healthy conditions. No obvious relation of injuries being caused by means of the husbandry system could be found. Carcass inspections showed that lung alterations and pleuritis occurred most frequently. Significant differences between the husbandry systems (OT > TSP) were found for liver and pluck findings whereas no endoparasites were found in the faeces examination. With regard to animal health, the pigs in the TSP were better off. It can be presumed that welfare was reduced by the Ra. outbreak in the OT.

Daily gain and feed conversion (kg feed/kg gain) were significantly higher in the TSP by 48 g amounting to 874 g for daily gain and a feed conversion ratio of 2.88 in the TSP compared to 3.16 in the OT. This difference was only due to a substantially lower performance of the pigs in the OT in the first year probably caused by higher thermoregulation efforts. Carcass traits yielded high qualities in both systems.

The amount of straw used in the straw racks of the TSP was 13 g/pig and day while in the OT 650 g of straw/pig and day were used as littering material. In both systems in the second year less straw was used as compared to the first year of the investigation. With regard to the promotion of occupation behavior for the improvement of animal welfare, the amount of straw in the straw racks has to be valued as low, while the amount of littering material in the OT can be regarded as sufficient. On the other hand, with high temperatures in summer less straw bedding is better for thermoregulatory reasons.

Low lighting in the TSP (0 to 190 Lux), sampled as spot-check, probably caused a less pronounced endogenously predisposed two-phase daily rhythm of the pigs with less activity in the morning as compared to the pigs in the OT. In contrast, 100 to 4000 Lux were measured in the OT. Spot-check sampling of air-borne noxious agents did not indicate any harmful or welfare reducing levels.

By means of the methods and traits (indicators) used the welfare of the pigs in the two different husbandry systems could be compared. For further improvement of the method aggression should be observed independently from manipulation of pen-mates. This could be done in direct observations and would lead to a more precise investigation of questions concerning space allowance. The general condition of the animals should be recorded daily to register reductions of welfare caused by diseases or other stress factors. On the other hand, with a low overall level of injuries adspections of the animals at the beginning an the end of the fattening period would be sufficient to detect severe damages caused by the husbandry conditions.

Overall, from an ethological point of view, the OT system was superior to that of the TSP. This was proven by less behavioral disorders (pseudo-rooting, manipulation of pen-mates) and more positive behavior with regard to welfare (rooting, playing, comforting, alertness). Occupation with objects and stable equipment was performed significantly more frequently in the TSP but could not completely compensate for the lack of rooting material on the floor. Therefore, integration of rooting material on the floor into the TSP system is unalterable for an improvement of the pigs' welfare. Changes of technical equipment have to be included into both systems regarding thermoregulation at high temperatures, i.e. improvement of air-condition in the TSP and installation of showers, for example, in the OT system. Further investigations should be conducted focusing on additional occupational objects and support of the animals' territorial behavior by means of constructional devices. Simultaneously, impacts on (work) efficiency should be considered. In addition, in the OT system supplementary studies during winter have to be conducted.

- Abshoff, A.I., 1974. Künstliche Kühlung von Schweineställen. KTBL 175.
- Ader, R., Cohen, N., Felten, D., 1995. Psychoneuroimmunology: interactions between the nervous system and the immune system. *The Lancet*, 345, 99-103.
- AEL (Arbeitsgemeinschaft für Elektrizitätsanwendung in der Landwirtschaft), 1998. Berechnungs- und Planungsgrundlagen für das Klima in Ställen. AEL 17.
- ALZ (Ausschuss für Leistungsprüfungen und Zuchtwertfeststellung beim Schwein des Zentralverbandes der Deutschen Schweineproduktion (ZDS)), 1997. Richtlinie für die Stationsprüfung auf Mastleistung, Schlachtkörperwert und Fleischbeschaffenheit beim Schwein.
- Amon, T., Jeremic, D., Gallob, M., Amon, B., Harrich, K., Bauer, E., Boxberger, J., 2001. Schweinefleischerzeugung im Stolba-Familienstall. Proc. 6. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau: Von Leit-Bildern zu Leit-Linien, Freising-Weihenstephan 6.-8.3.2001, 313-316.
- Andersen, I.L., Bøe, K.E., Førevik, G., Janczak, A.M., Bakken, M., 2000. Behavioural evaluation of methods for assessing fear responses in weaned pigs. *Appl. Anim. Beh. Sc.*, 69, 227-240.
- Andersson, R., 1998. Der Tiergerechtheitsindex - TGI. Beurteilung der Tiergerechtheit von Haltungssystemen. KTBL 377, 99-109.
- Andresen, N., Redbo, I., 1999. Foraging behaviour of growing pigs on grassland in relation to stocking rate and feed crude protein. *Appl. Anim. Beh. Sc.*, 62, 183-197.
- Anonym, 2000. Aktuelle Zahlen aus den Erzeugerringen. *SuS*, 48(6), 68-69.
- Arellano, P.E., Pijoan, C., Jacobson, L.D., Algers, B., 1992. Stereotyped behaviour, social interactions and suckling pattern of pigs housed in groups or in single crates. *Appl. Anim. Beh. Sc.*, 35, 157-166.
- Arey, D.S., Franklin, M.F., 1995. Effects of straw and unfamiliarity on fighting between newly mixed growing pigs. *Appl. Anim. Beh. Sc.*, 45, 23-30.
- Arey, D.S., Sancha, E.S., 1996. Behaviour and productivity of sows and piglets in a family system and in farrowing crates. *Appl. Anim. Beh. Sc.*, 50, 135-145.
- Arkenau, E.F., 1996. Systematische Einflussfaktoren auf Blutparameter von Sauen unter Stallhaltungsbedingungen mit Stroheinsatz. Diss. Kiel. Schriftenr. Inst. Tierz. und Tierhltg. Univ. Kiel, 93.
- Arzt, V., Birmelin, I., 1995. Haben Tiere ein Bewusstsein? Bertelsmann, München.
- Ashton Tate Borland, 1986-93. dbase IV Datenbankprogramm.
- Bäckström, L., 1973. Environment and animal health in piglet production. A field study of incidences and correlations. *Acta Vet. Scand.*, 14, Suppl., 41, 1-240.
- Baldwin, B.A., Start, I.B., 1985. Illumination preferences of pigs. *Appl. Anim. Beh. Sc.*, 14, 233-243.
- Ballieux, R.E., Heijnen, C.J., 1987. Stress and the immune system. In: Wiepkema, P.R., van Adrichem, P.W.M. (Hrsg.). *Biology of stress in farm animals: an integrative approach*. Martinus Nijhoff, Dordrecht, 29-38.
- Barnett, J.L., Hemsworth, P.H., 1990. The validity of physiological and behavioural measures of animal welfare. *Appl. Anim. Beh. Sc.*, 25, 177-187.

- Barnett, J.L., Cronin, G.M., McCallum, T.H., Newman, E.A., Hennessy, D.P., 1996. Effects of grouping unfamiliar adult pigs after dark, after treatment with amperozide and by using pens with stalls, on aggression, skin lesions and plasma cortisol concentrations. *Appl. Anim. Beh. Sc.*, 50, 121-133.
- Bartussek, H., 1988. Haltung. In: Haiger, A., Storhas, R., Bartussek, H. (Hrsg.). *Naturgemäße Viehwirtschaft*. Ulmer, Stuttgart, 147-243.
- Bartussek, H., 1999. A review of the animal needs index (ANI) for the assessment of animals' well-being in the housing systems for Austrian proprietary products and legislation. *Livestock Prod. Sc.*, 61, 179-192.
- Bartussek, H., 2000. How to measure animal welfare? The idea of an „Animal Needs Index“ ANI-35L (Tiergerechtheitsindex TGI 35L): A practical tool for assessing farm animal housing conditions on farm level with respect to animals' well being and behavioural needs - Austrian experiences. Proc. 2nd NAHWOA (Network for Animal Health and Welfare in Organic Agriculture) workshop: Diversity of livestock systems and definition of animal welfare, Córdoba 8.-11.1.2000, 135-142.
- Bartussek, H., 2001. Möglichkeiten zu geeigneter Beschäftigung von Schweinen. Proc. Gumpensteiner Bautagung: Stallbau - Stallklima - Verfahrenstechnik. BAL (Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft) Gumpenstein, Irdning 19.-20.6.2001, 49-57.
- Bartussek, H., Steinwidder, A., Hausleitner, A., Gasteiner, J., Schauer, A., Guggenberger, T., 2001. Die Auswirkung schlechter Stallluft als Folge geringer Luftraten auf Mastleistung und Gesundheit von Mastschweinen. Proc. 5. Int. Tagung: Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, Hohenheim 6.-7.3.2001, 320-325.
- Baumgartner, J., Heizmann, V., Krejci, C., 1993. Zum Einfluss des Absetzens auf das Verhalten juveniler Hausschweine in einem modifizierten Stolba-Familienstall. *Akt. Arb. z. artgem. Tierhltg.* 1992, KTBL 356, 141-154.
- Baxter, M.R., 1982. The nesting behaviour of sows and its disturbance by confinement at farrowing. In: Bessei, W. (Hrsg.). *Disturbed behaviour in farm animals*. Schriftenr. Hohenheimer Arb. Tier. Prod., 121. Ulmer, Stuttgart, 101-114.
- Beattie, V.E., Walker, N., Sneddon, I.A., 1995. Effects of environmental enrichment on behaviour and productivity of growing pigs. *Anim Welf.*, 4, 207-220.
- Beattie, V.E., Walker, N., Sneddon, I.A., 1996. An investigation of the effect of environmental enrichment and space allowance on the behaviour and production of growing pigs. *Appl. Anim. Beh. Sc.*, 48, 151-158.
- Beattie, V.E., Walker, N., Sneddon, I.A., 1998. Preference testing of substrates by growing pigs. *Anim. Welf.*, 7(1), 27-34.
- Beattie, V.E., O'Connell, N.E., Kilpatrick, D.J., Moss, B.W., 2000. Influence of environmental enrichment on welfare-related behavioural and physiological parameters in growing pigs. *Anim. Sc.*, 70, 443-450.
- Becker, B.A., Nienaber, J.A., Christenson, R.K., Manak, R.C., DeShazer, J.A., Hahn, G.L., 1985. Peripheral concentrations of cortisol as an indicator of stress in the pig. *Am. J. Vet. Res.*, 46(5), 1034-1038.
- Becker-Weigel, M., 2001. Neue Gesetze und Erlasse in der Schweinehaltung. *Vieh und Fleisch Handelszeitung*, 35, 2-4.

- Behninger, S., Haidn, B., Schön, H., 1997. Außenklimaställe für Mastschweine - Untersuchungsergebnisse zu Stallklima, Tierverhalten und Leistungsparametern. Proc. 3. Int. Tagung: Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, Kiel 11.-12.3.1997, 121-129.
- Bentham, J., 1982. An introduction to the principles of morals and legislation. In: Burns, J.H., Hart, H.L.A. (Hrsg.). Repr. ed. London, Athlone Pr. 1970. Methuen, London, New York, 1-343.
- Bergenthal-Menzel-Severing, U., 1983. Untersuchungen zur Methodik ethologischer Beobachtungen bei säugenden Sauen und Ferkeln. Diss. Bonn.
- Bergeron, R., Gonyou, H.W., 1997. Effects of increasing energy intake and foraging behaviours on the development of stereotypies in pregnant sows. Appl. Anim. Beh. Sc., 53, 259-270.
- Bergeron, R., Bolduc, J., Ramonet, Y., Meunier-Salaün, M.C., Robert, S., 2000. Feeding motivation and stereotypies in pregnant sows fed increasing levels of fibre and/or food. Appl. Anim. Beh. Sc., 70, 27-40.
- Bessei, W., 1984. Fixierung und Anpassungsfähigkeit des Verhaltens beim Tier. Der prakt. Tierarzt, 65(3), 226, 228-232.
- Beyer, S., Wechsler, B., 1999. Einfluss der Spaltenbreite und des Bodentypes bei teilperforierten Böden auf die Klauengesundheit von Absetzferkeln. Proc. 14. IGN (Internationale Gesellschaft für Nutztierhaltung) 6. Freiland Tagung: Tierhaltung und Tiergesundheit, Wien 29.9.-1.10.1999, 120-123.
- Bigelow, J.A., Houpt, T.R., 1988. Feeding and drinking patterns in young pigs. Physiol. and Beh., 43, 99-109.
- Blackshaw, J.K., Swain, A.J., Blackshaw, A.W., Thomas, F.J.M., Gillies, K.J., 1997a. The development of playful behaviour in piglets from birth to weaning in three farrowing environments. Appl. Anim. Beh. Sc., 55, 37-49.
- Blackshaw, J.K., Thomas, F.J., Lee, J.-A., 1997b. The effect of a fixed or free toy on the growth rate and aggressive behaviour of weaned pigs and the influence of hierarchy on initial investigation of the toys. Appl. Anim. Beh. Sc., 53, 203-212.
- Blaha, T., 1993. Erfassung pathologisch-anatomischer Organbefunde am Schlachthof. Fleischwirtschaft 73(8), 877-881.
- Blaha, T., Blaha, M.-L., 1995. Qualitätssicherung in der Schweinefleischerzeugung. Fischer, Jena.
- Blecha, F., 2000. Immune system response to stress. In: Moberg, G.P., Mench, J.A. (Hrsg.). The biology of animal stress. Basic principles and implications for animal welfare. CAB Int., Wallingford, 111-121.
- BLT (Bayerische Landesanstalt für Tierzucht), 1994. Schweinezucht und Schweineproduktion. Informationen und Hinweise.
- Bockisch, F.-J., Jungbluth, T., Rudovsky, A., 1999. Technische Indikatoren für die Beurteilung einer tiergerechten Haltung von Rindern, Schweinen und Legehennen. Züchtungskunde, 71(1), 38-63.
- Bodenkamp, K., 1998. Vergleichende Untersuchungen zur Haltung von Mastschweinen auf Kompost- und Vollspaltenboden. Diss. Kiel. Schriftenr. Inst. Tierz. und Tierhltg. Univ. Kiel, 107.

- Böhmer, M., Hoy, S., 1994. Untersuchungen zum agonistischen Verhalten, zur Beschäftigung und zum Abliegeverhalten von Mastschweinen bei Haltung auf Tiefstreu mit mikrobiell enzymatischer Einstreubehandlung bzw. auf Vollspaltenboden. Akt. Arb. z. artgem. Tierhltg. 1993, KTBL 361, 264-273.
- Bösch, M., 2001. Jungsauen: Druckstellen an den Gelenken sind vermeidbar. SuS, 49(2), 18-20.
- Botermans, J.A.M., Georgsson, L., Weström, B.R., Olsson, A.-C., Svendsen, J., 2000. Effect of feeding environment on performance, injuries and behaviour in growing-finishing pigs: studies on individual pigs housed in groups. Acta Agric. Scand. Sect. A (Anim. Sc.), 50, 250-262.
- Botermans, J.A.M., Svendsen, J., 2000. Effect of feeding environment on performance, injuries and behaviour in growing-finishing pigs: group-based studies. Acta Agric. Scand. Sect. A (Anim. Sc.), 50, 237-249.
- Bracke, M.B.M., Metz, J.H.M., Spruijt, B.M., 1999. Overall animal welfare reviewed. Part 2: assessment tables and schemes. Neth. J. Agric. Sc., 47, 293-305.
- Braun, S., 1997. Untersuchungen eines Schweinehaltungsverfahrens mit Ruheboxen unter ethologischen und gesundheitlichen Gesichtspunkten. Diss. Hohenheim.
- Bremermann, N., Kaufmann, O., 1999. Untersuchungen zur Stall- und Freilandhaltung von Schweinen unter besonderer Berücksichtigung der Tiergesundheit und der Fleischqualität. Proc. 14. IGN (Internationale Gesellschaft für Nutztierhaltung) 6. Freiland Tagung: Tierhaltung und Tiergesundheit, Wien 29.9.-1.10.1999, 54-57.
- Briedermann, L., 1990. Schwarzwild. Dt. Landwirtschaftsverlag, Berlin.
- Broom, D.M., 1986. Indicators of poor welfare. Br. vet. J., 142, 524-526.
- Broom, D.M., 1993. A usable definition of animal welfare. J. Agric. Env. Ethics, 6, Suppl. 1-2, 15-25.
- Broom, D.M., 1996a. A review of animal welfare measurement in pigs. Pig News and Info., 17(4), 109N-114N.
- Broom, D.M., 1996b. Animal welfare defined in terms of attempts to cope with the environment. Acta Agric. Scand. Sect. A (Anim. Sc.) Suppl., 27, 22-28.
- Broom, D.M., Mendl, M.T., Zanella, A.J., 1995. A comparison of the welfare of sows in different housing conditions. Anim. Sc., 61, 369-385.
- Bruce, J.M., Clark, J.J., 1979. Models of heat production and critical temperature for growing pigs. Anim. Prod., 28, 353-369.
- Brummer, H., 1978. Verhaltensstörungen. In: Sambras, H.H. (Hrsg.). Nutztierethologie. Parey, Berlin, Hamburg, 281-292.
- Buchenauer, D., Schmidt, T., Neves, A., Wrede, J., 1998. Das Verhalten von Sauen und Ferkeln in Abhängigkeit vom Typ der Abferkelbucht. Akt. Arb. z. artgem. Tierhltg. 1997, KTBL 380, 143-152.
- Bull, R.P., Harrison, P.C., Riskowski, G.L., Gonyou, H.W., 1997. Preference among cooling systems by gilts under heat stress. J. Anim. Sc., 75, 2078-2083.
- Buré, R.G., 1987. Die Auswirkung der Buchtstruktur auf das Liege- und Ausscheidungsverhalten von Schweinen. Akt. Arb. z. artgem. Tierhltg. 1986, KTBL 319, 83-91.

- Burgstaller, G., 1999. Futter und Fütterung. In: Burgstaller, G., Biedermann, G., Huber, M., Pahmeyer, L., Ratschow, J.-P. (Hrsg.). Handbuch Schweineerzeugung. Verlagsunion Agrar, Frankfurt/Main.
- Cooper, J.J., Nicol, C.J., 1993. The „coping“ hypothesis of stereotypic behaviour: a reply to Rushen. *Anim. Beh.*, 45, 616-618.
- Cross, G.M., Edwards, M.J., 1981. The detection of arthritis in pigs in an abattoir and its public health significance. *Austr. Vet. J.*, 57, 153-158.
- Damm, B.I., Vestergaard, K.S., Schröder-Petersen, D.L., Ladewig, J., 2000. The effect of branches on prepartum nest building in gilts with access to straw. *Appl. Anim. Beh. Sc.*, 69, 113-124.
- Dantzer, R., 1993. Research perspectives in farm animal welfare: the concept of stress. *J. Agric. Env. Ethics*, 6, Suppl. 1-2, 86-92.
- Dantzer, R., Mittleman, G., 1993. Functional consequences of behavioural stereotypy. In: Lawrence, A., Rushen, J. (Hrsg.). *Stereotypic animal behaviour: fundamentals and applications to welfare*. CAB Int., Wallingford, 147-172.
- Dawkins, M.S., 1988. *Animal suffering. The science of animal welfare*. Chapman Hall, London, New York.
- Dawkins, M.S., 1990. From an animal's point of view: motivation, fitness, and animal welfare. *Beh. and Brain Sc.*, 13, 1-61.
- Dawkins, M.S., 1997. D.G.M. Wood-Gush memorial lecture: Why has there not been more progress in animal welfare research? *Appl. Anim. Beh. Sc.*, 53, 59-73.
- de Baey-Ernsten, H., Gartung, J., 2000. Zukunftsweisende Stallanlagen für die Schweinehaltung. *Zukunftsweisende Stallanlagen im Außenbereich*, KTBL 397, 67-98.
- de Jong, I.C., Ekkel, E.D., van de Burgwal, J.A., Lambooi, E., Korte, S.M., Ruis, M.A.W., Koolhaas, J.M., Blokhuis, H.J., 1998. Effects of strawbedding on physiological responses to stressors and behavior in growing pigs. *Physiol. and Beh.*, 64(3), 303-310.
- de Jong, I.C., PELLE, I.T., van de Burgwal, J.A., Lambooi, E., Mechiel Korte, S., Blokhuis, H.J., Koolhaas, J.M., 2000. Effects of environmental enrichment on behavioral responses to novelty, learning, and memory, and the circadian rhythm in cortisol in growing pigs. *Physiol. and Beh.*, 68, 571-578.
- de Koning, R., 1985. *On the well-being of dry sows*. Diss. Utrecht.
- DGFZ (Deutsche Gesellschaft für Züchtungskunde), 1985. Indikatoren für haltungsbedingte Belastungen in der Nutztierhaltung. *Züchtungskunde*, 57(3), 153-162.
- DIN (Deutsches Institut für Normung), 1992. *Wärmeschutz geschlossener Ställe*. Beuth, Berlin.
- Dreishing, A., 1999. *Untersuchungen zum Einfluß der Versorgung mit Energie und limitierenden Aminosäuren auf Mast- und Schlachtleistungen sowie den Stoffansatz von Schweinen in der Endmast*. Diss. Göttingen.
- Dubreuil, P., Couture, Y., Tremblay, A., Martineau, G.-P., 1990. Effects of experimenters and different blood sampling procedures on blood metabolite values in growing pigs. *Can. J. Vet. Res.*, 54, 379-382.
- Dubreuil, P., Farmer, C., Couture, Y., Petitclerc, D., 1993. Hematological and biochemical changes following an acute stress in control and somatostatin-immunized pigs. *Can. J. Anim. Sc.*, 73, 241-252.

- Dunbar, R., 1989. Common ground for thought. *New Scientist*, 7, 48-50.
- Duncan, I.J.H., 1993. Welfare is to do with what animals feel. *J. Agric. Env. Ethics*, 6, Suppl. 1-2, 8-14.
- Duncan, I.J.H., 1996. Animal welfare defined in terms of feelings. *Acta Agric. Scand. Sect. A (Anim. Sc.) Suppl.*, 27, 29-35.
- Duncan, I.J.H., Rushen, J., Lawrence, A.B., 1993. Conclusions and implications for animal welfare. In: Lawrence, A., Rushen, J. (Hrsg.). *Stereotypic animal behaviour: fundamentals and applications to welfare*. CAB Int., Wallingford, 193-206.
- Durrell, J., Sneddon, I.A., Beattie, V.E., 1997. Effects of enrichment and floor type on behaviour of cubicle loose-housed dry sows. *Anim. Welf.*, 6, 297-308.
- Ekesbo, I., 1981. Methods for the assessment of the environment from the point of view of animal welfare. Vortrag (paper). 32nd Ann. Meet. EAAP (European Association for Animal Production), Zagreb 31.8.-3.9.1981.
- Ekesbo, I., 1984. Methoden der Beurteilung von Umwelteinflüssen auf Nutztiere unter besonderer Berücksichtigung der Tiergesundheit und des Tierschutzes. *Wien. tierärztl. Mschr.*, 71(6,7), 186-190.
- Ekkel, E.D., van Doorn, C.E.A., Hensing, M.J.C., Tielen, M.J.M., 1995. The specific-stress-free housing system has positive effects on productivity, health, and welfare of pigs. *J. Anim. Sc.*, 73, 1544-1551.
- Ellersiek, H.-H., 1998. Vierzig Mastschweine in einer Bucht! *top agrar*, 11, S16-S18.
- Erhard, H.W., Mendl, M., 1997. Measuring aggressiveness in growing pigs in a resident-intruder situation. *Appl. Anim. Beh. Sc.*, 54, 123-136.
- Erhard, H.W., Mendl, M., Ashley, D.D., 1997. Individual aggressiveness of pigs can be measured and used to reduce aggression after mixing. *Appl. Anim. Beh. Sc.*, 54, 137-151.
- Erhard, H.W., Mendl, M., Christiansen S.B., 1999. Individual differences in tonic immobility may reflect behavioural strategies. *Appl. Anim. Beh. Sc.*, 64, 31-46.
- Etter- Kjelsaas, H., 1986. *Schweinemast im Offenfront-Tiefstreustall*. Birkhäuser, Basel.
- Feyerlein, I., 1996. Vergleich zwischen TGI 200 und TGI 35L für Rinder. Vortrag. GÖT (Gesellschaft für Ökologische Tierhaltung) Fachgespräch: Ansätze zur Bewertung tiergerechter Haltungssysteme, Göttingen 25.10.1996.
- Flesjå, K.I., Ulvesæter, H.O., 1980. Pathological lesions in swine at slaughter. III. Inter-relationship between pathological lesions, and between pathological lesions and 1) carcass quality and 2) carcass weight. *Acta vet. scand.*, 21, Suppl. 74, 1-22.
- Forbes, J.M., 1995. *Voluntary food intake and diet selection in farm animals*. CAB Int., Wallingford.
- Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen, 1972. *Arbeitsanweisung für kombinierte Griffigkeits- und Rauheitsmessungen mit dem Pendelgerät und dem Ausflussmesser*.
- Fraser, A.F., Broom, D.M., 1997. *Farm animal behaviour and welfare*. CAB Int., Wallingford.
- Fraser, D., 1975. The effect of straw on the behaviour of sows in tether stalls. *Anim. Prod.*, 21, 59-68.
- Fraser, D., 1999. Animal ethics and animal welfare science: bridging the two cultures. *Appl. Anim. Beh. Sc.*, 65, 171-189.

- Fraser, D., Phillips, P.A., Thompson, B.K., Tennessen, T., 1991. Effect of straw on the behaviour of growing pigs. *Appl. Anim. Beh. Sc.*, 30, 307-318.
- Fraser, D., Phillips, P.A., Thompson, B.K., 1993. Environmental preference testing to assess the well-being of animals - an evolving paradigm. *J. Agric. Env. Ethics*, 6, Suppl. 1-2, 104-114.
- Fraser, D., Matthews, L.R., 1997. Preference and motivation testing. In: Appleby, M.C., Hughes, B.O. (Hrsg.). *Animal Welfare*. CAB Int., Wallingford, 159-173.
- Frerking, H., Matschullat, G., Müller, E., Ikes, D., 1996. Tödliche Magengeschwüre - ständige Zunahme bei Schwein und Kalb. *Tierärztl. Umschau*, 51(8), 465-470.
- Fritzsche, S., 1995. Weitere interessante Beispiele. Umwelt- und tiergerechte Mastschweinehaltung, *KTBL* 363, 60-83.
- Gallmann, E., Hartung, E., Jungbluth, T., 2001. Untersuchungen zu Stallklima und Luftqualität in einem Mastschweinehaltungssystem mit getrennten Klimabereichen. *Proc. 5. Int. Tagung: Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, Hohenheim 6.-7.3.2001*, 314-319.
- Gattermann, R., 1993. Wörterbücher der Biologie. Verhaltensbiologie. Fischer, Jena.
- Gloor, P., 1984. Verletzungen und Veränderungen am Integument des Schweines als Indikatoren für die Tiergerechtheit eines Stallsystems. *Akt. Arb. z. artgem. Tierhltg.* 1983, *KTBL* 299, 94-105.
- Gloor, P., 1988. Die Beurteilung der Brustgurtanbindung für leere und tragende Sauen auf ihre Tiergerechtheit unter Verwendung der „Methode Ekesbo“ sowie ethologischer Parameter. *Schriftenr. FAT (Eidgenössische Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik) Tänikon*, 32.
- Gödeke, K., 1998. Der Einfluß des MHS-Streßgens, der Vaterrasse und des Geschlechts auf wirtschaftliche Leistungsmerkmale und die Fleischbeschaffenheit praxisüblicher Mastschweine. *Diss. Göttingen*.
- Götz, M., Troxler, J., 1995. Gruppenhaltung von Sauen während des Abferkelns und der Säugezeit. *Akt. Arb. z. artgem. Tierhltg.* 1994, *KTBL* 370, 229-236.
- Grauvogl, A., 2000. Das Leben ist ein Spiel. *Arch. Tierz. Dummerstorf*, 43(4), 315-326.
- Grauvogl, A., Pirkelmann, H., Rosenberger, G., von Zerboni di Sposetti, H.-N., 1997. *Artgemäße und rentable Nutztierhaltung*. BLV, München.
- Gregory, N.G., 1998. Pigs. In: Gregory, N.G. (Hrsg.). *Animal welfare and meat science*. CAB Int., Wallingford, 165-182.
- Greif, G., 1982. Grundlegende Untersuchungen zur Bemessung von Betonspaltenböden für Mastschweine unter besonderer Berücksichtigung der haltungsbedingten Gliedmaßenveränderungen. *Diss. Gießen*.
- Hafez, E.S.E., Sumption, L.J., Jakway, J.S., 1962. The behaviour of swine. In: Hafez, E.S.E. (Hrsg.). *The behaviour of domestic animals*. Baillière Tindall und Cox, London.
- Hagelso Giersing, M., Studnitz, M., 1996. Characterization and investigation of aggressive behaviour in the pig. *Acta Agric. Scand. Sect. A (Anim. Sc.) Suppl.*, 27, 56-60.
- Hahn, G.L., Nienaber, J.A., DeShazer, J.A., 1987. Air temperature influences on swine performance and behavior. *Appl. Engin. Agric.*, 3(2), 295-302.

- Haidn, B., Behninger, S., Hornauer, N., 1998. Erfahrungen mit Außenklimaställen für Mastschweine. Akt. Arb. aus Landtechnik und landwirtschaftlichem Bauwesen, KTBL 250, 160-166.
- Haidn, B., Rittl, L., 1995. Mastschweinehaltung in eingestreuten Ställen. Proc. Landtechnisch-bauliche Jahrestagung: Schweinehaltung - neue Techniken und Stallsysteme für Zucht und Mast, Triesdorf 7.11.1997, 93-110.
- Hansen, S.K.E., von Borell, E., 2000. Verhalten und Herzschlagvariabilität als Indikator für kurz- und langfristige Änderungen der Befindlichkeit von Schweinen durch regelmäßige Grooming-Simulationen. Akt. Arb. z. artgem. Tierhltg. 1999, KTBL 391, 81-89.
- Hartung, J., 1990. Wirkungen von Ammoniak auf Nutztiere. Proc. FAL (Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft) Symp.: Ammoniak in der Umwelt, Braunschweig 10.-12.10.1990, 14.1-14.11.
- Hartung, J., 1994. Environment and animal health. In: Wathes, C.M., Charles, D.R. (Hrsg.). Livestock Housing. CAB Int., Wallingford, 25-48.
- Haskell, M.J., Terlouw, E.M.C., Lawrence, A.B., Deans, L.A., 1996. The post-feeding response of sows to the daily presentation of food rewards in a test arena. Appl. Anim. Beh. Sc., 49, 125-135.
- Hastedt, H., 2000. Tiere, Menschen und die Ethik der Nutztierhaltung. Arch. Tierz. Dummerstorf, 43 (Sonderh.), 218-225.
- Hebding, S., Grauvogl, A., 1991. Verhaltensbeobachtungen an Mastschweinen bei Mangelernährung. Akt. Arb. z. artgem. Tierhltg. 1990, KTBL 344, 162-173.
- Heinrichs, P., 1994. Einfluss einer eiweißreduzierten Fütterung von Mastschweinen auf die Stickstoffbilanzen sowie die Mast- und Schlachtleistungen. Diss. Kiel.
- Heitman Jr., H., Kelly, C.F., Bond, T.E., 1958. Ambient air temperature and weight gain in swine. J. Anim. Sc., 17, 62-67.
- Hemsworth, P.H., Verge, J., Coleman, G.J., 1996. Conditioned approach-avoidance responses to humans: the ability of pigs to associate feeding and aversive social experiences in the presence of humans with humans. Appl. Anim. Beh. Sc., 50, 71-82.
- Herrmann, H.-J. 1997. Einfluss unterschiedlicher Bodenausführung von Laufflächen auf das Verhalten und die Klauengesundheit von Kühen. ALB (Arbeitsgemeinschaft Landtechnik und Bauwesen) Hessen Bericht, 65. Diss. Kassel.
- Hesse, D., Kukoschke, B., Schlichting, M.C., 1993. Verhalten von Mastschweinen in drei unterschiedlichen Einstreuhalteverfahren. Akt. Arb. z. artgem. Tierhltg. 1992, KTBL 356, 177-189.
- Hesse, D., Zerbe, F., Mannebeck, H., Holste, D., 1997. Weiterentwicklung von Mastschweinehalteverfahren mit und ohne Einstreu, im Hinblick auf Tier- und Umweltschutz. Proc. 3. Int. Tagung: Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, Kiel 11.-12.3.1997, 130-137.
- Hesse, D., Böhme, H., Schwarz, H.-P., Horz, A., 1999. Tiefstreu im Außenklimastall oder Vollspalten im klimatisierten Stall? Advantages and disadvantages of selected procedures. In: Böhme, H., Flachowsky, G. (Hrsg.). Aktuelle Aspekte bei der Erzeugung von Schweinefleisch. Landbauforschung Völkenrode, 193 (Sonderh.), 162-166.
- Hill, J.D., McGlone, J.J., Fullwood, S.D., Miller, M.F., 1998. Environmental enrichment influences on pig behavior, performance and meat quality. Appl. Anim. Beh. Sc., 57, 51-68.

- Hinde, R.A., 1970. *Animal Behaviour. A synthesis of ethology and comparative psychology.* McGraw-Hill, New York.
- Holme, D.W., Coey, W.E., 1967. The effects of environmental temperature and method of feeding on the performance and carcass composition of bacon pigs. *Anim. Prod.*, 9, 209-218.
- Holmes, C.W., Close, W.H., 1977. The influence of climatic variables on energy metabolism and associated aspects of productivity in the pig. In: Haresign, W., Swan, H., Lewis, D. (Hrsg.). *Nutrition and the climatic environment.* Butterworths, London, Boston, 51-73.
- Holtug, N., 1996. Is welfare all that matters in our moral obligations to animals? *Acta Agric. Scand. Sect. A (Anim. Sc.) Suppl.*, 27, 16-21.
- Hörning, B., 1991. Artgemäße Tierhaltung - ein positiver Ansatz. *Ökol. und Landbau*, 80, 40-42.
- Hörning, B., 1993. Grundlagen artgemäßer Schweinehaltung. In: Hörning, B., BAT (Beratung Artgerechte Tierhaltung) (Hrsg.). *Artgemäße Schweinehaltung: Grundlagen und Beispiele aus der Praxis.* Müller, Karlsruhe, 23-144.
- Hörning, B. 1998a. Tiergerechtheit und Tiergesundheit in ökologisch wirtschaftenden Betrieben. *Dt. tierärztl. Wschr.*, 105, 313-321.
- Hörning, B., 1998b. Zur Bewertung von Haltungssystemen durch integrierende Konzepte. *Proc. DVG (Deutsche Veterinärmedizinische Gesellschaft) Tagung: Tierschutz und Nutztierhaltung, Nürtingen 5.-7.3.1998*, 24-37.
- Hörning, B., 2000a. Alternative Haltungssysteme für Rinder und Schweine. *Ber. Lw.*, 78(2), 193-247.
- Hörning, B., 2000b. Scoring systems to assess housing conditions of farm animals - examples from dairy cows and laying hens. In: Blokhuis, H.J., Ekkel, E.D., Wechsler, B. (Hrsg.). *Improving health and welfare in animal production.* EAAP publ., 102, 89-97.
- Hoy, S., 1998. Beurteilung von Haltungssystemen für Mastschweine aus der Sicht von Verhalten sowie Tier- und Umwelthygiene am Beispiel des Kompoststalles. *Proc. DVG (Deutsche Veterinärmedizinische Gesellschaft) Tagung: Tierschutz und Nutztierhaltung, Nürtingen 5.-7.3.1998*, 184-195.
- Hoy, S., Fritzsche, T., Teixeira, A.V., 1995. Untersuchungen zum Futteraufnahmeverhalten von Mastschweinen an Breifutterautomaten. *Akt. Arb. z. artgem. Tierhltg.* 1994, KTBL 370, 178-187.
- Hoy, S., Müller, K., Willig, R., 1996. Zur Bestimmung von Konzentration und Emission tier- und umwelthygienisch relevanter Gase bei verschiedenen Schweinehaltungssystemen mit Hilfe des Multigasmonitoring. *Berl. Münch. Tierärztl. Wschr.*, 109, 46-50.
- Hoy, S., Müller, K., Willig, R., 1997. Güllevermeidung durch das Kompoststallverfahren - eine Alternative? *Umweltverträgliche Gülleaufbereitung und -verwertung*, KTBL 242, 154-162.
- Hurnik, J.F., 1993. Ethics and animal agriculture. *J. Agric. Env. Ethics*, 6, Suppl. 1-2, 21-35.
- Hurnik, J.F., Webster, A.B., Siegel, P.B., 1985. *Dictionary of farm animal behaviour.* Univ. Guelph, Guelph.
- Immelmann, K., Pröve, E., Sossinka, R., 1996. *Einführung in die Verhaltensforschung.* Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin, Wien.

- Ingenbleek, M., 1996. Untersuchungen zum Verhalten von abgesetzten Ferkeln bei Tiefstreuhaltung auf Sägemehl im Vergleich zu einstreuloser Aufstallung mit verschiedenen Bodenausführungen. Diss. Bonn.
- Jackisch, T., Hesse, D., Schlichting, M.C., 1996. Raumstrukturbezug des Verhaltens von Mastschweinen in Haltungsverfahren mit und ohne Stroh. Akt. Arb. z. artgem. Tierhltg. 1995, KTBL 373, 137-147.
- Jakob, P., 1987. Schweinemast im nichtwärmegeprägten Offenfrontstall auf Tiefstreue. Schriftenr. FAT (Eidgenössische Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik) Tänikon, 28.
- Jakob, P., Wieland, M., 1993. Die einstreuarmer Haltung von Mastschweinen im nicht wärmegeprägten Offenfrontstall. FAT (Eidgenössische Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik)-Berichte 433.
- Jamieson, D., 1993. Ethics and animals: a brief review. J. Agric. Env. Ethics, 6, Suppl. 1-2, 15-20.
- Janssens, C.J.J.G., Helmond, F.A., Wiegant, V.M., 1995. The effect of chronic stress on plasma cortisol concentrations in cyclic female pigs depends on the time of day. Domestic Anim. Endocrin., 12(2), 167-177.
- Jennings, R.C., 1998. A philosophical consideration of awareness. Appl. Anim. Beh. Sc., 57, 201-211.
- Jensen, A.H., Kuhlman, D.E., Becker, D.E., Harmon, B.G., 1969. Response of growing-finishing swine to different housing environments during winter seasons. J. Anim. Sc., 29, 451-456.
- Jensen, K.H., Pedersen, B.K., Pedersen, L.J., Jørgensen, E., 1995a. Well-being in pregnant sows: confinement versus group housing with electronic sow feeding. Acta Agric. Scand. Sect. A (Anim. Sc.), 45, 266-275.
- Jensen, K.H., Pedersen, L.J., Giersing Hagelsø, A.M., Heller, K.E., Jørgensen, E., Ladewig, J., 1995b. Intermittent stress in pigs: behavioural and pituitary-adrenocortical reactivity. Acta Agric. Scand. Sect. A (Anim. Sc.), 45, 276-285.
- Jensen, K.H., Hansen, S.W., Pedersen, L.J., 1996. The effect of long-term stress on the hypothalamic-pituitary-adrenocortical axis and the role of the stressor. Acta Agric. Scand. Sect. A (Anim. Sc.) Suppl., 27, 40-45.
- Jensen, M.B., Kyhn, R., 2000. Play behaviour in group-housed dairy calves, the effect of space allowance. Appl. Anim. Beh. Sc., 67, 35-46.
- Jensen, P., 1982. An analysis of agonistic interaction patterns in group-housed dry sows - aggression regulation through an „avoidance order“. Appl. Anim. Ethol., 9, 47-61.
- Jensen, P., 1984. Effects of confinement on social interaction patterns in dry sows. Appl. Anim. Beh. Sc., 12, 93-101.
- Jensen, P., 1986. Observation on the maternal behaviour of free-ranging domestic pigs. Appl. Anim. Beh. Sc., 16, 131-142.
- Jensen, P., Stangel, G., 1992. Behaviour of piglets during weaning in a semi-natural enclosure. Appl. Anim. Beh. Sc., 33, 227-238.
- Jensen, P., Toates, F.M., 1997. Stress as a state of motivational systems. Appl. Anim. Beh. Sc., 53, 145-156.

- Jones, J.B., Burgess, L.R., Webster, A.J.F., Wathes, C.M., 1996. Behavioural responses of pigs to atmospheric ammonia in a chronic choice test. *Anim. Sc.*, 63, 437-445.
- Jones, J.B., Wathes, C.M., Webster, A.J.F., 1998. Operant responses of pigs to atmospheric ammonia. *Appl. Anim. Beh. Sc.*, 58, 35-47.
- Jones, R., Nicol, C.J., 1998. A note on the effect of control of the thermal environment on the well-being of growing pigs. *Appl. Anim. Beh. Sc.*, 60, 1-9.
- Jüngst, H., Tholen, E., Schellander, K., 1999. Die rheinische Fleischleistungsprüfung für Schweine im Jahre 1998. Univ. Bonn.
- Jüngst, H., Tholen, E., Schellander, K., 2000. Die rheinische Fleischleistungsprüfung für Schweine im Jahre 1999. Univ. Bonn.
- Kaiser, S., Brehme, G., Hoffmann, A., van den Weghe, H., 1998. Emissionsverhalten eines frei gelüfteten Mastschweinestalles mit Ruhekisten ohne nährstoffbedarfsangepasste Fütterung, Betrieb Kriesmann. *Umweltverträgliche Mastschweineställe*, KTBL 259, 91-117.
- Kaminsky, U., 1993. Untersuchungen über die Bemühungen zur Meliorisierung der Ferkel- und Mastschweinehaltung in Baden-Württemberg im Sinne der Tiergerechtheit. Diss. Hohenheim.
- Kasburg, H., 2000. Tiergerechte Rostböden. *DLG-Mitteilung* 12, 52-54.
- Kelly, H.R.C., Bruce, J.M., Edwards, S.A., English, P.R., Fowler, V.R., 2000. Limb injuries, immune response and growth performance of early-weaned pigs in different housing systems. *Anim. Sc.*, 70, 73-83.
- Kendrick, K.M., 1998. Intelligent perception. *Appl. Anim. Beh. Sc.*, 57, 213-231.
- Kircher, A., Weber, R., Wechsler, B., Jungbluth, T., 2001. Ethologische und produktionsrelevante Einflüsse des Tier:Fressplatz-Verhältnisses bei der Fütterung von Mastschweinen an Rohrbreiautomaten. *Proc. 5. Int. Tagung: Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, Hohenheim 6.-7.3.2001*, 302-307.
- Kirchgessner, M., Roth, F.X., Bollwahn, W., Heinritzi, K., 1985. Mastleistung, Nährstoffverdaulichkeit und Magenschleimhautveränderungen von Schweinen bei unterschiedlicher Futterstruktur. *Zbl. Vet. Med. A*, 32, 641-651.
- Kliche, R., Mehlhorn, G., Willig, R., 1990. Quantitative Emissionen von Ammoniak nach Aufrühren von gelagertem Flüssigmist. *Proc. FAL (Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft) Symp.: Ammoniak in der Umwelt, Braunschweig 10.-12.10.1990*, 35.1-35.9.
- Knura-Deszczka, S., 2000. Bewertung von Haptoglobin als Parameter zur Einschätzung des Gesundheitsstatus von Mastschweinen. Diss. Hannover, Bonn.
- Kolbeck, A., 2002. "Kettenkarussell" für Schweine. *top agrar*, 3, S21.
- Konrad, S., 1996. Die Rinder-, Schweine- und Legehennenhaltung in Österreich aus ethologischer Sicht. WUV Universitätsverlag, Univ. Wien.
- Krause, M., 1995. Verhalten und Körperschäden von Jungsauen in Gruppenhaltung bei simultaner oder sequentieller Futterzuteilung mit oder ohne Strohangebot. Diss. TU München.
- Kretschmer, M., Ladewig, J., 1993. Zur quantitativen Messung der Nachfrage nach Umweltfaktoren beim Schwein mit Hilfe der operanten Konditionierung. *Akt. Arb. z. artgem. Tierhltg.* 1992, KTBL 356, 127-140.

- Krötzl, H., Sciarra, C., Troxler, J., 1994. Der Einfluss von Rauhfutterautomaten, Strohraufen, und Nagebalken auf das Verhalten von Mastschweinen. *Akt. Arb. z. artgem. Tierhltg.* 1993, KTBL 361, 181-191.
- Künzl, C., Sachser, N., 2000. Auswirkungen der Domestikation auf Verhalten und endokrine Anpassungsreaktionen beim Meerschweinchen. *Arch. Tierz. Dummerstorf*, 43 (Sonderh.), 153-158.
- Ladewig, J., 1987. Endocrine aspects of stress: evaluation of stress reactions in farm animals. In: Wiepkema, P.R., van Adrichem, P.W.M. (Hrsg.). *Biology of stress in farm animals: an integrative approach.* Martinus Nijhoff, Dordrecht, 13-25.
- Ladewig, J., 1994. Stress. In: Döcke, F. (Hrsg.). *Veterinärmedizinische Endokrinologie.* Fischer, Jena, 379-398.
- Ladewig, J., 2000. Chronic intermittent stress: a model for the study of long-term stressors. In: Moberg, G.P., Mench, J.A. (Hrsg.). *The biology of animal stress. Basic principles and implications for animal welfare.* CAB Int., Wallingford, 159-169.
- Ladewig, J., de Pasillé, A.M., Rushen, J., Schouten, W., Terlouw, E.M.C., von Borell, E., 1993. Stress and the physiological correlates of stereotypic behaviour. In: Lawrence, A., Rushen, J. (Hrsg.). *Stereotypic animal behaviour: fundamentals and applications to welfare.* CAB Int., Wallingford, 97-118.
- Ladewig, J., Matthews, L.R., 1996a. Housing requirements of pigs measured by behavioural demand functions. *Pig News and Info.*, 17(4), 129N-131N.
- Ladewig, J., Matthews, L.R., 1996b. The role of operant conditioning in animal welfare research. *Acta Agric. Scand. Sect. A (Anim. Sc.) Suppl.*, 27, 64-68.
- Laughlin, K., Huck, M., Mendl, M., 1999. Disturbance effects of environmental stimuli on pig spatial memory. *Appl. Anim. Beh. Sc.*, 64, 169-180.
- Lay Jr., D.C., Haussmann, M.F., Daniels, M.J., Harmon, J.D., Richard, T.L., 2000. Swine housing impacts on environment and behavior: a comparison between hoop structures and total environmental control. *Proc. 1st ASAE (American Society of Agricultural Engineers) Int. Conf.: Swine housing.* Des Moines, IA, 9.-11.10.2000, 49-53.
- Legge, E., 1992. Untersuchungen zum Verhalten frühabgesetzter Ferkel bei unterschiedlicher Gestaltung der Struktur des Buchtenbodens und zur Ermittlung repräsentativer Beobachtungszeiten. *Diss. Bonn.*
- Lehman, H., 1998. Animal awareness. *Appl. Anim. Beh. Sc.*, 57, 315-325.
- Lehnert, H., 2002. Kaugummi gegen Langeweile. *top agrar*, 3, S20-S21.
- Leven, C., 1999. Tierrechte aus menschenrechtlicher Sicht. Der moralische Status der Tiere in Vergangenheit und Gegenwart unter besonderer Berücksichtigung des Präferenz-Utilitarismus von Peter Singer. Kovač, Hamburg. *Diss. Düsseldorf.*
- Lieschke, B., Hoy, S., Koban, I., 1991. Untersuchungen zum Vorkommen und zu den Auswirkungen der *Rhinitis atrophicans* (R.a.) auf die Mast- und Schlachtleistung von Schweinen. *Mh. Vet.-Med.*, 46, 706-710.
- Lindquist, J.-O., 1974. Animal health and environment in the production of fattening pigs. *Acta Vet. Scand.*, 15, Suppl., 51, 1-78.
- Link, M., 1993. Untersuchungen zur Auswirkung der Stall- und Hüttenhaltung von tragenden und säugenden Sauen auf ausgewählte klinische und physiologische Merkmale. *Diss. Hannover.*

- Littmann, E., 1998. Schwein. In: Brem, G. (Hrsg.). Exterieurbeurteilung landwirtschaftlicher Nutztiere. Ulmer, Stuttgart, 244-265.
- Losinger, W., Bush, E.J., Smith, M.A., Corso, B.A., 1998. Mortality attributed to respiratory problems among finisher pigs in the United States. *Preventive Vet. Med.*, 37(1-4), 21-31.
- Lüke, M., 1993. Untersuchungen zur umweltverträglichen und tiergerechten Haltung von Mastschweinen durch mikrobielle Umwandlung der Exkreme in einem neuartigen Haltungssystem. Diss. Bonn.
- Lyhs, L., 1986. Physiologie der landwirtschaftlichen Nutztiere. Hirzel, Leipzig.
- Lyons, C.A.P., Bruce, J.M., Fowler, V.R., English, P.R., 1995. A comparison of productivity and welfare of growing pigs in four intensive systems. *Livestock Prod. Sc.*, 43, 265-274.
- Mack, A.-C., Wiseman, M., Unshelm, J., 1998. Bestimmung des Lichtbedarfs von Schweinen in intensiven Haltungssystemen über die circadiane Rhythmik des lichtabhängigen Hormons Melatonin. Proc. DVG (Deutsche Veterinärmedizinische Gesellschaft) Tagung: Tierschutz und Nutztierhaltung, Nürtingen 5.-7.3.1998, 262-272.
- Maier, P., Heizmann, V., Reisenbauer, K., 1992. Sozialverhalten und Verhaltensontogenese von Hausschweinen in einem möblierten Familienstall. *Akt. Arb. z. artgem. Tierhltg.* 1991, KTBL 351, 129-140.
- Manteuffel, G., Puppe, B., 1997. Ist die Beurteilung der subjektiven Befindlichkeit von Tieren möglich? Eine kritische Analyse aus naturwissenschaftlicher Sicht. *Arch. Tierz. Dummerstorf*, 40(2), 109-121.
- Marchant, J.N., Mendl, M.T., Rudd, A.R., Broom, D.M., 1995. The effect of agonistic interactions on the heart rate of group-housed sows. *Appl. Anim. Beh. Sc.*, 46, 49-56.
- Marchant, J.N., Rudd, A.R., Broom, D.M., 1997. The effects of housing on heart rate of gestating sows during specific behaviours. *Appl. Anim. Beh. Sc.*, 55, 67-78.
- Marler, P.R., Hamilton, W.J., 1972. Tierisches Verhalten. BLV, München.
- Martin, G., 1996. Zur naturwissenschaftlichen Erfassbarkeit von Leiden bei Tieren - eine Einführung -. *Tierärztl. Umschau*, 51, 131-136.
- Martin, P., Bateson, P., 1993. *Measuring Behaviour*. Univ. Press, Cambridge.
- Marx, D., 1991. Beurteilungskriterien für artgerechte Tierhaltung am Beispiel der Schweinezucht. *Bauen f. d. Landwirtschaft*, 3(28), 6-10.
- Mason, G.J., 1991. Stereotypies: a critical review. *Anim. Beh.*, 41, 1015-1037.
- Mason, G., Mendl, M., 1993. Why is there no simple way of measuring animal welfare? *Anim. Welf.*, 2, 301-319.
- Matteri, R.L., Carroll, J.A., Dyer, C.J., 2000. Neuroendocrine responses to stress. In: Moberg, G.P., Mench, J.A. (Hrsg.). *The biology of animal stress. Basic principles and implications for animal welfare*. CAB Int., Wallingford, 43-76.
- Mayer, C., 1999. Stallklimatische, ethologische und klinische Untersuchungen zur Tiergerechtigkeit unterschiedlicher Haltungssysteme in der Schweinemast. Diss. TU München.
- Mayer, C., Hauser, R., 2000. Ableitung des optimalen Temperaturbereichs für Mastschweine aus dem Liegeverhalten und der Vokalisation. *Akt. Arb. z. artgem. Tierhltg.* 1999, KTBL 391, 129-136.

- McGlone, J.J., 1986. Agonistic behavior in food animals: review of research and techniques. *J. Anim. Sc.*, 62, 1130-1139.
- McGlone, J.J., 1993. What is animal welfare? *J. Agric. Env. Ethics*, 6, Suppl. 1-2, 26-36.
- McLean, A.N., 2001. Cognitive abilities - the result of selective pressures on food acquisition? *Appl. Anim. Beh. Sc.*, 71, 241-258.
- Mehlhorn, G., 1987. Entstehung, Ausbreitung und Wirkung von Schadgasen in der Tierproduktion. *Mh. Vet.-Med.*, 42, 346-352.
- Mehlhorn, G., 1978. Die Bedeutung biologischer Rhythmen und künstlicher Lichtregimes für die industriemäßige Tierproduktion. In: Lyhs, L. (Hrsg.). *Umwelt und Leistung landwirtschaftlicher Nutztiere*. Fischer, Jena, 15-34.
- Mendl, M., 1999. Performing under pressure: stress and cognitive function. *Appl. Anim. Beh. Sc.*, 65, 221-244.
- Metz, J.H.M., Oosterlee, C.C., 1981. Immunologische und ethologische Kriterien für die artgemäße Haltung von Sauen und Ferkeln. *Akt. Arb. z. artgem. Tierhltg.* 1980, KTBL 264, 39-50.
- Meynhardt, H., 1990. *Schwarzwild-Report: mein Leben unter Wildschweinen*. Neumann, Leipzig.
- Miura, A., Tanida, H., Tanaka, T., Yoshimoto, T., 1996. The influence of human posture and movement on the approach and escape behaviour of weanling pigs. *Appl. Anim. Beh. Sc.*, 49, 247-256.
- Moberg, G.P., 1993. Using risk assessment to define domestic animal welfare. *J. Agric. Env. Ethics*, 6, Suppl. 1-2, 2-7.
- Moberg, G.P., 1996. Suffering from stress: an approach for evaluating the welfare of an animal. *Acta Agric. Scand. Sect. A (Anim. Sc.) Suppl.*, 27, 46-49.
- Mollet, P., Wechsler, B., 1991. Auslösende Reize für das Koten und Harnen bei Hausschweinen. *Akt. Arb. z. artgem. Tierhltg.* 1990, KTBL 344, 150-161.
- Morrison, S.R., Givens, R.L., Heitman, H., 1976. A note on growth and food conversion in pigs at different air temperatures and ventilation rates. *Anim. Prod.*, 23, 249-252.
- Morton, D.B., Griffiths, P.H.M., 1985. Guidelines on the recognition of pain, distress and discomfort in experimental animals and an hypothesis for assessment. *Vet. Rec.*, 116, 431-436.
- Mount, L.E., 1975. The assessment of thermal environment in relation to pig production. *Livestock Prod. Sc.*, 2, 381-392.
- Müller, H., Unger, W., Zeeb, K., 1991. Trittsichere Entmistungsbahnen aus Beton in der Rinderhaltung. *Bauen f. d. Landwirtschaft*, 1(28), 22-23.
- Neumann, J.N., 1999. Sind Tiere Personen? In: Joerden, J.C., Busch, B. (Hrsg.). *Tiere ohne Rechte?* Springer, Berlin, Heidelberg, 13-27.
- Newberry, R.C., 1995. Environmental enrichment: increasing the biological relevance of captive environments. *Appl. Anim. Beh. Sc.*, 44, 229-243.
- 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., Lyhs, L., 1968. Eine Dusche für Schweine zur Entlastung der Thermoregulation und Verbesserung der Hygiene. *Mh. Vet.-Med.*, 23, 374-376.

- Nichelmann, M., Tschentzke, B., 1991. Thermoregulatorische Präferenzen: Sind sie ein Maß für die Optimierung des Stallklimas? *Akt. Arb. z. artgem. Tierhltg.* 1990, KTBL 344, 184-195.
- Nielsen, E.K., Ingvarsten, L., 2000. Effects of cereal disintegration method, feeding method and straw bedding on stomach characteristics including ulcers and performance in growing pigs. *Acta Agric. Scand. Sect. A (Anim. Sc.)*, 50, 30-38.
- Niggemeyer, H., 1999. Neues Welfare-System sorgt für Diskussion. *SuS*, 47(2), 30-31.
- O'Connell, N.E., Beattie, V.E., 1999. Influence of environmental enrichment on aggressive behaviour and dominance relationships in growing pigs. *Anim. Welf.*, 8, 269-279.
- Ödberg, F.O., 1996. Animal welfare sciences, public discussion and political decisions. *Acta Agric. Scand. Sect. A (Anim. Sc.) Suppl.*, 27, 97-103.
- Özmen, E., Nida-Rümelin, J., 1999. Die moralische Abwägung menschlicher und tierlicher Interessen. In: Joerden, J.C., Busch, B. (Hrsg.). *Tiere ohne Rechte?* Springer, Berlin, Heidelberg, 63-69.
- Ofner, E., Amon, T., Amon, B., Boxberger, J. 2001. Beurteilungsqualität des Tiergerechtheitsindex TGI 35 L 1995/96. *Proc. 6. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau: Von Leit-Bildern zu Leit-Linien, Freising-Weihenstephan 6.-8.3.2001*, 325-328.
- Olesen, L.S., Nygaard, C.M., Friend, T.H., Bushong, D., Knabe, D.A., Vestergaard, K.S., Vaughan, R.K., 1996. Effect of partitioning pens on aggressive behavior of pigs regrouped at weaning. *Appl. Anim. Beh. Sc.*, 46, 167-174.
- Oliverio, A., 1987. Endocrine aspects of stress: central and peripheral mechanisms. In: Wiepkema, P.R., van Adrichem, P.W.M. (Hrsg.). *Biology of stress in farm animals: an integrative approach.* Martinus Nijhoff, Dordrecht, 3-12.
- Otten, W., Puppe, B., Stabenow, B., Kanitz, E., Schön, P.C., Brüssow, K.P., Nürnberg, G., 1997. Agonistic interactions and physiological reactions of top- and bottom-ranking pigs confronted with a familiar and an unfamiliar group: preliminary results. *Appl. Anim. Beh. Sc.*, 55, 79-90.
- Otten, W., Kanitz, E., Tuchscherer, M., 2000. Prenatal stress in pigs: effects on growth, physiological stress reactions and immune function. *Arch. Tierz. Dummerstorf*, 43 (Sonderh.), 159-164.
- Pahlke, M., 2001. Für Sau und Ferkel optimal. *dlz*, 4, 124-127.
- Pedersen, B.K., 1996. Animal welfare: a holistic approach. *Acta Agric. Scand. Sect. A (Anim. Sc.) Suppl.*, 27, 76-81.
- Petersen, V., Simonsen, H.B., Lawson, L.G., 1995. The effect of environmental stimulation on the development of behaviour in pigs. *Appl. Anim. Beh. Sc.*, 45, 215-224.
- Phillips, C.J.C., 1998. Letter to the editor: The use of individual dairy cows as replicates in the statistical analysis of their behaviour at pasture. *Appl. Anim. Beh. Sc.*, 60, 365-369.
- Phillips, C.J.C., 2000. Letter to the editor: Further aspects of the use of individual animals as replicates in statistical analysis. *Appl. Anim. Beh. Sc.*, 69, 85-88.
- Plonait, H., 1997a. Der Tierarzt im Schweinebestand. In: Plonait, H., Bickhardt, K. (Hrsg.). *Lehrbuch der Schweinekrankheiten.* Parey, Berlin, 1-10.
- Plonait, H., 1997b. Einfluss der Haltungsbedingungen auf das Krankheitsgeschehen. In: Plonait, H., Bickhardt, K. (Hrsg.). *Lehrbuch der Schweinekrankheiten.* Parey, Berlin, 11-37.

- Porzig, E., Winkler, W., 1966. Ein ethologischer Beitrag zu Verhaltensstörungen beim modernen Fleischschwein. *Tierz.*, 20(8), 425-428.
- Ratschow, J.-P., 1998. Der Großgruppe gehört die Zukunft. *top agrar*, 11, S6.
- Ratschow, J.-P., 2001a. Betrieblicher Ansatz zur guten fachlichen Praxis in der Tierhaltung. Gute fachliche Praxis. Welchen Beitrag leistet die Verfahrenstechnik, *KTBL* 400, 61-68.
- Ratschow, J.-P., 2001b. Umweltschutz und Tierschutz - ein Konflikt? Vortrag (paper). UBA (Umweltbundesamt) - KTBL (Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft) Fachveranstaltung zur Vorstellung des BVT-Konzeptes: Umwelt oder Tierschutz. Wonach richtet sich die „Beste Verfügbare Technik (BVT)“ für die Schweine- und Geflügelhaltung? Berlin 19.6.2001.
- Ratschow, J.-P., Cielejewski, H., 1996. Vollspaltenboden hat viele Vorteile. *Lw. Wbl. Westf.-Lippe*, 35, 32-35.
- Rinaldo, D., Le Dividich, J., 1991. Assessment of optimal temperature for performance and chemical body composition of growing pigs. *Livestock Prod. Sc.*, 29, 61-75.
- Rist, M., 1978. Gesundheit als gelungenes Wechselspiel zwischen In- und Umwelt. Ber. 1. AGHST (Arbeitsgemeinschaft Gesunde Haltungstechnik und Stallbau)-Arbeitstagung, BVA (Bundesversuchsanstalt für alpenländische Landwirtschaft) Gumpenstein 3.-4.10.1978, 25-29.
- Rist, M. und Mitarb., Forschungsring für Biologisch-Dynamische Wirtschaftsweise e.V. (Hrsg.), 1989. Artgemäße Nutztierhaltung. Freies Geistesleben, Stuttgart.
- RL 2001/88/EG. Richtlinie 2001/88/EG des Rates vom 23.10.2001 zur Änderung der Richtlinie 91/630/EWG über Mindestanforderungen für den Schutz von Schweinen. *Amtblatt d. Europ. Gemeinschaften*, L 316, 1 (1.12.2001).
- RL 2001/93/EG. Richtlinie 2001/93/EG der Kommission vom 9.11.2001 zur Änderung der Richtlinie 91/630/EWG über Mindestanforderungen für den Schutz von Schweinen. *Amtblatt d. Europ. Gemeinschaften*, L 316, 36 (1.12.2001).
- Robert, S., Matte, J.J., Farmer, C., Girard, C.L., Martineau, G.P., 1993. High-fibre diets for sows: effects on stereotypies and adjunctive drinking. *Appl. Anim. Beh. Sc.*, 37, 297-309.
- Robert, S., Rushen, J., Farmer, C., 1997. Both energy content and bulk of food affect stereotypic behaviour, heart rate and feeding motivation of female pigs. *Appl. Anim. Beh. Sc.*, 54, 161-171.
- Rollin, B.E., 1993. Animal welfare, science, and value. *J. Agric. Env. Ethics*, 6, Suppl. 1-2, 44-50.
- Rollin, B.E., 1996. Ideology, „value-free science“, and animal welfare. *Acta Agric. Scand. Sect. A (Anim. Sc.) Suppl.*, 27, 5-10.
- Rook, A.J., 1999. Reply to the letter to the editor: The use of groups or individuals in the design of grazing experiments (reply to Phillips, 1998). *Appl. Anim. Beh. Sc.*, 61, 357-358.
- Rook, A.J., Huckle, C.A., 1995. Synchronization of ingestive behaviour by grazing dairy cows. *Anim. Sc.*, 60, 25-30.
- Ruis, M.A.W., te Brake, J.H.A., van de Burgwal, J.A., de Jong, I.C., Blokhuis, H.J., Koolhaas, J.M., 2000. Personalities in female domesticated pigs: behavioural and physiological indications. *Appl. Anim. Beh. Sc.*, 66 31-47.

- Ruis, M.A.W., de Groot, J., te Brake, J.H.A., Ekkel, E.D., van de Burgwal, J.A., Erkens, J.H.F., Engel, B., Buist, W.G., Blokhuis, H.J., Koolhaas, J.M., 2001. Behavioural and physiological consequences of acute social defeat in growing gilts: effects of the social environment. *Appl. Anim. Beh. Sc.*, 70, 201-225.
- Rushen, J., 1991. Problems associated with the interpretation of physiological data in the assessment of animal welfare. *Appl. Anim. Beh. Sc.*, 28, 381-386.
- Rushen, J., 1993a. Exploration in the pig may not be endogenously motivated. *Anim. Beh.*, 45, 183-184.
- Rushen, J., 1993b. The „coping“ hypothesis of stereotypic behaviour. *Anim. Beh.*, 45, 613-615.
- Rushen, J., 1996. Using aversion learning techniques to assess the mental state, suffering, and welfare of farm animals. *J. Anim. Sc.*, 74(8), 1990-1995.
- Rushen, J., de Pasillé, A.M.B., Schouten, W., 1990. Stereotypic behavior, endogenous opioids, and postfeeding hypoalgesia in pigs. *Physiol. and Beh.*, 48(1), 91-96.
- Rushen, J., Schwarze, N., Ladewig, J., Foxcroft, G., 1993. Opioid modulation of the effects of repeated stress on ACTH, cortisol, prolactin, and growth hormone in pigs. *Physiol. and Beh.*, 53(5), 923-928.
- Rushen, J., Taylor, A.A., de Passillé, A.M., 1999. Domestic animals' fear of humans and its effects on their welfare. *Appl. Anim. Beh. Sc.*, 65, 285-303.
- Sachser, N., 1994. Sozialphysiologische Untersuchungen an Hausmeerschweinchen. *Schriftenr. Versuchstierkunde*, 16. Parey, Berlin, Hamburg.
- Sachser, N., 1998. Was bringen Präferenztests? *Akt. Arb. z. artgem. Tierhltg.* 1997, KTBL 380, 9-20.
- Sainsbury, D., 1998. *Animal health*. Blackwell, Oxford.
- Sambraus, H.H., 1978. *Nutztierethologie*. Parey, Berlin, Hamburg.
- Sambraus, H.H., 1985. Indikatoren und Auswirkungen nicht tiergerechter Haltungssysteme. Vortrag (paper). Tierzuchtsem. und Tierzuchttagung BAL (Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft) Gumpenstein, Irnding 13.-15.5.1985 und 11.-12.6.1985.
- Sambraus, H.H., 1990. Sauenhaltung - tier- und leistungsgerecht. In: Sambraus, H.H., Boehncke, E. (Hrsg.). *Ökologische Tierhaltung*. Müller, Karlsruhe, 164-185.
- Sambraus, H.H., 1991a. *Nutztierkunde*. Ulmer, Stuttgart.
- Sambraus, H.H., 1991b. Tierschutz, Naturwissenschaft und Ethologie. *Arch. Tierz. Dummerstorf*, 35(1/2), 181-192.
- Sandøe, P., 1996. Animal and human welfare - are they the same kind of thing? *Acta Agric. Scand. Sect. A (Anim. Sc.) Suppl.*, 27, 11-15.
- SAS STAT User's Guide, 1989, Vers. 6, 4th Ed., Vol. 1 and 2. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- SAS, 1989-1996, Release 6.12. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Schäfer-Müller, K., 1996. Untersuchungen zur Gruppenhaltung tragender Sauen unter besonderer Berücksichtigung des Einflusses von Stroh auf Leistung, Konstitution und Verhalten. *Diss. Kiel. Schriftenr. Inst. Tierz. und Tierhltg. Univ. Kiel*, 87.
- Schimmel, D., 1992. Respiratorische Erkrankungen des Schweines und ihre Bedeutung beim Aufbau gesunder Tierbestände. *Bundesgesundheitsblatt*, 35(8), 392-393.

- Schmid, H., 1994. Kann das arttypische Ausscheidungsverhalten von Mastschweinen arbeitswirtschaftlich genutzt werden? Akt. Arb. z. artgem. Tierhltg. 1993, KTBL 361, 253-263.
- Schmidt, T., 1998. Besondere Problematik der Erfassung, Auswertung und Bewertung ethologischer Daten. Akt. Arb. z. artgem. Tierhltg. 1997, KTBL 380, 53-61.
- Schmidt-Nielsen, K., 1990. Animal physiology: adaptation and environment. Cambridge Univ. Press, Cambridge, New York, Melbourne.
- Schneider, P., Walter, J., 1996. Ethologische Untersuchungen von Mastschweinen auf Weiden (Kurzmitteilung). Arch. Tierz. Dummerstorf, 39(3), 299-307.
- Schnippe, F., 2000. Außenklimaställe. Viel Licht und frische Luft für wenig Geld. top agrar, 7, S4-S5.
- Scholz, K., 1981. Serumlipide, Serumproteine und Metabolite des Proteinstoffwechsels beim Göttinger Minischwein. Normalwerte und genetische Parameter. Diss. Göttingen.
- Schönreiter, S., Zanella, A.J., 2000. Assessment of cortisol in swine by saliva: new methodological approaches. Arch. Tierz. Dummerstorf, 43 (Sonderh.), 165-170.
- Schubert, K., 2002. Akzeptanz praxisüblicher Mastschweinehaltung – Eine empirische Untersuchung in Nordrhein-Westfalen auf der Erzeuger- und Verbraucherebene. Diss. Bonn (im Druck).
- Schuster, H., 1984. Verhalten und Klauengesundheit von frühabgesetzten Ferkeln in Flatdecks mit verschiedenen Bodenausführungen. Diss. Hohenheim.
- Sciarra, C., 1998. TGI - Tiergerechtheit in Punktzahl fassbar? Ökol. und Landbau, 105, 26(1), 42-43.
- Seufert, H., Jungbluth, T., Greif, G., 1980. Zur Eignung perforierter Böden für die Schweinehaltung. Landtechnik, 35(8,9), 404-408.
- SHVO (Schweinehaltungsverordnung), 1995. Verordnung zum Schutz von Schweinen bei Stallhaltung. BGBl (Bundesgesetzblatt) I S. 311, 18.2.1994, geändert durch 2. Änderungsverordnung. BGBl I S. 1016, 2.8.1995.
- Siard, N., Štuhec, I., Ladewig, J., Schlichting, M.C., 1997. Correlation between plasma and salivary cortisol in growing pigs. Akt. Arb. z. artgem. Tierhltg. 1996, KTBL 376, 199-206.
- Siegel, H.S., 1987. Effects of behavioural and physical stressors on immune response. In: Wiepkema, P.R., van Adrichem, P.W.M. (Hrsg.). Biology of stress in farm animals: an integrative approach. Martinus Nijhoff, Dordrecht, 39-54.
- Signoret, J.P., 1969. Verhalten von Schweinen. In: Porzig, E., Tembrock, G., Engelmann, C., Signoret, J.P., Czako, J. (Hrsg.). Das Verhalten landwirtschaftlicher Nutztiere. Dt. Landwirtschaftsverlag, Berlin, 263-330.
- Signoret, J.P., Vieuille, C., 1996. Effectiveness and limitations of physiological versus ethological criteria to assess the welfare of pigs in relation to the housing system. Pig News and Info., 17(4), 115N-121N.
- Simantke, C., 2000. Ökologische Schweinehaltung: Haltungssysteme und Baulösungen. Bioland, Mainz.
- Simonsen, H.B., 1990. Behaviour and distribution of fattening pigs in the multi-activity pen. Appl. Anim. Beh. Sc., 27, 311-324.

- Simonsen, H.B., 1996. Assessment of animal welfare by a holistic approach: behaviour, health and measured opinion. *Acta Agric. Scand. Sect. A (Anim. Sc.) Suppl.*, 27, 91-96.
- Singer, P., 1996. *Animal liberation. Die Befreiung der Tiere.* Rowohlt, Reinbek bei Hamburg.
- Smith, J.H., Wathes, C.M., Baldwin, B.A., 1996. The preference of pigs for fresh air over ammoniated air. *Appl. Anim. Beh. Sc.*, 49, 417-424.
- Sommer, B., Leeb, C., Troxler, J., Schuh, M., 1999. Erstellung eines praxistauglichen Schlüssels zur Beurteilung von Haltungssystemen tragender Zuchtsauen auf Tiergerechtigkeit anhand von Integumentveränderungen. *Proc. 14. IGN (Internationale Gesellschaft für Nutztierhaltung) 6. Freiland Tagung: Tierhaltung und Tiergesundheit, Wien 29.9.-1.10.1999*, 116-119.
- Spoolder, H.A.M., Burbidge, J.A., Edwards, S.A., Simmins, P.H., Lawrence, A.B., 1995. Provision of straw as a foraging substrate reduces the development of excessive chain and bar manipulation in food restricted sows. *Appl. Anim. Beh. Sc.*, 43, 249-262.
- Statistisches Bundesamt, 1999. Land- und Forstwirtschaft, Fischerei. Rinder- und Schweinebestand (3.11.1999). *Fachserie 3, Reihe 4.1*, 10-11.
- Stephens, D.B., 1971. The metabolic rates of newborn pigs in relation to floor insulation and ambient temperature. *Anim. Prod.*, 13, 303-313.
- Stolba, A., 1984. Verhaltensmuster von Hausschweinen in einem Freigehege. *Bemerkungen zum Film. Akt. Arb. z. artgem. Tierhltg.* 1983, *KTBL* 299, 106-116.
- Stolba, A., 1990. Ansatz zu einer artgerechten Schweinehaltung. Der „möblierte Familienstall“. In: Sambras, H.H., Boehncke, E. (Hrsg.). *Ökologische Tierhaltung.* Müller, Karlsruhe, 148-166.
- Stolba, A., Wood-Gush, D.G.M., 1980. Arousal and exploration in growing pigs in different environments. *Appl. Anim. Ethol.*, 6, 381-392.
- Stolba, A., Wood-Gush, D.G.M., 1981. Verhaltensgliederung und Reaktion auf Neureize als ethologische Kriterien zur Beurteilung von Haltungsbedingungen bei Hausschweinen. *Akt. Arb. z. artgem. Tierhltg.* 1980, *KTBL* 264, 110-128.
- Stolba, A., Wood-Gush, D.G.M., 1984. The identification of behavioural key features and their incorporation into housing design for pigs. *Ann. Rech. Vét.*, 15(2), 287-298.
- Stolba, A., Wood-Gush, D.G.M., 1989. The behaviour of pigs in a semi-natural environment. *Anim. Prod.*, 48, 419-425.
- Stolpe, J., Bresk, B., 1985. *Stallklimagestaltung.* Fischer, Jena.
- Strack, K.E., 2000. Schweineproduktion. In: Weiß, J., Pabst, W., Strack, K.E., Granz, S. (Hrsg.). *Tierproduktion.* Parey, Berlin, 515-636.
- Straw, B.E., Leman, A.D., Robinson, R.A., 1984. *J. Am. Vet.-Med. Assoc.*, 185(12), 1544-1546.
- Stubbe, A., 2000. *Entwicklung und Beurteilung einer Beschäftigungstechnik für Mastschweine in intensiven Haltungssystemen.* Diss. Hohenheim.
- Stubbe, A., Beck, J., Jungbluth, T., 1999. Verbesserung der Tiergerechtigkeit intensiver Schweinehaltungssysteme durch Beschäftigungstechnik. In: Böhme, H., Flachowsky, G. (Hrsg.). *Aktuelle Aspekte bei der Erzeugung von Schweinefleisch.* *Landbauforschung Völkenrode*, 193 (Sonderh.), 167-171.

- Studer, H., 1975. Das Verhalten von Galtsauern in verschiedenen Aufstallungssystemen. Diss. Bern.
- Sundrum, A., 1995. Zur Beurteilung der Tiergerechtheit von Haltungssystemen. Proc. DVG (Deutsche Veterinärmedizinische Gesellschaft) Tagung: Lösung von Tierschutzproblemen mittels alternativer Tierhaltungssysteme, Stuttgart Hohenheim 9.-10.3.1995, 23-34.
- Sundrum, A., Andersson, R., Postler, G. (Hrsg.), 1994. Tiergerechtheitsindex 200 (TGI 200,1994). Ein Leitfaden zur Beurteilung von Haltungssystemen. Köllen, Bonn.
- Sundrum, A., Valle Zárate, A., Roeb, S., Rubelowski, I., Schoone, U., Weber, R., 1999. Auswirkung von Grundfutter in der Schweinemast auf Tiergesundheit, Verhalten, Leistung und Produktionskosten unter den Prämissen des Organischen Landbau. Rheinische Friedrich-Wilhelms-Univ. Bonn, Landwirtschaftliche Fakultät, Forschungsschwerpunkt Umweltverträgliche und Standortgerechte Landwirtschaft, Forschungsberichte, 71.
- Süss, M., 1998. Strohautomaten gegen Langeweile in der Mast. SuS, 46(4), 18.
- Terlouw, E.M.C., Lawrence, A.B., Ladewig, J., de Passille, A.M., Rushen, J., Schouten, W.G.P., 1991. Relationship between plasma cortisol and stereotypic activities in pigs. Behav. Processes, 25, 133-153.
- Terlouw, E.M.C., Schouten, W.G.P., Ladewig, J., 1997. Physiology. In: Appleby, M.C., Hughes, B.O. (Hrsg.). Animal Welfare. CAB Int., Wallingford, 143-158.
- Thodberg, K., Jensen, K.H., Herskin, M.S., 1999. A general reaction pattern across situations in prepubertal gilts. Appl. Anim. Beh. Sc., 63, 103-119.
- Tholen, E., 2001. Pers. Mit.
- TIERSCHNUTZTV (Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung), 2001. Verordnung zum Schutz landwirtschaftlicher Nutztiere und anderer zur Erzeugung tierischer Produkte gehaltener Tiere bei ihrer Haltung. BGBl (Bundesgesetzblatt) I S. 2758, 31.10.2001.
- Timberlake, W., 1997. An animal-centered, causal-system approach to the understanding and control of behavior. Appl. Anim. Beh. Sc., 53, 107-129.
- Tschanz, B., 1982. Verhalten, Bedarf und Bedarfsdeckung bei Nutztieren. Akt. Arb. z. artgem. Tierhltg. 1981, KTBL 281, 114-128.
- Turner, S.P., Ewen, M., Rooke, J.A., Edwards, S.A., 2000a. The effect of space allowance on performance, aggression and immune competence of growing pigs housed on straw deep-litter at different group sizes. Livestock Prod. Sc., 66, 47-55.
- Turner, S.P., Sinclair, A.G., Edwards, S.A., 2000b. The interaction of liveweight and the degree of competition on drinking behaviour in growing pigs at different group sizes. Appl. Anim. Beh. Sc., 67, 321-334.
- Tuchscherer, M., Manteuffel, G., 2000. Die Wirkung von psychischem Stress auf das Immunsystem. Ein weiterer Grund für tiergerechte Haltung (Übersichtsreferat). Arch. Tierz. Dummerstorf, 43(6), 547-560.
- Tyler, S., 1979. Time-sampling: a matter of convention. Anim. Beh., 27, 801-810.
- Valle Zárate, A., Sundrum, A., Kutsch, T., Krekeler, H.-J., Zaludik, K., Rubelowski, I., Schubert, K., 2000. Bewertung praxisüblicher Mastschweine- und Mastbullenhaltungen in Nordrhein-Westfalen hinsichtlich artgerechter Tierhaltung, Ökonomie sowie Akzeptanz durch Tierhalter und Verbraucher. Rheinische Friedrich-Wilhelms-Univ. Bonn, Landwirtschaftliche Fakultät, Forschungsschwerpunkt Umweltverträgliche und Standortgerechte Landwirtschaft, Forschungsberichte, 84.

- van Dijk, A.J., van Engen, M.J., Hemke, G., 2000. Assessment of the daily distribution of oral stereotypic behaviour of group housed pregnant sows sequentially fed by an electronic sow feeder station. Vortrag (paper). 51st Ann. Meet. EAAP (European Association for Animal Production), Den Haag 21.-24.8.2000.
- van Putten, 1978. Schwein. In: Sambraus, H.H. (Hrsg.). Nutztierethologie. Parey, Berlin, Hamburg, 169-213.
- van Putten, G., 1980. Objective observations on the behaviour of fattening pigs. Anim. Regul. Stud., 3, 105-118.
- van Putten, G., 1992. Forschungsergebnisse und Erkenntnisse zur tiergerechten Schweinehaltung. Züchtungskunde, 64(3/4), 209-216.
- van Putten, G., 2000. An ethological definition of animal welfare with special emphasis on pig behaviour. Proc. 2nd NAHWOA (Network for Animal Health and Welfare in Organic Agriculture) workshop: Diversity of livestock systems and definition of animal welfare, Córdoba 8.-11.1.2000, 120-134.
- van Putten, G., Dammers, J., 1976. A comparative study of the well-being of piglets reared conventionally and in cages. Appl. Anim. Ethol., 2, 339-356.
- van Rooijen, J., 1984. Impoverished environments and welfare. Appl. Anim. Beh. Sc., 12, 3-13.
- van Rooijen, J., 1991. Predictability and boredom. Appl. Anim. Beh. Sc., 31, 283-287.
- van Rooijen, J., 2000. The influence of air velocity on pig choice. Proc. 34th Int. Cong. ISAE (International Society for Applied Ethology), Florianópolis, 17.-20.10.2000, 209.
- Venzlaff, F.-W., Kuschy, G., Buchta, U., Nitzsche, G., 1997. Vergleich alternativer Haltungsverfahren von Mastschweinen im Kaltstall auf Einstreu zur einstreulosen Haltung in zwangsbelüfteten, wärmegeämmten Ställen. Proc. 3. Int. Tagung: Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, Kiel 11.-12.3.1997, 172-179.
- Verhoog, H., 2000. Defining positive welfare and animal integrity. Proc. 2nd NAHWOA (Network for Animal Health and Welfare in Organic Agriculture) workshop: Diversity of livestock systems and definition of animal welfare, Córdoba 8.-11.1.2000, 108-119.
- Verstegen, M.W.A., van der Hel, W., 1976. Energy balances in groups of pigs in relation to air velocity and ambient temperature. Proc. 7th EAAP (European Association for Animal Production) Symp.: Energy metabolism of farm animals, Vichy Sept. 1976, 347-350.
- Verstegen, M.W.A., van der Hel, W., Willems, G.E.J.M., 1977. Growth depression and food requirements of fattening pigs at low environmental temperatures when housed either on crete slats or straw. Anim. Prod., 24, 253-259.
- Verstegen, M.W.A., Brascamp, E.W., van der Hel, W., 1978. Growing and fattening of pigs in relation to temperature of housing and feeding level. Can. J. Anim. Sc., 58(1), 1-13.
- Vestergaard, K.S., 1996. Assessing animal welfare: the significance of causal studies of behaviour at the motivational level. Acta Agric. Scand. Sect. A (Anim. Sc.) Suppl., 27, 61-63.
- Vieuille-Thomas, C., Le Pape, G., Signoret, J.P., 1995. Stereotypies in pregnant sows: indicators of influence of the housing system on the patterns expressed by the animals. Appl. Anim. Beh. Sc., 44, 19-27.
- von Borell, E., 2000. Stress and coping in farm animals. Arch. Tierz. Dummerstorf, 43 (Sonderh.), 144-152.

- von Borell, E., Johnson, R.W., Anderson, L.L., 1995. Neurobiologische Untersuchungen zum Verhalten von Schweinen unter Belastung. *Akt. Arb. z. artgem. Tierhltg.* 1994, KTBL 370, 171-177.
- von Borell, E., Bockisch, F.-J., Büscher, W., Hoy, S., Krieter, J., Müller, C., Parvizi, N., Richter, T., Rudovsky, A., Sundrum, A., van den Weghe, H., 2001. Critical control points for on-farm assessment of pig housing. *Livestock Prod. Sc.*, 72, 177-184.
- von Zerboni, H.N., Grauvogl, A., 1984. Spezielle Ethologie: Schwein. In: Bogner, H., Grauvogl, A. (Hrsg.). *Verhalten landwirtschaftlicher Nutztiere.* Ulmer, Stuttgart, 246-297.
- Waldmann, K.-H., Plonait, H., 1997. Erkrankungen der Verdauungsorgane und des Abdomens. In: Plonait, H., Bickhardt, K. (Hrsg.). *Lehrbuch der Schweinekrankheiten.* Parey, Berlin, 307-386.
- Wathes, C.M., Jones, C.D.R., Webster, A.J.F., 1983. Ventilation, air hygiene and animal health. *Vet. Rec.*, 113, 554-559.
- Weary, D.M., Fraser, D., 1998. Letter to the editor: Replication and pseudoreplication: a comment on Phillips (1998). *Appl. Anim. Beh. Sc.*, 61, 181-183.
- Weber, R., 1985. Trittsicherheit von Stallbodenbelägen. *FAT (Eidgenössische Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik)-Berichte* 280.
- Weber, R., 1991. Tiergerechte Aufstallungsformen in der Schweinehaltung. *Tierz.*, 45, 325-328.
- Webster, A.J.F., 1983. Nutrition and the thermal environment. In: Rook, J.A.F., Thomas, P.C. (Hrsg.). *Nutritional physiology of farm animals.* Longman, London, 639-669.
- Wechsler, B., 1992. Ethologische Grundlagen zur Entwicklung alternativer Haltungsformen. *Schweizer Arch. Tierheilk.*, 134, 127-132.
- Wechsler, B., 1993. Verhaltensstörungen und Wohlbefinden: ethologische Überlegungen. In: Buchholtz, C., Goetschel, A.F., Hassenstein, B., Loeffler, K., von Loeper, E., Martin, G., Rohmoser, G., Sambras, H.H., Tschanz, B., Wechsler, B., Wolff, M. (Hrsg.). *Leiden und Verhaltensstörungen bei Tieren.* Birkhäuser, Basel, 50-64.
- Wechsler, B., 1995. Coping and coping strategies: a behavioural view. *Appl. Anim. Beh. Sc.*, 43, 123-134.
- Wechsler, B., 2000. Ethologische Methoden - Wege zum Tier. *Akt. Arb. z. artgem. Tierhltg.* 1999, KTBL 391, 9-15.
- Wechsler, B., Schmid, H., Moser, H., 1991. *Der Stolba-Familienstall für Hausschweine.* Birkhäuser, Basel.
- Wechsler, B., Bachmann, I., 1998. A sequential analysis of eliminative behaviour in domestic pigs. *Appl. Anim. Beh. Sc.*, 56, 29-36.
- Wemelsfelder, F., 1993. The concept of animal boredom and its relationship to stereotyped behaviour. In: Lawrence, A., Rushen, J. (Hrsg.). *Stereotypic animal behaviour: fundamentals and applications to welfare.* CAB Int., Wallingford, 65-95.
- Wemelsfelder, F., 1997a. The scientific validity of subjective concepts in models of animal welfare. *Appl. Anim. Beh. Sc.*, 53, 75-88.
- Wemelsfelder, F., 1997b. Life in captivity: its lack of opportunities for variable behaviour. *Appl. Anim. Beh. Sc.*, 54, 67-70.

- Wemelsfelder, F., Hunter, E.A., Mendl, M.T., Lawrence, A.B., 2000. The spontaneous qualitative assessment of behavioural expressions in pigs: first explorations of a novel methodology for integrative animal welfare measurement. *Appl. Anim. Beh. Sc.*, 67, 193-215.
- Wendt, M., Plonait, H., 1997. Erkrankungen der Harnorgane. In: Plonait, H., Bickhardt, K. (Hrsg.). *Lehrbuch der Schweinekrankheiten*. Parey, Berlin, 387-397.
- Westendarp, H., 1999. Zum Einfluß des Fütterungsregimes von Mastschweinen auf Leistung, Schlachtkörper- und Ansatzparameter. Diss. Göttingen.
- Wieland, M., Jakob, P., 1992. Einfluss der Raumstruktur auf die Aktivität bei Mastschweinen im nicht wärmegeprägten Offenfrontstall. *Akt. Arb. z. artgem. Tierhltg.* 1991, KTBL 351, 209-220.
- Wiepkema, P.R., Schouten, W.G.P., Koene, P., 1993. Biological aspects of animal welfare: new perspectives. *J. Agric. Env. Ethics*, 6, Suppl. 1-2, 93-103.
- Witte, F., 1999. Untersuchungen zur Tiergesundheit von Mastschweinen - unter besonderer Berücksichtigung der Klauengesundheit - in drei Betrieben mit unterschiedlichen Aufstallungsarten in Hessen. Diss. Gießen.
- Wittke, G., 1972. *Physiologie der Haustiere*. Parey, Berlin, Hamburg.
- Wood-Gush, D.G.M., Beilharz, R.G., 1983. The enrichment of a bare environment for animals in confined conditions. *Appl. Anim. Ethol.*, 10, 209-217.
- Wood-Gush, D.G.M., Vestergaard, K., 1991. The seeking of novelty and its relation to play. *Anim. Beh.*, 42, 599-606.
- Wood-Gush, D.G.M., Vestergaard, K., 1993. Inquisitive exploration in pigs. *Anim. Beh.*, 185-187.
- Yang, T.S., Howard, B., Macfarlane, W.V., 1981. Effects of food on drinking behaviour of growing pigs. *Appl. Anim. Ethol.*, 7, 259-270.
- Zaludik, K., 1997. Untersuchungen zum Schrägbodensystem für Mastschweine. Dipl. Wien.
- Zaludik, K., 2002. Bewertung praxisüblicher Mastschweinehaltungen in Nordrhein-Westfalen hinsichtlich der Tiergerechtigkeit. Diss. Hohenheim.
- Zanella, A.J., Broom, D.M., Mendl, M., 1991. Responses to housing conditions and immunological state in sows. *Anim. Prod.*, 52, 579.
- Zanella, A.J., Broom, D.M., 1993. Endogene Opioide und Indikatoren für tierschutzrelevante Anpassungsvorgänge. *Akt. Arb. z. artgem. Tierhltg.* 1992, KTBL 356, 116-126.
- ZDS (Zentralverband der deutschen Schweineproduktion)(Hrsg.), 1998. *Zahlen aus der deutschen Schweineproduktion*.
- ZDS (Zentralverband der deutschen Schweineproduktion)(Hrsg.), 1999. *Zahlen aus der deutschen Schweineproduktion*.
- ZDS (Zentralverband der deutschen Schweineproduktion)(Hrsg.), 2000. *Zahlen aus der deutschen Schweineproduktion*.
- Zenger, X., Freiberger, F., 1999. Vergleich der Mastschweinehaltung im Außenklimastall und konventionellen Warmstall. *Proc. 14. IGN (Internationale Gesellschaft für Nutztierhaltung) 6. Freiland Tagung: Tierhaltung und Tiergesundheit*, Wien 29.9.-1.10.1999, 66-69.
- Zimmermann, W., Plonait, H., 1997. Erkrankungen des Atmungsapparates. In: Plonait, H., Bickhardt, K. (Hrsg.). *Lehrbuch der Schweinekrankheiten*. Parey, Berlin, 111-150.