

Aus dem Institut für Tierschutz, Verhaltenskunde und Tierhygiene  
der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München  
Vorstand: Prof. Dr. M.H. Erhard

Angefertigt unter der Leitung von  
Prof. Dr. M.H. Erhard

## **Enrichment bei der Haltung von Mastschweinen**

Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde  
der Tierärztlichen Fakultät  
der Ludwig-Maximilians-Universität München

von  
**Corinna Schultze**

aus  
Goslar

München 2008

Gedruckt mit der Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät  
der Ludwig-Maximilians-Universität München

Dekan: Univ.-Prof. Dr. Braun

Referent: Univ.-Prof. Dr. Erhard

Koreferent: Priv.- Doz. Dr. Scholz

Tag der Promotion: 8. Februar 2008

Meinen Eltern

# Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung .....	1
2.	Literaturteil .....	2
2.1.	Definition von Stress .....	2
2.2.	Wohlbefinden .....	3
2.3.	Ethogramm der Schweine .....	4
2.3.1.	Ernährungsverhalten .....	4
2.3.2.	Ausscheidungsverhalten .....	4
2.3.3.	Sozialverhalten .....	5
2.3.4.	Ruheverhalten .....	5
2.3.5.	Komfortverhalten .....	5
2.3.6.	Erkundungsverhalten .....	5
2.3.7.	Kampf- und Fluchtverhalten .....	6
2.4.	Environmental Enrichment .....	6
2.4.1.	Definition von Environmental Enrichment .....	6
2.4.2.	Verschiedene Ansätze von Environmental Enrichment .....	6
2.4.3.	Enrichment mit Hilfe von Beschäftigungsgegenständen .....	8
2.5.	Aktivität .....	13
2.6.	Hautverletzungen .....	14
2.7.	Blutparameter .....	15
2.7.1.	Cortisol .....	15
2.7.2.	Weitere Blutparameter .....	16
2.8.	Gewichtszunahmen .....	17
2.9.	Fleischparameter .....	19
2.9.1.	Schlachtkörper .....	19
2.9.2.	Fleischqualität .....	20
2.9.2.1.	pH-Wert .....	20
2.9.2.2.	Leitfähigkeit .....	21
2.9.2.3.	Fleischhelligkeit .....	22
3.	Tiere, Material und Methode .....	23
3.1.	Allgemeines zum Versuch .....	23
3.1.1.	Tiere .....	23
3.1.2.	Versuch: Vergleichende Verhaltensbeobachtung zwischen Schweinen mit und ohne Beschäftigungsgegenständen .....	23
	Versuchsdurchgang 1 .....	23
	Versuchsdurchgang 2 .....	23
3.1.2.1.	Fütterungsregime und Futtermittel .....	24
3.1.2.2.	Beleuchtungsregime und Lichtintensität .....	25
3.2.	Versuchsaufbau .....	25
3.2.1.	Haltung und Unterbringung der Tiere .....	25
3.2.2.	Environmental Enrichment der Versuchsgruppen .....	25
3.2.3.	Schlachtung .....	28
3.3.	Datenerhebung .....	28
3.3.1.	Verhaltensbeobachtung .....	28
3.3.1.1.	Aktivphase .....	29
3.3.1.2.	Ruhephase .....	29
3.3.1.3.	Nutzung der Beschäftigungsgegenstände .....	29
3.3.2.	Gesundheitszustand .....	30
3.3.3.	Blutparameter .....	31

3.3.3.1.	Cortisolbestimmung .....	31
3.3.3.2.	Weitere Blutparameter .....	33
3.3.4.	Gewichtszunahmen .....	33
3.3.5.	Fleischuntersuchung .....	33
3.3.6.	Schlachtleistung .....	33
3.3.6.1.	Nüchterngewicht .....	33
3.3.6.2.	Schlachtgewicht warm .....	33
3.3.6.3.	Schlachtkörperlänge .....	34
3.3.6.4.	Rückenmuskelfläche .....	34
3.3.6.5.	Fettfläche .....	34
3.3.6.6.	Rückenspeckdicke .....	34
3.3.6.7.	Speckmaß .....	34
3.3.6.8.	Fleischmaß .....	34
3.3.6.9.	Seitenspeckdicke .....	35
3.3.6.10.	Speckmaß B.....	35
3.3.7.	Fleischqualität .....	35
3.3.7.1.	pH-Werte .....	35
3.3.7.2.	Leitfähigkeit .....	36
3.3.7.3.	Fleischhelligkeit (Opto-Wert) .....	36
3.4.	Statistische Methode .....	37
4.	Ergebnisse .....	38
4.1.	Aktivität.....	38
4.1.1.	Überblick über die Entwicklung der Aktivität in den Versuchsläufen .....	38
4.1.2.	Vergleich zwischen Versuchs- und Kontrollgruppen in den einzelnen Versuchsabschnitten.....	42
4.2.	Schlafverhalten.....	42
4.3.	Beschäftigungsdauer mit Stroh .....	46
4.4.	Kontakte mit den Beschäftigungsgegenständen.....	47
4.4.1.	Anzahl der Kontakte mit den Beschäftigungsgegenständen .....	47
4.4.1.1.	Betrachtung der einzelnen Beschäftigungsgegenstände .....	47
Schaukel .....	47	
Bürste .....	47	
Beißstäbe .....	48	
Großer Ball .....	48	
Kleiner Ball .....	48	
4.4.1.2.	Vergleich der Beschäftigungsgegenstände untereinander.....	52
Schaukel im Vergleich zu den übrigen Beschäftigungsgegenständen .....	52	
Vergleich Bürste – Beißstäbe .....	52	
Vergleich Bürste – Bälle .....	52	
Vergleich Beißstäbe – Bälle .....	52	
Vergleich der Bälle.....	53	
4.4.2.	Dauer der Kontakte mit den Beschäftigungsgegenständen.....	53
4.4.2.1.	Betrachtung der einzelnen Beschäftigungsgegenstände .....	53
Schaukel .....	53	
Bürste .....	53	
Beißstäbe .....	54	
Großer Ball .....	54	
Kleiner Ball .....	55	
4.4.2.2.	Vergleich der Dauer der Nutzung der Beschäftigungsgegenstände.....	58
Vergleich Schaukel – Bürste .....	58	
Vergleich Schaukel – Stäbe.....	58	

Vergleich Schaukel – Bälle .....	59
Vergleich Bürste – Stäbe .....	59
Vergleich Bürste – Bälle .....	59
Vergleich Beißstäbe – Bälle .....	59
Vergleich der Bälle.....	59
4.4.3.    Durchschnittliche Dauer pro Kontakt mit den Beschäftigungsgegenständen..	60
4.4.3.1.    Betrachtung der einzelnen Beschäftigungsgegenstände .....	60
Schaukel .....	60
Bürste .....	60
Beißstäbe .....	61
Großer Ball .....	61
Kleiner Ball .....	61
4.4.3.2.    Vergleich der Beschäftigungsgegenstände untereinander.....	65
Schaukel – Bürste.....	65
Schaukel – Beißstäbe .....	65
Schaukel – Bälle.....	66
Bürste – Beißstäbe.....	67
Bürste – Bälle .....	67
Beißstäbe – Bälle.....	67
Vergleich der Bälle.....	68
4.5.    Hautverletzungen .....	69
4.6.    Blutparameter .....	71
4.6.1.    Cortisol-Konzentrationen im Blut.....	71
4.6.1.1.    Serum-Cortisolgehalt .....	71
4.6.1.2.    Plasma-Cortisolgehalt .....	71
4.6.1.3.    Korrelation zwischen Serum- und Plasma-Cortisol-Werten.....	72
4.6.2.    Weitere Blutparameter .....	72
4.6.2.1.    Leukozyten .....	72
4.6.2.2.    Erythrozyten .....	73
4.6.2.3.    Hämoglobin .....	73
4.6.2.4.    Hämatokrit.....	73
4.6.2.5.    MCH, MCV, MCHC.....	73
4.6.2.6.    Thrombozyten .....	73
4.7.    Gewichtszunahmen .....	74
4.8.    Schlachtergebnisse .....	76
4.8.1.    Schlachtleistung .....	76
4.8.1.1.    Nüchterngewicht .....	76
4.8.1.2.    Schlachtgewicht warm .....	76
4.8.1.3.    Schlachtskörperlänge .....	76
4.8.1.4.    Rückenmuskelfläche .....	76
4.8.1.5.    Fettfläche .....	76
4.8.1.6.    Rückenspeckdicke .....	77
4.8.1.7.    Muskelelfleischanteil nach Hennessy .....	77
4.8.1.8.    Seitenspeckdicke .....	77
4.8.1.9.    Speckmaß B.....	77
4.8.2.    Fleischqualität .....	78
4.8.2.1.    pH-Werte .....	78
pH <sub>1K</sub> .....	78
pH <sub>24K</sub> .....	78
pH <sub>24S</sub> .....	79
4.8.2.2.    Leitfähigkeit .....	79

4.8.2.3.	Fleischhelligkeit (Opto-Wert) .....	79
5.	Diskussion .....	81
5.1.	Aktivität.....	81
5.2.	Kontakte mit den Beschäftigungsgegenständen.....	82
5.2.1.	Schaukel .....	82
5.2.2.	Bürste .....	82
5.2.3.	Beißstäbe .....	83
5.2.4.	Bälle .....	85
5.2.5.	Gesamtbetrachtung der Beschäftigungsgegenstände .....	85
5.3.	Hautverletzungen .....	88
5.4.	Blutparameter .....	89
5.4.1.	Cortisol .....	89
5.4.2.	Weitere Blutparameter .....	90
5.5.	Gewichtszunahmen .....	91
5.6.	Fleischparameter .....	92
5.6.1.	Schlachtleistung .....	92
5.6.2.	Fleischqualität .....	93
5.7.	Schlussbetrachtung.....	95
6.	Zusammenfassung .....	99
7.	Summary: Environmental enrichment for fattening pigs .....	102
8.	Literaturverzeichnis.....	105
9.	Abkürzungsverzeichnis .....	118
10.	Danksagung .....	119
11.	Anhang .....	120

# 1. Einleitung

In den von der EU herausgegebenen Richtlinien über Mindestanforderungen für den Schutz von Schweinen (91/630/EWG sowie deren Änderung: Richtlinie 2001/93/EG vom 9. November 2001 Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft) deren Inhalte in Deutschland mit der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung (BGBL Teil I, Nr. 41, Änderung vom 22. August 2006) umgesetzt wurden, wird unter anderem verlangt, dass Schweinen Beschäftigungsmöglichkeiten zur Verfügung gestellt werden müssen.

Ziel dieser Orientierungsstudie war es herauszufinden, ob die geforderten Beschäftigungsmöglichkeiten in Form von „Spielsachen“, die den Tieren zur Verfügung gestellt wurden, den angestrebten Zweck erfüllten und somit zu einer Änderung der Verhaltensmuster führten. Die verwendeten Enrichment-Gegenstände sollten aus Gründen der Praxisnähe im Handel erhältlich sein.

Hierfür wurden zunächst vergleichende Verhaltensbeobachtungen zwischen einer Versuchsgruppe mit Enrichment und einer Kontrollgruppe ohne Enrichment-Gegenstände sowie wöchentliche Gewichtskontrollen und adspektorische Untersuchungen des Gesundheitszustandes durchgeführt.

Durch Messung von physiologischen Parametern wie dem Cortisol-Spiegel sollten mögliche Unterschiede objektiviert werden.

Zum Abschluss des Versuchs wurde eine vergleichende Fleischuntersuchung durchgeführt, um mögliche Auswirkungen auf die Fleischqualität festzustellen.



## 2. Literaturteil

### 2.1. *Definition von Stress*

In der Literatur gibt es eine Vielzahl von Versuchen den sehr uneinheitlich verwendeten Begriff „Stress“ zu definieren.

So bezeichnete z.B. SEYLE (1976) Stress als eine unspezifische Reaktion des Organismus auf jede übermäßige Belastung des Körpers, die er als „Stressor“ bezeichnete.

Bei diesem Ansatz unterschied er drei verschiedene Stadien, die er unter dem Begriff des „Allgemeinen Adaptionssyndroms“ zusammenfasste. Diese drei Stadien umfassten die „Alarmreaktion“ bei kurzfristigen Belastungen, das „Adaptionstadium“ bei längeranhaltenden Reizen sowie das „Erschöpfungsstadium“, das bei sehr starkem oder langanhaltendem Stressor zum Zusammenbruch führt.

FRASER schlug 1975 eine deutlich allgemeinere Definition von Stress vor. Danach befindet sich ein Tier in dem Zustand des Stresses, wenn abnorme oder extreme Anpassungen außerhalb seines physiologischen Rahmens oder seines Normalverhaltens verlangt werden, um mit ungünstigen Umwelt- oder Haltungsbedingungen fertig zu werden.

Nach MOBERG (1987) reagieren Tiere auf Stressoren mit Verhaltensänderungen, Reaktionen des autonomen Nervensystems, (u.a. Herz-Kreislauf, Katecholaminausschüttung aus Nebennierenmark) das Endokrinium reagiert mit Ausschüttung von ACTH und Cortisol. Je stärker und gesünder ein Individuum ist, desto größer muss der Reiz sein, um sicht- oder messbare Veränderungen hervorzurufen.

Durch den Stressor kommt es neben anderen Reaktionen zu einer erhöhten Ausschüttung von Cortisol aus der Nebennierenrinde (MCGLONE, 1993; SEYLE, 1976).

RUSHEN (1986) gab jedoch zu bedenken, dass der Anstieg der Plasma-Konzentration alleine nicht ausreicht um Stress oder Wohlbefinden eines Tieres abzuschätzen. Er begründete dies damit, dass auch physiologische Situationen zu einem Anstieg des Cortisol-Spiegels im Blut führen .

DYBKJAER (1992) befand, dass die Auswertung physischer Stressparameter zum einen teuer, zum anderen schwierig zu beurteilen sei. Stattdessen schlug er vor, ein System zu entwickeln,

in dem aus beobachteten Verhaltensparametern auf das Vorhandensein von Stress geschlossen werden kann.

## **2.2. Wohlbefinden**

Auch für die Definition des Begriffes „Wohlbefinden“ gibt es eine ganze Reihe von Ansätzen; insbesondere darüber wie man Wohlbefinden möglichst objektiv messen kann.

Laut § 1 des Tierschutzgesetzes hat der Mensch das Leben und Wohlbefinden der Tiere zu schützen. Darunter ist aber nicht nur das physische Wohlbefinden, d.h. die Abwesenheit von Krankheit oder Verletzung zu verstehen, sondern auch das psychische Wohlergehen (DAWKINS, 1982).

BROOM (1991) definierte Wohlergehen als den Status eines Individuums in Bezug auf das Bestreben seine Umwelt zu bewältigen. Schafft es dieses mit relativ geringem Aufwand, dann ist sein Wohlbefinden zufriedenstellend. Hat es allerdings Schwierigkeiten diesen Zustand zu erlangen bzw. scheitert es daran, so ist dies ein Hinweis auf schlechtes Wohlbefinden. Um das Wohlergehen eines Tieres richtig einschätzen zu können muss man möglichst genaue Messungen von Verhaltensweisen durchführen. Als Indikatoren für mangelndes Wohlbefinden schlug er vor, reduzierte Lebenserwartung, weniger Wachstum, verringerte Fortpflanzung, Körperschäden, Krankheit, Immunsuppression, Aktivität der adrenalen Achse, Verhaltensstörungen und Selbstbetäubung zu betrachten. Dabei darf aber nicht nur ein einzelner Faktor berücksichtigt werden, sondern es muss die Gesamtheit der Informationen zusammengenommen zu einer Abschätzung des Gesamtwohlfindens führen.

Nach GRAUVOGEL (1995) besteht Wohlbefinden aus dem ungestörten Ablauf aller messbaren Lebensvorgänge. Auch er benannte eine Anzahl von Verhaltensparametern und Indikatoren mit Hilfe derer es möglich ist Wohlbefinden zu messen: Das „zufriedene“ Schwein zeigt keine Auffälligkeiten. Bei gestörtem Wohlbefinden gibt es eine ganze Reihe von Laut- bzw. Verhaltensäußerungen von sich wie zum Beispiel Schreien, Heulen, Stöhnen, Zähneknirschen, Beben der Rüsselscheibe, Lahmheit, Aufbuckeln, Verkriechen in der Einstreu, Teilnahmslosigkeit oder taumelnden, unkoordinierten Gang. Weiterhin kann es bei Angst zu häufigem Harn- und Kotabsatz, Zittern und Hautblässe, Erstarren, Verkriechen sowie stark beschleunigter Herzaktion und weit geöffneten Augen kommen. Einige dieser

Ausdrucksmittel lassen sich leicht quantitativ feststellen, etwa die Lautstärke durch Sonogramme oder die Pupillenerweiterung mittels Photogrammen bzw. mit Hilfe von Videokameras. Eine weitere Möglichkeit des Schweines schlechtes Wohlbefinden auszudrücken besteht in Verhaltensauffälligkeiten wie z.B. Weben, Stangen- und Schwanzbeißen. Auch Laboruntersuchungen geben Aufschluss über den Gesundheitszustand des Schweines. Nicht zuletzt kann man mit Hilfe dieser auch Aufschluss über den Stresszustand des Tieres bekommen, etwa mit Hilfe des Cortisols oder der Immunglobuline.

Andere betrachteten das Vorkommen von Spielverhalten als geeigneten Indikator zur Abschätzung des Wohlergehens, da das Vorkommen von Spielverhalten als Anzeichen eines hohen Standards an Wohlergehen gilt (LAWRENCE, 1987), das dann vorkommt, wenn die grundlegenden Bedürfnisse befriedigt sind (BUCHENAUER, 1981). HIRT UND WECHSLER (1994) sahen in der Vielzahl der vorkommenden Verhaltensweisen einen guten Indikator das Wohlergehen der Schweine und damit die Qualität eines Stalles abzuschätzen.

## **2.3. Ethogramm der Schweine**

### **2.3.1. Ernährungsverhalten**

Das Schwein ist ein Allesfresser. Die Futterraufnahme beträgt - je nach Haltungsart - auf der Weide bis zu neun Stunden (BOGNER UND GRAUVOGEL, 1984). Bei Intensivhaltung kann sich die Futterraufnahme auf zehn Minuten reduzieren.

Futterraufnahme ist immer mit intensivem Wühlen verbunden, was in natürlicher Umgebung dem Auffinden von Wurzeln, Knollen und Käfern dient.

Wasseraufnahme findet natürlicherweise ca. fünfmal am Tag statt, kann aber aufgrund von Spielverhalten auch öfter stattfinden. Mastschweine benötigen ca. 5-10 Liter (BOGNER UND GRAUVOGEL, 1984).

### **2.3.2. Ausscheidungsverhalten**

Schweine setzen ca. dreimal täglich Kot ab. Es wird aber auch aufgrund von Angst oder Territorialverhalten Kot ausgeschieden. Schweine meiden sowohl ihre eigenen als auch die Exkreme anderer Schweine. Dazu legen sie, wenn möglich, Kotplätze an, die vom Liegeplatz getrennt sind (BOGNER UND GRAUVOGEL, 1984).

Auch der Harnabsatz findet nicht nur stoffwechselbedingt statt und kann neben sexual motiviertem Harnabsatz auch angstbedingt als Harnträufeln vorkommen.

### **2.3.3. Sozialverhalten**

Schweine sind gesellige Tiere, die in Gruppen zusammenleben. Diese Gruppen haben eine feste Rangordnung, die sich in Abhängigkeit von Geschlecht und Körperkraft bildet. Dieses kann bei knapp bemessenen Futterplätzen zu längeren Mastzeiten bei rangniederen Tieren führen. Gegen Fremde wird diese Gruppe geschützt und gemeinsam verteidigt.

### **2.3.4. Ruheverhalten**

Schweine ruhen den Großteil des Tages (bis 80 %); allerdings variabel abhängig von der Haltungsform. Bevorzugte Ruhezeit ist nachts. Hier kommt es zumeist ohne große Unterbrechung zum entspannten Schlaf in Seitenlage. Neben dieser Form des Liegens gibt es noch die Form des Ruhens in Bauchlage, zumeist dösend oder als Übergang zur Schlafphase in Seitenlage. Bei beiden Formen bevorzugen es die Tiere in direktem seitlichem Körperkontakt zum Stallgenossen zu liegen. Der Ruheplatz sollte trocken, zugfrei sowie warm und kotfrei sein (BOGNER UND GRAUVOGEL, 1984).

Das Sitzen als weitere Form des Ruhens nimmt mit zunehmendem Alter etwas zu, jedoch kommt es meistens als Übergang zwischen Liegen und Stehen vor. Ausgeprägtes Sitzen kann auch ein Anzeichen verminderten Wohlbefindens sein.

### **2.3.5. Komfortverhalten**

Die Körperpflege der Schweine findet weniger zwischen den Artgenossen statt, als vielmehr durch Kratzen mit den Hintergliedmaßen und durch Scheuern an Gegenständen. Das Suhlen, soweit das möglich ist, dient der Parasitenabwehr und Thermoregulation.

### **2.3.6. Erkundungsverhalten**

Dieses nimmt beim Schwein einen großen Teil des Tages in Anspruch. Insbesondere der schon oben erwähnte Wühltrieb ist stark ausgeprägt, was sich in Stallhaltung z.B. im Unterwühlen von Gummimatten zeigt.

Das Spielverhalten ist vor allem bei Ferkeln von Bedeutung und dient als wichtiger Indikator des Wohlbefindens. Hier kommt es zu spielerischen Verhaltensformen aus verschiedenen

Funktionskreisen wie gegenseitigem Aufspringen (Sexualverhalten), Darstellen von Fluchtverhalten, aber auch gegenseitigem Schubsen und gemeinsamem Rennen im Galopp.

### **2.3.7. Kampf- und Fluchtverhalten**

Die Rangordnung wird durch Bisse in Kopf, Ohren, Nacken und Flankenstöße ermittelt bzw. aufrechterhalten. Sauen kämpfen bis zur Flucht oder Demutsgebärde; Eber oft bis zum Tod des Gegners. Nach erfolgter Demutsgebärde findet in der Regel keine Verfolgung mehr statt.

## **2.4. Environmental Enrichment**

### **2.4.1. Definition von Environmental Enrichment**

Der Begriff „Environmental Enrichment“ wird benutzt um die Maßnahmen zu beschreiben, die ergriffen werden um die Umwelt eines Tieres so zu verändern, dass sie stimulierend auf die Psyche wirkt und so die Lebensqualität positiv beeinflusst. Dafür gibt es fünf grundlegende Ansätze: erstens eine Umgebung zu erschaffen, die den natürlichen Lebensraum imitiert, zweitens, sozial lebenden Tieren Kontakt mit Artgenossen zu ermöglichen, so dass abnormes Verhalten vermindert werden kann, drittens Gegenstände zur Verfügung zu stellen, die manipuliert werden können um zu vermehrter Aktivität anzuregen. Der vierte Ansatz betrifft das Futtersammeln, das einerseits einfach gestaltet werden kann, indem es in Einstreu verborgen wird oder aber mit Hilfe komplexer mechanischer Geräte, mit deren Hilfe Futterbelohnungen verdient werden können. In einem letzten Ansatz kann den Tieren ermöglicht werden Einfluss auf ihre Umgebung zu nehmen, z.B. durch selbständiges Ein- und Ausschalten von Licht oder Musik (BEAVER, 1994).

Ähnlich sieht dies NEWBERRY (1995). Sie versteht unter Environmental Enrichment die Verbesserung biologischer Funktionen restriktiv gehaltener Tiere, welche von Umweltmodifikationen ausgelöst wurden.

### **2.4.2. Verschiedene Ansätze von Environmental Enrichment**

Es gibt eine Vielzahl von Versuchsansätzen die sich mit den Verbesserungen der Lebensumstände beschäftigen.

Die allermeisten Ansätze bestanden hier in der Variierung der Stallgröße (GENTRY ET AL., 2002a, b), der Bereitstellung von Ausläufen bzw. Außenställen (COX UND COOPER, 2001;

HÖTZEL ET AL., 2004; NEWBERRY, 1988) oder sogenannten „deep-litter, large group housing systems“ (PAYNE, 2000). EKKEL ET AL. (1995) entwickelten spezielle „Specific-Stress-Free housing systems“, wo der Stress der Tiere bewusst niedrig gehalten wurde, indem man unter anderem keine Würfe mischte, sie nicht transportierte und auf optimale klimatische Bedingungen achtete.

Einen sehr komplexen Stall stellte SIMONSEN (1990) seinen Tieren mit dem „Multi-activity pen“ zur Verfügung. Dieser war in mehrere Abteile aufgeteilt, die jeweils unterschiedliche Enrichment-Objekte enthielten, gleichzeitig aber auch Rückzugsmöglichkeiten für rangniedere Tiere boten. So gab es Abteile mit Stroheinstreu, andere mit frischem Stroh in Raufen. Weiterhin wurden Duschen sowie Beißhölzer zur Verfügung gestellt.

Sehr viele Versuche wurden auch durchgeführt mit verschiedenen Einstreuarten, wie Stroh, Torf, Sägemehl, Pilzkompost oder Rinde sowie Gummimatten oder geschreddertem Papier (PETERSEN ET AL., 1995; LEWIS ET AL., 2006; APPLEBY UND WOOD-GUSH, 1988; BEATTIE ET AL., 1996, 2000a, b, 2001; FRASER ET AL., 1991).

Weiterhin wurden eine Reihe von Versuchen durchgeführt Enrichment mit Hilfe von Raufutterzugaben zu bewirken. Hier wurden eine Reihe von Prävalenztests durchgeführt mit Hilfe derer mehr oder weniger geeignete Futtermittel ausgewählt werden konnten (OLSEN, 2000, 2001).

Durch Veränderung der Fütterungstechnik versuchten z.B. ERNST ET AL. (2004) zu einer Verbesserung der Lebensumstände zu gelangen. Hierfür entwickelten sie eine sogenannte „call-feeding-station“, ein computergestütztes Fütterungssystem, das jedes Schwein mit einem bestimmten akustischen Signal zu beliebiger Tageszeit und mit variabler Häufigkeit aufforderte, die ihm zugedachte Futtermenge an einer Futterstation abzuholen. In einem weiteren Lernschritt mussten die Schweine einen Knopf betätigen um an das Futter zu gelangen. Dabei errechnete der Computer die ideale, dem Alter entsprechende Futtermenge.

Andere Ansätze beschäftigten sich mit Verbesserung der Lebensumstände durch verbesserte Kontakte mit Artgenossen; etwa der „Edinburgh Family Pen“ (KERR ET AL., 1988) wo die Tiere im natürlichen Familienverband belassen und aufgezogen wurden.

Auch vermehrte Kontakte mit dem Menschen durch freundliches „handling“ (PEARCE UND PATERSON, 1989) bzw. durch neonatales „handling“ (WEAVER ET AL., 2000) wurden als

Möglichkeit zur Verbesserung der Lebensumstände untersucht. HEMSWORTH ET AL. (1996a, b) bemühten sich um Reduktion des Stresses durch Kontakte mit Menschen bzw. untersuchten inwieweit unangenehme Prozeduren mit Menschen in Verbindung gebracht wurden.

TORREY UND WIDOWSKI versuchten 2004 mit Hilfe von Lautgeräuschen der Muttersau beim Säugen, die früh abgesetzten Ferkeln vorgespielt wurden, zu einer Verminderung von abnormem Verhalten beizutragen.

### **2.4.3. Enrichment mit Hilfe von Beschäftigungsgegenständen**

Im Vergleich mit der Vielzahl an verschiedenen Enrichment-Versuchen wie sie oben beispielhaft aufgeführt wurden, gab es bisher nur eine relativ geringe Anzahl an Versuchen, die sich mit der Bereitstellung von Enrichment-Gegenständen beschäftigten. Teilweise geschah dies auch in Kombination mit oben bereits vorgestellten Verfahren.

PEARCE UND PATERSON (1989) untersuchten in einer Studie den Unterschied der Reaktion von Mastschweinen auf „freundliche“ oder „unfreundliche“ Behandlung durch den Menschen bei Schweinen ohne Enrichment und bei Schweinen deren Ställe mit Reifen, Ketten und Stangen bereichert waren. Sie fanden heraus, dass die „unfreundlich“ behandelten Schweine (leichte elektrische Schläge) zwar in beiden Haltungsformen Angst vor dem Menschen entwickelten, die Schweine aus den mit Beschäftigungsgegenständen bereicherten Ställen jedoch schneller dazu kamen ihre Furcht zu überwinden. Hinsichtlich der Wachstumsraten, der Schlachtkörperzusammensetzung und dem Verhältnis zwischen Nebennierenrinde und Mark gab es keine Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen. Hieraus folgerten sie, dass auch die „unfreundlich“ behandelten Schweine nicht chronisch gestresst waren, aber Verhaltensänderungen zeigten wie signifikant längere Ruhezeiten, vermehrt inaktives Sitzen oder Stehen, die sie möglicherweise davor bewahrten, physische Konsequenzen aus den „unfreundlichen“ Behandlungen zu ziehen („cut off strategy“).

SCHAEFER ET AL. untersuchten 1990 die Wirkung von Beschäftigungsgegenständen auf aggressives Verhalten bei Mastschweinen. Hierzu teilten sie in einem ersten Versuch 132 weibliche Tiere auf zwei Gruppen auf, die jeweils à sechs Tiere aufgestellt wurden. Die Hälfte der Gruppen bekam Reifen zur Verfügung gestellt, die an einer Kette in ca. 15 cm Höhe befestigt waren, die andere Hälfte keine Enrichment-Objekte. Im Alter von 11–12 Wochen wurden Videoaufnahmen angefertigt, woraus sich ergab, dass die Schweine in den bereicherten Ställen eine geringere Anzahl aggressiven Verhaltens zeigten (948 mal

aggressives Verhalten gegen 1107). In einem zweiten Experiment teilte er 180 frisch abgesetzte Tiere auf drei Versuchsgruppen (Ställe à 15 Tiere) auf. Diesmal stellten sie einer Gruppe einen Zucker-Mineral-Leckstein („Pacifier“), einer zweiten Gruppe einen „Teeter-Totter“ (bewegliche, an Boxenwand befestigte Metallstange mit einem Ende aus Gummi), der Kontrollgruppe kein Spielgerät zur Verfügung. Hier zeigte es sich, dass es in 24 Stunden zu 46 aggressiven Handlungen in der Kontrollgruppe, 22 in der „Teeter-totter“- Gruppe und 30 in der „Pacifier“- Gruppe. Daraus zogen sie den Schluss, dass die Beschäftigungsgegenstände geeignet seien, die Zahl der aggressiven Handlungen zu reduzieren.

Ob die Boxengröße Einfluss auf das Spielen mit Enrichment-Objekten hat, untersuchten APPLE UND CRAIG (1992). Sie verwendeten dafür 48 vier Wochen alte Ferkel und teilten diese auf Ställe mit 0,80 bzw. 0,40 m<sup>2</sup>/Tier auf. Nacheinander wurden ihnen dann für jeweils drei Tage folgende Beschäftigungsmaterialien an einem Gummiband befestigt in die Ställe gehängt: ein geknotetes Seil, einen Gummischlauch, eine Kette sowie ein Gummispielzeug für Hunde. Aus den mitgeschnittenen Videoaufnahmen ergaben sich zwischen den verschieden großen Ställen keine signifikanten Unterschiede. Es gab aber eine Tendenz hin zu weniger Beschäftigung mit den Enrichment-Gegenständen in den größeren Ställen. Im Vergleich der Beschäftigungsgegenstände untereinander kam es zu signifikant längeren Beschäftigungszeiten mit dem Hundespielzeug. Sie kamen zum dem Schluss, dass die Bereicherung des Stalles mit einem solch weichen, biegsamen Gummi-Hundespielzeug geeignet sei, aggressive oder stereotype Verhaltensweisen von Schweinen in beengten Lebensbedingungen zu reduzieren.

In ihrer Studie aus dem Jahr 1993 untersuchten auch PEARCE UND PATERSON ob das Bereitstellen von Beschäftigungsgegenständen die negativen Auswirkungen von Platzmangel ausgleichen könnte. Sie teilten dafür 42 Ferkel in drei Versuchsgruppen ein: mit wenig Platzangebot (0,025 m<sup>2</sup>/Tier), mehr Platz (0,048 m<sup>2</sup>/Tier) und wenig Platz, dafür aber mit Enrichment. Bei den Enrichment-Gegenständen handelte es sich um Ketten, Stangen, Stoffstreifen sowie Reifen. Diese wurden wöchentlich ausgetauscht. Dabei zeigte es sich, dass die täglichen Zunahmen in beiden Versuchen mit geringem Platzangebot signifikant niedriger waren als bei den Tieren, die mehr Platz zur Verfügung hatten. Bei den Tieren in beengten Ställen wurden signifikant mehr sitzende und bewegungslos stehende Tiere beobachtet, als in den beengten Ställen mit Beschäftigungsgegenständen was als Zeichen für reduziertes Wohlbefinden betrachtet wurde. Bei einem Cortisol-Belastungstest wiesen diese Tiere unabhängig vom Zugang zu Enrichment erhöhte Werte auf, was zu der Annahme führte, dass



die beengten Verhältnisse zu chronischem Stress führten. Die Forscher kamen letztendlich zu dem Schluss, dass Beschäftigungsgegenstände die Nachteile des Platzmangels zwar nicht verhindern konnten, dass es aber zu signifikant mehr Erkundungsverhalten kam.

Um Abhilfe bei Stereotypen, aufgrund von mangelndem Platz und restriktiver Fütterung bei Sauen zu schaffen, entwickelten YOUNG ET AL. (1994) den „Edinburgh Foodball“. Dabei handelt es sich um einen mit Futter gefüllten Ball der aufgrund von Manipulation (Wühlverhalten) kleine Mengen von Futter abgibt. Aufgrund verschiedener Fütterungs- und Kontrollversuche kamen sie zu dem Ergebnis, dass es sich bei dem Foodball um ein geeignetes Mittel handelt, dem Futtersucheverhalten der Sauen entgegenzukommen und so durch mehr Aktivität und ähnlich langen Futtersuchezeiten wie bei freilebenden Artgenossen zu Verbesserungen des Wohlbefindens beizutragen.

Einen Wahlversuch bezüglich des geeigneten Materials um das Kaubedürfnis von Ferkeln zu befriedigen führten FEDDES UND FRASER 1994 durch. Sie stellten jungen Schweinen verschiedene zum Kauen geeignete Materialien zur Verfügung. Im einzelnen waren dies: eine 1,5 m lange geflochtene Schnur, dieselbe Schnur als Ring ohne offene Enden sowie robuste Gummibänder, deren offene Enden schwer zu zerstören waren. Es zeigte sich, dass die geflochtene Schnur mit den offenen Enden am attraktivsten war (durchschnittlich 30 min/d/Tier) und dass die Schnur dabei stark in Mitleidenschaft gezogen wurde. Dasselbe Seil in Ringform war mit 2 min/d/Tier unattraktiver, wurde aber interessanter, als ein kleiner Schnitt im Material es den Tieren ermöglichte das Material von dort aus zu zerstören. Die Gummibänder wurden mit 12 min/d/Tier mittelmäßig gut angenommen. Daraus ergab sich der Schluss, dass zerstörbare Materialien wesentlich geeigneter sind, das Kaubedürfnis der Ferkel zu befriedigen.

PETERSEN ET AL. (1995) untersuchten die Entwicklung des Verhaltens von Mastschweinen einmal in konventioneller Haltung und zum anderen in Ställen mit Stroh, Holzstämmen und Ästen. Ermittelt wurde die Zeit, die die Tiere damit zubrachten sich mit den bereitgestellten Gegenständen bzw. - vor allem in den Kontrollgruppen - mit Boden, Wänden, dem Euter der Mutter oder Wurfgeschwister zu beschäftigen. Dabei stellte sich heraus, dass Enrichment zwar dazu beitrug unerwünschte Verhaltensweisen zu reduzieren, sie jedoch nicht völlig ausschaltete. PETERSEN ET AL. kamen deshalb zu dem Schluss, dass Enrichment keine ausreichende Lösung für das Problem darstellt.

Ein weiterer Versuch wurde 1997 von BLACKSHAW ET AL. durchgeführt. Sie teilten 32 Gruppen abgesetzter Ferkel à 12 Tiere in vier verschiedene Versuchsanordnungen ein und ermittelten die daraus resultierenden Folgen für Wachstum und das Vorkommen von Aggressivität. Als Enrichment-Objekt nutzten sie eine ausgediente Anbindevorrichtung für Sauen aus Metall, die mit Hartplastik ummantelt war. Diese wurde in einer Versuchsanordnung im Stall aufgehängt, in einer anderen frei beweglich in den Stall gelegt und in einem dritten Versuchsansatz bekamen die Tiere beide Möglichkeiten zur Verfügung gestellt. Eine vierte Gruppe (Kontrolle) erhielt kein Enrichment. Von den beobachteten Verhaltensmerkmalen ergaben sich nur beim Aggressionsverhalten signifikante Unterschiede. Dies war in der Kontrollgruppe deutlich ausgeprägter als in den Gruppen mit Enrichment. Bei der Beschäftigung mit den Gegenständen ließ sich feststellen, dass es in den drei Wochen Beobachtungszeitraum tendenziell zu einem Rückgang der Benutzung sowohl bei den festen, als auch bei den frei beweglichen Spielgeräten kam. Die Beschäftigung mit dem festen Spielgerät war dabei signifikant höher als mit den frei beweglichen.

Eine Studie von HILL ET AL. (1998) beschäftigte sich damit, welchen Einfluss Environmental Enrichment und Genotyp auf Wachstum, Verhalten und Schlachtkörpermerkmale nehmen. Dazu wurden 320 Schweine vom Absetzen bis zur Schlachtung auf zehn verschiedene Versuchsanordnungen eingeteilt; jeweils für zwei verschiedene Genotypen unterschiedliche Enrichment-Anordnungen. Im einzelnen waren dies: Isolation, wöchentlicher Umgang („handling“), tägliches „handling“ sowie Ketten und Gummischläuche als Beschäftigungsgegenstände, tägliches „handling“ und zusätzliches freundliches Streicheln der Tiere sowie die zuletzt beschriebene Versuchsanordnung mit Enrichment-Gegenständen. Es kam hinsichtlich des Wachstums und der Futterumsetzung zu keinen signifikanten Ergebnissen. Auch die Fleischqualität war in keiner der Versuchsgruppen beeinflusst. Bezüglich des Verhaltens der Tiere - auch im Umgang mit Menschen - waren keine Verbesserungen erkennbar; es fiel lediglich auf, dass die Tiere aus den Isolationsversuchen in Tests mit Versuchspersonen längere Zeit benötigten sich diesen zu nähern als die Tiere aus den Enrichment-Versuchen. HILL ET AL. (1998) empfahlen den Versuch mit Schweinen anderer genetischer Herkunft zu wiederholen.

WEMELSFELDER ET AL. (2000) untersuchten in einer Studie die Variationsbreite des Verhaltens bei Schweinen aus reizarmen und „bereicherten“ Haltungen (Stroh, Rinde, zwei Äste). Einmal monatlich wurde das Verhalten zunächst in den gewohnten Ställen beobachtet, danach wurden die Tiere einem „novel object test“ unterzogen. Dabei zeigte sich sowohl im

bekanntem Stall als auch bei den Tests, dass die reizarm gehaltenen Schweine sich passiver verhielten und auch in ihren Verhaltensmustern weniger reich waren.

Ziel des Experimentes von DAY ET AL. (2002) war, die Wirkungen von „handling“ und Environmental Enrichment im Zusammenspiel auf das Verhalten, die Entwicklung und das Wohlergehen der wachsenden Schweine herauszufinden. Dafür wurden die Tiere in acht verschiedene Versuchsgruppen unterteilt. Jeweils die Hälfte davon bei minimalem Kontakt zu Menschen, die andere Hälfte bei freundlicher Behandlung (streicheln). Hinsichtlich des Enrichment gab es vier Versuchsanordnungen: eine Kontrollgruppe ohne Enrichment, eine Gruppe mit an der Stallwand befestigter Kette, eine Gruppe mit täglicher Strohgabe und eine Gruppe die einen speziellen Mineralleckstein erhielt. Es stellte sich in diesem Versuch heraus, dass es in Bezug auf Wachstum, Verhalten, Fleischqualität und Magengeschwüre keine Unterschiede zwischen den verschiedenen Versuchsgruppen gab. Dafür zeigte sich aber, dass die freundlich behandelten Schweine – vermutlich aufgrund geringerer Angst vor den Menschen – im Umgang, z.B. beim Wiegen schwieriger zu handhaben waren.

VAN DE WEERD ET AL. (2003) testeten 74 Enrichment-Gegenstände bzw. Einstreumöglichkeiten an insgesamt 1332 Schweinen an fünf Beobachtungstagen. Ziel war es dabei herauszufinden, welche Charakteristika der Enrichment-Objekte das Interesse der Schweine längerfristig auf sich ziehen konnten. Es zeigte sich, dass diejenigen Objekte von besonderem Interesse waren, die das Nahrungssuch- und Erkundungsverhalten der Tiere anregten. Die optimale Kombination der gefundenen Informationen sollte dafür genutzt werden, möglichst funktionale Enrichment-Objekte zu entwickeln.

LEWIS ET AL. (2006) untersuchten die Wirkung von Papierschnitzeln und Seilen auf das Verhalten und die Gesundheit. Sie verteilten sechzig Säue und ihre Würfe auf entweder, konventionelle, reizarme oder mit Papier und Naturfaserseilen bereicherte Ställe. Es stellte sich heraus, dass die Säue ohne Enrichment tendenziell mehr Zitzenverletzungen aufwiesen als die in den anderen beiden Versuchen. Ebenso hatten die Ferkel der „Papier-Gruppen“ weniger Verletzungen. Auch waren sie aktiver als die beiden anderen Gruppen und beschäftigten sich deutlich weniger mit der Boxeneinrichtung. Die Ferkel der „Seil-Gruppe“ waren zumindest im Bereich der Beschäftigungsgegenstände aktiver als die Tiere ohne Enrichment. LEWIS ET AL. (2006) kamen zu dem Ergebnis, dass Papierschnitzel geeignet sind das Wohlergehen zu verbessern.

## **2.5. Aktivität**

Schweine verbringen - abhängig von der Haltungsform - einen Großteil des Tages (bis 80 %) mit Ruheverhalten (BOGNER UND GRAUVOGEL, 1984). Die Zeit, die mit aktivem Verhalten zugebracht wird, ist abhängig von Faktoren wie Ernährung, Größe und Zusammensetzung der Gruppe sowie Klima- und anderen Umwelteigenschaften (MORISSON ET AL., 2003a). So verbringen Schweine in einer semi-natürlichen Umwelt bis zur Hälfte der Tageslichtstunden mit aktivem Verhalten (STOLBA UND WOOD-GUSH, 1989). In „deep-litter, large group housing systems“ wurde aktives Verhalten bis ca. 44 % der Tageslichtstunden beobachtet (CONNOR, 1995; PAYNE, 2000). Bei unter natürlichen Bedingungen heranwachsenden Schweinen beobachtete PETERSEN (1994) einen signifikanten Anstieg der Aktivität in den ersten acht Lebenswochen. In den Wochen sieben bis neun beobachtete er in einem anderen Versuch eine signifikante Zunahme an sitzenden Schweinen bei abnehmender Aktivität (PETERSEN ET AL. 1995).

Bei Schweinen in der Mast ist eine gewisse Aktivität erwünscht. So könnte die vermehrte Bewegung zu besserem Muskelaufbau beitragen. Weiter könnte vermehrte Aktivität auch dazu beitragen den Stress vor der Schlachtung zu reduzieren (KLONT ET AL., 2001).

Des Weiteren weist besonders inaktives Verhalten, wie bewegungsloses Sitzen oder bewegungsloses Liegen auf dem Bauch, auf vermindertes Wohlbefindens hin (SCHOUTEN, 1991; PEARCE, 1989; PIGGINS UND PHILLIPS, 1998).

Die Versuchsansätze, die Tiere zu mehr Aktivität zu veranlassen, sind vielfältig. Zum Teil wurde dies durch vermehrtes Platzangebot zu erreichen versucht (GENTRY ET AL., 2002a, b). Vielfach auch durch Angebot von Einstreumaterial wie Stroh (BEATTIE ET AL., 1996; AREY, 1993; PETERSEN ET AL., 1995; MORGAN, 1998), Torf (BEATTIE ET AL., 2000a, b), Erde (APPLEBY UND WOOD-GUSH, 1988) oder Raufutter (OLSEN ET AL., 2000). Dahingegen gibt es kaum Untersuchungen zu den Auswirkungen der Bereitstellung von Spielzeugen auf das Aktivverhalten von Mastschweinen. PEARCE UND PATERSON fanden 1989 in ihrem Versuch heraus, dass in den stark belegten Ställen bewegungsloses Stehen, in Brustlage liegen und Sitzen vermehrt vorkam, dies in den Gruppen mit Beschäftigungsgegenständen bei gleichem Raumangebot aber deutlich vermindert war. Bei Bereitstellung von Papierschnitzeln kam es zu signifikant mehr Aktivität als in der Kontrollgruppe ohne Enrichment und in der mit einem Seil ausgestatteten Gruppe (LEWIS, 2006).

Dies trifft auch auf die Enrichment-Versuche ohne Beschäftigungsgegenstände zu. Alle beschriebenen Möglichkeiten der Bereicherung der Umwelt führten zu Zunahmen des aktiven Verhaltens (BEATTIE ET AL., 1996, 2000a, b; ARVEY, 1993; PETERSEN ET AL., 1995; MORGAN, 1998; APPLEBY UND WOOD-GUSH, 1988; HORRELL, 1992; HILL ET AL., 1998; WEMELSFELDER ET AL., 2000; COX UND COOPER, 2001; GENTRY ET AL., 2002b). Auch in den „deep-litter, large group housing systems“ kam es zu längeren Aktivzeiten (MORRISON ET AL., 2003a). Teilweise wurden sogar Aktivzeiten erreicht, die vergleichbar mit denen freilebender Artgenossen waren (YOUNG ET AL., 1994).

## **2.6. Hautverletzungen**

Durch Beurteilung der Hautverletzungen kann man Rückschlüsse auf das Vorkommen oder die Intensität von Auseinandersetzungen bzw. stereotypen Verhaltensweisen ziehen. Dabei muss man Verletzungen, die durch Kämpfe entstanden sind, unterscheiden von solchen anderer Herkunft. In erster Linie sind dabei Biss- und Kratzspuren zu unterscheiden. Bissverletzungen haben zumeist kommaförmiges Aussehen und befinden sich vermehrt im Kopf-/Halsbereich, da kämpfende Schweine bevorzugt diese Regionen zu erreichen suchen (MCGLONE ET AL., 1985). Kratzspuren, die durch Klauen verursacht wurden, sind durch zwei parallel verlaufende Spuren gekennzeichnet. Sie kommen weniger im Kopf-/Halsbereich, sonst aber gleichmäßig am Körper verteilt, vor. Bevorzugte Stellen für Bisse, bedingt durch abnormales Verhalten, sind in erster Linie die Schwänze, daneben aber auch Ohren, Vulva und Afterregion. Abzugrenzen sind diese Verletzungen von flucht- oder technopathiebedingten Verletzungen (Liegebeulen und Hautverletzungen z.B. am Carpus). Um die Verletzungen möglichst objektiv auswerten zu können, werden die Verletzungen gezählt und in eine Skala eingeteilt und dort benotet. Es gibt verschiedene Arten von Skalen. Zumeist liegen die Skalen zwischen 1 und 4 (FRAQUEZA ET AL., 1998) oder zwischen 1 und 5 (GEVERINK ET AL., 1996; WARRISS UND BROWN, 1983).

## **2.7. Blutparameter**

### **2.7.1. Cortisol**

Bei Stress kommt es einerseits zur Aktivierung der adrenalen Achse mit Ausschüttung von Adrenalin und Noradrenalin; andererseits, vor allem bei längeranhaltenden Stress-Ereignissen, zur Ausschüttung von CRH (Corticotropes Hormon) aus dem Hypothalamus. Dieses bewirkt die Freisetzung von ACTH (Adrenocorticotropes Hormon) aus dem Hypophysenvorderlappen. Daraufhin werden Glucocorticoide (beim Schwein insbesondere Cortison und Cortisol) ausgeschüttet (MCGLONE ET AL., 1993; BARNETT ET AL., 1982, 1990). Beim Schwein ist Cortisol das wichtigste Glucocorticoid (ZEROBIN, 1987). Reguliert wird die Menge der Corticoide im Blut durch einen Rückkopplungseffekt. Durch Erhöhung des Plasma-Spiegels der Corticoide kommt es zur Hemmung der CRH-Ausschüttung (negatives Feedback). Neben Rückkopplungseffekt und Stress wird die Menge der Corticosteroide im Blut auch durch die circadiane Rhythmik beeinflusst (THUN UND SCHWARTZ-PORSCHKE, 1994). Normalerweise treten beim Schwein die höchsten Konzentrationen am späten Morgen, und am frühen Nachmittag auf, altersbedingt allerdings erst ab ca. 20 Wochen (EKKEL ET AL., 1996; RUIS ET AL., 1997).

Erhöhte Cortisol-Konzentrationen im Blut können zu Immunsuppression (MCGLONE ET AL., 1993), Verhaltensänderungen (HICKS ET AL., 1998) sowie reduziertem Wachstum (BARNETT ET AL., 1982; EKKEL ET AL., 1996; HYUN ET AL., 1998) führen.

Cortisol kommt sowohl im Blut als auch in Speichel und Faeces vor (BROOM UND JOHNSON, 1993). Im Speichel liegt das Cortisol in freier Form vor; im Blut liegen die Steroide bis zu 90% an Proteine gebunden vor. Die Plasma-Werte beim Schwein wurden von 60 nmol/l (EDQUIST, 1980) bis 177,33 nmol/l im physiologischen Bereich und 374,09 nmol/l im Stresszustand beschrieben (SCHÖNREITER, 1996).

Aufgrund ihrer langen Haltbarkeit in Speichel, Urin oder Plasma sind Glucocorticoide gut geeignet um psychischen Stress zu messen (BROOM UND JOHNSON, 1993).

Während der Aufzucht und Vermarktung von Schweinen kommt es zu einer ganzen Reihe von stressverursachenden Situationen. Eine Reihe von Arbeiten haben sich mit den Auswirkungen bzw. Vermeidungsmöglichkeiten beschäftigt. MCGLONE ET AL. (1993) stellten fest, dass nach Transportvorgängen der Plasma-Cortisol-Gehalt der Versuchsgruppe gegenüber der Kontrollgruppe signifikant erhöht war. Gleichzeitig stellte er eine negative

Korrelation zwischen Plasma-Cortisol-Gehalt und Gewichtsverlust fest. HICKS ET AL. (1998) kamen zu denselben Ergebnissen, fanden aber zusätzlich, dass darüber hinaus der soziale Status eines Tieres Einfluss nahm. PEARCE UND PATERSON (1993) verursachten Stress durch Überbelegung der Ställe und fanden ebenfalls erhöhte Plasma-Cortisol-Gehalte sowie reduziertes Wachstum. Durch Zugabe von Beschäftigungsmaterialien konnte zwar die Wachstumsdepression nicht verändert, das Erkundungsverhalten der Tiere aber verbessert werden.

### **2.7.2. Weitere Blutparameter**

Es gibt nur wenige Arbeiten, die sich speziell mit den Auswirkungen von Spielzeugnutzung durch Schweine auf den Blutstatus beschäftigten. Es wurde aber eine Reihe von Arbeiten durchgeführt, die sich mit verschiedenen Enrichment - Formen und deren Auswirkungen auf Blutparameter beschäftigten. So untersuchten z.B. BARNETT ET AL. (1982) die Auswirkungen von guter und schlechter Behandlung von Schweinen auf Gesamteiweiß, Albumin, Glucose, Urea und Cholesterol. Sie fanden als Folge des erhöhten Cortisol-Spiegels erhöhte Glucose und Gesamteiweißspiegel sowie verminderte Urea-Spiegel. Insgesamt befanden sich die Werte aber alle innerhalb der für Schweine angegebenen Referenzbereiche. Bei Cholesterol zeigten sich keine signifikanten Unterschiede. Sie kamen zu dem Schluss, dass Gesamteiweiß, Glucose und Urea - begleitend zu Cortisol - als Stressindikatoren angewandt werden könnten. KLEINBECK UND MCGLONE (1999) verglichen Hämoglobin und Lymphozytenzahlen zwischen Stall- und Offenstallhaltung. Es stellte sich heraus, dass zwar der Hämoglobingehalt der freilebenden Schweine im Alter von vier Wochen höher war, die Leukozytenzahlen jedoch geringer. Dies hatte keine Auswirkungen auf die Überlebensraten. REED UND MCGLONE (2000) untersuchten die Zusammenhänge zwischen Genotyp, Haltungsform und Blutparametern, unter anderem Hämoglobin, IgG und Leukozyten. Es fanden sich hinsichtlich dieser Parameter keine signifikanten Unterschiede. HICKS ET AL. (1998) setzten Mastschweine Hitze, Kälte oder Transportstress aus und maßen eine Reihe von Blutbestandteilen, darunter Hämatokrit, Hämoglobin sowie Gesamtleukozytenzahl. Weiterhin wurden auch Verhaltensänderungen untersucht. Sie fanden keine konsistenten Effekte der jeweiligen Stressoren auf die gemessenen Blutparameter; jedoch deutliche Verhaltensänderungen bei jedem der Stressoren. DE GROOT ET AL. (2000) untersuchten die immunologischen Konsequenzen von Speichel-Cortisol-Konzentration bei Schweinen mit und ohne Enrichment. Sie bestimmten dafür verschiedene Blutparameter, wie Leukozytengesamtzahl oder durch in vitro Vermehrung gereinigte Lymphozyten. Sie kamen zu dem Schluss, dass die

immunologischen Funktionen hiervon relativ unbeeinträchtigt blieben. MCGLONE ET AL. (1993) verglichen neben anderen Blutparametern die Anzahl der zirkulierenden Leukozyten bei Schweinen, die Transportstress ausgesetzt waren und einer Kontrollgruppe. Hierbei fanden sie eine erhöhte Anzahl zirkulierender Leukozyten, korreliert mit einem erhöhten Cortisol-Gehalt im Blut. Sie vermuteten, als zumindest einen Teil der Erklärung, dass eine erhöhte Aktivität der adrenalen Achse hierfür ursächlich sein könnte. WIMMERS ET AL. (2002) forschten an der Auffindung weiterer geeigneter Stressindikatoren, die leichter zu erfassen bzw. in größerem zeitlichen Abstand Aussagen zur Stressbelastung machen könnten. Hierfür untersuchten sie bei Schweinen, die sie zuvor Transportstress unterzogen hatten, eine Reihe von Blutparametern, darunter auch Speichel-Cortisol und die Genaktivität von Leukozyten. Hinsichtlich der Blutparameter ergab sich, dass alle ermittelten Werte innerhalb der in der Literatur angegebenen physiologischen Bereiche lagen, wodurch eine Eignung als Stressparameter nicht eindeutig hervorging. Weiterhin führten sie Genexpressionsanalysen von Leukozyten durch, und es zeigte sich, dass die Transkriptmenge einer Reihe von Genen in Zusammenhang mit der Transportbelastung variierte. Hierin sahen sie einen guten Ausgangspunkt für die Etablierung neuer, auch nach längerer Zeit noch erkennbarer Stressindikatoren.

## **2.8. Gewichtszunahmen**

Eine Vielzahl von Arbeiten beschäftigen sich mit den Auswirkungen verschiedener Haltungsformen auf die Gewichtszunahmen bei Mastschweinen. Dahingegen gibt es nur eine vergleichsweise geringe Zahl von Arbeiten, die die Auswirkungen der Bereitstellung von Beschäftigungsgegenständen auf die Gewichtszunahme untersuchten. Die meisten Studien, die sich mit der Bereitstellung von Enrichment-Objekten beschäftigten, bezogen auch die Futtermittelverwertung sowie Endmastgewichte der Versuchstiere mit ein.

So fanden PEARCE ET AL. (1989) bei ihrem Versuch mit Ketten, Reifen und Holzstangen - gegenüber den Kontrollgruppen ohne Beschäftigungsgegenstände - keine Auswirkungen auf das Gewicht der Versuchsschweine - unabhängig von der Art der Behandlung durch die Betreuer (freundlich oder unfreundlich). PEARCE ET AL. (1993) untersuchten die Auswirkungen der Bereitstellung von Enrichment-Objekten (Ketten, Stangen, Stoffe, Reifen) im Zusammenhang mit Normal- bzw. Überbelegung der Ställe. Hierbei zeigte sich, dass zwar - wie schon vielfach festgestellt - die hohe Tierdichte sich negativ auswirkte, die Zugabe von



Beschäftigungsgegenständen aber keinen signifikanten Einfluss auf die Gewichtszunahmen hatte. BLACKSHAW ET AL. (1997) beschäftigten sich mit der Vorliebe für frei bewegliche oder fixierte Gegenstände. Auch hier zeigten sich keinerlei Unterschiede in den Gewichtszunahmen gegenüber den Kontrollgruppen und ebenso wenig zwischen Gruppen mit frei beweglichen und solchen mit fixierten Enrichment-Objekten. Zum gleichen Schluss kamen HILL ET AL. (1998), die in fünf Versuchsgruppen unter anderem auch die Auswirkung von Ketten und Gummischläuchen in Verbindung mit Isolation sowie mehr oder weniger intensiven Kontakten mit Menschen untersuchten. SCHÄFER ET AL. (1990) testeten verschiedene Möglichkeiten der Beschäftigung. Dabei stellte sich heraus, dass es bei zwei der getesteten Beschäftigungsgegenständen („Pacifier“ und „Teeter-totter“) zu geringfügig vermehrten Zunahmen kam. HILL ET AL. (1998) kamen zu dem Schluss, dass die Zugabe von Enrichment-Gegenständen in zwei ihrer fünf Versuchsgruppen keinen signifikanten Einfluss auf das Zunahmeverhalten der Tiere hatte.

In einer Vielzahl von Versuchen mit anderen Formen von Enrichment wurden deren Auswirkungen auf die Gewichtszunahmen untersucht. Hierbei wurden in erster Linie verschiedene Stallsysteme untersucht, wie: Vergleiche zwischen Stroh- bzw. anderer Einstreu und konventionellen Spaltenböden (MORGAN ET AL., 1998), zusätzliches Platzangebot mit der Möglichkeit zu Bewegung (LEWIS ET AL., 1989; HALE, 1986; PETERSEN ET AL., 1998; ENFÄLT ET AL., 1993; DEHAER UND DEVRIES, 1993); z.T. in Kombination mit Einstreu: CONNOR ET AL. (1995), BEATTIE ET AL. (1996, 2000a, b), PAYNE (2000), MORRISON ET AL. (2003a, b), KLONT ET AL. (2001), GENTRY UND MCGLONE (2002), sowie Vergleiche zwischen Innen- und Außenhaltung gezogen (GENTRY UND MCGLONE, 2002a; JOHNSON, 2001). Andere Arbeitsgruppen beschäftigten sich mit den Auswirkungen menschlicher Kontakte (freundlich oder unfreundlich) (BARNETT ET AL., 1982; WEAVER ET AL., 2000) auf die Gewichtszunahmen, entwickelten alternative Fütterungssysteme (ERNST ET AL., 2004) oder betont stressarme Aufzuchtbedingungen wie EKKEL ET AL. (1995), die auf jegliches Vermischen von Schweinegruppen oder Transportvorgänge verzichteten. Die meisten dieser Versuche führten zu gleichen oder verbesserten Ergebnissen im Vergleich mit denen konventionell aufzogener Kontrollgruppen. Lediglich in den „deep-litter, large group housing systems“ (CONNOR, 1995; PAYNE ET AL., 2000) und bei Versuchen mit neonatalem „handling“ (BARNETT UND HEMSWORTH, 1982; WEAVER ET AL., 2000), ergaben sich eine Reihe von Wachstumsproblemen.

## **2.9. Fleischparameter**

Zur Beurteilung eines Schlachtkörpers gehören neben der Schlachtleistung auch die Bewertung der Fleischqualität.

### **2.9.1. Schlachtkörper**

Sehr wenige Arbeiten beschäftigten sich mit den Auswirkungen der Bereitstellung von Enrichment mit Beschäftigungsgegenständen auf den Schlachtkörper. HILL ET AL. (1998) untersuchten in ihrem Versuch mit verschiedenen Intensitäten von Umgang („handling“) mit den Tieren und Beschäftigungsgegenständen bei zwei verschiedenen Genotypen die täglichen Zunahmen, die Schlachtkörperlänge, den Muskelfleischanteil sowie den Rückenspeck. Es ergaben sich zwar hinsichtlich der Rückenspeckdicke Unterschiede zwischen den verschiedenen Versuchsansätzen; jedoch waren keine signifikanten Verbesserungen in den Gruppen mit Enrichment erkennbar. Bei den anderen Parametern ergaben sich keine Unterschiede. Vielmehr zeigte sich, dass die Genotypen viel stärkere Auswirkungen hatten als die Haltungsformen oder Art des Umgangs. Auch PEARCE UND PATERSON (1989) untersuchten in ihrem Versuch ob freundliche Behandlung oder die Bereitstellung von Beschäftigungsgegenständen Auswirkung auf Rückenspeckdicke hatte, fanden aber keine signifikanten Unterschiede.

Die meisten Arbeiten, die sich mit alternativen Haltungssystemen beschäftigten, untersuchten auch die Auswirkungen der Haltungsform auf Zunahmen, Rückenmuskeldicke sowie Muskelfleischanteil. Hier zeigte sich, dass es bei der Mehrzahl der Arbeiten zu gleichen (ENFÄLT ET AL., 1993; GENTRY ET AL., 2002a, b; KLONT ET AL., 2001; LEWIS ET AL., 1989) oder verbesserten (EKKEL ET AL., 1995; GENTRY ET AL., 2002a; 2004; LEBRET ET AL., 2006; BEATTIE ET AL., 2000b) Gewichtszunahmen kam. Nicht ganz so deutlich fällt das Ergebnis hinsichtlich der Rückenspeckdicken aus. Hier kam es in der Vielzahl der Untersuchungen zu gleichen (LEBRET ET AL., 2006; ENFÄLT ET AL., 1993; KLONT ET AL., 2001; LAMBOOIJ ET AL., 2004) oder größeren Dicken (BEATTIE ET AL., 2000b; GENTRY ET AL., 2002a; LEWIS ET AL., 1989). Geringere Rückenspeckdicken fanden ENFÄLT ET AL. (1993) und LEBRET ET AL. (2006). Ähnlich verhält es sich mit den Muskelfleischanteilen. Keine Unterschiede zeigten sich bei den Versuchen von LEBRET ET AL. (2006), ENFÄLT ET AL. (1993), GENTRY ET AL. (2002b), KLONT ET AL. (2001) und HALE ET AL. (1986). Verbesserungen ergaben sich in einem weiteren Versuch von GENTRY ET AL. (2002a). Insgesamt betrachtet kann der Schluss gezogen werden, dass eine ganze Reihe von Faktoren Einfluss auf das Wachstum und die

Schlachtkörperbeschaffenheit nehmen, wie Futteraufnahme, Klima, Genotyp, Platzangebot, Aktivität, Gesundheitszustand und Stress (MILLET ET AL., 2005).

Im Rahmen der Routineuntersuchungen auf Schlachthöfen werden auch die Parameter erfasst, die Aussagen über die Fleischqualität liefern.

Die Qualität des Fleisches ist stark abhängig von endogenen Faktoren wie Genotyp, Rasse, Geschlecht und Schlachtgewicht (BICKHARDT, 1997). Daneben gibt die Beschaffenheit des Fleisches auch Hinweise auf das Wohlbefinden der Tiere vor der Schlachtung (V. WENZLAWOWICZ, 1996).

Zur Bewertung der Fleischqualität hat sich eine mittlerweile standardisierte Kombination aus mehreren Parametern bewährt.

## **2.9.2. Fleischqualität**

### **2.9.2.1. pH-Wert**

Der pH-Wert gibt den Säuregrad des Fleisches an. Ein lebender Muskel hat einen pH-Wert von  $>7,2$ .

Nach der Schlachtung kommt es in der Muskulatur zur Glykolyse, wobei die noch im Muskel vorhandenen Glykogenreserven zu Milchsäure umgewandelt werden. Die dabei entstehenden  $H^+$ -Ionen lassen den Säuregrad des Fleisches abfallen. Normalerweise geschieht dies in einem Zeitraum von sechs bis acht Stunden. Dabei fällt der pH auf Werte zwischen 5,4 und 5,8. Bei mangelhafter Fleischqualität kann die Glykolyse auch deutlich schneller ablaufen. In diesen Fällen kann der pH-Wert schon innerhalb von 45 Minuten auf Werte unter 5,8 fallen. Dabei spricht man dann von PSE Fleisch (pale, soft, exsudative). Dies ist gekennzeichnet von hellem, wässrigem Aussehen und schlechter Wasserbindungskapazität. Aus diesem Grund wird eine erste pH-Messung nach 45 Minuten durchgeführt. Der dabei im Kotelett bestimmte Wert wird als „pH<sub>1</sub>“ bezeichnet.

Liegt im Muskelfleisch vor der Schlachtung ein Mangel an Glykogen vor, so kann die Glykolyse nur sehr eingeschränkt stattfinden. Daher kommt es aufgrund einer geringeren  $H^+$ -Ionen Freisetzung auch nur zu einer geringeren pH-Absenkung. In diesem Fall bleibt der pH-Wert auch nach 24 Stunden noch  $>6,2$ . Dieses Fleisch wird als DFD-Fleisch (dark, firm, dry)

bezeichnet und durch den sogenannten „pH<sub>24</sub>“ im Schinken am Tag nach der Schlachtung bestimmt. DFD-Fleisch ist von dunkler Farbe, besitzt hohes Wasserbindungsvermögen aber nur eine geringe Haltbarkeit (HOFMANN, 1987).

Ursachen für erhöhten oder verminderten Glykogengehalt des Muskelfleisches können neben anderen Faktoren auch in Stress vor der Schlachtung zu sehen sein (MILLET ET AL., 2005). Dabei ist zwischen langanhaltendem Stress, wodurch die Glykogenreserven aufgebraucht werden und der zu DFD-Fleisch führt und kurzzeitig einwirkendem Stress, der zu erhöhter Laktatbildung und damit zu PSE-Fleisch führt, zu unterscheiden (MOSS UND ROBB, 1978; MILLET ET AL., 2005).

Neben den in den „Allgemeinen Verwaltungsvorschriften des Fleischhygienegesetzes“ genannten Grenzwerten von  $\leq 5,6$  und  $\geq 6,2$  für PSE- bzw. DFD-Fleisch gibt es weitere Werte zur Fleischqualitätseinstufung. So wird von der Leistungsprüfungsanstalt für Schweine der Landesanstalt für Landwirtschaft in Grub Fleisch mit Werten von  $>6,0$  im Kotelett als „gut“ und 5,6-5,8 als „verdächtig“ eingestuft (LPA DER LFL GRUB 2007, MDL. MITT.).

Auch bezüglich des pH-Wertes finden sich kaum Arbeiten, die sich mit den Auswirkungen von Enrichment-Objekten beschäftigt haben. Lediglich HILL ET AL. (1998), (Ketten, Gummischläuche, „handling“) und DAY ET AL. (2002) untersuchten ihre Tiere (Ketten, Stroh, Mineralstein) auf den pH-Wert, fanden aber beide keinerlei signifikante Unterschiede.

Mehrere Untersuchungen fanden bei Versuchen zu verschiedenen alternativen Haltungsformen statt. Es zeigte sich, dass es hier ebenfalls im Großteil der Studien zu keinen signifikanten Unterschieden bei den pH-Werten (GENTRY ET AL., 2002a; LEBRET ET AL., 2006; LEWIS ET AL., 1989) kam.

#### **2.9.2.2. Leitfähigkeit**

Als weiterer Parameter der Qualitätskontrolle wird die elektrische Leitfähigkeit bestimmt. Hierzu wird nach 2 oder 24 Stunden gemessen (THÖLKING UND BRENNER, 1990; BICKHARDT, 1997). Auch hier gibt es eine Einteilung in Qualitätsklassen. Dabei gilt Fleisch mit einer Leitfähigkeit von  $<5,0$  mS/cm als von sehr guter Qualität, 7,5-9,0 mS/cm als verdächtig für PSE, und  $>9,0$  als PSE-Fleisch (LPA DER LFL GRUB, 2007, MDL. MITT.). V. WENZLAWOWICZ (1994) betrachtete Werte von  $<4,3$  mS/cm als „gut“ und Fleisch mit Werten  $>8,3$  mS/cm als PSE-Fleisch.

Die an der LfL in Grub in Leistungsprüfungen im Jahr 2003 ermittelten Leitfähigkeitswerte (LF<sub>24K</sub>) lagen bei 4,88 mS/cm (Bayer. Hybrid) (JAHRESBERICHT DER LFL GRUB, 2003).

### **2.9.2.3. Fleischhelligkeit**

Eine weitere Möglichkeit der Beurteilung der Fleischqualität besteht in der Messung der Fleischhelligkeit. Dies geschieht mit Hilfe des Helligkeitsmessgerätes („Opto-Star“, Matthäus). Der craniale Bereich des M. longissimus dorsi (5./6. Wirbel) ist heller als der caudale (3./4. Lendenwirbel). Im Verlauf von 24 Stunden kommt es zur einer Verschiebung von mehr gelblichen Anteilen hin zu mehr rötlichen (MUCK, 1999). Daher ist es nach diesem Zeitraum möglich mit Hilfe dieser Methode zu sicheren Aussagen bezüglich der Fleischqualität zu kommen (BICKHARDT, 1997).

Die qualitative Einteilung der Fleischhelligkeit findet anhand des Wertes des „Opto-Stars“ statt. Messort ist der M. longissimus dorsi zwischen dem 13. und 14. Brustwirbelkörper. Die Werte liegen zwischen 65-75 Punkten für gute und sehr gute Qualität. Bei Punktzahlen <60 ist das Fleisch als „verdächtig“ einzustufen und bei Werten <50 handelt es sich um PSE-Fleisch; über 80 besteht DFD-Verdacht (LPA DER LFL GRUB, 2007, MDL.MITT.).

Die Fleischhelligkeitswerte der 2003 in Grub geprüften Tiere lagen zwischen 66,6 (Piétrain) und 72,4 (Dt. Landrasse) (JAHRESBERICHT DER LFL GRUB, 2003).

## **3. Tiere, Material und Methode**

### **3.1. Allgemeines zum Versuch**

#### **3.1.1. Tiere**

Die Versuche wurden im Maststall am Oberwiesenfeld des Instituts für Tierschutz, Verhaltenskunde und Tierhygiene der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München durchgeführt. Die verwendeten Schweine entstammten der eigenen Zucht. Es handelte sich dabei um Nachkommen einer Kreuzung aus Hybrid-Sauen (Deutsche Landrasse x Pietrain) und Deutschem Edelschwein (Eber). Das Absetzen erfolgte gemäß der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung (BGBL Teil I, Nr. 41, Änderung vom 22. August 2006) im Alter von 31 und 33 Tagen im ersten und 32 Tagen im zweiten Versuchsdurchgang.

#### **3.1.2. Versuch: Vergleichende Verhaltensbeobachtung zwischen Schweinen mit und ohne Beschäftigungsgegenständen**

##### Versuchsdurchgang 1

Im ersten Versuchsdurchgang (V1, Februar bis Mai 2003) wurden 17 Schweine aus zwei Würfen zu acht bzw. neun Ferkeln verwendet. Das Geschlechterverhältnis der Ferkel war mit acht männlich, kastrierten und neun weiblichen Tieren annähernd ausgeglichen. Die Tiere aus beiden Würfen wurden in eine Versuchsgruppe (8 Tiere) und eine Kontrollgruppe (9 Tiere) eingeteilt. Am Tag des Absetzens betrug das mittlere Gewicht der Kontrollgruppe  $11,77 \pm 0,79$  kg, das der Versuchsgruppe  $12,01 \pm 0,69$  kg. Es gab keine relevanten Unterschiede zwischen männlichen und weiblichen Tieren. Die Kastration erfolgte am dritten Lebenstag. Die Zähne wurden nicht behandelt.

##### Versuchsdurchgang 2

Im zweiten Versuchsdurchgang (V2, Juni bis September 2003) wurden 11 Ferkel aus einem Wurf verwendet. Es handelte sich um vier weibliche und sieben männliche Tiere. Die Tiere wurden in eine Versuchsgruppe (5 Tiere) sowie eine Kontrollgruppe (6 Tiere) eingeteilt. Die männlichen Ferkel wurden am dritten Lebenstag kastriert. Am Tag des Absetzens betrug das mittlere Gewicht  $8,72 \pm 0,63$  kg bei der Kontroll- und  $9,29 \pm 0,30$  kg bei der Versuchsgruppe.

Die Gruppeneinteilung ist in Tabelle 3-1 dargestellt.

**Tabelle 3-1: Übersicht über die Einzeltiere beim Absetzen in Versuchsdurchgang 1 und 2**  
 (OMN=Ohrmarkennummer, m/k=männlich/kastriert, w=weiblich,  
 MW=Mittelwert, SEM=Standardfehler)

	Kontrollgruppe			Versuchsgruppe		
Versuchsdurchgang 1	OMN	Geschlecht	Gewicht beim Absetzen kg	OMN	Geschlecht	Gewicht beim Absetzen kg
	473	m/k	12,90	471	m/k	12,00
	475	w	12,70	472	w	15,30
	477	w	7,60	474	m/k	10,40
	481	w	13,90	479	m/k	11,90
	482	m/k	7,90	502	m/k	13,20
	501	m/k	13,70	503	w	12,70
	504	w	12,70	506	w	8,60
	508	w	13,00	507	w	12,00
	505	m/k	11,50			
<b>MW ± SEM</b>	11,77 ± 0,79			12,01 ± 0,69		
Versuchsdurchgang 2	OMN	Geschlecht	Gewicht beim Absetzen kg	OMN	Geschlecht	Gewicht beim Absetzen kg
	531	m/k	9,30	529	m/k	8,30
	533	m/k	8,30	530	m/k	10,15
	534	m/k	10,65	532	m/k	9,35
	536	w	8,70	535	w	9,55
	538	w	9,35	537	w	9,10
	539	m/k	6,00			
<b>MW ± SEM</b>	8,72 ± 0,63			9,29 ± 0,30		

Die geringgradige Abweichung der Gruppengrößen wurde toleriert, da das jeweils überzählige Ferkel aus Tierschutzgründen nicht euthanasiert werden sollte.

Die Einnistung der Ferkel beider Versuchsdurchgänge in den Versuchsstall erfolgte am Tag des Absetzens im Alter von 31 (Wurf 1) bzw. 33 Tagen (Wurf 2) in V1 und 32 Tagen in V2.

### **3.1.2.1. Fütterungsregime und Futtermittel**

Den Tieren in beiden Versuchsdurchgängen wurde anfangs handelsüblicher Ferkelstarter des Lehr- und Versuchsguts Oberschleißheim (LVG) angeboten; ab der zwölften Lebenswoche erhielten sie Vormastfutter (ebenfalls LVG). Futter sowie Trinkwasser über Nippeltränken standen stets uneingeschränkt zur Verfügung.

### **3.1.2.2. Beleuchtungsregime und Lichtintensität**

Die Beleuchtung erfolgte im Zwölf-Stunden-Rhythmus. Die nach der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung (vom 22. August 2006) vorgeschriebene Lichtintensität von mind. 80 Lux über acht Stunden wurde dabei stets erreicht.

## **3.2. Versuchsaufbau**

### **3.2.1. Haltung und Unterbringung der Tiere**

Die jeweiligen Versuchs- und Kontrollgruppen (aus V1 und V2) wurden auf zwei einander gegenüberliegende Boxen verteilt. Zwischen den Gruppen bestanden visuelle, akustische sowie olfaktorische Kontaktmöglichkeiten. Der Betonspaltenboden wurde mit nicht perforierten Gummimatten ausgelegt; als Einstreumaterial wurde Stroh verwendet. Die Einstreu wurde täglich aufgefüllt. Das Entmisten erfolgte anfangs alle zwei Tage und ab ca. 40 kg Lebendgewicht täglich. Die Größe der Boxen betrug 3,60 m x 2,10 m (7,56 m<sup>2</sup>) und entsprach der in der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung (vom 22. August 2006) geforderten Größe von 0,75 m<sup>2</sup> pro Schwein (bezogen auf das geschätzte Endmastgewicht). Die Boxen enthielten jeweils ein Futtersilo (Fassungsvermögen ca. 50 kg) und zwei Nippeltränken.

### **3.2.2. Environmental Enrichment der Versuchsgruppen**

Den beiden Versuchsgruppen (aus V1 und V2) wurde neben dem Stroh zusätzliches Beschäftigungsmaterial angeboten. Dabei handelte es sich einerseits um ortsgebundene, fest installierte Gegenstände und andererseits um uneingeschränkt bewegliche, frei manipulierbare Objekte.



Im Einzelnen wurden folgende Beschäftigungsmaterialien verwendet:

Bürste: „MS Schweinebürste“, (Fa. Schippers, Kerken)



Hierbei handelte es sich um eine in beliebiger Höhe installierbare Bürste (zwei rechtwinklig zueinanderstehende Bürsten, bestehend aus Plastikborsten auf Metallrücken, bedingt beweglich durch Befestigung am Boxengitter mit Hilfe einer metallenen Spirale).

**Abbildung 3-1:**  
MS Schweinebürste (Fa. Schippers)

Beißstäbe: „MS Spielstangen aus Gummi“, (Fa. Schippers, Kerken)

Die „Beißstäbe“ waren an einem Metallseil befestigt und an diesem beweglich.



**Abbildung 3-2:**  
MS Spielstangen aus Gummi (Fa. Schippers)

Schaukel: „Porky Swing“, (Fa. Schippers, Kerken)

Die „Schaukel“ war eine bewegliche Kombination aus Eisenketten und Holzstangen.



**Abbildung 3-3:**  
Schaukel „Porky Swing“ (Fa. Schippers)

Bälle: (Fa. Schippers, Kerken/ Fa. Zimmermann, Oberessendorf)

Als frei bewegliche Objekte wurden zwei Plastikbälle in unterschiedlicher Größe, Farbe und Gewicht eingesetzt.

Großer Ball:

(gelb, Ø 30 cm, Fa. Schippers, Kerken, „Antistressball für Ferkel“) sandgefüllt und mit ca. 1 kg schwerer zu rollen.



Kleiner Ball:

(rot, Ø 20 cm, Fa. Zimmermann, Oberessendorf) hohl und mit ca. 500 g leicht beweglich; er enthielt im Inneren zusätzlich eine Kugel, welche beim Rollen des Balles ein Geräusch erzeugte.

**Abbildung 3-4:**  
gelber Ball (Fa. Schippers)  
roter Ball (Fa. Zimmermann)



**Abbildung 3-5:**  
**Anordnung der Spielgeräte im Stall**

Die Höhe der fest installierten Enrichment-Objekte wurde im Abstand von jeweils vier Wochen an die Größenzunahme der Schweine angepasst. Das Auswahlkriterium der Materialien war seine Verfügbarkeit im Handel, um eine möglichst große Praxisnähe zu erzielen. Im Unterschied zu V1 stand den Tieren des V2 aufgrund der geringeren Tierzahl mehr Platz zur Verfügung.

### **3.2.3. Schlachtung**

Die Schlachtung erfolgte am Schlachthof der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft in Grub im Alter von jeweils 20 Wochen. Der Transport dorthin erfolgte im universitätseigenen Viehtransporter, der in zwei gleichgroße Buchten unterteilt wurde. Die Schweine wurden jeweils in den gewohnten Gruppen transportiert. Nach dem Entladen in Grub wurde die Lebendbeschau durch den amtlichen Tierarzt durchgeführt. Im Wartestall wurden die Tiere auf Buchten mit einer Aufnahmekapazität von 6 Schweinen aufgeteilt. Sie verblieben auch dort innerhalb der eigenen Gruppen. Von dort aus wurden sie über einen Einzeltreibgang der Elektrobetäubung zugeführt.

## **3.3. Datenerhebung**

### **3.3.1. Verhaltensbeobachtung**

Beide Gruppen der jeweiligen Versuchsdurchgänge wurden mit jeweils einer Überwachungskamera gefilmt, die an der Frontseite der gegenüberliegenden Box in etwa 2,50 m Höhe befestigt war. Die Kamera war so angebracht, dass die gesamte Boxenfläche

überwacht werden konnte. Der Beobachtungszeitraum erstreckte sich auf zwei Tage wöchentlich über jeweils zwölf Stunden (7:00 bis 19:00 Uhr), ab einem Alter von 38 bzw. 40 Tagen in V1 und 37 Tagen in V2. Es wurde jeweils die gesamte Gruppe beurteilt (Continuous Recording nach MARTIN AND BATES, 1986).

Die Auswertung erfolgte durch Beobachtung der Aktivitäts- und Ruhephasen der Schweine im Tagesverlauf. Daraus ergaben sich täglich wiederkehrende Phasen, deren Dauer und Häufigkeit dokumentiert wurde. Alle Verhaltensweisen wurden über den gesamten Versuchszeitraum erfasst und die Verhaltensweisen der jeweiligen Versuchs- und Kontrollgruppen miteinander verglichen.

#### **3.3.1.1. Aktivphase**

Die Aktivphasen setzten sich zusammen aus „Erkundungs- und Spielverhalten“ sowie „Futter- und Wasseraufnahme“. Eine Aktivphase lag vor, wenn der Großteil der Gruppe stand oder sich in Bewegung befand.

#### **3.3.1.2. Ruhephase**

Die Ruhephasen bestanden aus dem „Ausruhverhalten“ (Liegen in Bauchlage, zumeist bei gleichzeitiger Beschäftigung mit Stroh), dem „Schlafen“ (Liegen in Seitenlage mit geschlossenen Augen) sowie „Sitzen“ als Übergang zwischen Liegen und Stehen.

#### **3.3.1.3. Nutzung der Beschäftigungsgegenstände**

Für die Versuchsgruppen wurde zusätzlich die Nutzung der Beschäftigungsgegenstände ausgewertet. Folgende Parameter wurden erfasst:

- die Häufigkeit der Kontakte
- die Dauer der Kontakte
- Präferenzen für bestimmte Gegenstände
- das Verhalten gegenüber den Objekten in Abhängigkeit vom Alter

Unter „Kontakt“ wurde hier jede beabsichtigte Berührung mit einem Spielgerät verstanden. In der Regel wurde diese mit der Schnauze durchgeführt, gelegentlich auch mit einer Gliedmaße

(z.B. mit Vorderfüßen auf Schaukel springen); ausnahmsweise bei Kontakten mit der Bürste mit dem Rücken (Kratzen).

Nicht beabsichtigte Zufallskontakte, wie z.B. Anstoßen beim Vorbeigehen oder Rennen wurden nicht berücksichtigt.

Ein Kontakt wurde jedes Mal als solcher gezählt, wenn ein Schwein ein Spielgerät neu berührte. Dabei blieb unberücksichtigt wie lange ein solcher Kontakt dauerte. Ein bloßes Anstupsen des Gegenstandes zählte ebenso als ein Kontakt wie ein neuer Kontakt, der sekunden- oder minutenlange Beschäftigung nach sich zog. Dieses wurde dann in „Dauer der Kontakte“ ausgewertet.

Zur übersichtlicheren Darstellung wurden beide Versuchsdurchgänge in fünf Abschnitte von jeweils drei Wochen Dauer zusammengefasst: Abschnitt 1 umfasst die Lebenswochen 6 bis 8, Abschnitt 2 die Lebenswochen 7-11, Abschnitt 3 die Lebenswochen 12-14, Abschnitt 4 die Lebenswochen 15-17 und Abschnitt 5 die Lebenswochen 18-20.

### **3.3.2. Gesundheitszustand**

Anlässlich des wöchentlichen Wiegens wurde der Gesundheitszustand durch eine Allgemeinuntersuchung überprüft (V1 und V2). Besonderes Augenmerk galt hierbei - neben dem Allgemeinbefinden - dem Zustand des Integumentes sowie den Ohren und Schwänzen.

Die Anzahl der Bissverletzungen wurde in eine Skala zwischen 0 (geringe Anzahl einzelner, kleiner oberflächlicher Wunden) und 4 (Vielzahl kleinerer bzw. auch tieferer Verletzungen wie z.B. tiefe Bissverletzungen) eingeteilt und tabellarisch erfasst.

**Tabelle 3-2: Bewertung der Hautverletzungen**

<b>Bewertung</b>	<b>Anzahl Hautverletzungen</b>
0	keine Verletzungen
1	1 bis 5
2	5 bis 10
3	10 bis 15
4	>15

Kotproben der Tiere des V2 wurden im Alter von ca. zweieinhalb Monaten am Institut für Medizinische Mikrobiologie, Infektions- und Seuchenmedizin (Tierärztliche Fakultät der LMU, München) bakteriologisch auf Salmonellen und Bradyspiren untersucht.

### **3.3.3. Blutparameter**

#### **3.3.3.1. Cortisolbestimmung**

Die Cortisolbestimmung erfolgte aus Blutproben, die bei der Schlachtung der Schweine des V1 gewonnen wurden. Die Entnahme des Blutes erfolgte bei der Schlachtung bei allen Schweinen aus dem Stichblut. Es wurden pro Schwein zeitgleich drei Serumröhrchen und drei EDTA-Röhrchen aufgefangen und bis zur Zentrifugation nach ca. zwei Stunden eisgekühlt aufbewahrt. Das Zentrifugat (10 Min bei 4° C, 5422 x g Variofuge® 3,2 RS, Heraeus Sepatech) sowohl der Plasma- als auch der Serum-Proben wurde in 1,5 ml Eppendorfcups abpipettiert und bei –20°C eingefroren und bis zur Messung bei dieser Temperatur gelagert.

Die Untersuchung wurde mit einem kompetitiven ELISA analog der Methode von ERHARD ET AL. (1989) durchgeführt, der entsprechend für die vorliegende Untersuchung modifiziert und das Testsystem validiert wurde (Frau Nicole Zobel sei Dank). Der murine Anti-Cortisol-3-Antikörper (Fitzgerald, Concord, MA, USA) wurde mit einer Endkonzentration von 1,5 µg/ml (verdünnt mit Carbonatpuffer pH 9,6) in 2 Stunden bei 37°C an die Platte gebunden. Pro Kavität wurden 100 µl pipettiert.

Nach dem Waschen mit PBS-Tween pH 7,2 wurden freie Bindungsstellen mit Gelatine (0,5% mit PBS-Puffer pH 7,2), 200  $\mu$ l pro Kavität besetzt. Die Inkubationszeit betrug 1 Stunde bei 37°C.

Nach dem Waschen wurden die Serum- bzw. Plasma- Proben eingesetzt, z.T. nativ, z.T. verdünnt in Konzentrationen die in Vorversuchen ermittelt worden waren. Anschließend wurde das Konjugat, ein Cortisol-3-CMO-HRP (Fitzgerald, Concord, MA, USA) pro Kavität mit 50  $\mu$ l aufgetragen, das 1:1000 mit PBS-Tween verdünnt wurde.

Als Leerwert wurden 50  $\mu$ l Standard mit 50  $\mu$ l PBS-Tween pH 7,2 (als Ersatz für das Konjugat) eingesetzt. Der Standard (Sigma, Taufkirchen, Deutschland) wurde mit einer Konzentration von 50 ng/ml Cortisol in einer log-2-Verdünnung als Standard-Kurve eingesetzt.

Während einer einstündigen Inkubation bei 37°C konkurrierten Probenmaterial und Konjugat um die Bindungsstellen.

Nach dem Waschen wurden 348,6  $\mu$ l TMB-Substrat (Tetramethylbenzidin und Dimethylsulfoxid, Sigma, Taufkirchen, Deutschland) mit 10,5 ml TMB-Puffer (Natriumcitratpuffer pH 5) und 3,15  $\mu$ l H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> vermischt und 100  $\mu$ l in jede Kavität pipettiert. H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> wurde durch die Peroxidase gespalten und das Chromogen TMB oxidiert. Dies bewirkte eine Blaufärbung (Inkubation 10 min bei Raumtemperatur im Dunkeln). Mit 50  $\mu$ l 1 molarer H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> wurde die Reaktion gestoppt. Es entstand eine Gelbfärbung, die bei 450 nm (Referenzmessung bei 959 nm) photometrisch (Genios, Fa. Tecan, Crailsheim, Deutschland) innerhalb von 30 min gemessen wurde.

Mit dem Computerprogramm MicroWin 2000 (Mikroteklaborsysteme GmbH, Overath, Deutschland) wurden die Konzentrationen berechnet.

Die Präzision der Tests wurde mit Hilfe von Pools kontrolliert. Die beiden Pools wurden jeweils aus dem Serum von vier verschiedenen Schweinen gemischt. Der Interassay-Variationskoeffizient wurde aus der Messung der Pools bestimmt. Er betrug für Pool 1 22,24 %, für Pool 2 14,72 %. Die Intraassay-Variation lag für Pool 1 bei 3,39 %, für Pool 2 bei 7,14 %. Die Wiederfindung für Plasma betrug 86,1 %, die für Serum 120,7 %.

### **3.3.3.2. Weitere Blutparameter**

Von dem bei der Schlachtung entnommenen EDTA-Blut wurde weiterhin wenige Stunden nach der Schlachtung im Labor des Instituts für Tierschutz, Verhaltenskunde und Tierhygiene ein Blutbild von allen Schweinen des V1 angefertigt („Vet abc“ der Firma Scil). Untersucht wurden folgende Parameter: Erythrozyten, Hämoglobin, Hämatokrit, Leukozyten und Thrombozyten.

### **3.3.4. Gewichtszunahmen**

Zur Erfassung der Zunahmen wurden die Schweine wöchentlich gewogen. Bis zum Gewicht von durchschnittlich 30 kg wurde hierfür eine Sackwaage, danach eine Viehwaage benutzt.

### **3.3.5. Fleischuntersuchung**

Die Fleischuntersuchung wurde an der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (Grub bei München) durchgeführt. Untersucht wurden Parameter die zur Beurteilung des Schlachtkörperwertes sowie der Fleischbeschaffenheit dienen.

Hierfür wurden im Einzelnen folgende Parameter bestimmt:

### **3.3.6. Schlachtleistung**

#### **3.3.6.1. Nüchterngewicht**

Unter Nüchterngewicht versteht man das Lebendgewicht abzüglich des Blutes. Dieses wurde unmittelbar nach dem Entbluten erfasst.

#### **3.3.6.2. Schlachtgewicht warm**

Dieses umfasst das Gewicht des längsgeteilten Schlachtkörpers ohne Beckenhöhlenfett, Nieren und Nierenfett bzw. Flomen, Zwerchfell sowie Zwerchfellpfeiler. Dieser Wert wurde unmittelbar nach der Schlachtung erfasst.



### **3.3.6.3. Schlachtkörperlänge**

Die Schlachtkörperlänge wurde an der hängenden Hälfte von der cranialen Kante des ersten Halswirbels bis zur cranialen Kante der Symphysis pelvis gemessen.

### **3.3.6.4. Rückenmuskelfläche**

Hierbei handelt es sich um die Fläche des M. longissimus dorsi am Kotelettanschnitt in cm<sup>2</sup>. Für den Kotelettanschnitt wurde ein senkrechter Planschnitt zwischen dem 13. und 14. Brustwirbelkörper durchgeführt. Der Kotelettanschnitt wurde fotografisch erfasst und mittels des EDV-Programms „PlaniMeat“ ausplanimetriert.

### **3.3.6.5. Fettfläche**

Darunter versteht man die Fläche der Fettschicht über dem M. longissimus dorsi am Kotelettanschnitt. Die Ermittlung dieser erfolgte mit Hilfe des EDV-Programms „PlaniMeat“.

### **3.3.6.6. Rückenspeckdicke**

Dieser Wert wurde am Morgen nach der Schlachtung mit Hilfe des Gerätes „LinStar“ von Matthäus ermittelt. Hierfür wurde die Speckdicke an der dicksten Stelle des Widerristes, der dünnsten Stelle in der Mitte des Rückens, sowie an der dünnsten Speckauflage - über dem Lendenmuskel senkrecht zur Außenkante der Schwarte - gemessen. Aus diesen drei Werten wurde der Mittelwert gebildet.

### **3.3.6.7. Speckmaß**

Zur Ermittlung des Muskelfleischanteils wurde mit Hilfe eines Sondengerätes („Hennessy Grading System HGP 4“) auf Höhe der 2./3. letzten Rippe das Speckmaß ermittelt. Hierfür wurde die Sonde des Messgerätes 7 cm seitlich der Schnittlinie von außen so in die Schlachthälfte eingestochen, dass sie auf der Innenseite 4 cm seitlich der Schnittfläche austrat.

### **3.3.6.8. Fleischmaß**

Dieses ist ebenfalls zur Errechnung des Muskelfleischanteils notwendig. Es wurde zeitgleich und auf dieselbe Weise wie das Speckmaß ermittelt.

### **3.3.6.9. Seitenspeckdicke**

Diese wurde mit Hilfe des „LinStar“ von Matthäus an der hängenden Hälfte gemessen. Sie ist das größte fleischfreie Speckmaß. Sie wird in Höhe des ventralen Endes des M. latissimus dorsi senkrecht zur Schwarte gemessen.

### **3.3.6.10. Speckmaß B**

Dieses wurde mit Hilfe des „LinStar“ von Matthäus an der Stelle der dünnsten Fettauflage auf dem Rückenmuskel gemessen.

## **3.3.7. Fleischqualität**

Zur Bestimmung der Fleischbeschaffenheit wurden pH-Werte, Leitfähigkeit und die Fleischhelligkeit herangezogen.

### **3.3.7.1. pH-Werte**

Diese wurden elektronisch nach verschiedenen Zeiträumen gemessen. Hierfür wurde das Gerät „pH-Star“ von Matthäus verwendet. Zur Kalibrierung des pH-Gerätes musste es auf die Temperatur im Kotelett des Schlachtkörpers eingestellt werden.

Der pH-Wert sollte bei gutem Fleisch  $pH_1$ -Werte von mindestens 6,0 aufweisen. Liegt dieser zwischen 5,6 und 5,8 besteht Verdacht auf PSE. Liegt der  $pH_1$ -Wert unter 5,6 ist dies ein sicheres Zeichen für das Vorliegen von PSE-Fleisch (LPA DER LFL GRUB, 2007, MDL. MITT.; V. WENZLAWOWICZ ET AL. 1994, 1996). Bei  $pH_{24}$ -Werten von 6,0 bis 6,2 im Schinken besteht DFD-Verdacht, bei Werten über 6,2 gilt dieser als sicher.

#### **• $pH_1$ Rückenmuskel ( $pH_1K$ )**

Die Messung erfolgte ca. 45 min nach der Schlachtung.

Hierbei wurde die Elektrode 4 cm tief zwischen die Dornfortsätze der Brustwirbel 13 und 14 in den M. longissimus dorsi eingestochen.

- **pH<sub>24</sub> Rückenmuskel (pH<sub>24</sub>K)**

Die Messung wurde 24 h p.m. ± 4 h durchgeführt. Hierfür wurden mittels der Elektrode drei Messungen durchgeführt: dorsal, ventral und zentral am Rückenmuskelanschnitt. Aus diesen Werten wurde der Durchschnitt errechnet.

- **pH<sub>24</sub> Schinkenmuskel (pH<sub>24</sub>S)**

Die Messung wurde am Tag nach der Schlachtung (24 h p.m. ± 4 h) am M. semimembranosus durchgeführt. Hierfür wurde die Elektrode 4-6 cm oberhalb der Symphysis pelvis 2-3 cm seitlich eingestochen. Die Messung erfolgte zweimal. Zur Auswertung wurde hieraus der Mittelwert gebildet.

### **3.3.7.2. Leitfähigkeit**

Zur Messung der Leitfähigkeit wurde der „LF-Star“ der Firma Matthäus verwendet. Hierbei wurde folgendermaßen vorgegangen:

- **LF<sub>24</sub> Rückenmuskel (LFK<sub>24</sub>)**

Zur Messung der LFK<sub>24</sub> wurde die Elektrode 24 h nach der Schlachtung zwischen die Dornfortsätze der 14. und 15. Brustwirbel 6 cm tief in den M. longissimus dorsi eingestochen.

- **LF<sub>24</sub> Schinkenmuskel (LFS<sub>24</sub>)**

Die Messung wurde 24 h nach Schlachtung 2-3 cm seitlich im M. semimembranosus, 4-6 cm oberhalb der Symphysis pelvis durchgeführt.

Die Leitfähigkeit von gutem Fleisch sollte bei Werten <5,0 ms/cm liegen. Werte zwischen 7,5 und 9,0 sind verdächtig für PSE. Ab 9,0 ms/cm liegt sicher PSE-Fleisch vor (LPA DER LFL GRUB, 2007, MDL. MITT.).

### **3.3.7.3. Fleischhelligkeit (Opto-Wert)**

Die Messung der Fleischhelligkeit erfolgte mit dem „Opto-Star“ der Firma Matthäus.

Sie wurde 24 h p.m. am frischen Anschnitt des Rückenmuskels zwischen dem 13. und 14. Brustwirbel durchgeführt. Es wurden zwei Messwerte ermittelt, aus denen ein Mittelwert errechnet wurde. Wichtig für die Zuverlässigkeit der Messung ist es, die ausgetretene Feuchtigkeit unmittelbar vor der Messung abzustreichen.

Die Fleischhelligkeit wird mit Hilfe von Punkten bewertet. Aus der erfolgten Doppelmessung wurde ein Mittelwert errechnet; meist liegen die Werte bei Fleisch von normaler bis hochwertiger Qualität zwischen 65 und 75 Punkten. Bei Punktzahlen <60 liegt Verdacht auf PSE vor. Bei Werten <50 handelt es sich sicher um PSE-Fleisch. Liegen höhere Werte als 80 Punkte vor weist das auf DFD-Fleisch hin.

### **3.4. Statistische Methode**

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte zunächst mittels des Computer-Programms Microsoft-Excel® 2000 (Fa. Microsoft, Redmond, USA). Es wurden von allen Daten die arithmetischen Mittelwerte sowie die Standardfehler (SEM) ermittelt.

Die Auswertung der Gewichte der Schweine, der Aktiv- und Ruhezeiten, der Anzahl und Dauer der Spielzeugkontakte ergab überwiegend normalverteilte Daten. Diese wurden mit Hilfe des Statistikprogramms Sigma Stat® 3.0 einem T-Test unterzogen. Bei der Auswertung der Blutparameter sowie der Hautverletzungen wurde für die Auswertung aufgrund einer nicht vorhandenen Normalverteilung der Man-Whitney-Rangsummentest durchgeführt.

Die Berechnung der Plasma-/Serum-Korrelation erfolgte über die lineare Regression anhand des Pearson-Korrelationskoeffizienten.

Signifikante Unterschiede liegen bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von  $p \leq 0,05$  vor.

## 4. Ergebnisse

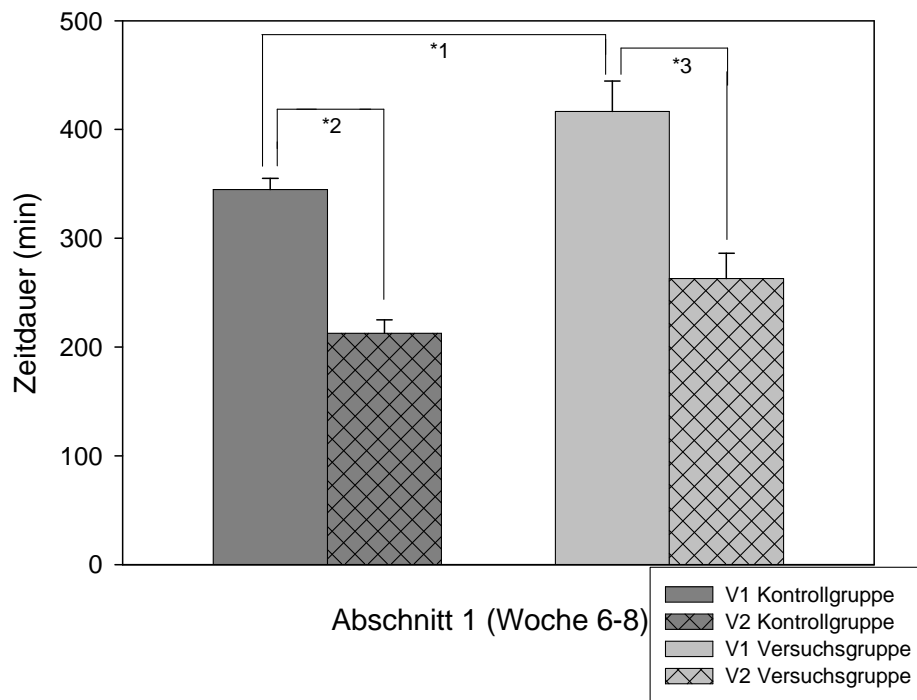
Der Versuch wurde als Doppelansatz durchgeführt. Der Unterschied zwischen den beiden Versuchsdurchgängen bestand darin, dass im ersten Versuch Ferkel aus zwei Würfen gemischt wurden, im zweiten Durchgang die Tiere eines Wurfes aufgeteilt wurden.

### 4.1. Aktivität

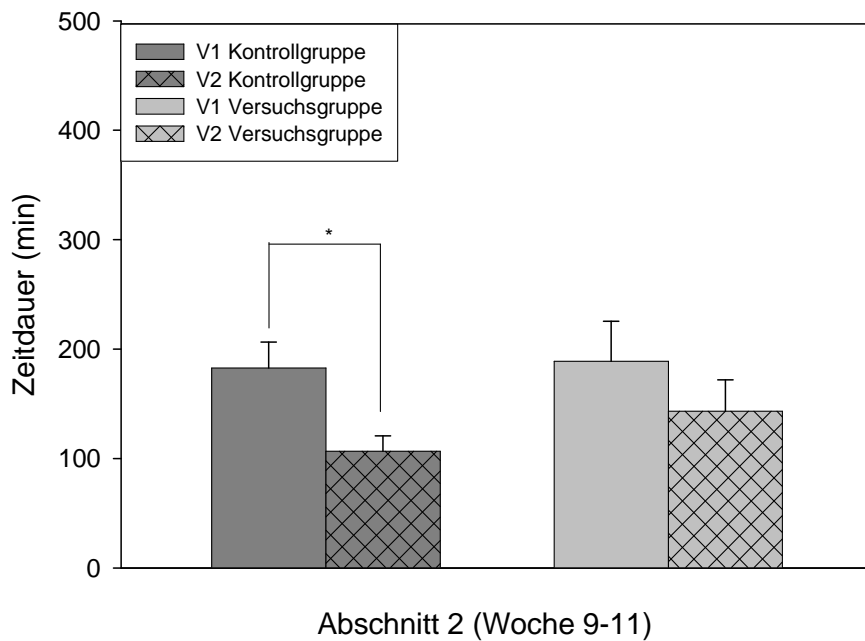
#### 4.1.1. Überblick über die Entwicklung der Aktivität in den Versuchsläufen

Aus Abbildung 4-1 bis Abbildung 4-6 wird ersichtlich, dass es nach den anfänglich langen Aktivzeiten des ersten Abschnittes (Versuchsgruppe:  $416,50 \pm 28,04$  min/12h; Kontrollgruppe:  $344,67 \pm 10,49$  min/12h) der noch jungen Ferkel gegenüber Abschnitt 2 mit Aktivzeiten von  $188,83 \pm 36,67$  min/12h bei der Versuchsgruppe und  $182,83 \pm 23,78$  min/12h bei der Kontrollgruppe zu einem deutlich erkennbaren Absinken der Aktivität kam. Diese für V1 geltende Entwicklung wiederholte sich in V2. Aktivzeiten von  $263,00 \pm 23,07$  min/12h der Versuchsgruppe in Abschnitt 1 standen hier Aktivzeiten von  $143,33 \pm 28,70$  min/12h in Abschnitt 2 gegenüber. Ähnlich verhielt es sich bei den Kontrollgruppen. Hier waren die Ferkel im ersten Versuchsabschnitt durchschnittlich  $212,67 \pm 12,37$  min/12h aktiv, im zweiten  $106,67 \pm 14,21$  min/12h. Im weiteren Verlauf beider Versuchsdurchgänge kam es nur noch zu geringeren Schwankungen. In den weiteren drei Abschnitten des V1 wurden bei der Versuchsgruppe Aktivzeiten zwischen  $142,83 \pm 6,72$  min/12h (Abschnitt 4) und  $106,00 \pm 11,12$  min/12h (Abschnitt 3) ermittelt. Die Aktivzeiten der Kontrollgruppe lagen zwischen  $125,67 \pm 8,00$  (Abschnitt 4) und  $93,67 \pm 9,81$  min/12h (Abschnitt 3).

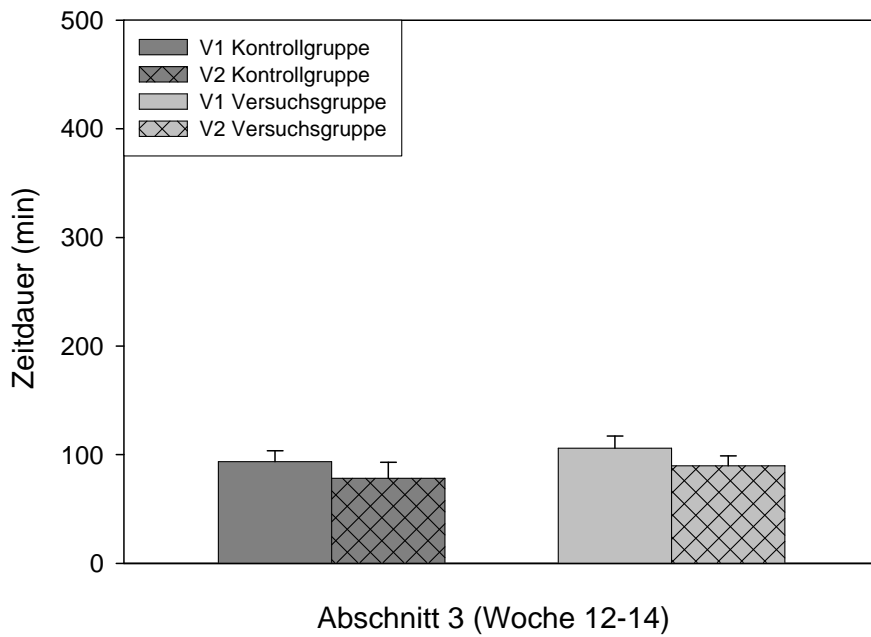
Ähnliche Ergebnisse gab es in V2 in den Abschnitten 3 bis 5. Hier schwankten die Aktivzeiten zwischen  $108,33 \pm 15,44$  min/12h (Abschnitt 4) und  $89,83 \pm 9,23$  min/12h (Abschnitt 3) bei der Versuchsgruppe und zwischen  $78,17 \pm 14,95$  min/12h (Abschnitt 3) und  $59,83 \pm 10,22$  min/12h (Abschnitt 5) bei der Kontrollgruppe.



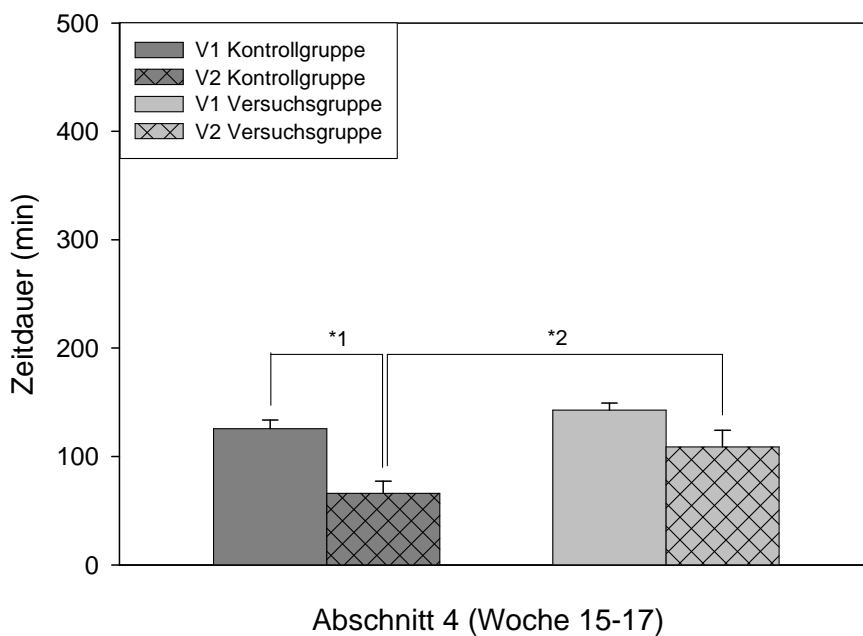
**Abbildung 4-1: Durchschnittliche Dauer der Aktivität pro Tier in 12 h in Abschnitt 1 (Durchschnitt aus n=6 Tage); \*1 p=0,026; \*2 p<0,001; \*3 p<0,001**



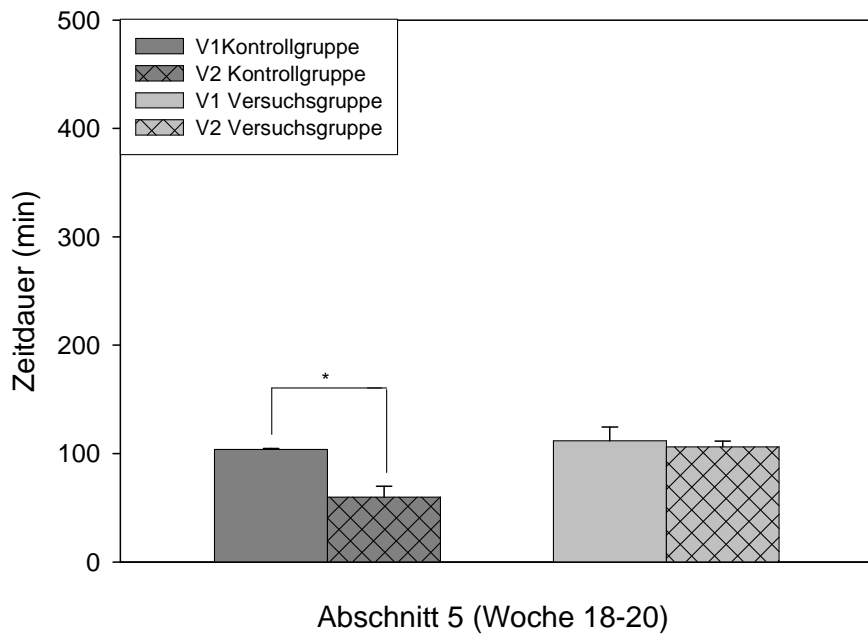
**Abbildung 4-2: Durchschnittliche Dauer der Aktivität pro Tier in 12 h in Abschnitt 2 (Durchschnitt aus n=6 Tage); \*p=0,005**



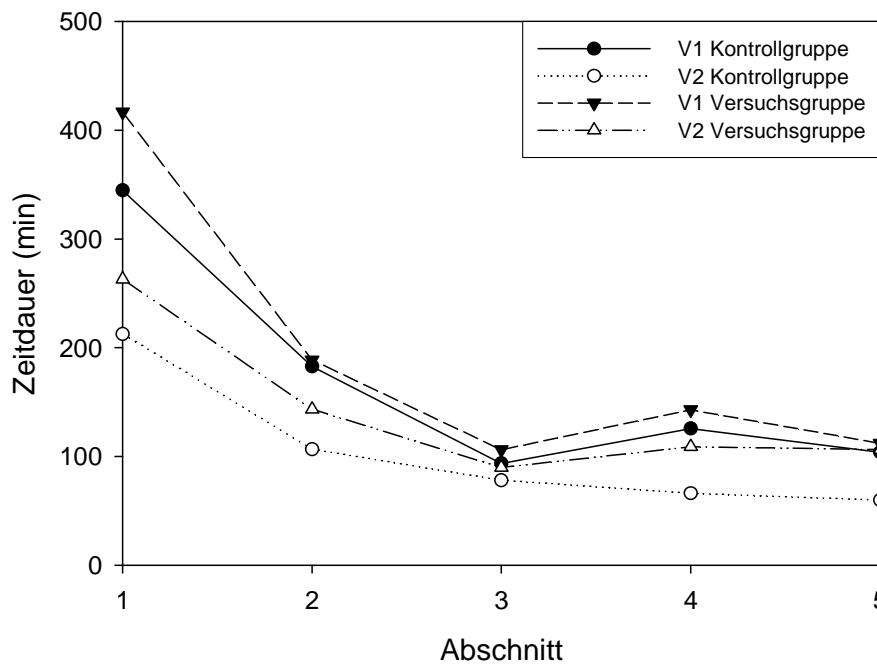
**Abbildung 4-3: Durchschnittliche Dauer der Aktivität pro Tier in 12 h in Abschnitt 3 (Durchschnitt aus n=6 Tage)**



**Abbildung 4-4: Durchschnittliche Dauer der Aktivität pro Tier in 12 h in Abschnitt 4 (Durchschnitt aus n=6 Tage); \*1 p=0,002; \*2 p=0,032**



**Abbildung 4-5: Durchschnittliche Dauer der Aktivität pro Tier in 12 h in Abschnitt 5 (Durchschnitt aus n=6 Tage); \* p=0,002**



**Abbildung 4-6: Entwicklung der durchschnittlichen Dauer der Aktivität der Versuchs- und Kontrollgruppen über den gesamten Versuchszeitraum (MW aus V1 und V2)**



#### **4.1.2. Vergleich zwischen Versuchs- und Kontrollgruppen in den einzelnen Versuchsabschnitten**

In V1 gab es lediglich im ersten Abschnitt einen signifikanten Unterschied zwischen den Aktivzeiten der Versuchs- und Kontrollgruppe zugunsten der Versuchsgruppe. In den weiteren Abschnitten war eine Tendenz größerer Aktivität der Versuchsgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe erkennbar, die jedoch nicht signifikant war.

Diese Tendenz fand Bestätigung in V2, wobei hier in Abschnitt 4 ein signifikanter Unterschied zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe ermittelt werden konnte (s. Tabelle im Anhang).

Das in Abschnitt 1 erkennbare Aktivitätsverhalten der einzelnen Gruppen, mit längsten Aktivzeiten für die Versuchsgruppe aus V1, zweithöchsten Aktivzeiten für die Kontrollgruppe des V1, gefolgt von der Versuchsgruppe aus V2 und geringsten Aktivzeiten für die Kontrollgruppe aus V2, zieht sich ohne Ausnahme durch alle Abschnitte des weiteren Versuchsablaufes. Abgesehen von Abschnitt 3 lagen zwischen den Kontrollgruppen stets signifikante Aktivitätsunterschiede vor (s. auch Tabelle im Anhang).

#### **4.2. Schlafverhalten**

In Abbildung 4-7 bis 4-11 wird die Entwicklung der Dauer der Schlafzeiten während der täglichen Beobachtungszeit dargestellt.

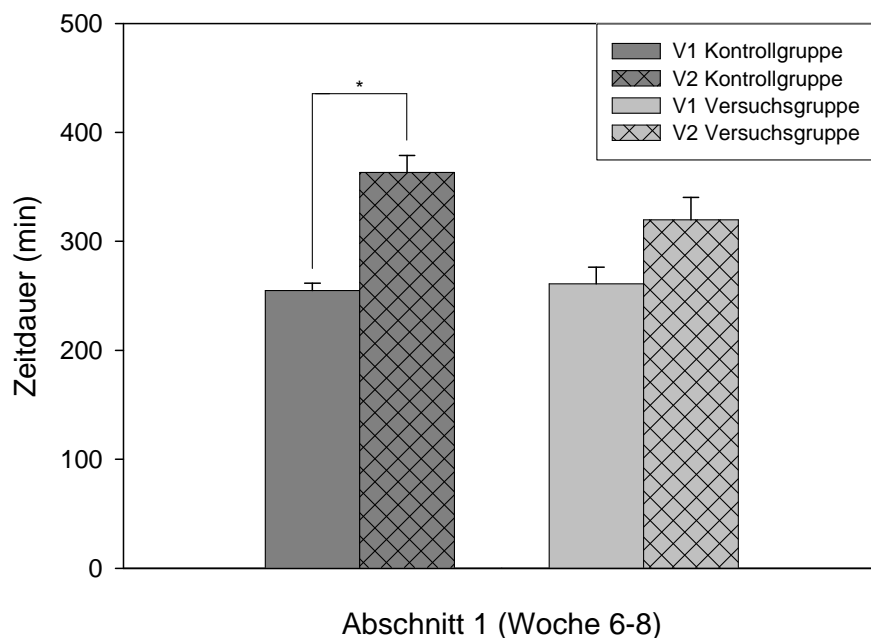
Es zeigte sich, dass in Abschnitt 1 die Tiere der Kontrollgruppe aus V2 mit  $363,20 \pm 15,80$  min/12h am längsten schliefen. Der Unterschied zur Kontrollgruppe aus V1 mit  $255,00 \pm 6,52$  min Schlaf war hier signifikant. Die Versuchsgruppe aus V1 schlief mit  $261,00 \pm 15,33$  min/12h nur geringfügig länger als die Kontrollgruppe aus V1. Ab Abschnitt 2 zeigte sich, dass die Tiere der Versuchsgruppe aus V2 stets am längsten schliefen ( $379,80 \pm 7,97$  min/12h). Die Dauer des Schlafes bei allen anderen Gruppen nahm hier gegenüber Abschnitt 1 ab (V1: Kontrollgruppe:  $224,00 \pm 5,36$  min/12h, Versuchsgruppe:  $229,00 \pm 4,91$  min/12h, V2: Kontrollgruppe:  $312,00 \pm 27,17$  min/12h). Der Unterschied zwischen den Versuchsgruppen war signifikant.

Zu Abschnitt 3 hin nahm die Dauer der Schlafzeiten während des Tages geringfügig zu. Auch hier schliefen die Tiere der Versuchsgruppen aus V2 mit durchschnittlich  $432,80 \pm 28,32$

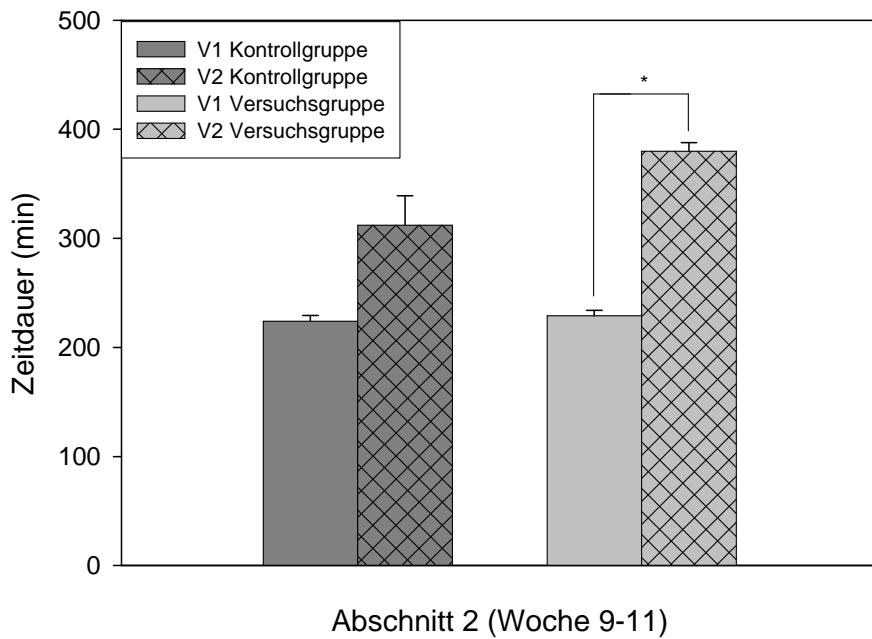
min/12h signifikant länger als die der Versuchsgruppen aus V1 ( $276,50 \pm 40,17$  min/12h). Die Tiere der Kontrollgruppe aus V2 schliefen genauso lange wie die der Versuchsgruppe aus V1.

Abgesehen von der Kontrollgruppe aus V2 schliefen die Tiere in Abschnitt 4 durchschnittlich pro 12h ein wenig länger. Diese schlief mit  $237,60 \pm 27,06$  min/12h am wenigsten. Die der Versuchsgruppe wiederum mit  $382,17 \pm 4,00$  min/12h am längsten. Die Ferkel aus V1 lagen mit Schlafzeiten von durchschnittlich  $259,33 \pm 17,28$  min/12h (Kontrollgruppe) und  $290,00 \pm 23,70$  (Versuchsgruppe) dazwischen.

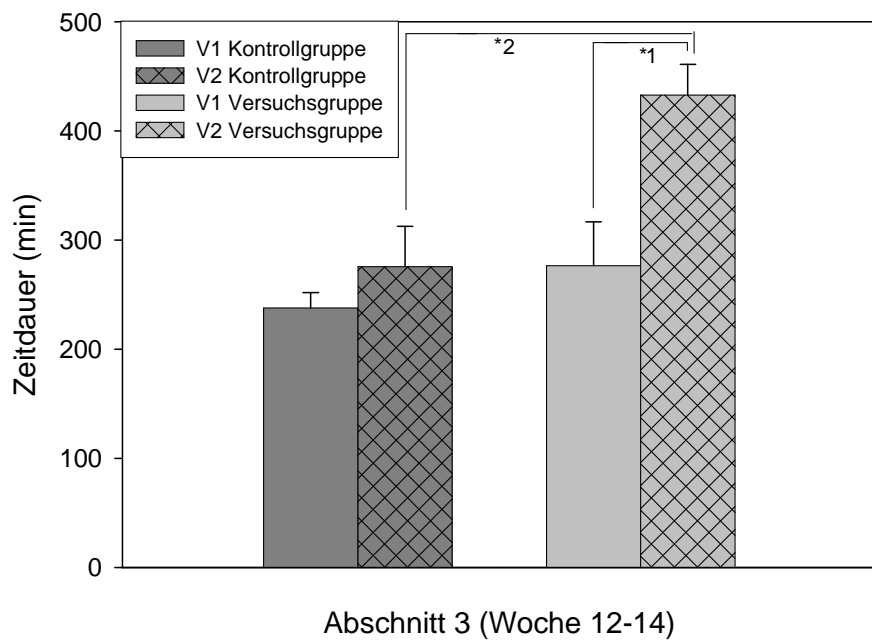
Auch im letzten Abschnitt schliefen die Tiere der Versuchsgruppe aus V2 am längsten ( $427,25 \pm 23,76$  min/12h). Die Schlafdauer der Versuchsgruppe aus V1 ( $338,50 \pm 29,57$  min/12h) und der Kontrollgruppe aus V2 ( $326,00 \pm 63,95$  min/12h) unterschieden sich - wie auch schon im dritten Abschnitt - kaum. Mit  $266,50 \pm 48,31$  min/12h schliefen die Tiere der Kontrollgruppe aus V1 im Vergleich zu allen anderen Tieren am kürzesten, es zeigte sich aber auch hier - wie bei allen Gruppen eine Entwicklung zu längerem Schlaf im fünften Abschnitt.



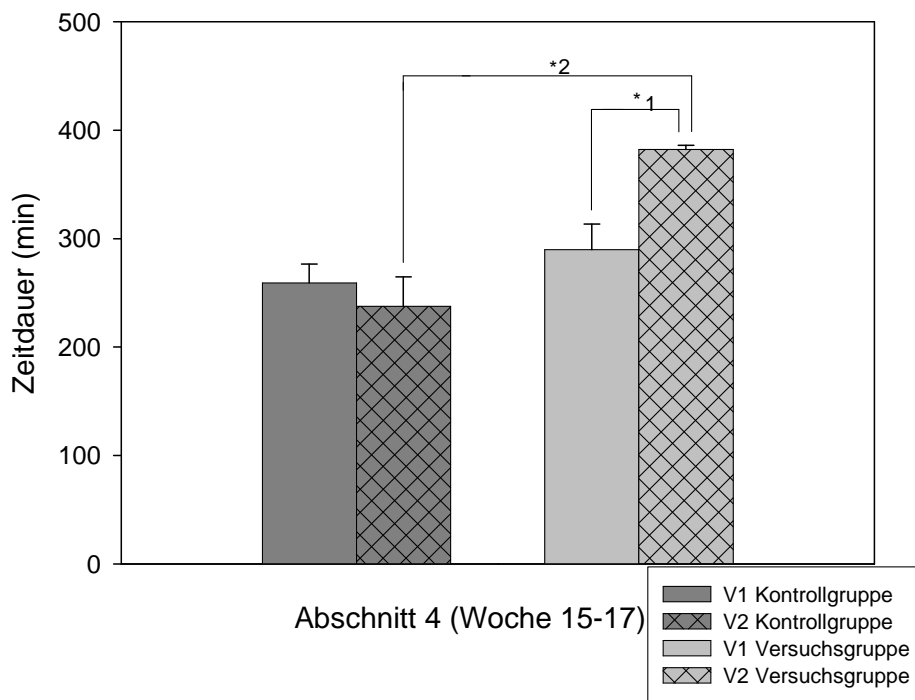
**Abbildung 4-7: Durchschnittliche Schlafdauer pro Tier in 12 h in Abschnitt 1 (Durchschnitt aus n=6 Tage); \*p=0,008**



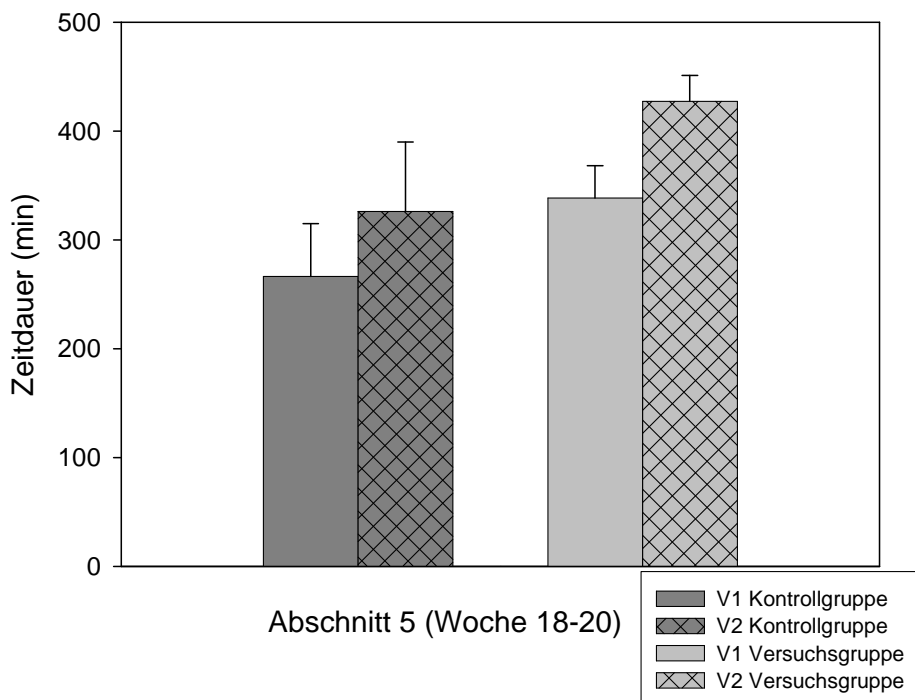
**Abbildung 4-8: Durchschnittliche Schlafdauer pro Tier in 12 h in Abschnitt 2 (Durchschnitt aus n=6 Tage); \*p<0,001**



**Abbildung 4-9: Durchschnittliche Schlafdauer pro Tier in 12 h in Abschnitt 3 (Durchschnitt aus n=6 Tage); \*1 p=0,014; \*2 p=0,010**



**Abbildung 4-10: Durchschnittliche Schlafdauer pro Tier in 12 h in Abschnitt 4 (Durchschnitt aus n=6 Tage); \*1 p=0,035; \*2 p=0,009**



**Abbildung 4-11: Durchschnittliche Schlafdauer pro Tier in 12 h in Abschnitt 5 (Durchschnitt aus n=6 Tage)**

### 4.3. Beschäftigungsdauer mit Stroh

Die Auswertung der Dauer der Beschäftigung mit Stroh setzt sich zusammen aus der Addition der Zeiten die während der Ruhephasen mit der Beschäftigung mit Stroh verbracht wurden und denen mit Strohbeschäftigung während der Aktivzeiten.

Die Werte sind in Tabelle 4-1 dargestellt:

**Tabelle 4-1: Überblick über die Gesamtdauer der Dauer der Beschäftigung der Tiere mit Stroh, Versuchsdurchgang 1 und 2; (MW=Mittelwert, SEM=Standardfehler, n=Tierzahl)**

Einheit min/12h	Versuchsdurchgang 1		Versuchsdurchgang 2	
	Kontrollgruppe n=9	Versuchsgruppe n=8	Kontrollgruppe n=6	Versuchsgruppe n=5
	MW ± SEM			
<b>Abschnitt 1</b>	377,00 ± 19,12	364,67 ± 17,84	338,00 ± 19,58	371,50 ± 24,32
(Woche 6-8)				
<b>Abschnitt 2</b>	389,67 ± 71,37	399,40 ± 9,28	400,50 ± 22,53	327,20 ± 7,37
(Woche 9-11)				
<b>Abschnitt 3</b>	386,00 ± 5,51	376,50 ± 29,55	437,67 ± 36,58	272,00 ± 24,90
(Woche 12-14)				
<b>Abschnitt 4</b>	420,67 ± 20,48	386,67 ± 20,28	477,80 ± 26,51	332,67 ± 28,45
(Woche 15-17)				
<b>Abschnitt 5</b>	431,00 ± 50,42	356,00 ± 32,09	388,00 ± 60,84	291,00 ± 23,93
(Woche 18-20)				

Die Werte liegen in der Kontrollgruppe des V1 zwischen  $386,00 \pm 5,51$  min/12h und  $431,00 \pm 50,42$  min/12h. In der Versuchsgruppe beschäftigten sich die Tiere zwischen  $356,00 \pm 32,09$  und  $399,40 \pm 9,28$  min/12h mit Stroh. Bei den Tieren der Kontrollgruppe des V2 lagen die Zeiten zwischen  $338,00 \pm 19,58$  min/12h und  $477,80 \pm 26,51$  min/12h. Etwas kürzer waren die Zeiten bei der Versuchsgruppe:  $291,00 \pm 23,93$  min/12h –  $371,50 \pm 24,32$  min/12h.

## **4.4. Kontakte mit den Beschäftigungsgegenständen**

### **4.4.1. Anzahl der Kontakte mit den Beschäftigungsgegenständen**

In Abbildung 4-12 bis 4-17 sind die durchschnittlichen täglichen Kontakte der Schweine beider Versuchsdurchgänge mit den Spielgeräten abgebildet. Dargestellt werden alle fünf verwendeten Beschäftigungsgegenstände nebeneinander im Vergleich. Die Versuchsdauer wurde ebenfalls in fünf Versuchsabschnitte eingeteilt.

#### **4.4.1.1. Betrachtung der einzelnen Beschäftigungsgegenstände**

##### Schaukel

In Abschnitt 1 begannen die Tiere mit durchschnittlichen  $17,94 \pm 1,73$  Kontakten/12h in V1 und  $18,70 \pm 1,31$  Kontakten/12h in V2. Im zweiten Abschnitt kam es zu einem deutlichen Rückgang der Kontaktzahlen:  $9,52 \pm 1,29$  (V1) und  $12,66 \pm 0,69$  (V2) Kontakte/12h.

Diese Werte blieben in den nächsten Wochen ohne wesentliche Schwankungen erhalten, abgesehen von einer erhöhten Anzahl von Kontakten mit der Schaukel in Abschnitt 4 des V2. Hier lag die Durchschnittszahl von  $23,20 \pm 2,58$  Kontakten/12h signifikant über den im gleichen Zeitraum in V1 ermittelten  $10,89 \pm 0,79$  Kontakten/12h.

Im letzten Versuchsabschnitt kam es nochmals zu einem Absinken der Kontakte mit der Schaukel, so dass die Versuche mit durchschnittlichen täglichen  $6,48 \pm 1,02$  Kontakten/12h in V1 bzw.  $10,53 \pm 1,89$  Kontakten/12h in V2 endeten. Über den gesamten Versuch hinweg bestand die Tendenz zu höheren Kontaktzahlen bei den Schweinen des V2. Ein signifikanter Unterschied außer dem oben beschriebenen bestand nicht.

##### Bürste

Die Schweine verhielten sich schon im ersten Abschnitt an der Bürste anders als an der Schaukel. Bei der Bürste lag die Zahl der durchschnittlichen täglichen Kontakte mit  $8,06 \pm 1,28$  (V1) und  $6,20 \pm 0,71$  (V2) deutlich unter den „Schaukel-Kontakten“. In V1 kam es auch hier in Abschnitt 2 zu einer deutlichen Verminderung der Kontaktzahlen auf  $4,87 \pm 1,10$  Kontakte/12h. Bis Ende des Versuches gab es in V1 keine weiteren auffälligen Veränderungen. Die Kontakte mit der Bürste in V2 nahmen bis Abschnitt 4 kontinuierlich zu bis zu einem Wert von  $8,37 \pm 1,72$  Kontakten/12h. In Abschnitt 5 halbierten sich die Werte

auf  $4,70 \pm 0,51$  Kontakte/12h. Die Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen waren nicht signifikant.

#### Beißstäbe

Die Häufigkeit der Kontakte/12h mit den Beißstäben lag zu Anfang in V1 mit  $7,11 \pm 1,41$  geringfügig unter den anfangs in V1 bei der Bürste ermittelten Kontaktzahlen. Im weiteren Verlauf des V1 sank die Kontakthäufigkeit kontinuierlich, bis sie mit  $2,79 \pm 0,30$  Kontakten/12h endete.

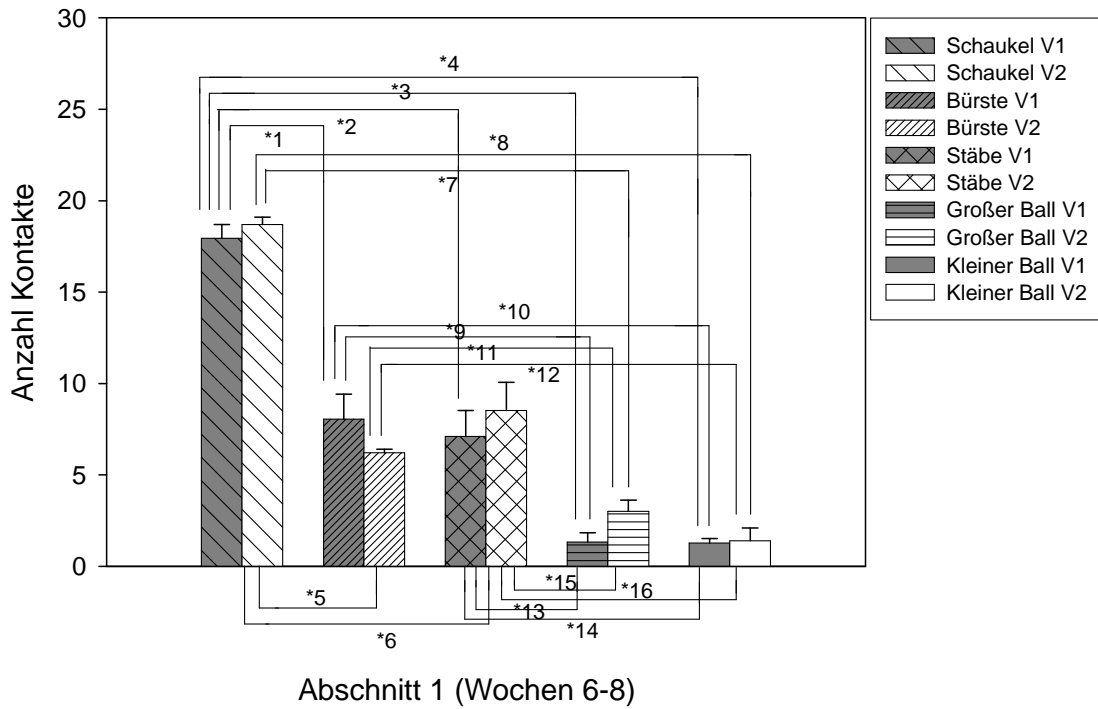
In V2 lagen die Kontakte mit den Beißstäben bei  $8,53 \pm 1,59$  (Abschnitt 1) und  $6,23 \pm 0,22$  Kontakten/12h (Abschnitt 2). In Abschnitt 4 kam es zu einem Anstieg der Kontaktzahlen auf  $13,86 \pm 3,25$  durchschnittliche Kontakten/12h. Die Tiere beendeten den Versuch mit durchschnittlich  $5,10 \pm 0,63$  Kontakten mit den Beißstäben. Die Unterschiede in den letzten beiden Versuchsabschnitten waren signifikant (s. Tabelle im Anhang).

#### Großer Ball

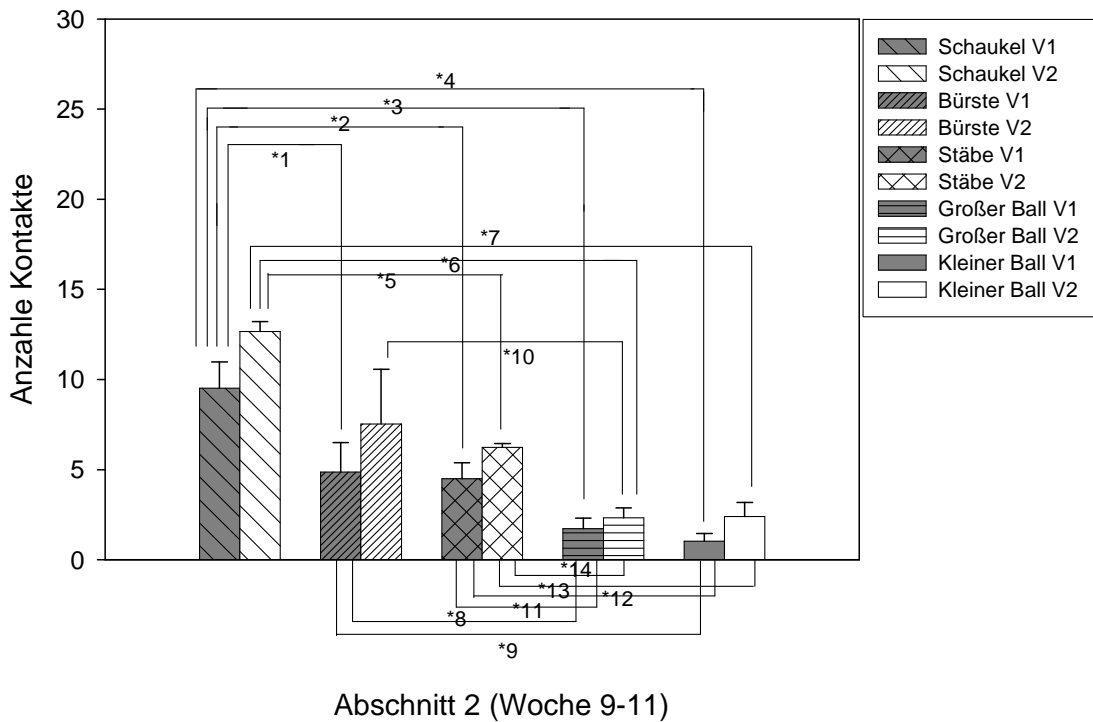
Die Kontaktaufnahme mit dem großen Ball war deutlich geringer als bei den bisher dargestellten Beschäftigungsmaterialien. Die Anzahl der Kontakte mit dem Ball begannen in V1 mit durchschnittlich  $1,33 \pm 0,43$  Kontakten/12h. Es kam dann im Verlauf des Versuchs zu geringfügig mehr Kontakten ( $2,27 \pm 0,07$  Kontakte/12h in Abschnitt 4) und einem starken Abfall am Ende mit  $0,54 \pm 0,15$  Kontakten/12h. In V2 entwickelten sich die Kontaktzahlen mit entgegengesetzter Tendenz. Beginnend mit durchschnittlich  $3,00 \pm 0,61$  Kontakten/12h sanken die Kontakte kontinuierlich bis auf  $0,63 \pm 0,24$  im letzten Abschnitt. Trotz dieser gegenläufigen Entwicklung waren die Unterschiede nicht signifikant (s. Tabelle im Anhang).

#### Kleiner Ball

Auch die Kontakte mit dem kleinen Ball zeigten sich sowohl in V1 als auch in V2 mit Werten zwischen  $1,04 \pm 0,32$  (Abschnitt 3; V2) und  $3,08 \pm 0,47$  Kontakten/12h (Abschnitt 4; V1) über den gesamten Versuchsverlauf gleich.

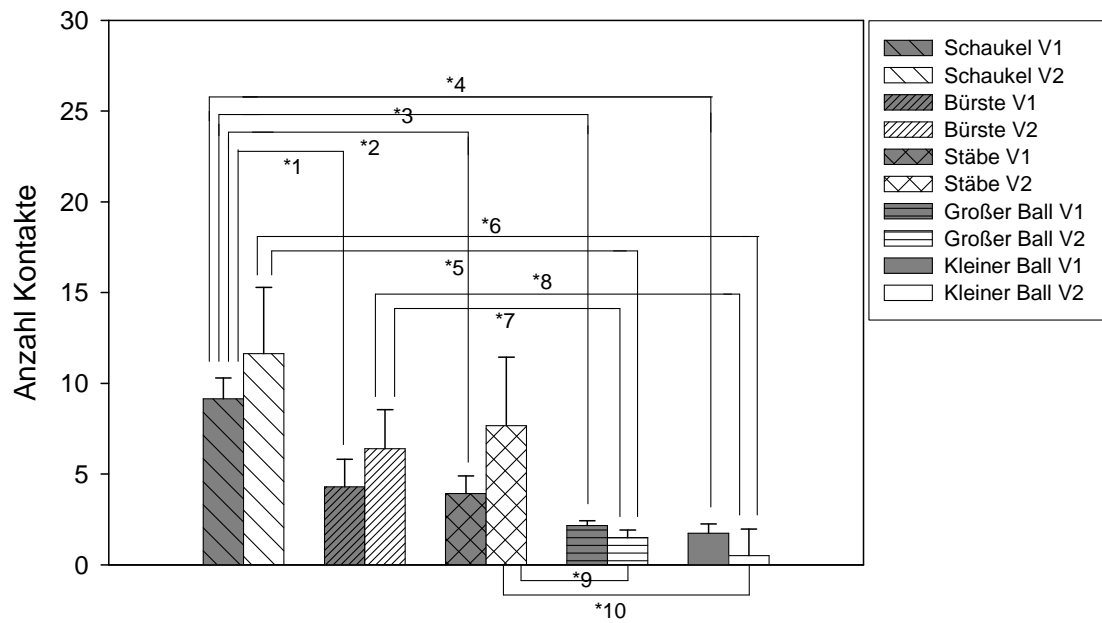


**Abbildung 4-12: Durchschnittliche Anzahl Kontakte pro Tier in 12 h in Abschnitt 1 (Durchschnitt aus n=6 Tage);** \*1  $p < 0,001$ ; \*2  $p < 0,001$ ; \*3  $p = 0,002$ ; \*4  $p = 0,002$ ; \*5  $p < 0,001$ ; \*6  $p < 0,001$ ; \*7  $p < 0,001$ ; \*8  $p < 0,001$ ; \*9  $p = 0,002$ ; \*10  $p < 0,001$ ; \*11  $p = 0,041$ ; \*12  $p = 0,004$ ; \*13  $p = 0,008$ ; \*14  $p = 0,008$ ; \*15  $p = 0,019$ ; \*16  $p = 0,002$



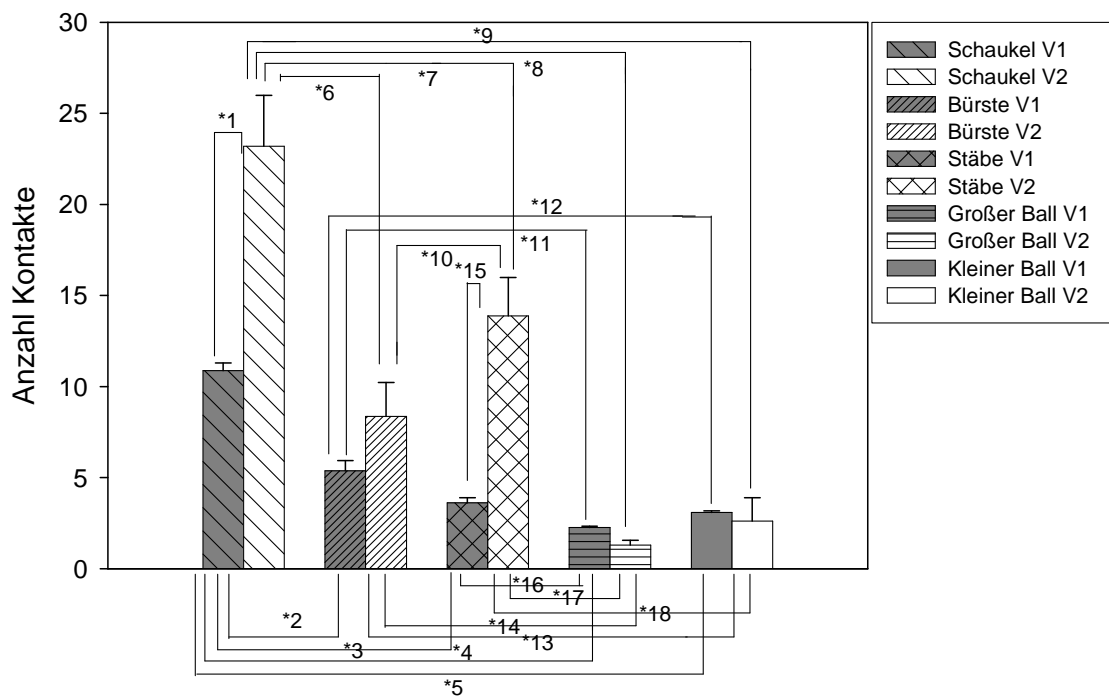
**Abbildung 4-13: Durchschnittliche Anzahl Kontakte pro Tier in 12 h in Abschnitt 2 (Durchschnitt aus n=6 Tage);** \*1  $p = 0,021$ ; \*2  $p = 0,028$ ; \*3  $p < 0,001$ ; \*4  $p < 0,001$ ; \*5  $p < 0,001$ ; \*6  $p < 0,001$ ; \*7  $p < 0,001$ ; \*8  $p = 0,013$ ; \*9  $p < 0,001$ ; \*10  $p = 0,041$ ; \*11  $p = 0,008$ ; \*12  $p = 0,008$ ; \*13  $p = 0,001$ ; \*14  $p = 0,002$ ;





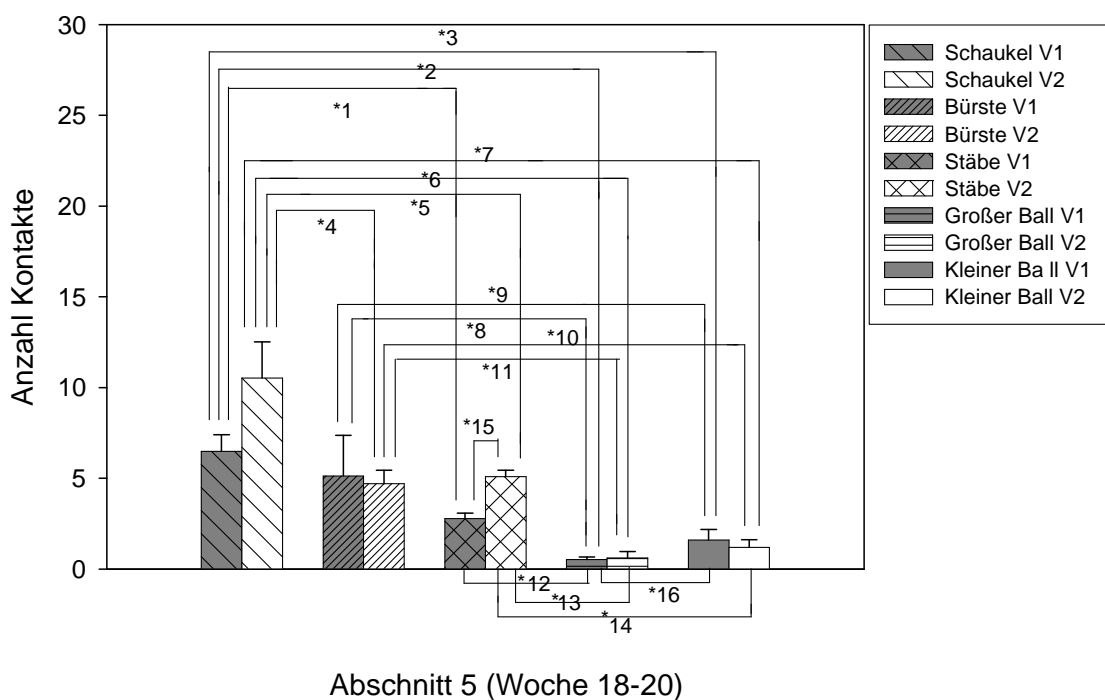
Abschnitt 3 (Woche 12-14)

**Abbildung 4-14: Durchschnittliche Anzahl Kontakte pro Tier in 12 h in Abschnitt 3 (Durchschnitt aus n=6 Tage);** \*1 p=0,026; \*2 p=0,005; \*3 p=0,002; \*4 p=0,002; \*5 p=0,041; \*6 p=0,026; \*7 p=0,017; \*8 p=0,041; \*9 p=0,032; \*10 p=0,026

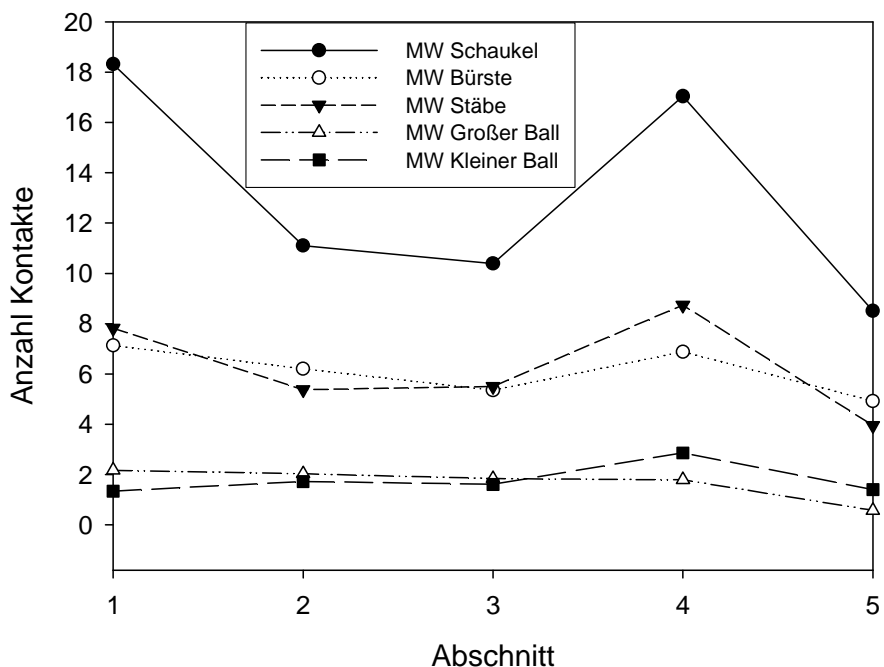


Abschnitt 4 (Woche 15 -17)

**Abbildung 4-15: Durchschnittliche Anzahl Kontakte pro Tier in 12 h in Abschnitt 4 (Durchschnitt aus n=6 Tage);** \*1p=0,001; \*2 p<0,001; \*3 p=0,001; \*4 p<0,001; \*5 p<0,001; \*6 p<0,001; \*7 p=0,048; \*8 p=0,002; \*9<0,001; \*10 p=0,006; \*11 p<0,001; \*12 p=0,003; \*13 p=0,002; \*14 p=0,017; \*15 p=0,009; \*16 p=0,022; \*17 p=0,002; \*18 p=0,009



**Abbildung 4-16: Durchschnittliche Anzahl Kontakte pro Tier in 12 h in Abschnitt 5 (Durchschnitt aus n=6 Tage);** \*1 p=0,006; \*2 p=0,002; \*3 p=0,001; \*4 p=0,014; \*5 p=0,026; \*6 p=0,002; \*7 p<0,001; \*8 p=0,002; \*9 p=0,040; \*10 p<0,001; \*11 p<0,001; \*12 p<0,001; \*13 p<0,001; \*14 p<0,001; \*15 p=0,009; \*16 p=0,043



**Abbildung 4-17: Entwicklung der durchschnittlichen Anzahl der täglichen Kontakte mit den verschiedenen Beschäftigungsmöglichkeiten über den gesamten Versuchszeitraum (MW aus V1 und V2)**

#### **4.4.1.2. Vergleich der Beschäftigungsgegenstände untereinander**

##### Schaukel im Vergleich zu den übrigen Beschäftigungsgegenständen

Mit Höchstwerten von durchschnittlich  $17,94 \pm 1,73$  und  $23,20 \pm 2,58$  Kontakten/12h in V1 und V2 lag die Schaukel in Bezug auf die Kontaktzahlen in deutlichem Abstand vor den anderen Spielgeräten. Sowohl in V1 als auch V2 führten im Schnitt jedes Einzeltier gegenüber allen anderen Beschäftigungsgegenständen signifikant mehr Kontakte mit der Schaukel aus. Hiervon gab es in V1 nur eine Ausnahme: In Abschnitt 5 lag im Vergleich mit der Bürste keine Signifikanz vor. Auch in V2 spielten die Schweine immer mehr mit der Schaukel als mit den anderen Enrichment-Objekten. In nur zwei Fällen war der Unterschied zur Bürste nicht signifikant (Abschnitt 2 und 3). Die Kontaktzahlen mit den Stäben waren zwar auch in Abschnitt 3 geringer, der Unterschied aber nicht signifikant.

##### Vergleich Bürste – Beißstäbe

Nur in Abschnitt 4 kam es bei den Schweinen des V2 mit durchschnittlich  $13,86 \pm 3,25$  Kontakten/12h zu signifikant mehr Berührungen mit den Beißstäben als mit der Bürste. Ansonsten kam es bei beiden Beschäftigungsgegenständen zu annähernd gleichen Kontakthäufigkeiten.

##### Vergleich Bürste – Bälle

Mit Werten zwischen  $4,31 \pm 1,45$  (Bürste, Abschnitt 3, V1) und  $8,37 \pm 1,72$  (Bürste, Abschnitt 4, V2) Kontakten/12h gegenüber Kontaktzahlen von  $0,54 \pm 0,15$  (großer Ball Abschnitt 5, V1) bis  $3,08 \pm 0,47$  (kleiner Ball, Abschnitt 4, V1) lagen die Kontaktzahlen mit den Bürsten in beiden Versuchsdurchgängen deutlich höher als mit den Bällen. In V2 spielten die Schweine während des ganzen Versuchs signifikant seltener mit beiden Bällen als mit der Bürste. Ähnlich verhielt es sich in V1. Hier kam es aber in Bezug auf den großen Ball nach Abschnitt 1 erst in den letzten beiden Abschnitten wieder zu signifikanten Unterschieden (s. Tabelle im Anhang). Mit dem kleinen Ball spielten die Tiere hier - abgesehen von Abschnitt 3 - stets signifikant seltener.

##### Vergleich Beißstäbe – Bälle

In V1 spielten die Schweine deutlich seltener mit den Bällen als mit den Stäben. Hier ergaben sich zumeist signifikante Unterschiede bzw. deutliche Tendenzen. Einzige Ausnahmen gab es in Abschnitt 3 des V1 (großer Ball) und mit dem kleinen Ball in Abschnitt 3 und 4 (s. Tabelle im Anhang).

Mit Werten von zumeist um 7 gelegen lag die Kontakthäufigkeit/12h mit den Stäben in V2 deutlich höher als die mit beiden Bällen. Diese Unterschiede waren hier stets signifikant (s. Tabelle im Anhang).

#### Vergleich der Bälle

Anfangs zeigte sich vor allem in V2 eine leichte Tendenz zu mehr Kontakten mit dem großen Ball; gegen Mastende hingegen änderte sich dies zugunsten des kleinen Balles. Lediglich in Abschnitt 5 des V1 kam es zu signifikant mehr Kontakten mit dem kleinen Ball als mit dem großen.

### **4.4.2. Dauer der Kontakte mit den Beschäftigungsgegenständen**

#### **4.4.2.1. Betrachtung der einzelnen Beschäftigungsgegenstände**

##### Schaukel

Wie aus Abbildung 4-18 bis Abbildung 4-23 erkennbar, ist die Kontaktaufnahme der Schweine mit der Schaukel im ersten Abschnitt in beiden Versuchsläufen durch lange Kontaktdauer gekennzeichnet. So beschäftigte sich in Abschnitt 1 im Schnitt jedes Einzeltier der Versuchsgruppe  $202,93 \pm 36,18$  s/12h mit der Schaukel; die Tiere aus V2 nur geringfügig weniger:  $179,25 \pm 42,35$  s/12h.

In Abschnitt 2 kam es zu einem starken Absinken der Dauer auf  $56,33 \pm 12,63$  s/12h in V1 bzw.  $59,05 \pm 7,07$  s/12h (V2). In V1 blieb es bis Abschluss des Versuches ziemlich konstant bei diesen Zeiten ( $48,16 \pm 11,30$  bis  $65,89 \pm 5,60$  s/12h).

Beim Beschäftigungsverhalten der Schweine aus V2 kam es zu deutlicheren Schwankungen. So lagen dort die durchschnittlichen Kontaktzeiten zwischen  $49,33 \pm 12,48$  s/12h (Abschnitt 4) und  $130,83 \pm 43,46$  s/12h im letzten Abschnitt.

Im Vergleich des Verhaltens mit der Schaukel ergaben sich zwischen den beiden Gruppen keine signifikanten Unterschiede (s. Tabelle im Anhang).

##### Bürste

Die Kontaktzeiten mit der Bürste waren in Abschnitt 1 in beiden Versuchsdurchgängen weniger hoch als bei der Schaukel ( $115,69 \pm 30,44$  s/12h bzw.  $128,62 \pm 15,51$  s/12h im

Durchschnitt), reduzierten sich aber auch hier von Abschnitt 1 auf Abschnitt 2 auf  $103,36 \pm 31,41$  s/12h bei V1 und auf  $86,93 \pm 29,66$  s/12h in V2. Eine weitere Reduktion der Beschäftigungszeit ergab sich gegenüber Abschnitt 3, wo es mit  $37,39 \pm 5,75$  s/12h einen starken Rückgang in V1, mit  $71,98 \pm 14,95$  s hingegen einen geringen Rückgang in V2 gab. Gegen Ende des Versuches blieben die Kontakte mit der Bürste in V2 weitgehend konstant, in V1 kam es wieder zu Zunahmen in der Dauer der Kontakte bis zu  $93,45 \pm 29,30$  s/12h in Abschnitt 5.

Wie auch schon bei der Schaukel gab es im Vergleich beider Gruppen keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Kontaktdauer mit der Bürste (s. Tabelle im Anhang).

#### Beißstäbe

Die Beschäftigungszeit der Schweine mit den Stäben nahm im Verlauf des Versuches zu. Dieses in V1 beobachtete Verhalten fand in V2 sogar noch ausgeprägter statt. So spielte jedes der Schweine in V1 durchschnittlich  $32,96 \pm 1,32$  s/12h im ersten Abschnitt; in Abschnitt 5 waren es  $65,59 \pm 23,36$  s/12h.

In V2 steigerte sich die Beschäftigungszeit beginnend mit  $29,40 \pm 6,54$  s/12h (Abschnitt 1) auf  $98,77 \pm 13,51$  s/12h (Abschnitt 5).

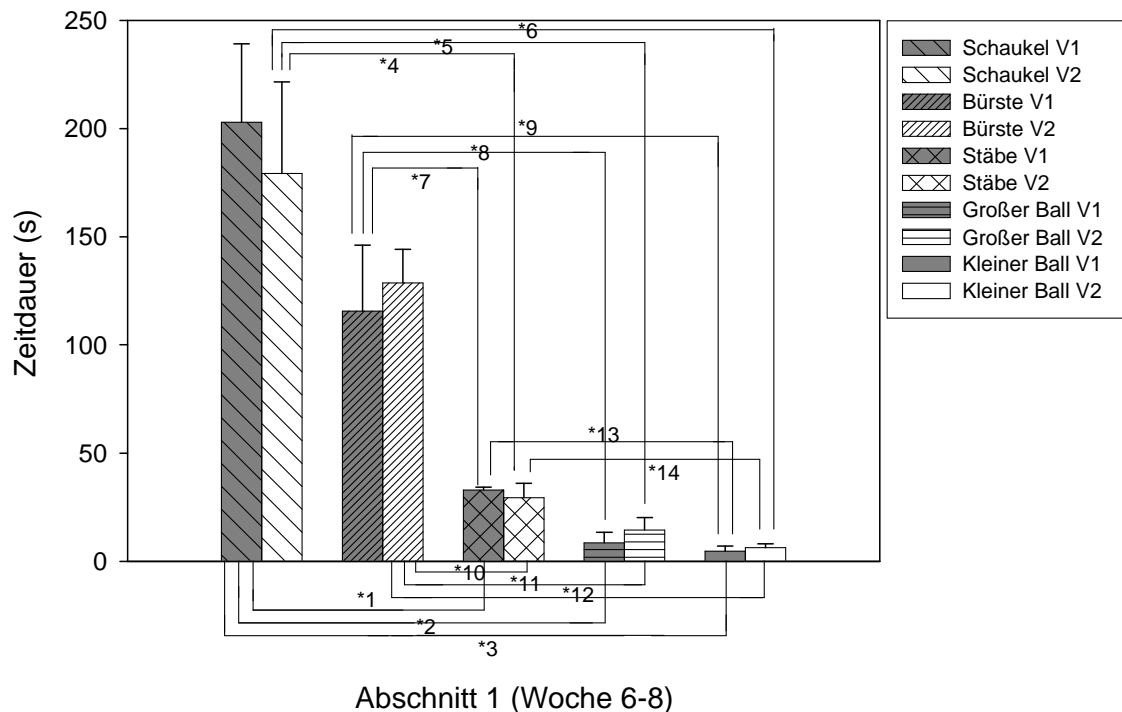
Beim Vergleich beider Gruppen zeigte sich, dass die Beschäftigungszeiten mit den Beißstäben im V2 tendenziell höher waren, es jedoch nie zu einem signifikanten Unterschied kam (s. auch Tabelle im Anhang).

#### Großer Ball

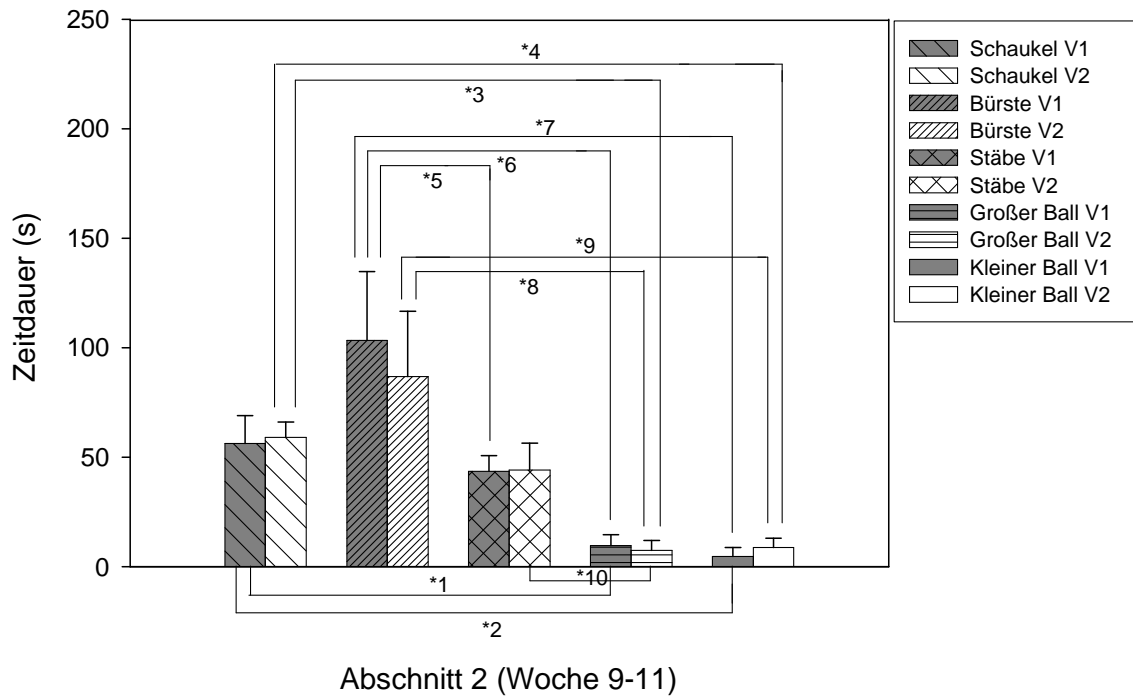
Die Dauer der Beschäftigung mit dem großen Ball war von Anfang an mit  $8,40 \pm 4,90$  s in V1 und  $14,40 \pm 5,74$  s/12h in V2 relativ niedrig. Diese Zeiten verringerten sich in beiden Versuchsdurchgängen im Verlauf des Versuches auf  $2,98 \pm 1,24$  s/12h in V1 und  $1,27 \pm 0,69$  s/12h in V2 im vierten Versuchsabschnitt. Mit  $2,82 \pm 1,42$  s/12h im letzten Abschnitt blieb die Spieldauer bei den Schweinen des V1 weitgehend gleich. Im V2 kam es noch einmal zu einem kleinen Anstieg auf  $2,78 \pm 2,49$  s/12h. Die Tiere des V1 beschäftigten sich geringfügig mehr mit dem großen Ball als die des V2, es gab jedoch keinen signifikanten Unterschied (s. Tabelle im Anhang).

## Kleiner Ball

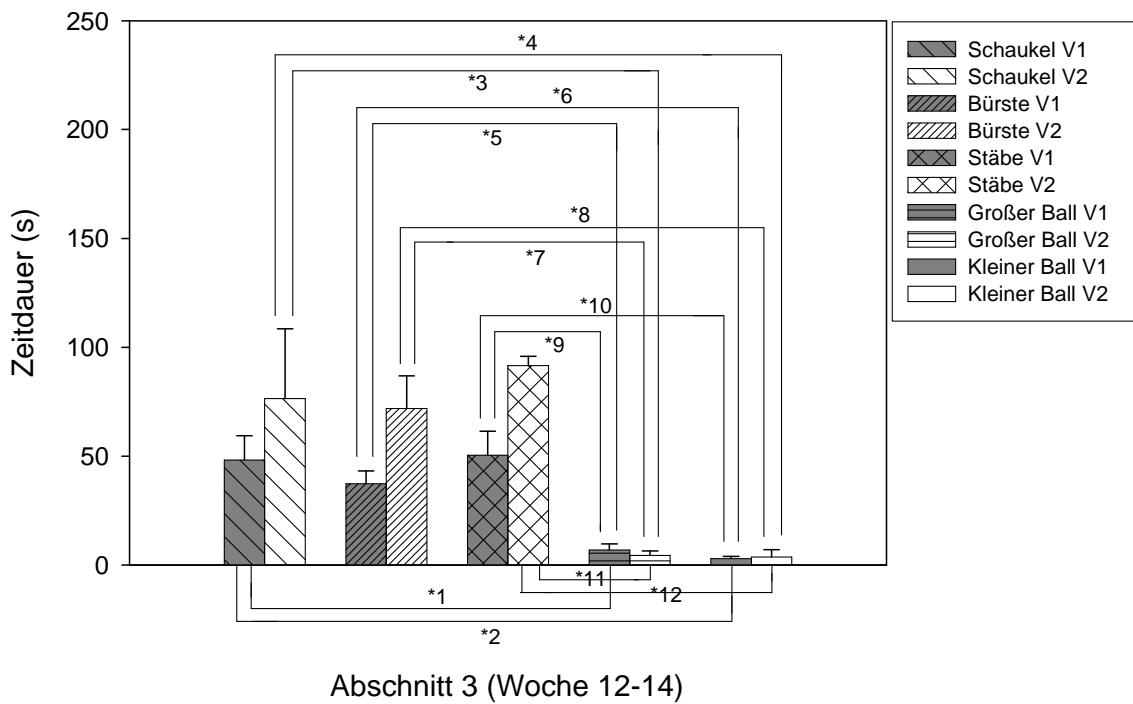
Die Kontaktzeiten mit dem kleinen Ball waren in V1 auf gleichmäßig niedrigem Niveau. Sie lagen zwischen  $2,91 \pm 1,08$  (Abschnitt 4) und  $4,63 \pm 0,45$  s/12h (Abschnitt 5). In V2 spielten die Tiere tendenziell, aber nie signifikant mehr mit dem kleinen Ball. Die längste Beschäftigungszeit war in Abschnitt 2 mit  $8,81 \pm 4,27$  s/12h feststellbar, die kürzeste im letzten Versuchsteil mit  $1,92 \pm 0,59$  s/12h.



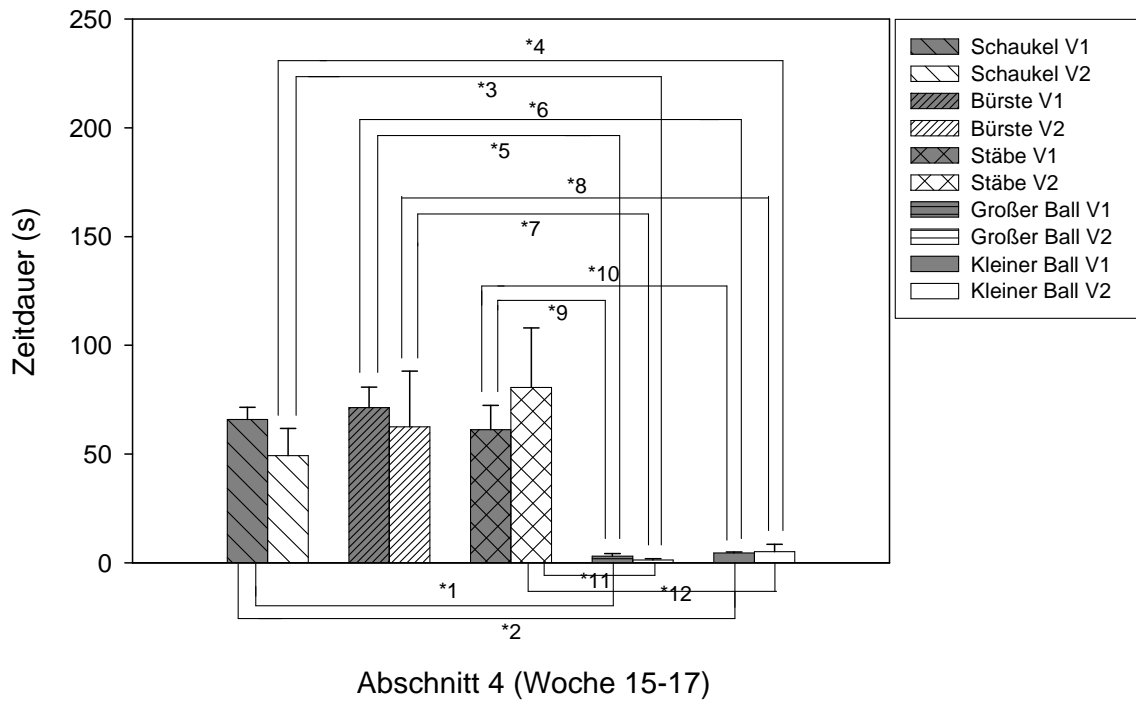
**Abbildung 4-18: Durchschnittliche Dauer der Kontakte pro Tier in 12 h in Abschnitt 1 (Durchschnitt aus n=6 Tage);** \*1 p=0,002; \*2 p=0,002; \*3 p=0,002; \*4 p=0,002; \*5 p=0,006; \*6 p=0,002; \*7 p=0,014; \*8 p=0,002; \*9 p=0,002; \*10 p=0,005; \*11 p=0,002; \*12 p=0,002; \*13 p=0,015; \*14 p=0,008



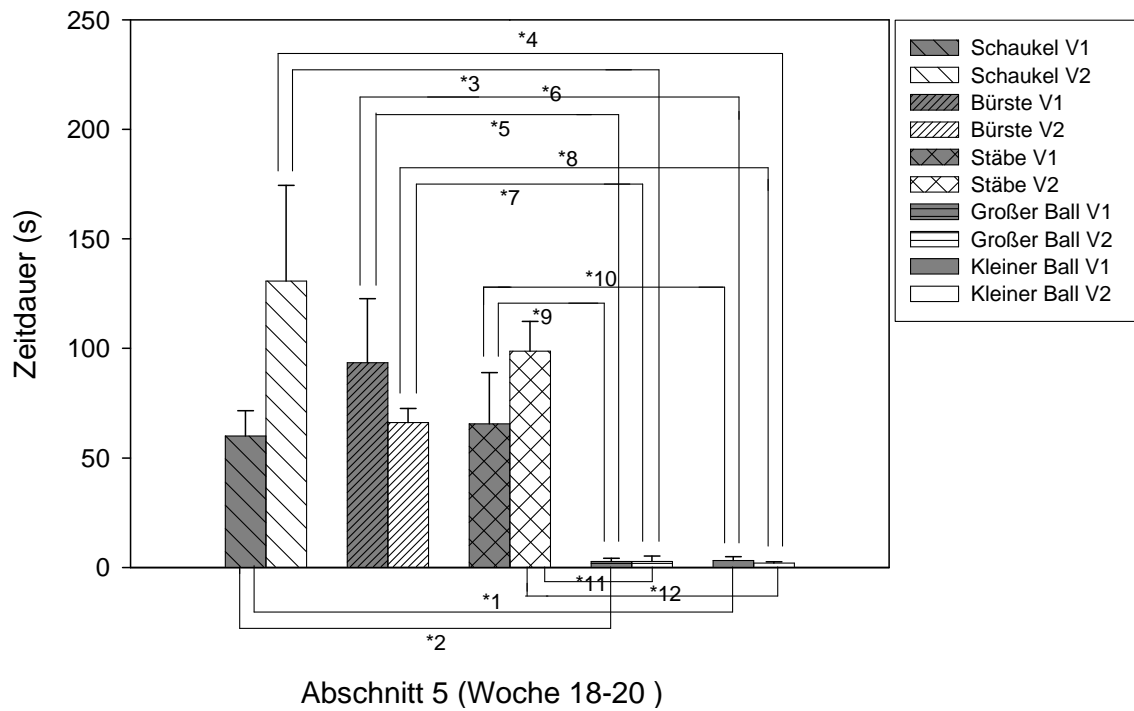
**Abbildung 4-19: Durchschnittliche Dauer der Kontakte pro Tier in 12 h in Abschnitt 2 (Durchschnitt aus n=6 Tage);** \*1  $p=0,002$ ; \*2  $p=0,004$ ; \*3  $p=0,002$ ; \*4  $p=0,002$ ; \*5  $p=0,031$ ; \*6  $p=0,002$ ; \*7  $p=0,002$ ; \*8  $p=0,004$ ; \*9  $p=0,021$ ; \*10  $p=0,015$



**Abbildung 4-20: Durchschnittliche Dauer der Kontakte pro Tier in 12 h in Abschnitt 3 (Durchschnitt aus n=6 Tage);** \*1  $p<0,001$ ; \*2  $p=0,002$ ; \*3  $p=0,002$ ; \*4  $p=0,002$ ; \*5  $p<0,001$ ; \*6  $p=0,002$ ; \*7  $p=0,004$ ; \*8  $p=0,004$ ; \*9  $p<0,001$ ; \*10  $p<0,001$ ; \*11  $p=0,001$ ; \*12  $p=0,004$

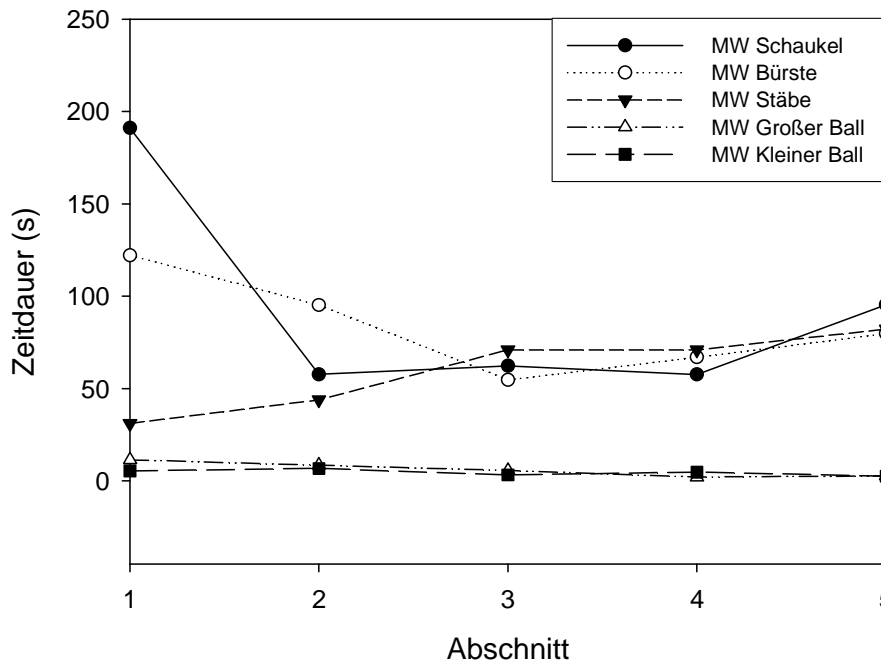


**Abbildung 4-21: Durchschnittliche Dauer der Kontakte pro Tier in 12 h in Abschnitt 4 (Durchschnitt aus n=6 Tage);** \*1 p=0,002; \*2 p=0,002; \*3 p=0,002; \*4 p=0,004; \*5 p=0,002; \*6 p=0,002; \*7 p=0,002; \*8 p=0,026; \*9 p=0,002; \*10 p=0,002; \*11 p=0,004; \*12 p=0,015



**Abbildung 4-22: Durchschnittliche Dauer der Kontakte pro Tier in 12 h in Abschnitt 5 (Durchschnitt aus n=6 Tage);** \*1 p=0,003; \*2 p=0,002; \*3 p=0,002; \*4 p=0,002; \*5 p=0,002; \*6 p=0,002; \*7 p=0,002; \*8 p=0,002; \*9 p=0,004; \*10 p=0,009; \*11 p=0,002; \*12 p=0,002





**Abbildung 4-23: Entwicklung der durchschnittlichen täglichen Dauer der Kontakte mit den verschiedenen Beschäftigungsgegenständen über den gesamten Versuchszeitraum (MW aus V1 und V2)**

#### **4.4.2.2. Vergleich der Dauer der Nutzung der Beschäftigungsgegenstände**

Neben den Entwicklungen in der Dauer der Nutzung der einzelnen Beschäftigungsgegenstände wird aus Abbildung 4-18 bis Abbildung 4-23 auch der direkte Vergleich der Nutzung ersichtlich.

##### Vergleich Schaukel – Bürste

Anfangs spielten die Schweine in beiden Versuchsdurchgängen etwas länger mit der Schaukel (Schaukel:  $202,93 \pm 36,18$  s, Bürste:  $115,69 \pm 30,44$  s in V1; Schaukel:  $179,25 \pm 42,35$  s, Bürste:  $128,62 \pm 15,51$  s in V2) was sich im zweiten Abschnitt zugunsten der Bürste änderte und in den weiteren Abschnitten annäherte.

Insgesamt betrachtet gab es aber weder in V1 noch in V2 signifikante Unterschiede in der Nutzungsdauer zwischen Schaukel und Bürste (s. Tabelle im Anhang).

##### Vergleich Schaukel – Stäbe

In beiden Versuchsdurchgängen kam es nur in Abschnitt 1 zu signifikant längerer Kontaktdauer mit der Schaukel im Vergleich zu den Beißstäben.

In Abschnitt 2 verringerten sich die Unterschiede in den Beschäftigungszeiten zwischen Schaukel und Stäben.

Ab Abschnitt 3 spielten die Schweine ähnlich lange mit den beiden Beschäftigungsgegenständen bzw. es bestand vor allem in V2 die Tendenz zu längerer Beschäftigung mit den Beißstäben als mit der Schaukel. Hier kam es aber zu keinen signifikanten Unterschieden (s. Tabelle im Anhang).

#### Vergleich Schaukel – Bälle

Bei den im Vergleich von Schaukel und Bällen ermittelten Signifikanzwerten wurde deutlich, dass es in beiden Versuchsdurchgängen in allen Abschnitten stets signifikante Unterschiede in den Kontaktzeiten zugunsten der Schaukel gab.

#### Vergleich Bürste – Stäbe

In den Abschnitten 1 und 2 gab es signifikant längere Kontakte mit der Bürste. Ab Abschnitt 3 kam es zu ähnlich langen Kontakten bzw. Tendenzen zur Umkehr.

#### Vergleich Bürste – Bälle

Hier kam es durchgängig in allen Abschnitten beider Versuchsdurchgänge sowohl bezogen auf den großen als auch auf den kleinen Ball zu signifikant längeren Kontakten mit der Bürste (s. Tabelle im Anhang).

#### Vergleich Beißstäbe – Bälle

Die Kontaktzeiten der Schweine mit dem großen Ball waren ab dem dritten Abschnitt signifikant kleiner, die mit dem kleinen Ball – außer in Abschnitt 2- von Anfang an. Ähnlich verhielt es sich in V2. Hier waren die Spielzeiten mit dem großen Ball - abgesehen von Abschnitt 1 - signifikant kürzer, mit dem kleinen Ball – außer im zweiten Abschnitt - durchgehend.

#### Vergleich der Bälle

Es kam zwischen den beiden Bällen nie zu signifikanten Unterschieden bezüglich der Dauer der Kontakte (s. auch Tabelle im Anhang).

### **4.4.3. Durchschnittliche Dauer pro Kontakt mit den Beschäftigungsgegenständen**

#### **4.4.3.1. Betrachtung der einzelnen Beschäftigungsgegenstände**

##### Schaukel

Aus Abbildung 4-24 bis Abbildung 4-29 wird ersichtlich, dass die durchschnittliche Kontaktdauer je Kontakt in V1 im ersten Abschnitt mit  $11,22 \pm 1,81$  s relativ lange war. Zum zweiten Versuchsabschnitt hin halbierte sich diese Kontaktdauer nahezu auf  $5,72 \pm 0,59$  s. Dieses Verhalten änderte sich in den Abschnitten 3 und 4 mit Kontaktzeiten von  $5,20 \pm 0,47$  und  $6,24 \pm 1,59$  s im Durchschnitt nicht. Im letzten Abschnitt des Versuchs kam es mit durchschnittlich  $10,76 \pm 2,99$  s/Kontakt wieder zu einer Verdopplung hin in Richtung Ausgangswert. Ein ganz ähnliches Verhalten zeigten die Schweine in V2. Mit Beschäftigungszeiten von  $9,46 \pm 2,40$  s spielten sie pro Kontakt kürzer, zeigten aber zum Abschnitt 2 hin dieselbe Verkürzung der Kontaktzeit, die zuvor in V1 beobachtet wurde. Nach einer nochmaligen Reduktion der Kontaktaufnahmen in Abschnitt 4 auf durchschnittliche  $2,36 \pm 0,54$  s/Kontakt kam es auch hier zu einer starken Zunahme der Beschäftigungsdauer mit der Schaukel in Abschnitt 5. Diese lag sogar nochmals ca. ein Drittel höher als in V1. Mit  $p=0,044$  spielten die Schweine des V1 in Abschnitt 4 signifikant länger pro Kontakt mit der Schaukel als die des V2.

##### Bürste

Wie aus Abbildung 4-24 bis Abbildung 4-29 deutlich wird, war die durchschnittliche Kontaktdauer mit  $13,67 \pm 1,76$  s (V1) und  $21,89 \pm 4,81$  s (V2) schon von Anfang an in beiden Versuchsgängen relativ lang. Mit  $24,26 \pm 5,00$  s und  $24,54 \pm 11,10$  s kam es in den Abschnitten 2 und 5 des V1 zu den im gesamten Versuch beobachteten längsten Kontaktzeiten pro Kontakt. Abgesehen von Abschnitt 1 ( $21,89 \pm 4,81$  s/Kontakt) lag die durchschnittliche Verweildauer pro Kontakt in V2 unter denen des V1, jedoch kam es nie zu einem signifikanten Unterschied. Der Kurvenverlauf war in den Abschnitten 2 bis 4 ähnlich dem in V1: Von  $17,94 \pm 6,65$  s/Kontakt reduzierte sich die Kontaktzeit auf  $8,60 \pm 3,85$  s (Abschnitt 4). Ebenso wie in V1 beschäftigten sich die Schweine im letzten Abschnitt mit  $15,11 \pm 3,02$  s wieder länger mit der Bürste.

### Beißstäbe

Wie Abbildung 4-24 bis Abbildung 4-29 verdeutlichen, war das zeitliche Verhalten in V1 mit den Beißstäben tendenziell gegenläufig zu Schaukel und Bürste. Beginnend mit  $3,47 \pm 0,64$  s/Kontakt stiegen diese bis Abschnitt 5 auf  $21,92 \pm 10,47$  s/Kontakt. Zwischen Abschnitt 1 und 2 gab es einen Sprung auf  $11,70 \pm 6,19$  s/Kontakt und einen weiteren von Abschnitt 4 ( $14,88 \pm 3,60$  s/Kontakt) zu Abschnitt 5. Ein ähnlicher Verlauf war in V2 erkennbar. Beginnend mit  $4,53 \pm 1,85$  s/Kontakt in Abschnitt 1 verlängerte sich die Beschäftigungszeit pro Kontakt bis Abschnitt 5 auf durchschnittlich  $20,32 \pm 3,13$  s. Der in V1 beobachtete Anstieg zwischen Abschnitt 1 und 2 fiel in V2 mit  $7,86 \pm 3,10$  s in Abschnitt 2 geringer aus als in V1. Der Anstieg der Beschäftigungsdauer/Kontakt von Abschnitt 4 auf 5 war hier jedoch noch deutlicher als in V1. In Abschnitt 3 war der Unterschied zwischen den Versuchsgruppen signifikant.

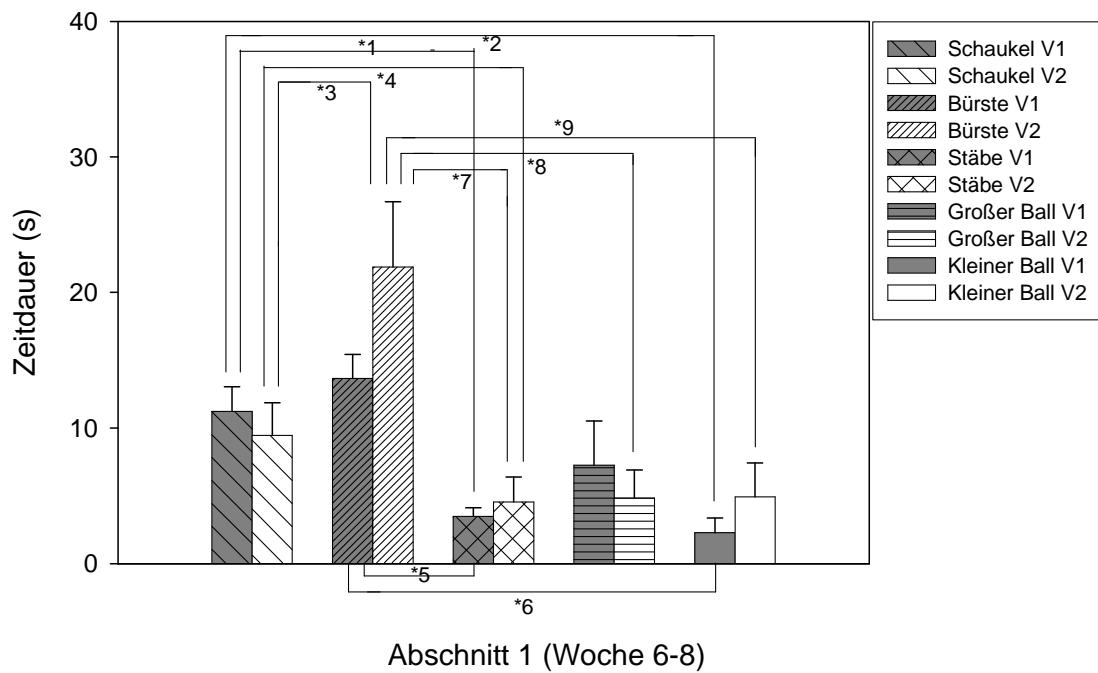
### Großer Ball

Im Verhalten mit dem großen Ball zeigten sich – wie aus Abbildung 4-24 bis Abbildung 4-29 ersichtlich - pro Kontakt große Schwankungen. In Abschnitt 1 beschäftigten sich die Schweine durchschnittlich  $7,26 \pm 3,27$  s/Kontakt mit dem großen Ball, in Abschnitt 2 waren es  $11,25 \pm 7,66$  s und am Versuchsende  $9,41 \pm 5,82$  s im Durchschnitt pro Kontakt. Dazwischen betrug die Kontaktzeiten lediglich  $2,88 \pm 0,93$  s (Abschnitt 3) und  $1,27 \pm 0,36$  s/Kontakt (Abschnitt 4).

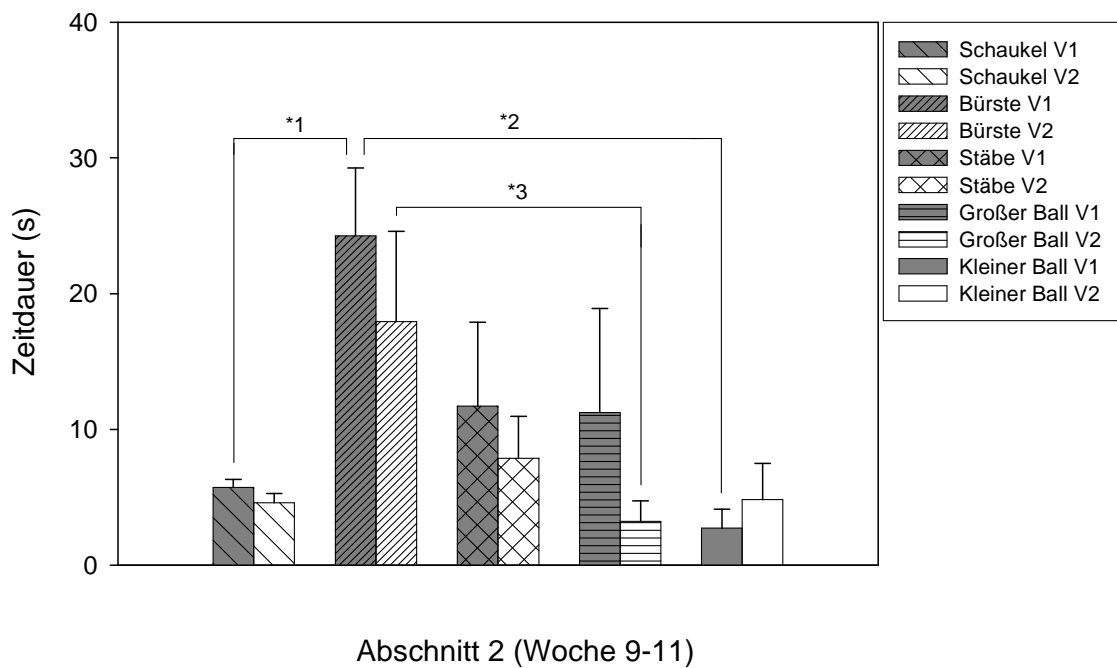
Ein wesentlich einheitlicheres Bild zeigte sich in V2. Hier schwankten die Kontaktzeiten/Kontakt in den Abschnitten 1–5 lediglich zwischen  $1,30 \pm 0,49$  s (Abschnitt 4) und  $4,82 \pm 2,10$  s/Kontakt (Abschnitt 1).

### Kleiner Ball

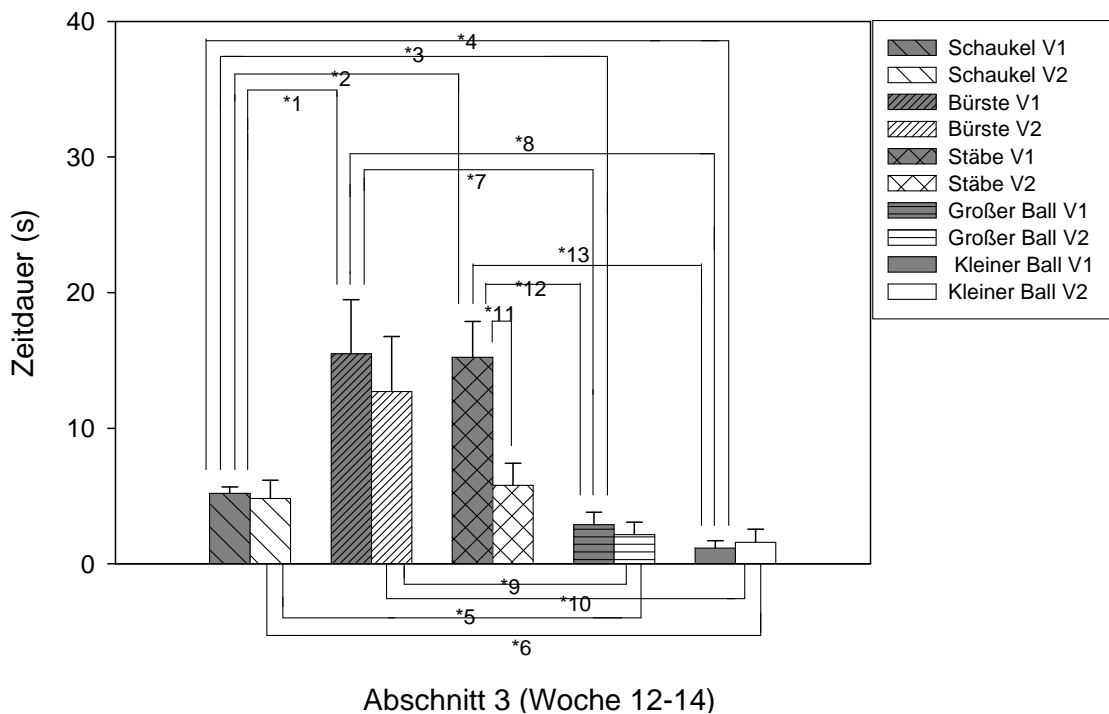
Abbildung 4-24 bis Abbildung 4-29 machen deutlich, dass die Dauer der Beschäftigung pro Kontakt mit dem kleinen Ball von sehr kurzen Zeiten geprägt war. Sie schwankte zwischen  $2,28 \pm 1,08$  s/Kontakt und  $1,16 \pm 0,55$  s/Kontakt (Abschnitt 3). In V2 waren die Schweine anfänglich  $4,92 \pm 2,51$  s (Abschnitt 1) und  $4,83 \pm 2,67$  s (Abschnitt 2) s/Kontakt; in den Abschnitten 3-5 nur noch zwischen  $1,12 \pm 0,49$  und  $1,89 \pm 0,84$  s/Kontakt mit dem kleinen Ball beschäftigt.



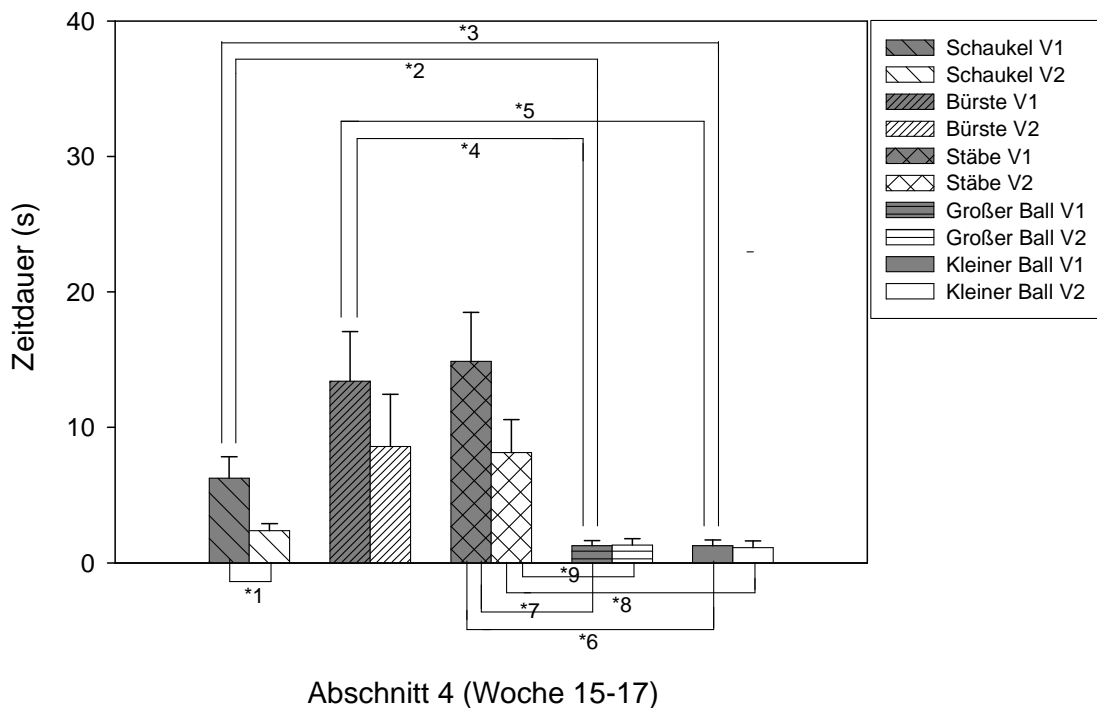
**Abbildung 4-24: Durchschnittliche Dauer pro Kontakt je Tier in Abschnitt 1 (Durchschnitt aus n=6 Tage);** \*1 p=0,002; \*2 p=0,002; \*3 p=0,043; \*4 p=0,026; \*5 p=0,002; \*6 p<0,001; \*7 p=0,009; \*8 p=0,009; \*9 p=0,009



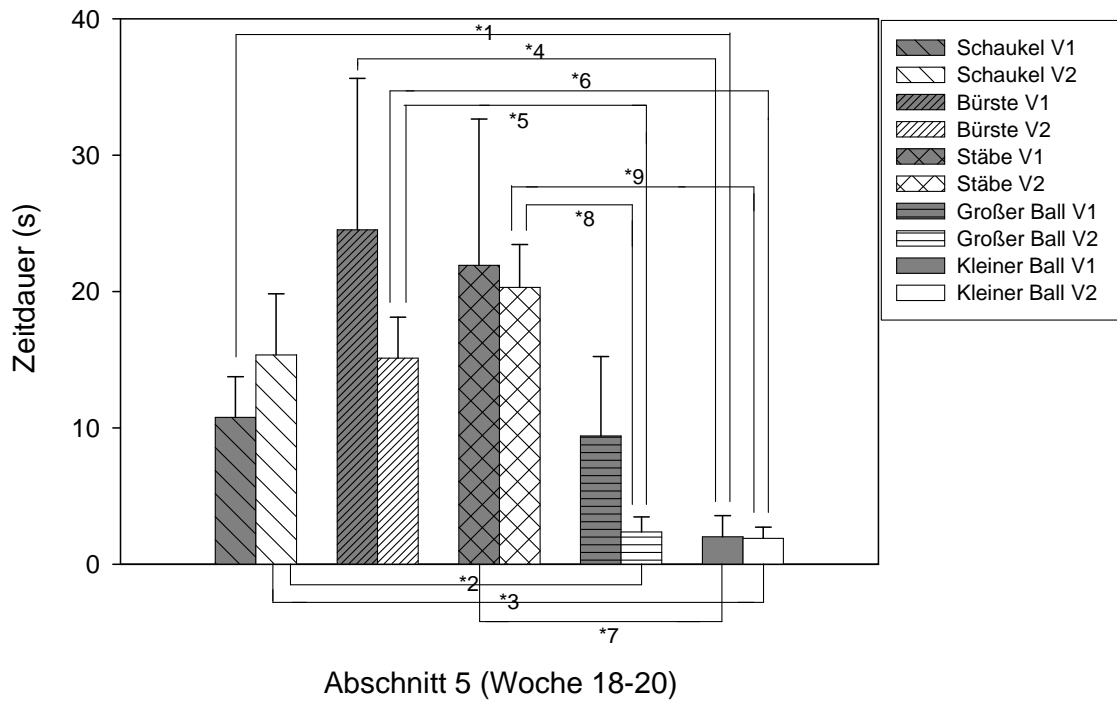
**Abbildung 4-25: Durchschnittliche Dauer pro Kontakt je Tier in Abschnitt 2 (Durchschnitt aus n=6 Tage);** \*1 p=0,002; \*2 p=0,002; \*3 p=0,026



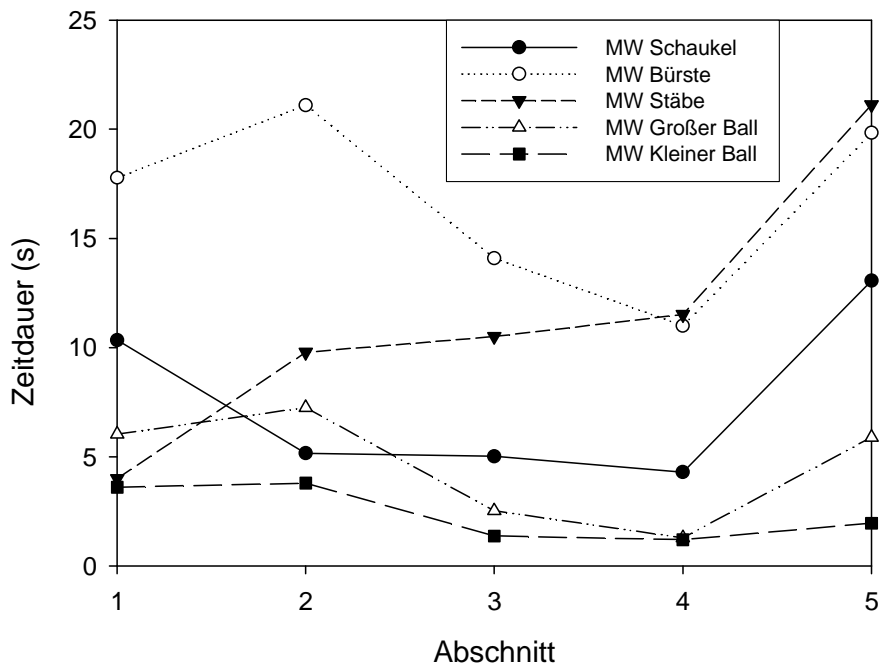
**Abbildung 4-26: Durchschnittliche Dauer pro Kontakt je Tier in Abschnitt 3**  
 (Durchschnitt aus n=6 Tage); \*1 p=0,026; \*2 p=0,009; \*3 p=0,050;  
 \*4 p<0,001; \*5 p=0,032; \*6 p=0,019; \*7 p=0,012; \*8 p=0,002;  
 \*9 p=0,030; \*10 p=0,024; \*11 p=0,012; \*12 p=0,002; \*13 p=0,002



**Abbildung 4-27: Durchschnittliche Dauer pro Kontakt je Tier in Abschnitt 4**  
 (Durchschnitt aus n=6 Tage); \*1 p=0,044; \*2 p=0,012; \*3 p=0,013;  
 \*4 p=0,002; \*5 p=0,002; \*6 p=0,002; \*7 p=0,002; \*8 p=0,048; \*9 p=0,026



**Abbildung 4-28: Durchschnittliche Dauer pro Kontakt je Tier in Abschnitt 5 (Durchschnitt aus n=6 Tage); \*1 p=0,015; \*2 p=0,018; \*3 p=0,009; \*4 p=0,004; \*5 p=0,004; \*6 p=0,004; \*7 p=0,026; \*8 p<0,001; \*9 p<0,001**



**Abbildung 4-29: Entwicklung der durchschnittlichen Dauer pro Kontakt je Tier mit den verschiedenen Beschäftigungsmöglichkeiten über den gesamten Versuchszeitraum (MW aus V1 und V2)**

#### **4.4.3.2. Vergleich der Beschäftigungsgegenstände untereinander**

##### Schaukel – Bürste

In Versuchsabschnitt 1 des V1 beschäftigten sich die Schweine pro Kontakt geringfügig länger mit der Bürste. In Abschnitt zwei dauerten die durchschnittlichen Kontakte mit der Bürste ca. viermal länger als die mit der Schaukel. Etwa dreimal so lange war das Interesse der Schweine pro Kontakt im dritten Abschnitt mit der Bürste und in den Versuchsabschnitten 4 und 5 dauerte der durchschnittliche Kontakt noch etwa doppelt so lang, war aber nicht mehr signifikant.

Ähnliches Verhalten lag in V2 vor. Hier dauerten die durchschnittlichen Kontakte mit der Bürste pro Kontakt mehr als doppelt so lang im Vergleich zur Schaukel. Auch in den Abschnitten 2 bis 4 beschäftigten sich die Schweine durchschnittlich pro Kontakt deutlich länger mit der Bürste aber nicht signifikant. Im fünften Abschnitt waren die Kontaktzahlen mit Schaukel und Bürste pro Kontakt mit  $15,35 \pm 4,48$  s/Kontakt und  $15,11 \pm 3,02$  s/Kontakt nahezu ausgeglichen.

##### Schaukel – Beißstäbe

In Abschnitt 1 des V1 waren die durchschnittlichen Zeiten pro Kontakt mit  $11,22 \pm 1,81$  s/Kontakt mit der Schaukel fast dreimal so hoch als mit den Stäben. Dieses Verhalten kehrte sich in Abschnitt 2 um. Hier waren die Beschäftigungszeiten pro Kontakt mit den Stäben fast doppelt so hoch als mit der Schaukel. In Abschnitt 3 waren die Kontaktzeiten pro Kontakt wiederum ca. dreimal länger, ebenso in Abschnitt 4. Fast doppelt so lang war das Interesse der Schweine pro Kontakt im Durchschnitt im letzten Versuchsteil.

In V2 bestätigte sich das in V1 beobachtete Verhalten an Schaukel und Beißstäben pro Kontakt.

Zunächst waren die durchschnittlichen Kontaktzeiten pro Kontakt mit der Schaukel signifikant länger. Bereits im zweiten Abschnitt kehrte sich dies auch hier um: Jetzt waren die durchschnittlichen Spielzeiten pro Kontakt mit den Stäben etwa doppelt so lang als mit der Schaukel. In Abschnitt 3 kam es zu fast ausgeglichenen Kontaktzeiten; in Abschnitt 4 und 5 spielten die Tiere durchschnittlich pro Kontakt wieder länger mit den Beißstäben, jedoch nicht signifikant.



### Schaukel – Bälle

Wie aus Abbildung 4-24 bis Abbildung 4-29 ersichtlich, beschäftigten sich die Tiere des V1 im ersten Abschnitt pro durchschnittlichem Kontakt zwar länger mit der Schaukel als mit dem großen Ball, der Unterschied war aber nicht signifikant. Anders verhielt sich dies im Vergleich mit dem kleinen Ball. Mit  $11,22 \pm 1,81$  s/Kontakt im Durchschnitt mit der Schaukel und nur  $2,28 \pm 1,08$  s/Kontakt mit dem kleinen Ball war der Unterschied in V1 signifikant. Durch deutliche Verringerung der durchschnittlichen Spielzeiten pro Kontakt mit der Schaukel bei gleichzeitiger Zunahme der Beschäftigungszeiten mit dem großen Ball kam es in Abschnitt 2 zu einer Umkehr der Verhältnisse. Die Schweine waren hier im Durchschnitt mehr als doppelt so lange mit dem großen Ball beschäftigt. Beim kleinen Ball blieb die Kontaktdauer im zweiten Abschnitt fast unverändert.

In den letzten drei Versuchsabschnitten waren die durchschnittlichen Kontaktzeiten pro Kontakt mit dem kleinen Ball nochmals kürzer. Dadurch und durch allmähliche Verlängerung der durchschnittlichen Kontaktzeiten pro Kontakt mit der Schaukel, waren die Unterschiede hier stets signifikant. Die durchschnittliche Spieldauer pro Kontakt nahm auch beim großen Ball ab, jedoch weniger deutlich. So war der Unterschied zur Schaukel in Abschnitt 3 gerade signifikant, in Abschnitt 4 deutlich und im letzten Abschnitt durch Anstieg der durchschnittlichen Spieldauer pro Kontakt mit dem großen Ball auf  $9,41 \pm 5,82$  s/Kontakt noch erkennbar aber, nicht mehr signifikant.

In V2 kam es in Abschnitt 1 auch zu deutlich längeren durchschnittlichen Zeiten pro Kontakt mit der Schaukel. Der Unterschied war jedoch bei beiden Bällen nicht signifikant. Durch das starke Absinken der durchschnittlichen Dauer der Kontakte mit der Schaukel - wie auch schon in V1 beobachtet - kam es in Abschnitt 2 zu sehr ähnlichen Beschäftigungszeiten pro Kontakt bei allen drei Beschäftigungsgegenständen. In Abschnitt 3 kam es zu starker Reduktion der durchschnittlichen Kontaktzeiten mit beiden Bällen bei nahezu konstanten Beschäftigungszeiten pro Kontakt mit der Schaukel. Das führte dazu, dass die Unterschiede in Abschnitt 3 signifikant wurden. Aufgrund weiterer Reduktion der durchschnittlichen Spielzeiten pro Kontakt mit der Schaukel, bei nur geringfügig abnehmenden durchschnittlichen Kontaktdauern pro Kontakt mit beiden Bällen, spielten die Schweine in Abschnitt 4 zwar pro Kontakt noch länger mit der Schaukel, aber nicht mehr so deutlich. Dies änderte sich wiederum im letzten Abschnitt. Durch starke Verlängerung der

durchschnittlichen Kontakte mit der Schaukel, wie auch schon in V1 beobachtet, kam es hier wieder zu signifikant längerer Beschäftigungsdauer mit der Schaukel.

#### Bürste – Beißstäbe

Abbildung 4-24 bis Abbildung 4-29 zeigen, dass in Abschnitt 1 des V1 die Tiere sich durchschnittlich pro Kontakt ca. viermal länger mit der Bürste als mit den Stäben beschäftigten. Durch verhältnismäßig größere Zunahmen der durchschnittlichen Beschäftigungszeiten pro Kontakt mit den Stäben verringerte sich der Unterschied in Abschnitt 2 etwa auf die doppelte Dauer im Vergleich zur Bürste. Durch weitere Zunahme der durchschnittlichen Dauer der Beschäftigung pro Kontakt mit den Stäben kam es in den nächsten drei Abschnitten zu fast ausgeglichenen durchschnittlichen Beschäftigungszeiten pro Kontakt mit Bürste und Beißstäben.

Ganz ähnlich war das Verhalten der Schweine in V2. Auch hier beschäftigten sie sich im ersten Abschnitt signifikant länger pro durchschnittlichem Kontakt mit der Bürste und auch hier reduzierte sich der Unterschied durch die Verlängerung der durchschnittlichen Beschäftigungszeiten pro Kontakt mit den Stäben in Abschnitt 2. Zu dem auch in V1 beobachteten Ausgleich der durchschnittlichen Spielzeiten pro Kontakt kam es hier erst in Abschnitt 4. Im letzten Versuchsabschnitt interessierten sich die Schweine pro Kontakt im Durchschnitt ein wenig länger für die Beißstäbe.

Insgesamt betrachtet ähnelte sich das Verhalten in beiden Versuchsläufen, jedoch in V2 auf zeitlich niedrigerem Niveau.

#### Bürste – Bälle

Die durchschnittliche Beschäftigungsdauer pro Kontakt mit der Bürste war in V1 in allen Abschnitten um ein vielfaches länger als mit den Bällen. Der Unterschied zum großen Ball war in den Abschnitten 3 und 4 signifikant, zum kleinen Ball stets (s. Tabelle im Anhang).

Diese Beobachtung wurde in V2 bestätigt. Abgesehen von Abschnitt 4 (beide Bälle) und Abschnitt 2 (kleiner Ball) waren die Zeiten pro Kontakt mit der Bürste stets signifikant länger als mit beiden Bällen.

#### Beißstäbe – Bälle

Wie in Abbildung 4-24 bis Abbildung 4-29 dargestellt beschäftigten sich die Schweine des V1 im ersten Abschnitt pro Kontakt etwa doppelt so lange mit dem großen Ball als mit den

Beißstäben und wenig kürzer als mit diesen mit dem kleinen Ball. In Abschnitt 2 kam es zu ähnlich langen durchschnittlichen Beschäftigungszeiten pro Kontakt bei den Beißstäben und dem großen Ball ( $11,70 \pm 6,19$  s/Kontakt und  $11,25 \pm 7,66$  s/Kontakt). Durch zeitgleiche Verlängerung der Beschäftigungsdauer pro Kontakt mit den Stäben und starker Abnahme der durchschnittlichen Beschäftigungsdauer pro Kontakt mit beiden Bällen waren die Unterschiede ab Abschnitt 3 stets signifikant. Die einzigen Ausnahmen gab es in Abschnitt 5. Durch verlängerte durchschnittliche Zeiten pro Kontakt mit dem großen Ball beschäftigten sich die Schweine hier zwar noch deutlich länger mit den Stäben, jedoch nicht signifikant.

Wesentlich ausgeglichener war das Verhalten pro Kontakt in V2. In Abschnitt 1 spielten die Schweine annähernd gleich lang mit allen drei Enrichment-Gegenständen ( $4,92 \pm 2,51$  s bis  $4,53 \pm 1,85$  s). Ab Abschnitt 2 verlängerte sich die durchschnittliche Dauer pro Kontakt mit den Beißstäben kontinuierlich in jedem Abschnitt bei sinkenden Beschäftigungszeiten pro Kontakt mit beiden Bällen. So kam es ab Abschnitt 4 zu signifikanten Unterschieden (s. Tabelle im Anhang).

#### Vergleich der Bälle

Die durchschnittlichen Spielzeiten pro Kontakt mit dem großen Ball in V1 waren abgesehen von Abschnitt 4 stets länger als mit dem kleinen Ball. Der Unterschied war aber nicht signifikant.

In V2 gab es kaum erkennbare Unterschiede der durchschnittlichen Beschäftigungsdauer pro Kontakt zwischen den beiden Bällen.

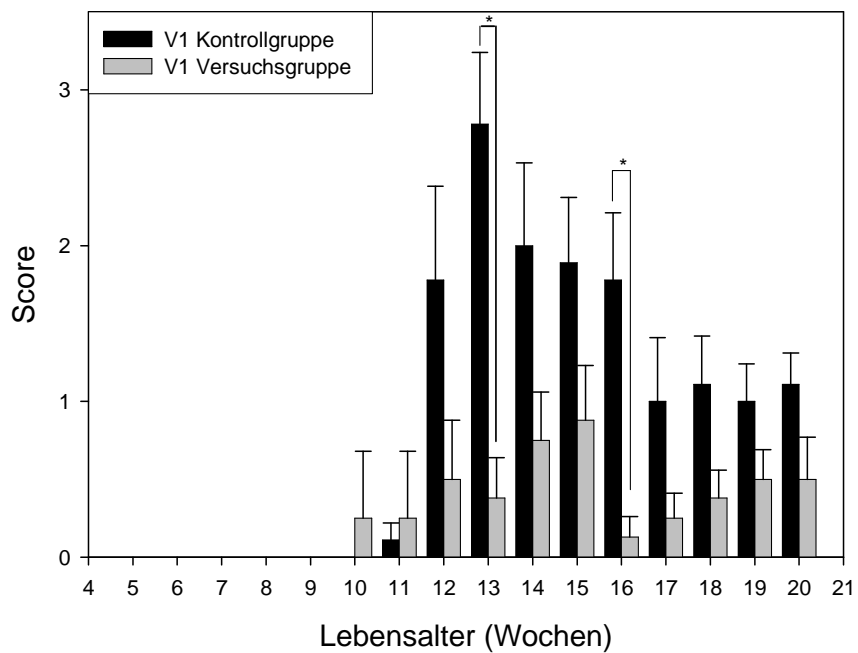
## **4.5. Hautverletzungen**

In Abbildung 4-30 und Abbildung 4-31 sind die Ergebnisse der Bewertungen aus den wöchentlichen adspektorischen Hautkontrollen dargestellt. In der Hauptsache handelte es sich dabei um oberflächliche Hautverletzungen, die durch die Klauen verursacht waren. Bissverletzungen kamen nur gelegentlich vor. Die Werte wurden in Scores aufgetragen, wie zuvor in Kapitel 3 beschrieben.

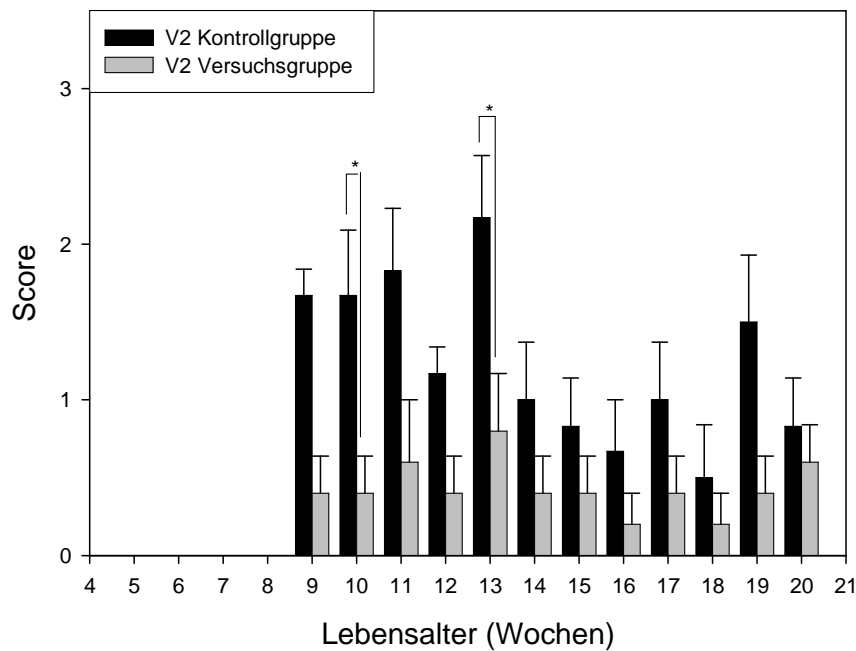
Erste geringgradige Hautverletzungen wurden in V1 bei der Versuchsgruppe in Woche 10 des Versuches sichtbar, bei der Kontrollgruppe eine Woche später.

Bei der Versuchsgruppe des V1 stieg die Anzahl der Verletzungen allmählich. Im Gegensatz dazu kam es bei der Kontrollgruppe zu einem sehr raschen, steilen Anstieg der Kurve, mit der größten Anzahl von Verletzungen in Woche 13. Eine ganz ähnliche Entwicklung zeigte sich in V2. Zwar wurden hier bereits in Woche 9 bei beiden Gruppen erste Hautverletzungen sichtbar, doch auch hier kam es bei der Kontrollgruppe zu einem schnellen Anstieg mit Höhepunkt in Woche 13 und einem langsamen Anstieg bei den Schweinen der Versuchsgruppe. Diese wiesen zwar auch in Woche 13 die meisten Verletzungen auf, doch auf signifikant niedrigerem Niveau. Der Kurvenverlauf der Hautverletzungen in V2 war in beiden Gruppen über den gesamten Versuchsverlauf sehr ähnlich. Diese Tendenz war auch in V1 zu erkennen.

In beiden Versuchsdurchgängen lagen die Mittelwerte der Hautverletzungen der Versuchsgruppen deutlich, z.T. signifikant unter denen der Kontrollgruppe (s. auch Tabelle im Anhang).



**Abbildung 4-30: Hautverletzungen bei Versuchs- und Kontrollgruppe, Versuchsdurchgang 1;**  
 Kontrollgruppe n=9; Versuchsgruppe n=8;  
 \*Woche 13: p=0,005; \*Woche 16: p=0,008



**Abbildung 4-31: Hautverletzungen bei Versuchs- und Kontrollgruppe, Versuchsdurchgang 2;**  
 Kontrollgruppe n=6; Versuchsgruppe n=5;  
 \*Woche 10: p=0,036; \*Woche 13: p=0,037

## 4.6. Blutparameter

### 4.6.1. Cortisol-Konzentrationen im Blut

#### 4.6.1.1. Serum-Cortisolgehalt

In Tabelle 4-2 sind die Ergebnisse der Auswertung des Cortisol-Gehaltes im Serum des Schweineblutes aus dem ersten Versuchsdurchgang dargestellt. Es wurden dabei in der Kontrollgruppe Werte zwischen 58,51 und 275,45 nmol/l ermittelt, bei einem Mittelwert von  $162,29 \pm 26,09$  nmol/l. Bei der Versuchsgruppe wurde ein Mittelwert von  $119,23 \pm 19,27$  nmol/l festgestellt. Die Einzelwerte schwankten weniger stark als in der Kontrollgruppe. Sie lagen zwischen 46,92 und 164,49 nmol/l. Es bestand kein signifikanter Unterschied zwischen Kontroll- und Versuchsgruppe.

#### 4.6.1.2. Plasma-Cortisolgehalt

Aus Tabelle 4-2 sind die Plasma-Cortisol-Werte ersichtlich.

Bei einem Mittelwert von  $121,88 \pm 17,29$  nmol/l lagen die Konzentrationen in der Kontrollgruppe etwas über den Konzentrationen in der Versuchsgruppe. Hier lag der Mittelwert bei  $85,79 \pm 16,61$  nmol/l. Der Unterschied war nicht signifikant.

**Tabelle 4-2: Cortisol-Gehalte in Serum- und Plasma- Proben der Versuchs- und Kontrollgruppe, Versuchsdurchgang 1;** (OMN=Ohrmarkennummer, MW=Mittelwert, SEM=Standardfehler)

OMN	Serum	Plasma	OMN	Serum	Plasma
Kontrollgruppe	nmol/l	nmol/l	Versuchsgruppe	nmol/l	nmol/l
473	184,37	127,51	471	89,42	56,86
475	94,39	74,52	472	46,92	8,61
477	181,61	119,23	479	143,52	131,24
481	58,51	35,47	502	161,18	98,95
482	87,22	86,94	503	164,49	84,87
501	118,13	117,58	506	162,29	149,04
505	190,99	168,91	474	79,49	69,00
508	269,93	163,94	507	106,54	87,77
504	275,45	202,86			
<b>MW <math>\pm</math> SEM</b>	<b>162,29 <math>\pm</math> 26,09</b>	<b>121,88 <math>\pm</math> 17,29</b>		<b>119,23 <math>\pm</math> 19,27</b>	<b>85,79 <math>\pm</math> 16,61</b>

#### 4.6.1.3. Korrelation zwischen Serum- und Plasma-Cortisol-Werten

Die Serum-Cortisol-Konzentrationen sind durchgängig bei allen Proben höher als die der zeitgleich entnommenen Plasmaproben.

Es bestand aber eine signifikante Korrelation zwischen Serum- und Plasma-Cortisol ( $r=0,89$ ;  $p<0,001$ ).

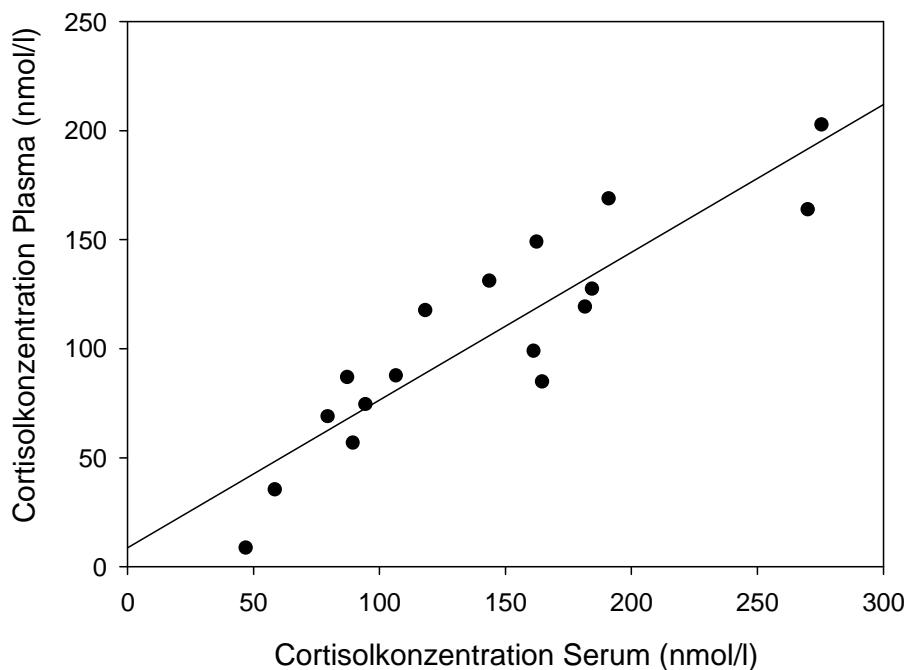


Abbildung 4-32: Korrelation zwischen Serum- und Plasma-Cortisol in Blutproben des Versuchsdurchganges 1 (n=17; r=0,89)

#### 4.6.2. Weitere Blutparameter

In Tabelle 4-3 sind die Laborergebnisse der Blutuntersuchungen aus V1 dargestellt.

##### 4.6.2.1. Leukozyten

Bei der Ermittlung der Leukozyten ergab sich für die Kontrollgruppe ein Mittelwert von  $19,50 \pm 0,99 \times 10^3/\text{ml}$  bei der Versuchsgruppe mit  $23,20 \pm 1,38 \times 10^3/\text{ml}$  ein signifikant höherer Wert ( $p=0,048$ ).

#### **4.6.2.2. Erythrozyten**

Wie aus Tabelle 4-3 ersichtlich, lagen die Mittelwerte der roten Blutkörperchen von Versuchs- und Kontrollgruppe mit  $7,83 \pm 0,12 \times 10^6/\text{ml}$  (Kontrollgruppe) und  $7,55 \pm 0,15 \times 10^6/\text{ml}$  (Versuchsgruppe) sehr eng beieinander. Sie unterschieden sich nicht signifikant.

#### **4.6.2.3. Hämoglobin**

Auch die für Hämoglobin ermittelten Mittelwerte von  $12,78 \pm 0,23 \text{ g/dl}$  für die Kontrollgruppe und  $12,29 \pm 0,16 \text{ g/dl}$  für die Versuchsgruppe unterschieden sich kaum.

#### **4.6.2.4. Hämatokrit**

Hier gab es eine leichte Tendenz zu höheren Werten für die Kontrollgruppe. So wurden für den Hämatokrit Werte von  $41,40 \pm 0,80 \%$  für die Kontrollgruppe und  $39,65 \pm 0,55 \%$  für die Versuchsgruppe erfasst.

#### **4.6.2.5. MCH, MCV, MCHC**

Mit  $30,86 \pm 0,15 \text{ g/dl}$  (Kontrollgruppe) und  $30,99 \pm 0,15 \text{ g/dl}$  (Versuchsgruppe) für die MCHC waren die ermittelten Werte nahezu identisch.

Ebenso verhielt es sich bei MCV und MCH. Mit  $52,63 \pm 0,71 \mu\text{m}^3$  in der Versuchs- und  $52,67 \pm 0,82$  in der Kontrollgruppe bei der MCV und  $16,30 \pm 0,26 \text{ pg}$  (Kontrollgruppe) und  $16,33 \pm 0,26 \text{ pg}$  (Versuchsgruppe) bei MCH ließ sich kaum ein Unterschied erkennen.

#### **4.6.2.6. Thrombozyten**

Hier wurden Mittelwerte für die Versuchsgruppe von  $386,13 \pm 20,28 \times 10^3/\text{ml}$  sowie  $315,56 \pm 17,86 \times 10^3/\text{ml}$  für die Kontrollgruppe ermittelt. Dieser Unterschied war signifikant ( $p=0,027$ ).



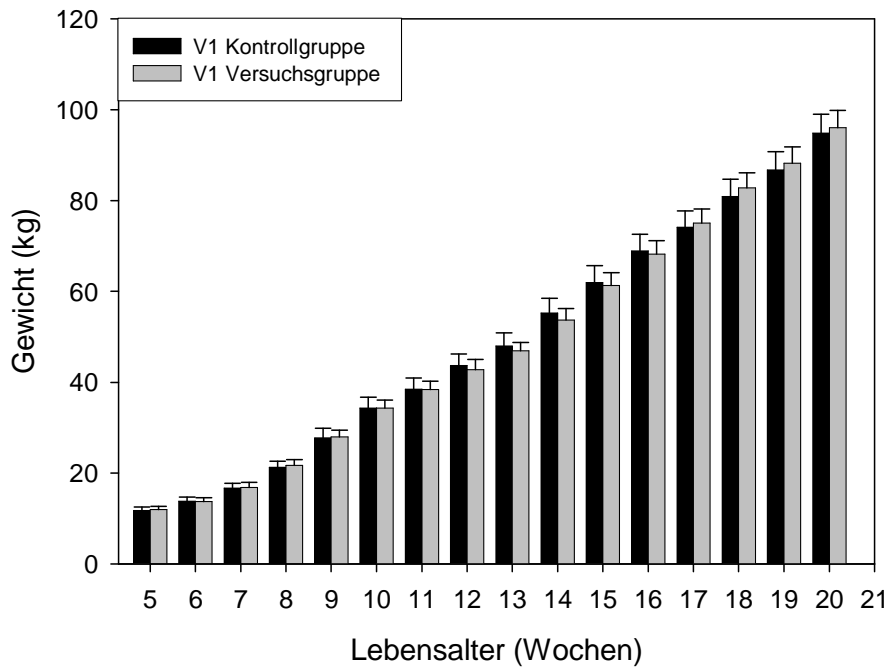
Tabelle 4-3: Ergebnisse der Auswertung der Blutbilder aus Versuchsdurchgang 1; (\*p ≤ 0,05)

		Kontrollgruppe	Versuchsgruppe
	Einheit	MW ±SEM	MW± SEM
		n=9	n=8
Leukozyten	10 <sup>3</sup> /ml	19,50 ± 0,99	23,20 ± 1,38*
Erythrozyten	10 <sup>6</sup> /ml	7,83 ± 0,12	7,55 ± 0,15
Hämoglobin	g/dl	12,78 ± 0,23	12,29 ± 0,16
Hämatokrit	%	41,40 ± 0,80	39,65 ± 0,55
MCV	µm <sup>3</sup>	52,67 ± 0,82	52,63 ± 0,71
MCH	pg	16,30 ± 0,26	16,33 ± 0,26
MCHC	g/dl	30,86 ± 0,15	30,99 ± 0,15
Thrombozyten	10 <sup>3</sup> /ml	315,56 ± 17,86	386,13 ± 20,28*

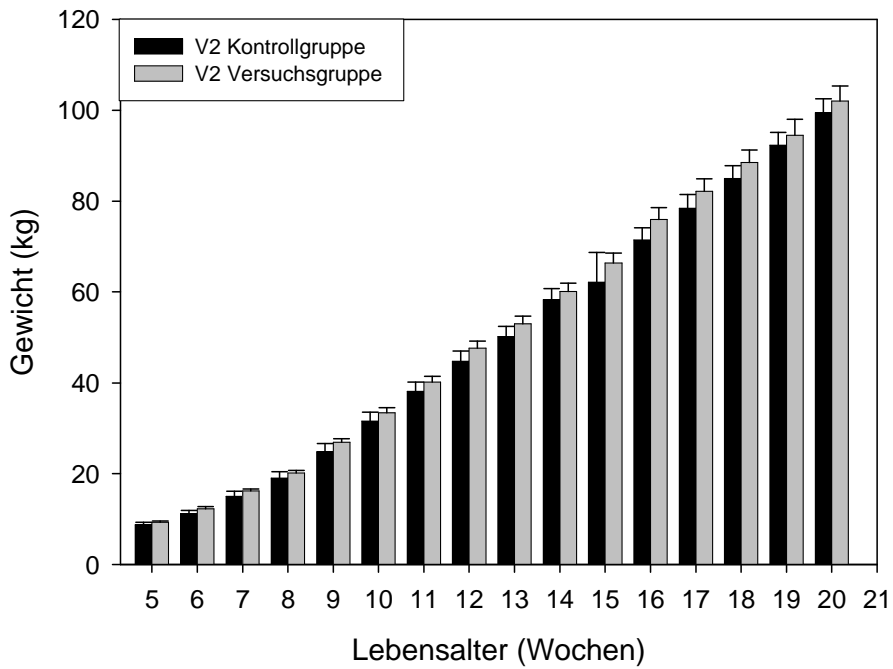
#### 4.7. Gewichtszunahmen

In Abbildung 4-33 und Abbildung 4-34 wird die Gewichtsentwicklung der Schweine in den beiden Versuchsdurchgängen dargestellt. Hieraus ist ersichtlich, dass die Gewichtszunahmen in beiden Versuchsdurchgängen sehr kontinuierlich stattfanden. Bei einem mittleren Gewicht zum Zeitpunkt des Absetzens in Lebenswoche 5 von  $12,01 \pm 0,69$  kg der Versuchsgruppe in V1 und einem mittleren Gewicht der Kontrollgruppe von  $11,77 \pm 0,79$  kg in diesem Versuchsdurchgang lag das mittlere Endgewicht der Versuchsgruppe in Lebenswoche 20 bei  $96,06 \pm 3,77$  kg. Dem standen  $94,83 \pm 4,19$  kg mittleres Endgewicht der Kontrollgruppe gegenüber. Ähnliches ergab sich in V2. Hier erreichten die Schweine der Versuchsgruppe bei einem mittleren Gewicht beim Absetzen von  $9,29 \text{ kg} \pm 0,30 \text{ kg}$  in derselben Mastzeit durchschnittlich  $102,00 \pm 3,34$  kg. Die Schweine der Kontrollgruppe erreichten in diesem Zeitraum nach  $8,72 \pm 0,63$  kg Anfangsgewicht ein mittleres Gewicht von  $99,42 \pm 3,09$  kg. Es gab in beiden Versuchsdurchgängen zu keinem Zeitpunkt signifikante Unterschiede in der Gewichtszunahme zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe.

Die Auswertung der Futtermittelverwertung war aus organisatorischen Gründen nicht möglich.



**Abbildung 4-33: Entwicklung der Durchschnittsgewichte, Versuchsdurchgang 1;**  
Kontrollgruppe: n=9, Versuchsgruppe: n=8



**Abbildung 4-34: Entwicklung der Durchschnittsgewichte, Versuchsdurchgang 2;**  
Kontrollgruppe: n=6, Versuchsgruppe: n=5

## **4.8. Schlachtergebnisse**

In Tabelle 4-4 und Tabelle 4-5 sind die Ergebnisse der Auswertung der Schlachtkörper dargestellt.

### **4.8.1. Schlachtleistung**

#### **4.8.1.1. Nüchterngewicht**

Wie aus Tabelle 4-4 ersichtlich unterschieden sich in V1 beide Gruppen mit  $89,1 \pm 4,1$  kg (Kontrollgruppe) und  $89,5 \pm 3,5$  kg (Versuchsgruppe) nicht. Die Werte in V2 waren insgesamt höher (Kontrollgruppe  $95,7 \pm 2,9$  kg; Versuchsgruppe  $98,4 \pm 3,1$  kg). Der Gewichtsunterschied war nicht signifikant.

#### **4.8.1.2. Schlachtgewicht warm**

Hier lagen wiederum die Werte des V2 höher als die des V1. Innerhalb der Versuche unterschieden sich die Gewichte der Versuchsgruppen nicht signifikant. Das Gewicht der Kontrollgruppe lag in V1 bei  $73,4 \pm 3,4$  kg, das der Versuchsgruppe bei  $74,4 \pm 3,1$  kg. In V2 wurden für die Kontrollgruppe  $80,5 \pm 2,2$  kg, für die Versuchsgruppe  $81,6 \pm 2,5$  kg ermittelt.

#### **4.8.1.3. Schlachtkörperlänge**

Wie aus Tabelle 4-4 zu entnehmen ist, lagen die Schlachtkörperlängen (LANG) im Durchschnitt zwischen  $96,0 \pm 13,3$  cm bei der Kontrollgruppe in V2 und  $95,5 \pm 18,5$  cm bei der Versuchsgruppe in V2. Nur die Schlachtkörper der Kontrollgruppe aus V1 waren mit  $93,5 \pm 11,5$  cm im Durchschnitt etwas kürzer, jedoch nicht signifikant.

#### **4.8.1.4. Rückenmuskelfläche**

Innerhalb des ersten Versuches unterschieden sich die Kotelettflächen (FLFL) von Versuchs- und Kontrollgruppe so gut wie nicht (s. Tabelle 4-4). Ebenso verhielt es sich in V2. Insgesamt betrachtet waren die Rückenmuskelflächen in V2 etwas größer, aber nicht signifikant (s. Tabelle im Anhang).

#### **4.8.1.5. Fettfläche**

Auch hier unterschieden sich Versuchs- und Kontrollgruppe des V1 kaum (s. Tabelle 4-4). In V2 war die durchschnittliche Fettfläche (FETTFL) der Versuchsgruppe mit  $22,8 \pm 1,3$  cm<sup>2</sup>

etwas größer als die der Kontrollgruppe ( $20,5 \pm 1,6 \text{ cm}^2$ ). Grosse Unterschiede ergaben sich allerdings beim Vergleich der beiden Versuchsdurchgänge. Die Fettflächen der Schweine des V2 waren sowohl beim Vergleich der beiden Kontrollgruppen als auch bei den Versuchsgruppen signifikant dicker.

#### **4.8.1.6. Rückenspeckdicke**

Wie aus Tabelle 4-4 ersichtlich, lagen die Rückenspeckdicken (SP RÜCKEN) in V1 mit Werten von  $21,6 \pm 1,7 \text{ mm}$  bei der Kontrollgruppe und  $20,2 \pm 1,9 \text{ mm}$  bei der Versuchsgruppe eng beisammen. Dies bestätigte sich in V2. Die Speckdicken lagen hier bei  $28,0 \pm 2,5$  bei der Kontrollgruppe und  $29,5 \pm 2,4$  bei der Versuchsgruppe. Sowohl die Versuchs- als auch die Kontrollgruppen unterschieden sich signifikant voneinander.

#### **4.8.1.7. Muskelfleischanteil nach Hennessy**

Der nach Hennessy ermittelte Muskelfleischanteil (MFA) betrug bei der Versuchsgruppe in V1  $57,2 \pm 0,6 \%$  und unterschied sich nicht von dem der Kontrollgruppe mit  $57,0 \pm 0,8 \%$ .

Etwas kleiner fiel dieser Wert in V2 aus. Hier betrug er bei der Kontrollgruppe  $45,1 \pm 9,2 \%$  und bei der Versuchsgruppe  $52,5 \pm 1,3 \%$ . Bei den Versuchsgruppen war dieser Unterschied mit  $p=0,003$  signifikant.

#### **4.8.1.8. Seitenspeckdicke**

Die Werte innerhalb der Versuche unterschieden sich nur unwesentlich voneinander (s. Tabelle 4-4, SSP).

#### **4.8.1.9. Speckmaß B**

Das Speckmaß B (SPB) bei der Versuchsgruppe des V1 war mit  $9,3 \pm 0,7 \text{ mm}$  geringfügig kleiner als das der Kontrollgruppe ( $10,1 \pm 0,8 \text{ mm}$ ). Die Speckdicke bei der Kontrollgruppe des V2 war erheblich größer als bei der Kontrollgruppe des V1. Noch deutlicher fiel der Unterschied bei den Versuchsgruppen aus ( $p<0,001$ ).

**Tabelle 4-4: Schlachtleistungsparameter der Versuchs- und Kontrollgruppe, Versuchsdurchgang 1 und 2;**  
 (NUGEW=Nüchterngewicht, SGWARM=Schlachtgewicht warm, LANG=Schlachtkörperlänge,  
 FLFL=Rückenmuskelfläche, FETTFL=Fettfläche, SP RÜCKEN=Rückenspeckdicke,  
 MFA=Muskelfleischanteil nach Hennessy, SSP=Seitenspeckdicke, SPB=Speckmaß B,  
 SEM=Standardfehler, n=Tierzahl, MW=Mittelwert)

	Einheit	Kontrollgruppe V1 MW + SEM n=9	Versuchsgruppe V1 MW + SEM n=8	Kontrollgruppe V2 MW + SEM n=6	Versuchsgruppe V2 MW + SEM n=5
<b>NUGEW</b>	kg	89,1 ± 4,1	89,5 ± 3,5	95,7 ± 2,9	98,4 ± 3,1
<b>SGWARM</b>	kg	73,4 ± 3,4	74,4 ± 3,1	80,5 ± 2,2	81,6 ± 2,5
<b>LANG</b>	cm	93,5 ± 11,5	95,6 ± 15,4	96,0 ± 13,3	95,5 ± 18,5
<b>FLFL</b>	cm <sup>2</sup>	43,2 ± 2,2	43,8 ± 0,9	44,6 ± 2,5	44,8 ± 3,1
<b>FETTFL</b>	cm <sup>2</sup>	15,9 ± 1,1	15,9 ± 1,2	20,5 ± 1,6	22,8 ± 1,3
<b>SP RÜCKEN</b>	mm	21,6 ± 1,7	20,2 ± 1,9	28,0 ± 2,5	29,5 ± 2,4
<b>MFA</b>	%	57,0 ± 0,8	57,2 ± 0,6	45,1 ± 9,2	52,5 ± 1,3
<b>SSP</b>	mm	21,9 ± 1,6	21,0 ± 1,9	28,8 ± 3,0	29,3 ± 2,5
<b>SPB</b>	mm	10,1 ± 0,8	9,3 ± 0,7	14,1 ± 1,7	16,7 ± 1,4

## 4.8.2. Fleischqualität

### 4.8.2.1. pH-Werte

Zur Kontrolle der post mortem einsetzenden Fleischsäuerung wurden der pH<sub>1</sub> im Rückenmuskel, der pH<sub>24</sub> Rückenmuskel (pH<sub>24</sub>K) sowie der pH<sub>24</sub> Schinken (pH<sub>24</sub>S) ermittelt. Die Werte sind in Tabelle 4-5 zusammengefasst.

#### pH<sub>1</sub>K

Die Schweine des V1 wiesen im Durchschnitt einen pH<sub>1</sub> von 6,3 ± 0,1 in der Kontrollgruppe und von 6,4 ± 0,1 in der Versuchsgruppe auf. In V2 lag der pH<sub>1</sub> der Kontrollgruppe bei 6,2 ± 0,2, der der Versuchsgruppe bei 6,5 ± 0,3.

#### pH<sub>24</sub>K

Die pH-Werte im Rückenmuskel (M. longissimus dorsi) nach 24 h lagen in allen vier Gruppen mit Werten zwischen 5,4 ± 0,1 und 5,5 ± 0,2 sehr nahe beisammen. Somit war hier in keinem der beiden Versuche ein deutlicher Unterschied zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe erkennbar.

### pH<sub>24S</sub>

Der pH<sub>24</sub> Schinken (*M. semimembranosus*) lag in V1 bei  $5,6 \pm 0,1$  in der Kontrollgruppe und  $5,6 \pm 0,3$  bei der Versuchsgruppe.

In V2 bestätigten sich diese Werte bei den Tieren der Versuchsgruppe mit  $5,6 \pm 0,4$ . Lediglich der durchschnittliche pH<sub>24S</sub> der Kontrollgruppe in V2 lag mit  $5,5 \pm 0,2$  unterhalb dem der anderen Gruppen.

#### **4.8.2.2. Leitfähigkeit**

Die Mittelwerte der elektrischen Leitfähigkeit im Rückenmuskel (*M. longissimus dorsi*; LFK<sub>24</sub>) und im Schinken (*M. semimembranosus*; LFS<sub>24</sub>) aller Tiere 24 h post mortem zeigt Tabelle 4-5. Die gemessenen Werte variierten zwischen den Gruppen recht stark. In den Gruppen des V1 lagen die im Rückenmuskel gemessenen Mittelwerte bei  $3,1 \pm 0,5$  mS/cm (Kontrollgruppe) bzw.  $2,5 \pm 0,2$  mS/cm (Versuchsgruppe). Fast ausgeglichen war die Leitfähigkeit im Schinken mit  $3,4 \pm 0,5$  mS/cm für die Kontrollgruppe und  $3,4 \pm 0,8$  mS/cm für die Versuchsgruppe. Die durchschnittliche Leitfähigkeit der Kontrollgruppe in V2 lag deutlich höher als die der Versuchsgruppe. Dies galt nicht nur für die Leitfähigkeit im Rückenmuskel ( $5,2 \pm 0,9$  mS/cm), sondern auch im Schinken ( $5,1 \pm 0,9$  mS/cm). Demgegenüber standen Mittelwerte von  $4,3 \pm 0,9$  mS/cm (Rückenmuskel, Versuchsgruppe) und  $2,7 \pm 0,3$  mS/cm (Schinken, Versuchsgruppe).

#### **4.8.2.3. Fleischhelligkeit (Opto-Wert)**

Die Ergebnisse unterschieden sich in V1 hinsichtlich des Qualitätsmerkmals Fleischhelligkeit zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe deutlich. So wurde bei der Versuchsgruppe ein Wert von  $71,6 \pm 1,7$  Punkten gemessen. Demgegenüber stand die Kontrollgruppe mit einem Wert von  $65,7 \pm 0,9$  Punkten. Dieser Unterschied war signifikant. In V2 wurden für die Versuchsgruppe  $63,2 \pm 1,1$  Punkte, für die Kontrollgruppe  $64,7 \pm 1,3$  Punkte ermittelt. Es gab keinen signifikanten Unterschied zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe.

**Tabelle 4-5: Fleischqualitätsparameter der Versuchs- und Kontrollgruppe, Versuchsdurchgang 1 und 2;**  
 (pH<sub>1</sub>K=pH-Wert nach 1 h Rückenmuskel, pH<sub>24</sub>K=pH-Wert nach 24 h Rückenmuskel, pH<sub>24</sub>S=pH-Wert nach 24 h Schinken, LF<sub>24</sub>K=Leitfähigkeit nach 24 h Rückenmuskel, LFS<sub>24</sub>=Leitfähigkeit nach 24 h Schinken, OPTO=Farbhelligkeit, MW=Mittelwert, SEM=Standardfehler, n=Tierzahl)

	Einheit	Kontrollgruppe V1 MW + SEM n=9	Versuchsgruppe V1 MW + SEM n=8	Kontrollgruppe V2 MW + SEM n=6	Versuchsgruppe V2 MW + SEM n=5
<b>PH<sub>1</sub>K</b>	pH	6,3 ± 0,1	6,4 ± 0,1	6,2 ± 0,2	6,5 ± 0,3
<b>PH<sub>24</sub>K</b>	pH	5,4 ± 0,1	5,5 ± 0,2	5,4 ± 0,1	5,4 ± 0,1
<b>PH<sub>24</sub>S</b>	pH	5,6 ± 0,1	5,6 ± 0,3	5,5 ± 0,2	5,6 ± 0,4
<b>LFK<sub>24</sub></b>	mS/cm	3,1 ± 0,5	2,5 ± 0,2	5,2 ± 0,9	4,3 ± 0,9
<b>LFS<sub>24</sub></b>	mS/cm	3,4 ± 0,5	3,4 ± 0,8	5,1 ± 0,9	2,7 ± 0,3
<b>OPTO</b>	Punktzahl	65,7 ± 0,9	71,6 ± 1,7	64,7 ± 1,3	63,2 ± 1,1

## 5. Diskussion

### 5.1. Aktivität

Der Beobachtung der Aktivphasendauer lag die Fragestellung zugrunde, ob die Bereitstellung von zusätzlichem Beschäftigungsmaterial zu einer Verlängerung der aktiven Phasen führt und ob die vermehrte Bewegung wiederum Einfluss auf die Fleischqualität hat. Es stellte sich heraus, dass die Tiere der Versuchsgruppen in beiden Versuchsdurchgängen länger aktiv waren als in den Kontrollgruppen. Allerdings waren die Unterschiede zumeist nicht signifikant. Weiterhin nahmen die Aktivphasen mit zunehmendem Alter und Gewicht deutlich ab. Diese Beobachtung steht im Einklang mit den Beobachtungen von PETERSEN ET AL. (1995), die ab der siebten Woche reduzierte Aktivität und vermehrtes Sitzen beobachteten. Zum Teil ist das sicherlich mit dem abnehmenden, relativen Platzangebot zu erklären. Ob man das gelegentlich auch im vorliegenden Versuch beobachtete Sitzen der Schweine als ein Zeichen von vermindertem Wohlbefinden (SCHOUTEN, 1991) betrachten sollte, ist fraglich, da gerade gegen Ende des Versuches vielfach Tiere beobachtet wurden, die sich im Sitzen an den zur Verfügung gestellten Materialien betätigten. Insbesondere lässt sich die gegen Ende des Versuches beobachtete Zunahme der Kontakte mit den Beißstäben z.T. gerade darauf zurückführen, dass einzelne Schweine sich sehr lange - sitzend - mit diesen beschäftigten. In diesem Fall handelte es sich zwar um sitzende Schweine, aber nicht um untätig sitzende Schweine, wie von SCHOUTEN (1991) beschrieben. Möglicherweise lässt sich dieses Verhalten auf eine mangelnde Höhenanpassung des Spielgeräts zurückführen. Die starke Reduktion aktiven Verhaltens nach den ersten Versuchswochen, wie auch von PETERSEN (1994) beobachtet, ist sicherlich mit dem gesteigerten Spiel- und Bewegungsbedürfnis der sehr jungen Ferkel und dem ausgedehnten Ruheverhalten erwachsener Schweine (BOGNER UND GRAUVOGEL, 1984) zu erklären.

Hinsichtlich des Aktivitätsverhaltens steht zu vermuten, dass die Unterschiede zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe deutlicher ausgefallen wären, wenn die Kontrollgruppe kein Stroh zur Verfügung gehabt hätte. Umso erstaunlicher ist es, dass trotzdem eine Tendenz zu längeren Aktivzeiten bei der Versuchsgruppe erkennbar war, so dass trotz der Tatsache, dass auch die Kontrollgruppe eine Form des Enrichment zur Verfügung hatte, die Beschäftigungsgegenstände eine Wirkung erkennen ließen.



## **5.2. Kontakte mit den Beschäftigungsgegenständen**

### **5.2.1. Schaukel**

Die Schaukel war der meistgenutzte Beschäftigungsgegenstand. Sie war zwar auch das Spielgerät, das nach dem ersten Abschnitt am meisten an Interesse verlor, aber auch im weiteren Verlauf war es hinsichtlich der Anzahl der Kontakte den anderen Gegenständen noch überlegen. Die durchschnittliche Beschäftigungsdauer war weitestgehend vergleichbar mit Bürste und Beißstäben bzw. wurde geringfügig übertroffen. Das Verhalten der beiden Versuchsgruppen unterschied sich hierbei kaum voneinander. Diese Beobachtung deckt sich mit den in einer Vielzahl von Studien gemachten Beobachtungen: BLACKSHAW ET AL. (1997) beobachteten, dass die Dauer der Beschäftigung in den drei Wochen ihres Versuches tendenziell nachließ; ebenso wie DAY ET AL. (2002), GRANDIN UND CURTIS (1984), SCHAEFER ET AL. (1990). Die Schaukel bot eine Fülle an Möglichkeiten für verschiedenste Verhaltensweisen. Die Holzstangen eigneten sich gut um mit den Vorderbeinen daraufzuspringen, die Enden der Ketten wurden ausgiebig zum Rütteln verwendet. Häufig wurde die Schaukel von mehreren Schweinen gleichzeitig benutzt, wodurch es zu intensivem Ziehen und Zerren an den Ketten oder Holzbalken kam - gemeinsam oder in jeweils entgegengesetzte Richtung. Gelegentlich wurde zu Anfang des Versuches beobachtet, dass ein Tier über den Holzbalken sprang. Häufig wurde eine Ruhephase damit beendet, dass ein Schwein begann die Kette der Schaukel zu manipulieren, woraufhin andere sich ebenfalls erhoben, um sich daran zu beteiligen. Die große Beliebtheit könnte unter anderem damit zusammenhängen, dass sich dieses Spielgerät, wie auch von BLACKSHAW (1997) für ideal befunden, direkt auf Augenhöhe der Schweine befand und durch seine freie Beweglichkeit zu Aktionen motivierte. Anders als von SCHAEFER ET AL. (1990) beobachtet, kam es nie zu einem Kampf um die Enrichment-Gegenstände. Dieses Ergebnis ist allerdings wiederum in Einklang mit BLACKSHAW (1997), und auch VAN DE WEERD ET AL. (2003) fanden in ihrem Versuch, dass die Schweine stets einen Weg fanden, sich gemeinsam mit einem Objekt zu beschäftigen. Insgesamt betrachtet zeigte sich aber, dass die Gesamtdauer der Nutzung mit ca. 3 min/12h (Abschnitt 1) sehr gering war.

### **5.2.2. Bürste**

Bei Betrachtung des Spielverhaltens - in Bezug auf die Bürste - fiel auf, dass die Ferkel von Anfang an die Bürste fast ausschließlich benutzten um daran zu knabbern. Die Höhe der Bürste wurde entsprechend der Gebrauchsanweisung regelmäßig an die Größe der Tiere

angepasst, so dass einer Benutzung als „Scheuerggegenstand,“ wie ursprünglich geplant und in der Rinder- und Pferdehaltung seit Jahren bewährt ist, zumindest kein „technisches“ Problem im Wege stand. Vielmehr schien kein Bedarf an Scheuerggegenständen zu bestehen. Es wurde auch anderweitig kein Scheuern beobachtet. Als „Beißobjekt“ war die Bürste bei den Schweinen sehr beliebt. Zwar kam es nicht zu so vielen Kontakten wie mit der Schaukel, doch das Interesse blieb während des ganzen Versuches erhalten. Das weist darauf hin, dass die Bürste als Enrichment-Gegenstand ein weiterreichendes Interesse bei den Schweinen hervorrief, als nur die Neugierde an einem fremden, unbekanntem Gegenstand. Möglicherweise können hier Parallelen zu der Arbeit von APPLE UND CRAIG (1992) gezogen werden, die herausfanden, dass weiche, verformbare Materialien dem Bedürfnis der Schweine am nächsten kamen, in dem Fall ein Gummispielzeug für Hunde. Auch GRANDIN UND CURTIS (1984) fanden in ihrem Versuch, dass das weichste, am leichtesten zu kauende Enrichment-Objekt, am beliebtesten war. Dort handelte es sich um Stoffstreifen. Zu begründen ist dies mit der Vorliebe der Schweine von Natur aus auf neuen Gegenständen herumzukauen, was vermutlich auf Verhaltensmuster aus dem Nahrungssuchverhalten zurückzuführen ist (FRASER, 1983; DAY ET AL., 1996). Die Borsten der verwendeten Bürste erfüllten die dort gefundenen Bedingungen, nämlich weich, verformbar und gut kaubar. Dabei hatte sie den Vorteil, dass sie sehr robust war und die Manipulationen der Schweinezähne kaum Spuren hinterließen. Ein Nachteil bestand darin, dass es bei zwei Schweinen zu einer Hautverletzung bzw. beim zweiten Tier zu einem kleinen Abszess kam, die aufgrund ihrer „Lage“ am Tier sehr wahrscheinlich durch die harten Metallkanten des Bürstenrückens verursacht worden waren. Dieses Problem ließe sich möglicherweise bei Auswahl eines geeigneteren Platzes im Stall oder durch Abrundung der Kanten beheben. Die große Beliebtheit der Bürste ist umso bedeutsamer, als die Schweine täglich frisches Stroh zur Verfügung hatten. Es bestand trotzdem noch das Bedürfnis nach weiteren Objekten, die der Befriedigung des „Kautriebs“ dienten. Ein weiterer Vorteil der Bürste bestand darin, dass sie groß genug war, so dass sich problemlos mehrere Tiere gleichzeitig damit beschäftigen konnten. Das durch das Nagen entstandene Wippen der Bürste schien die anderen Tiere häufig zu motivieren auch daran zu knabbern, so dass zwei bis drei Tiere, die sich gleichzeitig mit der Bürste beschäftigten, keine Seltenheit waren.

### **5.2.3. Beißstäbe**

Ähnlich wie zuvor bei der Bürste beschrieben, verwendeten die Schweine die Stäbe nicht zu dem vom Hersteller vorgesehenen Zweck. Die Stäbe aus Gummi sollten als Beißstäbe dienen.

Es wurde jedoch nicht ein einziges Mal ein Tier beobachtet, das in einen der Stäbe biss. Auch war in keinem der Stäbe eine einzige „Biss-Spur“ zu erkennen. Sie befanden sich am Ende des Versuches noch in neuwertigem Zustand. Stattdessen wurden die Stäbe einzig und allein dazu benutzt mit geschlossenem Maul dagegenzustupsen. Dies geschah bei den jungen Ferkeln fast nur während ihrer Rennphasen als kurzer, einzelner Kontakt; mit zunehmendem Alter war zu beobachten, dass die Tiere auch während der Ruhephasen die Stäbe anstupsten. Das fand teilweise alleine, oft aber auch zu zweit statt. Vielfach konnte beobachtet werden, dass ein mit den Stäben beschäftigtes Schwein schnell motivierend auf ein anderes wirkte, das sich dann am „Stupsen“ beteiligte. Dieses fand in den letzten Wochen der Mast bei abnehmenden Aktivzeiten häufig im Sitzen statt.

Die Beschäftigung mit den Stäben zeigte altersabhängig eine etwas gegenläufige Tendenz zu den anderen Beschäftigungsgegenständen. Während dort das Interesse gleich blieb oder eher etwas abnahm, reduzierte sich zwar die Zahl der Kontakte bis Versuchsende, deren Dauer nahm mit zunehmendem Alter aber deutlich zu. Ähnliche Beobachtungen machten auch HILL ET AL. (1998), wo sich die Vorliebe im Laufe des Versuchs von bereitgestellten Ketten zu Gummischläuchen hin wandelte und dort zu längeren Kontakten führte. HILL ET AL. (1998) vermuteten, dass der relativ große Gummischlauch für die noch jungen Ferkel schwieriger zu „bearbeiten“ war, und dass dies mit zunehmendem Alter weniger Mühe machte. Dies steht auch in Übereinstimmung mit den Ergebnissen von GRANDIN UND CURTIS (1984), die ebenfalls veränderte Vorlieben mit der fortschreitenden Entwicklung der Tiere feststellten. Auch LEWIS ET AL. (2006) beobachteten mit fortschreitendem Alter der Tiere vermehrtes Interesse an den von ihnen verwendeten Seilen und Papierschnitzeln. Eine mögliche Erklärung dafür, dass die Schweine die Stäbe als „Beißobjekte“ nicht annahmen, könnte in der Vorliebe der Schweine für weiche Kaumaterialien (GRANDIN UND CURTIS, 1984) zu sehen sein. Die aus Hartgummi bestehenden Stäbe waren vermutlich zu hart. Eine weitere Erklärung für das zunehmende Interesse an den Stäben könnte sein, dass mit zunehmender Größe der Schweine auch das Platzangebot pro Schwein geringer wurde, aber auch die Aktivzeiten an sich abnahmen, so dass Gegenstände wie die Schaukel, die zumeist in den Aktivphasen genutzt wurden, sowohl aufgrund des geringeren Platzangebotes als auch aufgrund größerer Körpermasse nicht mehr so problemlos genutzt werden konnten, so dass nun Beschäftigungsgegenstände die auch in der Ruhe gut zu benutzen waren, interessanter wurden.

#### **5.2.4. Bälle**

Es konnte kein unterschiedliches Verhalten gegenüber dem großen und dem kleineren Ball festgestellt werden. Sowohl die Anzahl der Kontakte als auch deren Dauer waren von Anfang an sehr niedrig. Lediglich in der ersten Stunde nach Bereitstellung bestand Interesse. Danach blieb es konstant niedrig. Die allermeisten zielgerichteten Kontakte mit den Bällen wurden herbeigeführt, um sie beiseite zu schaffen, etwa wenn sie ungünstig vor dem Futter lagen oder dort, wo ein Schwein sich zum Schlafen niederlassen wollte. Anfangs wurde einige Male ein Bespringen des großen Balles beobachtet, was aber bei wenigen kurzen Versuchen blieb. Ein mehrmaliges Anstupsen bzw. auch „Spiel“ mit zwei beteiligten Schweinen wurde während des gesamten Versuches nur zweimal beobachtet. Das Geräusch, das der kleine Ball beim Bewegen erzeugte, rief keinerlei Interesse hervor. Zumeist lagen die beiden Bälle, die täglich beim Misten in der Mitte des Stalles platziert wurden innerhalb kurzer Zeit in einer der Ecken oder hinter dem Futtersilo. Diese Beobachtungen stehen in Einklang mit den Ergebnissen von BLACKSHAW ET AL. (1997), die ebenfalls eine deutliche Präferenz zu befestigten Gegenständen - im Gegensatz zu frei beweglichen - feststellten. Sie sahen als Gründe für dieses Verhalten einerseits die Tatsache, dass auch dort die freibeweglichen Gegenständen häufig unter dem Futtertrog festgeklemmt waren, andererseits auch in der Verschmutzung durch Fäkalien, die auftrat, wenn die Gegenstände sich auf dem Stallboden befanden. An verschmutzten Objekten bestand kein Interesse mehr. Eine sinnvolle Nutzung der Bälle wäre lediglich als gelegentliche, kurzzeitige Abwechslung denkbar oder fest an einem Seil installiert.

#### **5.2.5. Gesamtbetrachtung der Beschäftigungsgegenstände**

Insgesamt betrachtet kann festgestellt werden, dass die Schweine - abgesehen von den Bällen - alle Beschäftigungsmöglichkeiten gut annahmen. Wie auch von BLACKSHAW ET AL. (1997) berichtet, mag das damit zusammenhängen, dass die beliebten Beschäftigungsgegenstände befestigt waren und die Bälle frei beweglich.

Der zweite Versuchsdurchgang bestätigte - fast ohne Ausnahmen - die in V1 gemachten Beobachtungen. Sowohl hinsichtlich der Präferenzen für die einzelnen Enrichment-Objekte als auch in Bezug auf Übereinstimmung was Kontaktzahlen und Dauer betraf. So wurde deutlich, dass es sich bei der Schaukel mit sehr hohen Kontaktanzahlen (sehr viele, kurze „Stupskontakte“), eher um ein „Kurzzeitenspielzeug“ handelte, das fast ausschließlich während der Aktivphasen benutzt wurde. Das erklärt auch, warum die Frequentierung dieses

Beschäftigungsgegenstandes mit zunehmendem Alter im Vergleich zum Anfang tendenziell nachließ. Zum einen war für die teilweise recht wilden Spiele mit der Schaukel ein gewisses Platzangebot notwendig, zum anderen nahmen die Aktivphasen mit zunehmendem Alter und Gewicht der Schweine ab. In den Ruhephasen wurde die Schaukel kaum genutzt. Das macht deutlich, warum die auch in der Ruhe mit weniger Platzbedarf und bei höherem Gewicht angenehm zu benutzende Bürste und Stäbe bis Versuchsende (bei zunehmend langen Ruhephasen) von Interesse blieben bzw. das Interesse daran zunahm. Dieses Verhalten gibt Hinweis darauf, dass diese beiden Beschäftigungsgegenstände nicht nur dem (kurzfristigen) Erkundungsverhalten dienten, sondern zumindest im Falle der Bürste auch weiterreichendem Futtersuch- und Kauverhalten. Hinweis hierauf gibt die Beobachtung, dass Tiere in Freiheit ab einem Alter von sechs Wochen komplett damit aufhörten auf nicht essbaren Sachen herumzukauen (PETERSEN, 1994). Daher muss ein Spielzeug, das von längerem Interesse sein soll, auch geeignet sein, das Futtersuchverhalten zu befriedigen (DAY ET AL., 2002; VAN DE WEERD, 2003). Umso erstaunlicher ist dieses Ergebnis, da den Tieren beständig frisches Stroh zur Verfügung stand, das dieses Bedürfnis ausreichend stillen könnte. Möglicherweise ist dies ein Hinweis darauf, wie groß die Bedeutung dieses Verhaltensmerkmals ist. Alle verwendeten Beschäftigungsgegenstände erwiesen sich als sehr robust und nahmen keinerlei Schaden an den Manipulationen der Tiere, dennoch zogen sie das Interesse auf sich. Allerdings mit ca. 3 min am Tag nur bei sehr geringer Gesamtdauer. Dies könnte ein Hinweis darauf sein, wie hoch die in der Tierschutz Nutztierhaltungsverordnung (BGBL Teil I, Nr. 41, Änderung vom 22. August 2006) geforderte Eigenschaft der Zerstörbarkeit einzuschätzen ist. So fanden z.B. FEDDES UND FRASER (1994) Beschäftigungszeiten von ca. 30 min/d bei Zugabe eines geflochtenen Seils, das die Tiere durch Kauen zerstören konnten. Bei Zugabe von weniger leicht zu zerstörenden Enrichment-Gegenstände sank das Interesse auf 1-2 min /d. Dies könnte eine Erklärung für die nur kurzen Beschäftigungszeiten mit den Enrichment-Objekten und der langen Beschäftigung mit dem zerstörbaren Stroh sein. Dennoch kann auch ein gewisser Vorteil in der Unzerstörbarkeit gesehen werden, da diese dauerhaft genutzt werden können ohne dass ein ständiges Austauschen nötig wird.

Bei Gesamtbetrachtung des Beobachtungszeitraums von zwölf Stunden wird dennoch deutlich, dass die Beschäftigungszeiten von nur ca. drei Minuten in dem beobachteten Zeitraum im Vergleich mit den Nutzungszeiten die für die Beschäftigung mit dem Stroh aufgebracht wurden im Zeitbudget vernachlässigt werden können. Zum Versuchsende betrug die durchschnittliche Nutzung von Schaukel, Bürste und Beißstäben im Schnitt etwa 1 bis 1 ½

Minuten. Die Beschäftigungszeiten mit dem Stroh dagegen lagen über die gesamte Versuchsdauer in beiden Durchgängen zwischen 5 bis 8 h/12h. Dabei kam es sowohl in den Ruhe- als auch in den Aktivitätsphasen fortwährend zu Beschäftigung mit Stroh – teils in Brustlage liegend, teils im Stehen oder langsamem Fortbewegen. So bestand der Tagesablauf aller vier beobachteten Gruppen aus einem Wechsel von Schlaf und Beschäftigung mit Stroh. Die Strohbeschäftigung fand sowohl in den Ruhe- als auch in den Aktivzeiten statt. Die Ruhephasen setzen sich aus den reinen Schlafphasen (abhängig von Alter und Gruppe der Tiere zwischen vier und sieben Stunden pro beobachteten 12 h) ohne Strohbeschäftigung und den Phasen mit Strohbeschäftigung zusammen, die die Tiere mit Aufnahme von Stroh in Brustlage liegend verbrachten. In den Aktivphasen fand, von kurzen Phasen des Rennens abgesehen, ununterbrochen Beschäftigung mit Stroh statt (Wühlen, Futteraufnahme). Auch während sich einzelne Tiere an den zugegebenen Enrichment-Gegenständen betätigten, war der Rest der jeweiligen Gruppe mit Stroh beschäftigt.

Insgesamt kann trotzdem der Schluss gezogen werden, dass - abgesehen von den Bällen - die verwendeten Beschäftigungsgegenstände sich als geeignet erwiesen haben, allerdings - bei zwei von drei - nicht in der vom Hersteller beabsichtigten Nutzung. Die Spielgeräte wurden trotz der kurzen täglichen Nutzungsdauer bis Mastende genutzt, was im Gegensatz zu der Behauptung steht, dass Schweine sich nur mit Beschäftigungsmaterialien beschäftigen, wenn man diese regelmäßig wechselt. Mit den oben beschriebenen Präferenzen: die Schaukel als das Beschäftigungsgerät der Wahl der jungen aktiven Ferkel, dem Spiel- und Erkundungsverhalten entgegenkommend; die Bürste als das auch für Ruhephasennutzung altersunabhängig genutzte Objekt, das dem so wichtigen Futtersuchverhalten entgegenkommt und nicht zuletzt die Stäbe, die zum Kauen ungeeignet, dem schweren unbeweglicheren Schwein Beschäftigung boten. Bei sehr beengtem Raum oder der Anschaffung von nur wenig Spielgeräten kann aus diesen Beobachtungen auf den idealen Zeitpunkt geschlossen werden, wann für welche Altersgruppe welcher Beschäftigungsgegenstand am geeignetsten ist. Ein Enrichment-Objekt muss mehr bieten um einen positiven Langzeiteffekt zu haben, als nur den Wert des Neuen (YOUNG ET AL., 1994).

### **5.3. Hautverletzungen**

In Übereinstimmung mit den Beobachtungen von BLACKSHAW ET AL. (1997) fiel bei Betrachtung der Ergebnisse der Auswertung der Hautverletzungen auf, dass die Verletzungsintensität der Schweine der Kontrollgruppen in beiden Versuchsdurchgängen stets höher, teilweise auch signifikant höher, lag als bei den Schweinen der Versuchsgruppen. Weiterhin fiel auf, dass das Vorkommen von Hautverletzungen erst ab einem bestimmten Alter auftrat: in Lebenswoche 10 in V1 und in Woche 9 in V2. Das ist zumindest in V1 etwas erstaunlich, da es sich dort um eine Ferkelgruppe handelte, die nur wenige Tage vor Beginn der Verhaltensbeobachtungen aus zwei Würfen gemischt worden war, was durch daraus resultierenden Rangordnungskämpfen zu starkem Stress und erhöhtem Aggressionsverhalten führte. Ebenso bemerkenswert ist es, dass das aggressive Verhalten in beiden Kontrollgruppen nicht allmählich anstieg, wie es in den Versuchsgruppen jeweils tendenziell zu erkennen war, sondern von null auf beinahe maximale Werte anstieg. Gegen Ende des Versuches ließ das aggressive Verhalten wiederum in beiden Kontrollgruppen nach, so dass das gezeigte Verhalten weder mit zunehmender Körperkraft oder sinkendem Platzangebot pro Schwein erklärt werden kann. Weiterhin war auffallend, dass das aggressive Verhalten in V2 tendenziell höher war, obwohl es sich um einen Wurf handelte, der aufgeteilt worden war, die Ferkel also nicht aus verschiedenen Würfen gemischt worden waren, und außerdem aufgrund der geringeren Tierzahl das Platzangebot großzügig bemessen war. Da aber auch die Versuchsgruppe des V2 geringfügig aggressiveres Verhalten zeigte als die des V1 kann in diesem Fall genetisch bedingte größere Aggressivität angenommen werden. Ähnliche Beobachtungen hatten auch SCHAEFER ET AL. (1990) in ihren Untersuchungen gemacht.

In Übereinstimmung mit der Mehrheit aller „Enrichment-Versuche“ bei denen Tieren Enrichment-Gegenstände zur Verfügung gestellt worden waren, ist die Beobachtung, dass die Aggressivität in den Gruppen mit Enrichment deutlich unter denen der Kontrollgruppen lag. So beobachteten BLACKSHAW ET AL. (1997) in allen Versuchsgruppen signifikant weniger aggressives Verhalten als in den Kontrollgruppen; unabhängig davon ob die Schweine ein mehr oder weniger beliebten Beschäftigungsgegenstand zur Verfügung hatten. Auch APPLE UND CRAIG (1992) fanden eine Verminderung des aggressiven Verhaltens bei ihren Versuchsgruppen mit Spielzeug. LEWIS ET AL. (2006) zählten bei den Tieren, die in mit Papierschnitzeln eingestreuten Ställen lebten, weniger Verletzungen als bei den Kontrollgruppen. SCHAEFER ET AL. (1990) beobachteten zwar auch bei allen von ihnen getesteten Enrichment-Gegenständen eine deutliche Reduktion aggressiven Verhaltens;

andererseits aber auch Kämpfe um Beschäftigungsobjekte. Sie gaben daher zu bedenken, dass bei der Auswahl von Beschäftigungsgegenständen auf ihre Eignung zu achten sei, dahingehend, dass mehrere Tiere sich gleichzeitig damit beschäftigen können bzw. eine ausreichende Anzahl von Gegenständen bereitzustellen sei, um ungewollte Kämpfe zu vermeiden. Das steht im Gegensatz zu eigenen Beobachtungen, nach denen zwar beginnende Beschäftigung mit einem Gegenstand meist andere Tiere motivierte sich ebenfalls für dieses Objekt zu interessieren, aber nicht ein einziges Mal eine daraus resultierende aggressive Handlung beobachtet wurde. PETERSEN ET AL. (1995) stellten in ihren Kontrollgruppen signifikant mehr aggressive Kontakte gegenüber den Stallgenossen fest. Schwanzbeißen kam zwar insgesamt selten, aber wiederum signifikant häufiger in den Gruppen ohne Enrichment-Objekte vor. Nach FRASER (1983) haben die Schweine ein natürliches Bedürfnis auf neuen Gegenständen zu kauen. Mangelt es an solchen Gegenständen, so werden Ohren und Schwänze der „Kameraden“ als Ersatzobjekt genommen. Im vorliegenden Versuch wurde nicht ein einziges Mal Schwanzkauen beobachtet oder eine verletzte Schwanzspitze notiert, weder in der Kontroll- noch in der Versuchsgruppe einer der beiden Versuchsdurchgänge. Lediglich in Ruhephasen wurde in den Kontrollgruppen gelegentliches Manipulieren des Ohres eines Nachbarn beobachtet, woraus aber niemals eine verletzte Ohrspitze hervorging. Ein Grund hierfür kann darin zu finden sein, dass beide Gruppen mit Stroh eingestreut waren, so dass die Haltung auch der Kontrollgruppe nicht jeglicher „Kauobjekte“ entbehrte.

SIMONSEN (1990) beobachtete in seinem „Multy-activity pen“, dass aggressives Verhalten in direktem Zusammenhang damit stand, womit er den Stall bereicherte, bzw. wie er die verschiedenen Objekte anordnete. Er kam zu dem Schluss, dass das aggressive Verhalten signifikant von den verschiedenen Umgebungen beeinflusst wurde.

## **5.4. Blutparameter**

### **5.4.1. Cortisol**

Zunächst fiel auf, dass eine Korrelation zwischen Plasma- und Serum-Cortisol gegeben war, aber höhere Werte im zeitgleich entnommenen Serum vorlagen. Wichtig zur Messung war das Vorhandensein einheitlicher Proben, die Messung erwies sich aber in beiden als möglich. Dies könnte einen Beitrag dazu liefern, die Ergebnisse aus anderen Arbeiten besser vergleichen zu können, da Untersuchungen vorangegangener Arbeiten teilweise an Plasma-



Cortisol, andere an Serum-Cortisol stattfanden, was eine Vergleichbarkeit erschwert. Es muss dabei allerdings beachtet werden, dass Vergleiche oft nur zwischen gleichen Messverfahren gezogen werden können (z.B. ELISA).

Die Unterschiede zwischen der Versuchs- und Kontrollgruppe waren weder bei der Auswertung des Plasma-Cortisol- noch des Serum-Cortisol-Gehaltes signifikant. Eine Aussage über den Stresszustand der Tiere aufgrund der ermittelten Werte muss mit Vorsicht getätigt werden; zumal es eine erhebliche Streuung der Einzelwerte gab. Beim Vergleich der hier gefundenen Werte mit den Ergebnissen anderer Studien müssen einige Faktoren beachtet werden. So muss zum einen die circadiane Rhythmik beachtet werden, die einen Höhepunkt am späten Vormittag (RUIS, 1997) – also etwa zum Zeitpunkt der Schlachtung – hat, zum anderen aber auch das Alter der Tiere. So ist fraglich, ob diese, als sie mit 20 Wochen geschlachtet wurden, schon einen vollständigen circadianen Rhythmus entwickelt hatten, der erst mit etwa 20 Wochen eintritt (RUIS, 1997; EKKEL, 1996). Weiterhin sind Vergleiche zwischen verschiedenen Messverfahren kritisch zu betrachten. Dennoch ergibt sich eventuell ein gewisser Hinweis auf das Stressgeschehen, da die hier gefundenen Durchschnittswerte mit 85,79 nmol/l und 121,88 nmol/l beim Vergleich mit anderen Werten eher als gering anzusiedeln sind. Die in der Literatur beschriebenen Angaben variieren zwischen 60 nmol/l (EDQUIST, 1980) und 177,33 nmol/l (SCHÖNREITER, 1996). Bei Stress waren sogar Werte bis 374,09 nmol/l gemessen worden (SCHÖNREITER, 1996). Allerdings ist zu beachten, dass diese Ergebnisse aufgrund von Messungen mit anderen Messverfahren zustande kamen. Zwischen verschiedenen Messverfahren (im vorliegenden Versuch ELISA) kann oft nicht direkt verglichen werden.

Insgesamt betrachtet kommen den gefundenen Parameter keine besondere Aussagekraft zu, da zugunsten der ungestörten Verhaltensbeobachtungen nur eine Blutentnahme bei der Schlachtung durchgeführt wurde, wo neben dem eigentlichen Schlachtvorgang auch noch der vorangegangene Transportstress zu berücksichtigen ist. Daher wurde dieses auch nur in V1 durchgeführt.

#### **5.4.2. Weitere Blutparameter**

Beim Großteil der weiteren untersuchten Blutparameter, insbesondere denen des roten Blutbildes, konnte kein deutlicher Unterschied zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe ermittelt werden. Die untersuchten Werte lagen alle in den in der Literatur beschriebenen

Referenzbereichen (KRAFT, 2005). Der Hämatokrit kann unter Stress in kurzer Zeit ansteigen (KRAFT, 2005; MITCHEL ET AL., 1988).

Bei Betrachtung der Leukozyten der beiden Schweinegruppen war erkennbar, dass die Durchschnittswerte der Versuchsgruppe höher waren als die der Kontrollgruppe. Im Vergleich mit den in der Literatur angegebenen Referenzwerten für Leukozyten (KRAFT, 2005) zeigt sich, dass die der Kontrollgruppe knapp unter den dort vermerkten Obergrenzen, die der Versuchsgruppe knapp darüber lagen. Diese erhöhten Werten könnten sich mit dem Vorliegen einer physiologischen Leukozytose wie sie bei Furcht, Aufregung, fremder Umgebung sowie Behandlung durch fremde Menschen durch Erhöhung des Blutdruckes vorkommt (KRAFT, 2005), erklären lassen. Der gefundene Unterschied dürfte aber nur von geringer Bedeutung sein.

Die Thrombozytenzahlen lagen zwar bei der Versuchsgruppe höher, aber insgesamt betrachtet auch hier innerhalb der Referenzbereiche, so dass dem Unterschied nicht allzu viel Bedeutung beigemessen werden sollte.

Insgesamt betrachtet ergaben sich bei keinem der Parameter eindeutige Hinweise darauf, dass die Nutzung der Enrichment-Objekte größeren Einfluss auf die untersuchten Parameter genommen hat, zumal nur eine Blutentnahme – bei der Schlachtung - stattfand. So lässt sich aus diesen auch kein eindeutiger Hinweis auf das Vorliegen bzw. die Intensität von Stress finden. Dieses Ergebnis steht weitestgehend im Einklang mit den Ergebnissen anderer Arbeiten, die sich mit den Auswirkungen von Enrichment bei Schweinen und dessen Einfluss auf Blutparameter beschäftigten (HICKS ET AL., 1998; KLEINBECK UND MCGLONE, 1999; DE GROOT ET AL., 2000).

## **5.5. Gewichtszunahmen**

Die hier gefundenen Ergebnisse bezüglich der Gewichtsentwicklung decken sich mit denen der meisten anderen Studien, die sich mit der Bereitstellung von Beschäftigungsgegenständen beschäftigten. Ebenso wie in der vorliegenden Studie kam es auch dort zumeist zwischen Versuchs- und Kontrollgruppen zu keinen signifikanten Unterschieden (PEARCE UND PATERSON, 1989; HILL ET AL., 1998; BLACKSHAW ET AL., 1997; DAY ET AL., 2002). In anderen Untersuchungen ergaben sich geringfügig verbesserte Zunahmen und Endgewichte

(SCHAEFER ET AL., 1987). In Studien, die sich statt mit Spielgeräten mit anderen Formen von Enrichment beschäftigten, kam es zumeist zu gleichen oder geringfügig verbesserten Ergebnissen der Zunahmen bzw. Endgewichte. Die schlechteren Zunahmen bei den „deep-litter, large group housing systems“ (CONNOR ET AL., 1995; PAYNE ET AL., 2000) lassen sich mit instabilen Rangordnungsstrukturen aufgrund der hohen Tierzahlen (150-2000) erklären, was trotz zusätzlichem Platzangebot und Einstreu zu vermehrtem Stress führte (MORRISON ET AL., 2003b). Ebenfalls durch erhöhten Stress lassen sich die schlechteren Zunahmen bei den Arbeiten mit neonatalem „handling“ erklären (WEAVER ET AL., 2000; BARNETT ET AL., 2000). Diese beiden Formen von Enrichment erwiesen sich somit als nur bedingt empfehlenswert.

Die Ergebnisse in dieser, wie auch in anderen Arbeiten zeigen, dass verminderte Zunahmen durch die Bereitstellung von Spielgeräten oder anderen Beschäftigungsmöglichkeiten und der daraus resultierenden erhöhten Aktivität nicht zu befürchten sind. Demzufolge gibt es keinen wirtschaftlichen Grund auf die Bereitstellung von Enrichment-Gegenständen und ihre positiven Auswirkungen auf das Wohlergehen der Tiere, insbesondere durch Verminderung der Langeweile und Aggressivität, zu verzichten.

Es darf allerdings nicht außer Acht gelassen werden, dass der ausschlaggebende Parameter bei Auswertung der täglichen Zunahmen die Futtermittelverwertung ist. Dieser Parameter konnte in der vorliegenden Studie versuchsbedingt nicht erhoben werden.

## **5.6. Fleischparameter**

Der Erfolg in der Schweinemast hängt neben der Schlachtleistung auch von der Qualität des Fleisches ab. Die Erzielung guter Ergebnisse in allen genannten Bereichen hängt von einer Vielzahl von Faktoren wie Rasse, Genetik, Geschlecht und Gruppengröße ab (BICKHARDT, 1997). Einfluss hierauf kann aber auch das Wohlbefinden der Tiere nehmen. Insofern stellte sich die Frage, ob die Bereitstellung von Beschäftigungsmöglichkeiten, die zur Verbesserung des Wohlbefindens dienen sollten, auch zu Verbesserungen in einem oder mehreren der oben genannten Leistungsmerkmale führen könnten.

### **5.6.1. Schlachtleistung**

Bei den meisten ausgewerteten Parametern fällt auf, dass es in beiden Versuchsdurchgängen nur sehr geringe Unterschiede zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe gab. Bei Betrachtung

dieser Ergebnisse stellte sich die Frage, ob dieses Ergebnis so zustande kam, weil andere Faktoren größeren Einfluss hatten als die vermehrte Aktivität der Versuchsgruppen oder ob durch die Bereitstellung von Stroh auch für die Kontrollgruppe das Wohlbefinden ähnlich gut war.

Dieses steht in Einklang mit den Ergebnissen von HILL ET AL. (1998) und PEARCE UND PATERSON (1989), die beide keinen eindeutigen Einfluss der Beschäftigungsgegenstände auf die von ihnen untersuchten Schlacht-Parameter fanden. Lediglich HILL ET AL. (1998) fanden bei einem von ihnen verwendeten Genotyp (EXP-94) verbesserte Zunahmen in den Gruppen mit Enrichment. Sie vermuteten daher, dass es Genotypen gibt, die stärker auf die Umweltbedingungen reagieren als andere, so dass bei diesen mehr für die Haltungsbedingungen getan werden muss, um ein Optimum an Leistung zu erzielen. Bei den Unterschieden in den Rückenspeckdicken kamen sie zu dem Schluss, dass die genetische Veranlagung ausschlaggebend für die Ergebnisse war. Das wäre natürlich auch ein Erklärungsansatz für die höheren Werte der Tiere des V2 im vorliegenden Versuch. Von weit größerer Bedeutung ist, dass die in V1 ermittelten Werte im Vergleich von Versuchs- und Kontrollgruppe voll bestätigt werden konnten. Ebenfalls in Übereinstimmung steht dieses Ergebnis mit den Studien, die sich mit sonstigen alternativen Haltungsformen beschäftigten und die in der Mehrzahl gleiche Schlachtleistungen feststellten (GENTRY ET AL., 2000a, b; KLONT ET AL., 2001; ENFÄLT ET AL., 1993).

### **5.6.2. Fleischqualität**

Weder bei pH<sub>1</sub> noch bei pH<sub>24</sub> war ein signifikanter Unterschied zwischen den Versuchs- und Kontrollgruppen der beiden Durchgänge zu erkennen. Nach der Einteilung der Leistungsprüfungsanstalt für Schweine der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LPA DER LFL, 2007, MDL.MITT.) würden alle Versuchsgruppen mit „gut“ eingestuft.

Bei den im Jahr 2003 an der LfL durchgeführten Leistungsprüfungen (Stichprobenfest und Geschwister-/Nachkommenprüfung, JAHRESBERICHT DER LFL 2003) fanden sich für den pH<sub>1</sub> im Kotelett Werte zwischen 6,2 und 6,5. Das liegt in ähnlichem Bereich wie die der hier kontrollierten Schweine. Damit lieferten alle verwendeten Versuchsgruppen durchgängig Fleisch von guter bis sehr guter Qualität.

Betrachtet man die Mehrheit der Versuche mit verschiedenen Haltungssystemen oder Enrichment-Objekten, so zeigt sich, dass die pH-Werte durch die Haltung kaum Veränderung

erfahren (GENTRY ET AL., 2002a; LEBRET ET AL., 2006; LEWIS ET AL., 1989). Das führt zu dem Schluss, dass andere Faktoren größeren Einfluss auf die Glykolyse-Rate und somit die Fleischqualität haben. In Frage kommen hier vor allem genetische - und zu einem geringeren Anteil - ernährungstechnische Ursachen (MILLET ET AL., 2005).

Die gemessenen Werte der Leitfähigkeit variierten recht stark, vor allem zwischen den Versuchsdurchgängen. Allerdings lagen alle Werte in Bereichen, die als „gut“ oder sogar „sehr gut“ bezeichnet werden können. (LPA DER LFL GRUB, 2007, MDL. MITT.; V. WENZLAWOWICZ, 1994).

Die Punktwerte für Helligkeit lagen, abgesehen von denen der Versuchsgruppe des V1, sehr nahe beieinander und könnten nach der Qualitätsskala der LPA der LfL Grub alle als „gut“ eingestuft werden.

Insgesamt betrachtet zeigten sich keine großen Einflüsse der Beschäftigungsgegenstände auf die Fleischqualität, wie es sich auch in der Mehrzahl der anderen Arbeiten zu diesem Thema zeigte (GENTRY ET AL., 2002b; LEBRET ET AL., 2006; LEWIS ET AL., 1989).

Das ist in diesem Fall aber nicht als nachteilig anzusehen, da auch die Qualität der Kontrollgruppe sehr gut war. Möglicherweise lag das an der Tatsache, dass auch die Kontrollgruppe eine Form des Enrichment genoss, indem sie Stroh zur Verfügung hatte. Stroh ist als Enrichment in der Schweinehaltung am gebräuchlichsten (TUYTTENS, 2005). So könnten die getesteten Beschäftigungsgegenstände in konventionellen Haltungen z.B. auf Spaltenböden, wo der Einsatz von Stroh ungeeignet ist, oder in Fällen wo dies zu teuer oder aufwändig ist, eine langlebige und damit preislich günstige Alternative bieten und damit auch dort die Lebensqualität verbessern. Denkbar wäre in diesem Fall, dass die Unterschiede hinsichtlich der Fleischqualität deutlicher ausfallen könnten.

Aufgabe weiterer Arbeiten könnte es sein, die aufgezeigten Ansätze aufzugreifen und durch geeignete Kombinationen der bisher erforschten Möglichkeiten die Ergebnisse weiter zu verbessern. So könnten spezielle Beschäftigungsgegenstände in Kombination mit bestimmten Haltungs- und Fütterungsformen speziell auf die Bedürfnisse bestimmter genetischer Linien zugeschnitten werden, um ein Optimum an Leistung und Qualität bei möglichst tiergerechter Haltung zu erzielen.

Doch auch aus den bisher durchgeführten Arbeiten kann ersehen werden, dass Haltungssysteme mit Enrichment dem Vergleich mit konventionellen Produktionssystemen durchaus standhalten können und weder schlechtere Ergebnisse hinsichtlich der Leistung, noch der Qualität des Fleisches zu befürchten sind. So bestehen aus wirtschaftlicher Sicht keine Bedenken, Enrichment in der Schweinemast anzuwenden, zumal das Interesse der Verbraucher an artgerecht produziertem Fleisch beständig zunimmt.

### **5.7. Schlussbetrachtung**

Die vorliegende Untersuchung wurde als Orientierungsstudie an einer geringen Tierzahl durchgeführt. Dadurch konnten einzelne Parameter bis ins Detail untersucht werden. Allerdings müssen die erzielten Ergebnisse in weiteren Feldstudien mit höheren Tierzahlen bestätigt werden.

Zusammenfassend lassen sich die Ergebnisse der durchgeführten Untersuchung wie folgt darstellen:

- Die Schweine der Versuchsgruppen hatten zumeist längere Aktivphasen als die der Kontrollgruppen. Signifikant waren diese Unterschiede jedoch nur im ersten Abschnitt beider Versuchsdurchgänge und in Abschnitt 4 des V2. Deutlich sichtbare Auswirkungen auf die Qualität des Fleisches ergaben sich erwartungsgemäß hierdurch keine. Die Tiere verbrachten nahezu den gesamten Teil ihrer aktiven Zeit mit der Beschäftigung mit Stroh.
- Bei Auswertung des Verhaltens hinsichtlich der Beschäftigungsmaterialien konnte zunächst einmal gezeigt werden, dass durchaus Interesse an der Nutzung der Beschäftigungsmöglichkeiten bestand. Die Intensität der Beschäftigung war zwar erwartungsgemäß bei den ganz jungen Ferkeln am höchsten, das Interesse hielt generell aber auch bei den älteren Tieren bis Versuchsende an. Weiterhin wurde deutlich, dass es eindeutige Vorlieben für bestimmte Spielgeräte gab. Die Gesamtdauer der Beschäftigung mit den Enrichment-Objekten war mit etwa 3 Minuten pro Tag aber insgesamt sehr kurz.

Schaukel: Die Schaukel war insbesondere anfangs das beliebteste Spielgerät. Sie wurde vornehmlich für viele kurze Kontakte (Gegenstupsen) während der

Aktivphasen oder zum Rütteln und Zerren einzelner oder mehrerer Tiere gleichzeitig genutzt.

Bürste: Die Bürste wurde am zweithäufigsten benutzt. Hervorzuheben ist hier die Tatsache, dass die Bürste nicht in der vom Hersteller beabsichtigten Weise zum Scheuern verwendet wurde, sondern ausschließlich um daran zu beißen und zu ziehen. Dies geschah zumeist einzeln, es wurden aber auch mehrere Schweine gleichzeitig beobachtet.

Beißstäbe: Ähnlich wie bei der Bürste beobachtet, war auch hier die Nutzung etwas anders als vom Hersteller angegeben. Es war an keinem der Stäbe eine einzige Biss-Spur erkennbar. Vielmehr wurden die Stäbe zum Anstupsen genutzt. Anfangs geschah dies vor allem während des Herumrennens der sehr kleinen Ferkel. Die Dauer der Kontakte mit den Beißstäben nahm mit fortschreitendem Alter zu, als vermehrt Schweine beobachtet wurden - die zum Teil sitzend - längere Zeit damit zubrachten die Stäbe anzustupsen. Auch hier beschäftigten sich zumeist einzelne Tiere, gelegentlich aber auch zwei Tiere gleichzeitig mit den Stäben.

Bälle: Das Interesse an den Bällen war bereits am ersten Beobachtungstag nach ca. einer Stunde erschöpft. Dieses Desinteresse hielt nahezu unverändert über den Versuch an.

- Bei der Untersuchung der Hautverletzungen ergab sich ein sehr deutlicher, oft signifikanter Unterschied in der Zahl der beobachteten Hautverletzungen. In beiden Versuchsdurchgängen konnte hieraus auf eine deutlich verringerte Aggressivität der Schweine mit Enrichment geschlossen werden.
- Die Cortisol-Konzentration in den Blutproben, die während der Schlachtung gewonnen wurden, waren in der Kontrollgruppe nur tendenziell höher; somit können daraus keine Schlüsse gezogen werden. Die gemessenen Konzentrationen wiesen in beiden Gruppen auf kein übermäßiges Stressgeschehen hin. Bei Gesamtbetrachtung der Ergebnisse des Blutstatus bei der Schlachtung fand sich erwartungsgemäß kein Hinweis auf vermehrtes bzw. verringertes Stressgeschehen bei der Versuchs- oder Kontrollgruppe.

- Die Bereitstellung von Beschäftigungsmöglichkeiten erbrachte erwartungsgemäß keine signifikanten Auswirkungen hinsichtlich der Gewichtszunahmen. Eventuell mögliche Auswirkungen auf die Futtermittelverwertung konnten nicht ausgewertet werden, da aus organisatorischen Gründen der genaue Futtermittelverbrauch nicht zu ermitteln war.
- Die Auswertung der Schlachtkörper ergab, dass die Bereitstellung von zusätzlichem Beschäftigungsmaterial und auch die daraus resultierende etwas höhere Aktivität der Tiere keine deutlich erkennbaren Unterschiede zwischen Versuchs- und Kontrollgruppen erbrachte.
- Im Gegensatz zu den meisten der vorangegangenen Arbeiten zu diesem Thema, wo zumeist die Enrichment-Gegenstände nur kurzfristig zugegeben oder regelmäßig ausgetauscht wurden (APPLE ET CRAIG, 1992; BLACKSHAW ET AL., 1997; DAY ET AL., 2002; LEWIS ET AL., 2006), wurden hier die Tiere über einen vollständigen Mastzeitraum beobachtet. Die Spielgeräte blieben die gesamte Zeit dieselben. Damit war es hier zum einen möglich zu zeigen, dass das Interesse nicht nur von kurzer Dauer war, sondern es ließen sich dadurch auch altersabhängige Vorlieben aufzeigen, was bei der Auswahl der richtigen Spielobjekte von Bedeutung sein kann.

Insgesamt betrachtet zeigte sich, dass der zeitliche Stellenwert der zugegebenen Beschäftigungsmaterialien im Tagesablauf sehr gering war. Bei maximalen Beschäftigungszeiten von ca. 3 min, verglichen etwa 5-8 h/12h beim Stroh, ist dies als Zeitfaktor, um Langeweile der Tiere zu bekämpfen, zu vernachlässigen.

Dennoch zeigten die Ergebnisse der Auswertung der Hautverletzungen, dass die zusätzliche Bereitstellung weiterer Enrichment-Gegenstände positive Auswirkungen auf den Verletzungsgrad der Tiere hatte. Das lässt den Schluss zu, dass die Bedeutung der Spielgeräte wohl nicht nur darin zu sehen ist, den Tieren die Langeweile zu nehmen, sondern eher darin, Aggressionen abzubauen bzw. diese von den Boxengenossen auf die Enrichment-Gegenstände umzulenken. So scheint beispielsweise das Kauen an den Borsten der Bürste als Ersatz für das Kauen an Ohren und Schwänzen der Stallkameraden eine Alternative zu sein; zumal diese auch oft in den Ruhephasen hierfür benutzt wurde, wo zeitgleich in der ebenfalls ruhenden Kontrollgruppe ein ähnlich aussehendes Kauen am Ohr des Nachbarn beobachtet werden konnte. Ebenso scheint das Bedürfnis andere Tiere anzugreifen und zu jagen durch die Spielgeräte deutlich reduziert. Möglicherweise spielt hier die Schaukel eine Rolle, da sie



vornehmlich in den aktiven Phasen zum wilden Zerren und Rütteln und Daraufherumspringen genutzt wurde.

Abschließend lässt sich feststellen, dass als Enrichment Stroh die herausragende Bedeutung zukommt, die weiteren Beschäftigungsmöglichkeiten aber eine gute zusätzliche Möglichkeit darstellen aggressives Verhalten zu reduzieren. Die Beschäftigungszeiten könnten verlängert werden, indem bei der Auswahl der Objekte zusätzlich das Merkmal der Zerstörbarkeit miteinbezogen wird.

Eine mögliche weitere Bedeutung könnte im Einsatz in suboptimalen Stallbedingungen liegen. Etwa bei minimalem Raumangebot, Spaltenböden oder in Haltungsformen oder Gegenden, in denen die Bereitstellung oder Entsorgung von Stroh nicht möglich oder zu kostenintensiv wäre.

## 6. Zusammenfassung

In den von der EU erlassenen Richtlinien über Mindestanforderungen für den Schutz von Schweinen (91/630/EWG, 2001/93/EG) und deren Umsetzung in deutsches Recht (Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung (BGBL Teil I Nr.41, Änderung vom 22. August 2006)) wird gefordert, dass Schweinen in der Mast Beschäftigungsmöglichkeiten zur Verfügung gestellt werden müssen.

Ziel dieser Orientierungsstudie war es herauszufinden, welche Beschäftigungsmaterialien sich als geeignet erweisen. Dazu sollte herausgefunden werden, ob sich aufgrund dieser Beschäftigungsmöglichkeiten Auswirkungen auf Verhalten, Gesundheitszustand, Gewichtszunahmen oder Schlachtleistung und Fleischqualität der Tiere zeigten.

Hierfür wurden in zwei Versuchsdurchgängen Schweine während einer gesamten Mastperiode beobachtet. Die Tiere wurden jeweils auf eine Versuchs- und Kontrollgruppe aufgeteilt.

Den Tieren aus den Versuchsgruppen (V1 und V2) standen jeweils eine bewegliche Kombination aus Holzstangen und Ketten (Schaukel), eine bedingt bewegliche Bürste, zwei Beißstangen aus Hartgummi sowie zwei verschieden große und schwere Bälle zur Verfügung. Die Ställe der Versuchs- und Kontrollgruppe waren jeweils mit Stroh eingestreut. Die Kontrollgruppen erhielten keine weiteren Beschäftigungsmöglichkeiten. Während der gesamten Mastperiode (20 Wochen) wurden die Tiere zwei mal pro Woche über zwölf Stunden videoüberwacht und die Daten auf aktives Verhalten bzw. bei den Versuchsgruppen zusätzlich auf Nutzung der Spielgeräte untersucht. Weiterhin wurden Gewichtskontrollen sowie Kontrollen auf Verletzungen, insbesondere der Haut durchgeführt. Bei der Schlachtung wurde Blut entnommen und auf den Cortisol-Gehalt in Plasma und Serum sowie das Blutbild untersucht. Des Weiteren wurden Untersuchungen auf Schlachtleistung und Fleischqualität durchgeführt.

Es zeigte sich, dass die Schweine der Versuchsgruppen beider Mastdurchgänge die Beschäftigungsmöglichkeiten gerne annahmen und sich bis Versuchsende damit beschäftigten. Es wurden allerdings deutliche Vorlieben und verschiedenes Verhalten an den einzelnen Beschäftigungsgegenständen ersichtlich. So war die Schaukel das beliebteste Enrichment-Objekt. Hier kam es zu einer Vielzahl sehr kurzer Kontakte ( $17,94 \pm 1,73$  Kontakte/12h in V1,  $18,70 \pm 1,31$  Kontakte/12h in V2 (jeweils Lebenswoche (LW) 6-8);

202,93 ± 36,18 s/12h (LW 6-8) – 48,16 ± 11,29 s/12 h (LW 12-14) in V1, 179,25 ± 42,35 (LW 6-8) – 49,33 ± 12,47 s/12h (LW 15-17) in V2). Die Bürste wurde nicht zum Scheuern benutzt sondern ausschließlich als Beißobjekt. Die durchschnittliche Anzahl der Kontakte lag von Anfang an weit unter denen mit der Schaukel, nahm aber über den Verlauf des Versuchs nur wenig ab. (Anzahl Kontakte 8,06 ± 1,28 – 5,37 ± 0,55 in V1, 6,20 ± 0,71 – 4,70 ± 0,51 in V2). Die durchschnittliche Dauer der Nutzung der Bürste war abgesehen von den LW 6-8 (115,69 ± 30,44 s/12h (V1) bzw. 128,62 ± 15,51 s/12h (V2)) etwa der Schaukel vergleichbar. An den Beißstäben wurde nicht gekaut, die Tiere nutzten sie vielmehr zum Anstupsen. Ähnlich den meisten anderen Gegenständen nahm die Anzahl der Kontakte im Laufe des Versuchs ab (7,11 ± 1,41 Kontakte/12h (LW 6-8) - 2,79 ± 0,30 Kontakte/12h (LW 18-20) in V1; 8,53 ± 1,59 Kontakte/12h (LW 6-8) – 5,10 ± 0,63 Kontakte/12h (LW 18-20) in V2). Die Kontaktdauer mit diesem Enrichment-Gegenstand nahm im Verlauf des Versuches zu (32,96 ± 1,32 s/12h (LW 6-8) - 65,59 ± 23,36 s/12h (LW 18-20) in V1; 29,40 ± 6,54 s/12h (LW 6-8)- 98,77 ± 13,51 s/12h (LW 18-20) in V2). Die Bälle wurden von Anfang bis Ende der Mastzeit kaum beachtet (max. Anzahl Kontakte/12h: 3,00 ± 0,61 (gr. Ball, LW 6-8, V2); max. Dauer: 14,40 ± 5,74 s/12h (gr. Ball, LW 6-8, V2)).

Insgesamt betrachtet war die Gesamtdauer der Beschäftigung mit allen Beschäftigungsgegenständen nur gering (ca. 3 min/12h pro Tier). Das zeitlich größte Interesse galt dem Stroh. Beide Gruppen brachten - abgesehen von den reinen Schlafphasen - den Rest des Tages damit zu, sich mit dem Stroh zu beschäftigen (ca. 5-8h/12h pro Tier). In den Versuchsgruppen zeigten die Tiere etwas längere aktive Phasen als in den Kontrollgruppen (Kontrollgruppe: 344,67 ± 10,49 min/12 h - 93,67 ± 9,81 min/12h; Versuchsgruppe: 416,50 ± 28,04 min/12h - 106 ± 11,12 min/12h in V1; Kontrollgruppe: 143,33 ± 28,70 min/12h - 59,83 ± 10,22 min/12h, Versuchsgruppe: 263 ± 23,07 min/12h - 89,83 ± 9,23 min/12h in V2).

Signifikante Unterschiede hingegen waren bei Beobachtung der Hautverletzungen zu erkennen. Es kam in beiden Versuchsdurchgängen in den Versuchsgruppen zu wesentlich weniger Hautverletzungen (\*LW 13: p=0,005, \*LW 16: p=0,008 in V1; \*LW 10: p=0,036, \*LW 13: p=0,037 in V2).

Keine Auswirkungen ließen sich hinsichtlich der Gewichtszunahmen beobachten (Endgewichte: Kontrollgruppe: 96,06 ± 3,77 kg; Versuchsgruppe: 94,83 ± 4,19 kg in V1; Kontrollgruppe: 99,42 ± 3,09 kg; Versuchsgruppe: 102,00 ± 3,34 kg in V2).

Auch bei Auswertung der Blutproben und Schlachtparameter waren keine nennenswerten Unterschiede erkennbar. Das Fleisch aller vier Gruppen war von guter bis sehr guter Qualität.

Die erhobenen Daten deuten darauf hin, dass bei Beachtung der Wahl der geeigneten Beschäftigungsmöglichkeiten diese sogar bei Vorhandensein von Stroh gerne von den Tieren angenommen wurden, allerdings nur bei sehr geringer Gesamtdauer der Nutzung. Stroh nahm aber eindeutig im Zeitbudget den höchsten Stellenwert ein. Hinweise auf verminderte Aggressivität lassen sich aus den Ergebnissen der Untersuchung auf Hautverletzungen erkennen. Abschließend betrachtet ist die Bereitstellung von zusätzlichen Beschäftigungsmöglichkeiten zu Stroh bei richtiger Auswahl der Geräte eine sinnvolle Maßnahme, die zur Reduktion von Aggressionsverhalten beitragen kann. Weitere Versuche unter Feldbedingungen müssen die Ergebnisse bestätigen.

## 7. Summary: Environmental enrichment for fattening pigs

The guidelines for minimum requirement in the protection of fattening pigs issued by the EU (91/630/EWG, 2001/93/EG/november 9th 2001) and the german 'Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung (BGBL Teil I, Änderung vom 22. August 2006)' prescribe that sufficient opportunity for occupation has to be given to these animals.

The aim of this study was to find out what kind of toys are suited best for this purpose. It had to be established if the provision of enrichment-devices would lead to consequences in behaviour, health, performance, carcass composition and meat quality.

For that purpose pigs in two treatments were observed during the period from farrowing to finishing. Each treatment consisted of an experimental- and a control-group.

The experimental groups (first and second treatment (T1, T2)) had a movable toy-combination consisting of wooden rods and chains (swing), a brush that could be moved to a certain extent, two rubber biting rods as well as two balls of different size and weight. Both treatments were bedded on straw.

The animals were videotaped during the entire fattening period (20 weeks) two days per week for 12 h and the data were examined for the animals' active behaviour. Additionally the tape of the experimental-group was searched for the use of toys.

Every week the weight of the pigs was controlled and they were inspected for lesions, especially of the skin.

During slaughtering, blood was taken and examined for the cortisol level in plasma and serum, and for the blood status. In addition the carcasses were examined for carcass composition and meat quality.

The results proved that the pigs in both treatments readily accepted the enrichment-devices and used them up to the end of the whole experiment. It became evident that they preferred some toys. The swing was the most favoured toy. A high number of short contacts were stated here ( $17,94 \pm 1,73$  contacts/12h in T1,  $18,70 \pm 1,31$  contacts/12h in T2 (both week 6-8);  $202,93 \pm 36,18$  s/12h (week 6-8) -  $48,16 \pm 11,29$  s/12 h (week 12-14) in T1,  $179,25 \pm 43,55$  (week 6-8) -  $49,33 \pm 12,47$  s/12h (week 15-17) in T2).

The brush was not used for scratching but as a biting object. There were fewer contacts with the brush than with the swing but they only decreased little during the experiment ( $8,06 \pm 1,28$  contacts/12h -  $5,37 \pm 0,55$  contacts/12h in T1;  $6,20 \pm 0,71$  contacts/12h -  $4,70 \pm 0,51$  contacts/12h in T2). The average duration of the contacts – apart from week 6-8 ( $115,69 \pm 30,44$  s/12h in T1;  $128,62 \pm 15,51$  s/12h in T2)- was comparable to those of the swing. The biting rods evoked a similar behaviour. Instead of biting the rods the animals just nudged them. In the course of the experiment the number of contacts decreased ( $7,11 \pm 1,41$  contacts/12h (week 6-8) -  $2,79 \pm 0,30$  contacts/12h (week 18-20) in T1;  $8,53 \pm 1,59$  contacts/12h (week 6-8) –  $5,10 \pm 0,63$  contacts/12h (week 18-20) in T2. The duration of contacts with this enrichment-device increased ( $32,96 \pm 1,32$  s/12h (week 6-8) -  $65,59 \pm 23,36$  s/12h (week 18-20) in T1;  $29,40 \pm 6,54$  s/12h -  $98,77 \pm 13,51$  s/12h (week 18-20) in T2). Little attention was given to the balls during the entire experiment: max. number of contacts/12h:  $3,00 \pm 0,61$  (big ball, week 6-8, T2; max. duration of contact:  $14,40 \pm 5,74$  s/12h (big ball, week 6-8, T2).

In total the time spent with occupation with the toys was very low (approx. 3 min/12h). Most interest, however, was taken in straw. Both, the control- and the experimental-groups spent all of their active time occupied with the straw provided (approx. 5-8h/12h per animal). In the experimental groups the time spent active was slightly longer than in the control-groups (T1: control-group:  $344,67 \pm 10,49$  min/12 h -  $93,67 \pm 9,81$  min/12h; experimental-group:  $416,50 \pm 28,04$  min/12h -  $106 \pm 11,12$  min/12h; T2: control-group:  $143,33 \pm 28,70$  min/12h -  $59,83 \pm 10,22$  min/12h, experimental-group:  $263 \pm 23,07$  min/12h -  $89,83 \pm 9,23$  min/12h).

Significant differences were observed concerning the skin injuries. In both treatments the experimental-groups had much fewer skin lesions (\*week 13:  $p=0,005$ , \* week 16:  $p=0,008$  in V1; \* week 10:  $p=0,036$ , \* week 13:  $p=0,037$  in T2).

No effects were found concerning the performance of the animals (weights in week 20: T1: control-group:  $96,06 \pm 3,77$  kg; experimental-group:  $94,83 \pm 4,19$  kg; T2: control-group:  $99,42 \pm 3,09$  kg, experimental-group:  $102,00 \pm 3,34$  kg).

The examination of the blood parameters and carcass composition did not show great differences. The meat of all four groups was of good to excellent quality.

Based on the results presented above, it can be concluded that appropriate toys were readily accepted by the animals, even in the presence of straw, although the total amount of time spent with the toys was very short. Straw was most important in the time budget.

In conclusion, the provision of carefully chosen enrichment-devices is very useful in contributing to the occupation of the animals and reduction of aggressive behaviour. Further studies under field conditions have to consult these results.

## 8. Literaturverzeichnis

Apple J.K., Craig J.V. (1992)

The influence of pen size on toy preference of growing pigs.  
Appl. Anim. Behav. Sci. 35: 149-155.

Appleby M.C., Wood-Gush D.G.M. (1988)

Effect of earth as an additional stimulus on the behaviour of confined piglets.  
Behav. Process. 17: 83-91.

Arey D.S. (1993)

The effect of bedding on the behavioural and welfare of pigs.  
Anim. Welf. 2: 235-246.

Allgemeine Verwaltungsvorschrift über die Durchführung der amtlichen Untersuchungen nach dem Fleischhygienegesetz vom 19. Februar 2002 (BAnz. Nr.44a vom 19. Februar 2002).

Barnett J.L., Hemsworth P.H., Hand A.M. (1982)

The effect of chronic stress on some blood parameters in the pig.  
Appl. Anim. Ethol. 9: 273-277.

Barnett J.L., Hemsworth P.H. (1990)

The validity of physiological and behavioral measures of animal-welfare.  
Appl. Anim. Behav. Sci. 25: 177-187.

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. Behav. Sci. 48: 151-158.

Beattie V.E., O`Connell N.E., Kilpatrick D.J., Moss B.W. (2000a)

Influence of environmental enrichment on welfare-related behavioural and physiological parameters in growing pigs.  
Anim. Sci. 70: 443-50.

Beattie V.E., O`Connell N.E., Moss B.W. (2000b)

Influence of environmental enrichment on the behaviour, performance and meat quality of domestic pigs.  
Lifest. Prod. Sci. 65: 71-79.

Beattie V.E., Sneddon I.A., Walker N., Weatherup R. (2001)

Environmental enrichment of intensive pig housing using spent mushroom compost.  
Anim. Sci. 72: 35-42.

Beaver B.V. (1994)

The Veterinarian´s Encyclopedia of Animal Behavior.  
1. Auflage. Iowa State University Press, Ames.



- Bickhardt K. (1997)  
 Erbliche und angeborene Störungen.  
 In: Plonait H. (Hrsg.). Lehrbuch der Schweinekrankheiten.  
 2. Auflage. Paul Parey Verlag, Berlin Hamburg.
- Blackshaw J.K., Swain A.J., Blackshaw A.W., Thomas F.J., Gillies K.J. (1997)  
 The development of playful behaviour in piglets from birth to weaning in three farrowing environments.  
 Appl. Anim. Behav. Sci. 55: 1-2, 37-39.
- Blackshaw J.K., Thomas F.J., Lee J. (1997)  
 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. Behav. Sci. 53: 203-212.
- Bogner H., Grauvogel A. (1984)  
 Verhalten landwirtschaftlicher Nutztiere.  
 1. Auflage. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Broom D.M. (1991)  
 Animal Welfare: Concepts and Measurements.  
 J. Anim. Sci. 69: 4167-4175.
- Broom D.M., Johnson K.G. (1993)  
 Stress and animal welfare.  
 1. Auflage. Chapman and Hall, London New York.
- Buchenauer D. (1981)  
 Parameters for measuring welfare, ethological criteria.  
 In: Sybesma W. (Hrsg.). The Welfare of Pigs.  
 1. Auflage. Martinus Nijhoff Publishers, The Hague.
- Chamove A. (1989)  
 Environmental Enrichment: A review.  
 Anim. Technol. 40: 155-178.
- Connor M.L. (1995)  
 Update on alternative housing systems for pigs.  
 Manitoba Swine Sem. Proc. 9: 80-85.
- Cox L.N., Cooper J.J. (2001)  
 Observations on the pre- and post-weaning behaviour of piglets reared in commercial indoor and outdoor environments.  
 Anim. Sci. 72: 1; 75-86.
- Dantzer R. (1986)  
 Behavioural, physiological and functional aspects of stereotyped behaviour: A review and a re-interpretation.  
 J. Anim. Sci. 62: 1776-1786.

- Dawkins M. (1982)  
Leiden und Wohlbefinden bei Tieren.  
1. Auflage. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Day J.E.L., Kyriazakis L., Lawrence A.B. (1996)  
An investigation into the causation of chewing behaviour in growing pigs: the role of exploration and feeding motivation.  
*Appl. Anim. Behav. Sci.* 48: 47-59.
- Day J.E.L., Spooler H.A.M., Burfoot A., Chamberlain H.L., Edwards S.A. (2002)  
The separate and interactive effects of handling and environmental enrichment on the behaviour and welfare of growing pigs.  
*Appl. Anim. Behav. Sci.* 75: 177-192.
- De Groot J., de Jong I.C., PELLE I.T., Koolhaas J.M. (2000)  
Immunity in barren and enriched housed pigs differing in baseline cortisol concentration.  
*Physiol. Behav.* 71: 217-223.
- De Haer L.C.M., Devries A.G. (1993)  
Feed-intake patterns of and feed digestibility in growing pigs housed individually and in groups.  
*Livest. Prod. Sci.* 33: 277-292.
- De Jong I.C., PELLE I.T., van de Burgwal J.A., Lambooij E., Korte S.M., Blokhuis H.J., Koolhaas J.M. (1999)  
Effects of environmental enrichment on behavioral responses to novelty, learning, and memory, and the circadian rhythm in cortisol in growing pigs.  
*Physiol. Behav.* 68: 571-578.
- Dybkjaer L. (1992)  
The identification of behavioural indicators of 'stress' in early weaned piglets.  
*Appl. Anim. Behav. Sci.* 35: 135-147.
- Edquist L.E., Einarsson S., Larsson K., Lundström K. (1980)  
Diurnal variations in peripheral plasma levels of testosterone, androsterone and cortisol in boars.  
*Acta vet. Scand.* 21: 451-453.
- Ekkel E.D., Vandoorn C.E.A., Hessing 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. Sci.* 73: 1544-1551.
- Ekkel D.E., Dielemann S.J., Schouten G.P., Portela A., Cornèlissen G., Tielen M.J.M., Halberg F. (1996)  
The circadian rhythm of cortisol in the saliva of young pigs.  
*Physiol. Behav.* 60: 985-989.

Enfält A.C., Lundström K., Hansson I., Karlsson A., Essen-Gustavsson B., Hakansson I. (1993)

Moderate indoor exercise: Effect on production and carcass traits, muscle enzyme activities and meat quality in pigs.

Anim. Prod. 57: 127-135.

Ernst K., Puppe B., Schön P.C., Manteuffel G. (2004)

A complex automatic feeding system for pigs aimed to induce successful behavioural coping by cognitive adaption.

Appl. Anim. Behav. Sci. 91: 205-218.

Feddes J.J.R., Fraser D. (1994)

Nonnutritive chewing by pigs - implications for tailbiting and behavioural enrichment.

Trans. ASAE 37: 947-950.

Fraser A.F., Broom D.M. (1998)

Farm Animal Behaviour and Welfare.

3.Auflage. Baillière Tindall, London.

Fraser D., Ritchie J.S.D., Fraser A.F. (1975)

The term "stress" in a veterinary context.

Brit. Vet. J. 131: 653-661.

Fraser, D. (1983)

The role of behavior in swine production: a review of research.

Anim. Prod. 21: 59-68.

Fraser D., Phillips P.A., Thompson B.D., Tennessen T. (1991)

Effect of straw on the behaviour of growing pigs.

Appl. Anim. Behav. Sci. 30: 307-318.

Fraqueza M.J., Roseiro L.C., Almeida J., Matias E., Santos C., Randall J.M. (1998)

Effects of lairage temperature and holding time on pig behaviour and on carcass and meat quality.

Appl. Anim. Behav. Sci. 60: 317-330.

Gentry J.G., McGlone J.J., Blanton J.R., Miller M.F. (2002a)

Alternative housing systems for pigs: Influences on growth, composition, and pork quality.

J. Anim. Sci. 80: 1781-1790.

Gentry J.G., McGlone J.J., Blanton J.R., Miller M.F. (2002b)

Impact of spontaneous exercise on performance, meat quality and muscle fiber characteristics of growing/finishing pigs.

J. Anim. Sci. 80: 2833-2839.

Gentry J.G., McGlone J.J., Miller M.F., Blanton J.R. (2002c)

Diverse birth and rearing environment effects on pig growth and meat quality.

J. Anim. Sci. 80: 1707-1715.

- Gentry J.G., McGlone J.J., Miller M.F., Blanton J.R. (2004)  
Environmental effects on pig performance, meat quality, and muscle characteristics.  
*J. Anim. Sci.* 82: 209-217.
- Geverink N.A., Engel B., Lambooij E., Blokhuis H.J., Wiegant V.M. (1996)  
Observations on behaviour and skin damage of slaughter pigs and treatment during lairage.  
*Appl. Anim. Behav. Sci.* 50: 1-13.
- Grandin T. (1989)  
Effect of rearing environment and environmental enrichment on behaviour and neural development in young pigs.  
PhD. Thesis Urbana/Illinois.
- Grandin T., Curtis S.E. (1984a)  
Toy preferences in young pigs.  
*J. Anim. Sci.* 59: (Suppl. 1): 85.
- Grandin T., Curtis S.E. (1984b)  
Material affected cloth-toy touching and biting by pigs.  
*J. Anim. Sci.* 59: (Suppl. 1):150.
- Grauvogel A. (1995)  
Messen, ob der Sau wohl ist.  
*SUS 2*: 30-32.
- Hale O.M., Newton G.L., Haydon K.D. (1986)  
Effect of diet and exercise on performance, carcass traits, plasma components of growing-finishing barrows.  
*J. Anim. Sci.* 62: 665-671.
- Hemsworth P.H., Price E.O., Borgwardt R. (1996a)  
Behavioural responses of domestic pigs and cattle to humans and novel stimuli.  
*Appl. Anim. Behav. Sci.* 50: 43-56.
- Hemsworth P.H., Verge J., Coleman G.J. (1996b)  
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. Behav. Sci.* 50: 71-82.
- Henckel P., Oksbjerg N., Erlandsen E., Barton-Grade P., Beherholm C. (1997)  
Histo- and biochemical characteristics of the longissimus dorsi muscle in pigs and their relationship to performance and meat quality.  
*Meat Sci.* 47: 311-321.
- Hicks T.A., McGlone J.J., Whisnant C.S., Kattesh H.G., Norman R.L. (1998)  
Behavioral endocrine, immune and performance measures for pigs exposed to acute stress.  
*J. Anim. Sci.* 76: 474-483.

- Hill J.D., Mc Glone J.J., Fullwood S.D., Miller M.F. (1998)  
Environmental enrichment influences on pig behavior, performance and meat quality.  
*Appl. Anim. Behav. Sci.* 57: 51-68.
- Hirt H., Wechsler B. (1994)  
Behavioural diversity as a measure of welfare: a study in pigs.  
*Appl. Anim. Behav. Sci.* 40: 82-83.
- Hofmann K. (1987)  
Der pH-Wert - Ein Qualitätskriterium für Fleisch.  
*Fleischwirtsch.* 67: 557-562.
- Horrell I. (1992)  
Effects of environmental enrichment on growing pigs.  
*Anim. Prod.* 54 (3): 483.
- Hötzel M.J., Pinheiro Machado F.L.C., Machado W.F., Dalla costa O.A. (2004)  
Behaviour of sows and piglets reared in intensive outdoor or indoor systems.  
*Appl. Anim. Behav. Sci.* 86: 27-39.
- Hyun Y., Ellis M., Riskowsky G., Johnson R.W. (1998)  
Growth performance of pigs subjected to multiple concurrent environmental stressors.  
*J. Anim. Sci.* 76: 721-727.
- Institut für Tierzucht der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft Grub (2004)  
Jahresbericht 2003.  
Band 1: 15-16.
- Johnson A.K., Morrow-Tesch J.L., McGlone J.J. (2001)  
Behavior and performance of lactating sows and piglets reared indoors or outdoors.  
*J. Anim. Sci.* 79: 2571-2579.
- Jorgensen P.F., Hyldgaard-Jensen J.F. (1975)  
The effect of physical training on skeletal muscle enzyme composition in pigs.  
*Acta vet. Scand.* 16: 368-378.
- Kerr S.G.C., Wood-Gush D.G.M., Moser H., Whittemore C.T. (1988)  
Enrichment of the production environment and the enhancement of welfare through the use of the Edinburgh Family Pen System of pig production.  
*Res. Dev. Agric.* 5: 171-186.
- Kleinbeck S.N., McGlone J.J. (1999)  
Intensive indoor versus outdoor swine production systems and supplemental iron effects on blood hemoglobin and selected immune measures in young pigs.  
*J. Anim. Sci.* 77: 2384-2390.

- Klont R.E., Hulsegge B., Hoving-Bolink A.H., Gerritzen M.A., Kurt E., Winkelman-Goedhart H.A., de Jong I.C., Kranen R.W. (2001)  
Relationships between behavioral and meat quality characteristics of pigs raised under barren and enriched housing conditions.  
J. Anim. Sci. 79: 2835-2843.
- Kraft, W., Dürr, U.M. (2005)  
Klinische Labordiagnostik in der Tiermedizin.  
6. Auflage. Schattauer Verlag, München.
- Lambooij E., Hulsegge B., Klont R.E., Winkelman-Goedhart H.A., Reimert H.G.M., Kranen R.W. (2004)  
Effects of housing conditions of slaughter pigs on some post mortem muscle metabolites and pork quality characteristics.  
Meat Sci. 66: 855-862.
- Lawrence A. (1987)  
Consumer demand theory and the assessment of animal welfare.  
Anim. Behav. 35: 293-295.
- Lebret B., Meunier-Salaün M.C., Foruy A., Morméde P., Dransfield E., Dourmad J.Y. (2006)  
Influence of rearing conditions on performance, behavioral, and physiological responses of pigs to preslaughter handling, carcass traits and meat quality.  
J. Anim. Sci. 84: 2436-2447.
- Lefaucheur L. (2004)  
Myofiber typing and pig meat production.  
Slov. Vet. Res. 38: 5-33.
- Lewis E., Boyle L.A., O'Doherty J.V., Lynch P.B., Brophy P. (2006)  
The effect of providing shredded paper or ropes to piglets in farrowing crates on their behaviour and health and the behaviour and health of their dams.  
Appl. Anim. Behav. Sci. 96: 1-17.
- Lewis P.K., Rekes L.Y., Brown C.J., Noland P.R. (1989)  
Effect of exercise and pre-slaughter stress on pork muscle characteristics.  
Meat Sci. 26: 121-129.
- Lindahl G., Lundstrom K., Tornberg E. (2001)  
Contribution of pigment content, myoglobin forms and internal reflectance to the colour of pork loin and ham from pure breed pigs.  
Meat Sci. 59: 141-151.
- Littmann E., Götz K.-U., Dodenhoff J. (2006)  
Schweinezucht und Schweineproduktion.  
Unterrichts- und Beratungshilfe  
Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft 7.

- McGlone J.J., Curtis S.E. (1985)  
Behaviour and performance of weanling pigs in pens equipped with hide areas.  
*J. Anim. Sci.* 60: 20-24.
- McGlone J.J., Salak J.L., Lumpkin E.A., Nicholson R.I., Gibson M., Norman R.L. (1993)  
Shipping Stress and Social Status Effects on Pig Performance, Plasma Cortisol, Neutrophil  
Killer Cells and Leukocyte Numbers.  
*J. Anim. Sci.* 71: 888-896.
- Millet S., Moons C. P.H., Van Oeckel M.J., Janssens G.P.J. (2005)  
Welfare, performance and meat quality of fattening pigs in alternative housing and  
management systems: a review.  
*J. Sci. Food Agric.* 85: 709-719.
- Moberg G.P. (1987)  
Problems in defining stress and distress in animals.  
*J. Am. Vet. Med. Ass.* 191: 1207-1211.
- Morgan C.A., Deans L.A., Lawrence A.B., Nielsen B.L. (1998)  
The effects of straw bedding on the feeding and social behaviour of growing pigs fed by  
means of single-space feeders.  
*Appl. Anim. Behav. Sci.* 58: 23-33.
- Morrison R.S., Hemsworth P.H., Cronin G.M., Campbell R.G. (2003a)  
The social and feeding behaviour of growing pigs in deep-litter, large group housing systems.  
*Appl. Anim. Behav. Sci.* 82: 173-188.
- Morrison R.S., Hemsworth P.H., Cronin G.M., Campbell R.G. (2003b)  
The effect of restricting pen space and feeder availability on the behaviour and growth  
performance of entire male growing pigs in a deep-litter, large group housing system.  
*Appl. Anim. Behav. Sci.* 83: 163-176.
- Moss B.W., Robb J.D. (1978)  
The effect of preslaughter lairage on serum thyroxine and cortisol levels at slaughter and meat  
quality of boars, hogs and gilts.  
*J. Sci. Food Agric.* 29: 689-696.
- Muck C. (1999)  
Ergebnisse der Farbmessung an Schweinefleisch.  
*Dtsch. Tierärztl. Wschr.* 106: 119.
- Newberry R.C., Wood-Gush D.G.M., Hall J.W. (1988)  
Playful behaviour of piglets.  
*Behav. Proc.* 17: 205-216.
- Newberry R.C. (1995)  
Environmental Enrichment: Increasing the biological relevance of captive environments.  
*Appl. Anim. Behav. Sci.* 44: 229-243.

- Olsen A.W., Vestergaard A., Dybkjaer L. (2000)  
Roughage as additional rooting substrates for pigs.  
Anim. Sci. 70: 451-456.
- Olsen A.W. (2001)  
Behaviour of growing pigs kept in pens with outdoor runs. I. Effect of access to roughage and shelter on oral activities.  
Livest. Prod. Sci. 69: 225-264.
- Payne H., Mullan B., Trezona M. (2000)  
Review of alternative housing systems for pigs. A final report for the Pig Research and Development Corporation.  
Pig Research and Development Corporation, Canberra, Australia.
- Pearce G.P., Paterson A.M., Pearce A.N. (1989)  
The influence of pleasant and unpleasant handling and the provisions of toys on the growth and behaviour of male pigs.  
Appl. Anim. Behav. Sci. 23: 27-37.
- Pearce G.P., Paterson A.M. (1993)  
The effect of space restriction and provision of toys during rearing on the behaviour, productivity and physiology of male pigs.  
Appl. Anim. Behav. Sci. 36: 11-28.
- Petersen H.S., Oksbjerg N., Jørgensen B., Sørensen M.T. (1998)  
Growth performance, carcass composition and leg weakness in pigs exposed to different levels of physical activity.  
Anim. Sci. 66: 725-732.
- Petersen V. (1994)  
The development of feeding and investigatory behaviour in free-ranging domestic pigs during their first 18 weeks of life.  
Appl. Anim. Behav. Sci. 42: 87-98.
- Petersen V., Simonsen H.B., Lawson L.G. (1995)  
The effect of environmental stimulation on the development of behaviour in pigs.  
Appl. Anim. Behav. Sci. 45: 215-224.
- Piggins D., Phillips C.J.C. (1998)  
Awareness in domesticated animals - concepts and definitions.  
Appl. Anim. Behav. Sci. 57: 181-200.
- Reed S.N., McGlone J.J. (2000)  
Immune status of PIC Camborough-15 sows, 25% Meishan sows, and their offsprings kept indoors and outdoors.  
J. Anim. Sci. 78: 2561-2567.
- Richtlinie 2001/93/EG der Kommission vom 9. November 2001 zur Änderung der Richtlinie 91/630/EWG über Mindestanforderungen für den Schutz von Schweinen (Abl. EG Nr. L 316 S. 36 ff.).



Richtlinie für die Stationsprüfung auf Mastleistung, Schlachtkörperwert und Fleischbeschaffenheit beim Schwein vom 1.1.2004 des Zentralverbandes der Deutschen Schweineproduktion (ZDS).

Rosenvold K., Petersen J.S., Laerke H.N., Jensen S.K., Therkildsen M., Karlsson A.H., Möller H.S., Andersen H.J. (2001)  
Muscle glycogen stores and meat quality as affected by strategic finishing and feeding of slaughter pigs.  
J. Anim. Sci. 79: 382-391.

Ruis M.A.W., Te Brake J.H.A., Engel B., Ekkel E.D., Buist W.G., Blokhuis H.J., Koolhaas J.M. (1997)  
The circadian rhythm of salivary cortisol in growing pigs: effects of age, gender and stress.  
Phys. Behav. 62: 623-630.

Rushen J. (1986)  
Some problems with the physiological concept of "stress".  
Aust. Vet. J. 63: 359-361.

Samraus H.H. (Hrsg.), Brummer H. (Hrsg.) (1978)  
Nutztierethologie: das Verhalten landwirtschaftlicher Nutztiere: eine angewandte Verhaltenskunde für die Praxis.  
1. Auflage. Paul Parey Verlag, Berlin Hamburg.

Sather A.P., Jones S.D.M., Schaefer J., Colyn J., Robertson W.M. (1997)  
Feedlot performance, carcass composition and meat quality of free-range reared pigs.  
Can. J. Anim. Sci. 77: 225-232.

Schaefer A.L., Sather A.P., Tong A.K.W., LePage P. (1987)  
Pig toys.  
Can. J. Anim. Sci. 23: 1169 (Abstract).

Schaefer A.L., Salomons M.O., Tong A.K.W., Sather A.P., Lepage P. (1990)  
The effect of environment enrichment on aggression in newly weaned pigs.  
Appl. Anim. Behav. Sci. 27: 41-52.

Schouten W.G.P. (1991)  
Effect of rearing on subsequent performance of pigs.  
Ph.D., Thesis, University of Wageningen, The Netherlands.

Schönreiter S. (1996)  
Bestimmung der Cortisolkonzentration im Speichel als tierschutzrelevante Alternative zur Messung des Cortisolspiegels aus dem Blut von Saugferkeln.  
Diss. vet. med., LMU München.

Selye H. (1976)  
The stress of life.  
1. Auflage. McGraw Hill Book Company, New York London Toronto.

- Simonsen H.B. (1990)  
Behaviour and distribution of fattening pigs in the multi-activity pen.  
Appl. Anim. Behav. Sci. 27: 311-324.
- Stolba A., Wood-Gush D.G.M. (1989)  
Arousal and exploration in growing pigs in different environments.  
Appl. Anim. Ethol. 6: 382-3.
- Swanson J.C. (1995)  
Farm Animal Well-Being and Intensive Production Systems.  
J. Anim. Sci. 73: 2744-2751.
- Thorn C.E. (2000)  
Normal hematology of the pig.  
In: Feldman B.F., Zinkl J., Jain N.C. (Hrsg.)  
Schalm's Veterinary Hematology.  
5. Auflage. Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia.
- Thölking L., Brenner K.V. (1990)  
Vergleich der Aussagekraft von Methoden zur Messung der Fleischbeschaffenheit bei  
Schweinen am Schlachtband.  
SuS 38: 11-14.
- Thun R., Schwartz-Porsche D. (1994)  
Nebennierenrinde  
In: Döcke F. (Hrsg.). Veterinärmedizinische Endokrinologie.  
3. Auflage. Gustav Fischer Verlag, Jena Stuttgart.
- Tierschutzgesetz (1998)  
In der Fassung der Bekanntmachung vom 25. Mai 1998 (BGBl. I, 1105-1120).
- Torrey S., Widowsky T.M. (2004)  
Effect of drinker type and sound stimuli on early-weaned pig performance and behavior.  
J. Anim. Sci. 82: 2105-2114.
- Tuytens F.A.M. (2005)  
The importance of straw for pig and cattle welfare: A review.  
Appl. Anim. Behav. Sci. 92: 261-282.
- Van de Weerd H.A., Docking C.M., Day J.E.L., Avery P.J., Edwards S.A. (2003)  
A systematic approach towards developing environmental enrichment for pigs.  
Appl. Anim. Behav. Sci. 84: 101-118.
- Van Oeckel M.J., Warnants N., Boucque C.V. (1999)  
Measurement and prediction of pork colour.  
Meat Sci. 52: 347-354.

Verordnung zum Schutz landwirtschaftlicher Nutztiere und anderer zur Erzeugung tierischer Produkte gehaltener Tiere bei ihrer Haltung (Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung (TierSchNutzV) in Fassung der Bekanntmachung vom 22. August 2006 (BGBl. I Nr. 41 S. 2044)).

Verordnung zum Schutz von Schweinen bei Stallhaltung (Schweinehaltungsverordnung) in Fassung der Bekanntmachung vom 18. Februar 1994 (BGBl. I S. 311), geändert durch 2. ÄndVO v. 2. August 1995 (BGBl. I S. 1016).

Warris P.D., Brown S.N. (1983)  
A note on the influence of rearing environment on meat quality in pigs.  
Meat Sci. 9: 271-279.

Warris P.D., Brown S.N. (1985)  
The physiological responses to fighting in pigs and the consequences for meat quality.  
J. Sci. Food Agric. 36: 87-92.

Weaver S.A., Aherne F.X., Meaney M.J., Schaefer A.I., Dixon W.T. (2000)  
Neonatal handling permanently alters hypothalamic-pituitary-adrenal axis function, behaviour, and body weight in boars.  
J. Endocr. 164: 349-359.

Wemelsfelder F., Haskell M., Michael T., Mendl M.T., Calvert S., Lawrence A.B. (2000)  
Diversity of behaviour during novel object tests is reduced in pigs housed in substrate-impooverished conditions.  
Anim. Behav. 60: 385-394.

Wenzlawowicz, M. von (1994)  
Vergleichende Untersuchungen von Fleischqualität beim Schwein mit Hilfe der pH-, Leitfähigkeits- und Farbhelligkeitsmessung mit besonderer Berücksichtigung von Vorbelastungen, des Schlachtgewichtes und Magerfleischanteils.  
Freie Universität Berlin, Diss. med. vet.

Wenzlawowicz, M. von, Holleben K., Mickwitz G. von (1996)  
Fleischqualität beim Schwein. Vergleichende Untersuchungen unter Berücksichtigung von Vorbelastungen, Schlachtgewicht und Magerfleischanteil.  
Fleischwirtsch. 76: 301-307.

Wimmers K., Ponsuksili S., Krutmuang P., Gymnich S., Schellander K., Petersen B. (2002)  
Evaluierung der Nutzungsmöglichkeiten verschiedener Blutparameter zur retrospektiven Diagnose von Stress beim Schwein.  
Schriftenreihe des Lehr- und Forschungsschwerpunktes USL, 94.

Wood-Gush D.G.M., Beilharz, R.G. (1983)  
The enrichment of a bare environment for animals in confined conditions.  
Appl. Anim. Behav. Sci. 10: 209-217.

Young R.J., Carruthers J., Lawrence A.B. (1994)  
The effect of a foraging device (The 'Edinburgh Foodball') on the behaviour of pigs.  
Appl. Anim. Behav. Sci. 39: 237-247.

Zerobin K. (1987)  
Physiologie der Fortpflanzung.  
in: Scheunert A., Trautmann A. (Hrsg.): Physiologie der Haustiere.  
7. Auflage. Paul Parey Verlag, Berlin Hamburg.

## 9. Abkürzungsverzeichnis

ACTH	adrenocorticotropes Hormon
BGBL	Bundesgesetzblatt
cm <sup>2</sup>	Quadratcentimeter
d	Tag
DFD	Dark firm dry
ELISA	Enzyme linked immuno assay
FETTFL	Fettfläche
FLFL	Rückenmuskelfläche
g	Fallbeschleunigung
g/dl	Gramm pro Deziliter
h	Stunde
K	Kontrollgruppe
kg	Kilogramm
LANG	Schlachtkörperlänge
LfL	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
LFK24	Leitfähigkeit Kotelett nach 24 Stunden
LFS24	Leitfähigkeit Schinken nach 24 Stunden
LW	Lebenswoche
M.	Musculus
MFA	Muskelfleischanteil nach Hennessy
min	Minute
mS	Millisiemens
MCH	Mean corpuscular hemoglobin
MCHC	Mean corpuscular hematocrit
MCV	Mean corpuscular volume
MW	Mittelwert
n	Anzahl
nmol/l	Nanomol pro Liter
NUGEW	Nüchterngewicht
p	Wahrscheinlichkeit
p.m.	post mortem
pg	Pictogramm
PSE	Pale soft exsudative
r	Korrelationskoeffizient
s	Sekunde
SGWARM	Schlachtgewicht warm
SEM	Standardfehler
SPRücken	Rückenspeckdicke
SSP	Seitenspeck
SPB	Speckmaß B
V	Versuchsgruppe
V1	Versuchsdurchgang 1
V2	Versuchsdurchgang 2

## 10. Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bedanken bei

Herrn Prof. Dr. Michael Erhard für die Überlassung des Themas, seine Unterstützung, Korrektur und Geduld.

Frau Dr. Barbara Woerle für die Betreuung der Arbeit und ihre jederzeit gewährte fachliche und menschliche Unterstützung.

Frau Nicole Bucher für ihre schnelle und fachkundige Hilfe bei der Auswertung der Cortisol-Proben.

Herrn Dr. Frank Ahrens für seine freundliche, spontane Unterstützung bei der statistischen Auswertung der Ergebnisse.

Den Mitarbeitern der LfL Grub für die Durchführung der Schlachtung, die damit verbundenen Auswertungen und die große Hilfsbereitschaft bei allen nachfolgenden Problem- und Fragestellungen.

Meiner Schwester Annika, meiner Freundin Dorte Winkler sowie Herrn Dr. Jürgen Urban für ihre unermüdliche Hilfe im Kampf mit dem PC.

Und nicht zuletzt auch bei meiner Familie und Pferden für beständigen Rückhalt.

## 11. Anhang

**Tabelle 1: Ergebnisse der Signifikanztests: Durchschnittliche Dauer der Aktivität**

Vergleich der Aktivität zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe in Versuchsdurchgang 1 (V1)

Vergleich der Aktivität zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe in Versuchsdurchgang 2 (V2)

Vergleich der Kontrollgruppen aus Versuchsdurchgang 1 und 2

Vergleich der Versuchsgruppen aus Versuchsdurchgang 1 und 2; \*p ≤ 0,05

	<b>Abschnitt 1 (Woche 6-8)</b>	<b>Abschnitt 2 (Woche 9-11)</b>	<b>Abschnitt 3 (Woche 12-14)</b>	<b>Abschnitt 4 (Woche 15-17)</b>	<b>Abschnitt 5 (Woche 18-20)</b>
	p				
<b>V1</b>	0,026*	0,874	0,429	0,132	0,620
<b>V2</b>	0,087	0,143	0,849	0,032*	0,166
<b>V1/V2 K</b>	<0,001*	0,005*	0,403	0,002*	0,002*
<b>V1/V2 V</b>	<0,001*	0,257	0,154	0,109	0,310

**Tabelle 2: Ergebnisse der Signifikanztests: Durchschnittliche Dauer der Schlafzeiten**

Vergleich der Aktivität zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe in Versuchsdurchgang 1 (V1)

Vergleich der Aktivität zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe in Versuchsdurchgang 2 (V2)

Vergleich der Kontrollgruppen aus Versuchsdurchgang 1 und 2

Vergleich der Versuchsgruppen aus Versuchsdurchgang 1 und 2 ; \*p ≤ 0,05

	<b>Abschnitt 1</b>	<b>Abschnitt 2</b>	<b>Abschnitt 3</b>	<b>Abschnitt 4</b>	<b>Abschnitt 5</b>
	<b>(Woche 6-8)</b>	<b>(Woche 9-11)</b>	<b>(Woche 12-14)</b>	<b>(Woche 15-17)</b>	<b>(Woche 18-20)</b>
	p				
<b>V1</b>	0,728	0,490	0,464	0,322	0,251
<b>V2</b>	0,177	0,082	0,010*	0,009*	0,343
<b>V1/V2 K</b>	0,008*	0,158	0,512	0,178	0,486
<b>V1/V2 V</b>	0,052	<0,001*	0,014*	0,035*	0,058



**Tabelle 3: Ergebnisse der Signifikanztests: Durchschnittliche Dauer der Beschäftigung mit Stroh**

Vergleich der Aktivität zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe in Versuchsdurchgang 1 (V1)

Vergleich der Aktivität zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe in Versuchsdurchgang 2 (V2)

Vergleich der Kontrollgruppen aus Versuchsdurchgang 1 und 2

Vergleich der Versuchsgruppen aus Versuchsdurchgang 1 und 2 ; \*p ≤ 0,05

	<b>Abschnitt 1</b>	<b>Abschnitt 2</b>	<b>Abschnitt 3</b>	<b>Abschnitt 4</b>	<b>Abschnitt 5</b>
	<b>(Woche 6-8)</b>	<b>(Woche 9-11)</b>	<b>(Woche 12-14)</b>	<b>(Woche 15-17)</b>	<b>(Woche 18-20)</b>
	p				
<b>V1</b>	0,633	0,576	0,989	0,093	0,256
<b>V2</b>	0,325	0,019*	0,006*	0,009*	0,343
<b>V1/V2 K</b>	0,318	0,968	0,368	0,052	0,606
<b>V1/V2 V</b>	0,867	0,004*	0,031*	0,153	0,156

**Tabelle 4: Ergebnisse der Signifikanztests: Durchschnittliche Anzahl der Kontakte pro Tag mit den Spielzeugen**

Vergleich der Anzahl der Kontakte zwischen Versuchsdurchgang 1 und 2; \*p ≤ 0,05

	<b>Abschnitt 1</b>	<b>Abschnitt 2</b>	<b>Abschnitt 3</b>	<b>Abschnitt 4</b>	<b>Abschnitt 5</b>
	<b>(Woche 1-3)</b>	<b>(Woche 4-6)</b>	<b>(Woche 7-9)</b>	<b>(Woche 10-12)</b>	<b>(Woche 13-15)</b>
	p				
<b>Schaukel</b>	0,732	0,056	0,116	0,001*	0,879
<b>Bürste</b>	0,228	0,447	0,359	0,132	0,140
<b>Stäbe</b>	0,537	0,062	0,180	0,009*	0,009*
<b>gr. Ball</b>	0,310	0,516	0,394	0,064	0,697
<b>kl. Ball</b>	0,879	0,140	0,845	0,697	0,240

**Tabelle 5: Ergebnisse der Signifikanztests: Durchschnittliche Anzahl der Kontakte**

Vergleich der einzelnen Spielzeuge untereinander in Versuchsdurchgang 1 und 2; \*p ≤ 0,05

Versuchsdurchgang 1

Versuchsdurchgang 2

Schaukel	Bürste	Stäbe	gr. Ball	kl. Ball	Bürste	Stäbe	gr. Ball	kl. Ball
	p							
Abschnitt 1	< 0,001*	< 0,001*	0,002*	0,002*	< 0,001*	< 0,001*	< 0,001*	< 0,001*
Abschnitt 2	0,021*	0,028*	< 0,001*	< 0,001*	0,065	< 0,001*	< 0,001*	< 0,001*
Abschnitt 3	0,026*	0,005*	0,002*	0,002*	0,142	0,314	0,041*	0,026*
Abschnitt 4	< 0,001*	0,001*	< 0,001*	< 0,001*	< 0,001*	0,048*	0,002*	< 0,001*
Abschnitt 5	0,458	0,006*	0,002*	0,001*	0,014*	0,026*	0,002*	< 0,001*

Bürste	Stäbe	gr. Ball	kl. Ball
	Abschnitt 1	0,659	0,002*
Abschnitt 2	0,755	0,013*	< 0,001*
Abschnitt 3	0,832	0,192	0,122
Abschnitt 4	0,166	< 0,001*	0,003*
Abschnitt 5	0,143	0,002*	0,040*

Stäbe	gr. Ball	kl. Ball
0,394	0,041*	0,004*
0,394	0,041*	0,065
0,672	0,017*	0,041*
0,006*	0,002*	0,017*
0,631	< 0,001*	< 0,001*

Stäbe	gr. Ball	kl. Ball
	Abschnitt 1	0,008*
Abschnitt 2	0,008*	0,008*
Abschnitt 3	0,125	0,061
Abschnitt 4	0,022*	0,403
Abschnitt 5	< 0,001*	0,056

gr. Ball	kl. Ball
0,019*	0,002*
0,001*	0,002*
0,032*	0,026*
0,002*	0,009*
< 0,001*	< 0,001*

Bälle	gr. Ball
	Abschnitt 1
Abschnitt 2	0,928
Abschnitt 3	0,557
Abschnitt 4	0,189
Abschnitt 5	0,043*

gr. Ball
0,394
0,953
0,180
0,245
0,312

**Tabelle 6: Ergebnisse der Signifikanztests: Durchschnittliche Dauer der Kontakte pro Tag mit den Spielzeugen**

Vergleich der Dauer der Kontakte zwischen Versuchsdurchgang 1 und 2; \*p ≤ 0,05

	<b>Abschnitt 1 (Woche 1-3)</b>	<b>Abschnitt 2 (Woche 4-6)</b>	<b>Abschnitt 3 (Woche 7-9)</b>	<b>Abschnitt 4 (Woche 10-12)</b>	<b>Abschnitt 5 (Woche 13-15)</b>
	p				
<b>Schaukel</b>	0,715	0,858	0,589	0,369	0,105
<b>Bürste</b>	0,589	0,658	0,310	0,781	0,699
<b>Stäbe</b>	0,501	0,699	0,065	0,330	0,339
<b>gr. Ball</b>	0,937	0,937	0,485	0,207	0,937
<b>kl. Ball</b>	0,937	0,440	0,699	0,845	0,572

**Tabelle 7: Signifikanzen Dauer Kontakte aller Spielzeuge untereinander**

Vergleich der einzelnen Spielzeuge untereinander in Versuchsdurchgang 1 und 2; \*p ≤ 0,05

Versuchsdurchgang 1

Versuchsdurchgang 2

Schaukel	Bürste	Stäbe	gr. Ball	kl. Ball	Bürste	Stäbe	gr. Ball	kl. Ball
	p							
Abschnitt 1	0,126	0,002*	0,002*	0,002*	0,368	0,002*	0,006*	0,002*
Abschnitt 2	0,082	0,289	0,002*	0,004*	0,699	0,310	0,002*	0,002*
Abschnitt 3	0,519	0,845	< 0,001*	0,002*	0,901	0,093	0,002*	0,002*
Abschnitt 4	0,832	0,439	0,002*	0,002*	0,937	0,296	0,002*	0,004*
Abschnitt 5	0,271	0,589	0,002*	0,003*	0,123	0,446	0,002*	0,002*

Bürste	Stäbe	gr. Ball	kl. Ball
	p		
Abschnitt 1	0,014*	0,002*	0,002*
Abschnitt 2	0,031*	0,002*	0,002*
Abschnitt 3	0,382	< 0,001*	0,002*
Abschnitt 4	0,699	0,002*	0,002*
Abschnitt 5	0,479	0,002*	0,002*

Stäbe	gr. Ball	kl. Ball
0,005*	0,002*	0,002*
0,224	0,004*	0,021*
0,093	0,004*	0,004*
0,062	0,002*	0,026*
0,162	0,002*	0,002*

Stäbe	gr. Ball	kl. Ball
	p	
Abschnitt 1	0,096	0,015*
Abschnitt 2	0,104	0,052
Abschnitt 3	< 0,001*	< 0,001*
Abschnitt 4	0,002*	0,002*
Abschnitt 5	0,004*	0,009*

gr. Ball	kl. Ball
0,132	0,008*
0,015*	0,068
0,001*	0,004*
0,004*	0,015*
0,002*	0,002*

Bälle	gr. Ball
	0,180
0,310	
0,334	
0,459	
0,937	

kl. Ball
0,280
0,810
0,485
0,310
0,681

**Tabelle 8: Ergebnisse der Signifikanztests: Durchschnittliche Dauer pro Kontakt**

Vergleich der durchschnittlichen Dauer pro Kontakt zwischen Versuchsdurchgang 1 und 2; \*p ≤ 0,05

	<b>Abschnitt 1</b>	<b>Abschnitt 2</b>	<b>Abschnitt 3</b>	<b>Abschnitt 4</b>	<b>Abschnitt 5</b>
	<b>(Woche 1-3)</b>	<b>(Woche 4-6)</b>	<b>(Woche 7-9)</b>	<b>(Woche 10-12)</b>	<b>(Woche 13-15)</b>
	p				
<b>Schaukel</b>	0,310	0,230	0,617	0,044*	0,414
<b>Bürste</b>	0,139	0,465	0,636	0,388	0,937
<b>Stäbe</b>	0,589	0,592	0,012*	0,151	0,889
<b>gr. Ball</b>	0,699	0,394	0,591	0,965	0,485
<b>kl. Ball</b>	0,310	0,230	0,794	0,054	0,414

**Tabelle 9: Ergebnisse der Signifikanztests: Durchschnittliche Dauer pro Kontakt**

Vergleich der einzelnen Spielzeuge untereinander in Versuchsdurchgang 1 und 2; \*p ≤ 0,05

Versuchsdurchgang 1

Versuchsdurchgang 2

Schaukel	Bürste	Stäbe	gr. Ball	kl. Ball	Bürste	Stäbe	gr. Ball	kl. Ball
	p							
Abschnitt 1	0,355	0,002*	0,314	0,002*	0,043*	0,026*	0,180	0,180
Abschnitt 2	0,002*	0,485	0,485	0,077	0,074	0,327	0,425	0,933
Abschnitt 3	0,026*	0,009*	0,050*	<0,001*	0,169	0,991	0,032*	0,019*
Abschnitt 4	0,240	0,053	0,012*	0,013*	0,240	0,093	0,173	0,919
Abschnitt 5	0,310	0,340	0,840	0,015*	0,966	0,384	0,018*	0,009*

Bürste	Stäbe	gr. Ball	kl. Ball
	p		
Abschnitt 1	0,002*	0,093	<0,001*
Abschnitt 2	0,132	0,093	0,002*
Abschnitt 3	0,960	0,012*	0,002*
Abschnitt 4	0,779	0,002*	0,002*
Abschnitt 5	0,310	0,093	0,004*

Stäbe	gr. Ball	kl. Ball
0,009*	0,009*	0,009*
0,200	0,026*	0,097
0,146	0,030*	0,024*
0,921	0,093	0,141
0,258	0,004*	0,004*

Stäbe	gr. Ball	kl. Ball
	p	
Abschnitt 1	0,589	0,363
Abschnitt 2	0,980	0,188
Abschnitt 3	0,002*	0,002*
Abschnitt 4	0,002*	0,002*
Abschnitt 5	0,310	0,026*

gr. Ball	kl. Ball
0,699	0,589
0,209	0,476
0,085	0,054
0,026*	0,048*
< 0,001*	<0,001*

gr. Ball	kl. Ball
	p
Abschnitt 1	0,178
Abschnitt 2	0,394
Abschnitt 3	0,144
Abschnitt 4	0,998
Abschnitt 5	0,485

gr. Ball	kl. Ball
Abschnitt 1	0,937
Abschnitt 2	0,937
Abschnitt 3	0,680
Abschnitt 4	0,413
Abschnitt 5	0,937

**Tabelle 10: Ergebnisse der Signifikanztests: Hautverletzungen**

Vergleich der Scores zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe in Versuchsdurchgang 1 (V1)

Vergleich der Scores zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe in Versuchsdurchgang 2 (V2)

Vergleich der Kontrollgruppen aus Versuchsdurchgang 1 und 2

Vergleich der Versuchsgruppen aus Versuchsdurchgang 1 und 2; \*p ≤ 0,05

	Woche 9	Woche 10	Woche 11	Woche 12	Woche 13	Woche 14	Woche 15	Woche 16	Woche 17	Woche 18	Woche 19	Woche 20
<b>V1 K/V</b>		0,404	0,660	0,191	0,005*	0,111	0,101	0,008*	0,226	0,100	0,192	0,100
<b>V2 K/V</b>	0,082	0,036*	0,082	0,082	0,037*	0,225	0,313	0,429	0,225	0,662	0,065	0,980
<b>K V1/V2</b>	0,002*	0,009*	0,002*	0,004*	0,723	0,017*	0,194	0,077	0,262	0,477	0,463	0,722
<b>V V1/V2</b>	0,310	0,151	0,622	0,724	0,435	0,833	0,622	0,222	0,284	0,943	0,943	0,833



**Tabelle 11: Ergebnisse der Signifikanztests: Schlachtleistung**

Vergleich der Parameter zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe in V1  
Vergleich der Parameter zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe in V2  
Vergleich der Kontrollgruppen in V1 und V2  
Vergleich der Versuchsgruppen in V1 und V2; \*p ≤ 0,05

	<b>NUGEW</b>	<b>SGWARM</b>	<b>LANG</b>	<b>FLFL</b>	<b>FETTFL</b>	<b>SPRÜCKEN</b>	<b>MFA</b>	<b>SSP</b>	<b>SPB</b>
<b>V1 K/V</b>	0,944	0,826	0,215	0,885	0,953	0,423	0,851	0,736	0,455
<b>V2 K/V</b>	0,537	0,754	0,828	0,959	0,312	0,661	0,931	0,914	0,282
<b>V1/V2 K</b>	0,263	0,140	0,193	0,705	0,028*	0,005*	0,141	0,044*	0,032*
<b>V1/V2 V</b>	0,107	0,312	0,962	0,976	0,003*	0,025*	0,003*	0,022*	<0,001*

**Tabelle 12: Ergebnisse der Signifikanztests: Fleischqualität**

Vergleich der Parameter zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe in V1

Vergleich der Parameter zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe in V2

Vergleich der Kontrollgruppen in V1 und 2

Vergleich der Versuchsgruppen in V1 und 2; \* $p \leq 0,05$

	<b>PH1K</b>	<b>PH24K</b>	<b>PH24S</b>	<b>LFK24</b>	<b>LFS24</b>	<b>OPTO</b>
	p					
<b>V1 K/V</b>	0,564	0,052	0,946	0,413	0,470	0,004*
<b>V2 K/V</b>	0,117	0,270	0,177	0,528	0,068	0,222
<b>V1/V2 K</b>	0,605	0,211	0,238	0,042*	0,124	0,001*
<b>V1/V2 V</b>	0,411	0,896	0,842	0,171	0,724	0,397