

Aus dem Institut für Tierhaltung und Tierzucht
Universität Hohenheim
Fachgebiet Nutztierethologie und Kleintierzucht
Prof. Dr. Dr. h.c. Werner Bessei

**Ethologische und klinische Untersuchungen zur Käfig- und
Bodenhaltung bei Mastkaninchen**

Dissertation
zur Erlangung des Grades eines Doktors
der Agrarwissenschaften

vorgelegt
der Fakultät Agrarwissenschaften

von
Andrej Toplak
aus Maribor, Slowenien

Hohenheim 2009

Die vorliegende Arbeit wurde am 31. 07. 2009 von der Fakultät Agrarwissenschaften der Universität Hohenheim als „Dissertation zur Erlangung des Grades eines Doktors der Agrarwissenschaften“ angenommen.

Tag der mündlichen Prüfung: 23. 12. 2009

1. Prodekan: Prof. Dr. Dr. h.c. W. Bessei

Berichterstatter, 1. Prüfer: Prof. Dr. K. Reiter

Mitberichterstatter, 2. Prüfer: Prof. Dr. I. Štuhec

weiterer Berichter bzw. Prüfer: Prof. Dr. Dr. h.c. W. Bessei

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG	1
2	LITERATURÜBERSICHT	2
2.1	GESETZLICHE RAHMENBEDINGUNGEN ZUR KANINCHENHALTUNG ...	2
2.1.1	Tierschutzgesetz.....	2
2.1.2	Leitlinien zu Mindeststandards bei der Haltung von Hauskaninchen	2
2.2	KANINCHENMAST	2
2.2.1	Käfighaltung	2
2.2.2	Bodenhaltung.....	5
2.3	STRUKTURIERUNG UND BESCHÄFTIGUNGSMÖGLICHKEITEN IN DER KANINCHENHALTUNG	8
2.3.1	Erhöhte Ebenen	8
2.3.2	Beschäftigungsmöglichkeiten	9
2.4	ETHOLOGISCHE UND KLINISCHE PARAMETER ZUR BEWERTUNG VON HALTUNGSVERFAHREN FÜR DIE KANINCHENMAST	11
2.4.1	Lokomotion.....	13
2.4.2	Knochenentwicklung	13
2.4.3	Aggressives Verhalten und Verletzungsstatus.....	14
2.4.4	Verhaltensabweichungen und Verhaltensstörungen.....	16
2.4.5	Technopathien	17
2.4.6	Blutparameter	18
2.4.7	Morbidität und Mortalität	18
2.4.8	Mastleistung.....	19
3	VERSUCHSTIERE, MATERIAL UND METHODEN	20
3.1	VERSUCHSTIERE.....	20
3.2	HALTUNGSVERFAHREN.....	20
3.2.1	Käfighaltung	20
3.2.2	Bodenhaltung.....	22
3.2.3	Wasserversorgung und Fütterung	25
3.2.4	Prophylaktische Behandlungen	25
3.2.5	Stallklima und Beleuchtung	26
3.2.6	Reinigung und Desinfektion	28
3.3	VERSUCHSAUFBAU.....	29
3.3.1	Versuchsaufbau – Versuch A	29
3.3.2	Versuchsaufbau – Versuch B	30
3.3.3	Versuchsaufbau – Versuch C	31
3.3.4	Versuchsaufbau – Versuch D.....	32
3.4	EIGENE UNTERSUCHUNGEN	33
3.4.1	Untersuchungen des Verhaltens.....	33

3.4.2	Computertomographische Knochenuntersuchungen	34
3.4.3	Untersuchungen des Gesundheits- und Verletzungsstatus	36
3.4.4	Untersuchungen des Blutes	38
3.4.5	Parasitologische Untersuchungen	40
3.4.6	Pathologisch-anatomische Untersuchungen	40
3.4.7	Mastleistung.....	40
3.5	STATISTISCHE UND GRAPHISCHE DATENANALYSE.....	41
4	ERGEBNISSE.....	43
4.1	ETHOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN.....	43
4.1.1	Ethologische Parameter – Versuch B	43
4.1.2	Ethologische Parameter - Versuch C.....	47
4.1.3	Ethologische Parameter - Versuch D.....	51
4.2	KLINISCHE UNTERSUCHUNGEN.....	53
4.2.1	pQCT-Knochenuntersuchungen – Versuch B.....	53
4.2.2	pQCT-Knochenuntersuchungen – Versuch D.....	56
4.2.3	Verletzungsstatus – Versuch A	59
4.2.4	Verletzungsstatus – Versuch B.....	60
4.2.5	Verletzungsstatus – Versuch C	61
4.2.6	Verletzungsstatus – Versuch D	62
4.2.7	Blutuntersuchungen – Versuch B	64
4.2.8	Blutuntersuchungen – Versuch C	65
4.2.9	Blutuntersuchungen – Versuch D	65
4.2.10	Morbidität.....	67
4.2.11	Mortalität.....	67
4.3	MASTLEISTUNG.....	73
4.3.1	Mastleistung – Versuch A	73
4.3.2	Mastleistung – Versuch B.....	73
4.3.3	Mastleistung – Versuch C	74
4.3.4	Mastleistung – Versuch D	75
5	DISKUSSION.....	77
6	ZUSAMMENFASSUNG.....	98
7	SUMMARY.....	100
8	LITERATURVERZEICHNIS.....	103
9	TABELLARISCHER ANHANG	116

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb. 1: Käfig mit vollperforiertem Kunststoffboden und erhöhter Ebene 21

Abb. 2: Käfig mit vollperforiertem Kunststoffboden ohne erhöhte Ebene 21

Abb. 3: Bodenabteil mit vollperforiertem Kunststoffboden und erhöhter Ebene 22

Abb. 4: Erhöhte Ebene im Bodenabteil 23

Abb. 5: Bodenabteil mit teilperforiertem Kunststoffboden und erhöhten Ebenen,
40 % der Grundfläche eingestreut..... 23

Abb. 6: Eingestreuter Bereich im Bodenabteil..... 24

Abb. 7: Strohraufe im Bodenabteil..... 24

Abb. 8: Knabberhölzer im Bodenabteil 25

Abb. 9: Durchschnittliche wöchentliche Lufttemperaturen (°C) und relative
Luftfeuchtigkeiten (%) – Versuch A..... 26

Abb. 10: Durchschnittliche wöchentliche Lufttemperaturen (°C) und relative
Luftfeuchtigkeiten (%) – Versuch B 27

Abb. 11: Durchschnittliche wöchentliche Lufttemperaturen (°C) und relative
Luftfeuchtigkeiten (%) – Versuch C 27

Abb. 12: Durchschnittliche wöchentliche Lufttemperaturen (°C) und relative
Luftfeuchtigkeiten (%) – Versuch D..... 28

Abb. 13: Computertomograph XCT 960A zur Bestimmung von Knochendichte
und -geometrie 34

Abb. 14: Mortalität in Abhängigkeit von der Haltungsvariante und dem Geschlecht
im Versuch A 68

Abb. 15: Verlauf der Mortalität im Versuch A 68

Abb. 16: Mortalität in Abhängigkeit von der Haltungsvariante und dem Geschlecht
im Versuch B 69

Abb. 17: Verlauf der Mortalität im Versuch B 70

Abb. 18: Mortalität in Abhängigkeit von der Haltungsvariante und dem Geschlecht
im Versuch C 71

Abb. 19: Mortalität in Abhängigkeit von der Haltung, der
Gruppenzusammensetzung und dem Geschlecht im Versuch D 72

Abb. 20: Verlauf der Mortalität im Versuch D 72

TABELLENVERZEICHNIS

Tab. 1: Versuchsaufbau – Versuch A	29
Tab. 2: Versuchsaufbau – Versuch B.....	30
Tab. 3: Versuchsaufbau – Versuch C.....	31
Tab. 4: Versuchsaufbau – Versuch D	32
Tab. 5: Einteilung der Bisswunden, Technopathien und sonstiger Befunde.....	37
Tab. 6: Erfasste Blutparameter	39
Tab. 7: Mittelwerte (\bar{x}) und Standardabweichungen (s) der Häufigkeiten der Lokomotion – Versuch B	43
Tab. 8: Mittelwerte (\bar{x}) und Standardabweichungen (s) der Anteile der Tiere auf den erhöhten Ebenen – Versuch B.....	44
Tab. 9: Mittelwerte (\bar{x}) und Standardabweichungen (s) des Anteiles der Tiere im eingestreuten Bereich und der Häufigkeiten der Beschäftigung mit Stroh und des Strohressens – Versuch B.....	44
Tab. 10: Mittelwerte (\bar{x}) und Standardabweichungen (s) der Häufigkeiten des Scharrens und Nagens an Einrichtungselementen – Versuch B.....	45
Tab. 11: Mittelwerte (\bar{x}) und Standardabweichungen (s) der Häufigkeiten des Scharrens und Nagens an Artgenossen – Versuch B	46
Tab. 12: Häufigkeiten des aggressiven Verhaltens – Versuch B	47
Tab. 13: Mittelwerte (\bar{x}) und Standardabweichungen (s) der Häufigkeiten der Lokomotion – Versuch C	47
Tab. 14: Mittelwerte (\bar{x}) und Standardabweichungen (s) der Anteile der Tiere auf den erhöhten Ebenen – Versuch C.....	48
Tab. 15: Mittelwerte (\bar{x}) und Standardabweichungen (s) des Anteiles der Tiere im eingestreuten Bereich und der Häufigkeiten der Beschäftigung mit Stroh und des Strohressens – Versuch C.....	49
Tab. 16: Mittelwerte (\bar{x}) und Standardabweichungen (s) der Häufigkeiten des Scharrens und Nagens an Einrichtungselementen – Versuch C.....	49
Tab. 17: Mittelwerte (\bar{x}) und Standardabweichungen (s) der Häufigkeiten des Scharrens und Nagens an Artgenossen – Versuch C	50
Tab. 18: Häufigkeiten des aggressiven Verhaltens – Versuch C	51
Tab. 19: Mittelwerte (\bar{x}) und Standardabweichungen (s) der Häufigkeiten des Scharrens und Nagens an Artgenossen – Versuch D.....	51
Tab. 20: Häufigkeiten des aggressiven Verhaltens – Versuch D	52
Tab. 21: Mittelwerte (\bar{x}) und Standardabweichungen (s) der pQCT-Knochenparameter Gesamtfläche (TA), Gesamtdichte (TD), Gesamtinhalt (TC), Kortikalisfläche (CA), Kortikalisdichte (CD), Kortikalisinhalt (CC), polar-bezogener Festigkeitsindex (SSI-P), x-achse-bezogener Festigkeitsindex (SSI-X) und y-achse-bezogener Festigkeitsindex (SSI-Y) der Diaphyse der Femora – Versuch B	53

Tab. 22: Mittelwerte (\bar{x}) und Standardabweichungen (s) der pQCT-Knochenparameter Gesamtfläche (TA), Gesamtdichte (TD), Gesamthalt (TC), Kortikalisfläche (CA), Kortikalisdichte (CD), Kortikalisinhalt (CC), polar-bezogener Festigkeitsindex (SSI-P), x-achse-bezogener Festigkeitsindex (SSI-X) und y-achse-bezogener Festigkeitsindex (SSI-Y) der Diaphyse der Tibiae – Versuch B	55
Tab. 23: Mittelwerte (\bar{x}) und Standardabweichungen (s) der pQCT-Knochenparameter Gesamtfläche (TA), Gesamtdichte (TD), Gesamthalt (TC), Kortikalisfläche (CA), Kortikalisdichte (CD), Kortikalisinhalt (CC), polar-bezogener Festigkeitsindex (SSI-P), x-achse-bezogener Festigkeitsindex (SSI-X) und y-achse-bezogener Festigkeitsindex (SSI-Y) der Diaphyse der Femora – Versuch D	56
Tab. 24: Mittelwerte (\bar{x}) und Standardabweichungen (s) der pQCT-Knochenparameter Gesamtfläche (TA), Gesamtdichte (TD), Gesamthalt (TC), Kortikalisfläche (CA), Kortikalisdichte (CD), Kortikalisinhalt (CC), polar-bezogener Festigkeitsindex (SSI-P), x-achse-bezogener Festigkeitsindex (SSI-X) und y-achse-bezogener Festigkeitsindex (SSI-Y) der Diaphyse der Tibiae – Versuch D	58
Tab. 25: Mittelwerte (\bar{x}), Standardabweichungen (s) und Medianwerte (M) der Anteile der verletzten Tiere – Versuch A.....	59
Tab. 26: Mittelwerte (\bar{x}), Standardabweichungen (s) und Medianwerte (M) der Anteile der verletzten Tiere – Versuch B.....	60
Tab. 27: Mittelwerte (\bar{x}), Standardabweichungen (s) und Medianwerte (M) der Anteile der verletzten Tiere – Versuch C.....	61
Tab. 28: Mittelwerte (\bar{x}), Standardabweichungen (s) und Medianwerte (M) der Anteile der verletzten Tiere – Versuch D.....	63
Tab. 29: Mittelwerte (\bar{x}), Standardabweichungen (s) und Medianwerte (M) der Gesamteiweiß- (TP) und Hämoglobinkonzentration (Hb) – Versuch B.....	64
Tab. 30: Mittelwerte (\bar{x}), Standardabweichungen (s) und Medianwerte (M) der Blutparameter Hämoglobinkonzentration (Hb), mittlere Hämoglobinkonzentration der Erythrozyten (MCHC) und Gesamtleukozytenzahl (WBC) – Versuch C.....	65
Tab. 31: Mittelwerte (\bar{x}), Standardabweichungen (s) und Medianwerte (M) der Blutparameter IgG-Konzentration (IgG), mittlerer Hämoglobingehalt der Einzelerthrozyten (MCH), mittlere Hämoglobinkonzentration der Erythrozyten (MCHC), Erythrozytenvolumenverteilungskurve (RDW), Granulozytenzahl (GRA) und Monozytenzahl (MO) – Versuch D.....	66
Tab. 32: Mittelwerte (\bar{x}) und Standardabweichungen (s) der Parameter Körpermasse bei der Einnistung und am Mastende, Masttageszunahme, tgl. Futtermittelverbrauch und Futtermittelverwertung – Versuch A	73
Tab. 33: Mittelwerte (\bar{x}) und Standardabweichungen (s) der Parameter Körpermasse bei der Einnistung und am Mastende, Masttageszunahme, tgl. Futtermittelverbrauch und Futtermittelverwertung – Versuch B	74

Tab. 34: Mittelwerte (\bar{x}) und Standardabweichungen (s) der Parameter Körpermasse bei der Einstellung und am Mastende, Masttageszunahme, tgl. Futtermittelverbrauch und Futtermittelverwertung – Versuch C	75
Tab. 35: Mittelwerte (\bar{x}) und Standardabweichungen (s) der Parameter Körpermasse bei der Einstellung und am Mastende, Masttageszunahme, tgl. Futtermittelverbrauch und Futtermittelverwertung – Versuch D	76
Tab. 36: Mittelwerte (\bar{x}) und Standardabweichungen (s) der pQCT-Knochenparameter Gesamtfläche (TA), Gesamtdichte (TD), Gesamteinhalt (TC), Kortikalisfläche (CA), Kortikalisdichte (CD), Kortikalisinhalt (CC), polar-bezogener Festigkeitsindex (SSI-P), x-achse-bezogener Festigkeitsindex (SSI-X) und y-achse-bezogener Festigkeitsindex (SSI-Y) der proximalen Messstelle der Femora – Versuch B	116
Tab. 37: Mittelwerte (\bar{x}) und Standardabweichungen (s) der pQCT-Knochenparameter Gesamtfläche (TA), Gesamtdichte (TD), Gesamteinhalt (TC), Kortikalisfläche (CA), Kortikalisdichte (CD), Kortikalisinhalt (CC), polar-bezogener Festigkeitsindex (SSI-P), x-achse-bezogener Festigkeitsindex (SSI-X) und y-achse-bezogener Festigkeitsindex (SSI-Y) der proximalen Messstelle der Tibiae – Versuch B	117
Tab. 38: Mittelwerte (\bar{x}) und Standardabweichungen (s) der pQCT-Knochenparameter Gesamtfläche (TA), Gesamtdichte (TD), Gesamteinhalt (TC), Kortikalisfläche (CA), Kortikalisdichte (CD), Kortikalisinhalt (CC), polar-bezogener Festigkeitsindex (SSI-P), x-achse-bezogener Festigkeitsindex (SSI-X) und y-achse-bezogener Festigkeitsindex (SSI-Y) der proximalen Messstelle der Femora – Versuch D	118
Tab. 39: Mittelwerte (\bar{x}) und Standardabweichungen (s) der pQCT-Knochenparameter Gesamtfläche (TA), Gesamtdichte (TD), Gesamteinhalt (TC), Kortikalisfläche (CA), Kortikalisdichte (CD), Kortikalisinhalt (CC), polar-bezogener Festigkeitsindex (SSI-P), x-achse-bezogener Festigkeitsindex (SSI-X) und y-achse-bezogener Festigkeitsindex (SSI-Y) der proximalen Messstelle der Tibiae – Versuch D	119
Tab. 40: Mittelwerte (\bar{x}), Standardabweichungen (s) und Medianwerte (M) der Blutparameter Gesamteiweiß- (TP) und IgG-Konzentration (IgG) – Versuch B	120
Tab. 41: Mittelwerte (\bar{x}), Standardabweichungen (s) und Medianwerte (M) der Blutparameter Erythrozytenzahl (RBC), Hämatokrit (Hkt), Hämoglobinkonzentration (Hb), mittleres Erythrozytenvolumen (MCV), mittlerer Hämoglobingehalt der Einzelerythrozyten (MCH), mittlere Hämoglobinkonzentration der Erythrozyten (MCHC) und Erythrozytenvolumenverteilungskurve (RDW) – Versuch B	121
Tab. 42: Mittelwerte (\bar{x}), Standardabweichungen (s) und Medianwerte (M) der Blutparameter Gesamtleukozytenzahl (WBC), Granulozytenzahl (GRA), Lymphozytenzahl (LYM) und Monozytenzahl (MO) und relativer Anteil der Granulozyten (%GRA), Lymphozyten (%LYM) und Monozyten (%MO) (weißes Differenzialblutbild) – Versuch B	122

Tab. 43: Mittelwerte (\bar{x}), Standardabweichungen (s) und Medianwerte (M) der Blutparameter Thrombozytenzahl (PLT) und mittleres Thrombozytenvolumen (MPV) – Versuch B	123
Tab. 44: Mittelwerte (\bar{x}), Standardabweichungen (s) und Medianwerte (M) der Blutparameter Gesamteiweiß- (TP) und IgG-Konzentration (IgG) – Versuch C	124
Tab. 45: Mittelwerte (\bar{x}), Standardabweichungen (s) und Medianwerte (M) der Blutparameter Erythrozytenzahl (RBC), Hämatokrit (Hkt), Hämoglobinkonzentration (Hb), mittleres Erythrozytenvolumen (MCV), mittlerer Hämoglobingehalt der Einzelerythrozyten (MCH), mittlere Hämoglobinkonzentration der Erythrozyten (MCHC) und Erythrozytenvolumenverteilungskurve (RDW) – Versuch C	125
Tab. 46: Mittelwerte (\bar{x}), Standardabweichungen (s) und Medianwerte (M) der Blutparameter Gesamtleukozytenzahl (WBC), Granulozytenzahl (GRA), Lymphozytenzahl (LYM) und Monozytenzahl (MO) und relativer Anteil der Granulozyten (%GRA), Lymphozyten (%LYM) und Monozyten (%MO) (weißes Differenzialblutbild) – Versuch C.....	126
Tab. 47: Mittelwerte (\bar{x}), Standardabweichungen (s) und Medianwerte (M) der Blutparameter Thrombozytenzahl (PLT) und mittleres Thrombozytenvolumen (MPV) – Versuch C	127
Tab. 48: Mittelwerte (\bar{x}), Standardabweichungen (s) und Medianwerte (M) der Blutparameter Gesamteiweiß- (TP) und IgG-Konzentration (IgG) – Versuch D	128
Tab. 49: Mittelwerte (\bar{x}), Standardabweichungen (s) und Medianwerte (M) der Blutparameter Erythrozytenzahl (RBC), Hämatokrit (Hkt), Hämoglobinkonzentration (Hb), mittleres Erythrozytenvolumen (MCV), mittlerer Hämoglobingehalt der Einzelerythrozyten (MCH), mittlere Hämoglobinkonzentration der Erythrozyten (MCHC) und Erythrozytenvolumenverteilungskurve (RDW) – Versuch D.....	129
Tab. 50: Mittelwerte (\bar{x}), Standardabweichungen (s) und Medianwerte (M) der Blutparameter Gesamtleukozytenzahl (WBC), Granulozytenzahl (GRA), Lymphozytenzahl (LYM) und Monozytenzahl (MO) und relativer Anteil der Granulozyten (%GRA), Lymphozyten (%LYM) und Monozyten (%MO) (weißes Differenzialblutbild) – Versuch D	130
Tab. 51: Mittelwerte (\bar{x}), Standardabweichungen (s) und Medianwerte (M) der Blutparameter Thrombozytenzahl (PLT) und mittleres Thrombozytenvolumen (MPV) – Versuch D	131

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

Abb.	Abbildung
bzw.	beziehungsweise
<i>ca.</i>	<i>circa</i>
cm	Zentimeter
cm ²	Quadratmeter
cm ³	Kubikmeter
CT	Computertomographie
DLG	Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft
EDTA	ethylenediaminetetraacetic acid
EFSA	European Food Safety Authority
ELISA	enzyme-linked immunosorbent assay
Fa.	Firma
fl	Femtoliter
fmol	Femtomol
g	Gramm
GB	gigabyte, Gigabyte
gem.	gemischt, gemischtgeschlechtliche Versuchsgruppen
gem. ges.	Kaninchen der gemischtgeschlechtlichen Versuchsgruppen
gem. ml.	männliche Kaninchen der gemischtgeschlechtlichen Versuchsgruppen
gem. wbl.	weibliche Kaninchen der gemischtgeschlechtlichen Versuchsgruppen
ges.	gesamt
i. d. R.	in der Regel
IROI	irregular region of interest, irregulärer Auswertebereich
kg	Kilogramm
l	Liter
m	Meter
m ²	Quadratmeter
mg	Milligramm
ml	Milliliter
ml.	männlich, männliche Tiere
mm	Millimeter
mm ²	Quadratmillimeter
mm ³	Kubikmillimeter
mmol	Millimol
<i>p. m.</i>	<i>post mortem</i>
pQCT	periphere quantitative Computertomographie
rel.	relativ
ROI	region of interest, Auswertebereich
Std.	Stunde
Tab.	Tabelle
u. a.	und andere, unter anderem
v. a.	vor allem
wbl.	weiblich, weibliche Tiere
z. B.	zum Beispiel

1 EINLEITUNG

Mit der zunehmenden Bedeutung einer wirtschaftlich orientierten Mastkaninchenhaltung wächst auch das Interesse und Bedürfnis an wissenschaftlichen Untersuchungen zum Verhalten und zur Gesundheit der Kaninchen. Die Problematik der intensiven Haltungsverfahren wird in der letzten Zeit sowohl wissenschaftlich als auch in Verbraucherkreisen sehr intensiv diskutiert.

Die Kaninchenhaltung hat sich innerhalb der letzten Jahre rasant entwickelt. Dabei wurde von extensiver Haltung in Kleinbeständen zu intensiven Haltungsverfahren übergegangen. Das meist verbreitete Haltungsverfahren in der kommerziellen Kaninchenmast ist die konventionelle Käfighaltung, die sich v. a. aus arbeitswirtschaftlichen und hygienischen Gründen durchgesetzt hat.

Die Ansprüche der Kaninchen hinsichtlich der Bodenfläche, Bodengestaltung, Stallklima und Licht stellen die Basis für die Gestaltung der Haltungsbedingungen dar. Ein wesentliches Problem bei der konventionellen Käfighaltung ist die Einschränkung der Bewegungsfreiheit und die reizarme Umwelt. Die Haltung von Mastkaninchen wird, wie bei anderen Nutztierarten, auf seine Tiergerechtigkeit hinterfragt. Es sollen Alternativen zur intensiven Käfighaltung von Mastkaninchen entwickelt und geprüft werden. Zur Käfighaltung stellt die Bodenhaltung eine mögliche Alternative dar. Dabei sind neben der Gruppengröße und Besatzdichte auch die Bodengestaltung, die Strukturierung, die Beschäftigungsmöglichkeiten und die hygienischen Bedingungen entscheidende Faktoren, die sowohl das Verhalten und die Gesundheit als auch die Leistung der Kaninchen maßgeblich beeinflussen.

Die Gruppengröße und Besatzdichte beeinflussen die Bewegungsmöglichkeiten der Kaninchen am stärksten. Durch eine Verringerung der Besatzdichte und/oder Haltung von größeren Gruppen können die Bewegungsmöglichkeiten der Kaninchen verbessert werden. Bei der Großgruppenhaltung kann jedoch auch die Häufigkeit von aggressiven Auseinandersetzungen, die zu Verletzungen führen, zunehmen. Dies kann insbesondere in männlichen und gemischtgeschlechtlichen Kaninchengruppen mit Beginn der Geschlechtsreife problematisch sein. Diesbezüglich könnte eine gute Strukturierung der Bodenabteile mit zahlreichen Beschäftigungsmöglichkeiten vom Vorteil sein. Es stellt sich somit die Frage, wie sich Besatzdichte und Gruppengröße bei unterschiedlicher Strukturierung und Beschäftigungsmöglichkeiten auf das Verhalten der Tiere auswirken. Ein Kompromiss zwischen Bewegungsfreiheit und aggressionsbedingten Schäden sollte dabei angestrebt werden. Durch den Einsatz geeigneter Strukturen und Beschäftigungsmöglichkeiten sollte versucht werden, eine reizreiche Umgebung zu schaffen und die Häufigkeit und Intensität der aggressiven Auseinandersetzungen zu minimieren.

Die Untersuchungen wurden im Rahmen des Forschungsprojektes „Tiergerechte Haltung von Mastkaninchen“ durchgeführt. Ziel der vorliegenden Arbeit war es Haltungsverfahren Käfig- und Bodenhaltung (Klein- und Großgruppenhaltung) von Mastkaninchen unter ethologischen und klinischen Gesichtspunkten zu vergleichen und zu bewerten. Dabei wurden u. a. die Effekte der erhöhten Ebenen, Stroheinstreu, Strohraufen und des Geschlechtes untersucht. Ausgehend von der Problemstellung wurden zur Bewertung insbesondere das Verhalten und die Tiergesundheit herangezogen. Darüber hinaus wurde als ein Zusatzparameter die Mastleistung der Kaninchen ermittelt. Die durchgeführten Untersuchungen sollen zur Weiterentwicklung der Haltungsverfahren für die Kaninchenmast beitragen.

2 LITERATURÜBERSICHT

2.1 GESETZLICHE RAHMENBEDINGUNGEN ZUR KANINCHENHALTUNG

2.1.1 Tierschutzgesetz

In der EU existieren derzeit, mit der Ausnahme von Niederlanden, keine gesetzlich verbindlichen Vorgaben zur Haltung von Kaninchen. In Deutschland sind die Haltungsnormen und Mindeststandards für Kälber, Legehennen, Masthühner, Schweine und Pelztiere in der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung definiert und detailliert beschrieben. Gesetzliche Vorgaben zur Kaninchenhaltung sind dagegen noch in Vorbereitung. In der EU ist die Kaninchenhaltung zurzeit nur in den Niederlanden durch die Verordnung für die Kaninchenhaltung gesetzlich geregelt. In Deutschland unterliegt die Kaninchenhaltung den allgemeinen Förderungen des Tierschutzgesetzes (TierSchNutzV, 2006; TSchG, 2009; HOY, 2007). Im Gegensatz dazu sind in der Schweiz die Anforderungen zur tiergerechten Kaninchenhaltung in der Tierschutzverordnung der Schweiz (TSchV, 2009) genau festgelegt.

2.1.2 Leitlinien zu Mindeststandards bei der Haltung von Hauskaninchen

Die deutsche Gruppe der World Rabbit Science Association (WRSA) und der DLG-Ausschuss für Kaninchenzucht und -haltung haben im Jahr 2007 die Leitlinien zu Mindeststandards bei der Haltung von Hauskaninchen festgelegt. Diese wurden im 2009 novelliert. Diese Leitlinien definieren die Mindestanforderungen für die Kaninchenhaltung und sollen darüber hinaus die überwachende Behörde bei der Kontrolle der Kaninchenhaltungen unterstützen. Die erarbeiteten Leitlinien könnten als Grundlage für eine nationale Verordnung bzw. für die Einbeziehung in die deutsche Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung verwendet werden (Leitlinien zu Mindeststandards bei der Haltung von Hauskaninchen, 2007; Leitlinien zu Mindeststandards bei der Haltung von Hauskaninchen, 2009; HOY, 2007; HOY, 2009a).

2.2 KANINCHENMAST

Bei der Stallhaltung von Kaninchen wird grundsätzlich zwischen Käfighaltung und Bodenhaltung mit Einstreu unterschieden (LANGE, 2005). In den erwerbsorientierten Kaninchenhaltungen werden die Kaninchen zum größten Teil in konventionellen Käfigen gehalten. Die Bodenhaltung ist nur eine Nischenproduktion (EFSA, 2005a).

2.2.1 Käfighaltung

Die Kaninchenhaltung hat sich im Laufe der letzten Jahrzehnte zu einem intensiven Haltungsverfahren entwickelt. Die konventionelle Käfighaltung hat sich v. a. aus arbeitswirtschaftlichen und hygienischen Gründen durchgesetzt. Das Ziel der industriellen Kaninchenhaltung war insbesondere die Anzahl der Kaninchen pro Stalleinheit zu vergrößern und die Produktivität der Einzeltiere zu maximieren (FINZI und MACCHIONI, 2004; BESSEI, 2005). Die prophylaktischen und therapeutischen Behandlungen werden in der Käfighaltung durch gute hygienische Bedingungen reduziert. Die Besatzdichte und die

Arbeitsproduktivität sind in der Käfighaltung größer als in der Bodenhaltung mit Einstreu. Die Käfighaltung erfordert jedoch einen größeren Investitionsaufwand und höhere Stalltemperaturen als die Bodenhaltung (LANGE, 2005).

Die Käfighaltung ist sowohl für Kaninchenzucht als auch für Mast geeignet und kann auf Rostböden oder auch in Käfigen mit Einstreu erfolgen. Die Kaninchen können einzeln oder in Gruppen gehalten werden. Die erwerbsorientierte Kaninchenhaltung wird in Käfigen auf Rostböden betrieben. Diese Haltungsform kann in Abhängigkeit vom Aufbau in einetägige Käfiganlagen (Flatdeck-Käfige), Stufenkäfiganlagen und Kompaktkäfiganlagen eingeteilt werden. Die Käfighaltung mit Einstreu ist für erwerbsorientierte Kaninchenhaltung weniger geeignet und wird lediglich in der Hobbyhaltung betrieben (LANGE, 2003; LANGE, 2005).

Die Käfige werden zum größten Teil aus Draht angefertigt. Die Wände können darüber hinaus auch aus Metallplatten hergestellt werden. Den Boden bildet i. d. R. ein verzinkter Draht mit einem Durchmesser von 2 – 3 mm. Zur Kaninchenmast werden Käfige mit folgenden Abmessungen verwendet: 25 – 60 cm (Breite) x 40 – 100 cm (Tiefe) x 28 – 35 cm (Höhe). Die Schlitzweite liegt im Bereich von 13 – 15 mm (EFSA, 2005a). Gemäß den Leitlinien zu Mindeststandards bei der Haltung von Hauskaninchen sollten die Stäbe für Bodenrost einen Durchmesser von mindestens 3,0 mm haben (Leitlinien zu Mindeststandards bei der Haltung von Hauskaninchen, 2009). Vollperforierter Kunststoffboden kommt im Gegensatz zum Drahtgitterboden selten zum Einsatz (EFSA, 2005a).

Die Mastkaninchen werden in der konventionellen Käfighaltung vorwiegend in kleinen Gruppen gehalten. Abhängig von der Käfigart werden je Käfig zwischen zwei bis zu zwölf Kaninchen gemästet. In Italien werden die Mastkaninchen vorwiegend in Paaren gehalten. In Zweiverwendungszweck-Käfigen beträgt die Gruppengröße zwischen fünf und acht Tieren. In den speziellen Mastkaninchenkäfigen können dagegen Tiergruppen mit bis zu zwölf Kaninchen gemästet werden. Die Fläche pro Tier beträgt dabei 500 – 600 cm²/Tier (EFSA, 2005a). Nach BESSEI (2005) liegt das Flächenangebot in den üblichen Kaninchenhaltungen in Europa im Bereich zwischen 500 bis über 800 cm²/Tier. Dies entspricht einer Besatzdichte von 12,5 – 20 Tieren/m². Bei dieser Besatzdichte werden das Wachstum und die Futtermittelverwertung in kleinen Kaninchengruppen nicht wesentlich beeinflusst. MORISSE und MAURICE (1997) betrachten beispielsweise eine Gruppengröße von sechs Kaninchen bei einer Besatzdichte von 15 – 16 Tieren/m² (40 kg Körpermasse/m² bei zehn Wochen alten Kaninchen) hinsichtlich der Verhaltensansprüche der Kaninchen als geeignet für die intensive Kaninchenmast. Übersteigt dagegen die Besatzdichte 40 kg Körpermasse/m² in kleinen Käfigen bzw. 45 kg Körpermasse/m² in größeren Käfigen oder in Bodenabteilen, so wird das Wachstum der Kaninchen verringert. In Abhängigkeit von der Abteil- bzw. Gruppengröße sollte die Besatzdichte 16 bzw. 19 Tiere/m² nicht übersteigen. Bei größeren Besatzdichten kann sich das Wohlbefinden der Tiere verschlechtern (EFSA, 2005a; EFSA, 2005b).

Gemäß den Leitlinien der deutschen Gruppe der World Rabbit Science Association (WRSA) und des DLG-Ausschusses für Kaninchenzucht und -haltung zu Mindeststandards bei der Haltung von Hauskaninchen soll den wachsenden Kaninchen bis zu einer Körpermasse von 1,2 kg mindestens 400 cm² Bodenfläche je Tier zur Verfügung stehen. Bei einer Körpermasse von über 1,2 kg muss bei der Haltung von Gruppen mit bis zu fünf Kaninchen jedem Tier mindestens 700 cm² und bei der Haltung von Gruppen mit mehr als fünf Kaninchen jedem Tier mindestens 600 cm² Bodenfläche zur Verfügung stehen (Leitlinien zu Mindeststandards bei der Haltung von Hauskaninchen, 2009).

Intensive Haltungen sind durch folgende Problembereiche gekennzeichnet: reizarme Umwelt, mangelhafte Strukturierung, Einschränkung verschiedener Aktivitäten und

Verhinderung einer normalen sozialen Organisation (WECHSLER, 1995). Die konventionelle Käfighaltung von Mastkaninchen wird von Seiten des Tierschutzes zunehmend als nicht artgemäß und nicht tiergerecht betrachtet. Nach RITTER (1995) ist die herkömmliche Kaninchenhaltung nicht artgerecht. In der konventionellen Käfighaltung sind v. a. die starke Einschränkung der Bewegungsfreiheit und die reizarme Umwelt problematisch. Die geringe Nutzfläche der Käfige schränkt die Fortbewegungsmöglichkeiten der Kaninchen stark ein. Insbesondere gegen Ende der Mast haben die Tiere zur Fortbewegung zu wenig Platz (LEHMANN, 1987; RITTER, 1995; BESSEI, 2005; LANGE, 2005; EFSA, 2005a; EFSA, 2005b). Das Flächenangebot pro Tier (cm^2/Tier) muss diesbezüglich stets in Zusammenhang mit der Gruppengröße betrachtet werden. Beim Flächenangebot müssen darüber hinaus die Anforderung der Tiere am Ende der Mast berücksichtigt werden (BESSEI, 2005; EFSA, 2005a; EFSA, 2005b). In diesem Zusammenhang kann bei gleichem Flächenangebot pro Tier insbesondere die Haltung von kleinen Kaninchengruppen problematisch sein. Die Käfige sollten deswegen mindestens 35 – 40 cm breit und 75 – 80 cm tief sein. Die optimale Gruppengröße liegt im Bereich von sechs bis 24 Tiere. Die Gruppen mit sieben bis neun Tieren scheinen besonders geeignet zu sein (EFSA, 2005a; EFSA, 2005b). Die Einschränkung der Bewegungsfreiheit und die Verringerung der Mastleistung sind in der Käfighaltung von kleineren Gruppen schon bei geringerer Besatzdichte als bei der Haltung von größeren Gruppen zu beobachten (BESSEI, 2005; EFSA, 2005a; EFSA, 2005b). MAIER (1992) betrachtet beispielsweise die konventionelle Käfighaltung wegen der Verhaltensstörungen und pathologisch-anatomischen Veränderungen des Skelettsystems als problematisch. In den Käfigen fehlt i. d. R. auch ein geeigneter Rückzugsbereich zum komfortablen Ruhen und Schutz (LEHMANN, 1987).

Die am häufigsten anzutreffende Käfighöhe mit 28 – 35 cm ist v. a. gegen Ende der Mast für die Ausführung bestimmter Verhaltensweisen, wie z. B. das so genannte „Männchen machen“ einschränkend (GUNN und MORTON, 1995; EFSA, 2005a; EFSA, 2005b). Diesbezüglich werden von EFSA (2005b) Käfige mit zwei unterschiedlich hohen Bereichen empfohlen. Der Rückzugsbereich sollte mindestens 20 – 25 cm hoch sein. Ein weiterer Käfigbereich sollte 38 – 40 bzw. 45 – 50 cm hoch sein um den Kaninchen das „Männchen machen“ zu ermöglichen. Nach den Empfehlungen der deutschen Gruppe der World Rabbit Science Association (WRSA) und des DLG-Ausschusses für Kaninchenzucht und -haltung sollten die Käfige für wachsende Kaninchen mindestens 35 cm hoch sein (Leitlinien zu Mindeststandards bei der Haltung von Hauskaninchen, 2009).

Der Drahtgitterboden, die meist verbreitete Bodengestaltung in der Käfighaltung, wird ebenfalls als problematisch angesehen. Der Drahtgitterboden ist sowohl für die Fortbewegung als auch fürs Ruhen unkomfortabel und kann darüber hinaus zu ulcerativen Pododermatitis (*Pododermatitis ulcerosa*) führen. Die Inzidenz der ulcerativen Pododermatitis kann insbesondere bei den auf Drahtgitter gehaltenen Zuchttieren durch die Anwendung von perforierten Kunststoffliegematten reduziert werden. Bei Mastkaninchen tritt ulcerative Pododermatitis i. d. R. nicht auf. Dies ist vermutlich auf das frühe Schlachten der Mastkaninchen zurück zu führen. Der Drahtgitterboden hat aber auch den Vorteil, dass die Tiere weniger in direkten Kontakt mit Kot und Harn kommen und somit die hygienischen Bedingungen verbessert werden. Der Drahtgitterboden wird deswegen als geeignet für die Kaninchenmast betrachtet (SCHLENDER-BÖBBIS, 1999; BESSEI, 2005; LANGE, 2005; EFSA, 2005a; EFSA, 2005b). Beispielsweise zeigten junge Kaninchen in einer Untersuchung von MORISSE et al. (1999) eine signifikante Präferenz für Drahtgitterboden im Vergleich zur Stroheinstreu. JEKKEL et al. (2008) stellten darüber hinaus eine signifikant größere Häufigkeit des Ruhens und Komfortverhaltens auf

Drahtgitterboden im Vergleich zu Stroheinstreu fest. Auf dem Drahtgitterboden werden zunehmend vollperforierte Kunststoffliegematten verwendet. Dadurch wird bei Beibehaltung guter hygienischen Bedingungen die Inzidenz von Fußverletzungen reduziert (EFSA, 2005a; EFSA, 2005b; ROSELL und DE LA FUENTE, 2008; DE JONG et al., 2008; ROMMERS und DE JONG, 2009). Es wurde auch beobachtet, dass die Kunststoffliegematten das Verhalten von Zuchthäsinnen positiv beeinflussten (VERGA et al., 2005). Die Stereotypien und das Ruhen wurden signifikant reduziert. Die Leistung wurde dagegen nicht wesentlich beeinflusst. Nach den Empfehlungen von European Convention for the Protection of Vertebrate Animals used for Experimental and Other Scientific Purposes (ETS No. 123) (Council of Europe, 2006) sollte den Kaninchen auf Drahtgitterboden eine Ruhefläche zur Verfügung gestellt werden. Diese soll groß genug sein, dass alle Tiere eines Käfigs gleichzeitig daran liegen können. Die deutsche Gruppe der World Rabbit Science Association (WRSA) und der DLG-Ausschuss für Kaninchenzucht und -haltung empfehlen auf Drahtgitterboden perforierte Kunststoffliegeflächen anzuwenden (Leitlinien zu Mindeststandards bei der Haltung von Hauskaninchen, 2009).

Eine tiergerechte Alternative zum Drahtgitterboden könnte der vollperforierte Kunststoffboden sein. PRINCZ et al. (2008a) konnten eine hoch signifikante Präferenz gegenüber vollperforierten Kunststoffboden im Vergleich zu Drahtgitterboden zeigen. Darüber hinaus verglichen WAGNER et al. (2009a) den Drahtgitter- und Plastikrostenboden unter den Aspekten von Leistung und Gesundheit der Kaninchen. Es wurden jedoch keine signifikanten Unterschiede bezüglich Wachstum, Kokzidienoozystenanzahl und Integumentschäden gefunden. Die auf dem Plastikrostenboden gehaltenen Kaninchen waren zu Mastende tendenziell schwerer und erreichten um 1,4 g größere tägliche Zunahme im Vergleich mit den Kaninchen auf Drahtgitterboden. Im Gegensatz dazu erreichten die auf vollperforiertem Kunststoffboden gehaltenen Kaninchen in einer Untersuchung von PRINCZ et al. (2009) geringfügig schlechtere Masttageszunahme und Futtermittelverwertung als die auf Drahtgitter gehaltenen Kaninchen. Die Unterschiede waren jedoch sehr gering und nicht signifikant. Ferner beeinflusste die Bodengestaltung, Drahtgitter im Vergleich zu vollperforiertem Kunststoffboden, das Verhalten von Kaninchen in einer Untersuchung von PRINCZ et al. (2008a) nur unwesentlich.

Angesichts zahlreicher Mängel der konventionellen Käfighaltung, insbesondere aus ethologischer Sicht, wird in den letzten Jahren zunehmend versucht die konventionellen Käfige mit Strukturierung und verschiedenen Beschäftigungsmöglichkeiten zu gestalten (siehe dazu Kapitel 2.3 STRUKTURIERUNG UND BESCHÄFTIGUNGSMÖGLICHKEITEN IN DER KANINCHENHALTUNG).

2.2.2 Bodenhaltung

Die konventionelle Käfighaltung wird insbesondere unter dem Aspekt des Tierschutzes zunehmend kritisch betrachtet. In Folge dessen wächst der Bedarf an alternativen Haltungsverfahren. Diese sollten die Bewegungsmöglichkeiten der Kaninchen verbessern. Darüber hinaus sollten die Anlagen so konstruiert werden, dass die Raumstrukturierung verbessert und eine Einteilung in Funktionsbereiche möglich wird. Zur Beschäftigung sollten Kaninchen geeignete Gegenstände und/oder Substrate zur Verfügung stehen. Die ethologischen und physiologischen Ansprüche der Mastkaninchen sollten demnach besser erfüllt werden. Die Haltungsverfahren sollten dabei weiter wettbewerbsfähig bleiben. Diesbezüglich fehlen jedoch fundierte wissenschaftliche Untersuchungen über die Auswirkungen von alternativen Haltungssystemen, wie z. B. Bodenhaltung, auf das

Verhalten und Gesundheit der Kaninchen.

Die Bodenhaltung mit Stroheinstreu wird als eine Alternative zur konventionellen Käfighaltung angesehen (VERGA et al., 2006). DAL BOSCO et al. (2002) betrachten die Haltung in Abteilen mit Drahtgitterboden als mögliche Alternative zur Verbesserung des Wohlbefindens der Kaninchen. Im Rahmen der erarbeiteten Leitlinien zu Mindeststandards bei der Haltung von Hauskaninchen (Leitlinien zu Mindeststandards bei der Haltung von Hauskaninchen, 2009) wurde die Bodenhaltung nicht definiert. In der Literatur sind ebenfalls keine einheitlichen Vorgaben zur Bodenhaltung zu finden. Zum größten Teil wird dieses Haltungsverfahren nur im Rahmen verschiedener extensiver Haltungsverfahren, wie z. B. biologische Kaninchenhaltung (Bioland-Richtlinien, 2002), KAGfreiland (KAGfreiland, 2008), VAK-Betriebe (KALLE, 1994) beschrieben. Die dabei festgelegten Anforderungen gehen jedoch deutlich über die generellen Anforderungen der Leitlinien der deutschen Gruppe der WRSA und des DLG-Ausschusses für Kaninchenzucht und -haltung (Leitlinien zu Mindeststandards bei der Haltung von Hauskaninchen, 2009) hinaus. Eine erwerbsorientierte Kaninchenhaltung unter solchen Bedingungen wird nur dann möglich, wenn die wirtschaftlichen Nachteile eines solchen Haltungsverfahrens über einen höheren Vermarktungspreis ausgeglichen werden können (TAWFIK et al., 1996; HOY, 2009b).

Der Investitionsaufwand für Bodenhaltung ist gegenüber Käfighaltung geringer. Darüber hinaus ist eine zusätzliche Stallheizung bei der Haltung auf Einstreu nicht erforderlich. Die Besatzdichte je m² Stallgrundfläche ist jedoch geringer als in mehretagigen Käfiganlagen. Die Arbeitsproduktivität ist in der Bodenhaltung ebenfalls geringer als in der Käfighaltung (LANGE, 2005). In der Bodenhaltung von Zuchtgruppen wurde beispielsweise ein wesentlich größerer Arbeitsbedarf als in der Käfighaltung festgestellt. Insbesondere die Stallreinigung und Fütterung waren zeitaufwendiger als in der Käfighaltung. Die Kontrolle und das Management des Tierbestandes wurden ebenfalls erschwert (TAWFIK et al., 1996). Zudem erreichten die Kaninchen in der Bodenhaltung auf Einstreu i. d. R. schlechtere Mastleistungen als in der Käfighaltung (TAWFIK et al., 1996; TACKE et al., 1998; LAMBERTINI et al., 2001; METZGER et al., 2003; LAZZARONI et al., 2009). Nach BRENDT und MARTEN (1987) ist eine wirtschaftliche Kaninchenmast in der Bodenhaltung nicht möglich.

Kaninchen sind gesellige Tiere. Die Jungtiere zur Aufzucht und Mast können bis zur Geschlechtsreife in Gruppen gehalten werden (EFSA, 2005b; LANGE, 2005). Nach dem Absetzen sollten die Kaninchen bis zur 10. Lebenswoche oder möglichst länger weiter in Gruppen gehalten werden. Mit zunehmendem Alter ist jedoch wegen der aggressiven Auseinandersetzungen zwischen den männlichen Kaninchen nur die Gruppenhaltung von weiblichen Kaninchen möglich (BUSCH, 2000). Die Besatzdichte sollte in der Bodenhaltung nach den Angaben von LANGE (2005) 8 Tiere/m² nicht übersteigen. Bis zur Geschlechtsreife sind Gruppen mit 20 – 30 gleichgeschlechtlichen Tieren vertretbar. Nach BIGLER et al. (2004) können bis zur Geschlechtsreife bis zu 16 Jungtiere je Gruppe gehalten werden. Unter Umständen kann jedoch auch die Haltung von größeren Gruppen erfolgreich sein. DRESCHER (2005) empfiehlt ebenfalls die Gruppenhaltung mit bis zu 16 Tieren je Gruppe. Ferner stellte REITER (1995) fest, dass sich bei einer Besatzdichte von 5 Tieren/m² die Gruppen mit 16 Kaninchen am besten bewährt haben. BESSEI (2005) gibt eine Gruppengröße von zehn Kaninchen als akzeptabel an. Im Gegensatz zu Kaninchenmast ist die Gruppenhaltung von Zuchttieren nicht zu empfehlen (HOY, 2004; HOY, 2005a; HOY, 2005b; LANGE, 2005; HOY und VERGA, 2006).

In der Bodenhaltung werden die Kaninchen gruppenweise in Bodenabteilen auf Einstreu gehalten (LANGE, 2005). Darüber hinaus kann die Großgruppenhaltung auf einem voll- oder teilperforierten Boden erfolgen. Der planbefestigte Bereich wird eingestreut

(MORISSE et al. 1999; MARTRENCAR et al., 2001; MAERTENS und VAN OECKEL, 2001; OROVA et al., 2004). Die verschiedenen Funktionsbereiche, wie z. B. der eingestreute Bereich, müssen dabei groß genug sein. Die zu kleinen Funktionsbereiche können unter Umständen zu Platzmangel führen und negative Auswirkungen hervorrufen (MORISSE et al., 1999). Nach BUSCH (2000) sowie nach BIGLER et al. (2004) soll mindestens ein Teil der Bodenfläche eingestreut werden.

LEHMANN (1991) schlussfolgerte, dass die Kaninchenmast in größeren Gruppen unter bestimmten Bedingungen praktikabel ist und den Ansprüchen der Kaninchen besser entspricht als die Einzel- oder Paarhaltung in kleinen und reizarmen Käfigen. PODBERSCEK et al. (1991) ist ebenfalls der Meinung, dass die Bodenhaltung akzeptabler als die Käfighaltung ist. Die Bodenhaltung hat insbesondere im ethologischen Sinne viele Vorteile. Die Kaninchen werden in der Bodenhaltung im Vergleich zur Käfighaltung normalerweise in größeren Gruppen gehalten. Dadurch werden die Bewegungsmöglichkeiten der Tiere deutlich verbessert. Die Bewegungsfreiheit steigt bei gleichbleibender Besatzdichte mit zunehmender Gruppengröße erheblich an (BESSEI, 2005; EFSA, 2005a). Die im Vergleich zu konventionellen Käfigen i. d. R. deutlich größere Gesamtfläche der Bodenabteile ermöglicht den Kaninchen arttypische Fortbewegung sowie auch ausgestrecktes Liegen. Mit der zunehmenden Gruppengröße werden die Bewegungsmöglichkeiten und die Möglichkeiten der Strukturierung zwar verbessert, dabei nimmt jedoch das Risiko von aggressionsbedingten Verletzungen zu (BIGLER, 1993; BIGLER und OESTER, 1994; KALLE, 1995; BIGLER, 1996; BESSEI, 2005; PRINCZ et al., 2006; PRINCZ et al., 2007; PRINCZ et al., 2008a; PRINCZ et al., 2009). Ein Kompromiss zwischen Bewegungsfreiheit und aggressionsbedingten Verletzungen sollte deshalb angestrebt werden. Ein weiterer Nachteil der Großgruppenhaltung bzw. der Bodenhaltung auf Stroheinstreu ist die Verschlechterung der Mastleistung (TAWFIK et al., 1996; TACKE et al., 1998; LAMBERTINI et al., 2001; DAL BOSCO et al., 2002; METZGER et al., 2003; LANGE, 2005; LAZZARONI et al., 2009).

Bei mangelhafter Hygiene und Management kann insbesondere die Haltung auf Stroheinstreu problematisch sein. Beispielsweise ist die Kokzidiose-Inzidenz in der Haltung auf Stroheinstreu deutlich höher (TACKE et al., 1998; LAMBERTINI et al., 2001; EFSA, 2005a). Die Abteile müssen so konstruiert werden das gute hygienische Bedingungen erhalten werden können. Darüber hinaus muss entsprechend häufig nachgestreut und ausgemistet werden (BUSCH, 2000; BIGLER und FALK, 2003; BIGLER et al., 2004). Werden die Kaninchen auf der Stroheinstreu gehalten, nehmen sie das Stroh auch auf. Durch die Strohaufnahme wird der Kraftfutterverzehr und somit auch das Wachstum der Kaninchen verringert. JEKKELE et al. (2008) stellten beispielsweise bei den auf Stroheinstreu gehaltenen Kaninchen eine signifikante Reduzierung der Kraftfutteraufnahmehäufigkeit fest. In einer Untersuchung von MAERTENS und VAN OECKEL (2001) entsprach beispielsweise die Verringerung des Kraftfutterverbrauches der aufgenommenen Strohmenge. Die Schlachtausbeute ist bei den in der Bodenhaltung gehaltenen Kaninchen ebenfalls geringer als in der Käfighaltung (LANGE, 2005). Infolge der Strohaufnahme vergrößerte sich in den Untersuchungen von LAMBERTINI et al. (2001) und LAZZARONI et al. (2009) der Anteil des vollen Verdauungstraktes und verschlechterte signifikant die Ausschachtung. Den Autoren nach könnte dies durch die Strohaufnahme in der Bodenhaltung verursacht werden. Dagegen beeinflusste die Haltung den Anteil einzelner Zerlegungsteilstücke positiv. Beispielsweise war der Anteil der Hinterläufe bei Kaninchen in der Bodenhaltung im Vergleich zu Kaninchen in der Käfighaltung signifikant größer. Als Ursache dafür wurde die gesteigerte Bewegungsaktivität in den Bodenabteilen diskutiert. MORISSE et al. (1999) stellten im Gegensatz zu LAZZARONI et al. (2009) keine Verschlechterung der Schlachtausbeute bei den Kaninchen aus den teilweise

eingestreuten Abteilen fest. Aufgrund dieser Ergebnisse schlussfolgerten sie, dass das Volumen des Verdauungstraktes bei diesen Tieren nicht größer als bei den Tieren aus einstreuloser Haltung war.

Da die Bodenabteile meistens nach oben offen sind, ermöglichen diese den Kaninchen im Vergleich zu den konventionellen Käfigen auch weitere artspezifische Verhaltensweisen. In den Käfigen wird z. B. das so genannte „Männchen machen“ erschwert bzw. in einigen Käfigen überhaupt nicht möglich (GUNN und MORTON, 1995; EFSA, 2005a; EFSA, 2005b). Diesbezüglich beobachteten GUNN und MORTON (1995), dass die ausgewachsenen Weißen Neuseeländer Kaninchen sich in den 49 cm breiten, 61 cm tiefen und 48 cm hohen Laborkäfigen nur teilweise aufrichten und sich nicht normal strecken konnten. Sie schlussfolgerten, dass dies direkt durch die räumliche Enge verursacht wird. In einer Untersuchung von MARTRENCAR et al. (2001) wurde das „Männchen machen“ nur in den nach oben offenen Abteilen beobachtet. Im Gegensatz dazu war dieses Verhalten in den 30 cm hohen Käfigen nicht möglich. PRINCZ et al. (2008b) beobachteten jedoch, dass die nach oben offenen Käfigen von den Kaninchen am wenigsten genutzt werden. Während der Aktivitätszeit hielten die Kaninchen sich zum größten Teil in 40 cm hohen Käfigen auf. In der Ruhephase befand sich dagegen die Mehrheit von Kaninchen in den 20 cm hohen Käfigen. Diese Präferenzen waren hoch signifikant. Aufgrund der Beobachtungen schlussfolgerten die Autoren, dass in der intensiven Haltung das „Männchen machen“ für die Kaninchen offensichtlich keine große Bedeutung hat. Darüber hinaus fanden sie keinen signifikanten Einfluss der Käfighöhe auf die Mastleistung.

2.3 STRUKTURIERUNG UND BESCHÄFTIGUNGSMÖGLICHKEITEN IN DER KANINCHENHALTUNG

In der kommerziellen Kaninchenhaltung werden die Käfige i. d. R. nur mit einem Tränkenippel und einem Futterautomaten ausgestattet. Den Kaninchen stehen normalerweise keine anderen Strukturelemente zur Verfügung (EFSA, 2005a). Dies entspricht jedoch nicht den Anforderungen an die tiergerechte Kaninchenhaltung (HOY, 2004; HOY, 2005a, HOY, 2005b; HOY und VERGA, 2006; Leitlinien zu Mindeststandards bei der Haltung von Hauskaninchen, 2009). Mangelhafte oder keine Beschäftigungsmöglichkeiten und schlechte oder keine Strukturierung werden als ein der Hauptprobleme der konventionellen Käfighaltung angesehen (BESSEI, 2005).

2.3.1 Erhöhte Ebenen

Die traditionellen Flachkäfige können mit einer zweiten bzw. erhöhten Ebene ausgestaltet werden. Der Käfigraum wird dadurch strukturiert und die Nutzfläche bei gleichbleibender Grundfläche vergrößert. Die erhöhten Ebenen können von Kaninchen sowohl als ein Ruhebereich als auch als eine erweiterte Bewegungsfläche genutzt werden. Darüber hinaus können Kaninchen auch den Raum unter den erhöhten Ebenen als einen Rückzugsbereich nutzen (BIGLER et al., 2004; Leitlinien zu Mindeststandards bei der Haltung von Hauskaninchen, 2009).

Die erhöhten Ebenen werden als wichtiger als eine größere Grundfläche angesehen (HOY, 2004; HOY, 2005a; HOY, 2005b; HOY und VERGA, 2006; Leitlinien zu Mindeststandards bei der Haltung von Hauskaninchen, 2009). In Wahlversuchen von HELD et al. (1995) wurde die Wahl zwischen Einzel- und Gruppenabteilen durch die Abteilgröße und Strukturierung signifikant beeinflusst. Der Einfluss des sozialen Ranges war dagegen

gering und nicht signifikant. Das aggressive Verhalten beeinflusste die Wahl ebenfalls nicht. Bei gleicher Abteilgröße und Strukturierung zeigten sowohl dominante als auch untergeordnete Kaninchen eine geringe jedoch signifikante Präferenz zur Einzelhaltung. Wenn die Einzelabteile aber kleiner und unstrukturiert waren, zeigten die untergeordneten Tiere eine hoch signifikante Präferenz gegenüber Gruppenabteilen die mit Stroh, erhöhten Ebenen und Kästen strukturiert waren. In Wahlversuchen von SEAMAN (2002) waren die Kaninchen ebenfalls sehr motiviert einen Käfig mit erhöhter Ebene zu nutzen. SCHEFFLER et al. (2003) untersuchten die Motivation zur Nutzung einer erhöhten Ebene mit Hilfe der operanten Konditionierung. Sie stellten eine große Motivation zum Erhalten der erhöhten Ebene und des Unterschlupfes fest.

Die Strukturierung des Käfigraumes durch eine erhöhte Fläche wird als eine Möglichkeit zur Verbesserung des Wohlbefindens der Kaninchen betrachtet (HANSEN und BERTHELSEN, 2000; BARGE et al., 2008; WAGNER et al., 2009b). SEAMAN (2002) empfiehlt beispielsweise die erhöhten Ebenen auch für die Laborkaninchen. In einer Untersuchung von HANSEN und BERTHELSEN (2000) waren die Kaninchen in den nicht ausgestalteten Käfigen unruhiger, übten übermäßige Körperpflege aus, nagten mehr am Gitter und waren ängstlicher als die Kaninchen in den Käfigen mit Kästen. Dies war insbesondere bei den weiblichen Tieren stark ausgeprägt. Den Autoren nach deutet dies auf einen vergrößerten Stress bei den Kaninchen in den konventionellen Käfigen hin. Das Wohlbefinden der Kaninchen wurde durch die Strukturierung in Form von Kästen verbessert. Die erhöhten Ebenen können neben dem Verhalten auch die Leistung der Kaninchen positiv beeinflussen. BARGE et al. (2008) stellten beispielsweise in den Käfigen mit erhöhten Ebenen eine Verbesserung der meisten Produktionsparameter bei den Zuchthäsinnen fest. Die erhöhten Ebenen müssen groß genug sein, damit die Kaninchen ausgestreckt, in entspannter Ruhelage, darauf liegen können. Ferner müssen sie so hoch angebracht werden, dass die Kaninchen auch den Raum darunter nutzen können (BUSCH, 2000; BIGLER et al., 2004). In der schweizerischen Tierschutzverordnung (TSchV, 2009) wird beispielsweise eine Mindesthöhe von 20 cm angegeben. Darüber hinaus müssen sie so konstruiert werden, dass die Kaninchen sich beim Auf- und Abspringen nicht verletzen. Dabei können, bei ungeeigneter Gestaltung (z. B. zu große Spaltenbreite), insbesondere Extremitätenverletzungen entstehen. Beim Einsatz von erhöhten Ebenen muss auch auf die Hygiene und das Management geachtet werden (HOY, 2004; HOY, 2005a, HOY, 2005b; HOY und VERGA, 2006). Diesbezüglich spielt die Gestalt der erhöhten Ebene und die allgemeine Konstruktion der Käfige eine entscheidende Rolle. WAGNER et al. (2009b) sind der Meinung, dass die Verwendung von erhöhten Ebenen in der Kaninchenmast nur mit Einschränkung zu empfehlen ist. Als Ursache dafür nannten sie die erschwerte Tiergesundheitskontrolle unter den erhöhten Ebenen.

2.3.2 Beschäftigungsmöglichkeiten

Den auf einem vollperforierten Boden gehaltenen Kaninchen, sollen Beschäftigungsobjekte und -substrate zum Erkunden und zum Bearbeiten zur Verfügung stehen (BUSCH, 2000; HOY, 2005a; HOY und VERGA, 2006; Leitlinien zu Mindeststandards bei der Haltung von Hauskaninchen, 2009). Dies ist insbesondere bei den restriktiv gefütterten Tieren zu empfehlen (EFSA, 2005b). Gemäß der schweizerischen TSchV (2009) müssen beispielsweise Kaninchen täglich mit grob strukturiertem Futter, wie z. B. Stroh oder Heu, versorgt werden und darüber hinaus ständig Objekte zum Benagen zur Verfügung haben. Nach den Empfehlungen der deutschen Gruppe der World Rabbit Science Association (WRSA) und des DLG-Ausschusses für Kaninchenzucht und -haltung sollen grundsätzlich

ausgestaltete Käfige angewendet werden (Leitlinien zu Mindeststandards bei der Haltung von Hauskaninchen, 2009).

Zur Beschäftigung können Kaninchen verschiedene Objekte und Substrate angeboten werden. Das Erkundungsverhalten und Nagen richten sich insbesondere auf Objekte, die die Kaninchen bearbeiten und verändern können. Als geeignet haben sich z. B. Heu, Stroh und hölzerne Gegenstände gezeigt. Beispielsweise wurden die Knabberhölzer in einer Untersuchung von MAERTENS und VAN OECKEL (2001) intensiv benagt. Aus hygienischen Gründen sind Knabberhölzer besser geeignet als die Strohraufen. Darüber hinaus zeigten die Kaninchen in einem Wahlversuch von PRINCZ et al. (2008a) eine signifikante Präferenz für die Abteile mit Knabberhölzern.

In einigen Untersuchungen konnte gezeigt werden, dass die Knabberhölzer sowohl das Verhalten als auch die Leistung der Kaninchen positiv beeinflussen. PRINCZ et al. (2007; 2008a; 2009) konnten zeigen, dass das aggressive Verhalten sowie die Anzahl der Ohrmuschelverletzungen durch die Knabberhölzer in größeren Gruppen signifikant verringert wurde. In Käfigen war das aggressive Verhalten dagegen bereits allgemein sehr gering und wurde durch das Angebot von Knabberhölzern nicht signifikant beeinflusst. Standen den Kaninchen die Knabberhölzer zur Verfügung, so bewegten sich diese auch mehr fort und zeigten darüber hinaus mehr Komfortverhalten. Durch die Knabberhölzer wurden in einer Untersuchung von VERGA et al. (2004) und VERGA et al. (2005) beispielsweise auch stereotype Verhaltensweisen signifikant reduziert. Das aggressive Verhalten war in den Käfigen ohne Knabberhölzer tendenziell häufiger (VERGA et al., 2004). Die Leistung der Tiere blieb dabei unbeeinflusst (VERGA et al., 2004; VERGA et al., 2005) oder wurde sogar verbessert (JORDAN et al., 2007; RIZZI und CHIERICATO, 2008; PRINCZ et al., 2009).

Das Stroh kann Kaninchen entweder in Raufen (MAERTENS und VAN OECKEL, 2001) oder als Einstreu (MORISSE et al., 1999; LAZZARONI et al., 2009) angeboten werden. Die Stroheinstreu dient sowohl als Einstreu als auch als Beschäftigungssubstrat (MORISSE et al., 1999). In den Untersuchungen von MORISSE et al. (1999) und OROVA et al. (2004) nutzten die Kaninchen jedoch den eingestreuten Bereich nur sehr wenig und präferierten dagegen den einstreulosen Drahtgitterboden. Zudem stellten LÓPEZ et al. (2004) fest, dass die Kaninchen sich mit dem Stroh nur kurze Zeit intensiv beschäftigten. Die Präferenz für Bodengestaltung ist u. a. auch von der Umgebungstemperatur abhängig. Beispielsweise sank in einer Untersuchung von BESSEI et al. (2001) mit zunehmender Temperatur die Präferenz für Tiefstreu aus entstaubten Hobelspänen. SILOTO et al. (2008) stellten diesbezüglich fest, dass die Kaninchen bei höherer Temperatur und rel. Luftfeuchtigkeit den Drahtgitterboden präferierten. In einer Untersuchung von JEKKELE et al. (2008) beeinflusste die Stroheinstreu nur die Kraftfutteraufnahme der Kaninchen. Die Autoren schlussfolgerten aufgrund dieser Ergebnisse, dass die Stroheinstreu das Wohlbefinden der Kaninchen nicht verbesserte.

Nach MARAI und RASHWAN (2003) können der Stress und die Verhaltensabweichungen bei Kaninchen durch das Anbieten von Stroh reduziert werden. BUSCH (2000) ist beispielsweise der Ansicht, dass die einstreulose Käfighaltung auf vollperforiertem Boden nicht tiergerecht ist. Die Trichotillie und Trichophagie traten in einer Untersuchung von BRUMMER (1975) beispielsweise nur in der Käfighaltung ohne Stroh auf und konnten durch die Strohgabe schnell reduziert werden. SCHLENDER-BÖBBIS (1999) stellte fest, dass das Nagen am Boden durch die Beschäftigung mit Stroh signifikant reduziert wurde. SILOTO et al. (2008) beobachteten, dass Stereotypien in den einstreulosen Käfigen häufiger als in den Käfigen mit der Stroheinstreu auftraten. LIDFORS (1997) konnte die Verhaltensabweichungen mit dem Heu und den Grasswürfeln reduzieren. Zudem verbesserten die Grasswürfel signifikant das Wachstum der Kaninchen.

Die positiven Auswirkungen von verschiedenen Beschäftigungsmöglichkeiten wurden auch bei anderen Nutztierarten erkannt. Bei Ratten beschleunigte beispielsweise die Umweltbereicherung die Habituation auf Neuheit und verbesserte räumliches Lernen und Gedächtnis (SCHRIJVER et al., 2002). Die Fähigkeit der Tiere sich an die Haltungsbedingungen zu adaptieren ist vermutlich durch die Lernprozesse stark beeinflusst. Die Lernprozesse, die z. B. in neuen unbekannt Situationen die Unsicherheit der Tiere reduzieren, sind wahrscheinlich sehr wichtig für das Wohlbefinden und die Leistung der Tiere (WECHSLER und STEPHEN, 2007). Die Strohgabe reduzierte beispielsweise nach PFLANZ et al. (2005) die Ethopathien in der Schweinehaltung. Das Stroh stellte offensichtlich ein interessantes Substrat dar, mit dem die Tiere sich intensiv beschäftigten.

Beim Angebot von Beschäftigung und Strukturelemente muss auf die Hygiene geachtet werden. Die Verschmutzung von Beschäftigungsgegenstände und erhöhten Ebenen soll verhindert werden (HOY, 2004; HOY, 2005a; HOY, 2005b; HOY und VERGA, 2006; Leitlinien zu Mindeststandards bei der Haltung von Hauskaninchen, 2009). Insbesondere das Stroh kann hygienische und klinische Probleme verursachen und ist für die meisten kommerziellen Haltungssysteme nicht geeignet (TACKE et al., 1998; MAERTENS und VAN OECKEL, 2001; EFSA, 2005a). Dies gilt jedoch auch für andere ähnliche Substrate, wie z. B. Heu. Diesbezüglich kann die Hygiene insbesondere in der Bodenhaltung auf Stroheinstreu problematisch sein. Größere Inzidenz von Parasitosen und bakteriellen Krankheiten kann in der Bodenhaltung auf Stroheinstreu ein gravierendes Problem darstellen. Insbesondere der zunehmende Infektionsdruck durch Kokzidien kann in der Haltung auf Einstreu zum Teil erhebliche gesundheitliche Probleme verursachen (TACKE et al., 1998; LAMBERTINI et al., 2001; LANGE, 2005; MATTHES, 2005a; EFSA, 2005a; EFSA, 2005b). Infolge des hohen Infektionsdruckes ist der Aufwand für medikamentöse Prophylaxe und Therapie in der Bodenhaltung größer. Um das Infektionsrisiko möglichst gering zu halten, muss insbesondere in der Bodenhaltung ein gutes Management geführt werden. Hier sind in der Bodenhaltung auf Einstreu die Menge, Qualität und die Pflege des Einstreumaterials entscheidend. Um die Einstreu funktionsfähig zu erhalten, muss regelmäßig nachgestreut werden. Bei einer mangelhaft gepflegten Einstreu vergrößert sich z. B. die Inzidenz von Kokzidiose. Durch das regelmäßige Nachstreuen bleibt die Einstreu funktionsfähig und bietet außerdem den Kaninchen ein geeignetes Beschäftigungssubstrat. Durch die Vermeidung von Anlage- und Tierverschmutzung und das regelmäßige Wechseln von Stroh wird das Infektionsrisiko verringert. Häufiges Ausmisten trägt v. a. zur Verringerung der Parasitenbelastung bei (BIGLER und FALK, 2003, BIGLER et al., 2004; LANGE, 2005).

2.4 ETHOLOGISCHE UND KLINISCHE PARAMETER ZUR BEWERTUNG VON HALTUNGSVERFAHREN FÜR DIE KANINCHENMAST

Die Tiergerechtheit der Haltungsverfahren wird anhand von Tiergerechtheitsindikatoren bewertet. Dabei stellen das Verhalten der Tiere und die Tiergesundheit die Basis für die Bewertung von Haltungsverfahren dar (BROOM und JOHNSON, 1993; EURICH-MENDEN et al., 2006). Die intensive Haltung von Mastkaninchen wird wie bei anderen Nutztierarten (EURICH-MENDEN et al., 2006) auf ihre Tiergerechtheit hinterfragt (BESSEL, 2004; SCHÄFFER, 2008). Nach BIGLER (1993) und BIGLER und OESTER (1994) wird die Tiergerechtheit der Haltungsverfahren aufgrund von Störungen des Verhaltens sowie veterinärmedizinischen Befunden ermittelt. Die Haltungsverfahren für Kaninchen können mit Hilfe derselben Welfare-Indikatoren, die auch für andere landwirtschaftliche Nutztiere

angewendet werden, bewertet werden (VERGA, 2000). Zur Bewertung der Umweltauswirkungen auf die Tiere sollten verschiedene Indikatoren eingesetzt und übergreifend gedeutet werden. Dies sind Verhalten, physiologische und pathologische Parameter sowie die Leistung der Tiere. Diesbezüglich kann sowohl das Ausmaß der Anpassungsreaktionen als auch die Folgen einer Überforderung der Anpassungsfähigkeit ermittelt werden (BESSEL, 1972; BROOM und JOHNSON, 1993; WECHSLER et al., 1997; HOY, 2004; HOY, 2005a; HOY, 2005b; HOY und VERGA, 2006; EURICH-MENDEN et al., 2006; CERIOLI et al., 2008). Nach LEHMANN und WIESER (1984) kann beispielsweise sowohl die Einschränkung der Fortbewegung als auch das Auftreten von Verhaltensstörungen, wie z. B. das Auftreten des Nagens an inadäquaten Objekten, zur Beurteilung der Tiergerechtigkeit von Haltungssystemen für Kaninchen eingesetzt werden. VERGA (2000) und HOY (2004; 2005a; 2005b) sowie HOY und VERGA (2006) definierten zur Bewertung der Tiergerechtigkeit von Haltungsverfahren für die Kaninchen folgende Hauptindikatoren: Mortalität, Morbidität, physiologische und ethologische Parameter und die Leistung der Tiere. Die Haltungen, in denen Verletzungen, Schmerzen und vermeidbare Leiden, die durch das Management und prophylaktische Maßnahmen verhindert werden können, auftreten, entsprechen nicht den Tierschutzanforderungen (LÖLIGER, 1996; VERGA, 2000; HOY, 2004; HOY, 2005a; HOY, 2005b; HOY und VERGA, 2006; Leitlinien zu Mindeststandards bei der Haltung von Hauskaninchen, 2009). Tiergerecht und tierartgemäß sind die Umweltbedingungen, die eine ungestörte Entwicklung und das Funktionieren eines Organismus ermöglichen (MATTHES, 2005b). Im Rahmen der tiergerechten und tierartgemäßen Haltung wird nicht nur die „klinische“ Gesundheit und körperliche Entwicklung, sondern auch das Wohlbefinden der Tiere als besonders wichtig erachtet. Die Möglichkeit des Bewertens des Wohlbefindens und Leidens der Tiere ist in der Gesellschaft im Allgemeinen anerkannt (WECHSLER et al., 1997).

Insbesondere das Verhalten spielt in der Beurteilung der Tiergerechtigkeit von Haltungsverfahren eine entscheidende Rolle. Das Verhalten ermöglicht u. a. die Anpassung eines Organismus an seine Umwelt. Zur Beibehaltung des Gleichgewichts wird neben unterschiedlichen physiologischen Mechanismen auch das Verhalten eingesetzt. Bei Wildtieren werden beispielsweise verschiedene Verhaltensstrategien zur Stressverminderung oder zur Pathogenabwehr eingesetzt (KAPPELER, 2006). Durch Domestikation haben sich beim Hauskaninchen im Vergleich zu Wildkaninchen v. a. Schutz- und Verteidigungsverhalten sowie auch der Aktivitätsrhythmus geändert (SCHLEY, 1985). KRAFT (1979) stellte beim Hauskaninchen unter seminaturalen Umweltbedingungen Veränderungen der allgemeinen Bewegungsformen, z. B. des Hoppelns und Springlaufens, sowie auch Veränderungen des Schutz- und Verteidigungsverhaltens fest. Allgemein betrachtet ist das Verhalten des Wild- und Hauskaninchens jedoch sehr ähnlich. Die Anforderungen zur tiergerechten und artgemäßen Haltung werden aufgrund des natürlichen Verhaltens von wilden Stammformen in der freien Wildbahn sowie durch die Untersuchungen des Verhaltens von Wildtieren oder deren domestizierten Formen unter seminaturalen Bedingungen abgeleitet (KRAFT, 1979; LEHMANN, 1987; RITTER, 1995; BESSEL, 2001; SCHUH et al., 2005). Dieses Verhalten wird als ein Maßstab zur Beurteilung des Verhaltens in den zu untersuchenden Haltungssystemen genutzt. Es muss jedoch berücksichtigt werden, dass viele mit Hilfe dieses Ansatzes ermittelte Anforderungen unter intensiven Haltungsbedingungen nicht möglich sind (BESSEL, 2001). Zur Bewertung der Haltungsverfahren wurde insbesondere die Möglichkeit um bestimmte Verhaltensweisen arttypisch ausführen zu können ermittelt (EURICH-MENDEN et al., 2006).

2.4.1 Lokomotion

Beim Hauskaninchen können unter seminaturalen Umweltbedingungen folgende allgemeine Bewegungsformen unterschieden werden: Hoppeln, Springlaufen, Schreiten, Schreithoppeln u. a. (KRAFT, 1979; LEHMANN und WIESER, 1984). In der Käfighaltung werden die Bewegungsmöglichkeiten der Kaninchen stark eingeschränkt. Einige für Kaninchen typische Bewegungsformen, wie z. B. Hoppeln und Springlaufen, sind in Folge der sehr geringen Nutzfläche der konventionellen Käfige nur eingeschränkt oder überhaupt nicht möglich. Große Besatzdichte und geringe Gruppengröße schränken insbesondere in konventionellen Käfigen die Bewegungsmöglichkeiten der Kaninchen stark ein (LEHMANN, 1987; GUNN und MORTON, 1995; BESSEI, 2005; EFSA, 2005a; EFSA, 2005b; ŠTUHEC et al., 2005). Die Kaninchen können deswegen nur modifizierte, der sehr geringen Bewegungsfläche angepasste Bewegungsabläufe ausführen. Die modifizierten Bewegungsweisen in Käfigen wurden von LEHMANN und WIESER (1984) als Indikatoren für mangelnde Tiergerechtigkeit betrachtet.

SCHEFFLER et al. (2003) stellten in Versuchen mit Konditionierungsanlage bei den Kaninchen eine hohe Motivation zur Vergrößerung der Bodenfläche fest. Dies zeigte sich vor allem zur Zeit des Aktivitätsmaximums. Weiter untersuchten JEZERSKI et al. (2005) mit Hilfe der operanten Konditionierung die Motivation zur Vergrößerung der Käfigfläche bei den auf verschiedene lokomotorische Aktivität gezüchteten Kaninchen. Es konnten jedoch diesbezüglich zwischen diesen beiden Kaninchenlinien keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Die größte Motivation zur Vergrößerung der Käfigfläche wurde dabei bei den Männchen der aktiven Linie beobachtet.

Die Aktivität und somit auch die Lokomotion werden neben der Gruppengröße und Besatzdichte auch durch andere Faktoren beeinflusst. Es ändert sich auch mit dem zunehmenden Alter. In einem von ŠTUHEC et al. (2005) durchgeführten Versuch verringerten sich mit dem zunehmenden Alter die Dauer des Fressens, Springens, Gegenständebenagens und -beschnupperns sowie auch die Dauer der sozialen Kontakte. Im Gegensatz dazu vergrößerten sich die Dauer des Trinkens, Ruhens und Komfortverhaltens von der 6. bis zur 14. Lebenswoche signifikant. Das Alter beeinflusste die meisten erfassten Verhaltensweisen auch in einer Untersuchung von JORDAN et al. (2005). Im Allgemeinen waren die jüngeren Tiere signifikant aktiver als die älteren.

2.4.2 Knochenentwicklung

In den konventionellen Käfigen, insbesondere in den traditionellen Flachkäfigen, wird die Fortbewegung der Kaninchen stark eingeschränkt. Die Konstitution der Tiere und dabei insbesondere die Knochenentwicklung können durch die Verringerung der lokomotorischen Aktivität negativ beeinflusst werden (LEHMANN und WIESER, 1984). Eine Tiergerechte Haltung muss jedoch eine normale Entwicklung der Tiere ermöglichen. Die Knochen bilden ein Hebelsystem, das die durch die Muskelkontraktion entstandenen Kräfte vergrößert und in Körperbewegungen umwandelt. Das Knochengewebe ist gut vaskularisiert und metabolisch sehr aktiv. Es ist ein spezialisiertes Bindegewebe, das aus einem mineralisierten interzellulären Material und drei Zellarten, Osteoblasten, Osteozyten und Osteoklasten zusammengesetzt ist. Die wichtigsten physiologischen Prozesse in der Knochenentwicklung sind das so genannte „Modelling“ und „Remodelling“ (JUNQUEIRA und CARNEIRO, 2005). Die biologische und damit auch mechanische Funktion des Knochen ist es, ein Leben lang ohne Materialversagen und Frakturen die eingeleiteten Kräfte aufzunehmen (RUNGE et al., 2002). Eine funktionale

Belastung ist für ein normales Wachstum und Erhaltung der Form eines Knochens notwendig (BIEWENER und BERTRAM, 1994; BIEWENER et al., 1996). Die lokomotorische Aktivität hat einen wichtigen osteogenetischen Effekt. Die größten Effekte der mechanischen Beanspruchung auf die Knochenentwicklung wurden während der intensiven Wachstumsphase festgestellt (HEINONEN et al., 2000). Der Mangel mechanischer Stimulation führt dagegen zu regionaler Verringerung der mechanischen Fähigkeiten der Knochen (FERRETTI, 1997; FERRETTI et al., 2003).

Die Auswirkungen der Lokomotion auf die Knochenentwicklung wurden bei verschiedenen Nutztierarten, insbesondere bei Broilern, in zahlreichen Experimenten untersucht. Beim Mastgeflügel in intensiven Haltungsverfahren stellen beispielsweise Beinschäden ein gravierendes Problem dar. Dabei ist die geringe Bewegungsaktivität als Hauptfaktor in der Pathogenese der Beinschäden zu betrachten (REITER und BESSEL, 2009). In diesem Zusammenhang bestätigten einige Untersuchungen den positiven Einfluss der gesteigerten lokomotorischen Aktivität auf die Beinstabilität bei Broilern fest (RUTTEN, 2000; ĐJUKIĆ, 2006). Es liegen jedoch nur wenige Untersuchungen zur Knochenentwicklung bei Mastkaninchen in Abhängigkeit von verschiedenen Haltungsverfahren vor. Nach ROMMERS und MEIJERHOF (1998) wurde beispielsweise sowohl die lokomotorische Aktivität als auch die Tibiastärke der Kaninchen durch die Gruppengröße nicht wesentlich beeinflusst. Dagegen stellten MARTRENCHAR et al. (2001) fest, dass die Masse, der Durchmesser und die Bruchfestigkeit der Femora von Kaninchen in größeren Gruppen zunahm.

2.4.3 Aggressives Verhalten und Verletzungsstatus

Gemäß dem Tierschutzgesetz (TSchG, 2009) sowie den Leitlinien der deutschen Gruppe der World Rabbit Science Association (WRSA) und des DLG-Ausschusses für Kaninchenzucht und -haltung zu Mindeststandards bei der Haltung von Hauskaninchen (Leitlinien zu Mindeststandards bei der Haltung von Hauskaninchen, 2009) sollen die vermeidbaren Schmerzen, Leiden und Schäden möglichst reduziert bzw. verhindert werden. In diesem Zusammenhang ist das übermäßige Auftreten des aggressiven Verhaltens und klinisch relevanten Verletzungen als problematisch und nicht tiergerecht zu betrachten. Darüber hinaus sind die Verletzungen auch aus Gründen der Wirtschaftlichkeit unerwünscht.

Das aggressive Verhalten kann in der Kaninchenmast insbesondere gegen Ende der Mast erhebliche Probleme verursachen. Es können klinisch relevante Verletzungen auftreten, die sowohl die Gesundheit als auch das Wohlbefinden der Kaninchen vermindern. Das Auftreten des aggressiven Verhaltens wird durch folgende Faktoren beeinflusst: Geschlecht, Gruppenzusammensetzung, Alter der Kaninchen bzw. Mastdauer, Gruppengröße und Besatzdichte, Strukturierung und Beschäftigungsmöglichkeiten. Nach BIGLER (1993) und BIGLER und OESTER (1994) sowie nach VERGA et al. (2006) sind die Hauptursachen für das übermäßig vorkommende aggressive Verhalten und hochgradige Verletzungen die früh eintretende Geschlechtsreife und die Schwierigkeiten bei der Erstellung einer stabilen sozialen Rangordnung in größeren Gruppen. Unter solchen Umständen wird die Sozialstruktur weniger stabil sein. Das Entstehen von Verletzungen wird nach KALLE (1995) am stärksten durch die Gruppenzusammensetzung beeinflusst. Weitere wichtige Faktoren sind das Alter der Kaninchen, die Unterschlupffläche, Gesamtfläche der Abteile und als letztes die Gruppengröße.

Das aggressive Verhalten ist jedoch sowohl bei Wild- als auch bei Hauskaninchen ein Bestandteil des Sozialverhaltens. Bei Hauskaninchen wird das aggressive Verhalten auch

unter seminaturalen Umweltbedingungen beobachtet. Es tritt vorwiegend bei der Ausbildung einer Rangordnung sowie in Zusammenhang mit dem Sexualverhalten auf (LEHMANN, 1991; BIGLER, 1993; BIGLER und OESTER, 1994). SCHUH et al. (2005) untersuchten beispielsweise das Sozialverhalten von Wild- und Hauskaninchen unter seminaturalen Umweltbedingungen. Das Sozialverhalten von Wild- und Hauskaninchen unterschied sich dabei nur geringfügig. Obwohl nur ein Rammler und drei Häsinnen auf 150 m² gehalten wurden, trat das aggressive Verhalten trotzdem auf. Es machte 4 % der sozialen Interaktionen bei den Wildkaninchen und 2 % bei den Hauskaninchen aus. In einer Untersuchung von LEHMANN (1991) war die Häufigkeit von aggressiven Auseinandersetzungen bei jungen Hauskaninchen unter seminaturalen Umweltbedingungen ebenfalls sehr gering. Aggressive Verhaltensweisen traten in 4 % der Begegnungen auf. Dabei wurde das Kämpfen lediglich bei 0,5 % der Begegnungen beobachtet. Die Kaninchen hatten nur oberflächliche Kratzer und keine problematischen Verletzungen. Die Verletzungen ließen sich jedoch auch unter guten Umweltbedingungen nicht ganz vermeiden. Deswegen sollen wenige kleine Kratz- und Bisswunden auch in der kommerziellen Kaninchenmast nicht als problematisch betrachtet werden. Diese stellen in Mastbetrieben bei frühzeitiger Schlachtung kein Problem dar (KALLE, 1994; BIGLER und FALK, 2003).

In diesem Zusammenhang kann insbesondere die Mast von männlichen und gemischtgeschlechtlichen Kaninchengruppen problematisch sein. So nimmt beispielsweise die Anzahl verletzter Kaninchen mit dem zunehmenden Anteil der männlichen Kaninchen in der Gruppe zu. Die Männchen werden allgemein und insbesondere von schweren Verletzungen häufiger betroffen (BIGLER, 1993; BIGLER und OESTER, 1994; KALLE, 1994; KALLE, 1995; BIGLER, 1996).

Die Mastende und der Beginn der Geschlechtsreife liegen bei Kaninchen zeitlich sehr nahe zusammen. Daher können bereits am Ende der Mast aggressive Auseinandersetzungen und Verletzungen auftreten (HEIL, 1997). Die Kaninchen bilden im Alter von 50 – 70 Lebenstagen eine Rangordnung aus. Die im Rahmen der Rangordnungskämpfe entstehenden Verletzungen sind jedoch zum größten Teil nicht problematisch (GEROLD und DIMIGEN, 1997). Unter seminaturalen Bedingungen war die Rangordnung zwischen einigen Männchen schon nach dem 70. Lebenstag ausgebildet. Klare Dominanzverhältnisse wurden jedoch im Alter von 90 – 125 Lebenstagen festgestellt (LEHMANN, 1991). Das aggressive Verhalten tritt mit dem zunehmenden Alter gehäuft in Zusammenhang mit dem Sexualverhalten auf (BIGLER, 1993; BIGLER und OESTER, 1994). Nach KALLE (1994; 1995) entstehen die Verletzungen bei Rangordnungskämpfen und teilweise auch durch das Sexualverhalten. Das sexuelle und aggressive Verhalten stehen mit dem Testosteronanstieg in diesem Alter in Zusammenhang. Dadurch nimmt das Verletzungsrisiko ab einem Alter von 65 Tagen deutlich zu und legt das Beenden der Mast vor dem 70. Lebenstag nahe (PFERSICH, 1991).

Es ist empfehlenswert die Mast vor dem Auftreten der intensiven aggressiven Auseinandersetzungen und der daraus resultierenden problematischen Verletzungen zu beenden. Die Altersgrenze liegt dabei in Abhängigkeit von den vorher erwähnten Faktoren im Bereich von 70 bis 110 Lebenstagen. Die Männchen müssen danach geschlachtet oder einzeln gehalten werden. Im Fall der früheren Schlachtung muss jedoch eine Vermarktung von leichteren Schlachtkörpern gewährleistet werden (PFERSICH, 1991; LEHMANN, 1991; BIGLER, 1993; BIGLER und OESTER, 1994; KALLE, 1995; BIGLER, 1996; ROMMERS und MEIJERHOF, 1998; MORISSE und MAURICE, 1997; MORISSE et al., 1999; MAERTENS und VAN OECKEL, 2001; MAERTENS et al., 2004; VERGA et al., 2006; PRINCZ et al., 2008b).

In größeren Gruppen nimmt das Risiko von aggressionsbedingten Verletzungen erheblich zu (BIGLER, 1993; BIGLER und OESTER, 1994; KALLE, 1995; BIGLER, 1996; BESSEI, 2005;

PRINCZ et al., 2006; PRINCZ et al., 2007; PRINCZ et al., 2008a; PRINCZ et al., 2009). Diesbezüglich stellte BIGLER (1996) fest, dass die Kaninchen bei einer Gruppengröße von 10 – 15 Kaninchen am wenigsten von Verletzungen betroffen waren. Die größeren Gruppen mit männlichen Kaninchen wurden als ungeeignet und nicht tiergerecht beurteilt. PRINCZ et al. (2006; 2007; 2008a; 2009) beobachteten das aggressive Verhalten bzw. die Ohrmuschelverletzungen häufiger in größeren Gruppen. Dagegen wurde das aggressive Verhalten in einer Untersuchung von ROMMERS und MEIJERHOF (1998) durch die Gruppengröße nicht wesentlich beeinflusst. In einer Untersuchung von BIGLER und OESTER (2000) trat das aggressive Verhalten unabhängig von der Gruppengröße bei geringerer Besatzdichte signifikant häufiger auf. Der Anteil der verletzten Kaninchen wurde dabei durch die Gruppengröße und Besatzdichte nicht signifikant beeinflusst.

Um das aggressive Verhalten und die Häufigkeit sowie den Schweregrad der Verletzungen zu reduzieren, müssen die Haltungsbedingungen dem Verhalten der Kaninchen angepasst werden. Die Anlage muss z. B. so konstruiert werden, dass die Kaninchen den aggressiven Gruppenmitgliedern schnell ausweichen können. Deckung und Flucht können beispielsweise durch den mit mehreren Durchgängen versehenen Rückzug ermöglicht werden (LEHMAN, 1991; BIGLER, 1993; BIGLER und OESTER, 1994; KALLE, 1995; GEROLD und DIMIGEN, 1997; BIGLER und FALK, 2003; BIGLER et al. 2004). Das aggressive Verhalten und das Auftreten von Verletzungen können durch die Beschäftigungsmöglichkeiten weiter reduziert werden (MAERTENS und VAN OECKEL, 2001; VERGA et al., 2004; PRINCZ et al., 2007; PRINCZ et al., 2008a; PRINCZ et al., 2009). Darüber hinaus können das Auftreten des aggressiven Verhaltens und der Verletzungsstatus der Kaninchen durch die Bodengestaltung (PRINCZ et al., 2009), Genotyp, das Lichtprogramm, die Anwesenheit der geschlechtsreifen Weibchen und andere Faktoren beeinflusst werden (BIGLER, 1993; BIGLER und OESTER, 1994; BIGLER und FALK, 2003). Jedoch stellte HEIL (1997) beispielsweise fest, dass sich verschiedene Herkünfte bezüglich der Aggressivität und des Alters beim Auftreten von problematischen Auseinandersetzungen nicht signifikant unterscheiden. Ferner könnte das aggressive Verhalten nach BIGLER (1996) und ROMMERS und MEIJERHOF (1998) durch das Herausnehmen der problematischen Männchen reduziert werden. KALLE (1995) empfiehlt jedoch, dass möglichst ganze Gruppen geschlachtet werden sollen. Es sollen keine schweren Tiere herausgenommen werden, weil dies die Sozialstruktur der Gruppe zerstört. BIGLER (1998) stellte in ihren Untersuchungen fest, dass sowohl die Lichtintensität als auch die Lichtdauer keinen wesentlichen Einfluss auf das aggressive Verhalten und auf den Verletzungsstatus der Kaninchen hatten.

2.4.4 Verhaltensabweichungen und Verhaltensstörungen

Haustiere verhalten sich unter natürlichen Umweltbedingungen ähnlich als die Wildformen (RITTER, 1995). In der natürlichen Umgebung zeigen auch die Hauskaninchen ein vielseitiges Verhaltensinventar (KRAFT, 1979; LEHMANN, 1987; LEHMANN, 1991; SCHUH et al., 2005). Die Intensivierung der Haltung kann dagegen das Wohlbefinden der Tiere durch große Belastungen verschlechtern (MARAI und RASHWAN, 2003). Die Tiere reagieren auf Stressoren sowohl physiologisch als auch mit dem Verhalten. Dazu werden beispielsweise diverse Verhaltensstrategien eingesetzt. Dadurch versuchen die Tiere die Auswirkungen von Stressoren zu reduzieren. Jedoch kommen die Tiere in intensiven Haltungen mit den Haltungsbedingungen häufig nicht zu recht. Infolgedessen können Verhaltensabweichungen auftreten (RITTER, 1995; WECHSLER, 1995). Diese können mit der Zeit gehäuft auftreten. Es entwickeln sich räumlich und zeitlich fixierte wiederholende

Abläufe (GEROLD, 1993). Die Tiere versuchen jedoch auch durch die Verhaltensabweichungen Mängel oder Belastungen zu kompensieren und Wohlbefinden zu erreichen (GATTERMANN, 2006).

Mit Hilfe der ethologischen Untersuchungen können Verhaltensabweichungen und Verhaltensstörungen erfasst und gedeutet werden. Kenntnisse über das arttypische Normalverhalten sind dafür die Voraussetzung (LEHMANN, 1987; RITTER, 1995; HOY, 2004; HOY, 2005a; HOY, 2005b; HOY und VERGA, 2006). Verhaltensweisen, die in ihrer Modalität, Intensität oder Frequenz beträchtlich und andauernd vom Normalverhalten abweichen, werden als Verhaltensstörungen betrachtet (SAMBRAUS, 1997). BRUMMER (1986) definierte Verhaltensstörung als eine erhebliche, andauernde oder häufig wiederkehrende Abweichung vom Normalverhalten. GUNN und MORTON (1995) bezeichneten beispielsweise die Stereotypien als ein wiederholendes Verhalten ohne offenbare Funktion. Die Verhaltensabweichungen können auf die Schwierigkeiten der Tiere bei der Anpassung an die Umwelt schon vor dem Auftreten der pathologischen Veränderungen hinweisen (TSCHANZ, 1982; TSCHANZ, 1987; zitiert nach: WECHSLER et al., 1997). Die Stereotypien werden als ein Zeichen des schlechten Wohlbefindens angesehen (BROOM und JOHNSON, 1993). Sie korrelieren jedoch schlecht mit den anderen Welfare-Parametern (BILDSØE et al., 1991; JEPPESEN et al., 2004; MASON und LATHAM, 2004).

Beim Hauskaninchen wurden in der Literatur v. a. folgende Verhaltensabweichungen und -störungen beschrieben: Scharren, Nagen und Lecken an inadäquaten Objekten bzw. Haltungseinrichtungen, übermäßige Körperpflege, Lecken und Kauen am Fell Trichophagie, Kopfschwanken, Naseschieben, Automutilation und andere nur bei den Zuchthäsinnen anzutreffende Verhaltensstörungen. Des Weiteren wurden bei Kaninchen auch stereotype Fortbewegungsweisen, wie z. B. das Kreisen im Käfig beobachtet (LEHMANN und WIESER, 1984; BIGLER, 1993; BIGLER und OESTER, 1994; GUNN und MORTON, 1995; RITTER, 1995; LIDFORS, 1997; HANSEN und BERTHELSEN, 2000; CHU et al., 2004).

Bei den Kaninchen in den Batteriekäfigen tritt eine Vielfalt von Verhaltensabweichungen auf (LEHMANN und WIESER, 1984). Die Beschäftigungsmöglichkeiten und Strukturierung sowie die Artgenossen spielen diesbezüglich eine entscheidende Rolle. GUNN und MORTON (1995) beobachteten einzeln gehaltene Laborkaninchen und stellten bei allen Tieren relativ häufig stereotypen Aktivitäten fest. Darüber hinaus wurde durch die Stereotypien die Verhaltensvielfalt reduziert. In einer Untersuchung von CHU et al. (2004) nahm das Scharren und Nagen an Einrichtungselementen in der Einzelhaltung signifikant mehr zu als in der Paarhaltung. Die Häufigkeit dieser Verhaltensstörungen kann durch geeignete Beschäftigungsobjekte oder Substrate sowie durch gute Strukturierung reduziert werden (siehe dazu Kapitel 2.3 STRUKTURIERUNG UND BESCHÄFTIGUNGSMÖGLICHKEITEN IN DER KANINCHENHALTUNG).

2.4.5 Technopathien

Bei Hauskaninchen treten von Technopathien insbesondere die Störungen der Knochenentwicklung mit morphologischen Knochenveränderungen und -schäden sowie ulcerative Pododermatitis (*Pododermatitis ulcerosa*) auf (RITTER, 1995; SCHLENDER-BÖBBIS, 1999; MCCLURE, 2005; ROMMERS und DE JONG, 2009). Das Platzangebot und die Bodengestaltung spielen in der Ätiologie und Pathogenese der Technopathien bei Kaninchen eine entscheidende Rolle. Die in der Käfighaltung häufig verwendeten Gitterroste können sowohl Verletzungen als auch ulcerative Pododermatitis verursachen

(LANGE, 2005). Beispielsweise trat ulcerative Pododermatitis bei Zuchthäsinnen auf Drahtgitterboden häufiger als auf vollperforiertem Kunststoffboden auf (SCHLENDER-BÖBBIS, 1999). Auf die Gitterroste angebrachte Kunststoffliegematten verbesserten die Fußsohlengesundheit deutlich (ROSELL und DE LA FUENTE, 2008; DE JONG et al., 2008; ROMMERS und DE JONG, 2009). Bei Mastkaninchen tritt ulcerative Pododermatitis im Gegensatz zu Zuchttieren i. d. R. nicht auf (EFSA, 2005a; EFSA, 2005b).

2.4.6 Blutparameter

Mit Hilfe der Blutuntersuchungen kann der Gesundheitszustand der Tiere ermittelt werden. Sie sind eine Ergänzung der vorausgehenden klinischen Untersuchung. Es können morphologische, klinisch-chemische, serologische, virologische, bakteriologische, parasitologische u. a. Untersuchungen des Blutes durchgeführt werden. Die Interpretation der Befunde muss aufgrund der klinischen Untersuchungsergebnisse erfolgen (BAUMGARTNER et al., 2005; KRAFT, 2005). Die Blutwerte der Kaninchen in der kommerziellen Haltung wurden beispielsweise von ARCHETTI et al. (2008) ermittelt. Die Autoren stellten insbesondere eine signifikante Altersabhängigkeit der Werte fest.

2.4.7 Morbidität und Mortalität

Die Morbidität ist sowohl in intensiven als auch in extensiven Haltungsverfahren von großer Bedeutung für das Wohlbefinden und die Leistung der Tiere (LAWRENCE und APPLEBY, 1996; LÖLIGER, 1996). Darüber hinaus wird die Mortalität von HOY (2004; 2005a; 2005b) sowie von HOY und VERGA (2006) als das wichtigste Kriterium in der Bewertung der Tiergerechtigkeit von Haltungsverfahren für Kaninchen betrachtet. Dennoch kann die Mortalität in der Kaninchenhaltung häufig Größenordnungen annehmen, die unter dem Aspekt des Tierschutzes nicht akzeptabel sind (EFSA, 2005b). Nach RASHWAN und MARAI (2000) beeinflussen die Mortalität bei Kaninchen nach dem Absetzen v. a. der Hitzestress und die Krankheiten. Diesbezüglich spielen u. a. die Haltungsbedingungen eine entscheidende Rolle. Beispielsweise ist die Mortalität in der Bodenhaltung auf Stroheinstreu nach LANGE (2005) etwa doppelt so groß wie in der Käfighaltung auf Rostböden. Mit einem guten Management kann die Mortalität jedoch deutlich reduziert werden (RASHWAN und MARAI, 2000; MAERTENS, 2008). Gute Ergebnisse wurden beispielsweise mit einem mit dem Rein-Raus-Verfahren kombinierten Gruppensystem (das gruppenweise Management der Häsinnen) erreicht. Ein geeignetes Rein-Raus-System ist z. B. das so genannte Duo-System. Der Ausschluss der bedeutendsten spezifischen Krankheitserreger ist eine weitere Maßnahme zur Verringerung der Mortalität. Dies wird als MDL-Status (MDL = Minimal Disease Level) oder als HHF-Status (HHF = High Health Status) bezeichnet. In den „open air“ Haltungen konnte die Mortalität durch bestimmte Maßnahmen ohne pharmakologischer Substanzen unter 10 % gehalten werden (FINZI et al., 2008). Dies waren: Verringerung der Besatzdichte, sofortiges Ausscheiden von verdächtig kranken Kaninchen aus der Gruppe und Isolierung der anderen Gruppenmitglieder aus den betroffenen Käfigen. Darüber hinaus kann die Mortalität durch besondere Ernährungs- und Fütterungsmaßnahmen weiter reduziert werden (MAERTENS, 2008).

2.4.8 Mastleistung

Zur Bewertung der Haltungsverfahren wird u. a. auch die Mastleistung der Kaninchen mit einbezogen. Gute Leistung allein ist aber noch kein sicherer Hinweis auf das Wohlbefinden der Tiere. Eine geringe Leistung bei einem guten genetischen Potenzial kann jedoch auf Haltungsprobleme hinweisen (HOY, 2004; HOY, 2005a; HOY, 2005b; HOY und VERGA, 2006; CERIOLI et al., 2008). Es ist sehr wahrscheinlich, dass obwohl die Tiere in intensiven Haltungen gut wachsen und sich reproduzieren Verhaltensprobleme bei der Anpassung auf solche Umweltbedingungen erfahren (WECHSLER, 1995). Zudem ist eine geringe Leistung nicht unbedingt ein Zeichen des schlechten Wohlbefindens. Ein Beispiel dafür sind z. B. verschiedene extensive Haltungen. Die Tiere können dagegen in intensiven Haltungen, die nur die Produktion optimieren, die biologischen Anforderungen der Tiere aber nicht erfüllen, eine gute Leistung erreichen (TROCINO und XICCATO, 2006). Sollte ein neues Haltungsverfahren in die Praxis umgesetzt werden, ist eine gute Leistung der Tiere allerdings eine Voraussetzung dafür. Dramatische, durch europäische oder nationale Gesetze vorgeschriebene, Veränderungen der Besatzdichte, der Käfigausstattung, des Managements oder der Haltungsverfahren könnten zu deutlich größeren Produktionskosten führen (TROCINO und XICCATO, 2006).

In der Bodenhaltung werden die Mastleistungsparameter häufig negativ beeinflusst (TAWFIK et al., 1996; TACKE et al., 1998; LAMBERTINI et al., 2001; DAL BOSCO et al., 2002; METZGER et al., 2003; LAZZARONI et al., 2009). Als Ursachen für schlechtere Mastleistung in größeren Gruppen bzw. bei der Haltung auf Stroheinstreu werden insbesondere geringere Kraftfutteraufnahme bzw. der Strohaufnahme (MAERTENS und VAN OECKEL, 2001; DAL BOSCO et al., 2002; LAZZARONI et al., 2009), gesteigerte lokomotorische Aktivität (TAWFIK et al., 1996; TACKE et al., 1998; LAMBERTINI et al., 2001; METZGER et al., 2003; LAZZARONI et al., 2009) und Futtermittelverlust (TAWFIK et al., 1996; TACKE et al., 1998) diskutiert. Zudem verringerte die Mastleistung in der Bodenhaltung auf Stroheinstreu nach LAMBERTINI et al. (2001) v. a. die Kokzidiose.

3 VERSUCHSTIERE, MATERIAL UND METHODEN

Die ethologischen und klinischen Untersuchungen zur Käfig- und Bodenhaltung bei Mastkaninchen wurden im Rahmen des Forschungsprojektes „Tiergerechte Haltung von Mastkaninchen“ durchgeführt. Das Projekt wurde vom Bayerischen Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten sowie vom Bayerischen Staatsministerium für Gesundheit, Ernährung und Verbraucherschutz finanziell unterstützt und dauerte vom März 2005 bis Februar 2008. Die Untersuchungen erfolgten in Zusammenarbeit mit der Fakultät Agrarwissenschaften, Institut für Tierhaltung und Tierzucht der Universität Hohenheim und mit dem Lehrstuhl für Tierschutz, Verhaltenskunde, Tierhygiene und Tierhaltung der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München. Am Lehr-, Versuchs- und Fachzentrum in Kitzingen wurden im Zeitraum vom Juni 2005 bis September 2006 vier Versuche durchgeführt.

3.1 VERSUCHSTIERE

Für die Versuche wurden ZIKA-Hybridkaninchen (Vermehrungsbetrieb Haußler, Künzelsau – Weckhof) genutzt. Diese wurden in einer konventionellen Käfighaltung aufgezogen. Im Alter von 27 bis 34 Lebenstagen wurden sie abgesetzt und im Versuchsstall in Kitzingen in verschiedene Haltungsvarianten zufällig verteilt. In den Versuchen A und B wurden alle Tiere bei der Einstellung und in den Versuchen C und D zwei Wochen nach der Einstellung mittels Ohrmarken mit Transpondern gekennzeichnet. Diese wurden in die linke Ohrmuschel angebracht. Die Versuchsphase dauerte jeweils 56 Tage.

3.2 HALTUNGSVERFAHREN

Die Kaninchen wurden in Käfigen (Kleingruppen) und in Bodenabteilen (Großgruppen) gehalten. Insgesamt standen 48 Käfige und zehn Bodenabteile für die Versuche zur Verfügung. In den Versuchen A, B und C wurden gemischtgeschlechtliche und im Versuch D männliche, weibliche sowie gemischtgeschlechtliche Gruppen gehalten. In den gemischt-geschlechtlichen Gruppen wurden Männchen und Weibchen zu gleichen Anteilen eingesetzt. Im Versuchsstall wurden gleichzeitig auch Zuchttiere gehalten.

3.2.1 Käfighaltung

Für die konventionelle Käfighaltung wurden Käfige mit erhöhten Ebenen (Fa. FRIKOLA GbR) genutzt (Abb. 1 und 2). Die Wände bestanden aus einem verzinkten Blech und Metallstäben. Die Käfige waren 70 cm tief, 50 cm breit und 60 cm hoch mit einer verfügbaren Bodenfläche von 3300 cm² (abzüglich des Platzbedarfes für den Futterautomaten und ohne erhöhte Ebene). In jedem Käfig wurde in einer Höhe von 25 cm eine erhöhte Ebene, 50 cm breit und 30 cm tief, angebracht. Mit der erhöhten Ebene vergrößerte sich die verfügbare Fläche um 1500 cm²/Käfig. Die Kaninchen wurden in den Käfigen bei einer Besatzdichte von 12,1 Tieren/m² (mit erhöhten Ebenen 8,3 Tiere/m²) in Gruppen von vier Tieren gehalten. Sowohl der Käfigboden als auch die erhöhten Ebenen bestanden aus denselben Kunststoffrosten. Im Versuch D wurden in 24 Käfigen die Kunststoffroste durch Drahtgitter (Fa. MENEGHIN S. r. l.) ersetzt. In zwölf Käfigen

wurden auf den Drahtgitterboden im vorderen Käfigbereich vollperforierte Kunststoffliegematten (Fa. MENEGHIN S. r. l.) verlegt. Die Schlitzbreite der vollperforierten Kunststoffroste betrug 15 mm und die Auftrittsweite 5 mm. Der Stabdurchmesser des Drahtgitters betrug 3 mm und der Stababstand 11,5 mm. Die Kunststoffliegematten waren 1013 cm² groß (40,5 cm x 25,0 cm) mit einer Schlitzbreite von 11,5 mm und einer Auftrittsweite von 11,5 mm.



Abb. 1: Käfig mit vollperforiertem Kunststoffboden und erhöhter Ebene



Abb. 2: Käfig mit vollperforiertem Kunststoffboden ohne erhöhte Ebene

Die Käfige verfügten über Nippeltränken und einen Kraftfutterautomaten. Im Versuch C wurden zwölf Käfige zusätzlich mit Strohraufen ausgestattet (1 Stück/Käfig). Das Nachfüllen erfolgte täglich mit Weizenstroh. Der Strohverbrauch wurde aus versuchstechnischen Gründen nicht erfasst. Im Versuch D wurden allen Tieren zur Beschäftigung Knabberhölzer angeboten (1 Stück/Käfig). Die Strohraufen und Knabberhölzer wurden an der Vorderwand in einer Höhe von *ca.* 20 cm angebracht.

3.2.2 Bodenhaltung

Im Rahmen des Forschungsprojektes „Tiergerechte Haltung von Mastkaninchen“ wurde eine neue Anlage für die Großgruppenhaltung von Mastkaninchen entwickelt (Abb. 3). Die gesamte Anlage wurde auf einem Kotband (Fa. Big Dutchman International GmbH) aufgebaut und bestand aus zehn Abteilen. Die einzelnen Abteile waren 200 cm tief, 125 cm breit, 125 cm hoch und nach oben offen. Die Türen befanden sich an der Vorderseite der Abteile. Die Wände bestanden aus einem verzinkten Gitter. Auf das Gitter der Seitenwände und der Türe wurde in eingestreuten Bereichen bis zu einer Höhe von 20 cm verzinktes Blech angebracht. In den Versuchen C und D wurden bis zu einer Höhe von 60 cm auf das Gitter der Seitenwände KÖMATEX-Kunststoffplatten (Fa. MB SYSTEMLINE GmbH) verlegt. Die verfügbare Bodenfläche betrug 24200 cm² (abzüglich des Platzbedarfes für die Futterautomaten und ohne erhöhte Ebenen). Zusätzliche Fläche wurde durch die erhöhten Ebenen mit den Abmessungen 80 cm x 40 cm geschaffen (Abb. 4). Im Versuch A stand den Tieren in jedem Bodenabteil eine und in den Versuchen B, C und D zwei erhöhte Ebenen zur Verfügung. Die erhöhten Ebenen wurden 25 cm hoch angebracht. Im Versuch A wurden je Bodenabteil 16 Tiere und in den Versuchen B, C und D 24 Tiere bei einer Besatzdichte von 6,6 Tieren/m² (mit erhöhten Ebenen 5,8 Tiere/m²) bzw. 9,9 Tieren/m² (mit erhöhten Ebenen 7,8 Tiere/m²) gehalten. Der Boden und die erhöhten Ebenen bestanden aus Kunststoffrosten Mastrost Trapper (Fa. MIK INTERNATIONAL AG), mit einer Schlitzbreite von 14 mm und einer Auftrittsweite von 20 mm.



Abb. 3: Bodenabteil mit vollperforiertem Kunststoffboden und erhöhter Ebene



Abb. 4: Erhöhte Ebene im Bodenabteil

Die Bodenfläche der jeweils fünf Bodenabteile mit Stroheinstreu wurde in einen vollperforierten und einen eingestreuten Bereich (40 % der Bodenfläche) gegliedert (Abb. 5 und 6). Diese zwei Funktionsbereiche waren durch eine 20 cm hohe Pressspanplatte getrennt. Die Trennwand wurde mit einem Alu-Profil vor dem Benagen geschützt. Eingestreut wurden die vorderen Bereiche der Bodenabteile.



Abb. 5: Bodenabteil mit teilperforiertem Kunststoffboden und erhöhten Ebenen, 40 % der Grundfläche eingestreut



Abb. 6: Eingestreuter Bereich im Bodenabteil

Die Innenausstattung der Bodenabteile bestand aus Nippeltränken und Kraftfutterautomaten. Im Versuch C wurden fünf Bodenabteile mit Strohraufen ausgestattet. Im Versuch D wurden in allen Bodenabteilen Strohraufen (Abb. 7) und Knabberhölzer (Abb. 8) angebracht. Die Strohraufen wurden in den Bodenabteilen an der Tür in einer Höhe von 20 cm angebracht. Alle Strohraufen waren mit einem Kunststoffdeckel versehen, um die Verschmutzung des Stroh durch Harn und Kot vorzubeugen. Je Bodenabteil war eine Strohraufe vorhanden. Das Nachfüllen erfolgte täglich mit Weizenstroh. In den Bodenabteilen mit Strohraufen wurde der Strohverbrauch aus versuchstechnischen Gründen nicht erfasst. Die Bodenabteile mit Stroh Einstreu wurden nach Bedarf nachgestreut. In den Versuchen B und C wurde in den Bodenabteilen mit Stroh Einstreu auch der Strohverbrauch erfasst. Die Knabberhölzer waren an der Hinterwand in einer Höhe von *ca.* 20 cm angebracht. Je Bodenabteil standen den Tieren zwei Knabberhölzer zur Verfügung.



Abb. 7: Strohraufe im Bodenabteil



Abb. 8: Knabberhölzer im Bodenabteil

3.2.3 Wasserversorgung und Fütterung

Die Wasserversorgung und Fütterung erfolgten über den gesamten Versuchszeitraum *ad libitum*. Die Wasserversorgung wurde über ein Tränksystem mit Niederdrucktränkenippeln aus Edelstahl gewährleistet. Je Käfigreihe waren ein Wassertank (40 l) mit Schwimmer und ein Kunststoffnippelrohr mit Abdeckung der Kunststoffteile vorhanden. Für die Bodenabteile wurden ebenfalls ein Wassertank (Versuch A 40 l, Versuche B, C und D 110 l) und ein Kunststoffnippelrohr eingerichtet (Fa. LUBING Maschinenfabrik, Ludwig Bening, GmbH & Co. KG). Je Käfig waren zwei und je Bodenabteil sechs oder sieben Edelstahltränkenippeln vorhanden. Zum Tränkwasser wurden in den Versuchen C und D modifizierte organische Säuren bei einer Dosierung von 1 l Muskator pH-control/1000 l Tränkwasser zugemischt (Fa. Muskator – Werke GmbH). Zur Fütterung wurden innenliegende Futterautomaten aus verzinktem Blech mit Böden mit speziellen Langlochschnitten verwendet. Je Käfig stand den Tieren ein Futterautomat und je Bodenabteil vier Futterautomaten zur Verfügung. Die Fressplatzbreite betrug 18 cm je Futterautomat und das Fassungsvermögen 4 kg (Käfighaltung) bzw. 5,5 kg (Bodenhaltung). Das Tier-Fressplatz-Verhältnis betrug im Versuch A sowohl in der Käfig- als auch in der Bodenhaltung 4 : 1. In den Versuchen B, C und D betrug das Tier-Fressplatz-Verhältnis in der Käfighaltung 4 : 1 und in der Bodenhaltung 6 : 1.

3.2.4 Prophylaktische Behandlungen

Alle Kaninchen wurden im Alter von 6 bis 9 Lebenswochen mit einem inaktivierten RHD - Impfstoff CUNIVAK RHD (Impfstoffwerk Dessau – Tornau GmbH) geimpft. Die Schutzimpfung erfolgte subkutan mit wässriger Suspension für Kaninchen. Die Impfdosis betrug 0,5 ml/Tier. Es wurden keine Wiederholungsimpfungen durchgeführt. Im Versuch B wurden alle Tiere bei der Einstellung mit einem bestandspezifischen Impfstoff (bestandspezifische *Cl. perfringens*, *E. coli*, *S. aureus*) (Fa. Ripac-Labor)

geimpft. Zwei geplante Wiederholungsimpfungen konnten wegen der Erkrankung des gesamten Tierbestandes nicht durchgeführt werden.

In den Versuchen C und D wurden alle Kaninchen zur Verhütung der Kokzidiose prophylaktisch mit Kokzidiostatika behandelt. Im Versuch C wurde sowohl im Absetz- als auch im Mastfutter Salinomycin-Natrium verabreicht. Dieses Kraftfutter wurde fünf Tage vor dem Schlachten abgesetzt. Im Versuch D wurde nur ins Absetzfutter Robenidin vorgemischt.

3.2.5 Stallklima und Beleuchtung

Der Versuchsstall hatte ein Unterdrucklüftungssystem. Die Lufttemperatur und die relative Luftfeuchtigkeit wurden in allen Versuchen kontinuierlich (Versuch A: 60 Minuten-Messintervalle, Versuch B, C und D: 30 Minuten-Messintervalle) in Tierhöhe über den gesamten Versuchszeitraum mit elektronischen Hygrothermographen registriert (Hygrofox - Der elektronische Hygrothermograph, Fa. Scantronik, Mugrauer GmbH). In Abbildungen 9 bis 12 sind die durchschnittlichen wöchentlichen Lufttemperaturen und relativen Luftfeuchtigkeiten dargestellt.

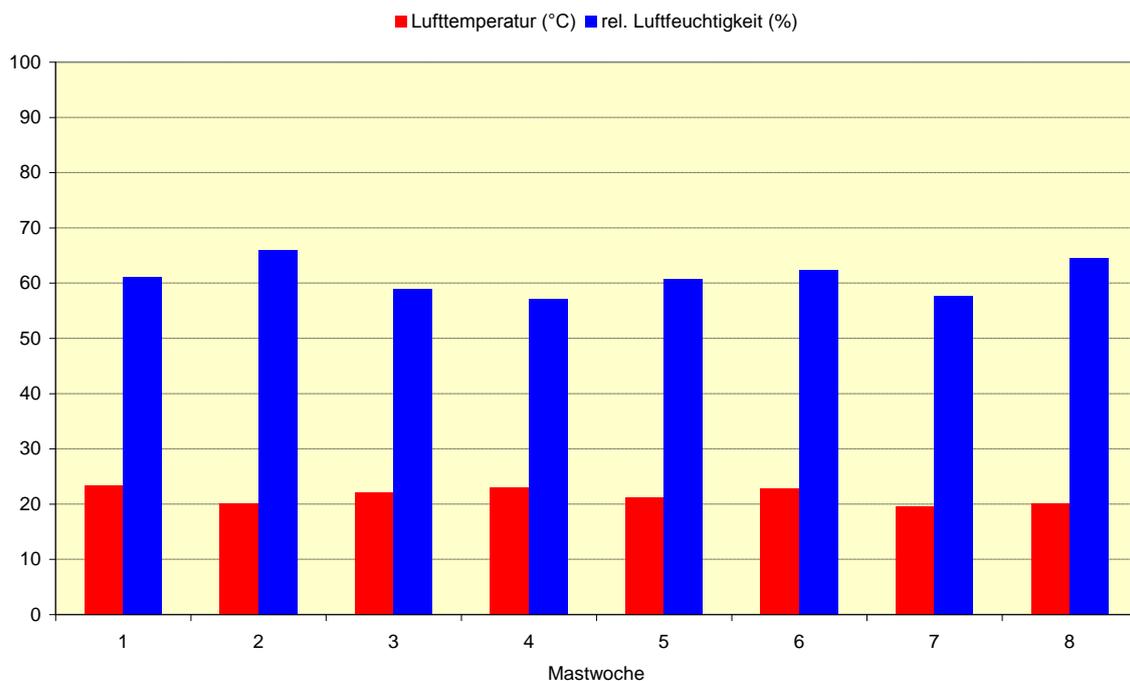


Abb. 9: Durchschnittliche wöchentliche Lufttemperaturen (°C) und relative Luftfeuchtigkeiten (%) – Versuch A

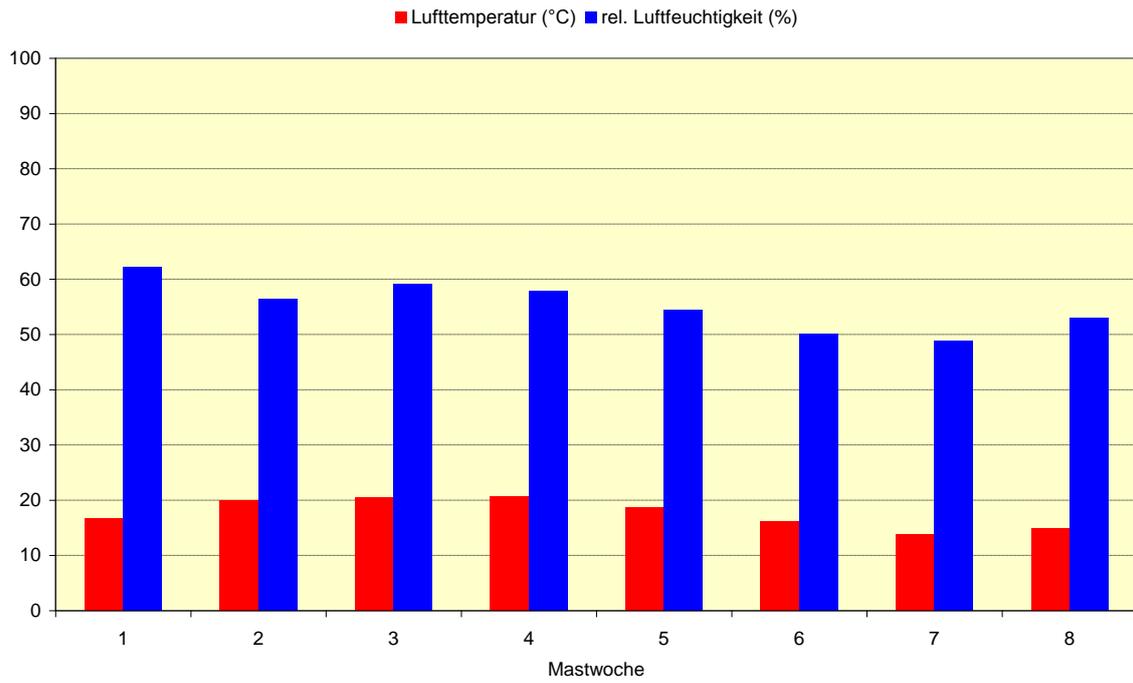


Abb. 10: Durchschnittliche wöchentliche Lufttemperaturen (°C) und relative Luftfeuchtigkeiten (%) – Versuch B

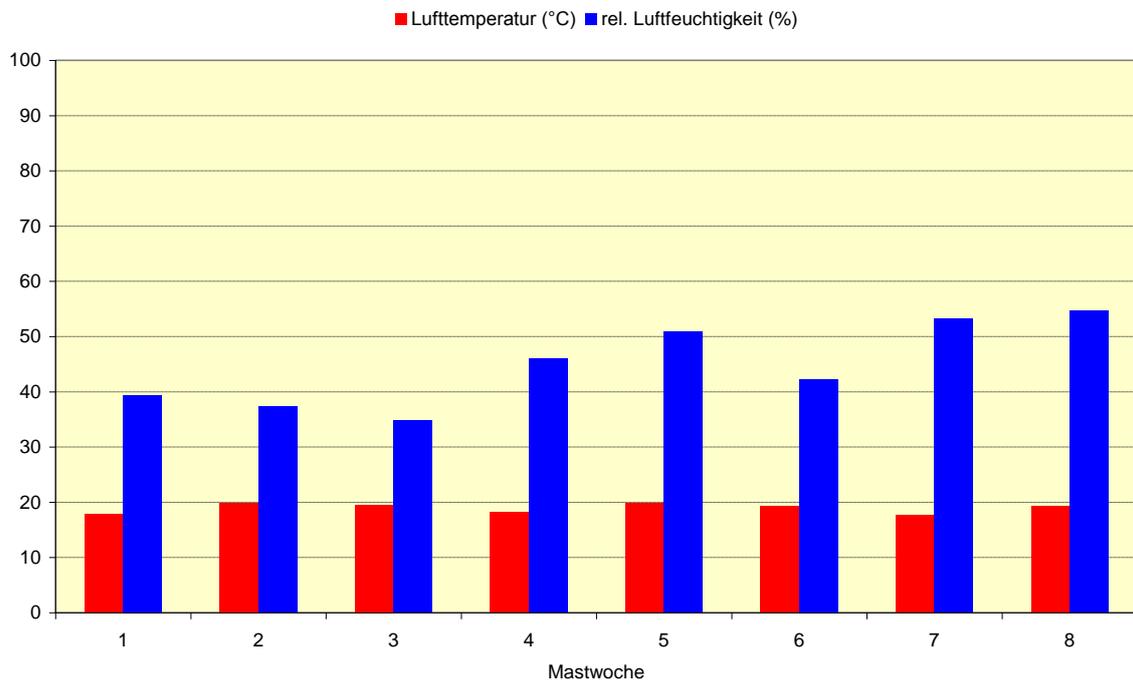


Abb. 11: Durchschnittliche wöchentliche Lufttemperaturen (°C) und relative Luftfeuchtigkeiten (%) – Versuch C

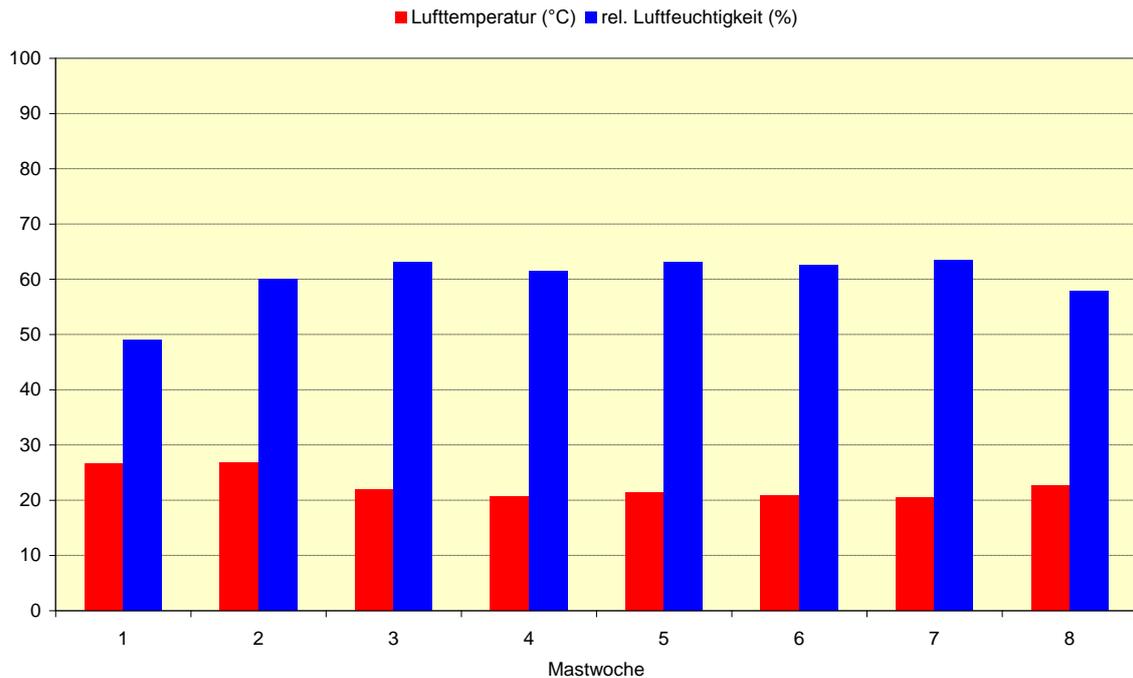


Abb. 12: Durchschnittliche wöchentliche Lufttemperaturen (°C) und relative Luftfeuchtigkeiten (%) – Versuch D

Die Stallbeleuchtung wurde durch ein Lichtprogramm geregelt. Die Lichtphase dauerte 16 Std. (von 7 bis 23 Uhr) und die Dunkelphase 8 Stunden. Zusätzlich zum Kunstlicht sorgte auch der Tageslichteinfall für die Stallbeleuchtung. Die Lichtintensität wurde mit einem digitalen Luxmeter MAVOLUX 5032C/B USB (Gossen Foto- und Lichtmesstechnik GmbH) bei Kunstlicht und bei minimalem Tageslichteinfall gemessen. Die durchschnittliche Lichtintensität betrug dabei 19,0 Lux und lag im Bereich von 0,8 bis 72,6 Lux.

Zur Bestimmung der Ammoniak-Konzentration in Luft wurde das Dräger-Röhrchen-Mess-System genutzt (Fa. Dräger). Dieses besteht aus einem Dräger-Röhrchen und einer Dräger-Gasspürpumpe (Dräger-Kurzzeitpumpe accuro). Es wurden Röhrchen mit einem Standardmessbereich von 2 bis 30 ppm angewendet. Die gemessenen Ammoniak-Konzentrationen in Luft lagen im Bereich unter 10 ppm.

3.2.6 Reinigung und Desinfektion

Die Entmistung erfolgte sowohl in der Käfig- als auch in der Bodenhaltung mit Hilfe eines Rundumkotbandes. Mit dem Rundumkotband wurde die Entmistung auch in der Bodenhaltung teilautomatisiert. Die mit Stroh eingestreuten Bereiche der Bodenabteile wurden ein- bis zweimal wöchentlich von Hand ausgemistet.

Die gesamten Anlagen wurden nach jedem Versuch mit einem Hochdruckreinigungsgerät gereinigt. Alle Geräte, die aus dem Stall entfernt werden konnten (Kunststoffroste, Metallgitter und Kunststoffliegematte der Käfige, Futterautomaten der beiden Anlagen), wurden außerhalb des Stalls gereinigt und desinfiziert. Auch die gesamte Käfig- und Bodenhaltungsanlage wurden nach der Reinigung desinfiziert und abgeflammt. Die Tränkleitungen wurden nach Desinfektion gründlich mit sauberem Trinkwasser gespült, um Desinfektionsmittelrückstände zu verhindern.

3.3 VERSUCHSAUFBAU

3.3.1 Versuchsaufbau – Versuch A

Im Versuch A wurden 243 Mastkaninchen, 121 Männchen und 122 Weibchen, im Alter von 34 Lebenstagen eingestallt und bis zum 89. Lebenstag gemästet. Es wurden drei Haltungsverfahren geprüft:

- Käfighaltung auf vollperforiertem Kunststoffboden mit erhöhten Ebenen
- Bodenhaltung auf vollperforiertem Kunststoffboden mit erhöhten Ebenen
- Bodenhaltung auf teilperforiertem Kunststoffboden (40% der Bodenfläche eingestreut) mit erhöhten Ebenen.

Tab. 1: Versuchsaufbau – Versuch A

Versuchskriterien	Käfighaltung	Bodenhaltung	
Gruppengröße	4 Tiere/Käfig (2 Männchen, 2 Weibchen)	16 Tiere/Bodenabteil (8 Männchen, 8 Weibchen)	
Besatzdichte	12,1 Tiere/m ² (825 cm ² /Tier)	6,6 Tiere/m ² (1513 cm ² /Tier)	
Strukturierung und Beschäftigungsmöglichkeiten	mit erhöhten Ebenen (375 cm ² /Tier)	mit erhöhten Ebenen (200 cm ² /Tier)	
Bodengestaltung	vollperforierter Kunststoffboden	ohne Stroheinstreu vollperforierter Kunststoffboden	mit Stroheinstreu teilperforierter Kunststoffboden, 40 % eingestreut

Mastphase: 23. Juni 2005 (Einstellung) – 17. Aug. 2005 (Mastende)

Schlachtung: 18. Aug. 2005

Zerlegung: 19. Aug. 2005

3.3.2 Versuchsaufbau – Versuch B

Im Versuch B wurden 337 Mastkaninchen, 167 Männchen und 170 Weibchen, im Alter von 27 Lebenstagen eingestallt und bis zum 83. Lebenstag gemästet. Es wurden vier Haltungsverfahren geprüft:

- Käfighaltung auf vollperforiertem Kunststoffboden ohne erhöhte Ebenen
- Käfighaltung auf vollperforiertem Kunststoffboden mit erhöhten Ebenen
- Bodenhaltung auf vollperforiertem Kunststoffboden mit erhöhten Ebenen
- Bodenhaltung auf teilperforiertem Kunststoffboden (40% der Bodenfläche eingestreut) mit erhöhten Ebenen.

Tab. 2: Versuchsaufbau – Versuch B

Versuchskriterien	Käfighaltung		Bodenhaltung	
Gruppengröße	4 Tiere/Käfig (2 Männchen, 2 Weibchen)		24 Tiere/Bodenabteil (12 Männchen, 12 Weibchen)	
Besatzdichte	12,1 Tiere/m ² (825 cm ² /Tier)		9,9 Tiere/m ² (1008 cm ² /Tier)	
Strukturierung und Beschäftigungsmöglichkeiten	ohne erhöhte Ebenen	mit erhöhten Ebenen (375 cm ² /Tier)	mit erhöhten Ebenen (267 cm ² /Tier)	
Bodengestaltung	vollperforierter Kunststoffboden		vollperforierter Kunststoffboden	teilperforierter Kunststoffboden, 40 % eingestreut

Mastphase: 10. Okt. 2005 (Einstellung) – 05. Dez. 2005 (Mastende)

Schlachtung: 06. Dez. 2005

Zerlegung: 07. Dez. 2005

3.3.3 Versuchsaufbau – Versuch C

Im Versuch C wurden 336 Mastkaninchen, 168 Männchen und 168 Weibchen, im Alter von 31 Lebenstagen eingestallt und bis zum 87. Lebenstag gemästet. Es wurden vier Haltungsverfahren geprüft:

- Käfighaltung auf vollperforiertem Kunststoffboden mit erhöhten Ebenen
- Käfighaltung auf vollperforiertem Kunststoffboden mit erhöhten Ebenen und Strohraufen
- Bodenhaltung auf vollperforiertem Kunststoffboden mit erhöhten Ebenen und Strohraufen
- Bodenhaltung auf teilperforiertem Kunststoffboden (40 % der Bodenfläche eingestreut) mit erhöhten Ebenen.

Tab. 3: Versuchsaufbau – Versuch C

Versuchskriterien	Käfighaltung		Bodenhaltung	
Gruppengröße	4 Tiere/Käfig (2 Männchen, 2 Weibchen)		24 Tiere/Bodenabteil (12 Männchen, 12 Weibchen)	
Besatzdichte	12,1 Tiere/m ² (825 cm ² /Tier)		9,9 Tiere/m ² (1008 cm ² /Tier)	
Strukturierung und Beschäftigungsmöglichkeiten	mit erhöhten Ebenen (375 cm ² /Tier)		mit erhöhten Ebenen (267 cm ² /Tier)	
	ohne Strohraufen	mit Strohraufen	mit Strohraufen	mit Stroheinstreu
Bodengestaltung	vollperforierter Kunststoffboden		vollperforierter Kunststoffboden	teilperforierter Kunststoffboden, 40 % eingestreut

Mastphase: 27. Feb. 2006 (Einstellung) – 24. Apr. 2006 (Mastende)

Schlachtung: 25. Apr. 2006

Zerlegung: 27. Apr. 2006

3.3.4 Versuchsaufbau – Versuch D

Im Versuch D wurden 432 Mastkaninchen, 216 Männchen und 216 Weibchen, im Alter von 33 Lebenstagen eingestallt und bis zum 89. Lebenstag gemästet. Es wurden vier Haltungsverfahren geprüft:

- Käfighaltung auf Drahtgitterboden mit erhöhten Ebenen
- Käfighaltung auf Drahtgitterboden mit vollperforierten Kunststoffliegematten und erhöhten Ebenen
- Käfighaltung auf vollperforiertem Kunststoffboden mit erhöhten Ebenen
- Bodenhaltung auf vollperforiertem Kunststoffboden mit erhöhten Ebenen und Strohraufen.

Je Haltungsverfahren wurden männliche, weibliche und gemischtgeschlechtliche Gruppen eingestallt. Insgesamt ergab dieses Versuchsdesign zwölf verschiedene Versuchsvarianten. Allen Tieren standen Knabberhölzer aus Eichenholz zur Verfügung (1 Stück/Käfig und 2 Stück/Bodenabteil). Zudem stand den Tieren in den Bodenabteilen Stroh in Raufen zur Verfügung (1 Strohraufe/Bodenabteil).

Tab. 4: Versuchsaufbau – Versuch D

Versuchskriterien	Käfighaltung									Bodenhaltung		
Gruppengröße	4 Tiere/Käfig									24 Tiere/Bodenabteil		
Besatzdichte	12,1 Tiere/m ² (825 cm ² /Tier)									9,9 Tiere/m ² (1008 cm ² /Tier)		
Strukturierung und Beschäftigungsmöglichkeiten	mit erhöhten Ebenen (375 cm ² /Tier) und Knabberhölzern									mit erhöhten Ebenen (267 cm ² /Tier), Knabberhölzern und Strohraufen		
Bodengestaltung	Drahtgitterboden ohne vollperforierte Kunststoff- liegematten			mit vollperforierten Kunststoff- liegematten			vollperforierter Kunststoffboden			vollperforierter Kunststoffboden		
Geschlecht	ml.	wbl.	gem.	ml.	wbl.	gem.	ml.	wbl.	gem.	ml.	wbl.	gem.

Mastphase: 17. Juli 2006 (Einstellung) – 11. Sep. 2006 (Mastende)

Schlachtung: 12. Sep. 2006

Zerlegung: 13. Sep. 2006

3.4 EIGENE UNTERSUCHUNGEN

Zur Bewertung der Haltungen wurden das Verhalten sowie physiologische und klinische Parameter herangezogen. Im Rahmen der ethologischen Untersuchungen wurden ausgewählte arttypische Verhaltensweisen des Kaninchens sowie Verhaltensabweichungen und Verhaltensstörungen erfasst. Mit Hilfe von physiologischen und klinischen Parametern wurden die Effekte der Haltungsbedingungen auf die Entwicklung und die Gesundheit der Tiere ermittelt. Als zusätzlicher Parameter wurde die Mastleistung der Tiere betrachtet.

3.4.1 Untersuchungen des Verhaltens

Das Verhalten der Kaninchen wurde in den Versuchen B, C und D untersucht. In den Versuchen B und C wurden je Aufnahme-tag acht Käfige (vier Käfige je Haltungsvariante) und vier Bodenabteile (zwei Bodenabteile je Haltungsvariante) gefilmt. Im Versuch D wurden je Aufnahme-tag zehn Käfige (jeweils vier männliche, drei weibliche und drei gemischtgeschlechtliche Versuchsgruppen) sowie drei Bodenabteile (jeweils eine männliche, weibliche und gemischtgeschlechtliche Versuchsgruppe) gefilmt. Die Aufnahmen erfolgten wöchentlich über 24 Stunden in 5-Minuten-Intervallen. Durch den Einsatz der Infrarot-Strahler (Ausführung IP54, für innen, $\lambda = 850$ nm) konnten die Tiere auch in der Dunkelphase bei völliger Dunkelheit beobachtet und gefilmt werden. Zur digitalen Speicherung der Videoaufnahmen standen zwei Computer mit 120 GB Wechsel-Festplatten zur Verfügung, an die jeweils vier Videokameras angeschlossen wurden. Die Umschaltung der jeweils vier Videokameras erfolgte mit einem Multiplexer. Jeder Käfig bzw. jedes Bodenabteil wurde in einem Zeitraum von fünf Minuten jeweils über eine Zeitsequenz von 75 Sekunden gefilmt (jeweils insgesamt 6 Std./Käfig bzw. Bodenabteil und Aufnahme-tag). Es wurden jeweils mehrere Tage aufgenommen.

Im Versuch B wurden jeweils zwei Tagesperioden der Videoaufnahmen vom 74./75., 77./78. und vom 81./82. Lebenstag und im Versuch C ebenfalls jeweils zwei Tagesperioden der Videoaufnahmen vom 75./76., 83./84. und vom 86./87. ausgewertet. Die erste Tagesperiode war zwischen 22 Uhr und 24 Uhr und die zweite zwischen 6 Uhr und 8 Uhr. Dabei fiel jeweils eine Stunde in die Licht- und eine in die Dunkelphase. Im Versuch D wurden die gesamten 24 Stunden der Videoaufnahmen vom 87./88. Lebenstag ausgewertet.

Die ethologischen Parameter wurden mit einer Scan-sampling-Methode erfasst. Im Rahmen der ethologischen Untersuchungen wurden folgende Parameter erfasst: Lokomotion, Anzahl der Tiere auf den erhöhten Ebenen, Anzahl der Tiere im eingestreuten Bereich, Beschäftigung mit Stroh und Strohfressen, Scharren und Nagen an Einrichtungselementen, Scharren und Nagen an Artgenossen und aggressives Verhalten. Die Ortung der Tiere wurde mit einer Standbildauswertung vorgenommen. Die Erfassung der Verhaltensweisen im Versuch D erfolgte wie in den Versuchen B und C. Erhoben wurden die Häufigkeiten des Scharrens und Nagens an Artgenossen und des aggressiven Verhaltens. Die Latenz, Dauer und Intensität der untersuchten Verhaltensweisen wurden nicht erfasst.

Die erfassten ethologischen Parameter wurden wie folgt definiert:

Parameter	Definition
▪ Lokomotion	Bewegungen mit Ortswechsel (Lokomotorik)
▪ Anzahl der Tiere auf den erhöhten Ebenen	Anzahl der Tiere, die sich zu Beginn bzw. am Ende der jeweiligen Videosequenz auf den erhöhten Ebenen aufhielten
▪ Anzahl der Tiere im eingestreuten Bereich	Anzahl der Tiere, die sich zu Beginn bzw. am Ende der jeweiligen Videosequenz im eingestreuten Bereich aufhielten
▪ Beschäftigung mit Stroh und Strohfressen	Beschäftigung mit Stroh und Strohfressen
▪ Scharren und Nagen an Einrichtungselementen	Scharren und Nagen an Wänden, am Boden und an anderen Einrichtungselementen
▪ Scharren und Nagen an Artgenossen	Scharren und Nagen am Körper der Gruppenmitglieder
▪ Aggressives Verhalten	Vorstoßen, aggressives Jagen, Beißen, Kämpfen

3.4.2 Computertomographische Knochenuntersuchungen

Die computertomographischen Knochenuntersuchungen fanden im Labor für Texturanalysen und Osteodensitometrie der Universität Hohenheim, Fachgebiet Nutztierethologie und Kleintierzucht, statt. Sie wurden mit einem peripheren quantitativen Computertomographen XCT 960A Bone Scanner (Fa. STRATEC Medizintechnik GmbH) durchgeführt.



Abb. 13: Computertomograph XCT 960A zur Bestimmung von Knochendichte und -geometrie

Die computertomographischen Knochenparameter wurden am Oberschenkelknochen (*Femur*) und am Schienbein (*Tibia*) ermittelt. Im Versuch B wurden die rechten und linken Femora und die rechten und linken Tibiae der männlichen Probanden untersucht. Im Versuch D wurden die rechten Femora und die rechten Tibiae der männlichen und weiblichen Probanden untersucht. Die Messungen wurden in zwei Schritten durchgeführt. Dies waren die Übersichts- und CT-Messung.

Vor der Übersichtsmessung wurde die Länge des Knochens zur Bestimmung der Messstelle ermittelt. Die Länge des Knochens wurde zwischen den am weitesten proximal und distal liegenden Stellen gemessen. Diese waren am Femur proximal der große Rollhügel (*Trochanter major*) und am distalen Ende der äußere Gelenkknorpel (*Epicondylus lateralis femoris*). Die Länge der Tibia wurde zwischen der Erhöhung zwischen den beiden Tibiaknorpeln (*Eminentia intercondylaris*) und der distalen Gelenkfläche (*Facies articularis distalis tibiae, Cochlea tibiae bzw. Malleolus lateralis*) gemessen. Für die Messungen wurde ein Messschieber mit einer Messgenauigkeit von $\pm 0,1$ mm genutzt. Die Stelle für die CT-Messung wurde mit Hilfe der Übersichtsmessung festgelegt. Als Referenzpunkt wurde die am weitesten proximal liegende Stelle genutzt. Die Messung erfolgte proximal 17 % (Femur) bzw. 10 % (Tibia) und 50 % der Femur- bzw. Tibialänge in distaler Richtung vom Referenzpunkt entfernt. Für jede Messung wurde manuell ein irregulärer Auswertebereich IROI (IROI = irregular region of interest) definiert. Bei der Tibia wurde darauf geachtet, dass die jeweilige IROI die Tibia vollständig umschloss und keine Anteile des Wadenbeins (*Fibula*) beinhaltete.

Es wurden folgende Parameter gemessen bzw. errechnet:

- Gesamtfläche (TA = total area)
- Gesamtdichte (TD = total density)
- Gesamtinhalt (TC = total content)
(Schwelle: 267 mg/cm^3)
- Kortikalisfläche (CA = cortical area)
- Kortikalisdichte (CD = cortical density)
- Kortikalisinhalt (CC = cortical content)
(Schwelle: 690 mg/cm^3)
- Festigkeitsindex (SSI = strain strength index)
 - SSI-X = x-achse-bezogener SSI (Bezugsachse = horizontale Ebene durch den Knochen)
 - SSI-Y = y-achse-bezogener SSI (Bezugsachse = vertikale Ebene durch den Knochen)
 - SSI-P = polar-bezogener SSI (Bezugsachse = axial längs des Knochens)
(Schwelle: 464 mg/cm^3)

Berechnung des Festigkeitsindex (SSI):
$$SSI = \sum_{i=1,n} \frac{r_i^2 \times a \frac{CD}{ND}}{r_{\max}}$$

r: Abstand eines Bildpunktes vom Schwerpunkt
 r_{\max} : maximaler Abstand eines Bildpunktes vom Schwerpunkt
 a: Fläche eines Bildpunktes (mm^2)
 CD: gemessene Kortikalisdichte (mg/cm^3)
 ND: physiologisch normale Kortikalisdichte (mg/cm^3)

TC und CC wurden nach folgender Formel errechnet:

$$TC = \frac{TA \times TD}{1000}$$

$$CC = \frac{CA \times CD}{1000}$$

TA, CA = Gesamt- bzw. Kortikalisfläche (mm²)
TD, CD = Gesamt- bzw. Kortikalisdichte (mg/cm³)
TC, CC = Gesamt- bzw. Kortikalisinhalt (mg/mm)

(XCT 900 Bedienungseinleitung, 1996)

3.4.3 Untersuchungen des Gesundheits- und Verletzungsstatus

Der Gesundheitsstatus des gesamten Bestandes wurde täglich kontrolliert. Die pathologischen Befunde wurden beschrieben und mit der Angabe der Tier-Nr. und des Datums dokumentiert. Bei den verendeten Tieren wurden Tier-Nr., Körpermasse und Datum protokolliert.

Alle Kaninchen wurden bei der Einnistung und am 15., 29., 43. und 57. Versuchstag adspektorisch und palpatorisch untersucht. Die klinische Befunderhebung umfasste die genaue Erfassung von Anzeichen von Erkrankungen, Verletzungen, Technopathien und sonstigen mit Adspektion und Palpation diagnostizierbaren pathologischen Veränderungen sowie auch die Erfassung von Verschmutzung der Tiere. Zum Protokollieren und zur Bewertung der klinischen Befunde wurde die Methode von BIGLER (1993) und KALLE (1994) modifiziert. Die Ätiologie der Morbidität und Mortalität wurde durch das Zentrallabor des TGD Bayern e. V. ermittelt.

Die Verletzungen und Technopathien wurden nach ihrer Ätiologie, Form und Gestalt, Größe und Tiefe, Lokalisation sowie besonderen Merkmalen (blutend, frisch, gut heilend, eiternd) mit einem Punktesystem bonitiert und in Graden zusammenfassend bewertet. Die Einteilung der Bisswunden, Technopathien und sonstiger Befunde ist in Tabelle 5 dargestellt.

Tab. 5: Einteilung der Bisswunden, Technopathien und sonstiger Befunde

Befund	Einteilung
Bisswunde (<i>Vulnus morsum</i>)	Durchmesser < 5 mm 5 mm ≤ Durchmesser < 10 mm 10 mm ≤ Durchmesser < 15 mm Durchmesser > 15 mm
perforierende Bisswunde	Durchmesser < 10 mm Durchmesser ≥ 10 mm
Hornschwiele (<i>Callus</i>)	Durchmesser < 10 mm Durchmesser ≥ 10 mm
ulcerative Pododermatitis (<i>Pododermatitis ulcerosa</i>)	Durchmesser < 10 mm Durchmesser ≥ 10 mm
Hämatom (<i>Haematoma</i>)	5 mm ≤ Durchmesser < 25 mm Durchmesser ≥ 25 mm
Abszeß (<i>Abscessus</i>)	5 mm ≤ Durchmesser < 25 mm Durchmesser ≥ 25 mm
Trichophagiespuren, Alopecia (<i>Alopezie</i>)	Fläche < 25 cm ² Fläche ≥ 25 cm ²

Die zusammenfassende Bewertung und klinische Deutung der Bisswunden und Technopathien wurden wie folgt durchgeführt:

Bisswunden:

Grad 0: Kratzer und sehr kleine und oberflächliche Verletzungen der allgemeinen Körperdecke (*Integumentum communae*) mit guter Heilungstendenz, allgemeiner klinischer Status (*Status praesens*) nicht beeinflusst

Grad 1: kleine und wenig tiefe Verletzungen, geringgradige Verletzungen der allgemeinen Körperdecke, mit guter Heilungstendenz, allgemeiner klinischer Status nicht beeinflusst

Grad 2: tiefere und/oder größere Verletzungen, v. a. mittelgradige Verletzungen der allgemeinen Körperdecke, mit keinen oder nur geringgradigen Schäden am tiefer gelegenen Gewebe und mit schlechterer Heilungstendenz, größere Gefahr von problematischen Infektionen und Heilungskomplikationen, allgemeiner klinischer Status nicht wesentlich beeinflusst

Grad 3: sehr tiefe und/oder großflächige Verletzungen, perforierende Wunde (z. B. Hodensackverletzungen), problematische Lokal- und/oder Allgemeininfektionen und Heilungskomplikationen, allgemeiner klinischer Status negativ beeinflusst

Technopathien:

- Grad 0:** geringgradige Hyperkeratose, allgemeiner klinischer Status nicht beeinflusst
- Grad 1:** Hyperkeratose, geringgradige ulcerative Pododermatitis, allgemeiner klinischer Status nicht beeinflusst
- Grad 2:** mittelgradige ulcerative Pododermatitis, allgemeiner klinischer Status nicht wesentlich beeinflusst
- Grad 3:** gravierende ulcerative Pododermatitis, großflächige und tiefe, evtl. eiternde pathologische Veränderungen, allgemeiner klinischer Status negativ beeinflusst

Die Lokalisation der Verletzungen und Technopathien wurde nach folgenden Körperregionen protokolliert: Kopf (*Caput*), Ohrmuschel (*Auricula*), Hals (*Collum*), Rumpf (*Truncus*), After (*Anus, Reg. analis*), äußere Geschlechtsorgane (*Organa genitalia masculina et feminina externa*), Schwanz (*Cauda*), Vorderextremitäten (*Extremitates craniales s. thoracicae*), Vorderfußwurzelgelenk (*Art. carpi s. antebrachiocarpicus*), Zehen der Vorderextremitäten (*Digitus manus*), Hinterextremitäten (*Extremitates caudales s. pelvinae*), Fußwurzelgelenk (*Art. tarsi – Art. intertarsicus, Art. tarsometatarsicus*), Zehen der Hinterextremitäten (*Digitus pedis*). In diesem Zusammenhang wurden auch die Anzahl und die Verteilung der pathologischen Veränderungen dokumentiert.

3.4.4 Untersuchungen des Blutes

Die hämatologischen Parameter wurden in den Versuchen B, C und D erfasst. Es wurden morphologische und klinisch-chemische Blutuntersuchungen durchgeführt. Im Versuch B wurde das Blut am 27. (Einstellung), am 56. und am 84. Lebenstag (Schlachtung) entnommen. Bei der ersten und zweiten Blutentnahme im Versuch B wurde die Blutprobe durch Punktion der *Vena saphena lateralis* (BD Microlance 3TM Kanülen, Normkanülen 23 1 ¼ " Nr. 14) gewonnen. Am 84. Lebenstag wurde das Blut bei der Schlachtung beim Entbluten entnommen. In den Versuchen C und D wurden die Blutproben nur bei der Schlachtung im Alter von 88 (Versuch C) bzw. 90 Tagen (Versuch D) beim Entbluten der Tiere gewonnen. Es wurden 4,5 ml S-Monovetten[®] (Sarstedt AG & Co.) verwendet, die kleine Granulatkügelchen als Gerinnungsaktivator enthielten. Die Schlachtung erfolgte nach mindestens 18-stündiger Nüchternung. Die Untersuchungen des Blutes wurden nur bei den Tieren durchgeführt, bei denen mit Adspektion und Palpation keine pathologischen Befunde festgestellt wurden. Tabelle 6 zeigt die erfassten Blutparameter.

Tab. 6: Erfasste Blutparameter

Parameter	Abkürzung	Einheit
Gesamteiweiß-Konzentration	TP	g/l
IgG-Konzentration	IgG	g/l
Erythrozytenzahl	RBC	10 ¹² /l
Hämatokrit	Hkt	l/l
Hämoglobinkonzentration	Hb	mmol/l
Mittleres Erythrozytenvolumen	MCV	fl
Mittlerer Hämoglobingehalt der Einzelerythrozyten	MCH	fmol
Mittlere Hämoglobinkonzentration der Erythrozyten	MCHC	mmol
Erythrozytenvolumenverteilungskurve	RDW	%
Gesamtleukozytenzahl	WBC	10 ⁹ /l
Granulozytenzahl	GRA	10 ⁹ /l
Lymphozytenzahl	LYM	10 ⁹ /l
Monozytenzahl	MO	10 ⁹ /l
Anteil Granulozyten	%GRA	%
Anteil Lymphozyten	%LYM	%
Anteil Monozyten	%MO	%
Thrombozytenzahl	PLT	10 ⁹ /l
Mittleres Thrombozytenvolumen	MPV	fl

Die Bestimmung der morphologischen Blutparameter erfolgte aus EDTA-Blut direkt vor Ort mit dem scil Vet abc-Gerät (Fa. scil animal care company GmbH). Das scil Vet abc-Gerät ist ein Analysegerät zur Bestimmung hämatologischer Parameter im Vollblut.

Bei den morphologischen Blutuntersuchungen wurden folgende hämatologische Parameter erfasst: Erythrozytenzahl, Hämatokrit, Hämoglobinkonzentration, mittleres Erythrozytenvolumen, mittlerer Hämoglobingehalt der Einzelerythrozyten, mittlere Hämoglobinkonzentration der Erythrozyten, Erythrozytenvolumenverteilungskurve, Gesamtleukozytenzahl, Zahl der Granulozyten, Lymphozyten und Monozyten, weißes Differenzialblutbild, Thrombozytenzahl und mittleres Thrombozytenvolumen.

Die klinisch-chemischen Blutuntersuchungen wurden im Labor des Lehrstuhls für Tierschutz, Verhaltenskunde, Tierhygiene und Tierhaltung der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München durchgeführt. Sie umfassten die Bestimmung der Gesamteiweiß- und IgG-Konzentration.

Das Blut wurde mehrere Stunden gekühlt, anschließend für zehn Minuten bei 4654 g (Umdrehungen) zentrifugiert. Das überstehende Serum wurde abpipettiert und bei -20°C bis zur Messung tiefgefroren.

Die Gesamteiweiß-Konzentration wurde mit dem Selektiv-Analyser Kone-Progress (Konelab, ESPOO, Finnland) gemessen. Mit Hilfe des Reagenzes Total Protein (Labsystems GmbH, Konelab, Frankfurt a. M.), einem in vitro Diagnostikum, wurde das Gesamteiweiß nach der Biuret-EDTA-Methode bestimmt. Die IgG-Konzentration wurde mittels ELISA ermittelt (siehe dazu HEMPEL, 2002).

3.4.5 Parasitologische Untersuchungen

Die koproskopischen Untersuchungen zum Nachweis von Endoparasiten wurden bei der Einstellung und am Ende der Mast in Versuchen B, C und D durchgeführt. Im Versuch B wurden bei der Einstellung drei Sammelkotproben untersucht, eine aus der Käfighaltung und zwei aus der Bodenhaltung. In den Versuchen C und D wurde bei der Einstellung jeweils eine Sammelkotprobe untersucht. Die Sammelkotproben wurden direkt aus den Transportkisten entnommen. Am Ende der Mast wurde sowohl im Versuch B als auch in den Versuchen C und D je Käfighaltungsvariante und je Bodenabteil eine Sammelkotprobe untersucht. In Versuchen B und C wurden somit am Ende der Mast zwölf und im Versuch D 13 Sammelkotproben untersucht. Am Ende der Mast wurden die Sammelkotproben vom Kotband entnommen. Die koproskopischen Untersuchungen erfolgten im Zentrallabor des TGD Bayern e. V.

3.4.6 Pathologisch-anatomische Untersuchungen

Die pathologisch-anatomischen Untersuchungen wurden durch das Zentrallabor des TGD Bayern e. V. durchgeführt. Nach Bedarf wurden *p. m.* auch bakteriologische und parasitologische Untersuchungen durchgeführt.

3.4.7 Mastleistung

Das Wachstum der Tiere wurde durch Einzeltierwiegungen bei der Einstellung und am 15., 29., 43. sowie am 57. Versuchstag mit einer digitalen Waage (Kaninchenwaage, IX300-G Version mit Grafik-Display, Fa. Data Scales, Gesellschaft für Wägetechnik und Systeme mbH) erfasst. Durch die Kennzeichnung der Tiere wurde eine individuelle Ermittlung der Körpermasseentwicklung ermöglicht. Am Tag der Tierwiegeung wurde auch der Futterverbrauch der Versuchsgruppen mit einer digitalen Waage (KERN DE 60K 20L, Fa. KERN & SOHN GMBH) erfasst. Die Berechnungen der Futterverwertung beziehen sich nur auf den Kraftfutterverbrauch. Die aufgenommene Strohmenge und der Futter- und Strohverlust konnten aus versuchstechnischen Gründen nicht erfasst werden und wurden somit in der Berechnung der Futterverwertung nicht berücksichtigt. Bei den Berechnungen der Futterverwertung wurde der Zuwachs von verendeten Tieren mit berücksichtigt. In diesem Zusammenhang wurde auch der tägliche Futterverbrauch pro Tier mit Berücksichtigung der Futtertage errechnet. Die täglichen Zunahmen wurden nur für die Tiere mit allen fünf Wiegeungen errechnet. Der Futterverbrauch und die Futterverwertung wurden als Gruppenmittelwerte errechnet. Zur Berechnung der Zunahmen in Versuchen C und D wurden Mittelwerte je Gruppe und Geschlecht verwendet.

3.5 STATISTISCHE UND GRAPHISCHE DATENANALYSE

Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Softwarepaket SAS[®] Version 9.1 (Statistic Analysing Systems, SAS Institute[®]). Zunächst wurden die deskriptiven Statistiken Mittelwert, Standardabweichung, Median, Minimum und Maximum errechnet. Zur Überprüfung varianzanalytischer Voraussetzungen wurde die Normalverteilung der Residuen des Varianzanalytischen Modells überprüft und der Shapiro-Wilks-Test auf Normalverteilung gerechnet. Die Varianzhomogenität wurde mit einem Levene-Test überprüft. Zur statistischen Analyse von Datenmaterial, dessen varianzanalytische Voraussetzungen gegeben waren, wurden varianzanalytische Verfahren eingesetzt. Die Varianzanalyse wurde wegen des unbalancierten Designs mit der Prozedur GLM durchgeführt. Die multiplen Vergleiche wurden nur dann durchgeführt, wenn die Varianzanalyse globale Gruppenunterschiede bestätigte. Nichtparametrische statistische Verfahren wurden in Abhängigkeit von der Datenstruktur gewählt. Der Zusammenhang zwischen kategorialen Merkmalen wurde mit einem χ^2 -Test nach Pearson analysiert. Die Übereinstimmung der Mittelwerte von quantitativen Parametern, die die varianzanalytischen Voraussetzungen nicht erfüllten, wurde mit einer nichtparametrischen Alternative zur Varianzanalyse, dem Kruskal-Wallis Test geprüft (GRAF und ORTSEIFEN, 1995; DUFNER et al., 2002).

Die Verhaltensweisen wurden als Häufigkeiten protokolliert. Die Rohdaten wurden je Käfig bzw. Bodenabteil zu Stundenhäufigkeiten zusammengefasst und durch die Anzahl der Tiere pro Beobachtungsgruppe normiert. Die stündlichen Häufigkeiten der Verhaltensweisen wurden in Kreuztabellen wiedergegeben, welche die Stundenhäufigkeiten der Verhaltensweisen je Beobachtungsgruppe (Häufigkeit/Abteil und Std.) und je Tier (Häufigkeit/Tier und Std.) zeigen. Zum Vergleich wurden nur die Stundenhäufigkeiten je Tier angewendet. Aus der Anzahl der Tiere auf den erhöhten Ebenen und im eingestreuten Bereich wurden Anteile der Tiere auf den erhöhten Ebenen und im eingestreuten Bereich errechnet. Zur Auswertung dieser Parameter wurden Mittelwerte je Beobachtungsgruppe verwendet. Die statistische Analyse erfolgte mit Hilfe der varianzanalytischen Verfahren (siehe einfaktorielles varianzanalytisches Modell) und wurde bei folgenden ethologischen Parametern durchgeführt: Lokomotion, Anteil der Tiere auf den erhöhten Ebenen, Beschäftigung mit Stroh und Strohfressen, Scharren und Nagen an Einrichtungs-elementen, Scharren und Nagen an Artgenossen. Weil das aggressive Verhalten nur vereinzelt auftrat, wurden keine statistischen Berechnungen durchgeführt sondern nur die Häufigkeiten je Beobachtungsgruppe, Käfig bzw. Bodenabteil, dargestellt.

Zur statistischen Analyse der pQCT-Knochenparameter und Mastleistungsparameter wurden ebenfalls varianzanalytische Verfahren eingesetzt. Zum Zweigruppenvergleich der Mittelwerte wurde der t-Test durchgeführt. Im Versuch D unterschieden sich die durchschnittlichen Körpermassen der pQCT-Probanden zwischen den untersuchten Haltungsvarianten signifikant. Bei der statistischen Auswertung der pQCT-Knochenparameter wurde deswegen im Versuch D die Körpermasse am Mastende als Kovariable eingesetzt.

Es wurden folgende varianzanalytischen Modelle angewendet:

- einfaktorielles varianzanalytisches Modell

$$y_{ij} = \mu + H_i + e_{ij}$$

- zweifaktorielles varianzanalytisches Modell

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

μ = Allgemeinmittelwert

H_i = Effekt der i-ten Haltung

G_j = Effekt des j-ten Geschlechtes

$(H \times G)_{ij}$ = Interaktion zwischen der i-ten Haltungsvariante und dem j-ten Geschlecht

e_{ij}, e_{ijk} = zufällige Effekte

Der Zusammenhang zwischen dem Anteil der verendeten bzw. verletzten Tiere und den getesteten Haltungsvarianten wurde mit einem χ^2 -Test nach Pearson untersucht. In der statistischen Auswertung wurden nur die Kratzer und Bisswunden berücksichtigt. Die Prävalenz der Verletzungen anderer Ätiologie war so gering, dass auf die Darstellung und statistische Analyse verzichtet wurde. Als verletzt wurden nur die Tiere mit der Gesamtbewertung des Verletzungsstatus Grad 1 bis 3 angesehen. Die Tiere, deren Verletzungsstatus mit dem Grad 0 bewertet wurde, hatten nur sehr kleine und oberflächliche Kratzer und klinisch nicht relevante Verletzungen. Diese Tiere wurden in der Auswertung als Tiere ohne Verletzungen berücksichtigt.

Die Blutwerte waren nicht normal verteilt. Die Mittelwerte wurden mit dem Mann-Whitney- oder U-Test und bei mehr als zwei Klassenausprägungen mit dem Kruskal-Wallis Test verglichen und auf Signifikanzen geprüft.

Unterschiede wurden als signifikant angesehen, wenn die Irrtumswahrscheinlichkeit $p = 5\%$ unterschritt ($p < 0,05$). Mittelwerte die sich nicht signifikant unterschieden wurden mit den gleichen Buchstaben gekennzeichnet.

4 ERGEBNISSE

4.1 ETHOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN

4.1.1 Ethologische Parameter – Versuch B

- **Lokomotion – Versuch B**

Im Versuch B bewegten sich die Kaninchen in der Bodenhaltung häufiger fort als in der Käfighaltung. In den Käfigen betrug die durchschnittliche Häufigkeit der Lokomotion 27,63 mal je Käfig/Std. bzw. 7,96 mal je Tier/Std. und in den Bodenabteilen 269,58 mal je Bodenabteil/Std. bzw. 13,22 mal je Tier/Stunde. Insbesondere die intensiven Fortbewegungen wie das Hoppeln und Springlaufen mit mehreren aufeinanderfolgenden Sprüngen konnten in den Käfigen nur eingeschränkt ausgeführt werden. Im Gegensatz dazu wurden diese intensiven Bewegungsabläufe in der Bodenhaltung häufig beobachtet. In Tabelle 7 sind die durchschnittlichen Häufigkeiten der Lokomotion im Versuch B nach Haltungsverarianten zusammengefasst.

Tab. 7: Mittelwerte (\bar{x}) und Standardabweichungen (s) der Häufigkeiten der Lokomotion – Versuch B

		Käfighaltung		Bodenhaltung	
		auf vollperf. Kunststoffboden ohne erhöhte Ebenen	mit erhöhten Ebenen	auf vollperf. Kunststoffboden	auf teilperf. Kunststoffboden, 40% eingestreut
Lokomotion (Häufigkeit/Abteil und Std.)	\bar{x} s	26,33 3,14	28,92 5,67	251,17 2,12	288,00 34,41
Lokomotion (Häufigkeit/Tier und Std.)	\bar{x} s	7,69 ^b 1,59	8,24 ^b 0,42	12,31 ^a 1,17	14,13 ^a 1,34

Mittelwerte mit gleichen Buchstaben sind nicht signifikant verschieden ($p > 0,05$).

Im Versuch B wurde die Häufigkeit der Lokomotion durch die Haltung signifikant beeinflusst. In der Bodenhaltung bewegten sich die Kaninchen signifikant häufiger als in der Käfighaltung. Durch die erhöhten Ebenen wurde die Häufigkeit der Lokomotion nicht signifikant beeinflusst. Der Vergleich zwischen der Käfighaltung mit und ohne erhöhte Ebenen erbrachte keine signifikanten Unterschiede. Die Bodenhaltung auf vollperforiertem Kunststoffboden und die Bodenhaltung mit Stroheinstreu unterschieden sich ebenfalls nur geringfügig und nicht signifikant.

- **Anteil der Tiere auf den erhöhten Ebenen – Versuch B**

Die Kaninchen nutzten die erhöhten Ebenen unabhängig von der Haltung in ähnlichem Umfang. In der Käfighaltung mit erhöhten Ebenen befanden sich während der Beobachtungszeit durchschnittlich 41,6 % aller Kaninchen auf den erhöhten Ebenen. In der Bodenhaltung betrug der durchschnittliche Anteil der Tiere auf den erhöhten Ebenen 42,2 %.

Tabelle 8 zeigt die Anteile der Tiere auf den erhöhten Ebenen im Versuch B in Abhängigkeit von der Haltungsvariante.

Tab. 8: Mittelwerte (\bar{x}) und Standardabweichungen (s) der Anteile der Tiere auf den erhöhten Ebenen – Versuch B

		Käfighaltung		Bodenhaltung	
		auf vollperf. Kunststoffboden ohne erhöhte Ebenen	mit erhöhten Ebenen	auf vollperf. Kunststoffboden	auf teilperf. Kunststoffboden, 40% eingestreut
Anteil der Tiere auf den erhöhten Ebenen (%)	\bar{x} s	erhöhte Ebenen nicht vorhanden	41,64 2,73	41,59 0,78	42,79 2,59

Der Anteil der Kaninchen auf den erhöhten Ebenen wurde durch die Haltung nicht signifikant beeinflusst. Die statistische Analyse ergab keine signifikanten Unterschiede zwischen den untersuchten Haltungsvarianten.

▪ **Anteil der Tiere im eingestreuten Bereich und Beschäftigung mit Stroh und Strohfressen – Versuch B**

Der eingestreute Bereich war nur in der Bodenhaltung mit Stroheinstreu vorhanden. Das Stroh stand den Kaninchen im Versuch B somit nur in dieser Haltungsvariante zur Verfügung.

Der Anteil der Tiere im eingestreuten Bereich und die Häufigkeiten der Beschäftigung mit Stroh und des Strohfressens im Versuch B sind in Tabelle 9 sichtbar.

Tab. 9: Mittelwerte (\bar{x}) und Standardabweichungen (s) des Anteiles der Tiere im eingestreuten Bereich und der Häufigkeiten der Beschäftigung mit Stroh und des Strohfressens – Versuch B

		Käfighaltung		Bodenhaltung	
		auf vollperf. Kunststoffboden ohne erhöhte Ebenen	mit erhöhten Ebenen	auf vollperf. Kunststoffboden	auf teilperf. Kunststoffboden, 40% eingestreut
Anteil der Tiere im eingestreuten Bereich (%)	\bar{x} s	eingestreuter Bereich nicht vorhanden			12,75 1,36
Beschäftigung mit Stroh und Strohfressen (Häufigkeit/Abteil und Std.)	\bar{x} s	Stroh nicht vorhanden			30,00 6,13
Beschäftigung mit Stroh und Strohfressen (Häufigkeit/Tier und Std.)	\bar{x} s	Stroh nicht vorhanden			1,47 0,27

▪ **Scharren und Nagen an Einrichtungselementen – Versuch B**

Das Scharren und Nagen an Einrichtungselementen war die am häufigsten zu beobachtende Verhaltensabweichung. Die Kaninchen scharrten und nagten sehr oft am Drahtgitter und am Boden. Diese Verhaltensweisen dauerten meist nur kurz, wurden aber häufig sehr intensiv und unter körperlicher Anstrengung ausgeführt. Länger andauerndes Scharren und Nagen an Einrichtungselementen wurde nur selten beobachtet. In der Käfighaltung betrug die durchschnittliche Häufigkeit des Scharrens und Nagens an Einrichtungselementen 22,17 mal je Käfig/Std. bzw. 6,40 mal je Tier/Std. und in der Bodenhaltung 60,75 mal je Bodenabteil/Std. bzw. 2,97 mal je Tier/Stunde.

In Tabelle 10 sind die Häufigkeiten des Scharrens und Nagens an Einrichtungselementen im Versuch B nach Haltungsvarianten zusammengefasst.

Tab. 10: Mittelwerte (\bar{x}) und Standardabweichungen (s) der Häufigkeiten des Scharrens und Nagens an Einrichtungselementen – Versuch B

		Käfighaltung		Bodenhaltung	
		auf vollperf. Kunststoffboden ohne erhöhte Ebenen	mit erhöhten Ebenen	auf vollperf. Kunststoffboden	auf teilperf. Kunststoffboden, 40% eingestreut
Scharren und Nagen an Einrichtungselementen (Häufigkeit/Abteil und Std.)	\bar{x} s	26,08 6,07	18,25 8,08	60,17 9,19	61,33 9,90
Scharren und Nagen an Einrichtungselementen (Häufigkeit/Tier und Std.)	\bar{x} s	7,70 2,51	5,10 1,87	2,93 0,15	3,02 0,57

Im Gegensatz zu den durchschnittlichen Stundenhäufigkeiten des Scharrens und Nagens an Einrichtungselementen je Beobachtungsgruppe waren die durchschnittlichen Stundenhäufigkeiten des Scharrens und Nagens an Einrichtungselementen je Tier in der Käfighaltung größer als in der Bodenhaltung. In der Käfighaltung ohne erhöhte Ebenen war die Häufigkeit des Scharrens und Nagens an Einrichtungselementen größer als in der Käfighaltung mit erhöhten Ebenen. Im Gegensatz dazu unterschieden sich die Bodenhaltungen nur geringfügig. Die Unterschiede zwischen den Haltungsvarianten waren nicht signifikant.

▪ **Scharren und Nagen an Artgenossen – Versuch B**

Das Scharren und Nagen an Artgenossen trat seltener auf als das Scharren und Nagen an Einrichtungselementen. Es trat jedoch in allen beobachteten Käfigen und Bodenabteilen auf. Dieses Verhalten führten die Tiere, ähnlich wie das Scharren und Nagen an Einrichtungselementen, häufig nur kurz aber sehr intensiv aus. Länger andauerndes Scharren und Nagen an Artgenossen konnte nur selten beobachtet werden. In seiner Form war dieses Verhalten ähnlich dem Scharren und Nagen an Einrichtungselementen. Benagt wurden am häufigsten die Ohrmuschel, Zehen und der hintere Körperbereich.

In der Käfighaltung betrug die durchschnittliche Häufigkeit dieses Verhaltens 4,00 mal je Käfig/Std. bzw. 1,10 mal je Tier/Std. und in der Bodenhaltung 15,00 mal je Bodenabteil/Std. bzw. 0,74 mal je Tier/Stunde.

In Tabelle 11 sind die Häufigkeiten des Scharrens und Nagens an Artgenossen im Versuch B nach Handlungsvarianten zusammengefasst.

Tab. 11: Mittelwerte (\bar{x}) und Standardabweichungen (s) der Häufigkeiten des Scharrens und Nagens an Artgenossen – Versuch B

		Käfighaltung		Bodenhaltung	
		auf vollperf. Kunststoffboden ohne erhöhte Ebenen	mit erhöhten Ebenen	auf vollperf. Kunststoffboden	auf teilperf. Kunststoffboden, 40% eingestreut
Scharren und Nagen an Artgenossen (Häufigkeit/Abteil und Std.)	\bar{x}	3,58	4,42	21,83	8,17
	s	0,83	3,80	2,12	2,59
Scharren und Nagen an Artgenossen (Häufigkeit/Tier und Std.)	\bar{x}	1,03	1,17	1,08	0,40
	s	0,23	0,90	0,21	0,12

In der Bodenhaltung waren die Stundenhäufigkeiten des Scharrens und Nagens an Artgenossen je Beobachtungsgruppe größer als in der Käfighaltung. Dieses Verhalten wurde insbesondere in der Bodenhaltung auf vollperforiertem Kunststoffboden mit durchschnittlich 21,83 mal je Beobachtungsgruppe und Stunde deutlich häufiger beobachtet als in den anderen untersuchten Handlungsvarianten. Im Gegensatz zu den Stundenhäufigkeiten je Beobachtungsgruppe unterschieden sich die Stundenhäufigkeiten je Tier zwischen der Käfig- und Bodenhaltung weniger und waren sowohl in der Käfighaltung als auch in der Bodenhaltung auf vollperforiertem Kunststoffboden sehr ähnlich. In der Bodenhaltung mit Stroheinstreu war die Stundenhäufigkeit des Scharrens und Nagens an Artgenossen je Tier geringer als in den anderen untersuchten Handlungsvarianten. Der Vergleich der untersuchten Handlungsvarianten erbrachte keine signifikanten Unterschiede.

▪ **Aggressives Verhalten – Versuch B**

Das aggressive Verhalten trat im Versuch B während der Beobachtungszeit selten auf. Beispielsweise trat das aggressive Verhalten in der Käfighaltung mit erhöhten Ebenen nur in einem der vier beobachteten Käfigen an einem von drei Beobachtungstagen auf. Dagegen trat das aggressive Verhalten in allen beobachteten Bodenabteilen auf. Das aggressive Verhalten zeigten die Tiere zum größten Teil nur kurzzeitig und nicht intensiv. Es wurde häufig durch das Aufschnellen mit gesenktem Vorderkörper und vorgestrecktem Kopf mit angelegten Ohren nur angezeigt, ohne das angegriffene Kaninchen zu beißen. Die angegriffenen Kaninchen wurden manchmal über eine kurze Strecke gejagt. Intensive und länger andauernde aggressive Auseinandersetzungen mit Beißen und Treten mit den hinteren Extremitäten traten sowohl in der Käfighaltung als auch in der Bodenhaltung nur vereinzelt auf.

Tabelle 12 zeigt die Häufigkeiten des aggressiven Verhaltens im Versuch B in Abhängigkeit von der Handlungsvariante.

Tab. 12: Häufigkeiten des aggressiven Verhaltens – Versuch B

	Versuchs- gruppe	Häufigkeit/ Abteil und Std.
Käfighaltung auf vollperf. Kunststoffboden ohne erhöhte Ebenen	425	0
	426	0
	441	0
	442	0
Käfighaltung auf vollperf. Kunststoffboden mit erhöhten Ebenen	432	0
	435	0
	440	0
	444	3
Bodenhaltung auf vollperf. Kunststoffboden	502	2
	506	9
Bodenhaltung, auf teilperf. Kunststoffboden, 40% eingestreut	507	7
	509	2

4.1.2 Ethologische Parameter - Versuch C

▪ Lokomotion – Versuch C

Wie aus Tabelle 13 ersichtlich ist, bewegten sich die Kaninchen auch im Versuch C in der Bodenhaltung häufiger fort als in der Käfighaltung. Auch in diesem Versuch konnte beobachtet werden, dass insbesondere die intensiven Bewegungsabläufe in den Käfigen wegen der räumlichen Einschränkung nur in einer modifizierten Form ausführbar waren. In der Käfighaltung wurde eine durchschnittliche Häufigkeit der Lokomotion von 26,04 mal je Käfig/Std. bzw. 6,51 mal je Tier/Std. und in der Bodenhaltung 226,58 mal je Bodenabteil/Std. bzw. 9,86 mal je Tier/Std. festgestellt.

In Tabelle 13 sind die Häufigkeiten der Lokomotion im Versuch C nach Haltungsverarianten zusammengefasst.

Tab. 13: Mittelwerte (\bar{x}) und Standardabweichungen (s) der Häufigkeiten der Lokomotion – Versuch C

		Käfighaltung		Bodenhaltung	
		auf vollperf. Kunststoffboden ohne Strohraufen	mit Strohraufen	auf vollperf. Kunststoffboden mit Strohraufen	auf teilperf. Kunststoffboden, 40% eingestreut
Lokomotion (Häufigkeit/Abteil und Std.)	\bar{x}	23,50	28,58	226,50	226,67
	s	9,23	3,25	33,23	18,38
Lokomotion (Häufigkeit/Tier und Std.)	\bar{x}	5,88 ^b	7,15 ^{ab}	9,87 ^a	9,85 ^a
	s	2,31	0,81	1,24	0,19

Mittelwerte mit gleichen Buchstaben sind nicht signifikant verschieden ($p > 0,05$).

Die Stundenhäufigkeiten der Lokomotion je Tier waren in der Bodenhaltung auf vollperforiertem Kunststoffboden mit Strohraufen und in der Bodenhaltung mit Stroheinstreu signifikant größer als in der Käfighaltung ohne Strohraufen.

▪ **Anteil der Tiere auf den erhöhten Ebenen – Versuch C**

Im Versuch C standen den Kaninchen die erhöhten Ebenen in allen beobachteten Käfigen und Bodenabteilen zur Verfügung. In der Käfighaltung befanden sich während der Beobachtungszeit durchschnittlich 34,08 % der Kaninchen und in der Bodenhaltung 30,11 % der Kaninchen auf den erhöhten Ebenen.

Tabelle 14 zeigt die Anteile der Tiere auf den erhöhten Ebenen im Versuch C in Abhängigkeit von der Haltungsvariante.

Tab. 14: Mittelwerte (\bar{x}) und Standardabweichungen (s) der Anteile der Tiere auf den erhöhten Ebenen – Versuch C

		Käfighaltung		Bodenhaltung	
		auf vollperf. Kunststoffboden ohne Strohraufen	mit Strohraufen	auf vollperf. Kunststoffboden mit Strohraufen	auf teilperf. Kunststoffboden, 40% eingestreut
Anteil der Tiere	\bar{x}	36,02	32,14	30,04	30,18
auf den erhöhten Ebenen (%)	s	4,07	4,98	2,82	4,58

Die Tiere nutzten die erhöhten Ebenen sowohl in der Käfig- als auch in der Bodenhaltung in ähnlich großen Anteilen. Der Anteil der Tiere auf den erhöhten Ebenen war in der Käfighaltung nur geringfügig größer als in der Bodenhaltung. Die Bodenhaltung auf vollperforiertem Kunststoffboden mit Strohraufen und die Bodenhaltung mit Stroheinstreu unterschieden sich nur geringfügig. Die Unterschiede zwischen den getesteten Haltungsvarianten waren nicht signifikant.

▪ **Anteil der Tiere im eingestreuten Bereich und Beschäftigung mit Stroh und Strohfressen – Versuch C**

Das Stroh stand den Kaninchen im Versuch C in der Käfighaltung mit Strohraufen, Bodenhaltung auf vollperforiertem Kunststoffboden mit Strohraufen und in der Bodenhaltung mit Stroheinstreu zur Verfügung. Die Anzahl der Tiere im eingestreuten Bereich wurde in der Bodenhaltung mit Stroheinstreu registriert. In der Käfighaltung ohne Strohraufen erhielten die Tiere kein Stroh. Im eingestreuten Bereich hielten sich durchschnittlich 11,73 % der Kaninchen auf. Die durchschnittliche Häufigkeit der Beschäftigung mit Stroh und des Strohfressens betrug in der Käfighaltung 23,58 mal je Käfig/Std. bzw. 5,90 mal je Tier/Std. und in der Bodenhaltung 66,75 mal je Bodenabteil/Std. bzw. 2,92 mal je Tier/Stunde.

Die ermittelten Werte des Anteils der Tiere im eingestreuten Bereich und der Häufigkeiten der Beschäftigung mit Stroh und des Strohfressens im Versuch C sind in Tabelle 15 aufgeführt.

Tab. 15: Mittelwerte (\bar{x}) und Standardabweichungen (s) des Anteiles der Tiere im eingestreuten Bereich und der Häufigkeiten der Beschäftigung mit Stroh und des Strohfressens – Versuch C

		Käfighaltung		Bodenhaltung	
		auf vollperf. Kunststoffboden ohne Strohraufen	mit Strohraufen	auf vollperf. Kunststoffboden mit Strohraufen	auf teilperf. Kunststoffboden, 40% eingestreut
Anteil der Tiere im eingestreuten Bereich (%)	\bar{x} s	eingestreuter Bereich nicht vorhanden			11,73 0,11
Beschäftigung mit Stroh und Strohfressen (Häufigkeit/Abteil und Std.)	\bar{x} s	Stroh nicht vorhanden	23,58 2,73	85,67 28,28	47,83 8,25
Beschäftigung mit Stroh und Strohfressen (Häufigkeit/Tier und Std.)	\bar{x} s		5,90 ^a 0,68	3,75 ^b 1,30	2,09 ^b 0,49

Sowohl in der Bodenhaltung mit Strohraufen als auch in der Bodenhaltung mit Stroheinstreu waren die Stundenhäufigkeiten der Beschäftigung mit Stroh und des Strohfressens je Beobachtungsgruppe größer als in der Käfighaltung mit Strohraufen. Im Gegensatz dazu waren die Stundenhäufigkeiten dieses Verhaltens je Tier in den beiden Bodenhaltungs-varianten signifikant geringer als in der Käfighaltung mit Strohraufen.

▪ **Scharren und Nagen an Einrichtungselementen – Versuch C**

Das Scharren und Nagen an Einrichtungselementen war auch im Versuch C die am häufigsten beobachtete Verhaltensabweichung. Die durchschnittliche Häufigkeit des Scharrens und Nagens an Einrichtungselementen betrug in der Käfighaltung 14,63 mal je Käfig/Std. bzw. 3,66 mal je Tier/Std. und in der Bodenhaltung 47,42 mal je Bodenabteil/Std. bzw. 2,06 mal je Tier/Stunde. In Tabelle 16 sind die Häufigkeiten des Scharrens und Nagens an Einrichtungselementen im Versuch C in Abhängigkeit von der Haltungsvariante dargestellt.

Tab. 16: Mittelwerte (\bar{x}) und Standardabweichungen (s) der Häufigkeiten des Scharrens und Nagens an Einrichtungselementen – Versuch C

		Käfighaltung		Bodenhaltung	
		auf vollperf. Kunststoffboden ohne Strohraufen	mit Strohraufen	auf vollperf. Kunststoffboden mit Strohraufen	auf teilperf. Kunststoffboden, 40% eingestreut
Scharren und Nagen an Einrichtungselementen (Häufigkeit/Abteil und Std.)	\bar{x} s	20,50 7,26	8,75 1,71	34,67 4,24	60,17 7,31
Scharren und Nagen an Einrichtungselementen (Häufigkeit/Tier und Std.)	\bar{x} s	5,13 ^a 1,82	2,19 ^b 0,43	1,50 ^b 0,15	2,61 ^b 0,16

Mittelwerte mit gleichen Buchstaben sind nicht signifikant verschieden ($p > 0,05$).

Die Stundenhäufigkeiten des Scharrens und Nagens an Einrichtungselementen je Beobachtungsgruppe waren in der Bodenhaltung größer als in der Käfighaltung. Insbesondere in der Bodenhaltung mit Stroheinstreu war die Stundenhäufigkeit des Scharrens und Nagens an Einrichtungselementen je Beobachtungsgruppe deutlich größer als in den anderen Haltungsvarianten. Im Gegensatz dazu war die Stundenhäufigkeit dieses Verhaltens je Beobachtungsgruppe in der Käfighaltung mit Strohraufen am geringsten. Die Stundenhäufigkeit des Scharrens und Nagens an Einrichtungselementen je Tier war in der Käfighaltung ohne Strohraufen signifikant größer als in der Käfighaltung mit Strohraufen und in der Bodenhaltung. Am geringsten war die Stundenhäufigkeit des Scharrens und Nagens an Einrichtungselementen je Tier in der Bodenhaltung auf vollperforiertem Kunststoffboden mit Strohraufen.

▪ **Scharren und Nagen an Artgenossen – Versuch C**

Die durchschnittliche Häufigkeit des Scharrens und Nagens an Artgenossen betrug in der Käfighaltung 3,38 mal je Käfig/Std. bzw. 0,84 mal je Tier/Std. und in der Bodenhaltung und 24,58 mal je Bodenabteil/Std. bzw. 1,08 mal je Tier/Stunde.

In Tabelle 17 sind die Häufigkeiten des Scharrens und Nagens an Artgenossen im Versuch C nach Haltungsvarianten zusammengefasst.

Tab. 17: Mittelwerte (\bar{x}) und Standardabweichungen (s) der Häufigkeiten des Scharrens und Nagens an Artgenossen – Versuch C

		Käfighaltung		Bodenhaltung	
		auf vollperf. Kunststoffboden ohne Strohraufen	mit Strohraufen	auf vollperf. Kunststoffboden mit Strohraufen	auf teilperf. Kunststoffboden, 40% eingestreut
Scharren und Nagen an Artgenossen (Häufigkeit/Abteil und Std.)	\bar{x}	4,75	2,00	27,00	22,17
	s	3,17	0,72	4,71	1,18
Scharren und Nagen an Artgenossen (Häufigkeit/Tier und Std.)	\bar{x}	1,19	0,50	1,18	0,97
	s	0,79	0,18	0,18	0,11

Das Scharren und Nagen an Artgenossen trat in der Bodenhaltung häufiger als in der Käfighaltung auf. Die Stundenhäufigkeiten dieses Verhaltens je Tier unterschieden sich dagegen zwischen den untersuchten Haltungsvarianten nur geringfügig. In der Käfighaltung mit Strohraufen war die Stundenhäufigkeit dieses Verhaltens je Tier am geringsten. Zwischen den geprüften Haltungsvarianten ergaben sich keine signifikanten Unterschiede.

▪ **Aggressives Verhalten – Versuch C**

Das aggressive Verhalten trat in allen beobachteten Bodenabteilen und in den meisten beobachteten Käfigen auf. In einem Käfig mit und in einem Käfig ohne Strohraufen trat das aggressive Verhalten nicht auf. Die Dauer und die Intensität des beobachteten aggressiven Verhaltens waren ähnlich wie im Versuch B. Intensive und länger andauernde aggressive Auseinandersetzungen traten auch in diesem Versuch nur vereinzelt auf.

Tabelle 18 zeigt die Häufigkeiten des aggressiven Verhaltens im Versuch C in Abhängigkeit von der Haltungsvariante.

Tab. 18: Häufigkeiten des aggressiven Verhaltens – Versuch C

	Versuchs- gruppe	Häufigkeit/ Abteil und Std.
Käfighaltung auf vollperf. Kunststoffboden ohne Strohraufen	427	6
	433	0
	439	3
	445	5
Käfighaltung auf vollperf. Kunststoffboden mit Strohraufen	428	2
	434	0
	440	1
	446	2
Bodenhaltung auf vollperf. Kunststoffboden mit Strohraufen	504	18
	510	17
Bodenhaltung auf teilperf. Kunststoffboden, 40% eingestreut	501	20
	507	11

Die Häufigkeit des aggressiven Verhaltens war in der Bodenhaltung größer als in der Käfighaltung. Innerhalb der Käfig- und Bodenhaltung unterschieden sich die Häufigkeiten des aggressiven Verhaltens weniger.

4.1.3 Ethologische Parameter - Versuch D

▪ Scharren und Nagen an Artgenossen – Versuch D

Die durchschnittliche Häufigkeit des Scharrens und Nagens an Artgenossen betrug im Versuch D in der Käfighaltung 3,63 mal je Käfig/Std. bzw. 0,92 mal je Tier/Std. und in der Bodenhaltung 20,17 mal je Bodenabteil/Std. bzw. 0,97 mal je Tier/Stunde.

In Tabelle 19 sind die Häufigkeiten des Scharrens und Nagens an Artgenossen im Versuch D in Abhängigkeit von der Haltung und Gruppenzusammensetzung dargestellt.

Tab. 19: Mittelwerte (\bar{x}) und Standardabweichungen (s) der Häufigkeiten des Scharrens und Nagens an Artgenossen – Versuch D

		Käfighaltung			Bodenhaltung		
		ml.	wbl.	gem.	ml.	wbl.	gem.
Scharren und Nagen an Artgenossen (Häufigkeit/Abteil und Std.)	\bar{x}	3,46	2,11	5,39	12,67	22,33	25,50
	s	2,44	1,69	2,92			
Scharren und Nagen an Artgenossen (Häufigkeit/Tier und Std.)	\bar{x}	0,90	0,53	1,35	0,58	1,12	1,21
	s	0,58	0,41	0,73			

Das Scharren und Nagen an Artgenossen trat in der Bodenhaltung häufiger als in der Käfighaltung auf. In der Käfighaltung wurde dieses Verhalten am häufigsten in den männlichen und gemischtgeschlechtlichen Gruppen beobachtet. In der Bodenhaltung trat das Scharren und Nagen an Artgenossen am häufigsten in den weiblichen und gemischtgeschlechtlichen Gruppen auf. Die Stundenhäufigkeiten des Scharrens und Nagens an Artgenossen je Tier unterschieden sich untereinander weniger. Die statistische Analyse ergab keine signifikanten Unterschiede zwischen den geprüften Haltungsvarianten.

▪ **Aggressives Verhalten – Versuch D**

Das aggressive Verhalten trat im Versuch D vorwiegend in der Bodenhaltung und seltener in der Käfighaltung auf. Die intensiven und länger andauernden aggressiven Auseinandersetzungen traten auch in diesem Versuch unabhängig von der Haltung und Gruppenzusammensetzung nur selten auf.

Tabelle 20 zeigt die Häufigkeiten des aggressiven Verhaltens im Versuch D in Abhängigkeit von der Haltung und Gruppenzusammensetzung.

Tab. 20: Häufigkeiten des aggressiven Verhaltens – Versuch D

	Versuchs- gruppe	Häufigkeit/ Abteil und 6 Std.
Käfighaltung ml. Versuchsgruppen	313	0
	316	3
	431	1
	440	1
Käfighaltung wbl. Versuchsgruppen	302	0
	317	0
	432	0
Käfighaltung gem. Versuchsgruppen	303	4
	312	0
	439	0
Bodenhaltung ml. Versuchsgruppe	502	14
Bodenhaltung wbl. Versuchsgruppe	506	6
Bodenhaltung gem. Versuchsgruppe	504	19

In den beobachteten weiblichen Versuchsgruppen in der Käfighaltung trat kein aggressives Verhalten auf. In einer männlichen und zwei gemischtgeschlechtlichen Versuchsgruppen in der Käfighaltung wurde das aggressive Verhalten ebenfalls nicht beobachtet. In der Bodenhaltung trat das aggressive Verhalten unabhängig von der Gruppenzusammensetzung in allen beobachteten Bodenabteilen auf. Jedoch war die Häufigkeit des aggressiven Verhaltens in der weiblichen Versuchsgruppe in der Bodenhaltung deutlich geringer als in der männlichen und gemischtgeschlechtlichen Versuchsgruppe.

4.2 KLINISCHE UNTERSUCHUNGEN

4.2.1 pQCT-Knochenuntersuchungen – Versuch B

▪ pQCT-Knochenparameter der Diaphyse der Femora – Versuch B

Die durchschnittliche Gesamtfläche der Diaphyse aller untersuchten Femora im Versuch B betrug $45,9 \pm 4,3 \text{ mm}^2$, die Gesamtdichte $680,8 \pm 50,4 \text{ mg/cm}^3$, der Gesamtinhalt $31,1 \pm 2,6 \text{ mg/mm}$, die Kortikalisfläche $21,5 \pm 1,7 \text{ mm}^2$, die Kortikalisdichte $1296,8 \pm 32,0 \text{ mg/cm}^3$, der Kortikalisinhalt $27,9 \pm 2,3 \text{ mg/mm}$, der polar-bezogene Festigkeitsindex $56,7 \pm 6,7 \text{ mm}^3$, der x-achse-bezogene Festigkeitsindex $29,6 \pm 3,7 \text{ mm}^3$ und der y-achse-bezogene Festigkeitsindex $36,4 \pm 4,6 \text{ mm}^3$.

In Tabelle 21 sind die ermittelten Werte der pQCT-Knochenparameter der Diaphyse der Femora im Versuch B in Abhängigkeit von der Haltungsvariante dargestellt. Die ermittelten Werte der pQCT-Knochenparameter der proximalen Messstelle der Femora im Versuch B sind in Tabelle 36 im tabellarischen Anhang aufgeführt.

Tab. 21: Mittelwerte (\bar{x}) und Standardabweichungen (s) der pQCT-Knochenparameter Gesamtfläche (TA), Gesamtdichte (TD), Gesamtinhalt (TC), Kortikalisfläche (CA), Kortikalisdichte (CD), Kortikalisinhalt (CC), polar-bezogener Festigkeitsindex (SSI-P), x-achse-bezogener Festigkeitsindex (SSI-X) und y-achse-bezogener Festigkeitsindex (SSI-Y) der Diaphyse der Femora – Versuch B

		Käfighaltung		Bodenhaltung	
		auf vollperf. Kunststoffboden ohne erhöhte Ebenen	mit erhöhten Ebenen	auf vollperf. Kunststoffboden	auf teilperf. Kunststoffboden, 40% eingestreut
TA (mm ²)	\bar{x}	41,5 ^b	45,4 ^a	47,6 ^a	46,4 ^a
	s	1,4	4,3	4,0	4,2
TD (mg/cm ³)	\bar{x}	709,6	670,5	674,8	677,4
	s	49,1	51,7	58,5	37,9
TC (mg/mm)	\bar{x}	29,4 ^b	30,3 ^{ab}	32,0 ^a	31,3 ^a
	s	2,2	2,9	2,3	2,6
CA (mm ²)	\bar{x}	20,2 ^b	21,1 ^{ab}	22,0 ^a	21,7 ^a
	s	1,5	1,8	1,4	1,9
CD (mg/cm ³)	\bar{x}	1317,0	1292,7	1291,9	1293,9
	s	18,7	39,0	39,3	21,8
CC (mg/mm)	\bar{x}	26,7	27,3	28,5	28,1
	s	2,1	2,8	2,0	2,4
SSI-P (mm ³)	\bar{x}	50,9 ^b	55,3 ^{ab}	59,2 ^a	57,7 ^a
	s	4,0	6,6	5,7	7,2
SSI-X (mm ³)	\bar{x}	26,8 ^b	28,8 ^{ab}	30,8 ^a	30,1 ^a
	s	2,1	4,2	2,9	4,0
SSI-Y (mm ³)	\bar{x}	32,2 ^b	35,4 ^{ab}	37,7 ^a	37,4 ^a
	s	2,4	4,3	4,2	4,8

Mittelwerte mit gleichen Buchstaben sind nicht signifikant verschieden ($p > 0,05$).

Die durchschnittliche Gesamtfläche der Diaphyse der Femora der Kaninchen aus der Käfighaltung mit erhöhten Ebenen und aus der Bodenhaltung auf vollperfiziertem

Kunststoffboden sowie Bodenhaltung mit Stroheinstreu war signifikant größer als bei den Kaninchen aus der Käfighaltung ohne erhöhte Ebenen. Der durchschnittliche Gesamteinhalt, die Kortikalisfläche und der polar-, x-achse- und y-achse-bezogene Festigkeitsindex der Diaphyse der Femora der Kaninchen aus der Bodenhaltung auf vollperforiertem Kunststoffboden und aus der Bodenhaltung mit Stroheinstreu waren signifikant größer als bei den Kaninchen aus der Käfighaltung ohne erhöhte Ebenen.

▪ **pQCT-Knochenparameter der Diaphyse der Tibiae – Versuch B**

Die durchschnittliche Gesamtfläche der Diaphyse aller untersuchten Tibiae im Versuch B betrug $37,8 \pm 3,4 \text{ mm}^2$, die Gesamtdichte $793,4 \pm 47,8 \text{ mg/cm}^3$, der Gesamteinhalt $30,0 \pm 2,8 \text{ mg/mm}$, die Kortikalisfläche $21,3 \pm 2,1 \text{ mm}^2$, die Kortikalisdichte $1252,8 \pm 23,1 \text{ mg/cm}^3$, der Kortikalisinhalt $26,7 \pm 2,7 \text{ mg/mm}$, der polar-bezogene Festigkeitsindex $43,7 \pm 6,3 \text{ mm}^3$, der x-achse-bezogene Festigkeitsindex $24,8 \pm 3,3 \text{ mm}^3$ und der y-achse-bezogene Festigkeitsindex $28,4 \pm 4,5 \text{ mm}^3$.

In Tabelle 22 sind die ermittelten Werte der pQCT-Knochenparameter der Diaphyse der Tibiae im Versuch B in Abhängigkeit von der Haltungsvariante dargestellt. Die ermittelten Werte der pQCT-Knochenparameter der proximalen Messstelle der Tibiae im Versuch B sind in Tabelle 37 im tabellarischen Anhang aufgeführt.

Tab. 22: Mittelwerte (\bar{x}) und Standardabweichungen (s) der pQCT-Knochenparameter Gesamtfläche (TA), Gesamtdichte (TD), Gesamtinhalt (TC), Kortikalisfläche (CA), Kortikalisdichte (CD), Kortikalisinhalt (CC), polar-bezogener Festigkeitsindex (SSI-P), x-achse-bezogener Festigkeitsindex (SSI-X) und y-achse-bezogener Festigkeitsindex (SSI-Y) der Diaphyse der Tibiae – Versuch B

		Käfighaltung		Bodenhaltung	
		auf vollperf. Kunststoffboden ohne erhöhte Ebenen	mit erhöhten Ebenen	auf vollperf. Kunststoffboden	auf teilperf. Kunststoffboden, 40% eingestreut
TA (mm ²)	\bar{x}	34,7 ^b	35,6 ^b	39,3 ^a	38,8 ^a
	s	2,0	3,6	2,6	3,4
TD (mg/cm ³)	\bar{x}	817,3	796,9	785,6	788,6
	s	60,1	19,3	51,5	43,8
TC (mg/mm)	\bar{x}	28,4 ^b	28,4 ^b	30,8 ^a	30,5 ^a
	s	2,8	2,5	2,6	2,8
CA (mm ²)	\bar{x}	20,1 ^b	20,2 ^b	22,0 ^a	21,7 ^a
	s	2,0	1,7	2,0	2,0
CD (mg/cm ³)	\bar{x}	1268,2 ^a	1257,2 ^{ab}	1250,1 ^b	1246,6 ^b
	s	29,4	22,0	21,6	19,0
CC (mg/mm)	\bar{x}	25,5 ^b	25,5 ^b	27,5 ^a	27,0 ^{ab}
	s	2,8	2,2	2,6	2,6
SSI-P (mm ³)	\bar{x}	39,2 ^b	40,8 ^b	45,7 ^a	45,1 ^a
	s	4,7	6,5	5,2	6,7
SSI-X (mm ³)	\bar{x}	23,2 ^b	23,6 ^b	25,8 ^a	24,9 ^{ab}
	s	2,8	4,1	3,2	3,0
SSI-Y (mm ³)	\bar{x}	25,1 ^b	25,8 ^b	29,6 ^a	29,7 ^a
	s	2,8	4,4	3,7	4,9

Mittelwerte mit gleichen Buchstaben sind nicht signifikant verschieden ($p > 0,05$).

Die durchschnittlichen Gesamtfläche, Gesamtinhalt, Kortikalisfläche und polar- und y-achse-bezogenen Festigkeitsindex der Diaphyse der Tibiae waren bei den Kaninchen aus der Bodenhaltung auf vollperforiertem Kunststoffboden und aus der Bodenhaltung mit Stroheinstreu signifikant größer als bei denen aus der Käfighaltung ohne und mit erhöhten Ebenen. Die Tiere aus der Käfighaltung ohne erhöhte Ebenen hatten eine signifikant größere durchschnittliche Kortikalisdichte der Diaphyse der Tibiae als die Tiere aus der Bodenhaltung auf vollperforiertem Kunststoffboden und Bodenhaltung mit Stroheinstreu. Der durchschnittliche Kortikalisinhalt und der x-achse-bezogene Festigkeitsindex der Diaphyse der Tibiae waren bei den Kaninchen aus der Bodenhaltung auf vollperforiertem Kunststoffboden signifikant größer als bei denen aus der Käfighaltung ohne und mit erhöhten Ebenen.

4.2.2 pQCT-Knochenuntersuchungen – Versuch D

- **pQCT-Knochenparameter der Diaphyse der Femora – Versuch D**

Die durchschnittliche Gesamtfläche der Diaphyse aller untersuchten Femora im Versuch D betrug $48,0 \pm 3,5 \text{ mm}^2$, die Gesamtdichte $771,2 \pm 58,3 \text{ mg/cm}^3$, der Gesamteinhalt $36,9 \pm 3,1 \text{ mg/mm}$, die Kortikalisfläche $24,5 \pm 2,0 \text{ mm}^2$, die Kortikalisdichte $1360,7 \pm 26,6 \text{ mg/cm}^3$, der Kortikalisinhalt $33,4 \pm 2,9 \text{ mg/mm}$, der polar-bezogene Festigkeitsindex $68,6 \pm 7,4 \text{ mm}^3$, der x-achse-bezogene Festigkeitsindex $34,4 \pm 3,4 \text{ mm}^3$ und der y-achse-bezogene Festigkeitsindex $44,9 \pm 5,2 \text{ mm}^3$.

In Tabelle 23 sind die ermittelten Werte der pQCT-Knochenparameter der Diaphyse der Femora im Versuch D in Abhängigkeit von der Haltungsvariante dargestellt. Die ermittelten Werte der pQCT-Knochenparameter der proximalen Messstelle der Femora im Versuch D sind in Tabelle 38 im tabellarischen Anhang aufgeführt.

Tab. 23: Mittelwerte (\bar{x}) und Standardabweichungen (s) der pQCT-Knochenparameter Gesamtfläche (TA), Gesamtdichte (TD), Gesamteinhalt (TC), Kortikalisfläche (CA), Kortikalisdichte (CD), Kortikalisinhalt (CC), polar-bezogener Festigkeitsindex (SSI-P), x-achse-bezogener Festigkeitsindex (SSI-X) und y-achse-bezogener Festigkeitsindex (SSI-Y) der Diaphyse der Femora – Versuch D

		Käfighaltung			Bodenhaltung		
		ml.	wbl.	ges.	ml.	wbl.	ges.
TA (mm ²)	\bar{x}	49,4 ^a	46,1 ^b	47,8	49,1 ^a	47,4 ^a	48,3
	s	3,6	3,7	4,0	2,7	2,5	2,7
TD (mg/cm ³)	\bar{x}	759,8	777,1	768,2	779,1	771,8	775,5
	s	59,0	53,6	56,6	62,3	60,9	61,0
TC (mg/mm)	\bar{x}	37,5 ^a	35,7 ^b	36,7 ^B	38,1 ^a	36,5 ^a	37,3 ^A
	s	3,6	3,0	3,4	2,7	2,1	2,5
CA (mm ²)	\bar{x}	24,9 ^{ab}	23,6 ^c	24,3 ^B	25,4 ^a	24,2 ^b	24,8 ^A
	s	2,4	1,8	2,2	1,8	1,2	1,6
CD (mg/cm ³)	\bar{x}	1355,8	1366,1	1360,8	1359,0	1362,2	1360,6
	s	30,0	25,4	28,1	22,9	26,8	24,7
CC (mg/mm)	\bar{x}	33,8 ^a	32,3 ^b	33,1 ^B	34,6 ^a	33,0 ^a	33,8 ^A
	s	3,5	2,8	3,2	2,6	1,8	2,4
SSI-P (mm ³)	\bar{x}	71,1 ^{ab}	65,0 ^c	68,1	71,4 ^a	67,2 ^b	69,3
	s	8,3	7,5	8,4	5,5	5,1	5,7
SSI-X (mm ³)	\bar{x}	35,4 ^a	32,8 ^b	34,1 ^B	35,7 ^a	34,0 ^a	34,9 ^A
	s	3,9	3,6	3,9	2,6	2,1	2,5
SSI-Y (mm ³)	\bar{x}	46,7 ^a	42,7 ^b	44,7	46,1 ^a	44,0 ^a	45,0
	s	5,7	5,6	6,0	4,2	3,8	4,1

Mittelwerte mit gleichen Buchstaben sind nicht signifikant verschieden ($p > 0,05$).

Der durchschnittliche Gesamteinhalt, die Kortikalisfläche, der Kortikalisinhalt und der x-achse-bezogene Festigkeitsindex der Diaphyse der Femora waren bei den Kaninchen aus der Bodenhaltung im Vergleich zu den Kaninchen aus der Käfighaltung signifikant größer. Die durchschnittliche Gesamtfläche, der Gesamt- und Kortikalisinhalt und der x-achse- und y-achse-bezogene Festigkeitsindex der Diaphyse der Femora waren bei den Männchen aus der Käfighaltung sowie bei den Männchen und Weibchen aus der

Bodenhaltung signifikant größer als bei den Weibchen aus der Käfighaltung. Die durchschnittliche Kortikalisfläche und der polar-bezogene Festigkeitsindex der Diaphyse der Femora waren bei den Männchen aus der Bodenhaltung am größten und signifikant größer als bei den Weibchen unabhängig von der Haltung. Darüber hinaus waren diese bei den Männchen aus der Käfighaltung signifikant größer als bei den Weibchen aus der Käfighaltung. Zudem waren die durchschnittliche Kortikalisfläche und der polar-bezogene Festigkeitsindex der Diaphyse der Femora bei den Weibchen aus der Bodenhaltung signifikant größer als bei den Weibchen aus der Käfighaltung.

▪ **pQCT-Knochenparameter der Diaphyse der Tibiae – Versuch D**

Die durchschnittliche Gesamtfläche der Diaphyse aller untersuchten Tibiae im Versuch D betrug $39,7 \pm 2,5 \text{ mm}^2$, die Gesamtdichte $875,2 \pm 60,7 \text{ mg/cm}^3$, der Gesamteinhalt $34,8 \pm 3,3 \text{ mg/mm}$, die Kortikalisfläche $23,9 \pm 2,3 \text{ mm}^2$, die Kortikalisdichte $1317,1 \pm 23,6 \text{ mg/cm}^3$, der Kortikalisinhalt $31,6 \pm 3,2 \text{ mg/mm}$, der polar-bezogene Festigkeitsindex $53,7 \pm 5,7 \text{ mm}^3$, der x-achse-bezogene Festigkeitsindex $29,2 \pm 3,5 \text{ mm}^3$ und der y-achse-bezogene Festigkeitsindex $35,8 \pm 4,2 \text{ mm}^3$.

In Tabelle 24 sind die ermittelten Werte der pQCT-Knochenparameter der Diaphyse der Tibiae im Versuch D in Abhängigkeit von der Haltungsvariante dargestellt. Die ermittelten Werte der pQCT-Knochenparameter der proximalen Messstelle der Tibiae im Versuch D sind in Tabelle 39 im tabellarischen Anhang aufgeführt.

Tab. 24: Mittelwerte (\bar{x}) und Standardabweichungen (s) der pQCT-Knochenparameter Gesamtfläche (TA), Gesamtdichte (TD), Gesamtinhalt (TC), Kortikalisfläche (CA), Kortikalisdichte (CD), Kortikalisinhalt (CC), polar-bezogener Festigkeitsindex (SSI-P), x-achse-bezogener Festigkeitsindex (SSI-X) und y-achse-bezogener Festigkeitsindex (SSI-Y) der Diaphyse der Tibiae – Versuch D

		Käfighaltung			Bodenhaltung		
		ml.	wbl.	ges.	ml.	wbl.	ges.
TA (mm ²)	\bar{x}	40,0 ^b	38,3 ^c	39,2 ^B	41,3 ^a	39,7 ^b	40,5 ^A
	s	2,2	2,6	2,6	1,9	2,0	2,1
TD (mg/cm ³)	\bar{x}	869,0	876,0	872,4	866,9	891,9	879,1
	s	62,1	70,7	66,0	52,3	52,4	53,2
TC (mg/mm)	\bar{x}	34,8 ^a	33,5 ^b	34,2 ^B	35,8 ^a	35,4 ^a	35,6 ^A
	s	3,5	3,4	3,5	2,9	2,8	2,8
CA (mm ²)	\bar{x}	24,1 ^a	23,1 ^b	23,6 ^B	24,6 ^a	24,2 ^a	24,4 ^A
	s	2,5	2,3	2,4	2,0	2,1	2,0
CD (mg/cm ³)	\bar{x}	1311,3	1316,1	1313,6 ^B	1318,7	1325,0	1321,8 ^A
	s	22,2	24,6	23,3	25,0	22,0	23,5
CC (mg/mm)	\bar{x}	31,6 ^{ab}	30,4 ^b	31,0 ^B	32,5 ^a	32,1 ^a	32,3 ^A
	s	3,5	3,4	3,4	2,9	2,7	2,8
SSI-P (mm ³)	\bar{x}	54,2 ^b	50,7 ^c	52,5 ^B	56,4 ^a	54,4 ^{ab}	55,4 ^A
	s	5,6	5,9	6,0	5,0	4,4	4,8
SSI-X (mm ³)	\bar{x}	29,6 ^a	27,8 ^b	28,8 ^B	30,2 ^a	29,4 ^a	29,8 ^A
	s	3,7	3,7	3,8	2,6	3,2	2,9
SSI-Y (mm ³)	\bar{x}	35,8 ^b	33,7 ^c	34,8 ^B	38,0 ^a	36,7 ^{ab}	37,3 ^A
	s	4,0	3,9	4,1	4,0	3,8	3,9

Mittelwerte mit gleichen Buchstaben sind nicht signifikant verschieden ($p > 0,05$).

Mit der Ausnahme von der Gesamtdichte waren alle erfassten pQCT-Knochenparameter der Diaphyse der Tibiae bei den Kaninchen aus der Bodenhaltung signifikant größer als bei den Kaninchen aus der Käfighaltung. Bei der Gesamtdichte wurden dagegen keine signifikanten Unterschiede festgestellt.

Die durchschnittliche Gesamtfläche der Diaphyse der Tibiae war bei den Männchen aus der Bodenhaltung am größten und signifikant größer als bei allen anderen Kaninchen. Darüber hinaus war diese bei den Männchen aus der Käfighaltung und bei den Weibchen aus der Bodenhaltung signifikant größer als bei den Weibchen aus der Käfighaltung. Der durchschnittliche Gesamteinhalt, die Kortikalisfläche und der x-achse-bezogene Festigkeitsindex der Diaphyse der Tibiae waren bei den Weibchen aus der Käfighaltung signifikant geringer als bei allen anderen Tieren. Der durchschnittliche Kortikalisinhalt der Diaphyse der Tibiae war bei den Weibchen aus der Käfighaltung signifikant geringer als bei den Kaninchen aus der Bodenhaltung unabhängig vom Geschlecht. Der durchschnittliche polar- und y-achse-bezogene Festigkeitsindex der Diaphyse der Tibiae waren bei den Weibchen aus der Käfighaltung signifikant geringer als bei allen anderen Tieren. Dagegen waren diese bei den Männchen aus der Bodenhaltung signifikant größer als bei den Kaninchen aus der Käfighaltung unabhängig vom Geschlecht.

4.2.3 Verletzungsstatus – Versuch A

Im Versuch A wurden bei der klinischen Untersuchung von 181 Kaninchen im Alter von 89 Lebenstagen bei 18,7 % der Tiere Verletzungen festgestellt. In der Käfighaltung betrug der durchschnittliche Anteil der Kaninchen mit Verletzungen 23,8 % und in der Bodenhaltung 8,5 %.

In Tabelle 25 sind die Anteile der Tiere in Abhängigkeit von dem Verletzungsstatus und der Haltungsvariante im Versuch A zusammengefasst.

Tab. 25: Mittelwerte (\bar{x}), Standardabweichungen (s) und Medianwerte (M) der Anteile der verletzten Tiere – Versuch A

Anteil Tiere (%)		Käfighaltung	Bodenhaltung	
		auf vollperforiertem Kunststoffboden mit erhöhten Ebenen	auf vollperf. Kunststoffboden	auf teilperf. Kunststoffboden, 40% eingestreut
Grad ≥ 1 ml.	\bar{x}	29,41 ^a	9,00 ^{abc}	12,86 ^{abc}
	s	30,92	12,45	13,84
	M	50,00	0,00	14,29
Grad ≥ 1 wbl.	\bar{x}	20,00 ^{ab}	11,67 ^{bc}	0,00 ^c
	s	34,03	16,24	0,00
	M	0,00	0,00	0,00
Grad ≥ 1 ges.	\bar{x}	23,75	10,75	6,17
	s	23,77	10,30	6,46
	M	25,00	13,33	7,14
Grad ≥ 2 ml.	\bar{x}	20,59	6,50	2,86
	s	25,36	9,29	6,39
	M	0,00	0,00	0,00
Grad ≥ 2 wbl.	\bar{x}	5,00	5,00	0,00
	s	15,39	11,18	0,00
	M	0,00	0,00	0,00
Grad ≥ 2 ges.	\bar{x}	12,50	5,78	1,43
	s	18,44	9,64	3,19
	M	0,00	0,00	0,00

Mittelwerte mit gleichen Buchstaben sind nicht signifikant verschieden ($p > 0,05$).

Im Versuch A wurden die Verletzungen am häufigsten bei den Kaninchen in der Käfighaltung festgestellt. Die Männchen hatten i. d. R. häufiger Verletzungen als die Weibchen. Nur in der Bodenhaltung auf vollperforiertem Kunststoffboden traten Verletzungen häufiger bei den weiblichen Tieren auf. Dies galt jedoch lediglich für den Gesamtanteil der Tiere mit Verletzungen. Die Verletzungen mit einer Gesamtbewertung Grad ≥ 2 wurden auch in der Bodenhaltung auf vollperforiertem Kunststoffboden häufiger bei den männlichen Tieren festgestellt. Problematische Verletzungen (Grad 3) wurden nur in der Käfighaltung bei einem männlichen Kaninchen gefunden. In der Bodenhaltung mit Stroheinstreu wurden bei den weiblichen Kaninchen keine klinisch relevanten Verletzungen gefunden. Der Anteil der männlichen Kaninchen mit Verletzungen war in der Käfighaltung signifikant größer als der Anteil der weiblichen Kaninchen mit Verletzungen in der Bodenhaltung auf vollperforiertem Kunststoffboden und in der

Bodenhaltung mit Stroheinstreu. Darüber hinaus war der Anteil der weiblichen Kaninchen mit Verletzungen in der Käfighaltung signifikant größer als in der Bodenhaltung mit Stroheinstreu.

4.2.4 Verletzungsstatus – Versuch B

Im Versuch B wurden bei der klinischen Untersuchung von 227 Tieren im Alter von 83 Lebenstagen bei 26,0 % der Tiere Verletzungen festgestellt. Im Durchschnitt wurden diese in der Käfighaltung bei 25,7 % und in der Bodenhaltung bei 26,7 % der Kaninchen gefunden.

In Tabelle 26 sind die Anteile der Tiere in Abhängigkeit von dem Verletzungsstatus und der Haltungsvariante im Versuch B zusammengefasst.

Tab. 26: Mittelwerte (\bar{x}), Standardabweichungen (s) und Medianwerte (M) der Anteile der verletzten Tiere – Versuch B

Anteil Tiere (%)		Käfighaltung		Bodenhaltung	
		auf vollperf. Kunststoffboden ohne erhöhte Ebenen	mit erhöhten Ebenen	auf vollperf. Kunststoffboden	auf teilperf. Kunststoffboden, 40% eingestreut
Grad ≥ 1 ml.	\bar{x}	29,17	22,73	37,43	29,95
	s	45,02	41,01	18,44	16,73
	M	0,00	0,00	40,00	25,00
Grad ≥ 1 wbl.	\bar{x}	40,00	15,00	25,76	15,89
	s	45,95	33,75	14,17	9,81
	M	25,00	0,00	30,00	12,50
Grad ≥ 1 ges.	\bar{x}	32,64	18,75	29,99	23,43
	s	39,96	32,20	13,01	13,47
	M	16,67	0,00	25,00	17,65
Grad ≥ 2 ml.	\bar{x}	12,50	0,00	6,86	5,36
	s	31,08	0,00	9,60	7,36
	M	0,00	0,00	0,00	0,00
Grad ≥ 2 wbl.	\bar{x}	25,00	0,00	5,08	4,72
	s	42,49	0,00	7,05	6,48
	M	0,00	0,00	0,00	0,00
Grad ≥ 2 ges.	\bar{x}	15,97	0,00	5,58	5,22
	s	33,04	0,00	6,04	5,14
	M	0,00	0,00	5,26	6,67

Der größte Anteil der verletzten Kaninchen wurde in der Käfighaltung ohne erhöhte Ebenen und der kleinste in der Käfighaltung mit erhöhten Ebenen festgestellt. Der Anteil der verletzten Kaninchen in der Bodenhaltung auf vollperforiertem Kunststoffboden war ähnlich wie in der Käfighaltung ohne erhöhte Ebenen und größer als in der Käfighaltung mit erhöhten Ebenen und in der Bodenhaltung mit Stroheinstreu. Die Käfighaltung mit erhöhten Ebenen und die Bodenhaltung mit Stroheinstreu unterschieden sich diesbezüglich nur geringfügig. Die Männchen hatten auch in diesem Versuch i. d. R. häufiger Verletzungen als die Weibchen. In der Käfighaltung ohne erhöhte Ebenen war

der Anteil der verletzten männlichen Kaninchen unabhängig vom Verletzungsstatus geringer als der Anteil der verletzten weiblichen Kaninchen. In der Käfighaltung mit erhöhten Ebenen traten keine Verletzungen mit der Gesamtbewertung Grad ≥ 2 auf. Der größte Anteil der Kaninchen mit der Gesamtbewertung Grad ≥ 2 wurde wiederum in der Käfighaltung ohne erhöhte Ebenen festgestellt. Die Bodenhaltungsvarianten unterschieden sich untereinander nur wenig. Der Anteil der männlichen Kaninchen mit der Gesamtbewertung Grad ≥ 2 war in der Bodenhaltung größer als der Anteil der weiblichen Kaninchen mit diesem Verletzungsstatus. Problematische Verletzungen (Grad 3) traten im Versuch B nicht auf. Der Einfluss der Haltung und des Geschlechtes auf den Anteil der verletzten Tiere war nicht signifikant.

4.2.5 Verletzungsstatus – Versuch C

Im Versuch C wurden bei der Untersuchung von 328 Tieren im Alter von 87 Lebenstagen bei 24,3 % der Tiere Verletzungen festgestellt. In der Käfighaltung hatten durchschnittlich 26,0 % und in der Bodenhaltung 20,3 % der Kaninchen Verletzungen.

In Tabelle 27 sind die Anteile der Tiere in Abhängigkeit von dem Verletzungsstatus und der Haltungsvariante im Versuch C zusammengefasst.

Tab. 27: Mittelwerte (\bar{x}), Standardabweichungen (s) und Medianwerte (M) der Anteile der verletzten Tiere – Versuch C

Anteil Tiere (%)	Käfighaltung		Bodenhaltung		
	auf vollperf. Kunststoffboden ohne Strohraufen	auf vollperf. Kunststoffboden mit Strohraufen	auf vollperf. Kunststoffboden mit Strohraufen	auf teilperf. Kunststoffboden, 40% eingestreut	
Grad ≥ 1 ml.	\bar{x}	33,33 ^a	29,17 ^{ab}	39,00 ^a	26,82 ^a
	s	38,92	39,65	22,10	29,58
	M	25,00	0,00	27,27	9,09
Grad ≥ 1 wbl.	\bar{x}	25,00 ^{ab}	16,67 ^{abc}	5,30 ^c	11,67 ^{bc}
	s	33,71	32,57	8,05	11,18
	M	0,00	0,00	0,00	16,67
Grad ≥ 1 ges.	\bar{x}	29,17	22,92	21,27	19,24
	s	25,75	24,91	10,30	17,99
	M	25,00	25,00	21,74	16,67
Grad ≥ 2 ml.	\bar{x}	16,67	4,17	19,58	10,00
	s	32,57	14,43	14,90	10,87
	M	0,00	0,00	16,67	8,33
Grad ≥ 2 wbl.	\bar{x}	4,17	0,00	0,00	0,00
	s	14,43	0,00	0,00	0,00
	M	0,00	0,00	0,00	0,00
Grad ≥ 2 ges.	\bar{x}	10,42	2,08	9,35	5,00
	s	19,82	7,22	6,73	5,43
	M	0,00	0,00	8,33	4,17

Mittelwerte mit gleichen Buchstaben sind nicht signifikant verschieden ($p > 0,05$).

Die Verletzungen wurden am häufigsten in der Käfighaltung ohne Strohraufen festgestellt. In der Bodenhaltung mit Stroheinstreu war der Anteil der Kaninchen mit Verletzungen am geringsten. Die Verletzungen traten unabhängig von der Haltung und dem Schweregrad häufiger bei den männlichen Tieren auf. Sowohl die Verletzungen mit der Gesamtbewertung Grad ≥ 1 als auch die Verletzungen mit der Gesamtbewertung Grad ≥ 2 traten am häufigsten bei den männlichen Kaninchen in der Bodenhaltung auf vollporiertem Kunststoffboden mit Strohraufen und in der Käfighaltung ohne Strohraufen auf. Bei den weiblichen Kaninchen traten die Verletzungen am häufigsten in der Käfighaltung auf. Die Verletzungen mit der Gesamtbewertung Grad ≥ 2 wurden bei den Weibchen nur in der Käfighaltung ohne Strohraufen gefunden. Problematische Verletzungen (Grad 3) wurden in diesem Versuch in der Bodenhaltung auf vollporiertem Kunststoffboden mit Strohraufen bei drei und in der Bodenhaltung mit Stroheinstreu bei einem männlichen Kaninchen gefunden.

Der Anteil der verletzten weiblichen Kaninchen in der Bodenhaltung auf vollporiertem Kunststoffboden mit Strohraufen war signifikant geringer als der Anteil der verletzten männlichen und weiblichen Kaninchen in der Käfighaltung ohne Strohraufen, der Anteil der verletzten männlichen Kaninchen in der Käfighaltung mit Strohraufen sowie in der Bodenhaltung auf vollporiertem Kunststoffboden mit Strohraufen und der Bodenhaltung mit Stroheinstreu. Der Anteil der verletzten männlichen Tiere war sowohl in der Käfighaltung ohne Strohraufen als auch in der Bodenhaltung auf vollporiertem Kunststoffboden mit Strohraufen und in der Bodenhaltung mit Stroheinstreu signifikant größer als der Anteil der verletzten weiblichen Tiere in der Bodenhaltung auf vollporiertem Kunststoffboden mit Strohraufen und in der Bodenhaltung mit Stroheinstreu.

4.2.6 Verletzungsstatus – Versuch D

Im Versuch D wurden bei der klinischen Untersuchung von 383 Tieren im Alter von 89 Lebenstagen bei 14,7 % der Tiere Verletzungen festgestellt. In der Käfighaltung wurden die Verletzungen bei durchschnittlich 12,6 % und in der Bodenhaltung bei 24,5 % der Kaninchen gefunden.

In Tabelle 28 sind die Anteile der Tiere in Abhängigkeit von dem Verletzungsstatus und der Haltungsvariante im Versuch D zusammengefasst.

Tab. 28: Mittelwerte (\bar{x}), Standardabweichungen (s) und Medianwerte (M) der Anteile der verletzten Tiere – Versuch D

Anteil Tiere (%)		Käfighaltung				Bodenhaltung			
		ml.	wbl.	gem.	ges.	ml.	wbl.	gem.	ges.
Grad \geq 1 ml.	\bar{x}	17,19 ^{bc}	.	18,75 ^{bc}	17,97	29,44 ^b	.	63,71 ^a	49,02
	s	26,08	.	25,00	25,14	9,66	.	12,42	21,07
	M	0,00	.	0,00	0,00	27,27	.	68,33	45,45
Grad \geq 1 wbl.	\bar{x}	.	7,81 ^{cd}	6,25 ^{cd}	7,03	.	1,45 ^d	13,67 ^{bc}	8,43
	s	.	11,97	17,08	14,53	.	2,51	15,75	12,99
	M	.	0,00	0,00	0,00	.	0,00	9,17	4,35
Grad \geq 1 ges.	\bar{x}	17,19	7,81	13,02	12,67	29,44	1,45	38,04	24,48
	s	26,08	11,97	18,75	19,75	9,66	2,51	11,70	18,29
	M	0,00	0,00	0,00	0,00	27,27	0,00	37,99	25,54
Grad \geq 2 ml.	\bar{x}	9,38	.	3,13	6,25	9,57	.	47,80	31,42
	s	21,05	.	12,50	17,33	9,13	.	24,88	27,48
	M	0,00	.	0,00	0,00	10,53	.	51,52	18,18
Grad \geq 2 wbl.	\bar{x}	.	4,69	3,13	3,91	.	0,00	2,27	1,30
	s	.	10,08	12,50	11,20	.	0,00	4,55	3,44
	M	.	0,00	0,00	0,00	.	0,00	0,00	0,00
Grad \geq 2 ges.	\bar{x}	9,38	4,69	3,13	5,73	9,57	0,00	24,15	12,53
	s	21,05	10,08	8,54	14,30	9,13	0,00	13,03	13,80
	M	0,00	0,00	0,00	0,00	10,53	0,00	24,49	10,03

Mittelwerte mit gleichen Buchstaben sind nicht signifikant verschieden ($p > 0,05$).

Hinsichtlich des Verletzungsstatus wurden zwischen den Geschlechtern auch in diesem Versuch erhebliche Unterschiede festgestellt. Insbesondere die Gruppenzusammensetzung beeinflusste den Verletzungsstatus sehr stark. Der Anteil der verletzten Kaninchen war sowohl in der Käfig- als auch in der Bodenhaltung in den männlichen und gemischtgeschlechtlichen Versuchsgruppen größer als in den weiblichen. Der Anteil der verletzten Kaninchen war in den weiblichen Versuchsgruppen in der Käfighaltung größer als in der Bodenhaltung. Der größte Anteil verletzter Kaninchen wurde in den gemischtgeschlechtlichen Versuchsgruppen in der Bodenhaltung festgestellt. In den gemischtgeschlechtlichen Versuchsgruppen war der Anteil der verletzten männlichen Kaninchen sowohl in der Käfig- als auch in der Bodenhaltung deutlich größer als der Anteil der verletzten weiblichen Kaninchen. Insbesondere in den gemischtgeschlechtlichen Versuchsgruppen in der Bodenhaltung wurden bei sehr vielen männlichen Kaninchen Verletzungen gefunden. Die Verletzungen mit der Gesamtbewertung Grad \geq 2 traten am häufigsten in den gemischtgeschlechtlichen Versuchsgruppen in der Bodenhaltung und in den männlichen Versuchsgruppen in der Käfig- und Bodenhaltung auf. Insbesondere in den gemischtgeschlechtlichen Versuchsgruppen in der Bodenhaltung war der Anteil der männlichen Kaninchen mit der Gesamtbewertung Grad \geq 2 im Vergleich zu den anderen Haltungsvarianten deutlich größer. Im Gegensatz dazu unterschieden sich die Anteile der verletzten männlichen Kaninchen mit der Gesamtbewertung Grad \geq 2 der männlichen Versuchsgruppen in der Käfig- und Bodenhaltung nur geringfügig. Der Anteil der verletzten weiblichen Kaninchen mit der Gesamtbewertung Grad \geq 2 war allgemein gering. Der größte Anteil der weiblichen Kaninchen mit der Gesamtbewertung Grad \geq 2 wurde in den weiblichen Versuchsgruppen in der Käfighaltung festgestellt. Bei den Kaninchen in den weiblichen

Versuchsgruppen in der Bodenhaltung traten keine Verletzungen mit der Gesamtbewertung Grad ≥ 2 auf. Problematische Verletzungen wurden im Versuch D in den männlichen Versuchsgruppen in der Käfighaltung bei drei Kaninchen sowie in den männlichen und gemischtgeschlechtlichen Versuchsgruppen in der Bodenhaltung bei jeweils zwei männlichen Kaninchen gefunden. Die Verletzungen traten bei den männlichen Kaninchen in den gemischtgeschlechtlichen Versuchsgruppen in der Bodenhaltung signifikant häufiger als bei allen anderen Kaninchen auf. Der Anteil der verletzten Kaninchen in den männlichen Versuchsgruppen in der Bodenhaltung war signifikant größer als der Anteil der verletzten Kaninchen in den weiblichen Versuchsgruppen in der Käfig- und Bodenhaltung sowie der Anteil der verletzten weiblichen Kaninchen in den gemischtgeschlechtlichen Versuchsgruppen in der Käfighaltung. Die Anteile der verletzten männlichen Kaninchen in den männlichen und gemischtgeschlechtlichen Versuchsgruppen in der Käfighaltung und der weiblichen Kaninchen in den gemischtgeschlechtlichen Versuchsgruppen in der Bodenhaltung waren signifikant größer als der Anteil der verletzten Kaninchen in den weiblichen Versuchsgruppen in der Bodenhaltung.

4.2.7 Blutuntersuchungen – Versuch B

Im Versuch B wurden die signifikanten Unterschiede zwischen der Käfig- und Bodenhaltung bzw. zwischen den Geschlechtern bei der Gesamteiweiß- und der Hämoglobinkonzentration festgestellt. Die durchschnittliche Gesamteiweiß-Konzentration aller untersuchten Blutproben im Versuch B betrug $53,25 \pm 4,24$ g/l und die Hämoglobinkonzentration $9,2 \pm 0,8$ mmol/l.

Tabelle 29 zeigt die Blutparameter mit signifikanten Unterschieden zwischen der Käfig- und Bodenhaltung sowie zwischen den Geschlechtern im Versuch B. Die ermittelten Werte aller untersuchten Blutparameter im Versuch B sind in Tabellen 40 – 43 im tabellarischen Anhang aufgeführt.

Tab. 29: Mittelwerte (\bar{x}), Standardabweichungen (s) und Medianwerte (M) der Gesamteiweiß- (TP) und Hämoglobinkonzentration (Hb) – Versuch B

		Käfighaltung			Bodenhaltung		
		ml.	wbl.	ges.	ml.	wbl.	ges.
TP (g/l)	\bar{x}	55,91 ^a	54,41 ^a	55,22 ^A	53,96 ^a	51,03 ^b	52,47 ^B
	s	3,90	1,83	3,16	5,07	3,48	4,55
	M	56,00	54,00	55,05	53,00	51,10	52,10
Hb (mmol/l)	\bar{x}	9,5 ^a	8,8 ^b	9,2	9,1 ^{ab}	9,3 ^b	9,2
	s	0,4	0,7	0,6	1,1	0,4	0,8
	M	9,6	8,9	9,4	9,2	9,2	9,2

Mittelwerte mit gleichen Buchstaben sind nicht signifikant verschieden ($p > 0,05$).

In der Käfighaltung war die Gesamteiweiß-Konzentration signifikant größer als in der Bodenhaltung. Bei den Weibchen aus der Bodenhaltung war die Gesamteiweiß-Konzentration signifikant geringer als bei den Männchen und Weibchen aus der Käfighaltung und bei den Männchen aus der Bodenhaltung. Die Hämoglobinkonzentration unterschied sich zwischen der Käfig- und Bodenhaltung nicht signifikant. Bei den männlichen Kaninchen aus der Käfighaltung war die Hämoglobinkonzentration signifikant größer als bei den weiblichen Kaninchen aus der Käfig- und Bodenhaltung.

4.2.8 Blutuntersuchungen – Versuch C

Im Versuch C ergaben sich bei der statistischen Analyse der Blutparameter ebenfalls nur wenige signifikante Unterschiede. Diese wurden bei der Hämoglobinkonzentration, bei der mittleren Hämoglobinkonzentration der Erythrozyten und bei der Gesamtleukozytenzahl festgestellt. Die durchschnittliche Hämoglobinkonzentration aller untersuchten Blutproben im Versuch C betrug $8,3 \pm 1,1$ mmol/l, die mittlere Hämoglobinkonzentration der Erythrozyten $18,9 \pm 2,1$ mmol/l und die Gesamtleukozytenzahl $11,3 \pm 3,6 \times 10^9/l$.

Tabelle 30 zeigt die Blutparameter mit signifikanten Unterschieden zwischen der Käfig- und Bodenhaltung sowie zwischen den Geschlechtern im Versuch C. Die ermittelten Werte aller untersuchten Blutparameter im Versuch C sind in Tabellen 44 – 47 im tabellarischen Anhang aufgeführt.

Tab. 30: Mittelwerte (\bar{x}), Standardabweichungen (s) und Medianwerte (M) der Blutparameter Hämoglobinkonzentration (Hb), mittlere Hämoglobinkonzentration der Erythrozyten (MCHC) und Gesamtleukozytenzahl (WBC) – Versuch C

		Käfighaltung			Bodenhaltung		
		ml.	wbl.	ges.	ml.	wbl.	ges.
Hb (mmol/l)	\bar{x}	8,9 ^a	8,4 ^{ab}	8,7 ^A	8,3 ^b	8,0 ^b	8,1 ^B
	s	0,9	0,9	0,9	0,5	1,5	1,1
	M	8,7	8,3	8,6	8,2	8,3	8,3
MCHC (mmol/l)	\bar{x}	19,6 ^a	19,0 ^{ab}	19,3	19,1 ^a	18,3 ^b	18,7
	s	1,2	0,4	0,9	0,3	3,4	2,5
	M	19,3	19,1	19,2	19,1	18,9	19,1
WBC ($10^9/l$)	\bar{x}	11,9 ^{ab}	10,3 ^b	11,1	12,5 ^a	10,3 ^b	11,4
	s	3,2	3,5	3,3	3,6	3,8	3,8
	M	10,9	10,1	10,4	11,7	10,0	10,8

Mittelwerte mit gleichen Buchstaben sind nicht signifikant verschieden ($p > 0,05$).

Die Hämoglobinkonzentration war bei den Kaninchen aus der Käfighaltung signifikant größer als bei den Kaninchen aus der Bodenhaltung. Diese war bei den männlichen Kaninchen aus der Käfighaltung signifikant größer als bei den männlichen und weiblichen Kaninchen aus der Bodenhaltung. Die mittlere Hämoglobinkonzentration der Erythrozyten war bei den Männchen unabhängig von der Haltung signifikant größer als bei den Weibchen aus der Bodenhaltung. Darüber hinaus war die Gesamtleukozytenzahl bei den männlichen Kaninchen aus der Bodenhaltung signifikant größer als bei den weiblichen Kaninchen aus der Käfig- und Bodenhaltung.

4.2.9 Blutuntersuchungen – Versuch D

Im Versuch D zeigten sich bei folgenden Blutparameter signifikanten Unterschiede: IgG-Konzentration, mittlerer Hämoglobingehalt der Einzelerythrozyten, mittlere Hämoglobinkonzentration der Erythrozyten, Erythrozytenvolumenverteilungskurve und Granulozyten- und Monozytenzahl. Die durchschnittliche IgG-Konzentration aller untersuchten Blutproben im Versuch D betrug $1,80 \pm 0,56$ g/l, der mittlere Hämoglobingehalt der Einzelerythrozyten $1,23 \pm 0,11$ fmol, die mittlere Hämoglobin-

konzentration der Erythrozyten $18,4 \pm 1,6$ mmol/l, die Erythrozytenvolumenverteilungskurve $12,7 \pm 2,1$ %, die Granulozytenzahl $4,9 \pm 3,1 \times 10^9/l$ und die Monozytenzahl $0,3 \pm 0,2 \times 10^9/l$.

Tabelle 31 zeigt die Blutparameter mit signifikanten Unterschieden zwischen der Käfig- und Bodenhaltung sowie zwischen den Geschlechtern im Versuch D. Die ermittelten Werte aller untersuchten Blutparameter im Versuch D sind in Tabellen 48 – 51 im tabellarischen Anhang aufgeführt.

Tab. 31: Mittelwerte (\bar{x}), Standardabweichungen (s) und Medianwerte (M) der Blutparameter IgG-Konzentration (IgG), mittlerer Hämoglobingehalt der Einzelerythrozyten (MCH), mittlere Hämoglobinkonzentration der Erythrozyten (MCHC), Erythrozytenvolumenverteilungskurve (RDW), Granulozytenzahl (GRA) und Monozytenzahl (MO) – Versuch D

		Käfighaltung				ges.	Bodenhaltung				ges.
		ml.	wbl.	gemischt ml. wbl.	ml.		wbl.	gemischt ml. wbl.			
IgG (g/l)	\bar{x}	1,89 ^{ab}	2,04 ^a	1,57 ^{bc}	1,95 ^a	1,89 ^A	1,35 ^c	1,68 ^{abc}	1,87 ^{abc}	1,97 ^{abc}	1,68 ^B
	s	0,54	0,65	0,38	0,41	0,54	0,37	0,59	0,63	0,77	0,62
	M	1,70	1,90	1,55	2,00	1,85	1,30	1,40	1,70	1,90	1,50
MCH (fmol)	\bar{x}	1,25	1,22	1,15	1,20	1,21 ^B	1,28	1,23	1,23	1,28	1,26 ^A
	s	0,07	0,11	0,12	0,15	0,11	0,09	0,13	0,12	0,07	0,10
	M	1,27	1,26	1,19	1,25	1,26	1,31	1,28	1,24	1,27	1,28
MCHC (mmol/l)	\bar{x}	18,6	18,3	17,3	17,6	18,1 ^B	19,0	18,4	18,6	19,2	18,8 ^A
	s	0,9	1,5	1,9	2,1	1,6	1,3	2,0	2,0	0,8	1,6
	M	18,8	18,7	17,9	18,5	18,7	19,1	19,1	18,7	19,1	19,1
RDW (%)	\bar{x}	12,3	13,3	11,7	13,3	12,7 ^A	12,4	13,0	12,9	12,4	12,7 ^B
	s	3,0	1,3	4,2	1,2	2,6	0,6	1,0	0,6	0,7	0,8
	M	12,7	12,9	13,1	13,1	12,9	12,4	12,8	12,9	12,5	12,6
GRA ($10^9/l$)	\bar{x}	5,5	6,5	4,1	5,4	5,6 ^A	3,2	3,6	5,1	4,8	4,0 ^B
	s	2,4	4,7	2,1	4,1	3,6	2,0	1,9	4,0	2,4	2,5
	M	5,4	5,4	5,2	5,5	5,4	3,4	3,4	5,2	5,4	3,5
MO ($10^9/l$)	\bar{x}	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3 ^A	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2 ^B
	s	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1
	M	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2

Mittelwerte mit gleichen Buchstaben sind nicht signifikant verschieden ($p > 0,05$).

Die IgG-Konzentration, die Erythrozytenvolumenverteilungskurve und die Granulozyten- und Monozytenzahl waren bei den Kaninchen aus der Käfighaltung signifikant größer als bei den Kaninchen aus der Bodenhaltung. Im Gegensatz dazu waren der mittlere Hämoglobingehalt der Einzelerythrozyten und die mittlere Hämoglobinkonzentration der Erythrozyten in der Bodenhaltung signifikant größer als in der Käfighaltung. Die IgG-Konzentration war bei den Kaninchen aus der Käfighaltung mit der Ausnahme von männlichen Kaninchen der gemischtgeschlechtlichen Versuchsgruppen signifikant größer als bei den Kaninchen der männlichen Versuchsgruppen aus der Bodenhaltung. Zudem war in der Käfighaltung die IgG-Konzentration bei den Kaninchen aus den weiblichen Versuchsgruppen und bei den Weibchen aus den gemischtgeschlechtlichen Versuchsgruppen signifikant größer als bei den Männchen aus den gemischtgeschlechtlichen Versuchsgruppen.

4.2.10 Morbidität

Im Versuch A wurden im Alter von 45 bzw. 48 Lebenstagen bei erkrankten Kaninchen Darmentzündung (*Enterocolitis*, *Enteritis catarrhalis*) und Pneumonie (*Pneumonie*) diagnostiziert. Der gesamte Tierbestand wurde vom 45. bis 52. Lebenstag mit Tiamutin (Tiamutin Granulat 45 %, Wirkstoff: Tiamulinhydrogenfumarat, Fa. Novartis) und vom 48. bis 54. Lebenstag mit Baytril (Baytril, 10 % orale Lösung, Wirkstoff: Enrofloxacin, Fa. Bayer) behandelt. Im Versuch B wurde im Alter von 37 Lebenstagen Darmentzündung (*Enterocolitis*) diagnostiziert. Alle Kaninchen wurden vom 37. bis 48. Lebenstag mit Baytril und vom 38. bis 44. Lebenstag mit Tiamutin therapiert. Die Dosierung betrug in den beiden Versuchen 55,6 g Tiamutin/100 l Tränkwasser und 1 ml Baytril/1 l Tränkwasser. Im Versuch D brach Kokzidiose (*Coccidiosis*) aus. Der gesamte Bestand wurde vom 61. bis 64. Lebenstag mit Sulfenazon (Sulfenazon, Wirkstoff: Sulfaquinoxalin, Fa. Bela-Pharm) bei einer Dosierung von 0,5 g/l Tränkwasser behandelt. Muskator pH-control wurde während der Anwendung von Sulfenazon nicht verwendet.

4.2.11 Mortalität

Die Mortalität variierte stark in den einzelnen Versuchen. Durchschnittlich verendeten in Abhängigkeit vom Versuch und der Haltungsvariante 0 – 37,5 % Kaninchen. Dagegen waren die Unterschiede zwischen den getesteten Haltungsvarianten innerhalb einzelner Versuche gering und nicht signifikant. Mit dem χ^2 -Test nach Pearson konnte innerhalb der Versuche kein Zusammenhang zwischen den Haltungsvarianten und der Mortalität nachgewiesen werden. Zwischen den Geschlechtern wurden bezüglich der Mortalität ebenfalls nur geringe Unterschiede festgestellt. Im Versuch A betrug die durchschnittliche Mortalität 25,5 %, im Versuch B 32,6 %, im Versuch C 2,7 % und im Versuch D 12,0 %.

- **Mortalität – Versuch A**

Im Versuch A verendeten in der Käfighaltung insgesamt 21,7 %, in der Bodenhaltung auf vollperforiertem Kunststoffboden 30,0 % und in der Bodenhaltung mit Stroheinstreu 25,0 % der Kaninchen.

Eine graphische Darstellung der Mortalität im Versuch A in Abhängigkeit von der Haltungsvariante und dem Geschlecht erfolgt in Abbildung 14.

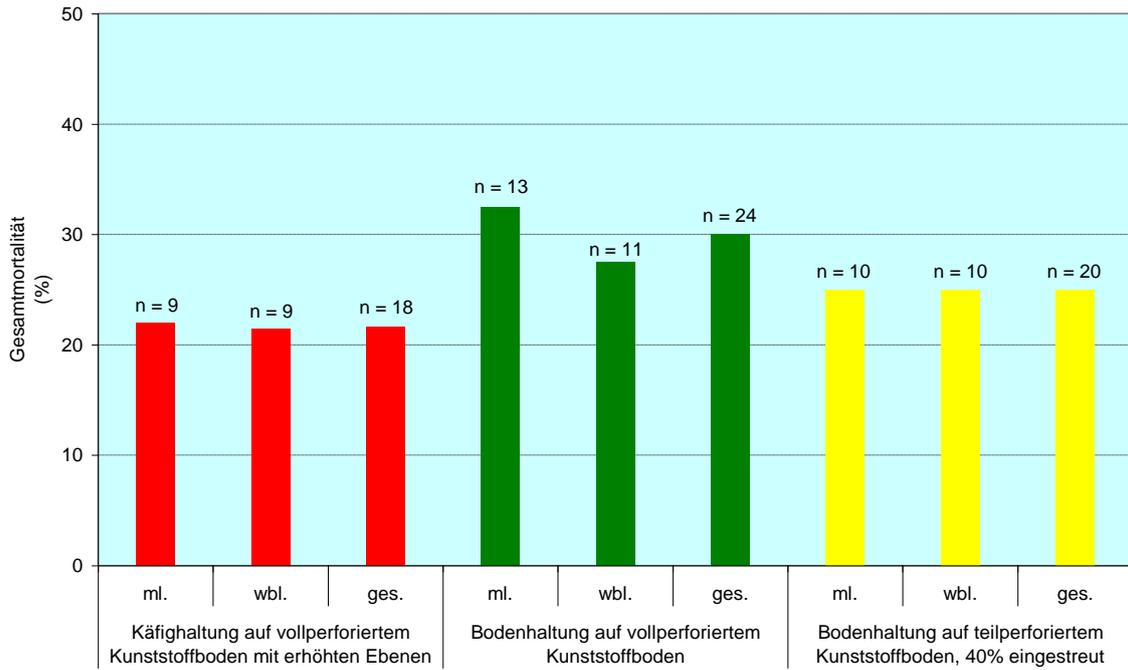


Abb. 14: Mortalität in Abhängigkeit von der Haltungsvariante und dem Geschlecht im Versuch A

Abbildung 15 zeigt den Verlauf der Mortalität im Versuch A. Die meisten Kaninchen verendeten in der 2. und 3. Mastwoche im Alter von 41 bis 55 Lebenstagen.

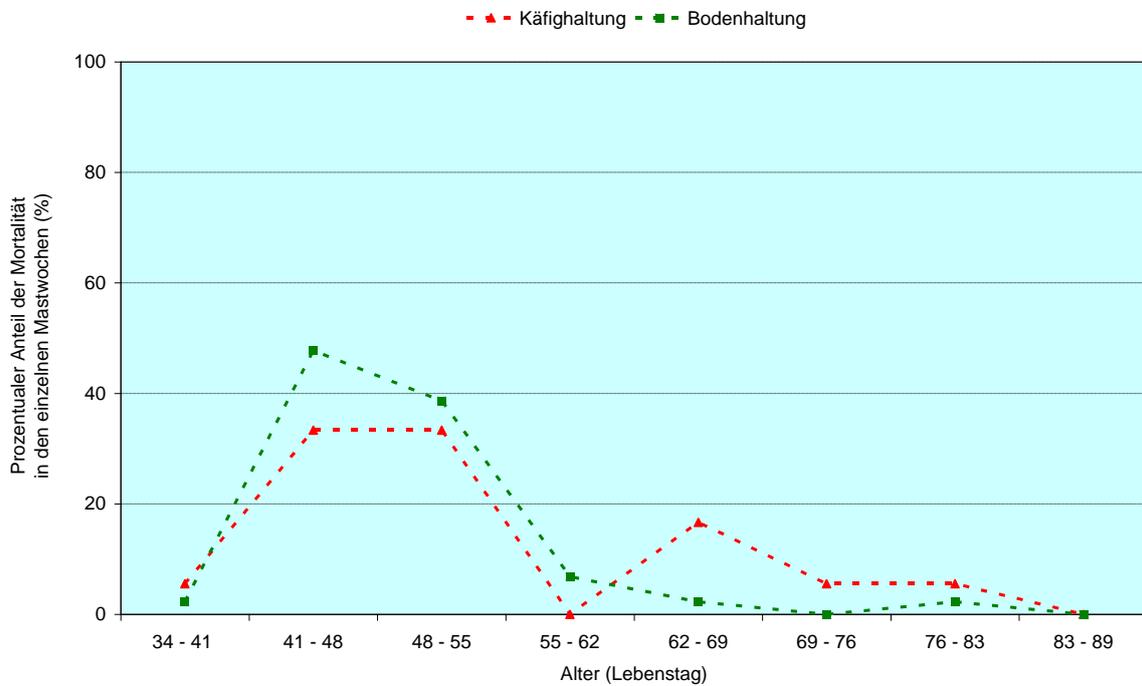


Abb. 15: Verlauf der Mortalität im Versuch A

In der 2. und 3. Mastwoche verendeten in der Käfighaltung 66,7 % und in der Bodenhaltung 86,4 % von allen verendeten Kaninchen.

▪ **Mortalität – Versuch B**

Im Versuch B lag die Mortalität zwischen 29,2 % in der Bodenhaltung mit Stroheinstreu und 37,5 % in der Käfighaltung mit erhöhten Ebenen. In der Käfighaltung ohne erhöhte Ebenen verendeten insgesamt 36,7 % und in der Bodenhaltung auf vollperforiertem Kunststoffboden 32,5 % der Kaninchen.

Eine graphische Darstellung der Mortalität im Versuch B in Abhängigkeit von der Haltungsvariante und dem Geschlecht erfolgt in Abbildung 16.

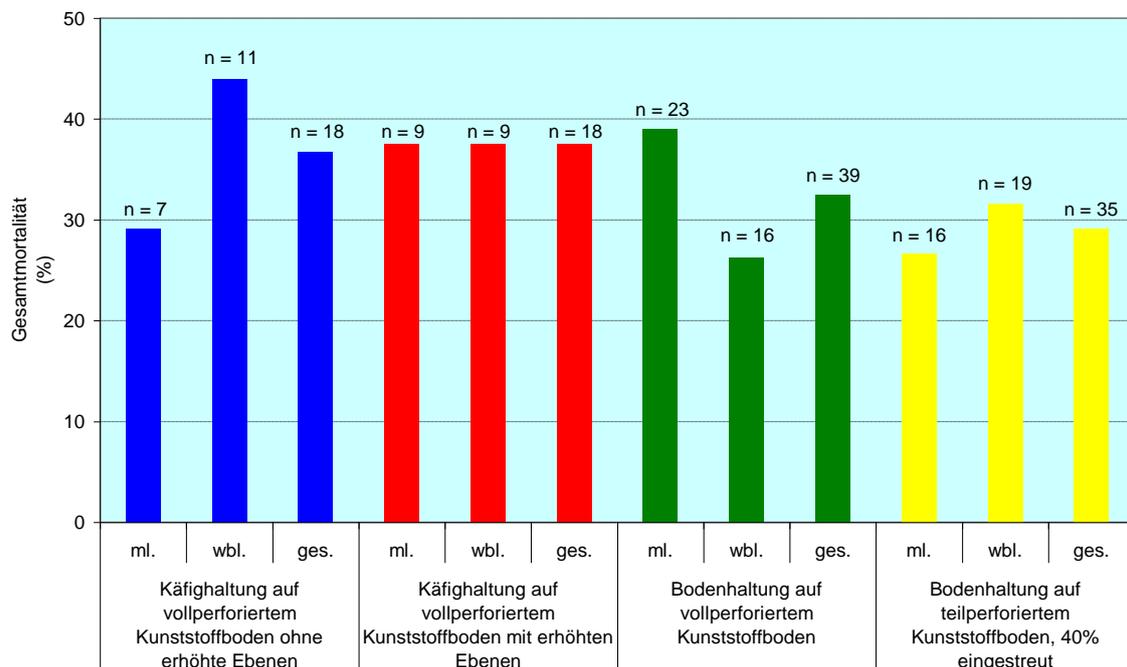


Abb. 16: Mortalität in Abhängigkeit von der Haltungsvariante und dem Geschlecht im Versuch B

Abbildung 17 zeigt den Verlauf der Mortalität im Versuch B. In der Käfighaltung verendeten die meisten Kaninchen in der 2. und 3. Mastwoche im Alter von 34 bis 48 Lebenstagen sowie in der 5. und 6. Mastwoche im Alter von 55 bis 69 Lebenstagen. Dagegen verendeten in der Bodenhaltung die meisten Tiere in der 2. und 3. Mastwoche.

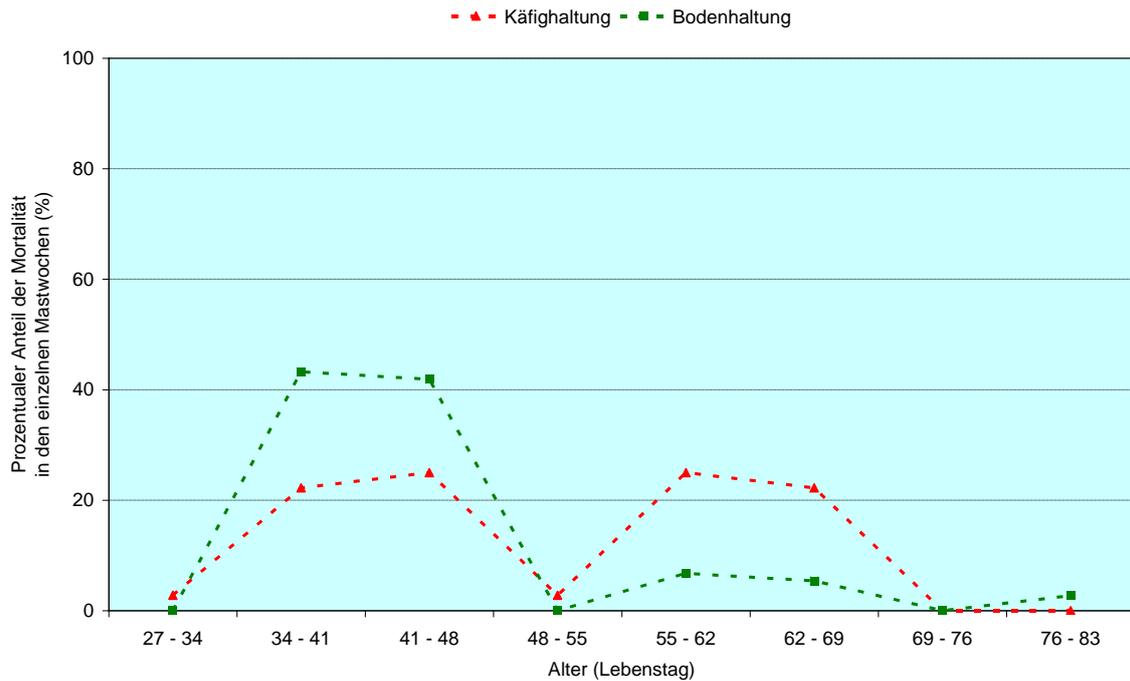


Abb. 17: Verlauf der Mortalität im Versuch B

In der Käfighaltung betrug der prozentuale Anteil der Mortalität sowohl in der 2. und 3. als auch in der 5. und 6. Mastwoche 47,2 %. In der Bodenhaltung verendeten 85,1 % von allen verendeten Kaninchen in der 2. und 3. Mastwoche. Im Vergleich zur Käfighaltung war die Mortalität in der Bodenhaltung in der 5. und 6. Mastwoche geringer und betrug 12,2 % von der Gesamtmortalität.

▪ **Mortalität – Versuch C**

Im Versuch C war die Mortalität sehr gering und lag zwischen 0 % in der Käfighaltung ohne Strohraufen und 3,3 % in der Bodenhaltung. In der Käfighaltung mit Strohraufen verendete ein Kaninchen. Dies entsprach einer Mortalität von 2,08 %.

Eine graphische Darstellung der Mortalität im Versuch C in Abhängigkeit von der Haltungsvariante und dem Geschlecht erfolgt in Abbildung 18.

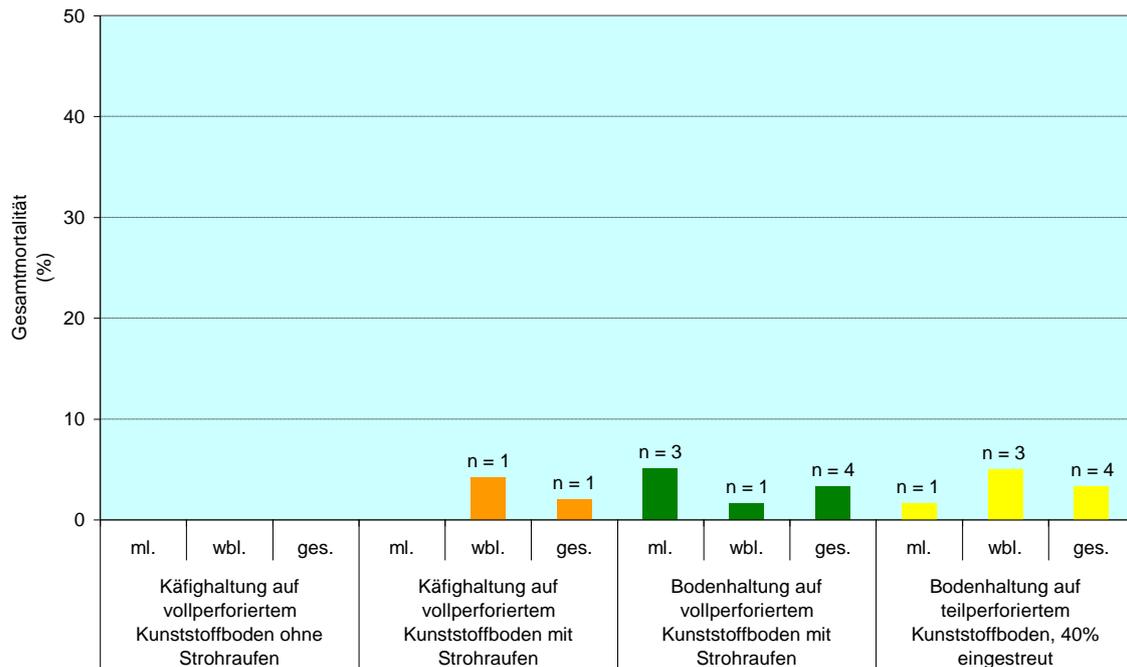


Abb. 18: Mortalität in Abhängigkeit von der Haltungsvariante und dem Geschlecht im Versuch C

Im Versuch C verendeten insgesamt nicht mehr als neun Tiere. Weil die Mortalität so gering war, wurde auf die Darstellung des Verlaufs verzichtet.

▪ **Mortalität – Versuch D**

Im Versuch D lag die Mortalität zwischen 0 % bei den männlichen Kaninchen in den gemischtgeschlechtlichen Versuchsgruppen in der Käfighaltung und 16,7 % bei den männlichen Kaninchen in den gemischtgeschlechtlichen Versuchsgruppen in der Bodenhaltung. In der Käfighaltung verendeten in den männlichen Versuchsgruppen insgesamt 15,6 % und in den weiblichen Versuchsgruppen 12,5 % der Tiere. In den gemischtgeschlechtlichen Versuchsgruppen in der Käfighaltung verendete lediglich ein Weibchen. Dies entsprach einer Mortalität von 3,1 %. In der Bodenhaltung verendeten in den männlichen Versuchsgruppen 15,3 % und in den weiblichen Versuchsgruppen 11,0 % der Tiere. In den gemischtgeschlechtlichen Versuchsgruppen verendeten insgesamt 16,7 % männlicher und 12,5 % weiblicher Kaninchen.

Eine graphische Darstellung der Mortalität im Versuch D in Abhängigkeit von der Haltung, der Gruppenzusammensetzung und dem Geschlecht erfolgt in Abbildung 19.

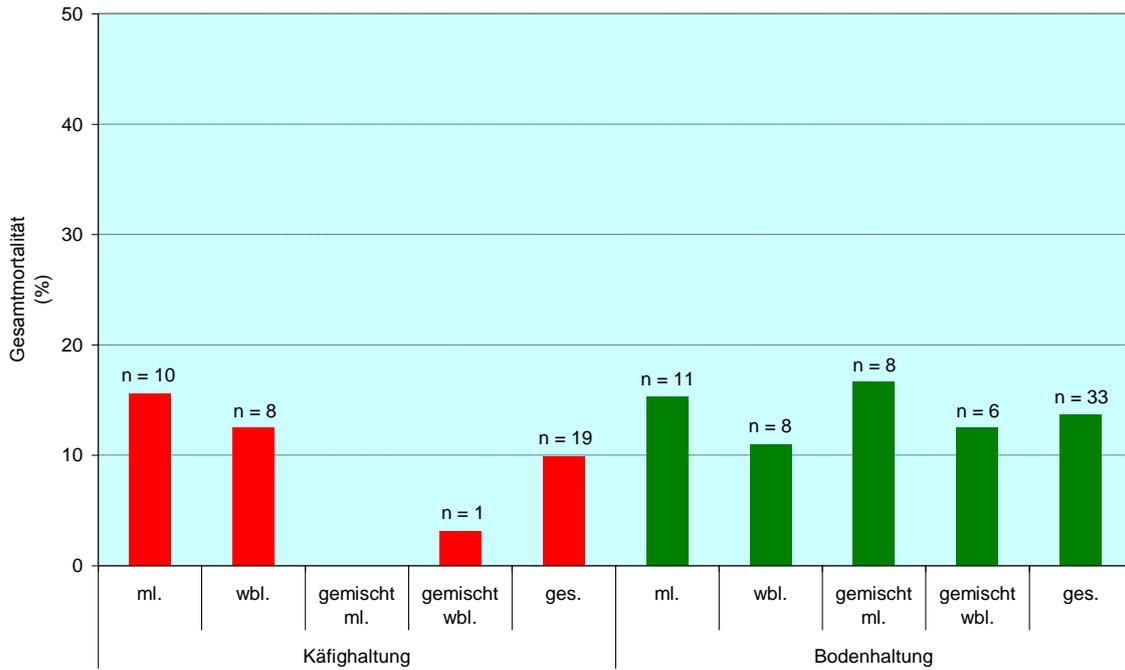


Abb. 19: Mortalität in Abhängigkeit von der Haltung, der Gruppenzusammensetzung und dem Geschlecht im Versuch D

Abbildung 20 zeigt den Verlauf der Mortalität im Versuch D. Im Gegensatz zu den Versuchen A und B verwendete im Versuch D die überwiegende Mehrzahl von Kaninchen in der zweiten Masthälfte. In der Käfighaltung verwendeten die meisten Kaninchen in der 5., 6. und 7. Mastwoche im Alter von 61 bis 82 Lebenstagen. In der Bodenhaltung war die Mortalität am größten in der 5. Mastwoche im Alter von 61 – 68 Lebenstagen und in der 7. und 8. Mastwoche im Alter von 75 – 89 Lebenstagen.

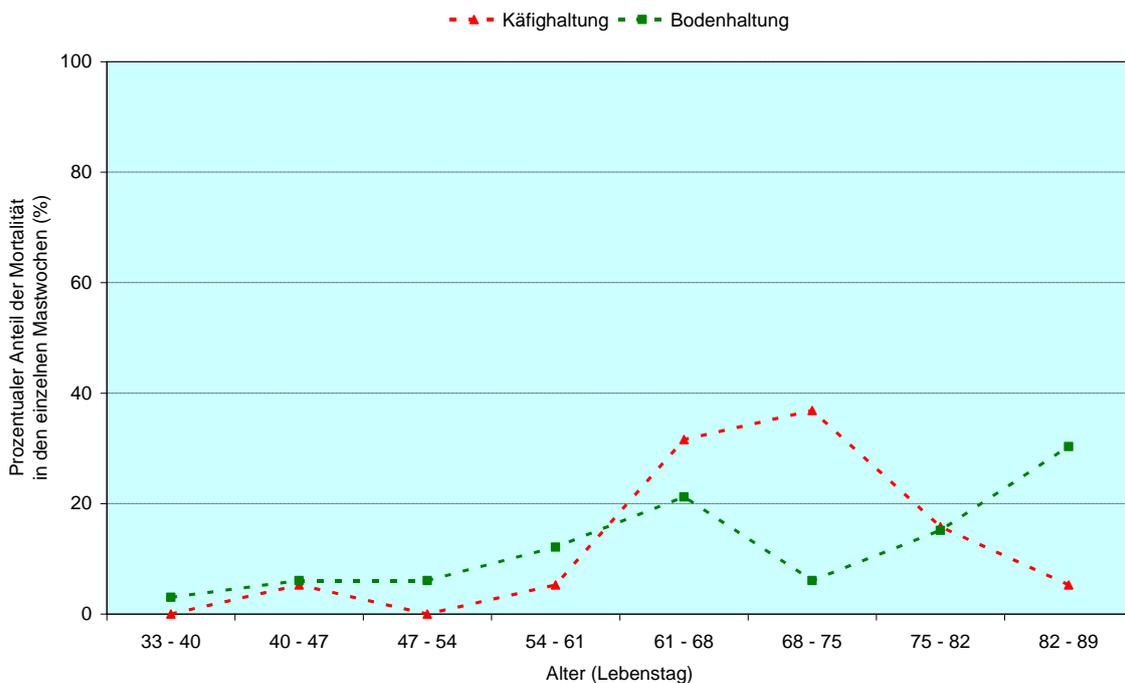


Abb. 20: Verlauf der Mortalität im Versuch D

In der Käfighaltung verendeten in der 5., 6. und 7. Mastwoche 84,2 % von allen verendeten Kaninchen. In der Bodenhaltung verendeten in der 5. Mastwoche 21,2 % und in der 7. und 8. Mastwoche 45,5 % von allen verendeten Kaninchen.

4.3 MASTLEISTUNG

4.3.1 Mastleistung – Versuch A

Im Versuch A wurden 243 Kaninchen im Alter von 34 Lebenstagen mit einer durchschnittlichen Körpermasse von 899 ± 112 g eingestallt. Am Mastende, im Alter von 89 Lebenstagen, erreichten 181 Tiere eine durchschnittliche Körpermasse von 3054 ± 304 g bei einer durchschnittlichen Futtermittelverwertung von $3,47 \pm 0,19$ kg Kraftfutter/kg Zunahme. Die durchschnittliche Masttageszunahme betrug 39 ± 5 g/Tier und Tag und der durchschnittliche tägliche Futterverbrauch 124 ± 12 g/Tier und Tag. Die Mastleistungsergebnisse im Versuch A sind in Tabelle 32 wiedergegeben.

Tab. 32: Mittelwerte (\bar{x}) und Standardabweichungen (s) der Parameter Körpermasse bei der Einstellung und am Mastende, Masttageszunahme, tgl. Futterverbrauch und Futtermittelverwertung – Versuch A

		Käfighaltung auf vollperforiertem Kunststoffboden mit erhöhten Ebenen	Bodenhaltung	
			auf vollperf. Kunststoffboden	auf teilperf. Kunststoffboden, 40% eingestreut
Körpermasse (g)	\bar{x}	904	928	913
(Einstellung)	s	104	106	103
Körpermasse (g)	\bar{x}	3025 ^b	3143 ^a	3003 ^b
(Mastende)	s	250	308	338
Masttageszunahme	\bar{x}	39 ^b	40 ^a	38 ^b
(g/Tier und Tag)	s	3	5	6
Tgl. Futterverbrauch	\bar{x}	124	127	122
(g/Tier und Tag)	s	14	9	9
Futtermittelverwertung	\bar{x}	3,45	3,53	3,49
(kg Futter/kg Zunahme)	s	0,23	0,11	0,11

Mittelwerte mit gleichen Buchstaben sind nicht signifikant verschieden ($p > 0,05$).

Im Versuch A erreichten die Kaninchen in der Bodenhaltung auf vollperforiertem Kunststoffboden signifikant größere durchschnittliche Körpermasse und Masttageszunahme als die Kaninchen in der Käfighaltung sowie in der Bodenhaltung mit Stroheinstreu. Beim täglichen Futterverbrauch und bei der Futtermittelverwertung wurden keine signifikanten Unterschiede festgestellt.

4.3.2 Mastleistung – Versuch B

Im Versuch B wurden 336 Kaninchen im Alter von 27 Lebenstagen mit einer durchschnittlichen Körpermasse von 569 ± 82 g eingestallt. Am Mastende, im Alter von 83 Lebenstagen, erreichten 227 Tiere eine durchschnittliche Körpermasse von

2642 ± 303 g bei einer durchschnittlichen Futtermittelverwertung von 3,40 ± 0,36 kg Kraftfutter/kg Zunahme. Die durchschnittliche Masttageszunahme betrug 37 ± 5 g/Tier und Tag und der durchschnittliche tägliche Futtermittelverbrauch 111 ± 11 g/Tier und Tag. Die Mastleistungsergebnisse im Versuch B sind in Tabelle 33 wiedergegeben.

Tab. 33: Mittelwerte (\bar{x}) und Standardabweichungen (s) der Parameter Körpermasse bei der Einstallung und am Mastende, Masttageszunahme, tgl. Futtermittelverbrauch und Futtermittelverwertung – Versuch B

		Käfighaltung		Bodenhaltung	
		auf vollperf. Kunststoffboden ohne erhöhte Ebenen	mit erhöhten Ebenen	auf vollperf. Kunststoffboden	auf teilperf. Kunststoffboden, 40% eingestreut
Körpermasse (g) (Einstellung)	\bar{x} s	608 ^a 72	634 ^a 86	547 ^b 73	555 ^b 78
Körpermasse (g) (Mastende)	\bar{x} s	2783 ^a 222	2722 ^{ab} 334	2643 ^{bc} 313	2560 ^c 284
Masttageszunahme (g/Tier und Tag)	\bar{x} s	39 ^a 4	38 ^{ab} 5	37 ^a 5	36 ^b 5
Tgl. Futtermittelverbrauch (g/Tier und Tag)	\bar{x} s	111 11	109 14	113 7	112 3
Futtermittelverwertung (kg Futter/kg Zunahme)	\bar{x} s	3,33 0,42	3,48 0,44	3,40 0,14	3,36 0,06

Mittelwerte mit gleichen Buchstaben sind nicht signifikant verschieden ($p > 0,05$).

In der Käfighaltung ohne erhöhte Ebenen waren die Kaninchen am Mastende signifikant schwerer als in der Bodenhaltung auf vollperforiertem Kunststoffboden sowie in der Bodenhaltung mit Stroheinstreu. Zudem erreichten sie eine signifikant größere Masttageszunahme als die Kaninchen in der Bodenhaltung mit Stroheinstreu. Die Kaninchen in der Käfighaltung mit erhöhten Ebenen waren am Mastende signifikant schwerer als die Kaninchen in der Bodenhaltung mit Stroheinstreu. In der Bodenhaltung auf vollperforiertem Kunststoffboden erreichten die Kaninchen eine signifikant größere Masttageszunahme als die Kaninchen in der Bodenhaltung mit Stroheinstreu. Beim täglichen Futtermittelverbrauch und bei der Futtermittelverwertung wurden keine signifikanten Unterschiede festgestellt.

4.3.3 Mastleistung – Versuch C

Im Versuch C wurden 336 Kaninchen im Alter von 31 Lebenstagen mit einer durchschnittlichen Körpermasse von 781 ± 56 g eingestallt. Am Mastende, im Alter von 87 Lebenstagen, erreichten 328 Tiere eine durchschnittliche Körpermasse von 3104 ± 187 g bei einer durchschnittlichen Futtermittelverwertung von 3,51 ± 0,11 kg Kraftfutter/kg Zunahme. Die durchschnittliche Masttageszunahme betrug 41 ± 3 g/Tier und Tag und der durchschnittliche tägliche Futtermittelverbrauch 146 ± 8 g/Tier und Tag. Die Mastleistungsergebnisse im Versuch C sind in Tabelle 34 wiedergegeben.

Tab. 34: Mittelwerte (\bar{x}) und Standardabweichungen (s) der Parameter Körpermasse bei der Einstellung und am Mastende, Masttageszunahme, tgl. Futterverbrauch und Futterverwertung – Versuch C

		Käfighaltung		Bodenhaltung	
		auf vollperf. Kunststoffboden ohne Strohraufen	mit Strohraufen	auf vollperf. Kunststoffboden mit Strohraufen	auf teilperf. Kunststoffboden, 40% eingestreut
Körpermasse (g)	\bar{x}	786	773	777	790
(Einstellung)	s	70	58	44	24
Körpermasse (g)	\bar{x}	3187 ^a	3061 ^b	3088 ^{ab}	3024 ^b
(Mastende)	s	213	183	82	153
Masttageszunahme	\bar{x}	43 ^a	41 ^b	41 ^{ab}	40 ^b
(g/Tier und Tag)	s	3	3	1	3
Tgl. Futterverbrauch	\bar{x}	150	143	146	141
(g/Tier und Tag)	s	9	5	6	8
Futterverwertung	\bar{x}	3,49	3,51	3,53	3,55
(kg Futter/kg Zunahme)	s	0,11	0,11	0,12	0,10

Mittelwerte mit gleichen Buchstaben sind nicht signifikant verschieden ($p > 0,05$).

Die Kaninchen in der Käfighaltung ohne Strohraufen waren signifikant schwerer und erreichten eine signifikant größere Masttageszunahme als die Kaninchen in der Käfighaltung mit Strohraufen sowie in der Bodenhaltung mit Stroheinstreu. Beim täglichen Futterverbrauch und bei der Futterverwertung wurden keine signifikanten Unterschiede festgestellt.

4.3.4 Mastleistung – Versuch D

Im Versuch D wurden 433 Kaninchen im Alter von 33 Lebenstagen mit einer durchschnittlichen Körpermasse von 883 ± 50 g eingestellt. Am Mastende, im Alter von 89 Lebenstagen, erreichten 381 Tiere eine durchschnittliche Körpermasse von 3033 ± 184 g bei einer durchschnittlichen Futterverwertung von $3,56 \pm 0,18$ kg Kraftfutter/kg Zunahme. Die durchschnittliche Masttageszunahme betrug 38 ± 3 g/Tier und Tag und der durchschnittliche tägliche Futterverbrauch 133 ± 8 g/Tier und Tag. Die Mastleistungsergebnisse im Versuch D sind in Tabelle 35 wiedergegeben.

Tab. 35: Mittelwerte (\bar{x}) und Standardabweichungen (s) der Parameter Körpermasse bei der Einstellung und am Mastende, Masttageszunahme, tgl. Futterverbrauch und Futterverwertung – Versuch D

		Käfighaltung				ges.	Bodenhaltung				ges.
		ml.	wbl.	gemischt ml.	wbl.		ml.	wbl.	gemischt ml.	wbl.	
Körpermasse (g) (Einstellung)	\bar{x}	857	886	898	893	884	864	902	870	889	881
	s	47	43	63	56	54	37	24	24	29	29
Körpermasse (g) (Mastende)	\bar{x}	3009	3065	3018	3080	3043	3010	3013	2947	3004	2991
	s	199	153	255	185	199	16	48	59	131	77
Masttageszunahme (g/Tier und Tag)	\bar{x}	38	39	38	39	39	38	38	37	38	38
	s	4	2	5	3	4	1	1	1	2	1
Tgl. Futterverbrauch (g/Tier und Tag)	\bar{x}	132	131	137		133	132	131	130		131
	s	8	9	8		9	3	3	5		4
Futterverwertung (kg Futter/kg Zunahme)	\bar{x}	3,59	3,51	3,56		3,55	3,58	3,61	3,63		3,61
	s	0,20	0,19	0,17		0,18	0,06	0,19	0,15		0,13

Im Versuch D wurden beim Vergleich der getesteten Haltungsverfahren bezüglich der Mastleistung keine signifikanten Unterschiede festgestellt.

5 DISKUSSION

Die Kaninchen bewegten sich in der Bodenhaltung signifikant häufiger fort als in der Käfighaltung. Die geringere Häufigkeit der Lokomotion in der Käfighaltung kann v. a. auf die insgesamt sehr kleine Bewegungsfläche der geprüften Käfige zurückgeführt werden. In der Bodenhaltung führten die Tiere intensive Bewegungen mit mehreren aufeinanderfolgenden Sprüngen häufig aus. Die Käfige waren dagegen zu klein um den Kaninchen dies zu ermöglichen. Diese intensiven Bewegungsabläufe waren durch die sehr kleine Nutzfläche der Käfige physisch stark eingeschränkt bzw. nicht ausführbar. In den Käfigen mit erhöhten Ebenen war die Nutzfläche insgesamt $0,48 \text{ m}^2$ groß. Im Vergleich dazu war die Nutzfläche der Bodenabteile mit $3,06 \text{ m}^2$ mehr als 6-fach größer. Die Besatzdichte unterschied sich dagegen zwischen der Käfig- und Bodenhaltung nur geringfügig und betrug $8,3 \text{ Tiere/m}^2$ ($1200 \text{ cm}^2/\text{Tier}$) in den Käfigen und $7,8 \text{ Tiere/m}^2$ ($1275 \text{ cm}^2/\text{Tier}$) in den Bodenabteilen. Bei gleichbleibender Besatzdichte werden jedoch die Bewegungsmöglichkeiten mit zunehmender Gruppengröße verbessert (BESSEI, 2005; EFSA, 2005a; EFSA, 2005b). Wenn die Kaninchen eng aneinander liegen entstehen freie Flächen. Diese können von den Tieren für die Lokomotion benutzt werden (BIGLER, 1993; BIGLER und OESTER, 1994; ROMMERS und MEIJERHOF, 1998). Dadurch stand den Kaninchen in den Bodenabteilen eine wesentlich größere Bewegungsfläche als in den Käfigen zur Verfügung. Die Beobachtungen zeigten, dass die intensiven Bewegungen in arttypischer Form erst bei dieser Flächengröße möglich waren. In einer Untersuchung von MARTRENCHAR et al. (2001) wurden die nacheinander folgenden Sprünge in größeren Gruppen bei gleichbleibender Besatzdichte häufiger beobachtet als in kleineren Gruppen. Die Lokomotionsdauer wurde durch die Gruppengröße nicht signifikant beeinflusst.

PRINCZ et al. (2007; 2008a) stellten fest, dass die Kaninchen in größeren Gruppen mit 13 Kaninchen je Gruppe signifikant weniger ruhten, bewegten sich mehr fort und zeigten auch mehr Sozial- und Erkundungsverhalten als die Kaninchen in der Paarhaltung. Die Unterschiede zwischen den Gruppengrößen waren bei gleicher Besatzdichte von 16 Tieren/m^2 hoch signifikant. Dagegen wurde die Aktivität der Kaninchen in einer Untersuchung von ROMMERS und MEIJERHOF (1998) durch die verschiedenen Gruppengrößen von 6 – 54 Kaninchen bei ähnlicher Besatzdichte von 17 Tieren/m^2 nicht wesentlich beeinflusst. Obwohl den Tieren in den größeren Gruppen mehr Bewegungsfläche zur Verfügung stand, beobachteten die Autoren keine Vergrößerung der Aktivität. Im Gegensatz zur Gruppengröße werden mit zunehmender Besatzdichte die Bewegungsmöglichkeiten reduziert. Dies zeigt sich in einer Verringerung der lokomotorischen Aktivität. MORISSE und MAURICE (1997) stellten bei zehn Wochen alten Kaninchen eine tendenzielle Reduzierung der Lokomotion bei Besatzdichten größer als $15,3 \text{ Tiere/m}^2$ fest. Im Alter von zehn Wochen ruhten die Kaninchen bei der Besatzdichte von 23 Tieren/m^2 signifikant mehr als bei den Besatzdichten von $15,3 - 20,4 \text{ Tieren/m}^2$. Die Gruppengröße lag dabei im Bereich von sechs bis neun Kaninchen. In einer Untersuchung von BIGLER und OESTER (2000) waren die Kaninchen in Gruppen von 15 Tieren bei einem Flächenangebot von $2500 \text{ cm}^2/\text{Tier}$ signifikant aktiver als die Kaninchen in Gruppen von 15 bzw. 24 Tieren und bei einem Flächenangebot von $1500 \text{ cm}^2/\text{Tier}$. In 15-er-Gruppen bewegten sich die Kaninchen bei einem Flächenangebot von $2500 \text{ cm}^2/\text{Tier}$ im Vergleich zu $1500 \text{ cm}^2/\text{Tier}$ mehr fort. Um den Flächenangebot auf $1500 \text{ cm}^2/\text{Tier}$ zu reduzieren wurden in diesem Fall die Bodenabteile entsprechend verkleinert. Dadurch stand den Kaninchen bei größerem Flächenangebot auch insgesamt eine größere Bewegungsfläche zur Verfügung. Dies wirkte sich offensichtlich positiv auf die Fortbewegung aus. Die Vergrößerung der Besatzdichte durch die Haltung von 24 Tieren pro Gruppe hatte dagegen keinen Einfluss auf die Fortbewegung. Ferner stellte

REITER (1995) fest, dass das Verhalten der Kaninchen bei einer gleichbleibenden Besatzdichte von 5 Tieren/m² durch die Gruppengröße signifikant beeinflusst wurde. Die Tiere bewegten sich in größeren Gruppen häufiger fort. Obwohl hoch signifikant, waren die absoluten Unterschiede jedoch nur gering. Bei sehr geringen Besatzdichten wirkt sich der Effekt der Gruppengröße vermutlich nicht so stark aus. Den Kaninchen stand bei dieser Besatzdichte auch in den kleinsten Gruppen von vier Tieren offensichtlich eine ausreichende Bewegungsfläche zur Verfügung.

Zudem kann die Gruppengröße die Bewegungsaktivität auch über soziale Faktoren beeinflussen. Die Tiere erhalten in größeren Gruppen vermutlich mehr Bewegungsanreize durch die Artgenossen. Dieser so genannte Mitnahmeeffekt konnte beispielsweise bei Broilern bei bestimmten Gruppengrößen beobachtet werden. In den 20-er-Gruppen konnte z. B. größere Aktivität als in Gruppen mit zehn Tieren beobachtet werden (REITER und BESSEI, 1999). In einer Untersuchung von CHU et al. (2004) bewegten sich in Paaren gehaltene Kaninchen in Doppelkäfigen signifikant mehr fort als die einzeln gehaltenen. In der Paarhaltung stand den Kaninchen jedoch auch eine doppelt so große Käfigfläche als in der Einzelhaltung zur Verfügung. Dies könnte neben der sozialen Stimulation eine wichtige Ursache für die Vergrößerung der lokomotorischen Aktivität sein.

Insbesondere das Hoppeln und Springlaufen (KRAFT, 1979) mit mehreren Bewegungsfolgen nacheinander konnten in den 50 cm breiten und 70 cm tiefen Käfigen in den vorliegenden Untersuchungen wegen der räumlichen Enge nur modifiziert bzw. nicht ausgeführt werden. In einer Untersuchung von LEHMANN (1987) trat beispielsweise das Hoppeln in den Käfigen mit Abmessungen von 45 x 40 cm beinahe nicht auf. Nur sehr junge und kleine Kaninchen konnten in diesen Käfigen hoppeln. Das Springen und Rennen war ebenfalls nicht möglich. Der Autor schlussfolgerte, dass ein weißes Neuseeländer Kaninchen im Alter von über 60 Tagen für einen normalen Hoppelsatz wenigstens eine doppelt so große Fläche benötigt. Als Folge dieses Umstandes wurden diese Bewegungsformen in einer modifizierten Form und seltener als unter seminaturalen Umweltbedingungen ausgeführt. In einer Untersuchung von ŠTUHEC et al. (2005) sprangen die Kaninchen nur sehr wenig. Die jüngeren Kaninchen sprangen signifikant mehr als die älteren. Den Autoren nach könnte dies durch den Platzmangel verursacht werden. Darüber hinaus stellten GUNN und MORTON (1995) beispielsweise nur eine sehr geringe lokomotorische Aktivität von ausgewachsenen Laborkaninchen in der Käfighaltung fest. Die Einschränkung der Bewegungsmöglichkeiten war insbesondere nachtsüber deutlich zu erkennen. Die Kaninchen waren in dieser normalerweise aktiven Phase des Tages inaktiv. Sie ruhten und führten darüber hinaus Stereotypien aus. Die Autoren sind der Meinung, dass die ausgewachsenen Laborkaninchen bei einer durchschnittlichen Körperlänge von 75 cm in den 49 cm breiten und 61 cm tiefen Laborkäfigen fürs Hoppeln zu wenig Platz haben. Diesbezüglich stellten beispielsweise CHU et al. (2004) fest, dass die Vergrößerung der Käfigfläche (Einzel- im Vergleich zu Doppelkäfig) und/oder Paarhaltung im Vergleich zu Einzelhaltung die Lokomotion signifikant steigerten. In einer Untersuchung von VERGA et al. (2004) ruhten die in Paaren gehaltenen Kaninchen bei einem Flächenangebot von 1045 cm²/Tier signifikant weniger als die Kaninchen die in Gruppen von drei und vier Tieren und bei einem Flächenangebot von 697 bzw. 522 cm² gehalten wurden. Darüber hinaus bewegten sich die in Paaren gehaltenen Kaninchen mehr fort. Die lokomotorische Aktivität war in diesem Fall in Gruppen mit drei und vier Kaninchen wegen der insgesamt kleinen Fläche stark eingeschränkt.

In den vorliegenden Untersuchungen wurden in Käfigen häufig Ansätze zu intensiven Bewegungsabläufen beobachtet, welche häufig abgebrochen oder in einer angepassten Form ausgeführt wurden. Die Tiere rannten gelegentlich intensiv in Kreisen. Zum Ende

der Mast war dies nur noch durch das Überlaufen oder das Überspringen der Gruppenmitglieder möglich. Dieses Verhalten beobachteten auch MARTRENCAR et al. (2001). Die Häufigkeit war in Käfigen mit sechs Tieren bei gleicher Besatzdichte höher als in Abteilen mit 24 Tieren. Hier zeigte sich offensichtlich wieder der positive Effekt von größeren Gruppen. Mastkaninchen führten in einer Untersuchung von LEHMANN und WIESER (1984) das „Wenden“ und „Rutschen“ in Käfigen in ihrer Form und Häufigkeit normal aus. Im Gegensatz dazu wurde das Hoppeln selten und wegen der räumlichen Einschränkung nur ansatzweise ausgeführt. Die Tiere brachen ihre Sprünge vorzeitig ab. Die intensiven spielerischen Bewegungen traten nicht auf. Die Kaninchen zeigten dagegen zwei neue, durch die räumliche Einschränkung verursachte, Bewegungsweisen. Diese wurden als „Kreisen“ und „Parade“ bezeichnet. Die beobachteten Veränderungen der Bewegungsabläufe wurden als eine Anpassung interpretiert. Wurde den in den Käfigen gehaltenen Kaninchen Auslauf geboten, zeigten sie im Käfig deutlich weniger solche modifizierten Bewegungsweisen als die Kaninchen der Kontrollgruppen ohne Auslauf. Durch die mit der Käfighaltung einhergehende Einschränkung der Lokomotion wurde auch die Konstitution der Tiere beeinträchtigt. Nach zwei Monaten Käfighaltung konnten die Kaninchen, auch wenn sie genügend Platz hatten, nicht mehr normal hoppeln. BIGLER (1993) und BIGLER und OESTER (1994) stellten dagegen bei der Überprüfung von zwei Käfigen für die Mastkaninchen fest, dass die erhöhten Ebenen und ein genügend großer Platz in den geprüften Käfigen sich positiv auf die Fortbewegung und Kondition der Masttiere auswirkten.

Die Kaninchen sind bewegungsaktive Tiere mit einem ausgeprägten Erkundungsverhalten. Unklar bleibt jedoch, ob und inwieweit für Kaninchen eine größere Fläche ein ethologischer Bedarf darstellt und für die Erhaltung der physiologischen Funktionen notwendig ist. Um zu ermitteln, welche Bedeutung die Flächengröße für die Tiere darstellt, führten SCHEFFLER et al. (2003) Untersuchungen durch, in denen die Kaninchen in einer Konditionierungsanlage die Bodenfläche verändern konnten. Es wurde festgestellt, dass die Tiere sich zur Zeit des Aktivitätsmaximums eine größere Fläche erarbeiteten. Die Kaninchen zeigten eine große Motivation zum Laufen und Springen.

Das Muskel-Knochen-System ist eine dynamische funktionelle Einheit. Der biomechanische Gebrauch stellt in diesem Zusammenhang den wichtigsten Stimulus fürs Aktivieren des Knochensystems dar. Die lokomotorische Aktivität fördert und reguliert die Knochenentwicklung. Das Verhältnis zwischen Knochenauf- und -abbauprozessen sowie die Knochenumbauprozesse passen sich den mechanischen Belastungen an. Die einwirkenden mechanischen Kräfte führen dabei zu einer entsprechenden Verformung der Knochen (SCHÖNAU et al., 1996). Unter physiologischen Verhältnissen werden die größten auf die Knochen wiederholt einwirkenden Kräfte von den Muskeln generiert (RUNGE et al., 2002). Die Muskelkraft ist somit der führende knochenkraftbestimmende Faktor (SCHIESSL et al., 1996). Sowohl die Morphologie des Knochens als auch seine Festigkeit werden durch die mechanische Beanspruchung bestimmt. Die Ergebnisse von SCHÖNAU et al. (2000) zeigten beispielsweise eine starke Korrelation zwischen der Muskelquerschnitt- und der Kortikalisquerschnittsfläche der Speiche. Zudem stellten SCHÖNAU et al. (2002) beim Menschen ein lineares Verhältnis zwischen Muskelquerschnittsfläche und dem Knochenmineralgehalt fest.

Durch die pQCT-Untersuchungen der Femora und Tibiae von zufällig ausgewählten Kaninchen sollte in den vorliegenden Untersuchungen herausgefunden werden, ob und inwieweit die unterschiedliche lokomotorische Aktivität die Knochenentwicklung beeinflusste. Die gesteigerte lokomotorische Aktivität in der Bodenhaltung zeigte positive Auswirkungen auf die untersuchten Knochen. Im Versuch B waren die meisten erfassten

pQCT-Knochenparameter bei den Kaninchen aus der Bodenhaltung größer als bei denen aus der Käfighaltung. Insbesondere die morphologischen pQCT-Knochenparameter unterschieden sich zwischen der Käfig- und Bodenhaltung deutlich. Die Querschnittsfläche, die Kortikalisfläche, der Gesamt- und Kortikalisinhalt sowie auch die polar-, x- und y-achse bezogenen Festigkeitsindex der untersuchten Femora und Tibiae waren bei den Kaninchen aus der Bodenhaltung größer als bei den Kaninchen aus der Käfighaltung. Die Unterschiede waren insbesondere in der Diaphyse der vorgenannten Knochen deutlich zu erkennen.

Die Gesamt- und Kortikalisdichte unterschieden sich dagegen zwischen der Käfig- und Bodenhaltung zum größten Teil nicht wesentlich. Häufig waren die Dichtewerte der untersuchten Knochen der Kaninchen aus der Käfighaltung sogar größer als bei den Kaninchen aus der Bodenhaltung. Ein ähnliches Phänomen beobachteten auch HAAPASALO et al. (2000) bei Tennisspielern. Die Knochenmineraldichte ist jedoch kein guter Indikator für Knochenstabilität, v. a. nicht für die Röhrenknochen. Bei gleichbleibender Kortikalisdichte und -dicke vergrößert sich z. B. mit dem Knochendurchmesser deutlich die Kortikalisfläche und der Kortikalisinhalt. Die Knochenstabilität nimmt dadurch erheblich zu. Die Gesamtdichte korreliert gut mit der Knochenstabilität nur, wenn die Größenunterschiede der Knochen vernachlässigbar sind (SCHOENAU et al., 2002).

Weil die Materialeigenschaften relativ konstant bleiben, reagiert das Skelettsystem bei veränderter Belastung mit Strukturveränderungen. Die jeweilige Architektur eines Knochens wird durch die eingeleiteten Kräfte über die Mikroverformung des Knochenmaterials bestimmt (RUNGE et al., 2002). In Abhängigkeit von der vorherrschenden Größe und Modalität der Belastung wird eine mechanisch sinnvolle Knochenarchitektur entwickelt (HEINONEN et al., 2002). Die Vergrößerung der Querschnittsfläche des gesamten Knochens und der Kortikalisdicke sind dabei die wichtigsten Anpassungsmechanismen des wachsenden Knochens auf die einwirkenden biomechanischen Belastungen. Die Anpassung erfolgt also v. a. durch geometrische Knochenveränderung (SCHÖNAU, 1998). Die Festigkeit eines Knochens ergibt sich bei konstanten Materialeigenschaften aus dem Knochenquerschnitt. Die Knochenmasse und -dichte sind dabei jeweils nur Teilkomponenten und müssen stets im Zusammenhang interpretiert werden (RUNGE et al., 2002). Bei gleichbleibender Kortikalismasse ändert sich die Knochenstärke durch die unterschiedliche Knochenmaterialverteilung bei den Knochen mit unterschiedlichem Durchmesser (SCHOENAU et al., 2001). Beispielsweise erfolgte eine Vergrößerung der Kortikalisfläche bei Hühnern, die Übungen unter zusätzlicher Belastung absolvierten, hauptsächlich durch periostale Anlagerung der Knochensubstanz. Dadurch vergrößerte sich die Querschnittsfläche des Knochens. Die Architektur des Knochens wurde den größeren Belastungen angepasst (BIEWENER und BERTRAM, 1992; BIEWENER und BERTRAM, 1994).

Im Versuch B wurden signifikante Effekte zwischen der Käfig- und Bodenhaltung insbesondere bei den Festigkeitsindex der Knochen gefunden. Aus diesen Messungen geht hervor, dass die Kaninchen in der Bodenhaltung stärkere Knochen hatten. SCHIESSL et al. (1996) stellten z. B. eine starke lineare Korrelation zwischen der Muskelkraft und dem SSI-Index fest. Mit Hilfe der Knochenfestigkeitsindex können jedoch nur diejenigen Veränderungen der mechanischen Eigenschaften der Knochen erfasst oder vorhergesagt werden, die durch die Knochenarchitektur und/oder Mineralisation bestimmt werden.

Im Gegensatz zu den vorliegenden Untersuchungen wurde in der Untersuchung von ROMMERS und MEIJERHOF (1998) sowohl die lokomotorische Aktivität als auch die Tibiastärke der Kaninchen durch die Gruppengröße nicht wesentlich beeinflusst. Obwohl den Tieren in größeren Gruppen mehr Bewegungsfläche zur Verfügung stand, bewegten

sie sich nicht mehr fort. Ein Grund dafür könnte sein, dass den Tieren bei getesteten Gruppengrößen von 6 – 54 Tieren und bei einer Besatzdichte von 17 Tieren/m² trotz der relativen Vergrößerung der Bewegungsfläche bei gleichbleibender Besatzdichte und zunehmender Gruppengröße immer noch zu wenig Platz zu Verfügung stand, um die lokomotorische Aktivität genügend zu stimulieren. MARTRENCAR et al. (2001) ermittelten die Masse, den Durchmesser und die Bruchfestigkeit der Femora von Kaninchen, die bei verschiedenen Gruppengrößen gehalten wurden. Sie stellten dabei fest, dass diese Parameter in den Gruppen mit jeweils 24 Tieren im Vergleich zu den kleineren Gruppen mit jeweils sechs Tieren größer waren.

Positive Auswirkungen der lokomotorischen Aktivität wurden beispielsweise auch bei Broilern nachgewiesen. Diesbezüglich stellte RUTTEN (2000) einen positiven Einfluss des Trainings auf die Knochenentwicklung und Bein stabilität bei Broilern fest. Das Lauftraining wirkte sich günstig auf die Knochenentwicklung aus und reduzierte die Beinschäden. Die größere physische Aktivität der trainierten Tiere hatte dagegen keinen negativen Einfluss auf das Wachstum dieser Tiere. Die positive Beeinflussung der Bein stabilität von Broilern durch die gesteigerte Laufaktivität bestätigten auch die Ergebnisse von ĐJUKIĆ (2006).

In Versuchen B und C wurde u. a. die Nutzung von erhöhten Ebenen analysiert. Um den Einfluss von erhöhten Ebenen innerhalb der Käfighaltung ermitteln zu können wurde im Versuch B nur die Hälfte der Käfige mit erhöhten Ebenen ausgestattet. Durch die erhöhten Ebenen wurden sowohl das Verhalten als auch die Knochenentwicklung positiv beeinflusst. Die Bewegungsfläche wurde durch die erhöhten Ebenen um 1500 cm² bzw. 45 % vergrößert. In den Käfigen mit erhöhten Ebenen war die Bewegungsfläche zuzüglich erhöhte Ebene insgesamt 0,48 m² und in den Käfigen ohne erhöhte Ebene 0,33 m² groß. In der Bodenhaltung standen die erhöhten Ebenen den Kaninchen in allen Bodenabteilen zur Verfügung. Im Versuch A stand den Kaninchen je Bodenabteil nur eine erhöhte Ebene zur Verfügung. In den Versuchen B, C und D wurden je Bodenabteil zwei erhöhte Ebenen von jeweils 3200 cm² eingebracht. Dadurch wurde die Nutzfläche um 6400 cm² bzw. 26 % vergrößert.

Die Kaninchen nutzten, wie in der Untersuchung von WAGNER et al. (2009b), die erhöhten Ebenen bereits zu Mastbeginn problemlos. Die erhöhten Ebenen wurden sowohl im Versuch B als auch im Versuch C von Kaninchen sehr viel genutzt. Im Versuch B befanden sich während der Beobachtungszeit durchschnittlich 42 % und im Versuch C 33 % der Kaninchen auf den erhöhten Ebenen. Die Unterschiede zwischen den einzelnen Haltungsverfahren innerhalb der einzelnen Versuche waren sehr gering und nicht signifikant. Einen ähnlichen durchschnittlichen Anteil von Mastkaninchen auf den erhöhten Ebenen stellten mit durchschnittlich 43,9 % auch WAGNER et al. (2009b) fest. Darüber hinaus erkannten WAGNER et al. (2009b) eine deutliche Tagesrhythmik des Aufenthaltes auf den erhöhten Ebenen. In der Nacht wurden die erhöhten Ebenen signifikant mehr als am Tag genutzt. Insbesondere bezogen auf die Dunkelphase änderte sich der Anteil von Kaninchen auf den erhöhten Ebenen im Mastverlauf. Zu Mastbeginn war der Anteil der Kaninchen auf den erhöhten Ebenen signifikant größer als zu Mastmitte und zu Mastende. Dies zeigt, dass die erhöhten Ebenen insbesondere in der aktiven Phase des Tages von den Kaninchen genutzt wurden und so wahrscheinlich eine wichtige Vergrößerung der Nutzfläche darstellten. Im Rahmen der eigenen ethologischen Untersuchungen wurde die Anzahl der Kaninchen auf den erhöhten Ebenen nur gegen Ende der Mast erfasst. Der Anteil der Tiere auf den erhöhten Ebenen war zu Mastbeginn wahrscheinlich noch größer. SCHEFFLER et al. (2003) untersuchten die Motivation zur Nutzung einer erhöhten Ebene mit Hilfe der operanten Konditionierung. Die

Mastkaninchen erarbeiteten sich in dieser Studie eine Öffnungsdauer zu den erhöhten Ebenen von 17 % der Zeit. Bezogen auf die Öffnungsdauer nutzten sie die erhöhten Ebenen zu 75 % der Öffnungszeit, vorwiegend zu Laufspielen, Erkundung und Körperpflege. Die geringe Elastizität lässt auf eine große Motivation zum Nutzen der erhöhten Ebenen schließen. Darüber hinaus waren die Kaninchen in einem Wahlversuch von SEAMAN (2002) sehr motiviert einen Käfig mit erhöhter Ebene zu nutzen. Sie hielten sich jedoch zum größten Teil vor der erhöhten Ebene auf. In einem weiteren Experiment zur Nutzung von erhöhten Ebenen wurde festgestellt, dass die Kaninchen aus der Einzelhaltung mehr Zeit auf den erhöhten Ebenen verbrachten als unter oder vor den erhöhten Ebenen. Die Kaninchen aus der Paarhaltung hielten sich dagegen v. a. vor den erhöhten Ebenen auf.

Im Rahmen der eigenen Untersuchungen wurde beobachtet, dass insbesondere zu Mastende nicht mehr alle Kaninchen Platz auf den erhöhten Ebenen fanden. In der Untersuchung von WAGNER et al. (2009b) befanden sich jedoch in einzelnen Nachtstunden bis zu 70 % und zu Mastbeginn sogar bis zu 90 % der Kaninchen auf den erhöhten Ebenen. Diesbezüglich könnte das Wohlbefinden der Kaninchen die die erhöhten Ebenen zu diesen Zeiten wegen der Überbesetzung nicht nutzen konnten verschlechtert werden. Um diese Frage zu klären sollten weitere Untersuchungen zur nötigen Fläche der erhöhten Ebenen durchgeführt werden.

In den vorliegenden Untersuchungen nutzten Kaninchen die erhöhten Ebenen vorwiegend zum Ruhen, aber auch als eine Flächenerweiterung für intensive lokomotorische Aktivitäten. Der Platz unter der erhöhten Ebene wurde dagegen weniger genutzt. Es wurde zum Ruhen und bei aggressiven Auseinandersetzungen sowie bei sonstigen Störungen als ein Rückzugsbereich genutzt. Weil die ethologischen Parameter in der aktiven Phase des Tages erfasst wurden, könnte die Nutzung des Raumes unter den erhöhten Ebenen (nicht systematisch erfasst) unterbewertet sein. In einer Untersuchung von HANSEN und BERTHELSEN (2000) wurden Kästen ebenfalls nur selten als Unterschlupf genutzt. Vielmehr wurde das Dach des Kastens als Ausschauplatz oder zum Ruhen genutzt. Diesbezüglich berichtete SZENDRŐ (2009), dass die Kaninchen im Falle einer erhöhten Ebene aus Metallgitter in der Ruhephase den Platz unter der Ebene und in der aktiven Phase den Platz auf der erhöhten Ebene bevorzugten. Im Gegensatz dazu hielten sich im Abteil mit erhöhter Ebene mit Tiefstreuenaufsatz die meisten Kaninchen unter der erhöhten Ebene. Das Harnen und Koten in der aktiven Phase könnten diesbezüglich eine entscheidende Rolle spielen. WAGNER et al. (2009b) beobachteten, dass die Kaninchen die erhöhten Ebenen v. a. in den Nachtstunden ohne Kunstlicht nutzten. Im Gegensatz dazu hielten sich die Kaninchen tagsüber zum größten Teil unter den erhöhten Ebenen auf. Die Autoren sind der Meinung, dass die Nutzung der erhöhten Ebenen möglicherweise dem „Bauverlassen“ bei Eintritt der Dunkelheit entspricht. Dagegen ist das Sitzen unter der erhöhten Ebene vermutlich mit dem Aufsuchen des Baus in den Morgenstunden vergleichbar. Unter seminaturalen Umweltbedingungen wurde beobachtet, dass die Hauskaninchen im Alter von mehr als 3 Monaten im Gegensatz zu Wildkaninchen bei Beunruhigung nicht oder nur noch sehr selten in die Baue fliehen. Dagegen nutzten die Jungtiere die Baue ähnlich wie die Wildkaninchen (KRAFT, 1979). Ähnliches Verhalten beobachtete auch LEHMANN (1987). Der Autor schlussfolgerte, dass die Deckung für die jungen Kaninchen offensichtlich von großer Bedeutung ist.

Die Kaninchen bewegten sich in den Käfigen mit erhöhten Ebenen nur geringfügig häufiger fort als in den Käfigen ohne erhöhte Ebenen. Die Häufigkeiten der Lokomotion unterschieden sich nicht signifikant und waren sowohl in der Käfighaltung mit als auch ohne erhöhte Ebenen signifikant geringer als in der Bodenhaltung.

Die erfassten pQCT-Knochenparameter der Diaphyse der Femora und Tibiae wurden

jedoch durch den Einsatz von erhöhten Ebenen positiv beeinflusst. Die Effekte zeigten sich am deutlichsten in der Vergrößerung der Gesamtfläche und der Festigkeitsindex. Bei den Femora wurden größere Unterschiede als bei den Tibiae festgestellt. Bei der proximalen Messstelle waren die Effekte dagegen gemischt. Es konnten keine eindeutigen Tendenzen abgeleitet werden. In der Käfighaltung ohne erhöhte Ebenen waren insbesondere die Kortikalisfläche und der Kortikalisinhalt überraschend groß. Diese waren deutlich größer als in der Käfighaltung mit erhöhten Ebenen und sogar größer als in der Bodenhaltung. Im Gegensatz dazu war die Gesamtfläche auch an der proximalen Messstelle bei den Tieren aus der Käfighaltung mit erhöhten Ebenen größer als bei den Tieren aus der Käfighaltung ohne erhöhte Ebenen. Es wurden sowohl an der proximalen Messstelle als auch in der Diaphyse der untersuchten Knochen nur wenige signifikante Effekte festgestellt.

Aus den Ergebnissen der Verhaltensuntersuchungen und der pQCT-Messungen lässt sich schließen, dass die erhöhten Ebenen die mechanische Beanspruchung der untersuchten Knochen vergrößerten. In diesem Studiendesign konnte jedoch der Einfluss der Häufigkeit und der Intensität der Lokomotion nicht getrennt untersucht werden. Die Intensität der Lokomotion könnte allerdings eine entscheidende Rolle spielen. Weil die Knochenbildungsprozesse erst ab einer bestimmten Schwelle der Knochenbelastung durch die einwirkenden Kräfte einsetzen (SCHÖNAU et al., 1996; HEINONEN et al., 2000), könnte sich insbesondere das Auf- und Abspringen auf die Knochenentwicklung positiv auswirken. Biegungs- und Torsionskräfte waren bei diesen lokomotorischen Aktivitäten offensichtlich vergrößert. Aus der Literatur geht weiter hervor, dass das Knochenwachstum insbesondere durch kurzzeitige intensive Belastungen stimuliert wird (HEINONEN et al., 2000). In ihren Untersuchungen stellten UMEMURA et al. (1997; 2002; 2008a; 2008b) fest, dass täglich nur wenige intensive Bewegungen notwendig sind, um das Knochenwachstum zu stimulieren. Größere anabolische Wirkung wurde dabei durch längere Zeitintervalle zwischen den Belastungsphasen erzielt. Die Häufigkeit spielte in diesem Zusammenhang eine untergeordnete Rolle. Die größten Effekte der mechanischen Beanspruchung auf die Knochenentwicklung können während der intensiven Wachstumsphase erzielt werden (HEINONEN et al., 2000).

Im Gegensatz zu den anderen pQCT-Knochenparametern waren die Gesamt- sowie auch die Kortikalisdichte bei den Kaninchen ohne erhöhte Ebenen im Vergleich zu den Kaninchen mit erhöhten Ebenen größer. An der proximalen Messstelle der Femora war sowohl die Gesamt- als auch die Kortikalisdichte bei den Kaninchen aus der Käfighaltung ohne erhöhte Ebenen signifikant größer als bei den Kaninchen aus der Käfighaltung mit erhöhten Ebenen. Offensichtlich wurde durch die unterschiedliche Belastung auch der Grad und/oder die Dynamik der Knochenverkalkung beeinflusst.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die erhöhten Ebenen sowohl das Verhalten der Kaninchen als auch die Knochenentwicklung positiv beeinflussten. Die Mastleistung und die Gesundheit wurden dabei nicht wesentlich beeinflusst. Die erhöhten Ebenen blieben über den gesamten Versuchszeitraum hinweg unverschmutzt. Darüber hinaus wurde durch die erhöhten Ebenen keine Verschmutzung der Tiere verursacht. Im Gegensatz dazu berichtete BIGLER (1993) über hygienische Probleme beim Einsatz von erhöhten Liegebrettern. WAGNER et al. (2009b) stellten diesbezüglich fest, dass die Gesundheit der Kaninchen durch die erhöhten Ebenen nicht negativ beeinflusst wurde.

Im Versuch D standen die erhöhten Ebenen sowohl in der Käfig- als auch in der Bodenhaltung allen Tieren zur Verfügung. Allgemein betrachtet stimmen die Ergebnisse mit den vorher beschriebenen Ergebnissen des Versuchs B überein. In der Bodenhaltung waren die pQCT-Knochenparameter größer als in der Käfighaltung. Darüber hinaus beeinflusste auch das Geschlecht die erfassten pQCT-Knochenparameter. Bei den Femora

war der Effekt des Geschlechtes größer als der Effekt der Haltung. Dies gilt jedoch nicht für die Tibiae. Der Einfluss der Haltung war hier größer als der Einfluss des Geschlechtes. Die pQCT-Werte waren insbesondere bei den weiblichen Kaninchen in der Käfighaltung geringer als bei den anderen Tieren.

Das aggressive Verhalten bzw. die aggressiven Auseinandersetzungen traten in allen Versuchen unabhängig von der Haltung nur selten auf und waren von kurzer Dauer sowie geringer Intensität. Die meisten aggressiven Begegnungen liefen unproblematisch ab. Intensive und länger andauernde aggressive Auseinandersetzungen, wie z. B. aggressives Jagen, Beißen, Hochspringen und Treten mit den Hinterläufen (KRAFT, 1979), wurden nur sehr selten beobachtet. Jedoch waren die Stundenhäufigkeiten des aggressiven Verhaltens je Beobachtungsgruppe in der Bodenhaltung größer als in der Käfighaltung.

Bei klinischen Untersuchungen von insgesamt 1119 Kaninchen wurden bei überwiegender Mehrzahl der Kaninchen nur kleine und oberflächliche Integumentverletzungen festgestellt. Diese wurden durch das Kratzen und Beißen verursacht. Im weiteren klinischen Verlauf wiesen diese Verletzungen i. d. R. keine Heilungskomplikationen auf. Problematische Bisswunden sowie auch Verletzungen anderer Ätiologie traten nur vereinzelt auf. Der Anteil der Kaninchen mit dem Verletzungsstatus $\text{Grad} \geq 1$ lag im Bereich von 0 – 63,7 %. Der Verletzungsstatus $\text{Grad} \geq 2$ wurde bei 0 – 47,8 % Kaninchen festgestellt. Die größten Werte wurden sowohl beim Verletzungsstatus $\text{Grad} \geq 1$ als auch beim Verletzungsstatus $\text{Grad} \geq 2$ bei den Männchen in den gemischtgeschlechtlichen Versuchsgruppen im Versuch D festgestellt. Ansonsten waren die Werte in allen Versuchen unabhängig von der Haltung und dem Geschlecht deutlich geringer.

Die Ergebnisse der Beurteilung des Verletzungsstatus stimmen mit den Ergebnissen anderer Autoren überein. Wegen der unterschiedlichen Haltungsbedingungen sowie anderer Faktoren (z. B. Alter, Genotyp der Tiere) ist ein Vergleich jedoch nur eingeschränkt möglich. Diesbezüglich könnten viele Faktoren sowohl das Auftreten des aggressiven Verhaltens als auch den Verletzungsstatus der Kaninchen maßgeblich beeinflussen. WAGNER et al. (2009a) hielten Kaninchen in Gruppen von jeweils 16 Tieren und stellten dabei fest, dass ca. 90 % der Kaninchen keine oder nur leichte Integumentverletzungen hatten. BIGLER (1993) und BIGLER und OESTER (1994) untersuchten beispielsweise männliche, weibliche und gemischtgeschlechtliche Kaninchengruppen. Je Gruppe wurden 9 – 70 Kaninchen gehalten. Sie untersuchten u. a. vier Mastgruppen, eine gemischtgeschlechtliche und drei männliche, mit 42 – 45 Kaninchen nach dem 80. Lebensstag und stellten bei 65,9 % der Tiere Verletzungen fest. Kleine Verletzungen wurden bei 42 %, größere bei 18,5 % und sehr große bei 4 % der untersuchten Kaninchen festgestellt. In einigen anderen untersuchten Gruppen war der Anteil verletzter Kaninchen jedoch deutlich geringer. KALLE (1995) erfasste den Verletzungsstatus der Mastkaninchen in 13 VAK-Mastbetrieben und stellte im durchschnittlichen Alter von 122 Lebensstagen bei 38 % der untersuchten Kaninchen Verletzungen fest. Dabei hatten 25 % der Kaninchen geringfügige, 9 % mittlere und 4 % der Kaninchen sehr schwere Verletzungen. Obwohl die Mastgruppengröße durch die Anforderungen für „Gourmet mit Herz“ des Schweizer Tierschutzes (Schweizer Vereinigung für artgerechte Kaninchenhaltung VAK) ab 60 Lebensstagen auf 15 Tiere und die Besatzdichte auf vier Tiere/m² bei einer Mindestabteilgröße von 2 m² begrenzt ist, traten die Verletzungen trotzdem relativ häufig auf.

Die Haltungen sollten aufgrund von wenigen kleinen Kratz- und Bisswunden nicht als ungeeignet bewertet werden. Diese entstehen bei arttypischen Rangordnungskämpfen sowie in Zusammenhang mit dem Sexualverhalten und stellen in Mastbetrieben bei frühzeitiger Schlachtung kein Problem dar. Treten jedoch sehr viele kleine Verletzungen

auf, deutet dies aber auf mangelhafte Haltungsbedingungen hin (KALLE, 1994; KALLE, 1995; BIGLER und FALK, 2003). Dagegen müssen die schweren klinisch relevanten Verletzungen sehr kritisch betrachtet werden. Die Haltungen in denen solche Verletzungen auftreten sind als ungeeignet und nicht tiergerecht zu bewerten. Das Ziel muss deshalb sein, sowohl das aggressive Verhalten als auch die Prävalenz und die Schwere von Verletzungen zu minimieren. Das übermäßige Auftreten des aggressiven Verhaltens kann das Wohlbefinden der Tiere durch das Unruhe in den Gruppen auch ohne Entstehen von Verletzungen negativ beeinflussen. Eine stabile soziale Umwelt ist für das Wohlbefinden der Tiere sehr wichtig. Instabile soziale Beziehungen mit häufigen aggressiven Auseinandersetzungen wirken bei den Tieren als Stressoren (KAPPELER, 2006). VON HOLST (2004) stellte diesbezüglich bei Wildkaninchen fest, dass der soziale Rang bzw. die Stabilität der sozialen Beziehungen die Gesundheit und die Fruchtbarkeit der Tiere stark beeinflusst.

Bezüglich der Haltung ließen sich in Versuchen B und C keine eindeutigen Effekte ableiten. Die Anteile der verletzten Kaninchen in der Käfig- und Bodenhaltung waren sehr ähnlich. Im Versuch A war der Anteil von verletzten Kaninchen in der Käfighaltung größer als in der Bodenhaltung. Dagegen war im Versuch D der Anteil von verletzten Kaninchen in den männlichen und gemischtgeschlechtlichen Versuchsgruppen in der Bodenhaltung größer als in der Käfighaltung.

Im Versuch A war die Gruppengröße in der Bodenhaltung mit 16 eingestellten Kaninchen bereits bei der Einnistung deutlich geringer als in den nachfolgenden Versuchen. Zudem war die Mortalität in diesem Versuch sehr hoch. Infolgedessen betrug die durchschnittliche Gruppengröße in der Bodenhaltung am Ende der Mast nur 11,2 – 12 Tiere. Den wenigen Kaninchen stand somit eine große Nutzfläche zur Verfügung. Die angegriffenen Kaninchen konnten den aggressiven Gruppenmitgliedern ausweichen und fliehen. In den Käfigen war dies auch wenn die Gruppengröße durch das Verenden der Tiere verringert wurde wegen der insgesamt sehr kleinen Nutzfläche offensichtlich nur sehr eingeschränkt bzw. nicht möglich. Beispielsweise stellten MARTRENCAR et al. (2001) Ohrmuschelverletzungen häufiger in kleineren Gruppen in Käfigen als in größeren Gruppen in Abteilen fest. Nach der Meinung der Autoren könnten diese Verletzungen beim Laufen von Tieren über die Gruppenmitglieder wegen der räumlichen Enge entstehen.

Einige Untersuchungen zeigten, dass die Gruppengröße unter bestimmten Bedingungen einen starken Einfluss auf das aggressive Verhalten und den Verletzungsstatus der Kaninchen haben kann. In den Untersuchungen von PRINCZ et al. (2006; 2007; 2008a; 2009) trat das aggressive Verhalten bzw. die Ohrmuschelverletzungen in größeren Gruppen in Abteilen häufiger als in kleineren in den Käfigen auf. BIGLER (1996) stellte z. B. fest, dass die Verletzungen in männlichen und gemischtgeschlechtlichen Gruppen mit der zunehmenden Gruppengröße vermehrt auftreten. Dabei traten am wenigsten Verletzungen in Gruppen mit 10 – 15 Kaninchen auf. Ferner stellte KALLE (1995) bei Mastkaninchengruppen mit mehr als 15 Tieren einen geringen aber signifikanten Anstieg der schweren Verletzungen fest. REITER (1995) untersuchte beispielsweise Gruppen von 4 – 64 Kaninchen bei einer Besatzdichte von 5 Tieren/m². Im Alter von 86 – 93 Lebenstagen traten insgesamt nur sehr wenige Verletzungen auf. Die aggressiven Auseinandersetzungen traten insbesondere in den 16-er-Gruppen sehr selten auf. In der Untersuchung von MAERTENS et al. (2004) traten die Verletzungen in Gruppen mit 17 und 34 Kaninchen in 1,9 m² großen Abteilen bis zu einem Alter von 72 Lebenstagen nicht auf. In der Untersuchung von ROMMERS und MEIJERHOF (1998) wurde das aggressive Verhalten durch die Gruppengröße nicht wesentlich beeinflusst.

Die Ergebnisse einiger Untersuchungen widersprechen jedoch der allgemeinen Annahme,

dass in größeren Gruppen und bei größerer Besatzdichte das aggressive Verhalten und die Verletzungen generell zunehmen. MORISSE und MAURICE (1997) beobachteten Kaninchengruppen mit 6 – 9 Kaninchen in 0,77 m tiefen und 0,51 m breiten Käfigen. Dabei trat ein tendenziell aggressives Verhalten hauptsächlich in den kleinsten Gruppen auf. Auch in einer Untersuchung von BIGLER und OESTER (2000) trat das aggressive Verhalten bei einem Flächenangebot von 2500 cm²/Tier in Gruppen mit 15 Kaninchen signifikant häufiger als bei einem Flächenangebot von 1500 cm²/Tier und Gruppengrößen von 15 bzw. 24 Kaninchen auf. Der Anteil von verletzten Kaninchen war in Gruppen der geringeren Besatzdichte ebenfalls größer. Die Unterschiede waren jedoch nicht signifikant.

Der Verletzungsstatus wurde sowohl in den vorliegenden Untersuchungen als auch in den meisten Untersuchungen anderer Autoren am stärksten durch das Geschlecht beeinflusst. Unabhängig von der Haltung waren es in allen Versuchen i. d. R. mehr männliche als weibliche Kaninchen verletzt. Ferner hatten die Männchen mehr und auch schwerere Verletzungen als die Weibchen. Die problematischen Verletzungen (Grad 3) traten beispielsweise nur bei Männchen auf.

BIGLER (1993) und BIGLER und OESTER (1994) stellten in männlichen und gemischtgeschlechtlichen Gruppen einen großen Anteil von verletzten Tieren fest. In den Weibchengruppen traten dagegen kaum schwere Verletzungen auf. In einer weiteren Untersuchung stellte BIGLER (1996) in den Weibchengruppen weniger Verletzungen als in den Männchengruppen und in den gemischtgeschlechtlichen Gruppen fest. Die Anteile von verletzten Kaninchen unterschieden sich zwischen gemischtgeschlechtlichen und männlichen Versuchsgruppen kaum. Die schweren Verletzungen traten in den Weibchengruppen nicht auf. Ähnlich fand KALLE (1995) insgesamt und insbesondere auch die schweren Verletzungen bei Männchen deutlich häufiger als bei den Weibchen. Mittlere und schwere Verletzungen wurden bei 20 % der Männchen und 6 % der Weibchen festgestellt. Mit dem zunehmenden Anteil der männlichen Kaninchen in der Gruppe traten die Verletzungen gehäuft auf. Diesbezüglich waren v. a. die reinen männlichen Mastkaninchengruppen problematisch. Problematisches aggressives Verhalten mit den daraus resultierenden Bisswunden kann jedoch auch zwischen den weiblichen Kaninchen auftreten (CHU et al., 2004). Beispielsweise beobachtete LEHMANN (1991) unter seminaturalen Umweltbedingungen im Alter von 50 – 69 Lebenstagen das aggressive Verhalten sowohl bei Männchen als auch bei Weibchen.

Im Versuch D war insbesondere in den gemischtgeschlechtlichen Versuchsgruppen in der Bodenhaltung der Anteil von verletzten männlichen Kaninchen sehr groß. In diesen Gruppen hatten auch im Vergleich zu männlichen Versuchsgruppen deutlich mehr Tiere Verletzungen. Dagegen war der Anteil der verletzten Tiere in den weiblichen Versuchsgruppen sowohl in der Käfig- als auch in der Bodenhaltung sehr gering.

In eigenen Untersuchungen konnte darüber hinaus beobachtet werden, dass der Anteil von Weibchen mit Verletzungen in der Käfighaltung i. d. R. größer als in der Bodenhaltung war. Wegen der insgesamt kleinen Nutzfläche und der fehlenden Ausweichmöglichkeiten könnten die Weibchen in den Käfigen während aggressiver Auseinandersetzung zufällig verletzt werden.

Insbesondere in männlichen und gemischtgeschlechtlichen Gruppen kann das Alter der Kaninchen die Häufigkeit und die Intensität des aggressiven Verhaltens sowie auch die Inzidenz, Prävalenz und die Schwere von Verletzungen maßgeblich beeinflussen. Der Eintritt der Geschlechtsreife spielt in diesem Zusammenhang eine entscheidende Rolle (PFERSICH, 1991; BIGLER, 1993; BIGLER und OESTER, 1994). Im Rahmen der eigenen Untersuchungen wurden die Kaninchen bis zu einem Alter von 83 bis 89 Lebenstagen gemästet. Die in diesem Alter festgestellten Verletzungen waren zum größten Teil nicht

problematisch. Durch eine kürzere Mast bzw. frühere Schlachtung könnte jedoch der Anteil verletzter Tiere und der Schweregrad der Verletzungen noch weiter reduziert werden.

In den Untersuchungen von BIGLER (1993) und BIGLER und OESTER (1994) war bei älteren Kaninchen sowohl der Anteil von verletzten Kaninchen als auch die Anzahl der Verletzungen pro Tier größer. In einer weiteren Untersuchung von BIGLER und OESTER (2000) nahm der Anteil von verletzten Kaninchen mit dem zunehmenden Alter zu. Auch KALLE (1995) fand bei älteren Kaninchen häufiger Verletzungen. Auch ROMMERS und MEIJERHOF (1998) stellten mit dem zunehmenden Alter einen Anstieg des Anteiles von verletzten Kaninchen fest. Darüber hinaus treten mit dem zunehmenden Alter auch die schweren Verletzungen gehäuft auf (BIGLER, 1993; BIGLER und OESTER, 1994; KALLE, 1995; ROMMERS und MEIJERHOF, 1998). In den Untersuchungen von MORISSE und MAURICE (1997) und MORISSE et al. (1999) trat bei den bis zur 10. Lebenswoche gemästeten Kaninchen kein bzw. nur tendenziell aggressives Verhalten auf. MAERTENS und VAN OECKEL (2001) beobachteten aggressive Auseinandersetzungen und die daraus resultierenden Ohrmuschel- und Integumentverletzungen in der letzten Versuchswoche im Alter von 71 bis 78 Lebenstagen. PRINCZ et al. (2008b) fanden beispielsweise bei Kaninchen im Alter von 9,5 Wochen keine Verletzungen. Der Anteil von verletzten Kaninchen verdoppelte sich jedoch zwischen der 10. und 11. Lebenswoche.

Durch das Alter wurde darüber hinaus auch die Lokalisation der Verletzungen stark beeinflusst (BIGLER, 1993; BIGLER und OESTER, 1994; ROMMERS und MEIJERHOF, 1998). Mit dem zunehmenden Alter werden die Verletzungen problematischer und treten gehäuft im Anogenitalbereich auf. Diesbezüglich wurde in den eigenen Untersuchungen beobachtet, dass bei älteren Männchen insbesondere die Verletzungen des Hodensackes zunahmen.

In den Käfigen mit erhöhten Ebenen und Strohraufen war der Anteil von verletzten Kaninchen geringer als in den Käfigen ohne diese Einrichtungs-elemente. Darüber hinaus hatten in der Bodenhaltung mit Einstreu i. d. R. weniger Kaninchen Verletzungen als in der Bodenhaltung auf vollperforiertem Kunststoffboden. Die Unterschiede waren jedoch nicht signifikant.

Die positiven Auswirkungen der Beschäftigungsmöglichkeiten und Strukturierung auf das aggressive Verhalten und den Verletzungsstatus der Mastkaninchen wurden auch in anderen Untersuchungen erkannt. Beispielsweise beobachteten MAERTENS und VAN OECKEL (2001) Aggressionen nur in zwei größeren Abteilen ohne Beschäftigungsmöglichkeiten. VERGA et al. (2004) stellten das aggressive Verhalten in den Käfigen ohne Knabberhölzer häufiger als in den Käfigen mit Knabberhölzer fest. Die Unterschiede waren jedoch nicht signifikant. In den Untersuchungen von PRINCZ et al. (2007; 2008a; 2009) wurde das aggressive Verhalten bzw. die Häufigkeit von Verletzungen durch die Knabberhölzer signifikant reduziert. Die Ausweichmöglichkeiten sind für das Vorbeugen der Verletzungen ebenfalls von großer Bedeutung. Die Haltungsanlagen müssen deswegen so konstruiert werden, dass die Kaninchen den aggressiven Gruppenmitgliedern ausweichen können (LEHMANN, 1991; BIGLER et al., 2004). Diesbezüglich stellte KALLE (1995) einen positiven Einfluss der Rückzugsmöglichkeiten fest. Bei größerer Unterschlupffläche war die Häufigkeit von Verletzungen geringer. Viele Untersuchungen zeigen jedoch, dass das Auftreten von Verletzungen auch mit guten Beschäftigungsmöglichkeiten und Strukturierung sowie auch durch ein großes Flächenangebot nicht völlig verhindert werden kann (BIGLER, 1993; BIGLER und OESTER, 1994; KALLE, 1995; BIGLER, 1996; BIGLER und OESTER, 2000).

In den vorliegenden Untersuchungen könnte v. a. die größere Nutzfläche das Auftreten von Verletzungen entscheidend beeinflussen. Die Kaninchen hatten in den Bodenabteilen

deutlich mehr Platz um den aggressiven Gruppenmitgliedern ausweichen zu können. Diesbezüglich wird auch die Nutzung der erhöhten Ebenen durch die Haltung beeinflusst. In der Bodenhaltung können die Kaninchen im Vergleich zur Käfighaltung bei aggressiven Auseinandersetzungen über weitere Distanz fliehen und sich beispielsweise unter den erhöhten Ebenen verstecken. In der Käfighaltung ist dagegen wegen der räumlichen Enge einen geringeren Effekt der erhöhten Ebenen in diesem Zusammenhang zu erwarten. Vermutlich können die geringen Unterschiede bezüglich der Anteile von verletzten Kaninchen zwischen der Käfig- und Bodenhaltung auch dadurch erklärt werden. Auch wenn die aggressiven Auseinandersetzungen in den Bodenabteilen häufiger auftraten, wirkten vermutlich insbesondere die besseren Ausweichmöglichkeiten dem aggressiven Verhalten entgegen.

Das Auftreten von Verletzungen kann neben den Haltungsbedingungen auch durch das einzeltierspezifische Verhalten maßgeblich beeinflusst werden. Verletzungen treten häufig nur in einzelnen Gruppen auf. Es wird deshalb angenommen, dass es nur einen bestimmten Anteil von aggressiven Kaninchen in einer Gruppe gibt (BESSEI, 2001). Beispielsweise war in den Untersuchungen von PRINCZ et al. (2006) und ROMMERS und MEIJERHOF (1998) meistens nur ein Tier in der Gruppe aggressiv. Dies bedeutet, dass bei gleicher Anzahl von aggressiven Kaninchen in größeren Gruppen mehr Tiere verletzt werden können. In der Bewertung der Haltungen soll deswegen berücksichtigt werden, dass eine große Prävalenz der Verletzungen sowie auch deren Schwere nicht unbedingt stark mit der Häufigkeit des aggressiven Verhaltens korreliert. Dies zeigte sich auch in den vorliegenden Untersuchungen. Obwohl das aggressive Verhalten nur selten auftrat waren die Verletzungen sowohl in der Käfig- als auch in der Bodenhaltung häufig anzutreffen.

Wie die Untersuchungen von PRINCZ et al. (2008b; 2009) zeigten, kann sowohl die Aggressivität als auch der Verletzungsstatus der Kaninchen auch von einigen unter diesem Aspekt weniger diskutierten und untersuchten Haltungsfaktoren abhängen. In einer Untersuchung von PRINCZ et al. (2008b) beeinflusste beispielsweise auch die Abteilhöhe signifikant das Auftreten von Ohrmuschelverletzungen. Die untersuchten Abteile waren dabei 20, 30 und 40 cm hoch oder nach oben offen. Die Ohrmuschelverletzungen traten am häufigsten in den 20 cm hohen Abteilen auf. Dagegen war der Anteil von verletzten Kaninchen in den 30 cm hohen Abteilen am geringsten. Zudem stellten PRINCZ et al. (2009) bei den auf perforiertem Kunststoffboden gehaltenen Mastkaninchen einen größeren Anteil von Tieren mit den Ohrmuschelverletzungen fest. Die Unterschiede waren jedoch nicht signifikant. WAGNER et al. (2009a) fanden im Gegensatz dazu nur einen sehr geringen Einfluss der Bodengestaltung auf den Verletzungsstatus der Mastkaninchen.

Neben der Einschränkung von Bewegungsmöglichkeiten sind die Verhaltensabweichungen und -störungen am Häufigsten die Ursache dafür, dass die konventionelle Käfighaltung von Kaninchen zunehmend kritisch betrachtet wird. Diese treten in reizarmen Käfigen gehäuft auf und deuten auf Probleme der Tiere bei der Anpassung auf die Umweltbedingungen hin. GUNN und MORTON (1995) stellten bei einzeln gehaltenen Laborkaninchen häufig Stereotypen fest. MORISSE und MAURICE (1997) und MORISSE et al. (1999) beobachteten dagegen bei Mastkaninchen bis zur 10. Lebenswoche keine stereotypen Verhaltensweisen. In den Untersuchungen von BIGLER (1993) und BIGLER und OESTER (1994) traten das Scharren und Nagen an inadäquaten Objekten bei Mastkaninchen selten auf. Dabei waren kürzere Phasen häufiger zu beobachten. Das Lecken an inadäquaten Objekten trat nur sehr selten auf. JEKKELE et al. (2008) beobachteten bei Kaninchen in den Abteilen mit und ohne Einstreu (Drahtgitterboden) die Stereotypen relativ häufig in den ersten zwei Versuchswochen. Danach nahm die Häufigkeit ab. In den letzten zwei Versuchswochen wurde dieses Verhalten nicht mehr

festgestellt. Diesbezüglich muss jedoch berücksichtigt werden, dass die Kaninchen in diesen Untersuchungen in größeren Gruppen bei einem großen Flächenangebot gehalten wurden und die Käfige bzw. die Abteile gut strukturiert sowie Beschäftigungsmöglichkeiten vorhanden waren.

In den vorliegenden Untersuchungen wurde von den Verhaltensabweichungen am häufigsten das Scharren und Nagen an Einrichtungselementen beobachtet. Dabei führten die Kaninchen schnelle Scharrbewegungen mit den vorderen Extremitäten an Einrichtungselementen aus. Zudem wurden diese Gegenstände unmittelbar davor, danach oder dazwischen häufig auch benagt. Die Kaninchen scharrten und nagten vorwiegend an Käfig- und Bodenabteilmwänden sowie am Kunststoffboden. Dieses Verhalten wurde meistens kurzzeitig, jedoch mit großer Intensität und unter körperlicher Anstrengung ausgeführt. Diesbezüglich stellte KRAFT (1979) bei der Beobachtung von Hauskaninchen unter seminaturalen Umweltbedingungen fest, dass diese häufig ungezielt am Boden scharrten. Dadurch entstanden oberflächliche Mulden und Vertiefungen. Das Scharren am Boden wurde darüber hinaus auch vor dem Sich-Wälzen ausgeführt.

Das Scharren und Nagen an verschiedenen Einrichtungselementen wird i. d. R. als das Scharren und Nagen an inadäquaten Objekten bezeichnet und in diesem Sinne offensichtlich als eine Verhaltensstörung interpretiert. Jedoch wurde geringgradiges wiederholendes Scharren am Boden und Nagen an Käfigwänden von MORISSE und MAURICE (1997) und MORISSE et al. (1999) nicht als Stereotypie betrachtet. Es ist deren Meinung nach ein normales Verhalten, das auf einem inadäquaten Gegenstand bzw. Substrat ausgeführt wird. Dadurch könnte eine Anpassung an die Umweltbedingungen erfolgen. Dabei werden in einer reizarmen Umwelt das Erkundungs- und Bearbeitungsverhalten an Ersatzobjekte gerichtet. Beispielsweise beobachteten MORISSE und MAURICE (1997) bei größeren Gruppen und Besatzdichten, über 15,3 Tiere/m², eine Reduktion des Sozialverhaltens und der Lokomotion. Dagegen stiegen das Komfort- und Erkundungsverhalten an. Die eingeschränkten sozialen Verhaltensweisen und Lokomotion wurden vermutlich ins gesteigerte Komfort- und Erkundungsverhalten umorientiert. Ferner war in einer Untersuchung von MORISSE et al. (1999) im Alter von 7 Lebenswochen die Häufigkeit der Futteraufnahme in den einstreulosen Abteilen mit dem Drahtgitterboden signifikant größer als in den zur Hälfte mit Stroh eingestreuten Abteilen. Dies wurde im Alter von zehn Lebenswochen für das Sozialverhalten festgestellt und stellt möglicherweise ebenfalls eine Umorientierung des Verhaltens bzw. eine Ersatzhandlung dar.

In den vorliegenden Untersuchungen wurde die Häufigkeit des Scharrens und Nagens an Einrichtungselementen durch das Strohangebot (Strohraufen, Stroheinstreu) deutlich reduziert. SILOTO et al. (2008) stellten diesbezüglich fest, dass die Stereotypien in den Käfigen mit der Stroheinstreu signifikant seltener als in den einstreulosen Käfigen auftraten. In den eigenen Untersuchungen beschäftigten sich die Kaninchen am häufigsten mit dem Stroh in den Käfigen mit Strohraufen. In der Bodenhaltung auf vollperforiertem Kunststoffboden mit Strohraufen war die Häufigkeit dieses Verhaltens größer als in der Bodenhaltung mit Stroheinstreu. Eine der Ursachen für die häufigere Beschäftigung mit dem Stroh in den Käfigen könnte die unterschiedliche Strohmenge bzw. Raufengröße sein. Den Kaninchen in der Käfighaltung stand möglicherweise mehr Stroh/Tier zur Verfügung. Darüber hinaus waren die Raufen in den Käfigen und Bodenabteilen auch anders konstruiert. Es könnte sein, dass die Kaninchen in den Bodenabteilen das Stroh einfacher herausziehen konnten und sie die Raufen deswegen schneller ausleeren konnten. Die Raufen wurden jeweils vor dem Beginn der Aufnahmen nachgefüllt. Es wurde jedoch beobachtet, dass sie schon am Abend und insbesondere in der Früh am nächsten Tag fast leer waren. Dies galt insbesondere für die Raufen in den Bodenabteilen. Die geringste

Häufigkeit der Beschäftigung mit dem Stroh in den Bodenabteilen mit Stroheinstreu könnte durch die Verschmutzung des Strohs bedingt sein. Darüber hinaus übernahm das frische Stroh mit der Zeit vermutlich den Geruch der alten Einstreu und war deswegen für die Kaninchen weniger interessant. Es könnte sein, dass die Kaninchen nicht das Stroh an sich sondern einfach etwas Neues anzieht (OROVA et al., 2004). Gleich nach dem Nachstreuen hielten sich beispielsweise sehr viele Kaninchen im Einstreubereich auf. Sie erkundeten das frische Stroh und beschäftigten sich damit sehr intensiv. Sie nahmen dabei das Stroh auch auf. Dies dauerte allerdings nur kurz. Danach hielten sich im eingestreuten Bereich nur einzelne Tiere auf. Das Scharren in Stroheinstreu wurde selten beobachtet. Im Durchschnitt hielten sich in den vorliegenden Untersuchungen während der Beobachtungszeit nur 12 – 13 % der Kaninchen im eingestreuten Bereich auf. Diesbezüglich stellten MORISSE et al. (1999) ebenfalls fest, dass ein eingestreuter Bereich für die Kaninchen relativ unattraktiv war. Die Kaninchen hielten sich vorwiegend auf dem Drahtgitterboden auf. Die Raumtemperatur lag dabei im Bereich 15 – 20 °C. Dabei befanden sich im Alter von sieben Wochen durchschnittlich nur 11,2 % der Kaninchen im eingestreuten Bereich. Mit dem zunehmenden Alter vergrößerte sich der Anteil auf 23,1 %. Dies wurde jedoch vermutlich durch die Überbesetzung am Drahtgitterboden verursacht. Demgegenüber hielten sich kurz nach dem Nachstreuen, ähnlich wie in den vorliegenden Untersuchungen, 70 – 80 % der Kaninchen im eingestreuten Bereich auf, was allerdings nur 30 – 60 Minuten andauerte. Die Autoren schlussfolgerten, dass insbesondere die Sauberkeit und Trockenheit des Drahtgitterbodens die Ursache für diese Präferenz sein könnten. Auch BESSEI et al. (2001) sind der Meinung, dass das regelmäßige Ausmisten bzw. die Pflege der Einstreu in diesem Zusammenhang von großer Bedeutung ist. Bei schlechtem Einstreuzustand kann die Bildung und Freisetzung von Ammoniak zunehmen. Zudem setzt sich bei der mikrobiellen Fermentierung auch mehr Wärme frei. Darüber hinaus sind Kot- und vernässte Einstreustellen den Kaninchen wahrscheinlich auch allgemein abstoßend. In der Untersuchung von OROVA et al. (2004) hielt sich bei Raumtemperaturen von 16 – 18 °C ebenfalls die überwiegende Zahl der Kaninchen auf dem Drahtgitterboden auf. Obwohl der eingestreute Bereich, wie auch in der Untersuchung von MORISSE et al. (1999), die Hälfte der Abteilfläche ausmachte, befanden sich durchschnittlich lediglich 14 – 17 % der Tiere im eingestreuten Bereich. Der Anteil der Kaninchen im eingestreuten Bereich war nur 1 – 3 Stunden nach dem Nachstreuen etwas größer. Die Häufigkeit des Nachstreuens und die Strohmenge könnten den Einstreuzustand und somit auch die Einstreunutzung entscheidend beeinflussen. In den vorliegenden Untersuchungen zeigte sich jedoch, dass sich auch beim sehr häufigen, beinahe täglichen, Nachstreuen nur wenige Kaninchen in diesem Bereich aufhielten. Darüber hinaus stellten LÓPEZ et al. (2004) auch beim Anbieten von Stroh zwischen den Käfigwänden oder in Strohraufen fest, dass sich nach kurzer Dauer die Attraktivität des Strohs ebenfalls vermindert.

Die Temperatur kann die Bodenwahl ebenfalls stark beeinflussen. In einer Untersuchung von BESSEI et al. (2001) sank die Präferenz für Tiefstreu aus entstaubten Hobelspännen mit zunehmender Temperatur. Die Schwelle lag bei einer Temperatur von ca. 22 °C. MORISSE et al. (1999) und OROVA et al. (2004) stellten bei Temperaturen von 15 – 20 °C bzw. 16 – 18 °C im Vergleich zur Stroheinstreu eine eindeutige Präferenz für den Drahtgitterboden fest.

Es zeigte sich in zahlreichen Untersuchungen, dass insbesondere die Beschäftigungsmöglichkeiten sich positiv auf das Verhalten der Kaninchen auswirken. Zudem wurde häufig auch die Leistung der Kaninchen verbessert. Die Knabberhölzer reduzierten in den Untersuchungen von VERGA et al. (2004; 2005) signifikant die Häufigkeit von Stereotypen (Nagen am Käfiggitter). Die Leistung der Tiere wurde dabei

nicht signifikant beeinflusst. Im Gegensatz dazu zeigten die Kaninchen in einer Untersuchung von LIDFORS (1997) in Käfigen mit Knabberhölzern gleich viele Verhaltensabweichungen als in Kontrollkäfigen und beschäftigten sich nur selten mit Knabberhölzern. Ferner setzte LIDFORS (1997) Heu und Graswürfel ein und stellte im Gegensatz zu Knabberhölzern eine signifikante Verringerung der Verhaltensabweichungen fest. Zudem verbesserten die Grasswürfel signifikant das Wachstum der Kaninchen. Das Stroh reduzierte in der Untersuchung von SCHLENDER-BÖBBIS (1999) signifikant das Nagen am Boden bei jungen Zuchthäsinnen. Dagegen konnte bei den älteren Tieren kein Effekt erreicht werden. Im Gegensatz dazu stellten JEKKEL et al. (2008) keinen Einfluss der Stroheinstreu auf das Auftreten von Stereotypen fest. Die täglichen Zunahmen und die Schlachtkörperqualität wurden in einer Untersuchung von JORDAN et al. (2007) durch die Knabberhölzer ebenfalls nicht signifikant beeinflusst. Die tägliche Zunahme war jedoch bei den Kaninchen mit Knabberhölzern größer als bei den Kaninchen ohne Knabberhölzer. RIZZI und CHERICATO (2008) stellten fest, dass die Kaninchen mit den Knabberhölzern signifikant mehr zunahmen und verzehrten signifikant mehr Kraftfutter als die Kaninchen ohne Knabberhölzer. Die Futtermittelverwertung blieb dabei unbeeinflusst. In einer Untersuchung von PRINCZ et al. (2009) waren die Kaninchen in der Haltung mit Knabberhölzern signifikant schwerer als in der Haltung ohne Knabberhölzer. Die Masttageszunahme war bei den Kaninchen mit Knabberhölzern ebenfalls größer. Die Unterschiede waren jedoch nicht signifikant. In den Abteilen mit Kunststoffplattformen, Unterschlüpfen und Knabberhölzern erreichten die Kaninchen in der Untersuchung von MAERTENS et al. (2004) ebenfalls eine geringgradig bessere Masttageszunahme. Die Unterschiede waren jedoch auch hier nicht signifikant. Zudem war die Besatzdichte in den ausgestalteten Abteilen um die Hälfte geringer als in den nicht ausgestalteten. Dies könnte allerdings das Wachstum der Kaninchen ebenfalls stark beeinflussen. In der Untersuchung von HASKELL et al. (1995) beschäftigten sich die Schweine in den nicht ausgestalteten Abteilen signifikant mehr mit dem Boden und den Einrichtungselementen als die Schweine denen Stroh, Kiefernrinde und Äste zur Verfügung standen.

Im Versuch B bewirkten auch die erhöhten Ebenen eine Verringerung der Häufigkeit des Scharrens und Nagens an Einrichtungselementen. In den Käfigen mit erhöhten Ebenen war die Häufigkeit dieses Verhaltens geringer als in den Käfigen ohne diese Einrichtungsgegenstände. Zwischen der Bodenhaltung auf vollporiertem Kunststoffboden und der Bodenhaltung mit Stroheinstreu unterschieden sich die Häufigkeiten nur unwesentlich. Offensichtlich beeinflusste gute Strukturierung und größeres Platzangebot auch in den einstreulosen Bodenabteilen das Verhalten der Kaninchen positiv. Im Versuch C standen den Kaninchen in den Bodenabteilen mit vollporiertem Kunststoffboden Strohraufen zur Verfügung. Dadurch wurde die Häufigkeit des Scharrens und Nagens an Einrichtungselementen weiter reduziert und war geringer als in der Bodenhaltung mit Stroheinstreu. In der Untersuchung von VERGA et al. (2005) wurden die Stereotypen beispielsweise auch durch die vollporierten Kunststoffliegeflächen signifikant reduziert.

Sowohl das Stroh als auch die erhöhten Ebenen können unter Umständen aus hygienischen Gründen problematisch sein. In den vorliegenden Untersuchungen waren die Öffnungen im Kunststoffrost unter der Strohraufe häufig verstopft. Dies wurde teilweise auch durch die Ansammlung von Stroh auf dem Kotband unter dem Kunststoffrost in diesem Bereich verursacht. MAERTENS und VAN OECKEL (2001) berichteten ebenfalls über hygienische Probleme beim Einsatz von Strohraufen. Deren Meinung nach ist das Stroh für die meisten kommerziellen Haltungssysteme nicht geeignet. Die erhöhten Ebenen blieben in den eigenen Versuchen über den gesamten Versuchszeitraum

unverschmutzt und verursachten keine Verschmutzung der Tiere.

Neben dem Scharren und Nagen an Einrichtungselementen wurde in den eigenen Untersuchungen auch das Scharren und Nagen an Artgenossen beobachtet. In der Bodenhaltung trat es häufiger als in der Käfighaltung auf. Die Stundenhäufigkeiten je Tier unterschieden sich jedoch nur geringfügig und nicht signifikant. Das Scharren an Artgenossen beobachtete auch BIGLER (1993). Dieses Verhalten trat jedoch auch in ihren Untersuchungen nur selten auf. PRINCZ et al. (2008a) stellten diesbezüglich fest, dass die Kaninchen während der Aktivitätsphase meistens gelangweilt sind und an Einrichtungselementen oder sogar an Artgenossen nagen, wenn z. B. keine Knabberhölzer zur Verfügung stehen.

Ähnliches Verhalten tritt jedoch sowohl bei Wild- als auch bei Hauskaninchen auch im Rahmen des normalen Sexualverhaltens auf. Dabei führt der Rammler mit den Vorderextremitäten am Rücken der Häs in Scharrbewegungen aus (KRAFT, 1979). Dennoch wurde in den eigenen Untersuchungen dieses Verhalten, ähnlich wie das Scharren und Nagen an Einrichtungselementen, häufig sehr intensiv und unter großer körperlicher Anstrengung ausgeführt. Es dauerte allerdings zum größten Teil nur kurz. Das Scharren wurde hauptsächlich am Körperstamm des anderen Tieres ausgeführt. Benagt wurden am häufigsten die Ohrmuschel und der kaudale Bereich des Körperstammes u. a. auch der anogenitale Bereich. Wenn dieses Verhalten intensiv und/oder länger andauernd ausgeführt wurde, weichen die betroffenen Gruppenmitglieder aus oder waren aggressiv. In einzelnen Fällen wurden dadurch aggressive Auseinandersetzungen ausgelöst. Die Kaninchen an denen dieses Verhalten ausgeführt wurde könnten bei diesen Aktivitäten Integumentverletzungen und Verletzungen der äußeren Geschlechtsorgane sowie auch des Anus erleiden. Dadurch könnten insbesondere die kleineren Verletzungen dieser Körperteile entstehen. (z. B. die häufigen kleinen Verletzungen der Ohrmuschel).

Im Rahmen der eigenen Blutuntersuchungen wurden zwischen den untersuchten Haltungen bzw. Haltungsvarianten nur geringfügige Unterschiede festgestellt.

Nach den Recherchen des Autors gibt es keine Literaturangaben zum Vergleich von Haltungsvarianten von Kaninchen unter dem Aspekt von Blutanalysen. Wie aus den Tabellen im Tabellenanhang ersichtlich ist, konnten zwischen den Haltungsvarianten keine gerichteten Tendenzen bezüglich des Gesundheitszustandes der Tiere abgeleitet werden. Es sind weitere Untersuchungen zu diesem Thema notwendig.

Zwischen den einzelnen Versuchen war die Mortalität sehr unterschiedlich und betrug 0 – 37,5 %. Dagegen unterschieden sich die innerhalb einzelner Versuche geprüften Haltungsvarianten nur geringfügig und nicht signifikant. Zwischen den Geschlechtern ergaben sich ebenfalls keine signifikanten Unterschiede. Das klinische Bild war bei allen erkrankten Tieren nahezu identisch und unterschied sich zwischen den Haltungsvarianten ebenfalls nicht.

Dagegen beobachteten TACKE et al. (1998) und METZGER et al. (2003) in der Bodenhaltung größere Mortalität als in der Käfighaltung. Die Unterschiede waren jedoch auch in diesen Untersuchungen nicht signifikant. Auch LAMBERTINI et al. (2001) stellten in der Bodenhaltung auf Stroheinstreu im Vergleich zur Käfighaltung bei gleicher Besatzdichte von 16 Tieren/m² eine größere Mortalität fest. In den Käfigen wurden dabei Paare und in den Bodenabteilen Gruppen mit jeweils 16 Kaninchen gehalten. Darüber hinaus wurden in den Bodenabteilen auch kleinere Gruppen mit jeweils acht Tieren gehalten. Die Besatzdichte betrug in diesem Fall 8 Tiere/m². Die Mortalität war in diesen Gruppen signifikant geringer als in den 16-er-Gruppen und zudem auch geringer als in der

Käfighaltung.

Einer der wichtigsten haltungsbedingten Effekte, der die Morbidität und Mortalität in den eigenen Versuchen maßgeblich beeinflussen könnte, war die Gruppengröße. Diese kann insbesondere bei der Ausbreitung von Krankheiten eine wichtige Rolle spielen. In größeren Gruppen können bei gleicher Anzahl von kranken Tieren mehr Gruppenmitglieder infiziert und infestiert werden. Die Prävalenz bzw. Inzidenz von Krankheiten nimmt dadurch in größeren Gruppen zu (COTÉ UND POULIN, 1995; zitiert nach: KAPPELER, 2006; LÖLIGER, 1996; FINZI et al., 2008). Jedoch beeinflusste die Gruppengröße sowohl in den eigenen Versuchen als auch in den Untersuchungen von ROMMERS und MEIJERHOF (1998), MAERTENS und VAN OECKEL (2001) sowie PRINCZ et al. (2009) die Mortalität nur geringfügig und nicht signifikant. In der Untersuchung von DAL BOSCO et al. (2002) war die Mortalität in den größeren Gruppen in den Abteilen größer als in den Käfigen. Es muss jedoch berücksichtigt werden, dass der Effekt der Gruppengröße sowohl in den eigenen Untersuchungen als auch in vielen Untersuchungen anderer Autoren nur in Zusammenhang mit den anderen haltungsbedingten Effekten gedeutet werden kann.

Die Morbidität und Mortalität werden insbesondere durch die Hygiene maßgeblich beeinflusst. In dieser Hinsicht spielt v. a. die Bodengestaltung eine entscheidende Rolle. Insbesondere die Einstreu wird als problematisch angesehen (EFSA, 2005a; EFSA, 2005b). Darüber hinaus können auch beim Anbieten von Stroh in Raufen hygienische Probleme entstehen (MAERTENS und VAN OECKEL, 2001). Dies gilt auch für anderes Raufutter. Die Kaninchen kommen in eingestreuten Abteilen mehr in direkten Kontakt mit dem Kot und somit auch mit den invasionstüchtigen Stadien verschiedener Parasiten (TACKE et al., 1998; DAL BOSCO et al., 2002). In der Bodenhaltung auf Einstreu kann v. a. eine große Inzidenz von Kokzidiose primär als auch im Zusammenhang mit bakteriellen Infektionen eine sehr große Mortalität bewirken. Beispielsweise wurde in den Untersuchungen von TACKE et al. (1998), LAMBERTINI et al. (2001) und METZGER et al. (2003) bei den Kaninchen in der Bodenhaltung auf Einstreu als die Haupttodesursache Kokzidiose diagnostiziert. MORISSE et al. (1999) stellten dagegen zwischen der Mast auf Drahtgitterboden und der Mast auf teilweise eingestreutem Boden keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich des Kokzidienbefalls fest. In den eigenen Versuchen wurde die Mortalität v. a. durch bakterielle Infektionen des gesamten Tierbestandes verursacht. Mit Hilfe der *p. m.* durchgeführten Untersuchungen wurden als Erkrankungs- und Todesursachen am häufigsten bakterielle Lungen- und Darmentzündungen diagnostiziert. Nur im Versuch D war eine therapeutische Behandlung des gesamten Tierbestandes mit Sulfenazon indiziert. Im Rahmen der parasitologischen Untersuchungen konnten jedoch in keinen der durchgeführten Versuche klinisch relevante Unterschiede zwischen den geprüften Haltungsverfahren nachgewiesen werden.

Die Mortalität in der Bodenhaltung mit Stroheinstreu unterschied sich in den eigenen Versuchen nur unwesentlich von den anderen Haltungsverfahren. Die Strohraufen beeinflussten die Mortalität ebenfalls nicht wesentlich. Wie in den Untersuchungen von MORISSE et al. (1999) und OROVA et al. (2004) hielten sich jedoch die Kaninchen im eingestreuten Bereich nur selten auf. Lediglich kurze Zeit nach dem Nachstreuen beschäftigten sich die Tiere intensiv mit dem Stroh. Darüber hinaus wurden die eingestreuten Bereiche auch häufig ausgemistet und regelmäßig nachgestreut. Durch diese Maßnahmen wurden die Infektions- und Infestationsgefahr offensichtlich stark reduziert.

In den Versuchen A und B wurden die Kaninchen nicht prophylaktisch behandelt. Die überwiegende Zahl der Kaninchen verendete in der 2. und 3. Mastwoche nach dem Absetzen. Ähnlich verendeten in der Untersuchung von ROMMERS und MEIJERHOF (1998) die Mehrheit von Kaninchen in den ersten zwei Wochen nach dem Absetzen an Durchfall.

Weil die Mortalität in Versuchen A und B sehr groß war, wurden in den Versuchen C und D alle Tiere prophylaktisch mit Kokzidiostatika behandelt. Diese wurden mit dem Kraftfutter verabreicht. Im Versuch C war dies Salinomycin-Natrium und im Versuch D Robenidin. Zudem wurden ins Tränkwasser modifizierten organischen Säuren vorgemischt. Durch diese prophylaktischen Maßnahmen wurde die Mortalität deutlich reduziert. Positive Effekte haben sich insbesondere in der kritischen Phase nach dem Absetzen gezeigt. Im Versuch C war die Mortalität insgesamt sehr gering und betrug 0 – 3,3 %. MAERTENS et al. (2004) behandelten die Kaninchen prophylaktisch mit Tiamutin. Die Mortalität war ebenfalls sehr gering und betrug 1,47 – 3,92 %. Im Versuch D wurde Kokzidiostatikum nur im Absetzfutter verabreicht. Danach erhielten die Tiere ein Mastfutter ohne Kokzidiostatikum. In den letzten vier Mastwochen stieg die Mortalität sowohl in der Käfig- als auch in der Bodenhaltung gleichermaßen an. Insgesamt verendeten in Abhängigkeit von der Haltung und dem Geschlecht 0 – 16,7 % der Kaninchen. In der Untersuchung von PRINCZ et al. (2009) wurde die prophylaktische Behandlung mit Tiamulin, Oxytetracycline und Diclazuril in den letzten zwei Wochen abgesetzt. Die Mortalität nahm in diesem Zeitraum zu. Weil die Kokzidiostatika und die modifizierten organischen Säuren in den eigenen Versuchen gleichzeitig eingesetzt wurden, kann der Einfluss der einzelnen Präparate nicht getrennt gewertet werden. Hinsichtlich der Morbidität und Mortalität muss allerdings berücksichtigt werden, dass die prophylaktischen Behandlungen die potenziellen Unterschiede zwischen der Käfig- und Bodenhaltung unter Umständen aufheben könnten. Beispielsweise stellten LAMBERTINI et al. (2001) in einem Versuch mit unbehandelten Tieren bezüglich der Mortalität signifikante Unterschiede zwischen den geprüften Haltungsverfahren fest. In einem weiteren Versuch wurden die Tiere prophylaktisch behandelt. In diesem Versuch konnten dagegen zwischen denselben Haltungsverfahren hinsichtlich der Mortalität keine bedeutenden Unterschiede festgestellt werden. Jedoch zeigte sich in den Versuchen A und B, dass sich die Mortalität sowohl zwischen der Käfig- und Bodenhaltung als auch zwischen den einzelnen geprüften Haltungsverfahren auch ohne Prophylaxe nur geringfügig unterschied. Ferner könnte die Haltung von Zuchthäsinnen im Versuchsstall die epizootologischen Bedingungen ebenfalls stark beeinflussen.

Die Mastleistung wurde als ein zusätzlicher Parameter zur Bewertung der Haltungen herangezogen. Es wurden insbesondere Käfig- und Bodenhaltung aber auch die einzelnen Haltungsverfahren innerhalb dieser Haltungsverfahren miteinander verglichen. In den Versuchen A, B und C wurde das Wachstum der Tiere durch die Haltung signifikant beeinflusst. Insbesondere in der Bodenhaltung mit Stroheinstreu erreichten die Kaninchen geringere Masttageszunahmen als in den anderen Haltungsverfahren. Im Gegensatz dazu erreichten die Kaninchen in der Bodenhaltung auf vollperforiertem Kunststoffboden in allen vier Versuchen der vorliegenden Arbeit mit der Käfighaltung vergleichbare Masttageszunahmen. Der Futterverbrauch und die Futterverwertung wurden durch die Haltung nicht signifikant beeinflusst. Die erhöhten Ebenen beeinflussten das Wachstum der Kaninchen nicht signifikant. Dagegen verringerte die Strohgabe die Masttageszunahmen. Im Versuch D wurden zwischen der Käfig- und Bodenhaltung keine signifikanten Unterschiede bezüglich der Mastleistung festgestellt. Die Gruppensammensetzung beeinflusste die Mastleistung ebenfalls nicht wesentlich. Die Gruppengröße scheint die Mastleistung der Kaninchen in den vorliegenden Versuchen nicht wesentlich beeinflusst zu haben. Die Masttageszunahme der Kaninchen in der Bodenhaltung auf vollperforiertem Kunststoffboden war beispielsweise vergleichbar mit der Masttageszunahme der Kaninchen in der Käfighaltung. In diesem Zusammenhang ist es auch wichtig, dass die Kaninchen in den eigenen Versuchen in der Käfig- und

Bodenhaltung bei ähnlicher Besatzdichte gehalten wurden. In der Literatur sind sehr unterschiedliche Ergebnisse zum Einfluss von Gruppengröße und Besatzdichte auf die Mastleistung der Kaninchen zu finden.

MBANYA et al. (2004) stellten beispielsweise bei den in den 4-er-Gruppen gehaltenen Kaninchen (10 Tiere/m²) gegenüber den in Paaren gehaltenen Kaninchen (5 Tiere/m²) signifikant geringere Zunahme fest. Der Futterverzehr sowie die Futterverwertung wurden durch die Gruppengröße und Besatzdichte nicht signifikant beeinflusst. Zwischen den Geschlechtern traten ebenfalls keine signifikanten Unterschiede auf. In der Untersuchung von PRINCZ et al. (2009) waren die in den Paaren gehaltenen Kaninchen am Ende der Mast signifikant schwerer als die Kaninchen in Abteilen mit jeweils 13 Tieren. Die Besatzdichte betrug dabei sowohl in der Käfig- als auch in der Bodenhaltung 16 Tiere/m². Die Masttageszunahme unterschied sich jedoch nicht signifikant. Dagegen erreichten die Kaninchen in der Paarhaltung eine signifikant bessere Futterverwertung. MAERTENS und VAN OECKEL (2001) berichteten über eine signifikant geringere Masttageszunahme in größeren Gruppen mit 30 Kaninchen im Vergleich zu Gruppen mit vier Kaninchen bei einer Besatzdichte von 15,8 (große Gruppen) bzw. 15,4 Tieren/m² (kleine Gruppen). In größeren Gruppen wurde das Wachstum insbesondere durch signifikante Reduzierung der Kraftfutteraufnahme verringert. Die Futterverwertung wurde durch die Haltung nicht wesentlich beeinflusst. Ferner stellten auch MARTRENCHAR et al. (2001) bei einer Besatzdichte von 15 Tieren/m² in den 24-er-Gruppen im Vergleich zu den 6-er-Gruppen in der Käfighaltung signifikant geringere Körpermasse fest. REITER (1995) untersuchte den Einfluss der Gruppengröße in der Bodenhaltung. Es wurden Gruppen mit 4 – 64 Kaninchen bei einer Besatzdichte von 5 Tieren/m² gehalten. Die Gruppengröße beeinflusste das Wachstum und die Futterverwertung der Kaninchen nur geringfügig. Ähnlich hielten ROMMERS und MEIJERHOF (1998) Gruppen mit 6 – 54 Kaninchen. Im Gegensatz zur Untersuchung von REITER (1995) war die Besatzdichte in dieser Untersuchung mit 17 Tieren/m² deutlich größer. Die Mastleistung und die Uniformität der Kaninchen wurden jedoch durch die Gruppengröße auch bei dieser Besatzdichte nicht signifikant beeinflusst. TAWFIK et al. (1996) fanden beim Vergleich der Käfig- und Bodenhaltung bezüglich des Wachstums der Kaninchen nur geringfügige Unterschiede. Dagegen war die Futterverwertung in der Bodenhaltung deutlich schlechter. Als Hauptursachen dafür betrachteten die Autoren den Futterverlust und die gesteigerte lokomotorische Aktivität. TACKE et al. (1998) stellten bei den Kaninchen in der Bodenhaltung mit 15 Kaninchen/Abteil im Vergleich zur Käfighaltung mit 8 Kaninchen/Käfig eine signifikant geringere Körpermasse am Ende der Mast fest. In der Käfighaltung betrug die Besatzdichte in diesen Versuchen 10 Tiere/m² und in der Bodenhaltung 6,7 Tiere/m². Die Futterverwertung war in der Bodenhaltung ebenfalls wesentlich schlechter als in der Käfighaltung. Diesbezüglich unterschieden sich die Käfig- und Bodenhaltung in einem der vier Versuche und auch insgesamt für alle vier Versuche signifikant. Den Autoren nach wurde das Wachstum durch die gesteigerte lokomotorische Aktivität reduziert. Zudem wurde die Futterverwertung in der Bodenhaltung, wie in der Untersuchung von TAWFIK et al. (1996), durch einen größeren Futterverlust noch zusätzlich verschlechtert. In der Untersuchung von DAL BOSCO et al. (2002) nahmen die Kaninchen in größeren Gruppen in Abteilen weniger zu und erreichten eine schlechtere Futterverwertung als die Kaninchen in den Käfigen. Insbesondere die Kaninchen in den Abteilen mit Stroheinstreu erreichten ähnlich wie in den eigenen Untersuchungen die schlechtesten Ergebnisse. In der Untersuchung von METZGER et al. (2003) erreichten die Kaninchen im eingestreuten Bodenabteil mit 80 eingestellten Kaninchen bei einer Besatzdichte von 8,1 Tieren/m² eine signifikant geringere Körpermasse als die Kaninchen in der Käfighaltung. Je Käfig wurden in dieser Untersuchung drei Kaninchen bei einer

Besatzdichte von 18,7 Tieren/m² gehalten. Die Ursache für verringertes Wachstum könnte auch hier gesteigerte lokomotorische Aktivität sein. Beispielsweise war der Anteil des hinteren Körperteiles bei den Kaninchen aus dem Bodenabteil signifikant größer als bei denen aus der Käfighaltung.

In den eigenen Versuchen war die Häufigkeit der Lokomotion in der Bodenhaltung größer als in der Käfighaltung. Jedoch erreichten die Kaninchen in der Bodenhaltung auf vollporiertem Kunststoffboden trotz gesteigerter lokomotorischer Aktivität ähnliche Masttageszunahmen wie die Kaninchen in der Käfighaltung. Die Körpermasseentwicklung wurde durch die lokomotorische Aktivität offensichtlich nur geringfügig beeinflusst. Vielmehr könnte in diesem Zusammenhang der Strohverzehr entscheidend gewesen sein. Die schlechte Masttageszunahme der Kaninchen in der Bodenhaltung mit Stroheinstreu deutet darauf hin, dass insbesondere die Stroheinstreu und nicht die anderen haltungsbedingten Faktoren das Wachstum der Kaninchen entscheidend beeinflusste. Diesbezüglich könnte sowohl die Strohaufnahme als auch die Hygiene des Strohs von großer Bedeutung sein.

Beispielsweise verzehrten die Kaninchen in Abteilen mit Strohraufen in der Untersuchung von MAERTENS und VAN OECKEL (2001) am wenigsten Kraftfutter. Die durchschnittliche Strohaufnahme betrug dabei 2,50 – 4,86 g/Tier und Tag. Jedoch wurde die Mastleistung dadurch nicht wesentlich beeinflusst. Dagegen erreichten die Kaninchen in der Untersuchung von LAMBERTINI et al. (2001) in der Bodenhaltung auf Stroheinstreu eine signifikant geringere Tageszunahme und eine signifikant schlechtere Futtermittelverwertung. Die Autoren schlussfolgerten, dass insbesondere die Kokzidiose die Mastleistung der unbehandelten Kaninchen entscheidend reduzierte. Zudem könnten den Autoren nach die unterschiedliche lokomotorische Aktivität und die Strohaufnahme das Wachstum der Kaninchen ebenfalls beeinflussen. In der Untersuchung von LAZZARONI et al. (2009) nahmen die Kaninchen in den Bodenabteilen mit Stroheinstreu im Vergleich zu den einzeln gehaltenen Kaninchen in den Käfigen ebenfalls signifikant weniger zu. Die Autoren gingen davon aus, dass die gesteigerte lokomotorische Aktivität und die Strohaufnahme das Wachstum der Kaninchen in der Bodenhaltung mit Stroheinstreu verringerten. Sowohl LAMBERTINI et al. (2001) als auch LAZZARONI et al. (2009) stellten bei den Kaninchen die Stroh aufzunehmen konnten eine signifikante Vergrößerung der Masse bzw. des Anteiles des vollen Verdauungstraktes fest. Die Kaninchen verzehrten in den Bodenabteilen mit Stroheinstreu signifikant weniger Kraftfutter als die Kaninchen in den Käfigen. TROCINO et al. (2008) stellten in den Käfigen mit dem Stroheinstreu auf dem Drahtgitterboden signifikant geringere Zunahme und Futteraufnahme fest. DAL BOSCO et al. (2002) betrachteten darüber hinaus den ständigen Kontakt mit Exkrementen in den eingestreuten Abteilen als eine der Ursachen der schlechteren Mastleistung.

In einer Untersuchung von MORISSE et al. (1999) erreichten die Kaninchen in den Bodenabteilen mit Stroheinstreu signifikant geringere Körpermasse und Masttageszunahme. Die Futtermittelverwertung wurde durch die Haltung nicht wesentlich beeinflusst. Als mögliche Ursache für die verringerte Masttageszunahme wurde insbesondere der infolge des vermehrten Aufenthaltes auf dem Drahtgitterboden erschwerte Zugang zum Kraftfutter in diesem Bereich diskutiert. Die Schlachtausbeute der Kaninchen aus den zur Hälfte eingestreuten Abteilen war dagegen ähnlich wie bei den Kaninchen aus den Abteilen mit Drahtgitterboden. Die Kaninchen verzehrten in dieser Untersuchung offensichtlich nur sehr wenig Stroh. Dies konnte u. a. auch vom Zustand der Einstreu abhängig sein. Aufgrund dieser Ergebnisse schlussfolgerten die Autoren, dass das Eingeweidevolumen der Kaninchen aus der Haltung mit Stroheinstreu nicht größer als bei den Kaninchen aus der einstreulosen Haltung war und dass die Strohaufnahme den

Kraftfutterverzehr nicht wesentlich beeinflussen konnte.

In den eigenen Versuchen wurde durch die Strohgabe die Kraftfutteraufnahme v. a. im Versuch C verringert. Dagegen war im Versuch B die Kraftfutteraufnahme in der Bodenhaltung mit Stroheinstreu sogar größer als in der einstreulosen Käfighaltung. Im Versuch C erreichten die Kaninchen in den Käfigen mit Strohraufen signifikant geringere Masttageszunahme als die Kaninchen in den Käfigen ohne Strohraufen. Jedoch unterschieden sich sowohl der Futterverbrauch als auch die Futterverwertung zwischen den geprüften Haltungsverfahren in keinem der vier Versuche signifikant.

Das Geschlecht beeinflusste die Mastleistung der Kaninchen in den eigenen Versuchen nur unwesentlich. Es wurde jedoch beobachtet, dass die männlichen Kaninchen in den letzten zwei Mastwochen weniger als die weiblichen zunahmten. In der Untersuchung von REITER (1995) war der Einfluss des Geschlechts auf das Wachstum der Kaninchen bis zum 80. Lebensstag sehr gering. Größere Unterschiede zwischen den Geschlechtern traten dagegen zwischen dem 80. und 93. Lebensstag auf. Die männlichen Kaninchen erreichten in diesem Zeitraum geringere Zunahmen. Diese Tendenz wurde auch in den vorliegenden Untersuchungen bestätigt. Von den Mastleistungsparametern wurde in einer Untersuchung von LAZZARONI et al. (2009) durch das Geschlecht beispielsweise nur der Futterverzehr signifikant beeinflusst. Die Weibchen verzehrten signifikant mehr Kraftfutter als die Männchen. In der Untersuchung von MBANYA et al. (2004) traten zwischen den Geschlechtern ebenfalls keine signifikanten Unterschiede auf.

Im Versuch B waren bei der Einstellung die Kaninchen in der Käfighaltung signifikant schwerer als die Kaninchen in der Bodenhaltung. Dies könnte die Mastleistung der Tiere maßgeblich beeinflussen. Bei Geburt schwerere Kaninchen erreichten in einer Untersuchung von POIGNER et al. (2000) signifikant größere Tageszunahmen. Darüber hinaus war die Mortalität bei diesen Kaninchen geringer.

Die Kaninchen bewegten sich in der Bodenhaltung häufiger und intensiver fort als in der Käfighaltung. Positive Effekte der gesteigerten lokomotorischen Aktivität spiegelten sich in den pQCT-Knochenparametern wieder. Die Kaninchen in der Bodenhaltung hatten stärkere Knochen. Bezüglich der Prävalenz und Schwere der aggressionsbedingten Verletzungen wurden zwischen der Käfig- und Bodenhaltung keine bedeutenden Unterschiede festgestellt. Die Beschäftigungsobjekte und -substrate reduzierten die Häufigkeit des Scharrens und Nagens an Einrichtungselementen. Unter diesem Aspekt ist die Bodenhaltung mit Strohraufen der Bodenhaltung mit Stroheinstreu gleichzusetzen. Die erhöhten Ebenen zeigten sowohl in der Käfig- als auch in der Bodenhaltung positive Auswirkungen auf das Verhalten und Knochenentwicklung. Darüber hinaus zeigen die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchungen, dass in der neu entwickelten Bodenhaltung mit der konventionellen Käfighaltung vergleichbare Mastleistung erreicht werden kann.

6 ZUSAMMENFASSUNG

In der kommerziellen Kaninchenmast ist die Käfighaltung das dominierende Haltungsverfahren, das v. a. arbeitswirtschaftliche und hygienische Vorteile bietet. Diese Haltungsform schränkt jedoch die Bewegungsmöglichkeiten der Kaninchen stark ein und bietet kaum Beschäftigungsmöglichkeiten. Diesbezüglich wird die Bodenhaltung mit Einstreu als eine möglicherweise tiergerechtere Alternative zur Käfighaltung angesehen. Jedoch existieren hierzu keine ausreichenden Erfahrungen und nur wenige wissenschaftlich fundierte Ergebnisse, die es erlaubten, die Bodenhaltung für die Praxis zu empfehlen.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden die Auswirkungen verschiedener Haltungsformen auf das Verhalten, die Gesundheit und die Leistung der Mastkaninchen untersucht. Dazu wurden die konventionelle Käfighaltung und die neu entwickelte Bodenhaltung geprüft und miteinander verglichen.

Von Juni 2005 bis September 2006 wurden vier Versuche (A, B, C und D) mit insgesamt 1349 ZIKA-Hybridkaninchen durchgeführt. Die Tiere wurden nach dem Absetzen im Alter von 27 bis 34 Lebenstagen in die zu prüfenden Haltungsvarianten eingestallt. In den Käfigen wurden die Kaninchen bei einer Besatzdichte von 8,3 Tiere/m² in Gruppengrößen von vier Tieren gehalten. In den Bodenabteilen wurden je Gruppe 24 Tiere bei einer Besatzdichte von 7,8 Tiere/m² gehalten. Im Versuch A wurde die Käfighaltung mit erhöhten Ebenen der Bodenhaltung auf vollperforiertem Kunststoffboden mit und ohne Stroheinstreu gegenüber gestellt. Im Versuch B wurde in der Käfighaltung zusätzlich der Effekt der erhöhten Ebene untersucht. Dazu wurden Käfige mit und ohne erhöhte Ebenen geprüft. Im Versuch C wurde das Stroh den Kaninchen sowohl in Käfigen als auch in Bodenabteilen mit vollperforiertem Kunststoffboden in Raufen zur Verfügung gestellt. In Bodenabteilen mit teilperforiertem Boden wurde 40 % der Grundfläche mit Stroh eingestreut. Der Versuch D thematisierte die Gruppenzusammensetzung. Es wurden sowohl in der Käfig- als auch in der Bodenhaltung gleich- und gemischtgeschlechtliche Mastgruppen gehalten.

Die ethologischen Untersuchungen umfassten die Erfassung von folgenden Parametern: Lokomotion, Anteil der Tiere auf den erhöhten Ebenen und im eingestreuten Bereich, Beschäftigung mit Stroh und Strohfressen, Scharren und Nagen an Einrichtungselementen sowie an Artgenossen und aggressives Verhalten. Der Verletzungszustand der Tiere wurde mit Hilfe der klinischen Untersuchungen ermittelt. Definierte pQCT-Knochenparameter wurden am Oberschenkelknochen (*Femur*) und am Schienbein (*Tibia*) gemessen. Die Knochen- und Blutuntersuchungen wurden anhand von zufällig ausgewählten klinisch gesunden Tieren durchgeführt. Als Leistungsmerkmale wurden der Futterverbrauch, die tägliche Zunahme und die Futtermittelverwertung erfasst. Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Softwarepaket SAS[®] Version 9.1 (Statistic Analysing Systems, SAS Institute[®]).

Die Bewegungsmöglichkeiten der Kaninchen wurden in der Bodenhaltung im Vergleich zur Käfighaltung bei nahezu gleich bleibender Besatzdichte deutlich verbessert. Die Kaninchen bewegten sich in der Bodenhaltung signifikant häufiger fort als in der Käfighaltung. Darüber hinaus konnten insbesondere das Hoppeln und Rennen in den Käfigen nur eingeschränkt bzw. nicht ausgeführt werden. Im Gegensatz dazu waren diese Bewegungsabläufe in der Bodenhaltung häufig und sehr intensiv. Durch die gesteigerte lokomotorische Aktivität in der Bodenhaltung wurden die Knochenbildungsprozesse stimuliert und die Knochenstabilität gefördert. Die untersuchten Knochen von den Kaninchen aus der Bodenhaltung waren stärker als die Knochen von den Kaninchen aus der Käfighaltung. Die Unterschiede waren v. a. in der Diaphyse und allgemein im Versuch B deutlich zu erkennen. Insbesondere die Festigkeitsindex waren in der Bodenhaltung

signifikant größer als in der Käfighaltung. Das Anbieten von erhöhten Ebenen in der Käfighaltung zeigte ebenfalls stimulierende Effekte auf die Knochenentwicklung. Die erhöhten Ebenen wurden von Kaninchen problemlos angenommen und viel genutzt. Die geringfügig gesteigerte lokomotorische Aktivität und das Auf- und Abspringen in der Käfighaltung mit erhöhten Ebenen wirkten sich offensichtlich positiv auf die Knochenbildungsprozesse aus. Die Kaninchen in den Käfigen mit erhöhten Ebenen hatten stärkere Knochen als die Kaninchen in den Käfigen ohne erhöhte Ebenen. Die Unterschiede waren jedoch zum größten Teil nicht signifikant. Die männlichen Kaninchen hatten stärkere Knochen als die weiblichen Kaninchen.

Aggressive Auseinandersetzungen traten in allen Versuchen nur selten auf. In der Bodenhaltung wurde das aggressive Verhalten häufiger als in der Käfighaltung beobachtet. Sowohl in der Käfig- als auch in der Bodenhaltung dominierten kleine und oberflächliche Kratzverletzungen und Bisswunden, die als klinisch nicht relevant beurteilt wurden. Problematische Verletzungen traten nur vereinzelt auf. Die Weibchen waren insgesamt und insbesondere von den schweren Verletzungen weniger als die Männchen betroffen. In der Bodenhaltung war der Anteil von weiblichen Tieren mit Verletzungen geringer als in der Käfighaltung. Der Anteil der männlichen Kaninchen mit Bisswunden war insbesondere im Versuch D in den gemischtgeschlechtlichen Versuchsgruppen in der Bodenhaltung groß. Dagegen war der Anteil verletzter Tiere in den weiblichen Versuchsgruppen sowohl in der Käfig- als auch in der Bodenhaltung sehr gering.

Von den Verhaltensabweichungen trat vorwiegend das Scharren und Nagen an Einrichtungselementen auf. Die Häufigkeit dieses Verhaltens war in der Käfighaltung größer als in der Bodenhaltung. Die Tiere scharrten und nagten überwiegend am Gitter und am Kunststoffboden. Durch die Strukturierung und Beschäftigungsmöglichkeiten konnte die Häufigkeit dieser Verhaltensabweichung reduziert werden. Die Bodenhaltung auf vollperforiertem Kunststoffboden, sowohl mit als auch ohne Strohraufen, und die Bodenhaltung mit einem eingestreuten Bereich unterschieden sich diesbezüglich nur geringfügig. Den eingestreuten Bereich nutzten die Kaninchen nur wenig.

Bei den Blutuntersuchungen ergaben sich einige signifikanten Unterschiede. Es konnten jedoch keine eindeutigen Einflüsse der Käfig- bzw. Bodenhaltung abgeleitet werden. Die Mortalität variierte sehr stark zwischen den einzelnen Versuchen. Dagegen beeinflussten die Haltung und das Geschlecht die Mortalität innerhalb der einzelnen Versuche nur geringfügig und nicht signifikant.

Das Wachstum der Tiere wurde in den Versuchen A, B und C durch das Haltungssystem signifikant beeinflusst. In der Bodenhaltung mit Stroheinstreu wurden die geringsten Zunahmen erzielt. Dagegen erreichten die Kaninchen in der Bodenhaltung auf vollperforiertem Kunststoffboden in allen Versuchen mit den Kaninchen in der Käfighaltung vergleichbare Zunahmen. Der Futterverbrauch und die Futterverwertung wurden durch die Haltung nicht signifikant beeinflusst. Das Geschlecht und die Gruppenzusammensetzung beeinflussten die Mastleistungsparameter nur unwesentlich.

Aus den Ergebnissen vorliegender Versuche geht hervor, dass insbesondere die Bodenhaltung auf vollperforiertem Kunststoffboden mit Strohraufen eine tiergerechte Alternative zur konventionellen Käfighaltung darstellt. Ein entsprechendes Prophylaxeprogramm, strikte Hygienemaßnahmen und ein gutes Management sind dabei die Voraussetzungen für eine erfolgreiche Mast. In weiteren Versuchen sollte die im Rahmen der vorliegenden Arbeit entwickelte Bodenhaltung unter Praxisbedingungen geprüft und weiter entwickelt werden.

7 SUMMARY

In commercial rearing systems the growing rabbits are mainly housed in conventional cages. The advantages of this system are especially good hygiene and high productivity. However, small cages restrict the locomotor activities of the animals and offer no additional structural elements or environmental enrichment. The cages can be therefore considered as problematic in respect of animal welfare. Not meeting the behavioural and physiological needs of the rabbits and restricting their species-specific behaviours is currently very frequently a discussed theme.

The aim of this project was to evaluate the effect of different rearing systems on ethological and clinical parameters in young domestic rabbits kept for meat production. Special experiments have been made to provide information relevant to the assessment of welfare and health status of rabbits reared in pens and in cages. Newly developed pen housing was compared with the conventional cage-rearing.

Four experiments were performed between June 2005 and July 2006 with total 1349 animals. ZIKA-hybrid rabbits aged 27 – 34 days were assigned into different rearing systems after weaning. The rabbits were randomly assigned to experimental housing treatments. However, they were assigned to treatments in such a way as to minimize litter effects and weight differences between the animals within and between groups. They were fed ad libitum with standard fattening diet in pellet-form. Water was also available ad libitum. The fattening period lasted eight weeks.

The cages were 50 cm wide, 70 cm deep and 60 cm high. They were equipped with two nipple drinkers and one 18 cm wide feeder. The pens were 125 cm wide and 200 cm deep and open on the top. They were equipped with 6 – 7 nipple drinkers and four 18 cm wide feeders. All cages, except twelve cages in experiment B, and pens were equipped with raised ledges made from the same slates as the floor. They measured 50 x 30 cm in the cages and 80 x 40 cm in the pens. The pens were equipped with one raised ledge in experiment A and with two raised ledges in experiments B, C and D. Five pens in experiments A, B and C had straw bedding on approximately 40 % of the ground area. Bedding material was renewed when needed and when cages and pens were cleaned (approximately twice per week). The other half of the pens (pens without straw bedding) in experiment C and all pens in experiment D were equipped with straw-feeders. In experiment D all cages and pens were also equipped with wood pieces. The cages and pens were located in the same building.

In experiment A the conventional cage rearing was compared with the pen rearing on plastic perforated floor and with pen rearing with straw litter. The effect of the elevated ledges was analysed in experiment B. The influence of straw as enrichment was studied in experiment C. The possibility of separated fattening of male and female growing rabbits was tested in the experiment.

Behaviour and the use of the cage and pen area were studied in 8 cages and 4 pens in both experiments B and C. In experiment D behaviour was observed in 9 cages and 3 pens. The frequencies of locomotion, scratching and gnawing on the equipment, scratching and gnawing on other animals and aggressive behaviour were determined. Observations were made during two periods, one in the morning and one in the evening, on three observation days in experiments B and C, each period containing one hour of dark and one hour of light period. The behaviour was recorded by video cameras with infrared lighting. Each selected group was observed in sequence once every 5 minutes. During this time each group was observed for 75 seconds. The number of rabbits on the raised ledges and in the straw litter area was also assessed and expressed as a percentage of the total number of the animals in the corresponding cage or pen. All animals were clinically examined and

pathological finding and injuries were assessed. The morphological parameters, the number and the location of the wounds were determined. The pQCT-bone-measurements and haematological investigations were performed on randomly chosen clinically healthy animals. The EDTA samples were analysed for: red blood cells, hematocrit, hemoglobin, mean corpuscular volume, mean corpuscular haemoglobin, mean corpuscular haemoglobin concentration, red cell distribution width, platelets, mean platelets volume, white blood cells, granulocytes, lymphocytes and monocytes. Protein and IgG concentration were also determined. At the end of experiments B and D the femur and tibia were taken for pQCT measurements. In experiment B the bones from 43 animals and in experiment D the bones from 103 rabbits were investigated. The bone specimens were investigated by peripheral quantitative computed tomography (pQCT) with the Bone Scanner XCT 960A. Cross-sectional images were taken at the proximal measurement sites 17% of the femoral and 10% of the ulnar length from the proximal end of the femur and ulna and in the mid-shaft at 50% of the femoral and ulnar length. The pQCT-examination included determinations of total and cortical cross-sectional bone area, volumetric total and cortical bone tissue mineral content and density and polar-, x- and y-axis-related stress strain index. Individual weighings were performed at the beginning of the experiment, every two weeks and at the end of the experimental trial. The feed intake was measured for the whole groups at the same time as the weighing and expressed as group average per animal.

The normally distributed data were analysed with the analysis of variance with the GLM procedure. The quantitative data that did not fulfil the conditions for the analysis of variance were tested with Kruskal-Wallis test. The categorical data on mortality and skin lesions were tested by the Chi-square test from Pearson.

The housing had a significant effect on some important behavioural traits of the animals. The frequencies of locomotion in pens were compared with cages significantly higher. This could be due to the restricted possibility of movement in the conventional cages compared to the pens. The intensive locomotion was performed very seldom and less markedly in the cages, very likely due to the lack of space. As opposed to that, the intensive multiple hops could be observed very frequently in the pens. In the cages only modified single hops could be performed. The elevated slates had no significant effect on the frequency of locomotion. In the cages with elevated slates the frequencies of locomotion were still significantly lower compared to the pens.

The results obtained by peripheral computed tomography confirmed the behavioural observations of locomotory frequencies. The pQCT-parameters were higher in pen reared animals. The differences between the animals without the elevated ledges and the pen reared animals were especially significant. Particularly the strain-strength-index was bigger when it comes to the animals in the pens. The major differences were determined in the diaphysis of the analysed bones.

The aggressive interactions occurred very rarely and were not intensive. The majority of aggressive interactions resulted only in minor bite wounds. By clinical examinations predominantly small scratches and small superficial bite wounds were found. No clear differences could be determined between different rearing systems. Animals can bear easily minor scratches and bite wounds without any long-term residual effects. Severe aggression and problematic wounds were observed very seldom. In experiment D the percentage of the animals with injuries was higher in pens than in cages. The percentage of the animals with lesions was especially high in the mixed groups with males and females in the experiment. In general more males than females had bite injuries.

Bare cage environment may be averse to animals. The animals may be unable to adapt, and show abnormalities of behaviour. Abnormal behaviour was shown independently of

the housing system. The rate of abnormal behaviour decreased in pens. However, it is also important to note that the pen-raising was not sufficient to completely prevent the development of abnormal behaviour. The frequency of the scratching and gnawing on the equipment could be significantly reduced with straw as enrichment.

Only minor differences were found between the tested rearing systems regarding blood parameters. Although some of these differences were significant. Mortality did not differ between the treatments. Most of the mortality was caused by diarrhoea in the second and third week of the experiment.

The daily weight gain was significantly different between the treatments in experiments A, B and C. The animals in pens with litter achieved the lowest daily weight gains. On the other hand, the daily weight gains of the animals in pens with perforated floor were comparable with the daily weight gains of the animals reared in cages. In experiment D no differences were found in this respect. In all four experiments no differences between the treatments were found in daily feed intake and feed conversion ratio. The rabbits showed only a weak interest for straw litter. This may be due to the attraction towards the cleanliness and dryness of the perforated plastic floor compared to the litter. The use of litter may also depend on the environmental temperature.

Especially the pen housing on plastic perforated floor with straw in the wire container showed positive effects on the behaviour of the rabbits without reduction of performance. More studies are needed before any final conclusion about the appropriateness of the group housing in developed pens can be made. These results have to be proven in further field studies under commercial conditions.

8 LITERATURVERZEICHNIS

- ARCHETTI, I., TITTARELLI, C., CERIOLI, M., BRIVIO, R., GRILLI, G., LAVAZZA, A. (2008): Serum chemistry and hematology values in commercial rabbits: preliminary data from industrial farms in Northern Italy. In: Proceedings 9th World Rabbit Congress, June 10 – 13, 2008 Verona (Italy), S. 1147 – 1151.
- BARGE, P., MASOERO, G., CHICCO, R. (2008): Raising rabbit does in platform cages. In: Proceedings 9th World Rabbit Congress, June 10 – 13, 2008 Verona (Italy), S. 1153 – 1157.
- BAUMGARTNER, W., HESS, M., KETZ-RILEY, C. J., KÖLLE, P., SCHUH, M., SCHUSSER, G., SCOPE, A., TIPOLD, A. (2005): Untersuchung des Blutes. In: BAUMGARTNER W. (Hrsg.): Klinische Propädeutik der inneren Krankheiten und Hautkrankheiten der Haus- und Heimtiere. 6. Aufl., Parey in MVS Medizinverlage Stuttgart GmbH & Co. KG, Stuttgart 2005, S. 207 – 226.
- BESSEI, W. (1972): Möglichkeiten zur objektiven Erfassung des Verhaltens von Hühnern in modernen Haltungssystemen. Der Tierzüchter, (1972) 14, S. 411 – 412.
- BESSEI, W. (2001): Tierschutz in der Kaninchenhaltung. Empfehlungen nur mit Einschränkungen möglich. DGS Magazin, 9 (2001), S. 46 – 49.
- BESSEI, W. (2004): Mastkaninchen. Einfluss von Besatzdichte und Gruppengröße auf die Leistung. DGS Magazin, 27 (2004), S. 49 – 51.
- BESSEI, W. (2005): Haltungssysteme für Mastkaninchen aus ethologischer Sicht. In: PETERSEN J. (Hrsg.): Kaninchenfleischgewinnung. Oertel+Spörer Verlags-GmbH+Co., Reutlingen 2005, S. 38 – 49.
- BESSEI, W., TINZ, J., REITER, K. (2001): Die Präferenz von Mastkaninchen für Kunststoffgitter und Tiefstreu bei unterschiedlichen Temperaturen. In: Tagungsbericht der 12. Arbeitstagung über Haltung und Krankheiten der Kaninchen, Pelztier und Heimtiere. 9. – 10. Mai 2001 in Celle. Verlag der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft e. V., Gießen 2001, S. 133 – 140.
- BIEWENER, A. A. und BERTRAM, J. E. A. (1992): Mechanical loading and bone growth in vivo. Bone, 6 (1992), S. 1 – 36.
- BIEWENER, A. A. und BERTRAM, J. E. (1994): Structural response of growing bone to exercise and disuse. Journal of Applied Physiology, 76 (1994) 2, S. 946 – 955.
- BIEWENER, A. A., FAZZALARI, N. L., KONIECZYNSKI, D. D., BAUDINETTE, R. V. (1996): Adaptive Changes in Trabecular Architecture in Relation to Functional Strain Patterns and Disuse. Bone, 19 (1996) 1, S. 1 – 8.
- BIGLER, L. (1993): Prüfung eines Aufstallungssystems für größere Mastkaninchen-Gruppen. Gesuch-Nummer: 5.6.32. Forschungsbericht im Auftrag des Bundesamtes für Veterinärwesen. Bern 1993, 66 S.

- BIGLER, L. (1996): Überprüfung von Lösungsmöglichkeiten für die Haltung von männlichen Mastkaninchen in Gruppen. Forschungsbericht im Auftrag des Bundesamtes für Veterinärwesen. Zollikofen 1996, 37 S.
- BIGLER, L. (1998): Untersuchungen zum Einfluss des Lichtes in der Kaninchenmast. Schlussbericht zum Projekt 002.4.2.95.3. Zollikofen 1998, 21 S.
- BIGLER, L. und FALK, M. (2003): Kaninchen wollen zusammen leben. BVET-Magazin, 6 (2003), S. 24 – 27.
- BIGLER, L. und OESTER, H. (1994): Die Beurteilung der Tierartgerechtigkeit von Aufstallungssystemen für kleine und große Mastkaninchen-Gruppen. Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift, 107 (1994), S. 150 – 156.
- BIGLER, L. und OESTER, H. (2000): Überprüfung der Auswirkungen einer Reduktion der BTS-Mindestfläche auf das Verhalten und die Schäden bei Mastkaninchen. Schlussbericht. Zollikofen 2000, 28 S.
- BIGLER, L., OESTER, H., FALK, M., BAUMANN, P. (2004): Kaninchen richtig halten. Bundesamt für Veterinärwesen. Scarton + Stingelin SGD, 2004, 15 S.
- BILDSØE, M., HELLER, K. E., JEPPESEN, L. L. (1991): Effects of immobility stress and food restriction on stereotypies in low and high stereotyping female ranch mink. Behavioural Processes, 25 (1991) 2 – 3, S. 179 – 189.
- Bioland-Richtlinien (2002): Bioland-Richtlinien. Bioland e. V. Verband für organisch-biologischen Landbau Bioland, Mainz 2002, 42 S.
- BRENDT, D. und MARTEN, J. (1987): Leitsatz: Bauliche Anlagen zur Zucht und Mast von Fleischkaninchen. KTBL-Arbeitsblatt Nr. 1074
- BROOM, D. M. und JOHNSON, K. G. (1993): Stress and Animal Welfare. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London 1993, 228 S.
- BRUMMER, H. (1975): Trichophagie – eine Verhaltensstörung bei Kaninchen. Deutsche Tierärztliche Wochenschrift, 82 (1975), S. 350 – 351.
- BRUMMER, H. (1986): Symptome des Wohlbefindens und des Unwohlseins beim Kaninchen unter besonderer Berücksichtigung der Ethopathien. In: MILITZER K. (Hrsg.): Wege zur Beurteilung tiergerechter Haltung bei Labor-, Zoo- und Haustieren. Paul Parey Verlag, Berlin und Hamburg 1986, S. 45 – 53.
- BUSCH, B. (2000): Kaninchenhaltung. Merkblatt Nr. 78. Tierärztliche Vereinigung für Tierschutz e. V. (TVT), 14 S.
- CERIOLI, M., BRIVIO, R., GRILLI, G., TITTARELLI, C., MARASCIULO, V., LAVAZZA, A. (2008): Search for key health and welfare indicators for meat rabbit production and definition of a score method of evaluation. In: Proceedings 9th World Rabbit Congress, June 10 – 13, 2008 Verona (Italy), S. 915 – 919.

- CHU, L., GARNER, J. P., MENCH, J. A. (2004): A behavioral comparison of New Zealand White rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) housed individually or in pairs in conventional laboratory cages. *Applied Animal Behaviour Science*, 85 (2004) 1 – 2, S. 121 – 139.
- Council of Europe (2006): Appendix A of the European Convention for the Protection of Vertebrate Animals used for Experimental and Other Scientific Purposes (ETS No. 123). Guidelines for accommodation and care of animals (Article 5 of the Convention). B. Species-specific provisions for rabbits. Strasbourg 2006, S. 24 – 27.
- DAL BOSCO, A., CASTELLINI, C., MUGNAI, C. (2002): Rearing rabbits on a wire net floor or straw litter: behaviour, growth and meat qualitative traits. *Livestock production science*, 75 (2002) 2, S. 149 – 156.
- DE JONG, I. C., REIMERT, H., ROMMERS, J. M. (2008): Effect of floor type on footpad injuries in does: a pilot study. In: *Proceedings 9th World Rabbit Congress*, June 10 – 13, 2008 Verona (Italy), S. 1171 – 1175.
- DRESCHER, B. (2005): Kaninchen in der Kleintierpraxis.
URL: <http://www.birgit-drescher.de/vortraegesl.html> (29. Apr. 2005)
- DUFNER, J., JENSEN, U., SCHUMACHER, E. (2002): *Statistik mit SAS*. 2. Aufl., B. G. Teubner GmbH, Stuttgart, Leipzig, Wiesbaden 2002, 390 S.
- DJUKIĆ, M. (2006): Die Bedeutung der Laufaktivität und der Gewichtsentwicklung bei der Entstehung von Beinschäden beim Mastgeflügel. Diss. Hohenheim 2006.
- EFSA (2005a): European Food Safety Authority. Scientific Report. The impact of the current housing and husbandry systems on the health and welfare of farmed domestic rabbits. EFSA-Q-2004-023, Annex to EFSA Journal (2005) 267, 1 – 31., 137 S.
- EFSA (2005b): European Food Safety Authority. Scientific Opinion of the Scientific Panel on Animal Health and Welfare on “The impact of the current housing and husbandry systems on the health and welfare of farmed domestic rabbits”. EFSA-Q-2004-023, Annex to EFSA Journal (2005) 267, 1 – 31., 31 S.
- EURICH-MENDEN, B., ACHILLES, W., HARDER, H. (2006): Nationaler Bewertungsrahmen Tierhaltungsverfahren. KTBL-Schrift 446, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. KTBL, Darmstadt 2006, 778 S.
- FERRETTI, J. L. (1997): Noninvasive Assessment of Bone Architecture and Biomechanical Properties in Animals and Humans Employing pQCT Technology. *Japanese Society for Bone Morphometry*, 7 (1997), S. 115 – 125.
- FERRETTI, J. L., COINTRY, G. R., CAPOZZA, R. F. (2003): Noninvasive Analysis of Bone Mass, Structure and Strength. In: Yuehuei, H. An. (Hrsg): *ORTHOPAEDIC ISSUES in OSTEOPOROSIS*. CRC Press LLC, Boca Raton 2003, S. 145 – 167.
- FINZI, A. und MACCHIONI, P. (2004): WRSA points of view about rabbit welfare. *Agriculture and Biotechnology*, “Multi-facetted research in rabbits: a model to develop a healthy and save production in respect with animal welfare.” COST Action 848,

- WG2: Welfare and Housing, 2004 October, Milano, Italy.
- FINZI, A., MACCHIONI, P., NEGRETTI, P. (2008): Rabbit health control by management. In: Proceedings 9th World Rabbit Congress, June 10 – 13, 2008 Verona (Italy), S. 949 – 953.
- GATTERMANN, R. (2006): Wörterbuch zur Verhaltensbiologie der Tiere und des Menschen. 2. Aufl., Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin, Oxford 2006, 420 S.
- GEROLD, S. (1993): Kaninchenhaltung und ihre Beziehung zu Verhalten, Verhaltensstörungen und Körperschäden. Ein Beitrag zur Wertung der Tiergerechtheit üblicher Haltungssysteme anhand der Literatur. Diss. Hannover 1993.
- GEROLD, S. und DIMIGEN, J. (1997): Tierärztliche Vereinigung für Tierschutz e. V. (TVT) Merkblatt zur tierschutzgerechten Haltung von Versuchstieren. Kaninchen. Merkblatt Nr. 55.
URL: <http://www.tierschutz-tvt.de/merkblatt55.pdf> (17. Mai 2005)
- GRAF, A. und ORTSEIFEN, C. (1995): Statistische und grafische Datenanalyse mit SAS. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin, Oxford 1995, 385 S.
- GUNN, D. und MORTON, D. B. (1995): Inventory of the behaviour of New Zealand White rabbits in laboratory cages. Applied Animal Behaviour Science, 45 (1995) 3 – 4, S. 277 – 292.
- HAAPASALO, H., KONTULAINEN, S., SIEVÄNEN, H., KANNUS, P., JÄRVINEN, M., VUORI, I. (2000): Exercise-induced Bone Gain Is Due to Enlargement in Bone Size Without a Change in Volumetric Bone Density: A Peripheral Quantitative Computed Tomography Study of the Upper Arms of Male Tennis Players. Bone, 27 (2000) 3, S. 351 – 357.
- HANSEN, L. T. und BERTHELSEN, H. (2000): The effect of environmental enrichment on the behaviour of caged rabbits (*Oryctolagus cuniculus*). Applied Animal Behaviour Science, 68 (2000) 2, S. 163 – 178.
- HASKELL, M., WEMELSFELDER, F., MENDEL, M., CALVERT, S., LAWRENCE, A. B. (1995): The effect of barren and enriched housing environments on the interactive behaviour of pigs. Applied Animal Behaviour Science, 44 (1995) 2 – 4, S. 257 – 281.
- HEIL, G. (1997): Erbliche Einflüsse auf die Entwicklung des aggressiven Verhaltens von gemeinsam gehaltenen männlichen Hauskaninchen. In: Tagungsbericht der 10. Arbeitstagung über Haltung und Krankheiten der Kaninchen, Pelztier und Heimtiere. 14. – 15. Mai 1997 in Celle. Verlag der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft e. V., Gießen 1997, S. 217 – 222.
- HEINONEN, A., SIEVÄNEN, H., KANNUS, P., OJA, P., PASANEN, M., VUORI, I. (2000): High-Impact Exercise and Bones of Growing Girls: A 9-Month Controlled Trial. Osteoporosis International, 11 (2000) 12, S. 1010 – 1017.
- HEINONEN, A., SIEVÄNEN, H., KANNUS, P., OJA, P., VUORI, I. (2002): Site-Specific

- Skeletal Response to Long-Term Weight Training Seems to be Attributable to Principal Loading Modality. A pQCT Study of Female Weightlifters. *Calcified Tissue International*, 70 (2002) 6, S. 469 – 474.
- HELD, S. D. E., TURNER, R. J., WOOTTON, R. J. (1995): Choices of laboratory rabbits for individual or group-housing. *Applied Animal Behaviour Science*, 46 (1995) 1 – 2, S. 81 – 91.
- HEMPEL, M. (2002): Untersuchungen zum Immunglobulin-G Status bei neugeborenen Kaninchen und deren Häsinnen unter Berücksichtigung der Verfütterung von Phytotherapeutika. Diss. München 2002.
- HOLST, D. v. (2004): Populationsbiologische Untersuchungen beim Wildkaninchen. *LÖBF-Mitteilungen*, 1 (2004), S. 17 – 21.
- HOY, St. (2004): 8. World Rabbit Congress. Anforderungen an die Haltung von Kaninchen. *DGS Magazin*, 49 (2004), S. 44 – 47.
- HOY, St. (2005a): Housing requirements for breeding rabbits from the viewpoint of welfare, behaviour and hygiene. In: *Proceedings 4th International Conference on Rabbit Production in Hot Climates*. 24 – 27 February, 2005 Sharm El-Sheikh (Egypt), S. 9 – 13.
- HOY, St. (2005b): Zu den Anforderungen an die Haltung von Zuchtkaninchen unter den Aspekten von Tierschutz, Verhalten und Hygiene. In: *Tagungsbericht der 14. Arbeitstagung über Haltung und Krankheiten der Kaninchen, Pelztier und Heimtiere*. 11. – 12. Mai 2005 in Celle. Verlag der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft e. V., Gießen 2005, S. 152 – 157.
- HOY, St. (2007): Tierschutzgerechte Kaninchenhaltung in Deutschland. Leitlinien wurden verabschiedet. *DGS Magazin*, 22 (2007), S. 48 – 50.
- HOY, St. (2009a): Tierschutzgerechte Kaninchenhaltung in Deutschland. Leitlinien zu Mindeststandards bei der Haltung von Hauskaninchen novelliert. *DGS Magazin*, 23 (2009), S. 58.
- HOY, St. (2009b): Freilandhaltung. Nicht unmöglich, aber anspruchsvoll. *DGS Magazin*, 23 (2009), S. 56 – 58.
- HOY, St. und VERGA, M. (2006): Welfare indicators. In: MAERTENS L. und COUDERT P. (Hrsg.): *Recent Advances in Rabbit Sciences*. Institute for Agricultural and Fisheries Research (ILVO), Mellebeke 2006, S. 71 – 74.
- JEKKEL, G., MILISITS, G., NAGY, I., BIRÓ-NÉMETH, E. (2008): Analysis of the behaviour of growing rabbits housed in deep litter at different stages of rearing. In: *Proceedings 9th World Rabbit Congress*, June 10 – 13, 2008 Verona (Italy), S. 1189 – 1193.

- JEPPESEN, L. L., HELLER, K. E., BILDSØE, M. (2004): Stereotypies in female farm mink (*Mustela vison*) may be genetically transmitted and associated with higher fertility due to effects on body weight. *Applied Animal Behaviour Science*, 86 (2004) 1 – 2, S. 137 – 143.
- JEZIERSKI, T., SCHEFFLER, N., BESSEL, W., SCHUMACHER, E. (2005): Demand functions for cage size in rabbits selectively bred for high and low activity in open-field. *Applied Animal Behaviour Science*, 93 (2005) 3 – 4, S. 323 – 339.
- JORDAN, D., KERMAUNER, A., ŠTUHEC, I. (2005): Behaviour of individually housed fattening rabbits of different age during the light and dark period of the day. In: Tagungsbericht der 14. Arbeitstagung über Haltung und Krankheiten der Kaninchen, Pelztier und Heimtiere. 11. – 12. Mai 2005 in Celle. Verlag der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft e. V., Gießen 2005, S. 30 – 37.
- JORDAN, D., GORJANC, G., KERMAUNER, A., ŠTUHEC, I. (2007): Effect of wooden stick as environmental enrichment on growth and carcass quality of individually housed rabbits. In: Tagungsbericht der 15. Internationalen Tagung über Haltung und Krankheiten der Kaninchen, Pelztier und Heimtiere. 9. – 10. Mai 2007 in Celle. Verlag der DVG Service GmbH, Gießen 2007, S. 131 – 137.
- JUNQUEIRA, L. C. und CARNEIRO, J. (2005): Bone. In: *Basic Histology*. 11. Aufl., Internationale Auflage, McGraw-Hill Medical, New York et al. 2005, S. 134 – 152.
- KAGfreiland (2008): KAGfreiland. Die schweizerische Nutztierschutz-Organisation. KAGfreiland-Tierhaltungs-Richtlinien. KAGfreiland-Richtlinien für Kaninchen. St. Gallen 2008, S. 19 – 21.
- KALLE, G. (1994): Aus der Schweizer Praxis: Kaninchen in Gruppenhaltung. *DGS Magazin*, 25 (1994), S. 16 – 20.
- KALLE, G. (1995): Referat zur Hauptversammlung der Vereinigung für artgerechte Kaninchenhaltung (VAK). 6 S.
- KAPPELER, P. (2006): *Verhaltensbiologie*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York 2005, 570 S.
- KRAFT, R. (1979): Vergleichende Verhaltensstudien an Wild- und Hauskaninchen. I. Das Verhaltensinventar von Wild- und Hauskaninchen. Sonderdruck aus *Zeitschrift für Tierzüchtung und Züchtungsbiologie*, 95 (1978/1979) 2, S. 140 – 162.
- KRAFT, W. (2005): Hämatologie. In: KRAFT W. und DÜRR U. M. (Hrsg.): *Klinische Labordiagnostik in der Tiermedizin*. 6. Aufl., Schattauer, Stuttgart und New York 2005, S. 49 – 92.
- LAMBERTINI, L., VIGNOLA, G., ZAGHINI, G. (2001): Alternative pen housing system for fattening rabbits: effects of group density and litter. *World Rabbit Science*, 9 (2001) 4, S. 141 – 147.
- LANGE, K. (2003): Haltung. In: SCHLOLAUT W. (Hrsg.): *Das große Buch vom Kaninchen*.

3. Ausgabe, DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt 2003, S. 266 – 310.
- LANGE, K. (2005): Anforderungen an die Haltung von Kaninchen. In: PETERSEN J. (Hrsg.): Kaninchenfleisch-gewinnung. Oertel+Spörer Verlags-GmbH+Co., Reutlingen 2005, S. 50 – 65.
- LAWRENCE, A. B. und APPLEBY, M. C. (1996): Welfare of extensively farmed animals: principles and practice. *Applied Animal Behaviour Science*, 49 (1996) 1, S. 1 – 8.
- LAZZARONI, C., BIAGINI, D., LUSSIANA, C. (2009): Different rearing systems for fattening rabbits: Performance and carcass characteristics. *Meat science*, 82 (2009) 2, S. 200 – 204.
- LEHMANN, M. (1987): Interference of a restricted environment – as found in battery cages – with normal behaviour of young fattening rabbits. In: AUXILIA. T. (Hrsg): *Agriculture. Rabbit Production Systems including Welfare*. Commission of the European Communities, Luxembourg 1987, S. 257 – 268.
- LEHMANN, M. (1991): Social behaviour in young domestic rabbits under semi-natural conditions. *Applied Animal Behaviour Science*, 32 (1991) 2 – 3, S. 269 – 292.
- LEHMANN, M. und WIESER, R. (1984): Indikatoren für mangelnde Tiergerechtigkeit sowie Verhaltensstörungen bei Hauskaninchen. In: ZEEB K. (Hrsg.): *Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung*. KTBL-Schrift 307, Darmstadt 1984, S. 96 – 107.
- Leitlinien zu Mindeststandards bei der Haltung von Hauskaninchen (2007): Leitlinien der deutschen Gruppe der World Rabbit Science Association (WRSA) und des DLG-Ausschusses für Kaninchenzucht und –haltung zu Mindeststandards bei der Haltung von Hauskaninchen. Vom 10. Mai 2007.
- Leitlinien zu Mindeststandards bei der Haltung von Hauskaninchen (2009): Leitlinien der deutschen Gruppe der World Rabbit Science Association (WRSA) und des DLG-Ausschusses für Kaninchenzucht und –haltung zu Mindeststandards bei der Haltung von Hauskaninchen. Novelliert am 13./14. Mai 2009.
- LIDFORS, L. (1997): Behavioural effects of environmental enrichment for individually caged rabbits. *Applied Animal Behaviour Science*, 52 (1997) 1 – 2, S. 157 – 169.
- LÖLIGER, H. Ch. (1996): Outline of recommendations for appropriate domestic rabbit management in accordance with animal protection and welfare considerations. *World Rabbit Science*, 4 (1996) 2, S. 101 – 103.
- LÓPEZ, M., CARRILHO, M. C., GÓMEZ, C. (2004): Evaluation of the use of straw as an entertainment in Gigante De España rabbit cages: the effect of the placing of the straw in cage on the behaviour. In: *Proceedings 8th World Rabbit Congress*, September 7 – 10, 2004 Puebla (México), S. 1241 – 1246.
- MAERTENS, L. (2008): Management und Hygiene optimieren. *DGS Magazin*, 9 (2008), S. 48 – 50.

- MAERTENS, L. und VAN OECKEL, M. J. (2001): The fattening of rabbits in pens: effects of housing and gnawing material on performance level and carcass quality. In: Tagungsbericht der 12. Arbeitstagung über Haltung und Krankheiten der Kaninchen, Pelztiere und Heimtiere. 9. – 10. Mai 2001 in Celle. Verlag der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft e. V., Gießen 2001, S. 156 – 161.
- MAERTENS, L., TUYTTENS, F., VAN POUCKE, E. (2004): Grouphousing of broiler rabbits: Performances in enriched vs barren pens. In: Proceedings 8th World Rabbit Congress, September 7 – 10, 2004 Puebla (México), S. 1247 – 1250.
- MAIER, J. (1992): Verhaltensbiologische Untersuchungen zur Boden-Gruppenhaltung von Zucht- und Mastkaninchen. Diss. Hohenheim 1992.
- MARAI, F. M. und RASHWAN, A. A. (2003): Rabbits behaviour under modern commercial production conditions – a review. *Archiv Tierzucht*, 46 (2003) 4, S. 357 – 376.
- MARTRENCAR, A., BOILLETOT, E., COTTE, J-P., MORISSE, J-P. (2001): Wire-Floor Pens as an Alternative to Metallic Cages in Fattening Rabbits: Influence on Some Welfare Traits. *Animal Welfare*, 10 (2001) 2, S. 153 – 161.
- MASON, G. J. und LATHAM, N. R. (2004): Can't stop, won't stop: is stereotypy a reliable animal welfare indicator? *Animal Welfare*, 13 (2001) Supplement, S. 57 – 69.
- MATTHES, S. (2005a): Gesundheitszustand in Kaninchenbeständen – Krankheiten des Verdauungstraktes. In: PETERSEN J. (Hrsg.): *Kaninchenfleischgewinnung*. Oertel+Spörer Verlags-GmbH+Co., Reutlingen 2005, S. 81 – 86.
- MATTHES, S. (2005b): Stand der derzeitigen gesetzlichen Regelungen zur Kaninchenhaltung. In: PETERSEN J. (Hrsg.): *Kaninchenfleischgewinnung*. Oertel+Spörer Verlags-GmbH+Co., Reutlingen 2005, S. 66 – 80.
- MBANYA, J. N., NDOPING, B. N., FOMUNYAM, R. T., NOUMBISSI, A., NBOMI, E. S., FAI, E. N., TEGUIA, A. (2004): The effect of stocking density and feeder types on the performance of growing rabbits under conditions prevailing in Cameroon. *World Rabbit Science*, 12 (2004) 4, S. 259 – 268.
- MCCLURE, D. (2005): RABBITS. In: KAHN, C. M. (Hrsg.): *THE MERCK VETERINARY MANUAL*. 9. Aufl., MERCK & CO., INC., WHITEHOUSE STATION, N.J. 2005, S. 1571 – 1590.
- METZGER Sz., KUSTOS, K., SZENDRŐ, Zs., SZABÓ, A., EIBEN, Cs., NAGY, I. (2003): The effect of housing system on carcass traits and meat quality of rabbit. *World Rabbit Science*, 11 (2003) 1, S. 1 – 11.
- MORISSE, J. P. und MAURICE, R. (1997): Influence of stocking density or group size on behaviour of fattening rabbits kept under intensive conditions. *Applied Animal Behaviour Science*, 54 (1997) 4, S. 351 – 357.
- MORISSE, J. P., BOILLETOT, E., MARTRENCAR, A. (1999): Preference testing in intensively kept meat production rabbits for straw on wire grid floor. *Applied Animal*

- Behaviour Science, 64 (1999) 1, S. 71 – 80.
- OROVA, Z., SZENDRO, Zs., MATICS, Zs., RADNAI, I., BIRÓ-NÉMETH, E. (2004): Free choice of growing rabbits between deep litter and wire net floor in pens. In: Proceedings 8th World Rabbit Congress, September 7 – 10, 2004 Puebla (Mexico), S. 1263 – 1265.
- PFERSICH, I. (1991): Verhaltensphysiologische Untersuchungen an Mastkaninchen in Boden – Gruppenhaltung unter besonderer Berücksichtigung des agonistischen Verhaltens und des Plasmatestosteronspiegels – männliche Tiere. Dipl.-Arb. Hohenheim 1991.
- PFLANZ, W., BECK, J., JUNGBLUTH, T., TROXLER, J., SCHRADER, H. (2005): Bewertung innovativer Schweinemastverfahren im Rahmen einer Feldstudie. Landtechnik, 60 (2005) 4, S. 222 – 223.
- PODBERSCEK, A. L., BLACKSHAW, J. K., BEATTIE, A. W. (1991): The Behaviour of group penned and individually caged laboratory rabbits. Applied Animal Behaviour Science, 28 (1991) 4, S. 353 – 363.
- POIGNER, J., SZENDRŐ, Zs., LÉVAI, A., RADNAI, I., BIRÓ-NÉMETH, E. (2000): Effect of birth weight and litter size on growth and mortality in rabbits. World Rabbit Science, 8 (2000) 1, S. 17 – 22.
- PRINCZ, Z., ROMVÁRI, R., SZABÓ, A., METZGER, Sz., RADNAI, I., BIRÓ-NÉMETH, E., OROVA, Z., NAGY, I., SZENDRŐ, Zs. (2006): Effect of the group size and stocking density on the productive performance, carcass traits, meat quality and welfare of growing rabbits. In: Proceedings of the 18th Hungarian Conference on Rabbit Production, May 24, 2006 Kaposvár (Hungary), S. 159 – 164.
- PRINCZ, Z., DALLE ZOTTE, A., RADNAI, I., BIRÓ-NÉMETH, E., MATICS, Zs., GERENCSÉR, Zs., NAGY, I., SZENDRŐ, Zs. (2007): Effect of housing condition on the behaviour of growing rabbits. In: Tagungsbericht der 15. Internationalen Tagung über Haltung und Krankheiten der Kaninchen, Pelztiere und Heimtiere. 9. – 10. Mai 2007 in Celle. Verlag der DVG Service GmbH, Gießen 2007, S. 28 – 34.
- PRINCZ, Z., DALLE ZOTTE, A., RADNAI, I., BIRÓ-NÉMETH, E., MATICS, Zs., GERENCSÉR, Zs., NAGY, I., SZENDRŐ, Z. (2008a): Behaviour of growing rabbits under various housing conditions. Applied Animal Behaviour Science, 111 (2008) 3 - 4, S. 342 – 356.
- PRINCZ, Z., RADNAI, I., BIRÓ-NÉMETH, E., MATICS, Zs., GERENCSÉR, Zs., NAGY, I., SZENDRŐ, Z. (2008b): Effect of cage height on the welfare of growing rabbits. Applied Animal Behaviour Science, 114 (2008) 1 - 2, S. 284 – 295.
- PRINCZ, Z., DALLE ZOTTE, A., METZGER, Sz., RADNAI, I., BIRÓ-NÉMETH, E., OROVA, Z., SZENDRŐ, Zs. (2009): Response of fattening rabbits reared under different housing conditions. 1. Live performance and health status. Livestock Science, 121 (2009) 1, S. 86 – 91.
- RASHWAN, A. A. und MARAI, I. F. M. (2000): Mortality in young rabbits: a review. World Rabbit Science, 8 (2000) 3, S. 111 – 124.

- REITER, J. (1995): Untersuchungen zur Optimierung der Gruppengröße bei Mastkaninchen in Gruppenhaltung auf Kunststoffrosten. Diss. Hohenheim 1995.
- REITER, K. und BESSEI, W. (1999): Das Verhalten von Broilern in Abhängigkeit von Gruppengröße und Besatzdichte. Archiv für Geflügelkunde 64 (1999), S. 1 – 6.
- REITER, K. und BESSEI, W. (2009): Einfluss der Laufaktivität auf die Beinschäden beim Mastgeflügel. Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift, 122 (2009) 7/8, S. 264 – 270.
- RITTER, R. (1995): Kaninchenhaltung. Landwirtschaftliches Bildungs- und Beratungszentrum Bäregg, Bäregg 1995, 51 S.
- RIZZI, C. und CHERICATO, G.M. (2008): Effect of environmental conditions on productive and physiological responses in growing rabbits. In: Proceedings 9th World Rabbit Congress, June 10 – 13, 2008 Verona (Italy), S. 1233 – 1237.
- ROMMERS, J. und DE JONG, I. (2009): Gesundere Sohlen durch Kunststoffroste. DGS Magazin, 6 (2009), S. 61 – 63.
- ROMMERS, J. und MEIJERHOF, R. (1998): Effect of group size on performance, bone strength and skin lesions of meat rabbits housed under commercial conditions. World Rabbit Science, 6 (1998) 3 – 4, S. 299 – 302.
- ROSELL, J. M. und DE LA FUENTE, L. F. (2008): Health and body condition of rabbit does on commercial farms. In: Proceedings 9th World Rabbit Congress, June 10 – 13, 2008 Verona (Italy), S. 1065 – 1069.
- RUNGE, M., SCHIESS, H., RITTWEGER, J. (2002): Klinische Diagnostik des Regelkreises Muskel-Knochen am Unterschenkel. Osteologie, 11 (2002) 1, S. 25 – 37.
- RUTTEN, H. J. A. M. (2000): Der Einfluss von Lauftraining auf die Entwicklung des Beinskelettes beim Broiler. Diss. Hohenheim 2000.
- SAMBRAUS, H. H. (1997): Normalverhalten und Verhaltensstörungen. In: SAMBRAUS, H. H. und STEIGER, A. (Hrsg.): Das Buch vom Tierschutz. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart 1997, S. 57 – 69.
- SCHÄFFER, D. (2008): Möglichkeiten der Bewertung der Tiergerechtheit von Haltungsverfahren für Kaninchen. In: Tagungsbericht der Tagung der Fachgruppe „Tierschutz“. 8. und 9. März 2008 in Nürtingen. Verlag der DVG Service GmbH, Gießen 2008, S. 128 – 133.
- SCHEFFLER, N., KOHLHAUPT, A., BESSEI, W. (2003): Untersuchungen zur Raumstrukturierung und Schutzbedürfnis von Mastkaninchen im Vergleich zu Wildkaninchen. In: Tagungsbericht der Tagung der Fachgruppen „Tierschutzrecht“ und „Tierzucht, Erbpathologie und Haustiergenetik“. 20. – 21. Februar 2003 in Nürtingen. Verlag der DVG Service GmbH, Gießen 2003, S. 51. – 61.
- SCHIESSL, H., FERRETTI, J. L., TYSARCZYK-NIEMEYER, G., WILLNECKER, J. (1996):

- Noninvasive bone strength index as analysed by peripheral quantitative computed tomography (pQCT). In: SCHÖNAU E. (Hrsg.): Paediatric osteology: New developments in diagnostics and therapy, Elsevier Science B. V., Amsterdam 1996, S. 141 – 146.
- SCHLENDER-BÖBBIS, I. (1999): Ethologische und klinische Untersuchungen zur Entwicklung und Beurteilung von Stallböden für Häsinnen und Jungtiere. Diss. Gießen 1999.
- SCHLEY, P. (1985): Kaninchen. Eugen Ulmer GmbH & Co., Stuttgart 1985, 285 S.
- SCHÖNAU, E. (1998): The Development of the Skeletal System in Children and the Influence of Muscular Strength. *Hormone Research*, 49 (1998) 1, S. 27 –31.
- SCHÖNAU, E., WERHAHN, E., SCHIEDERMAIER, U., MOKOV, E., SCHIESSL, H., SCHEIDHAUER, K., MICHALK, D. (1996): Influence of Muscle Strength on Bone Strength during Childhood and Adolescence. *Hormone Research, Symposium III: Bone Biology and Growth*, 45 (suppl I) (1996), S. 63 –66.
- SCHOENAU, E., NEU, C. M., MOKOV, E., WASSMER, G., MANZ, F. (2000): Influence of Puberty on Muscle Area and Cortical Bone Area of the Forearm in Boys and Girls. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 85 (2000) 3, S. 1095 – 1098.
- SCHOENAU, E., NEU, C. M., RAUCH, F., MANZ, F. (2001): The Development of Bone Strength at the Proximal Radius during Childhood and Adolescence. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 86 (2001) 2, S. 613 – 618.
- SCHOENAU, E., NEU, C. M., BECK, B., MANZ, F., RAUCH, F. (2002): Bone Mineral Content per Muscle Cross-Sectional Area as an Index of the Functional Muscle-Bone Unit. *Journal of bone and mineral research*, 17 (2002) 6, S. 1095 – 1101.
- SCHRIJVER, N. C. A., BAHR, N. I., WEISS, I. C., WÜRBEL, H. (2002): Dissociable effects of isolation rearing and environmental enrichment on exploration, spatial learning and HPA activity in adult rats. *Pharmacology, Biochemistry and Behaviour*, 73 (2002) 1, S. 209 – 224.
- SCHUH, D., HOY, St., SELZER, D. (2005): Untersuchungen zum Sozialverhalten bei Wild- und Hauskaninchen. In: Tagungsbericht der 14. Arbeitstagung über Haltung und Krankheiten der Kaninchen, Pelztiere und Heimtiere. 11. – 12. Mai in Celle. Verlag der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft e. V., Gießen 2005, S. 171 – 175.
- SEAMAN, S. C. (2002): Laboratory rabbit housing: An investigation of the social and physical environment. A summary of the report to the UFAW/Pharmaceutical Housing and Husbandry Steering Committee (PHHSC), based on a Ph.D. thesis (SEAMAN, 2002).
- SILOTO, E. V., ZEFERINO C. P., MOURA A. S. A. M. T., FERNANDES S., SARTORI J. R., SIQUEIRA E. R. (2008): Temperature and cage floor enrichment affect the behavior of growing rabbits. In: *Proceedings 9th World Rabbit Congress*, June 10 – 13, 2008 Verona (Italy), S. 1245 – 1249.
- SZENDRŐ, Zs. (2009): Kaninchenzucht in Ungarn. Die Forschung wird groß geschrieben.

- DGS Magazin, 27 (2009), S. 53 – 55.
- ŠTUHEC, I., KERMAUNER, A., GORJANC, G., JORDAN, D. (2005): Einfluss des Alters auf den Tagesrhythmus des Verhaltens bei Mastkaninchen in Einzelkäfigen. In: Tagungsbericht der 14. Arbeitstagung über Haltung und Krankheiten der Kaninchen, Pelztiere und Heimtiere. 11. – 12. Mai in Celle. Verlag der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft e. V., Gießen 2005, S. 7 – 16.
- TACKE, S., MÜLLER, J., WICKE, M. (1998): Kaninchenmast. Leistungsunterschiede zwischen Käfig- und Bodenhaltung. DGS Magazin, 49 (1998), S. 40 – 42.
- TAWFIK, E. S., RAHMANN, G., SCHNEIDER, K., SHEIKH-BERTHOLD, N. (1996): Bodenhaltung von Kaninchen: Eindeutige Nachteile in der Wirtschaftlichkeit. DGS Magazin, 36 (1996), S. 46 – 49.
- Tierschutzgesetz (TSchG) in der Fassung vom 18. Mai 2006, zuletzt geändert am 15. Juli 2009
- Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung (TierSchNutzV) in der Fassung vom 22. August 2006
- Tierschutzverordnung (TSchV) vom 23. April 2008, Stand am 1. März 2009.
- TROCINO, A. und XICCATO, G. (2006): Animal welfare in reared rabbits: a review with emphasis on housing systems. *World Rabbit Science*, 14 (2006) 2, S. 77 – 93.
- TROCINO, A., XICCATO, G., MAJOLINI, D., FRAGKIADAKIS, M. (2008): Effect of cage floor and stocking density on growth performance and welfare of group-housed rabbits. In: *Proceedings 9th World Rabbit Congress*, June 10 – 13, 2008 Verona (Italy), S. 1251 – 1255.
- UMEMURA, Y., ISHIKO, T., YAMAUCHI, T., KURONO, M., MASHIKO, S. (1997): Five Jumps per Day Increase Bone Mass and Breaking Force in Rats. *Journal of Bone and Mineral Research*, 12 (1997) 9, S. 1480 – 1485.
- UMEMURA, Y., SOGO, N., HONDA, A. (2002): Effects of intervals between jumps or bouts on osteogenic response to loading. *Journal of Applied Physiology*, 93 (2002) 4, S. 1345 – 1348.
- UMEMURA, Y., NAGASAWA, S., HONDA, A., SINGH, R. (2008a): High-impact exercise frequency per week or day for osteogenic response in rats. *Journal of Bone and Mineral Metabolism*, 26 (2008) 5, S. 456 – 460.
- UMEMURA, Y., NAGASAWA, S., SOGO, N., HONDA, A. (2008b): Effects of jump training on bone are preserved after detraining, regardless of estrogen secretion state in rats. *Journal of Applied Physiology*, 104 (2008) 4, S. 1116 – 1120.
- VERGA, M. (2000): Intensive rabbit breeding and welfare: development of research, trends and applications. In: *Proceedings 7th World Rabbit Congress*, July 4 – 7, 2000 Valencia (Spain), S. 491 – 509.

- VERGA, M., ZINGARELLI, I., HEINZL, E., FERRANTE, V., MARTINO, P. A., LUZI, F. (2004): Effect of housing and environmental enrichment on performance and behaviour in fattening rabbits. In: Proceedings 8th World Rabbit Congress, September 7 – 10, 2004 Puebla (Mexico), S. 1283 – 1288.
- VERGA, M., MARTINO, P. A., ZUCCA, D., LUZI, F. (2005): Effect of the environmental enrichment on behavioural, productive and microbiological variables in does and pups. In: COST ACTION 848, “Multi-facetted research in rabbits: a model to develop a healthy and safe production in respect with animal welfare”, Joint Scientific Meeting WG-1 (Reproduction) and WG-2 (Welfare), Management and housing of rabbit does: reproductive efficiency and welfare interactions, June 23 – 25, 2005 Palermo (Italy), S. 29.
- VERGA, M., LUZI, F., SZENDRŐ, Zs. (2006): Behaviour of growing rabbits. In: MAERTENS L. und COUDERT P. (Hrsg.): Recent Advances in Rabbit Sciences. Institute for Agricultural and Fisheries Research (ILVO), Merelbeke 2006, S. 91 - 97.
- WAGNER, C., BAUER, C., HOY, St. (2009a): Einfluss des Fussbodens auf die Mastleistung, die Kokzidienoozystenanzahl und die Boniturnote bei wachsenden Kaninchen. In: Tagungsbericht der 16. Internationalen Tagung über Haltung und Krankheiten der Kaninchen, Pelztiere und Heimtiere. 13. - 14. Mai 2009 in Celle. Verlag der DVG Service GmbH, Gießen 2009, S. 13 – 23.
- WAGNER, C., WEIRICH, C., HOY, St. (2009b): Nutzung der erhöhten Sitzfläche durch wachsende Kaninchen im Tagesverlauf. In: Tagungsbericht der 16. Internationalen Tagung über Haltung und Krankheiten der Kaninchen, Pelztiere und Heimtiere. 13. - 14. Mai 2009 in Celle. Verlag der DVG Service GmbH, Gießen 2009, S. 261 – 268.
- WECHSLER, B. (1995): Coping and coping strategies: a behavioural view. Applied Animal Behaviour Science, 43 (1995) 2, S. 123 – 134.
- WECHSLER, B. und STEPHEN, E. G. L. (2007): Adaptation by learning: Its significance for farm animal husbandry. Applied Animal Behaviour Science, 108 (2007) 3 – 4, S. 197 – 214.
- WECHSLER, B., FRÖHLICH, E., OESTER, H., OSWALD, T., TROXLER, J., WEBER, R., SCHMID, H. (1997): The contribution of applied ethology in judging animal welfare in farm animal housing systems. Applied Animal Behaviour Science, 53 (1997) 1 – 2, S. 33 – 43.
- XCT 900 Bedienungseinleitung (1996): XCT 900 Bedienungseinleitung. Softwareversion 5.20. Stratec Medizintechnik GmbH, Pforzheim 1996, 51 S.

9 TABELLARISCHER ANHANG

pQCT-KNOCHENUNTERSUCHUNGEN – VERSUCH B

▪ pQCT-Knochenparameter der proximalen Messstelle der Femora – Versuch B

Die durchschnittliche Gesamtfläche der proximalen Messstelle aller untersuchten Femora im Versuch B betrug $104,0 \pm 8,3 \text{ mm}^2$, die Gesamtdichte $443,5 \pm 32,1 \text{ mg/cm}^3$, der Gesamtinhalt $46,0 \pm 3,3 \text{ mg/mm}$, die Kortikalisfläche $25,7 \pm 3,9 \text{ mm}^2$, die Kortikalisdichte $889,4 \pm 23,4 \text{ mg/cm}^3$, der Kortikalisinhalt $22,9 \pm 3,9 \text{ mg/mm}$, der polar-bezogene Festigkeitsindex $97,1 \pm 9,9 \text{ mm}^3$, der x-achse-bezogene Festigkeitsindex $42,8 \pm 5,1 \text{ mm}^3$ und der y-achse-bezogene Festigkeitsindex $78,8 \pm 8,8 \text{ mm}^3$.

Tab. 36: Mittelwerte (\bar{x}) und Standardabweichungen (s) der pQCT-Knochenparameter Gesamtfläche (TA), Gesamtdichte (TD), Gesamtinhalt (TC), Kortikalisfläche (CA), Kortikalisdichte (CD), Kortikalisinhalt (CC), polar-bezogener Festigkeitsindex (SSI-P), x-achse-bezogener Festigkeitsindex (SSI-X) und y-achse-bezogener Festigkeitsindex (SSI-Y) der proximalen Messstelle der Femora – Versuch B

		Käfighaltung		Bodenhaltung	
		auf vollperf. Kunststoffboden ohne erhöhte Ebenen	mit erhöhten Ebenen	auf vollperf. Kunststoffboden	auf teilperf. Kunststoffboden, 40% eingestreut
TA (mm ²)	\bar{x}	99,1	106,6	103,9	105,4
	s	4,8	8,2	6,4	10,4
TD (mg/cm ³)	\bar{x}	459,0 ^a	424,1 ^b	445,3 ^a	442,2 ^{ab}
	s	23,8	31,4	25,2	38,5
TC (mg/mm)	\bar{x}	45,5	45,1	46,2	46,4
	s	3,9	3,4	2,7	3,6
CA (mm ²)	\bar{x}	26,5	23,3	26,0	25,9
	s	3,1	4,8	3,1	4,3
CD (mg/cm ³)	\bar{x}	906,8 ^a	874,1 ^c	885,2 ^{bc}	891,7 ^b
	s	21,0	23,1	21,3	22,0
CC (mg/mm)	\bar{x}	24,1	20,5	23,0	23,2
	s	3,1	4,5	3,2	4,3
SSI-P (mm ³)	\bar{x}	95,3	93,7	98,5	97,9
	s	13,2	9,7	9,0	9,2
SSI-X (mm ³)	\bar{x}	41,8	42,0	43,6	42,7
	s	5,2	6,3	4,3	5,6
SSI-Y (mm ³)	\bar{x}	78,9	74,9	79,3	79,7
	s	11,5	7,4	8,1	8,7

Mittelwerte mit gleichen Buchstaben sind nicht signifikant verschieden ($p > 0,05$).

▪ **pQCT-Knochenparameter der proximalen Messstelle der Tibiae – Versuch B**

Die durchschnittliche Gesamtfläche der proximalen Messstelle aller untersuchten Tibiae im Versuch B betrug $148,9 \pm 14,5 \text{ mm}^2$, die Gesamtdichte $419,4 \pm 31,0 \text{ mg/cm}^3$, der Gesamtinhalt $62,6 \pm 8,6 \text{ mg/mm}$, die Kortikalisfläche $7,2 \pm 4,4 \text{ mm}^2$, die Kortikalisdichte $742,7 \pm 19,2 \text{ mg/cm}^3$, der Kortikalisinhalt $5,4 \pm 3,4 \text{ mg/mm}$, der polar-bezogene Festigkeitsindex $103,7 \pm 21,7 \text{ mm}^3$, der x-achse-bezogene Festigkeitsindex $38,3 \pm 11,8 \text{ mm}^3$ und der y-achse-bezogene Festigkeitsindex $80,8 \pm 16,0 \text{ mm}^3$.

Tab. 37: Mittelwerte (\bar{x}) und Standardabweichungen (s) der pQCT-Knochenparameter Gesamtfläche (TA), Gesamtdichte (TD), Gesamtinhalt (TC), Kortikalisfläche (CA), Kortikalisdichte (CD), Kortikalisinhalt (CC), polar-bezogener Festigkeitsindex (SSI-P), x-achse-bezogener Festigkeitsindex (SSI-X) und y-achse-bezogener Festigkeitsindex (SSI-Y) der proximalen Messstelle der Tibiae – Versuch B

		Käfighaltung		Bodenhaltung	
		auf vollperf. Kunststoffboden ohne erhöhte Ebenen	mit erhöhten Ebenen	auf vollperf. Kunststoffboden	auf teilperf. Kunststoffboden, 40% eingestreut
TA (mm ²)	\bar{x}	138,1 ^b	148,4 ^{ab}	154,7 ^a	148,3 ^a
	s	10,8	14,1	11,9	16,0
TD (mg/cm ³)	\bar{x}	410,4	407,4	430,3	417,6
	s	28,9	40,7	29,6	26,7
TC (mg/mm)	\bar{x}	56,8 ^c	60,4 ^{bc}	66,6 ^a	62,1 ^b
	s	7,2	7,9	7,5	8,9
CA (mm ²)	\bar{x}	8,2	5,8	7,2	7,4
	s	4,6	3,8	4,3	4,8
CD (mg/cm ³)	\bar{x}	753,0	734,1	744,4	739,6
	s	21,0	17,7	18,1	18,4
CC (mg/mm)	\bar{x}	6,2	4,3	5,4	5,5
	s	3,6	2,8	3,3	3,7
SSI-P (mm ³)	\bar{x}	89,9 ^c	94,3 ^{bc}	112,4 ^a	105,2 ^{ab}
	s	18,8	14,0	21,2	22,1
SSI-X (mm ³)	\bar{x}	33,4 ^b	31,1 ^b	44,1 ^a	37,8 ^b
	s	8,5	6,3	12,7	11,7
SSI-Y (mm ³)	\bar{x}	70,3 ^c	77,8 ^{bc}	87,0 ^a	80,7 ^{ab}
	s	14,0	11,4	15,8	16,4

Mittelwerte mit gleichen Buchstaben sind nicht signifikant verschieden ($p > 0,05$).

pQCT-KNOCHENUNTERSUCHUNGEN – VERSUCH D

▪ pQCT-Knochenparameter der proximalen Messstelle der Femora – Versuch D

Die durchschnittliche Gesamtfläche der proximalen Messstelle aller untersuchten Femora im Versuch D betrug $105,7 \pm 7,4 \text{ mm}^2$, die Gesamtdichte $521,2 \pm 35,3 \text{ mg/cm}^3$, der Gesamteinhalt $55,0 \pm 4,2 \text{ mg/mm}$, die Kortikalisfläche $35,4 \pm 3,8 \text{ mm}^2$, die Kortikalisdichte $954,6 \pm 19,7 \text{ mg/cm}^3$, der Kortikalisinhalt $33,9 \pm 4,0 \text{ mg/mm}$, der polar-bezogene Festigkeitsindex $122,8 \pm 13,2 \text{ mm}^3$, der x-achse-bezogene Festigkeitsindex $56,2 \pm 6,1 \text{ mm}^3$ und der y-achse-bezogene Festigkeitsindex $101,7 \pm 10,7 \text{ mm}^3$.

Tab. 38: Mittelwerte (\bar{x}) und Standardabweichungen (s) der pQCT-Knochenparameter Gesamtfläche (TA), Gesamtdichte (TD), Gesamteinhalt (TC), Kortikalisfläche (CA), Kortikalisdichte (CD), Kortikalisinhalt (CC), polar-bezogener Festigkeitsindex (SSI-P), x-achse-bezogener Festigkeitsindex (SSI-X) und y-achse-bezogener Festigkeitsindex (SSI-Y) der proximalen Messstelle der Femora – Versuch D

		Käfighaltung			Bodenhaltung		
		ml.	wbl.	ges.	ml.	wbl.	ges.
TA (mm ²)	\bar{x}	108,3 ^a	103,4 ^b	105,9	105,2 ^{ab}	105,4 ^{ab}	105,3
	s	6,8	8,2	7,9	6,1	7,4	6,7
TD (mg/cm ³)	\bar{x}	518,6	516,1	517,4	531,5	521,5	526,6
	s	42,0	38,4	40,0	25,9	27,6	26,9
TC (mg/mm)	\bar{x}	56,1 ^a	53,2 ^b	54,7	55,8 ^a	54,9 ^a	55,4
	s	5,4	3,7	4,9	2,6	3,6	3,1
CA (mm ²)	\bar{x}	36,2 ^a	34,2 ^b	35,2	36,1 ^a	35,4 ^a	35,8
	s	5,0	3,3	4,3	3,0	3,0	3,0
CD (mg/cm ³)	\bar{x}	953,5	952,2	952,9	957,8	956,1	957,0
	s	19,2	20,4	19,6	18,7	21,1	19,7
CC (mg/mm)	\bar{x}	34,6 ^a	32,6 ^b	33,6	34,6 ^a	33,9 ^a	34,2
	s	5,3	3,6	4,6	2,9	3,2	3,0
SSI-P (mm ³)	\bar{x}	128,1 ^a	116,1 ^b	122,3	126,6 ^a	120,5 ^a	123,6
	s	16,0	11,2	15,1	8,0	11,2	10,1
SSI-X (mm ³)	\bar{x}	57,3 ^a	54,4 ^b	55,9	57,7 ^a	55,5 ^a	56,6
	s	6,5	6,3	6,5	4,9	5,9	5,4
SSI-Y (mm ³)	\bar{x}	105,5 ^a	96,4 ^b	101,1	104,2 ^a	100,8 ^a	102,5
	s	12,1	10,1	12,0	7,6	9,3	8,6

Mittelwerte mit gleichen Buchstaben sind nicht signifikant verschieden ($p > 0,05$).

▪ **pQCT-Knochenparameter der proximalen Messstelle der Tibiae – Versuch D**

Die durchschnittliche Gesamtfläche der proximalen Messstelle aller untersuchten Tibiae im Versuch D betrug $130,0 \pm 10,0 \text{ mm}^2$, die Gesamtdichte $430,9 \pm 34,7 \text{ mg/cm}^3$, der Gesamteinhalt $56,0 \pm 6,1 \text{ mg/mm}$, die Kortikalisfläche $25,0 \pm 5,5 \text{ mm}^2$, die Kortikalisdichte $800,3 \pm 25,1 \text{ mg/cm}^3$, der Kortikalisinhalt $20,1 \pm 4,8 \text{ mg/mm}$, der polar-bezogene Festigkeitsindex $113,8 \pm 17,4 \text{ mm}^3$, der x-achse-bezogene Festigkeitsindex $45,0 \pm 10,5 \text{ mm}^3$ und der y-achse-bezogene Festigkeitsindex $85,1 \pm 10,8 \text{ mm}^3$.

Tab. 39: Mittelwerte (\bar{x}) und Standardabweichungen (s) der pQCT-Knochenparameter Gesamtfläche (TA), Gesamtdichte (TD), Gesamteinhalt (TC), Kortikalisfläche (CA), Kortikalisdichte (CD), Kortikalisinhalt (CC), polar-bezogener Festigkeitsindex (SSI-P), x-achse-bezogener Festigkeitsindex (SSI-X) und y-achse-bezogener Festigkeitsindex (SSI-Y) der proximalen Messstelle der Tibiae – Versuch D

		Käfighaltung			Bodenhaltung		
		ml.	wbl.	ges.	ml.	wbl.	ges.
TA (mm ²)	\bar{x}	128,6 ^{bc}	126,2 ^c	127,4 ^B	135,0 ^a	131,9 ^{ab}	133,5 ^A
	s	8,8	8,8	8,8	10,4	10,9	10,6
TD (mg/cm ³)	\bar{x}	430,0	419,5	424,8 ^B	439,8	438,6	439,2 ^A
	s	32,0	38,5	35,4	30,7	34,4	32,1
TC (mg/mm)	\bar{x}	55,3 ^{bc}	52,9 ^c	54,1 ^B	59,5 ^a	57,7 ^{ab}	58,6 ^A
	s	5,1	5,6	5,4	7,0	5,1	6,1
CA (mm ²)	\bar{x}	25,3	23,2	24,3	26,8	25,1	25,9
	s	5,5	5,3	5,5	5,6	5,3	5,5
CD (mg/cm ³)	\bar{x}	800,0	795,9	798,0	803,0	804,2	803,6
	s	23,3	22,8	22,9	29,3	26,9	27,8
CC (mg/mm)	\bar{x}	20,3	18,6	19,5	21,6	20,3	20,9
	s	4,8	4,6	4,7	5,0	4,7	4,8
SSI-P (mm ³)	\bar{x}	113,0 ^{bc}	105,3 ^c	109,2 ^B	123,7 ^a	116,2 ^{ab}	120,0 ^A
	s	15,8	16,4	16,4	15,6	17,6	16,8
SSI-X (mm ³)	\bar{x}	43,7	42,6	43,2 ^B	48,7	46,2	47,5 ^A
	s	9,9	11,3	10,5	8,4	11,5	10,0
SSI-Y (mm ³)	\bar{x}	84,9 ^b	78,3 ^c	81,6 ^B	92,7 ^a	87,0 ^{ab}	89,9 ^A
	s	9,1	10,3	10,2	11,9	6,2	9,9

Mittelwerte mit gleichen Buchstaben sind nicht signifikant verschieden ($p > 0,05$).

BLUTUNTERSUCHUNGEN – VERSUCH B

▪ **Gesamteiweiß- und IgG-Konzentration – Versuch B**

Die durchschnittliche Gesamteiweiß-Konzentration aller untersuchten Blutproben im Versuch B betrug $53,25 \pm 4,24$ g/l und die IgG-Konzentration $0,81 \pm 0,22$ g/l.

Tab. 40: Mittelwerte (\bar{x}), Standardabweichungen (s) und Medianwerte (M) der Blutparameter Gesamteiweiß- (TP) und IgG-Konzentration (IgG) – Versuch B

		Käfighaltung			Bodenhaltung		
		ml.	wbl.	ges.	ml.	wbl.	ges.
TP (g/l)	\bar{x}	55,91 ^a	54,41 ^a	55,22 ^A	53,96 ^a	51,03 ^b	52,47 ^B
	s	3,90	1,83	3,16	5,07	3,48	4,55
	M	56,00	54,00	55,05	53,00	51,10	52,10
IgG (g/l)	\bar{x}	0,73	0,81	0,76	0,82	0,84	0,83
	s	0,16	0,33	0,25	0,23	0,18	0,21
	M	0,75	0,70	0,74	0,77	0,81	0,79

Mittelwerte mit gleichen Buchstaben sind nicht signifikant verschieden ($p > 0,05$).

▪ **Rotes Blutbild – Versuch B**

Die durchschnittliche Erythrozytenzahl aller untersuchten Blutproben im Versuch B betrug $6,15 \pm 0,59 \times 10^{12}/l$, das Hämatokrit $0,448 \pm 0,038$ l/l, die Hämoglobinkonzentration $9,2 \pm 0,8$ mmol/l, das mittlere Erythrozytenvolumen 73 ± 3 fl, der mittlere Hämoglobingehalt der Einzelerythrozyten $1,50 \pm 0,07$ fmol, die mittlere Hämoglobinkonzentration der Erythrozyten $20,5 \pm 0,4$ mmol/l und die Erythrozytenvolumenverteilungskurve $12,2 \pm 0,7$ %.

Tab. 41: Mittelwerte (\bar{x}), Standardabweichungen (s) und Medianwerte (M) der Blutparameter Erythrozytenzahl (RBC), Hämatokrit (Hkt), Hämoglobinkonzentration (Hb), mittleres Erythrozytenvolumen (MCV), mittlerer Hämoglobingehalt der Einzelerythrozyten (MCH), mittlere Hämoglobinkonzentration der Erythrozyten (MCHC) und Erythrozytenvolumenverteilungskurve (RDW) – Versuch B

		Käfighaltung			Bodenhaltung		
		ml.	wbl.	ges.	ml.	wbl.	ges.
RBC ($10^{12}/l$)	\bar{x}	6,31	5,84	6,08	6,15	6,20	6,18
	s	0,32	0,57	0,51	0,78	0,38	0,60
	M	6,23	5,88	6,09	6,29	6,18	6,20
Hkt (l/l)	\bar{x}	0,460	0,433	0,446	0,446	0,451	0,448
	s	0,020	0,035	0,031	0,052	0,022	0,040
	M	0,457	0,439	0,451	0,453	0,453	0,453
Hb (mmol/l)	\bar{x}	9,5 ^a	8,8 ^b	9,2	9,1 ^{ab}	9,3 ^b	9,2
	s	0,4	0,7	0,6	1,1	0,4	0,8
	M	9,6	8,9	9,4	9,2	9,2	9,2
MCV (fl)	\bar{x}	73	74	74	73	73	73
	s	3	3	3	4	3	3
	M	73	75	74	72	73	73
MCH (fmol)	\bar{x}	1,51	1,52	1,52	1,49	1,50	1,49
	s	0,06	0,07	0,06	0,09	0,07	0,08
	M	1,51	1,53	1,52	1,46	1,51	1,48
MCHC (mmol/l)	\bar{x}	20,7	20,4	20,6	20,5	20,6	20,5
	s	0,4	0,3	0,4	0,5	0,4	0,5
	M	20,7	20,5	20,5	20,3	20,5	20,4
RDW (%)	\bar{x}	12,3	12,4	12,4	12,3	11,9	12,1
	s	0,6	0,9	0,7	0,8	0,6	0,7
	M	12,2	12,2	12,2	12,3	12,0	12,0

Mittelwerte mit gleichen Buchstaben sind nicht signifikant verschieden ($p > 0,05$).

▪ **Weißes Blutbild – Versuch B**

Die Gesamtleukozytenzahl aller untersuchten Blutproben im Versuch B betrug $10,6 \pm 3,1 \times 10^9/l$, die Granulozytenzahl $5,1 \pm 2,2 \times 10^9/l$, die Lymphozytenzahl $5,2 \pm 1,4 \times 10^9/l$ und die Monozytenzahl $0,3 \pm 0,1 \times 10^9/l$, der relative Anteil der Granulozyten $46,2 \pm 9,0 \%$, der Lymphozyten $50,8 \pm 9,1 \%$ und der Monozyten $3,1 \pm 0,5 \%$.

Tab. 42: Mittelwerte (\bar{x}), Standardabweichungen (s) und Medianwerte (M) der Blutparameter Gesamtleukozytenzahl (WBC), Granulozytenzahl (GRA), Lymphozytenzahl (LYM) und Monozytenzahl (MO) und relativer Anteil der Granulozyten (%GRA), Lymphozyten (%LYM) und Monozyten (%MO) (weißes Differenzialblutbild) – Versuch B

		Käfighaltung			Bodenhaltung		
		ml.	wbl.	ges.	ml.	wbl.	ges.
WBC ($10^9/l$)	\bar{x}	10,4	10,2	10,3	10,2	11,1	10,7
	s	2,8	3,8	3,3	2,7	3,6	3,2
	M	9,5	8,8	9,3	10,7	9,9	10,2
GRA ($10^9/l$)	\bar{x}	5,2	5,0	5,1	4,9	5,4	5,1
	s	2,0	2,6	2,2	1,9	2,5	2,2
	M	4,5	4,5	4,5	5,1	4,8	4,9
LYM ($10^9/l$)	\bar{x}	4,9	5,0	5,0	5,1	5,4	5,2
	s	1,0	1,4	1,2	1,2	1,6	1,5
	M	5,1	5,2	5,2	5,1	5,3	5,1
MO ($10^9/l$)	\bar{x}	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3
	s	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	M	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2
%GRA (%)	\bar{x}	48,1	45,5	46,8	45,4	46,4	45,9
	s	7,7	8,9	8,3	9,0	9,4	9,2
	M	49,5	46,6	48,1	44,9	47,2	46,4
%LYM (%)	\bar{x}	48,9	51,4	50,2	51,5	50,6	51,0
	s	7,9	8,8	8,3	9,2	9,5	9,3
	M	46,8	50,9	48,5	52,2	49,6	50,6
%MO (%)	\bar{x}	3,0	3,1	3,0	3,1	3,0	3,1
	s	0,5	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4
	M	3,0	3,1	3,1	3,1	3,0	3,0

▪ **Thrombozytenzahl und mittleres Thrombozytenvolumen – Versuch B**

Die durchschnittliche Thrombozytenzahl aller untersuchten Blutproben im Versuch B betrug $519 \pm 149 \times 10^9/l$ und das mittlere Thrombozytenvolumen $6,2 \pm 0,4$ fl.

Tab. 43: Mittelwerte (\bar{x}), Standardabweichungen (s) und Medianwerte (M) der Blutparameter Thrombozytenzahl (PLT) und mittleres Thrombozytenvolumen (MPV) – Versuch B

		Käfighaltung			Bodenhaltung		
		ml.	wbl.	ges.	ml.	wbl.	ges.
PLT ($10^9/l$)	\bar{x}	545	451	498	540	517	528
	s	85	147	127	156	158	156
	M	523	506	513	554	532	532
MPV (fl)	\bar{x}	6,2	6,3	6,3	6,1	6,1	6,1
	s	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4
	M	6,1	6,3	6,3	6,2	6,0	6,1

BLUTUNTERSUCHUNGEN – VERSUCH C▪ **Gesamteiweiß- und IgG-Konzentration – Versuch C**

Die durchschnittliche Gesamteiweiß-Konzentration aller untersuchten Blutproben im Versuch C betrug $59,27 \pm 5,04$ g/l und die IgG-Konzentration $0,85 \pm 0,65$ g/l.

Tab. 44: Mittelwerte (\bar{x}), Standardabweichungen (s) und Medianwerte (M) der Blutparameter Gesamteiweiß- (TP) und IgG-Konzentration (IgG) – Versuch C

		Käfighaltung			Bodenhaltung		
		ml.	wbl.	ges.	ml.	wbl.	ges.
TP (g/l)	\bar{x}	59,41	58,69	59,05	59,74	59,01	59,37
	s	2,91	3,87	3,38	6,55	4,73	5,66
	M	59,2	58,05	58,8	59	59,5	59,5
IgG (g/l)	\bar{x}	0,77	1,04	0,9	0,8	0,87	0,84
	s	0,19	1,05	0,74	0,5	0,7	0,61
	M	0,76	0,72	0,74	0,71	0,68	0,69

▪ **Rotes Blutbild – Versuch C**

Die durchschnittliche Erythrozytenzahl aller untersuchten Blutproben im Versuch C betrug $6,31 \pm 0,75 \times 10^{12}/l$, das Hämatokrit $0,433 \pm 0,050$ l/l, die Hämoglobinkonzentration $8,3 \pm 1,1$ mmol/l, das mittlere Erythrozytenvolumen 69 ± 2 fl, der mittlere Hämoglobingehalt der Einzelerythrozyten $1,30 \pm 0,16$ fmol, die mittlere Hämoglobinkonzentration der Erythrozyten $18,9 \pm 2,1$ mmol/l und die Erythrozytenvolumenverteilungskurve $12,7 \pm 0,7$ %.

Tab. 45: Mittelwerte (\bar{x}), Standardabweichungen (s) und Medianwerte (M) der Blutparameter Erythrozytenzahl (RBC), Hämatokrit (Hkt), Hämoglobinkonzentration (Hb), mittleres Erythrozytenvolumen (MCV), mittlerer Hämoglobingehalt der Einzelerythrozyten (MCH), mittlere Hämoglobinkonzentration der Erythrozyten (MCHC) und Erythrozytenvolumenverteilungskurve (RDW) – Versuch C

		Käfighaltung			Bodenhaltung		
		ml.	wbl.	ges.	ml.	wbl.	ges.
RBC ($10^{12}/l$)	\bar{x}	6,55	6,35	6,45	6,35	6,14	6,24
	s	0,40	0,77	0,61	0,46	1,04	0,81
	M	6,60	6,19	6,51	6,28	6,38	6,32
Hkt (l/l)	\bar{x}	0,453	0,436	0,445	0,433	0,423	0,428
	s	0,027	0,048	0,039	0,027	0,070	0,053
	M	0,453	0,432	0,444	0,426	0,435	0,430
Hb (mmol/l)	\bar{x}	8,9 ^a	8,4 ^{ab}	8,7 ^A	8,3 ^b	8,0 ^b	8,1 ^B
	s	0,9	0,9	0,9	0,5	1,5	1,1
	M	8,7	8,3	8,6	8,2	8,3	8,3
MCV (fl)	\bar{x}	69	69	69	68	69	69
	s	2	2	2	2	2	2
	M	69	69	69	69	69	69
MCH (fmol)	\bar{x}	1,35	1,31	1,33	1,30	1,26	1,28
	s	0,11	0,07	0,09	0,06	0,24	0,17
	M	1,33	1,30	1,32	1,31	1,29	1,30
MCHC (mmol/l)	\bar{x}	19,6 ^a	19,0 ^{ab}	19,3	19,1 ^a	18,3 ^b	18,7
	s	1,2	0,4	0,9	0,3	3,4	2,5
	M	19,3	19,1	19,2	19,1	18,9	19,1
RDW (%)	\bar{x}	12,7	12,7	12,7	12,4	12,8	12,6
	s	0,6	0,6	0,6	0,7	0,9	0,8
	M	12,7	12,8	12,7	12,4	12,7	12,6

Mittelwerte mit gleichen Buchstaben sind nicht signifikant verschieden ($p > 0,05$).

▪ **Weißes Blutbild – Versuch C**

Die durchschnittliche Gesamtleukozytenzahl aller untersuchten Blutproben im Versuch C betrug $11,3 \pm 3,6 \times 10^9/l$, die Granulozytenzahl $5,8 \pm 2,7 \times 10^9/l$, die Lymphozytenzahl $5,3 \pm 1,1 \times 10^9/l$ und die Monozytenzahl $0,3 \pm 0,2 \times 10^9/l$, der relative Anteil der Granulozyten $48,1 \pm 9,5 \%$, der Lymphozyten $48,1 \pm 10,8 \%$ und der Monozyten $3,3 \pm 0,5 \%$.

Tab. 46: Mittelwerte (\bar{x}), Standardabweichungen (s) und Medianwerte (M) der Blutparameter Gesamtleukozytenzahl (WBC), Granulozytenzahl (GRA), Lymphozytenzahl (LYM) und Monozytenzahl (MO) und relativer Anteil der Granulozyten (%GRA), Lymphozyten (%LYM) und Monozyten (%MO) (weißes Differenzialblutbild) – Versuch C

		Käfighaltung			Bodenhaltung		
		ml.	wbl.	ges.	ml.	wbl.	ges.
WBC ($10^9/l$)	\bar{x}	11,9 ^{ab}	10,3 ^b	11,1	12,5 ^a	10,3 ^b	11,4
	s	3,2	3,5	3,3	3,6	3,8	3,8
	M	10,9	10,1	10,4	11,7	10,0	10,8
GRA ($10^9/l$)	\bar{x}	5,8	4,8	5,3	6,7	5,3	6,0
	s	2,4	1,9	2,2	2,9	2,6	2,9
	M	5,1	4,6	4,7	5,8	4,5	5,5
LYM ($10^9/l$)	\bar{x}	5,7	4,9	5,3	5,4	5,1	5,2
	s	1,0	0,8	1,0	1,0	1,3	1,2
	M	5,7	5,1	5,4	5,4	4,9	5,0
MO ($10^9/l$)	\bar{x}	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3
	s	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
	M	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
%GRA (%)	\bar{x}	46,5	45,2	45,9	51,1	47,3	49,2
	s	8,3	8,6	8,3	9,7	9,7	9,8
	M	44,9	45,6	44,9	52,3	46,3	47,1
%LYM (%)	\bar{x}	50,5	51,6	51,1	45,5	47,9	46,7
	s	9,4	9,0	9,0	9,9	12,7	11,4
	M	52,1	51,1	52,1	44,7	50,3	48,6
%MO (%)	\bar{x}	3,4	3,3	3,3	3,4	3,3	3,3
	s	0,5	0,7	0,6	0,5	0,5	0,5
	M	3,4	3,1	3,3	3,4	3,3	3,3

Mittelwerte mit gleichen Buchstaben sind nicht signifikant verschieden ($p > 0,05$).

▪ **Thrombozytenzahl und mittleres Thrombozytenvolumen – Versuch C**

Die durchschnittliche Thrombozytenzahl aller untersuchten Blutproben im Versuch C betrug $516 \pm 132 \times 10^9/l$ und das mittlere Thrombozytenvolumen $5,9 \pm 0,4$ fl.

Tab. 47: Mittelwerte (\bar{x}), Standardabweichungen (s) und Medianwerte (M) der Blutparameter Thrombozytenzahl (PLT) und mittleres Thrombozytenvolumen (MPV) – Versuch C

		Käfighaltung			Bodenhaltung		
		ml.	wbl.	ges.	ml.	wbl.	ges.
PLT ($10^9/l$)	\bar{x}	537	483	510	532	506	519
	s	90	162	131	119	147	134
	M	518	494	510	501	544	520
MPV (fl)	\bar{x}	6,1	5,7	5,9	5,9	5,8	5,9
	s	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4
	M	6,1	5,7	5,8	5,9	5,8	5,9

BLUTUNTERSUCHUNGEN - VERSUCH D▪ **Gesamteiweiß- und IgG-konzentration – Versuch D**

Die durchschnittliche Gesamteiweiß-Konzentration aller untersuchten Blutproben im Versuch D betrug $53,05 \pm 7,30$ g/l und die durchschnittliche IgG-Konzentration $1,80 \pm 0,56$ g/l.

Tab. 48: Mittelwerte (\bar{x}), Standardabweichungen (s) und Medianwerte (M) der Blutparameter Gesamteiweiß- (TP) und IgG-Konzentration (IgG) – Versuch D

		Käfighaltung				ges.	Bodenhaltung				ges.
		ml.	wbl.	gemischt ml. wbl.	ges.		ml.	wbl.	gemischt ml. wbl.	ges.	
TP (g/l)	\bar{x}	52,71	54,75	52,40	49,34	52,67	50,93	56,33	54,47	52,34	53,56
	s	2,60	2,98	4,30	9,97	5,24	2,69	16,34	4,37	2,82	9,57
	M	53,70	55,00	52,65	52,35	53,65	51,25	51,30	54,90	51,30	51,50
IgG (g/l)	\bar{x}	1,89 ^{ab}	2,04 ^a	1,57 ^{bc}	1,95 ^a	1,89 ^A	1,35 ^c	1,68 ^{abc}	1,87 ^{abc}	1,97 ^{abc}	1,68 ^B
	s	0,54	0,65	0,38	0,41	0,54	0,37	0,59	0,63	0,77	0,62
	M	1,70	1,90	1,55	2,00	1,85	1,30	1,40	1,70	1,90	1,50

Mittelwerte mit gleichen Buchstaben sind nicht signifikant verschieden ($p > 0,05$).

Rotes Blutbild – Versuch D

Die durchschnittliche Erythrozytenzahl aller untersuchten Blutproben im Versuch D betrug $5,50 \pm 1,86 \times 10^{12}/l$, das Hämatokrit $0,369 \pm 0,125$ l/l, die Hämoglobinkonzentration $6,9 \pm 1,9$ mmol/l, das mittlere Erythrozytenvolumen 66 ± 10 fl, der mittlere Hämoglobingehalt der Einzelerythrozyten $1,23 \pm 0,11$ fmol, die mittlere Hämoglobinkonzentration der Erythrozyten $18,4 \pm 1,6$ mmol/l und die Erythrozytenvolumenverteilungskurve $12,7 \pm 2,1$ %.

Tab. 49: Mittelwerte (\bar{x}), Standardabweichungen (s) und Medianwerte (M) der Blutparameter Erythrozytenzahl (RBC), Hämatokrit (Hkt), Hämoglobinkonzentration (Hb), mittleres Erythrozytenvolumen (MCV), mittlerer Hämoglobingehalt der Einzelerythrozyten (MCH), mittlere Hämoglobinkonzentration der Erythrozyten (MCHC) und Erythrozytenvolumenverteilungskurve (RDW) – Versuch D

		Käfighaltung				ges.	Bodenhaltung				ges.
		ml.	wbl.	gemischt ml. wbl.	ges.		ml.	wbl.	gemischt ml. wbl.	ges.	
RBC ($10^{12}/l$)	\bar{x}	5,60	6,03	5,95	5,29	5,74	5,08	5,24	5,02	5,35	5,18
	s	1,82	1,60	2,32	2,00	1,86	1,82	1,87	2,24	1,51	1,78
	M	6,03	6,35	6,35	5,73	6,10	5,81	5,99	6,09	5,76	5,81
Hkt (l/l)	\bar{x}	0,374	0,400	0,399	0,360	0,384	0,344	0,351	0,332	0,359	0,348
	s	0,122	0,107	0,158	0,134	0,124	0,126	0,125	0,151	0,101	0,121
	M	0,400	0,418	0,435	0,395	0,414	0,399	0,402	0,400	0,383	0,397
Hb (mmol/l)	\bar{x}	7,3	7,3	7,6	6,4	7,2	6,5	6,4	6,0	6,8	6,4
	s	1,4	1,8	0,7	2,4	1,6	2,2	2,2	2,5	1,8	2,1
	M	7,5	7,7	7,9	7,0	7,5	7,6	7,4	7,4	7,4	7,5
MCV (fl)	\bar{x}	63	67	60	68	65	68	67	66	67	67
	s	15	2	21	1	13	2	2	2	1	2
	M	67	67	67	68	67	68	67	66	67	67
MCH (fmol)	\bar{x}	1,25	1,22	1,15	1,20	1,21 ^B	1,28	1,23	1,23	1,28	1,26 ^A
	s	0,07	0,11	0,12	0,15	0,11	0,09	0,13	0,12	0,07	0,10
	M	1,27	1,26	1,19	1,25	1,26	1,31	1,28	1,24	1,27	1,28
MCHC (mmol/l)	\bar{x}	18,6	18,3	17,3	17,6	18,1 ^B	19,0	18,4	18,6	19,2	18,8 ^A
	s	0,9	1,5	1,9	2,1	1,6	1,3	2,0	2,0	0,8	1,6
	M	18,8	18,7	17,9	18,5	18,7	19,1	19,1	18,7	19,1	19,1
RDW (%)	\bar{x}	12,3	13,3	11,7	13,3	12,7 ^A	12,4	13,0	12,9	12,4	12,7 ^B
	s	3,0	1,3	4,2	1,2	2,6	0,6	1,0	0,6	0,7	0,8
	M	12,7	12,9	13,1	13,1	12,9	12,4	12,8	12,9	12,5	12,6

Mittelwerte mit gleichen Buchstaben sind nicht signifikant verschieden ($p > 0,05$).

Weißes Blutbild – Versuch D

Die durchschnittliche Gesamtleukozytenzahl aller untersuchten Blutproben im Versuch D betrug $9,0 \pm 6,4 \times 10^9/l$, die Granulozytenzahl $4,9 \pm 3,1 \times 10^9/l$, die Lymphozytenzahl $5,3 \pm 2,5 \times 10^9/l$ und die Monozytenzahl $0,3 \pm 0,2 \times 10^9/l$ und der relative Anteil der Granulozyten $42,7 \pm 11,4 \%$, der Lymphozyten $54,1 \pm 11,5 \%$ und der Monozyten $3,2 \pm 0,6 \%$.

Tab. 50: Mittelwerte (\bar{x}), Standardabweichungen (s) und Medianwerte (M) der Blutparameter Gesamtleukozytenzahl (WBC), Granulozytenzahl (GRA), Lymphozytenzahl (LYM) und Monozytenzahl (MO) und relativer Anteil der Granulozyten (%GRA), Lymphozyten (%LYM) und Monozyten (%MO) (weißes Differenzialblutbild) – Versuch D

		Käfighaltung				ges.	Bodenhaltung				ges.
		ml.	wbl.	gemischt ml. wbl.	ges.		ml.	wbl.	gemischt ml. wbl.	ges.	
WBC ($10^9/l$)	\bar{x}	9,5	11,8	7,0	8,9	9,6	9,9	6,5	8,6	7,6	8,1
	s	6,0	7,2	5,7	6,0	6,4	7,6	5,3	7,7	5,7	6,5
	M	9,7	11,4	7,7	10,1	10,6	10,0	7,8	8,1	8,6	8,6
GRA ($10^9/l$)	\bar{x}	5,5	6,5	4,1	5,4	5,6 ^A	3,2	3,6	5,1	4,8	4,0 ^B
	s	2,4	4,7	2,1	4,1	3,6	2,0	1,9	4,0	2,4	2,5
	M	5,4	5,4	5,2	5,5	5,4	3,4	3,4	5,2	5,4	3,5
LYM ($10^9/l$)	\bar{x}	6,1	6,6	5,7	4,2	5,8	4,6	4,7	4,7	4,7	4,7
	s	1,7	3,3	1,9	2,1	2,5	2,3	2,4	3,6	2,2	2,5
	M	6,2	5,6	5,7	4,4	5,7	5,2	4,9	4,5	5,0	5,1
MO ($10^9/l$)	\bar{x}	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3 ^A	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2 ^B
	s	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1
	M	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2
%GRA (%)	\bar{x}	43,8	44,1	37,3	47,1	43,5	36,5	40,6	46,0	47,4	41,6
	s	9,6	14,1	10,6	15,0	12,4	11,0	5,8	11,8	8,6	10,0
	M	44,1	45,0	35,9	46,1	44,5	36,6	40,6	47,7	47,0	41,4
%LYM (%)	\bar{x}	53,0	52,6	59,5	49,6	53,2	60,6	56,1	51,0	49,1	55,2
	s	9,8	14,1	11,1	15,4	12,6	11,4	6,0	11,9	8,6	10,2
	M	52,2	52,3	60,8	50,2	52,2	60,5	55,7	48,9	49,2	55,0
%MO (%)	\bar{x}	3,2	3,3	3,2	3,3	3,2	2,9	3,3	3,0	3,5	3,2
	s	0,7	0,8	0,5	0,7	0,7	0,5	0,4	0,6	0,3	0,5
	M	3,0	3,4	3,0	3,5	3,2	2,9	3,3	3,2	3,5	3,2

Mittelwerte mit gleichen Buchstaben sind nicht signifikant verschieden ($p > 0,05$).

Thrombozytenzahl und mittleres Thrombozytenvolumen – Versuch D

Die durchschnittliche Thrombozytenzahl aller untersuchten Blutproben im Versuch D betrug $429 \pm 229 \times 10^9/l$ und das mittlere Thrombozytenvolumen $6,4 \pm 1,0$ fl.

Tab. 51: Mittelwerte (\bar{x}), Standardabweichungen (s) und Medianwerte (M) der Blutparameter Thrombozytenzahl (PLT) und mittleres Thrombozytenvolumen (MPV) – Versuch D

		Käfighaltung				ges.	Bodenhaltung				ges.
		ml.	wbl.	gemischt ml. wbl.	ml.		wbl.	gemischt ml. wbl.			
PLT ($10^9/l$)	\bar{x}	435	503	440	486	464	420	309	373	398	377
	s	184	208	261	238	212	286	213	227	267	246
	M	501	538	501	576	524	439	375	476	386	419
MPV (fl)	\bar{x}	6,2	6,3	5,7	6,6	6,2	6,7	6,6	6,5	6,5	6,6
	s	0,9	0,6	2,1	0,7	1,1	0,7	1,0	0,4	0,7	0,7
	M	6,4	6,0	6,3	6,4	6,2	6,6	6,2	6,4	6,3	6,4

Danksagung

Herrn Prof. Dr. Klaus Reiter möchte ich für die Überlassung des Themas herzlich bedanken. Besonderer Dank gilt für die fachliche Förderung, die kollegiale Zusammenarbeit und die persönliche Unterstützung, die weit über das übliche Maß hinausging.

Herrn Prof. Dr. Dr. h.c. Werner Bessei danke ich für die fachliche Betreuung und die hilfreiche, freundliche Unterstützung.

Herrn Dr. Klaus Damme aus Kitzingen möchte ich für die fachliche Beratung während der Durchführung der praktischen Versuche danken.

Allen Mitarbeitern des Versuchs- und Fachzentrums in Kitzingen, den Mitarbeitern des Instituts für Landtechnik und Tierhaltung der LFL in Grub, den Mitarbeitern des Fachgebiets Nutztierethologie und Kleintierzucht der Universität Hohenheim sowie den Mitarbeitern des Lehrstuhls für Tierschutz, Verhaltenskunde, Tierhygiene und Tierhaltung der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München danke ich für ihre Hilfsbereitschaft und die schöne gemeinsame Zeit.

Danken möchte ich Frau Bettina Reiter für die Hilfe während der Fertigstellung der Arbeit und insbesondere für die Freundlichkeit und die persönliche Unterstützung.

Ganz besonderer Dank gilt meiner Freundin Mateja Krajnc und meiner Familie, die mich bei der Arbeit mit Verständnis und Rat und Tat begleitet und unterstützt haben.