

Landbauforschung
Völkenrode
FAL Agricultural Research

Vergleich von Betonspaltenböden, gummimodifizierten Spaltenböden und Buchten mit Einstreu in der Bullenmast unter dem Gesichtspunkt der Tiergerechtigkeit

Claus Mayer¹, Tanja Thio³, Heike Schulze Westerath⁴, Pete Ossent³, Lorenz Gyga², Beat Wechsler² und Katharina Friedli²

¹Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, Institut für Tierschutz und Tierhaltung, Dörnbergstr. 25-27, D - 29223 Celle

²Bundesamt für Veterinärwesen, Zentrum für tiergerechte Haltung: Wiederkäuer und Schweine, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, CH - 8356 Ettenhausen

³Institut für Veterinärpathologie, Universität Zürich, Winterthurerstr. 268, CH - 8057 Zürich

⁴Fachgebiet Nutztierethologie und Tierhaltung, Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften, Universität Kassel, Nordbahnhofstr. 1a, D - 37213 Witzenhausen

Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek
Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie;
detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

2007

**Landbauforschung Völkenrode - FAL Agricultural Research
Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL)
Bundesallee 50, 38116 Braunschweig, Germany**

landbauforschung@fal.de

Preis / Price: 8 €

**ISSN 0376-0723
ISBN 978-3-86576-027-2**

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Problemstellung.....	1
3	Literaturübersicht	2
3.1	Liegeverhalten.....	2
3.2	Veränderungen an der Haut der Tiere und Verschmutzung.....	3
3.3	Klauenwachstum, -abrieb und -gesundheit	3
3.4	Zusätzliche Parameter	4
4	Tiere, Material und Methoden.....	5
4.1	Untersuchte Betriebe	5
4.2	Statistische Bearbeitung der Ergebnisse	7
4.3	Liegeverhalten.....	7
4.3.1	Definition der beobachteten Verhaltensweisen.....	8
4.3.2	Bearbeitung der Verhaltensdaten	8
4.4	Veränderungen an der Haut, Verschmutzung und tägliche Zunahmen	9
4.4.1	Veränderungen an der Haut	9
4.4.2	Verschmutzung der Tiere	10
4.4.3	Tägliche Zunahmen.....	11
4.5	Klauenwachstum und Veränderungen	12
4.5.1	Zeitplan	12
4.5.2	Klauenuntersuchung.....	12
5	Ergebnisse	16
5.1	Liegeverhalten der Tiere	16
5.2	Veränderungen an der Haut der Tiere und Verschmutzung.....	24
5.2.1	Veränderungen an der Haut der Tiere.....	24
5.2.2	Verschmutzung der Tiere	25
5.3	Klauenwachstum und Veränderungen	26
5.3.1	Makroskopische Klauenbeurteilung.....	26
5.3.2	Messungen am Hornschuh	29
5.4	Tägliche Zunahmen.....	30
6	Diskussion	31
6.1	Liegeverhalten der Tiere	31
6.2	Veränderungen an der Haut und Verschmutzung	33
6.3	Klauenwachstum, -abrieb und -gesundheit	33
7	Schlussfolgerungen	34
8	Literaturverzeichnis.....	35
9	Weitere von der Arbeitsgruppe veröffentlichte Literatur zu diesem Thema	39

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Boniturschlüssel zur Erfassung der Tierverschmutzung an den Zonen 1 bis 4 (nach FAYE UND BARNOUIN 1985).....	11
Abbildung 2:	Fußungsfläche der Klauen eines linken Hinterfußes vom Rind (STERN 2000)	13
Abbildung 3:	Messstellen zur Klauenform und zur Erfassung des Klauenwachstums (STERN 2000).	15
Abbildung 4:	Messung von Härte und Feuchtigkeit an der markierten Stelle der Seitenwand der Klauen (STERN 2000).	16
Abbildung 5:	Gesamtliegezeiten von Mastbullen (in Minuten pro Tier und Tag) in Abhängigkeit vom Haltungssystem (Mittelwerte pro Tier aus 3 * 24 h). Der Normalbereich ist definiert als Mittelwert \bar{x} eingestreute Zweiflächenbucht $\pm 2s$	17
Abbildung 6:	Anzahl Liegeperioden (pro Tier und Tag) von Mastbullen in Abhängigkeit vom Haltungssystem (Mittelwerte pro Tier aus 3 * 24 h). Der Normalbereich ist definiert als Mittelwert \bar{x} eingestreute Zweiflächenbucht $\pm 2s$	17
Abbildung 7:	Liegeperiodendauer (Minuten pro Periode) von Mastbullen in Abhängigkeit vom Haltungssystem (Mittelwerte pro Tier aus 3 * 24 h). Der Normalbereich ist definiert als Mittelwert \bar{x} eingestreute Zweiflächenbucht $\pm 2s$	18
Abbildung 8:	Anzahl kurzer Stehperioden mit einer maximalen Dauer von fünf Minuten (pro Tier und Tag) von Mastbullen in Abhängigkeit vom Haltungssystem (Mittelwerte pro Tier aus 3 * 24 h). Der Normalbereich ist definiert als Mittelwert \bar{x} eingestreute Zweiflächenbucht $\pm 2s$	19
Abbildung 9:	Anteil atypischer Abliegevorgänge (in % der beobachteten Abliegevorgänge) von Mastbullen in Abhängigkeit vom Haltungssystem (Mittelwerte pro Tier aus 3 * 24 h). Der Normalbereich ist definiert als Mittelwert \bar{x} eingestreute Zweiflächenbucht $\pm 2s$	20
Abbildung 10:	Anteil atypischer Aufstehvorgänge (in % der beobachteten Aufstehvorgänge) von Mastbullen in Abhängigkeit vom Haltungssystem (Mittelwerte pro Tier aus 3 * 24 h). Der Normalbereich ist definiert als Mittelwert \bar{x} eingestreute Zweiflächenbucht $\pm 2s$	20
Abbildung 11:	Anteil unterbrochener Aufsteh- und Abliegevorgänge (in % der beobachteten Vorgänge) von Mastbullen in Abhängigkeit vom Haltungssystem (Mittelwerte pro Tier aus 3 * 24 h). Der Normalbereich ist definiert als Mittelwert \bar{x} eingestreute Zweiflächenbucht $\pm 2s$	21

- Abbildung 12: Anteil Ausrutschen beim Aufstehen und Abliegen (in % der beobachteten Vorgänge) bei Mastbullen in Abhängigkeit vom Haltungssystem (Mittelwerte pro Tier aus 3 * 24 h). Der Normalbereich ist definiert als Mittelwert \bar{x} eingestreute Zweiflächenbucht $\pm 2s$ **22**
- Abbildung 13: Anteil Hinfallen beim Aufstehen und Abliegen (in % der beobachteten Vorgänge) bei Mastbullen in Abhängigkeit vom Haltungssystem (Mittelwerte pro Tier aus 3 * 24 h). Der Normalbereich ist definiert als Mittelwert \bar{x} eingestreute Zweiflächenbucht $\pm 2s$ **23**
- Abbildung 14: Anzahl Verdrängungen vom Liegeplatz (pro Tier und Tag) bei Mastbullen in Abhängigkeit vom Haltungssystem (Mittelwerte pro Tier aus 3 * 24 h). Der Normalbereich ist definiert als Mittelwert \bar{x} eingestreute Zweiflächenbucht $\pm 2s$ **23**
- Abbildung 15: Gesamtverschmutzungsindex in Abhängigkeit von Haltungssystem und Gewichtsklasse. **26**
- Abbildung 16: Anteil Tiere mit (a) zerklüftetem und kraterbildendem Sohlen-/Ballenhorn, (b) überwachsenem Sohlen-/Ballenhorn und (c) überwachsenem Tragrand am Strickhof, in Abhängigkeit vom Haltungssystem Betonvollspaltenboden (Beton), Eingestreute Zweiflächenbucht (Stroh), LOSPA-Einflächenbucht (Lospa) und den Untersuchungszeitpunkten. Verändert nach Erstpublikation Thio et al. (2005). **27**
- Abbildung 17: Anteil Tiere mit (a) Abnützung der Hornwand und (b) Absprengung der Hornwand in den Praxisbetrieben, in Abhängigkeit vom Haltungssystem Betonvollspaltenboden (Beton), Eingestreute Zweiflächenbucht (Stroh), LOSPA-Einflächenbucht (Lospa). Verändert nach Erstpublikation Thio et al. (2005). **29**
- Abbildung 18: (a) Länge der dorsalen Hornwand, (b) Härte und (c) Feuchtigkeit in Abhängigkeit der Bodenart (Daten vom Strickhof), in Abhängigkeit vom Haltungssystem Betonvollspaltenboden (Beton), Eingestreute Zweiflächenbucht (Stroh), LOSPA-Einflächenbucht (Lospa) und den Untersuchungszeitpunkten. Verändert nach Erstpublikation Thio et al. (2005). **30**
- Abbildung 19: Betriebsmittelwerte der täglichen Zunahmen in Abhängigkeit vom Haltungssystem. **31**

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Empfohlene minimale Liegefläche und Gesamtfläche (pro Tier) für Rinder in Zweiflächenbuchten mit GSB* im Liegebereich und Betonvollspalten im Fressbereich in Abhängigkeit vom Gewicht der Tiere (CIGR 2003)	5
Tabelle 2: Betriebsmerkmale der Untersuchungsbetriebe; aufgezeigt sind die größten den Tieren zur Verfügung stehenden Flächen (Gewichtsbereich > 400 kg)	6
Tabelle 3: Erfasste Gliedmaßenveränderungen.....	10
Tabelle 4: Ausprägung der untersuchten Verhaltensparameter in den verschiedenen Haltungssystemen [Mittelwerte über alle Einzeltierwerte] und Angaben über den Stichprobenumfang	24
Tabelle 5: Anteil der Tiere (in %), die in den verschiedenen Aufstallungssystemen einen Befund aufwiesen, und p-Wert des Vergleiches der Anzahl der Schäden zwischen den Systemen	25
Tabelle 6: Übersicht der statistischen Resultate zu den Klauenbefunden (B= Betonvollspaltenbucht, L= LOSPA Einflächenbucht, S= Eingestreute Zweiflächenbucht).....	28

1 Einleitung

Die Ansprüche von Mastbullen hinsichtlich der Liegefläche sind bisher wenig erforscht und in der Tierschutzgesetzgebung der EU und Deutschlands auch nur unvollständig, bis zum Alter von sechs Monaten, geregelt. Um die in der Intensivmast übliche Haltung auf Betonvollspaltenboden zu verbessern, werden in der Praxis vereinzelt Versuche mit gummimodifizierten Spaltenböden, wie sie aus Laufbereichen in der Milchviehhaltung bekannt sind, gemacht. In der Schweiz wurde in den letzten Jahren zu solchen Matten vertieft Forschung betrieben mit dem Ziel, die Liegeplatzqualität in der Bullenmast zu verbessern. Außerdem müssen neue Haltingsverfahren oder -einrichtungen in der Schweiz vor dem in Verkehrbringen ein Bewilligungs- und Zulassungsverfahren durchlaufen. Diese Bewilligung wird nur erteilt, wenn das Produkt als tiergerecht beurteilt wird. Gegebenfalls kann eine Bewilligung mit Auflagen erlassen werden. Im Falle der gummimodifizierten Vollspaltenböden wurde im Rahmen dieses Bewilligungsverfahrens eine praktische Prüfung durchgeführt, um die Tiergerechtheit zu beurteilen. Der wissenschaftliche Teil des Abschlussberichtes dieser Untersuchung ist Gegenstand des vorliegenden Sonderheftes. Da in Deutschland die Haltung von Mastbullen auf Betonvollspaltenboden vorherrschend ist, sind die Ergebnisse auch für deutsche Verhältnisse von Bedeutung. Sie zeigen die Vor- und Nachteile von gummimodifizierten Spaltenböden in der intensiven Bullenmast auf. Das Sonderheft fasst die Ergebnisse der Untersuchungen zusammen, die von der Forschungsgruppe am Zentrum für tiergerechte Haltung: Wiederkäuer und Schweine des Bundesamtes für Veterinärwesen und am Institut für Veterinärpathologie der Universität Zürich zu diesem Thema seit 2003 in wissenschaftlichen Zeitschriften veröffentlicht worden sind. Dadurch ist es möglich, die Aspekte Tierverhalten, Veränderungen an den Gelenken, Tierverschmutzung und Klauengesundheit übergreifend darzustellen und Zusammenhänge zwischen den einzelnen Themenbereichen zu beleuchten.

2 Problemstellung

Laut Art. 17 Abs. 2 der schweizerischen Tierschutzverordnung (TSchV) muss für Mastvieh ab vier Monaten bei Neu- und Umbauten ein Liegebereich eingerichtet werden, der mit ausreichender und geeigneter Einstreu oder einem weichen, verformbaren Material versehen ist. Für Mastkälber bis vier Monate wird auch in bestehenden Ställen ein eingestreuter Liegebereich verlangt (Art. 17 Abs. 1 TSchV).

Herkömmliche Vollspaltenbuchten mit Betonflächenspalten (im Folgenden Betonvollspaltenbuchten genannt) für Mastvieh sind somit in der Schweiz bei Neu- und Umbauten nicht mehr möglich. Bestehende Ställe mit herkömmlichen Vollspaltenbuchten können in der Schweiz jedoch weiter verwendet werden, bis sie umgebaut oder ersetzt werden (keine Übergangsfristen).

In letzter Zeit wurden vermehrt Umbau- oder Neubaulösungen mit Mehrflächensystemen (Liegefläche mit Tiefstreu) realisiert, wobei bei Umbauten die Liegefläche außerhalb des bestehenden Stalles angelegt wurde.

Gerade bei bestehenden Ställen fehlt aber häufig der Platz für eine solche Lösung. Ein weiteres Problem ist für einen Teil der Betriebe die Verfügbarkeit von Stroh.

Als Alternative zu den eingestreuten Liegeflächen sieht der Gesetzgeber jedoch auch Böden vor, die mit einem weichen, verformbaren Material versehen sind. Was darunter konkret zu verstehen ist, wird in der TSchV und in den Richtlinien für die Haltung von Rindvieh des schweizerischen Bundesamtes für Veterinärwesen (BVET) nicht ausgeführt.

Eine Möglichkeit, den Anforderungen von Art. 17 Abs. 2 der TSchV gerecht zu werden, könnten gummimodifizierte Spaltenböden (GSB) sein. Es handelt sich dabei um Vollspaltenböden, die mit einer losen Gummischicht, die nachträglich in den Spalten verankert wird, versehen sind. Solche Produkte sind in Deutschland schon seit längerer Zeit auf dem Markt und werden v.a. bei Masttieren bis sechs Monate eingesetzt, u.a. um eine bessere Wärmedämmung zu erreichen. In der Schweiz könnten diese Produkte dazu dienen, in bestehenden Vollspaltenbodenställen eine Veränderung der Bodenqualität vorzunehmen, so dass diese den Anforderungen gemäß Art. 17 Abs. 2 der TSchV genügt, ohne dass auf ein Haltungssystem mit Stroheinstreu gewechselt wird. In Deutschland könnte die Verwendung von GSB auch bei älteren Tieren zu einer wesentlichen Verbesserung der Tiergerechtigkeit in der Bullenmast führen.

3 Literaturübersicht

Im Folgenden sollen die wesentlichen Resultate zur Auswirkung der Bodenqualität in der Bullenmast, die aus der Literatur bekannt sind, zusammengefasst werden.

3.1 Liegeverhalten

In Wahlversuchen haben mehrere Autoren (IRPS 1985; SÜSS ET AL. 1986; NÜRNBERGER 1987; DLG PRÜFBERICHT, 1994) festgestellt, dass GSB als Liegebereich eindeutig den herkömmlichen Betonvollspaltenböden vorgezogen werden. Im Weiteren konnte IRPS (1985) zeigen, dass eine mit Stroh eingestreute Liegefläche den GSB klar vorgezogen wird. Diese Ergebnisse wurden von LOWE ET AL. (2001) bestätigt, in deren Wahlversuchen die Bullen die angebotenen Bodenmaterialien in der Reihung Stroh vor Sägemehl vor GSB vor Betonvollspalten bevorzugten. IRPS ET AL. (1988) fanden eine Tendenz zu längeren Liegezeiten auf GSB im Vergleich zu Betonvollspaltenböden, der Unterschied konnte jedoch wegen der großen Standardabweichung statistisch nicht gesichert werden. Bezüglich Aufstehen und Abliegen beobachteten sie eine Normalisierung der Verhaltensabläufe (kürzere Verhaltensabläufe, weniger pferdeartiges Aufstehen, weniger Abliegen über Hundesitz) auf GSB. Zu diesen Resultaten ist einerseits anzumerken, dass das Datenmaterial nicht sehr umfangreich war. Andererseits wurden sie durch weitere Autoren (z.B. SMITS UND WIERENGA 1991) bestätigt.

IRPS ET AL. (1988) haben bei GSB Reibbeiwerte gemessen, die auf eine gute Trittsicherheit schließen lassen. Diese Ergebnisse wurden von der DLG bestätigt (DLG PRÜFBERICHT 1994). In den Untersuchungen von SMITS UND WIERENGA (1991) und SMITS ET AL. (1995) konnte die

gute Trittsicherheit auch durch Verhaltensbeobachtungen bestätigt werden. Die Tiere rutschten auf GSB weniger aus als auf Betonvollspaltenböden, und zwar beim Sichlecken an der Hinterhand, beim Aufstehen und Abliegen sowie beim Spielen.

3.2 Veränderungen an der Haut der Tiere und Verschmutzung

Die Literatursuche zu Gliedmaßenschäden bei Mastbullen erwies sich als erfolglos. Von Milchkühen ist jedoch bekannt, dass eine weiche verformbare Liegefläche zu einer Verringerung der Veränderungen an den Gliedmaßen führt. Insbesondere Haltungssysteme mit einer eingestreuten Liegefläche zeichnen sich durch eine geringe Anzahl und Schwere von Sprunggelenksveränderungen aus (SCHAUB ET AL. 1999; LIVESEY ET AL. 2002). Im Milchviehbereich konnte auch für einige Liegeflächenbeläge mit Gummioberfläche nachgewiesen werden, dass Veränderungen im Bereich der Gliedmaßen zwar im Vergleich zu eingestreuten Flächen vermehrt auftraten, aber lediglich geringe Schweregrade aufwiesen (WECHSLER ET AL. 2000).

Die Sauberkeit der GSB wurde unterschiedlich beurteilt: NÜRNBERGER (1987) und die DLG (DLG PRÜFBERICHT 1994) stellten in ihren Untersuchungen saubere Böden fest, SMITS UND WIERENGA (1991) hingegen fanden stark verschmutzte Böden. LOWE ET AL. (2001) berichteten, dass die Sauberkeit von Mastbullen in Strohhaltungssystemen gleich gut oder besser war als auf Vollspaltenböden und auf GSB. Auch HARTMANN ET AL. (1997) fanden bei Tieren aus Strohhaltungen die beste Sauberkeit im Vergleich zu Vollspalten- und Teilspaltenhaltungen. Diese Autoren zeigten auch, dass Häute- und Lederschäden insbesondere auf parasitäre Ursachen und auf Gabelstichverletzungen zurückzuführen sind und nicht auf Unterschiede in der Bodenqualität.

3.3 Klauenwachstum, -abrieb und -gesundheit

Aus der Literatur sind nur wenige Untersuchungen bekannt, die den Einfluss von verschiedenen Bodenarten auf die Klauengesundheit und das Klauenwachstum zum Thema haben. Verschiedene Autoren (IRPS ET AL. 1988; KOBERG ET AL. 1989; SMITS ET AL. 1995) stellten fest, dass der Klauenabrieb bei Tieren auf ganzflächig gummierten Betonvollspaltenböden ungenügend war.

FRANKENA ET AL. (1992) fanden bei Mastkälbern, die auf Betonvollspaltenböden gehalten wurden, einen im Vergleich zu auf Stroh gehaltenen Tieren hohen Anteil an Sohlenblutungen und Zwischenklauenhautentzündungen. BRENTANO ET AL. (1979) und DÄMMRICH ET AL. (1982) kamen zu ähnlichen Ergebnissen. KOBERG ET AL. (1989) fanden bei allen von ihnen untersuchten Tieren auf ganzflächig gummierten Betonvollspaltenböden eine zerklüftete Oberfläche des Sohlenhorns und beginnende Scherenklauen, bei einem Teil der Tiere zusätzlich Einrollen des seitlichen Tragrandes, Hämatome im Ballenbereich und Zwischenklauenhautentzündung. Auch bei Tieren, die in Buchten gehalten wurden, deren Fläche nur zu 50 % gummiert war, war die Abnutzung der Klauen gering und bei einzelnen Tieren waren beginnende Scherenklauen, Zwischenklauenhautentzündungen und Ballenhämatome zu verzeichnen. Bei Tieren auf Betonvoll-

spaltenböden fanden diese Autoren kein übermäßiges Klauenwachstum, jedoch ebenfalls einige Tiere mit Zwischenklauenhautentzündungen.

BRENTAO ET AL. (1979) und DÄMMERICH ET AL. (1982) hielten fest, dass im Zusammenhang mit dem Einfluss verschiedener Bodenarten auf das Klauenhorn auch dessen Wassergehalt beurteilt werden müsse.

3.4 Zusätzliche Parameter

SMITS ET AL. (1995) berichteten über eine Abnahme von Knorpelschäden (Arthrosis deformans) im Carpalgelenk von auf GSB gehaltenen Mastbullen, die allerdings auch von der Höhe der Tageszunahmen abhängig war. Tiere mit höheren täglichen Zunahmen wiesen vermehrt Knorpelschäden auf.

IRPS ET AL. (1988) fanden bei Tieren auf GSB eine Reduktion von Schwanzspitzenveränderungen im Vergleich zu Betonvollspaltenböden.

NÜRNBERGER (1987) stellte bei GSB eine bessere Wärmedämmung fest als bei herkömmlichen Vollspaltenböden.

SMITS ET AL. (1995) fanden bei Tieren auf GSB eine bessere Leistung als bei solchen, die auf herkömmlichen Vollspaltenböden gehalten wurden. Hingegen fanden LOWE ET AL. (2001) keine Unterschiede in Leistungsparametern zwischen Mastbullen die auf Vollspalten, GSB oder Stroh gemästet wurden.

In vielen Publikationen wird ein Einfluss der Gesamtfläche unabhängig vom Haltungssystem auf die Leistungen der Tiere nachgewiesen (MOSSBERG ET AL. 1992; PAHL 1997; CIGR 2003). Eine mögliche Erklärung hierfür kann die erhöhte Stressreaktion von Mastbullen bei eingeschränktem Platzangebot sein. So fanden ANDREAE ET AL. (1980) bei Mastbullen mit 400 kg und 2,0 m² Fläche signifikant höhere Cortisolwerte als bei 3,0 m². Das SCIENTIFIC COMMITTEE ON ANIMAL HEALTH AND ANIMAL WELFARE (2001) der europäischen Kommission schlägt aufgrund des Übersichtsartikels von INGVAERTSEN UND ANDERSEN (1993) 4,7 m² / Tier vor, sofern das Leistungspotential der Tiere voll genutzt werden soll. In den abschließenden Empfehlungen dieses Komitees wird eine minimale Buchtenfläche von 3,0 m² / Tier für Mastbullen mit einem Schlachtgewicht von 500 kg gefordert sowie zusätzliche 0,5 m² / Tier pro zusätzliche 100 kg Lebendgewicht. Demgegenüber schlug KIRCHNER (1987) für Mastbullen von 580 kg eine Gesamtfläche von 2,6 m² / Tier für Betonvollspaltenbuchten vor.

Die DLG empfiehlt für Endmasttiere GSB als Zweiflächenvariante mit Bezug auf die Arbeiten von IRPS (1990). Auch die CIGR (2003) schlägt für GSB Buchten ein Zweiflächensystem mit den in Tabelle 1 aufgeführten Abmessungen für die Liegefläche und die Gesamtfläche vor.

Tabelle 1: Empfohlene minimale Liegefläche und Gesamtfläche (pro Tier) für Rinder in Zweiflächenbuchten mit GSB* im Liegebereich und Betonvollspalten im Fressbereich in Abhängigkeit vom Gewicht der Tiere (CIGR 2003)

Gewicht [kg]	Liegefläche [m ²]	Gesamtfläche [m ²]
200	1,25	1,80
300	1,50	2,35
400	1,70	2,90
500	1,90	3,45
600	2,05	3,90

* = Gummimodifizierte Vollspaltenböden

Die DLG (DLG Prüfbericht 1994) konnte bei GSB mit loser Gummiauflage nach einem Jahr keine Abnutzungserscheinungen feststellen.

4 Tiere, Material und Methoden

Die praktische Prüfung bestand aus einer Erhebung auf Praxisbetrieben und einem experimentellen Versuch an der Landwirtschaftlichen Schule Strickhof in Lindau. In der Praxiserhebung wurden das Liegeverhalten, die Veränderungen an der Haut und die Verschmutzung untersucht. Der experimentelle Versuch diente zur Abklärung der Auswirkungen der Haltungssysteme auf das Klauenwachstum, den Klauenabrieb und die Klauengesundheit. Die Ergebnisse des experimentellen Versuchs wurden durch Untersuchungen von Schlachtklauen von Bullen aus Praxisbetrieben ergänzt. Untersucht wurden die Haltungssysteme Betonvollspaltenbucht, Einflächensbucht mit gummimodifiziertem Vollspaltenboden (LOSPA) und Zweiflächenbucht mit eingestreuter Liegefläche. Angaben zu den zur Verfügung stehenden Flächen in den verschiedenen Haltungssystemen sind in Tabelle 2 aufgeführt. Das genaue Versuchsdesign wird jeweils bei den einzelnen Erhebungsparametern beschrieben.

4.1 Untersuchte Betriebe

Die Datenerhebung zum Liegeverhalten der Mastbullen fand in zwei Schritten statt. Die Referenzdaten auf Einzeltierbasis wurden in je fünf Betrieben mit Betonvollspaltenbuchten und in Betrieben, die eingestreute Zweiflächenbuchten hatten, erhoben. Zusätzlich standen noch Daten aus einem Vorversuch von zwei Betrieben mit Betonvollspaltenbuchten und einem Betrieb mit einer eingestreuten Zweiflächenbucht zur Verfügung. Bei den Zweiflächensystemen wurden speziell Umbausituationen herangezogen, um einfache praxisübliche Verfahren zu erfassen und nicht optimale Nebausituationen. In einem zweiten Schritt wurden dann fünf Betriebe mit LOSPA Einflächensbuchten (gesamte Bodenfläche mit GSB) untersucht. Diese Betriebe waren teilweise identisch mit den Betonvollspaltenbetrieben. Insgesamt gehen also sieben Betriebe mit Betonvollspaltenbuchten, sechs mit eingestreuten Zweiflächenbuchten und fünf Betriebe mit LOSPA in die Ergebnisse ein. Die wichtigsten Betriebsmerkmale sind in Tabelle 2 zusammengefasst.

Tabelle 2: Betriebsmerkmale der Untersuchungsbetriebe; aufgezeigt sind die größten den Tieren zur Verfügung stehenden Flächen (Gewichtsbereich > 400 kg)

Betrieb *	Buchtmaße	Tiere / Bucht	Gesamtfläche / Tier	Liegefläche / Tier	Daten zum Liegverhalten	Daten zu Verschmutzung, Hautveränderungen und Klauen
VSP 1	5,0 x 3,7	7	2,6		X	X
VSP 2	6,8 x 3,6	10	2,5		X	
VSP 3	5,2 x 3,4	6	2,9		X	
VSP 4	5,3 x 4,6	6	4,1		X	
VSP 5	5,8 x 3,5	9	2,3		X	
VSP 6	5,3 x 4,6	6	4,1		X	
VSP 7	7,1 x 3,4	6	4,0		X	
VSP 8	8,0 x 3,6	11	2,6			X
VSP 9	5,4 x 4,6	10	2,5			X
VSP 10	5,85 x 4,0	8	2,9			X
VSP 11	5,5 x 3,65	8	2,5			X
GSB 1	5,0 x 3,7	7	2,6		X	X
GSB 2	8,0 x 3,6	11	2,6		X	X
GSB 3	5,4 x 4,6	10	2,5		X	X
GSB 4	5,85 x 4,0	8	2,9		X	X
GSB 5	5,5 x 3,65	8	2,5		X	X
EZ 1	16,0 x 8,0	11	11,6	2,9	X	
EZ 2	7,2 x 5,4	8	4,9	3,2	X	
EZ 3	6,5 x 9,4	9	6,8	3,9	X	
EZ 4	4,0 x 6,9	6	4,6	3,0	X	
EZ 5	3,6 x 10,2	7	5,2	3,6	X	
EZ 6	8,0 x 6,5 + 8,0 x 4,0 + 8,0 x 4,0	17	6,8	3,1		X
EZ 7	20,0 x 4,6 + 17,0 x 3,6	25	6,1	3,7		X
EZ 8	5,0 x 4,3 + 5,0 x 4,0 + 5,0 x 4,3	9	7,0	2,4		X
EZ 9	Unregelmäßige Maße	23	5,9	3,0		X
EZ 10	8,5 x 3,8 + 8,5 x 4,2 + 1,4 x 1,5 + 7,15 x 3,6	12	8,0	2,7		X

* VSP = Betonvollspaltenbucht; GSB = gummi-modifizierter Vollspaltenboden (LOSPA); EZ = eingestreute Zweiflächenbucht

In allen Betrieben wurde mit marktüblichen Mastremonten (Schlachtetage 12-15 Monate) gearbeitet. Unter schweizerischen Bedingungen müssen gemäß Art. 17. Abs. 1 TSchV Rinder bis zum Alter von vier Monaten seit Juli 2002 in einem Haltungssystem mit eingestreuter Liegefläche gehalten werden. Diese Haltungsbedingungen waren im Untersuchungszeitraum auf allen Versuchsbetrieben außer VSP1 bzw. GSB1 gegeben.

4.2 Statistische Bearbeitung der Ergebnisse

Um statistisch auf Unterschiede zwischen den Böden zu testen, wurden so genannte hierarchische Modelle verwendet, die die Schachtelung der Beobachtungseinheiten und eventuell vorhandene Unbalanciertheiten der Daten berücksichtigen. Somit berücksichtigen diese Modelle einzelne fehlende Werte und die ungleichen Größen der Haltungsgruppen.

Die Schachtelungen wurden den jeweiligen Messparametern angepasst. Für die Verhaltensparameter wurden Individuen in Gruppen, für die Verschmutzungsparameter Individuen in Gruppen und Betrieben geschachtelt. Bei der Analyse der Klauen findet sich für die Daten des Strickhofes die Schachtelung Klaue in Individuum, Gruppe und Umtrieb sowie für die Daten der Praxisbetriebe Klaue in Individuum, Gruppe und Betrieb.

Die statistischen Annahmen dieser Modelle wurden graphisch geprüft und, wo nötig, die Zielvariable logarithmus-, wurzel- oder arcus-sinus-wurzel transformiert. Bei seltenem Auftreten von Befunden oder bei Befunden, die nur in geringer Häufigkeit auftraten, wurde die Zielvariable dichotomisiert (Auftreten: ja - nein) und somit eine hierarchische logistische Regression durchgeführt.

4.3 Liegeverhalten

Nach SCHLICHTING UND SMIDT (1987) haben sich Merkmale des Funktionskreises „Ruheverhalten“ aus mehreren Gründen als tierbezogene und haltungsrelevante Indikatoren bewährt. Zum einen hat das Ausruhverhalten einen zentralen Stellenwert für den physiologischen Erhalt des körperlichen Gleichgewichtes und ist somit eine Voraussetzung für die Leistungsfähigkeit des Organismus. Ferner kann man davon ausgehen, dass das Ruheverhalten eine besondere Bedeutung hat, weil es den weitaus größten Anteil am Zeitbudget der Tiere ausmacht. Zum andern sind Merkmale des Ruheverhaltens eindeutig zu definieren und stellen damit Messgrößen dar, die einfach zu erfassen sind. Als Messgrößen finden sowohl quantitative Merkmale wie Liegedauer und Liegeintervall als auch qualitative Merkmale wie Abliegeverhalten und Körperhaltung Verwendung (SCHLICHTING UND SMIDT 1987). Der Ablauf von Aufsteh- und Abliegevorgängen (Unterbrüche, atypische Formen, Auftreten von Ausrutschen oder Hinfallen) ermöglicht auch Rückschlüsse auf die Trittsicherheit des Bodens.

In den in Tabelle 2 aufgeführten Betrieben, in denen Daten zum Liegeverhalten erfasst wurden, erfolgte die Verhaltensbeobachtung mittels Videoaufzeichnung. Die Daten wurden im Zeitraum von 2000 bis 2002 erhoben. Die Videotechnik wurde als geeignete Methode ausgewählt, da für diese Untersuchung eine kontinuierliche Beobachtung über jeweils 3 x 24 Stunden pro Betrieb und Bucht erfolgte. Die Tatsache, dass das Liegeverhalten auch stark von äußeren Faktoren beeinflusst wird, bekräftigte die Entscheidung für diese Methode, bei der die Tiere während der Aufnahmen relativ ungestört bleiben. Pro Bucht wurden ein bis zwei Kameras so installiert, dass sowohl die Liegefläche als auch der Fressbereich auf den Videoaufnahmen gut sichtbar waren. Die Beleuchtung, die auch tagsüber angeschaltet blieb, bestand aus dimmbaren Stalllampen. Diese gewährleisteten ein minimales Dämmerlicht, so dass die Tiere nachts möglichst wenig durch das Licht gestört, die Videoaufnahmen aber dennoch durchführbar waren.

Die Auswertung umfasste das Verhalten während 3 x 24 Stunden bei Tieren mit einem Gewicht von ca. 450 kg. Die Daten wurden auf Einzeltierbasis erhoben. Hierzu wurden die Tiere vor den Videoaufnahmen mit Haarfärbemittel individuell markiert. Die Auswertung für die Aufenthaltsorte (nur in den eingestreuten Zweiflächenbuchten) erfolgte im Time-Sampling-Verfahren, d.h. in einem Raster von 15 Minuten. Aufsteh- und Abliegevorgänge wurden hingegen kontinuierlich ausgewertet.

4.3.1 Definition der beobachteten Verhaltensweisen

Für jedes einzelne Tier wurden folgende Parameter erhoben:

Gesamtliegezeit pro 24 h

Anzahl der Liegeperioden pro 24 h

Mittlere Liegeperiodendauer

Anzahl kurzer Stehphasen mit einer maximalen Dauer von 5 Minuten

Anzahl Verdrängungen vom Liegeplatz

Als Verdrängungen vom Liegeplatz wurden alle Ereignisse gewertet, bei denen ein Tier von einem anderen Tier vom Liegeplatz vertrieben wurde.

Anzahl der unterbrochenen Aufsteh- und Abliegevorgänge

Als unterbrochen wurden Abliegevorgänge gewertet, bei denen ein Tier beim Abliegen eine deutliche Abliegeintension zeigte, den Vorgang dann aber abbrach. Analog für unterbrochene Aufstehvorgänge.

Atypisches Aufstehen in Prozent aller Aufstehvorgänge

Atypisches Abliegen in Prozent aller Abliegevorgänge

Ausrutschen beim Aufstehen und Abliegen in Prozent aller Aufsteh- und Abliegevorgänge

Hinfallen beim Aufstehen und Abliegen in Prozent aller Aufsteh- und Abliegevorgänge

4.3.2 Bearbeitung der Verhaltensdaten

Da Verhaltensparameter oftmals einer großen interindividuellen Streuung unterliegen, ist das alleinige Vorliegen eines statistisch signifikanten Unterschiedes nicht abschließend aussagekräftig. So kann z.B. ein Teil der Tiere bei ungünstigen Haltungsbedingungen mit einer Vermehrung von Verhaltensweisen reagieren und ein anderer Teil mit der Verminderung desselben Verhaltens. Im Ergebnis erkennt man dann nur eine große interindividuelle Streuung. Bei kleinen Stichproben lässt sich in solchen Fällen statistisch kein signifikanter Unterschied nachweisen. Daher wurden vor Versuchsbeginn unter Einbezug von Herrn Roth, Seminar für Statistik, ETH Zürich und in Absprache mit der KOMMISSION FÜR STALLEINRICHTUNGEN (2001) die Art der Datenauswertung und die Grenzwertziehung folgendermaßen festgelegt:

Für jeden zu überprüfenden Parameter wurde ein Normalbereich anhand der Ergebnisse im System Zweiflächenbucht mit eingestreuter Liegefläche (Referenzsystem) definiert, in dem auch die Werte des zu prüfenden LOSPA Einflächensystems streuen sollten. Der Normalbereich wurde in Bezug auf den Mittelwert der Daten der Einzeltiere aus dem System eingestreuete Zweiflächenbucht mit \pm zwei Standardabweichungen festgelegt ($\bar{x}_{\text{eingestr. Zweiflächenbucht}} \pm 2s$).

Dieses Verfahren ist einerseits aus der medizinischen Forschung bekannt, wurde aber auch im Bereich der Ethologie schon angewendet (GRAF 1984, 1987; KOHLI 1987; OERTLI ET AL. 1994). Es wurde festgelegt, dass LOSPA bei den Verhaltensparametern den Anforderungen gemäß Art. 17 Abs. 2 TSchV entspricht, wenn die Daten von 90 % der Tiere innerhalb des Normalbereichs liegen, und zwar bei allen Verhaltensparametern. Außerdem wurde das Kriterium aufgestellt, dass eine negative Beurteilung bei einem bestimmten Parameter nicht auf Einzeltierwerten aus nur einem einzelnen Betrieb beruhen darf.

Nach Abschluss der Videoaufnahmen wurden die Daten dahingehend überprüft, wie viele Einzeltierwerte außerhalb des Normbereichs lagen, und von wie vielen Betrieben diese Werte stammten.

4.4 Veränderungen an der Haut, Verschmutzung und tägliche Zunahmen

Die Daten zu den Veränderungen an den Gelenken der Tiere und zur Verschmutzung wurden in allen Systemen im Zeitraum von April 2001 bis September 2003 erhoben. Es standen zu jedem System fünf Betriebe zur Verfügung, in denen je ca. 20 Tiere untersucht wurden. Die Beurteilung der Veränderungen an den Gliedmaßen der Tiere erfolgte in Anlehnung an die Methode Ekesho (EKESBO, 1984), welche zum Ziel hat, anhand genauer klinischer Erhebungen von Befunden am Integument von Tieren unter Praxisbedingungen auf Entstehung und Verlauf von Erkrankungen schließen zu können. Die von GLOOR (1988) vorgenommene Modifikation dieser Methode hin zu einer inspektorischen Beurteilung der Körperoberfläche stellte die Grundlage für die Erfassung der Schwellungen der Gelenke und der äußerlich sichtbaren Veränderungen der Haut im Bereich der Gelenke in der vorliegenden Arbeit dar. Die Tiere wurden hierzu und zur Erhebung der Verschmutzung der Tiere in Anlehnung an die Methode von FAYE UND BARNOUIN (1985) einzeln in einer Waage fixiert, gewogen und beurteilt. Die erste Untersuchung fand wenige Tage vor dem Aufstallen bzw. am Tag des Aufstallens statt. Weitere Untersuchungen erfolgten dann in einem Abstand von ca. acht Wochen, so dass pro Tier je nach Mastdauer insgesamt 4-5 Beurteilungen vorlagen.

4.4.1 Veränderungen an der Haut

Zur Beurteilung der Veränderungen an der Haut der Einzeltiere wurden die in Tabelle 3 aufgeführten Befunde am Carpus, Tarsus und Tarsalhöcker erhoben.

Bei der letzten Bonitierung, kurz vor dem Schlachttermin der Tiere, wurden die Füße mit nummerierten Fesselbändern markiert, so dass eine zuverlässige Zuordnung der Schlachtklauen zum Einzeltier gegeben war (siehe Kapitel 4.5 zu den Klauenbefunden).

Tabelle 3: Erfasste Gliedmaßenveränderungen

Befund	Ausprägung
Haarlose Stelle	Bei diesen Befunden wurde die Ausprägung in den Stufen < 2 cm, 2 - 5 cm und > 5 cm im Durchmesser erhoben
Trockene Krusten und Hyperkeratosen	
Entzündete oder blutige Krusten	
Offene Wunden	
Weiche Schwellungen	Die Ausprägung der Schwellungen wurde in den drei Stufen leicht, deutlich sichtbar und stark geschwollen erfasst
Harte bindegewebige Schwellungen	

4.4.2 Verschmutzung der Tiere

Die Erhebung der Verschmutzung der Tiere erfolgte in Anlehnung an die Methode von FAYE UND BARNOUIN (1985) (vgl. Abbildung 1) bei den in der Waage fixierten Tieren. Die Verschmutzung wurde an 8 Lokalisationen erfasst:

Zone 1: Fläche zwischen Schwanzansatzstelle, Sitzbeinhöckern und „Euteraufhängepunkt“

Zone 2: Unterschenkel, Fläche Tarsus bis Afterklaue

Zone 3: Bauchregion

Zone 4: Oberschenkel, Fläche Keule bis Tarsus

Zone 5: Schulter, Fläche Vorderkeule bis Carpus

Zone 6: Unterschenkel vorne, Fläche Carpus bis Afterklaue

Zone 7: Brustbein

Zone 8: Carpus

Bei der Bonitierung wurden folgende fünf Stufen verwendet.

Note 0,0: Keine Verschmutzung

Note 0,5: Einzelne, wenig verbreitete Verschmutzung

Note 1,0: Verbreitete Verschmutzung unter 50 % der Fläche

Note 1,5: Verbreitete Verschmutzung über 50 % der Fläche

Note 2,0: Total verschmutzt oder mit dicken Krusten bedeckt

In Abbildung 1 sind die bonitierten Körperzonen 1 bis 4 mit den verschiedenen Verschmutzungsgraden dargestellt. Die Zonen 5 bis 8 wurden analog bewertet.

Die Daten zu den Veränderungen und zur Verschmutzung der Tiere wurden mit der in Kapitel 4.2 beschriebenen statistischen Methode ausgewertet. Für die grafische Darstellung der Verschmutzung wurden die Einzeltiere anhand ihres Gewichtes vier Gewichtsklassen zugeordnet (< 220 kg, 220 - 320 kg, 320 - 450 kg und > 450 kg). Insgesamt sind Werte von 1512 Bonituren in die Analyse eingegangen.

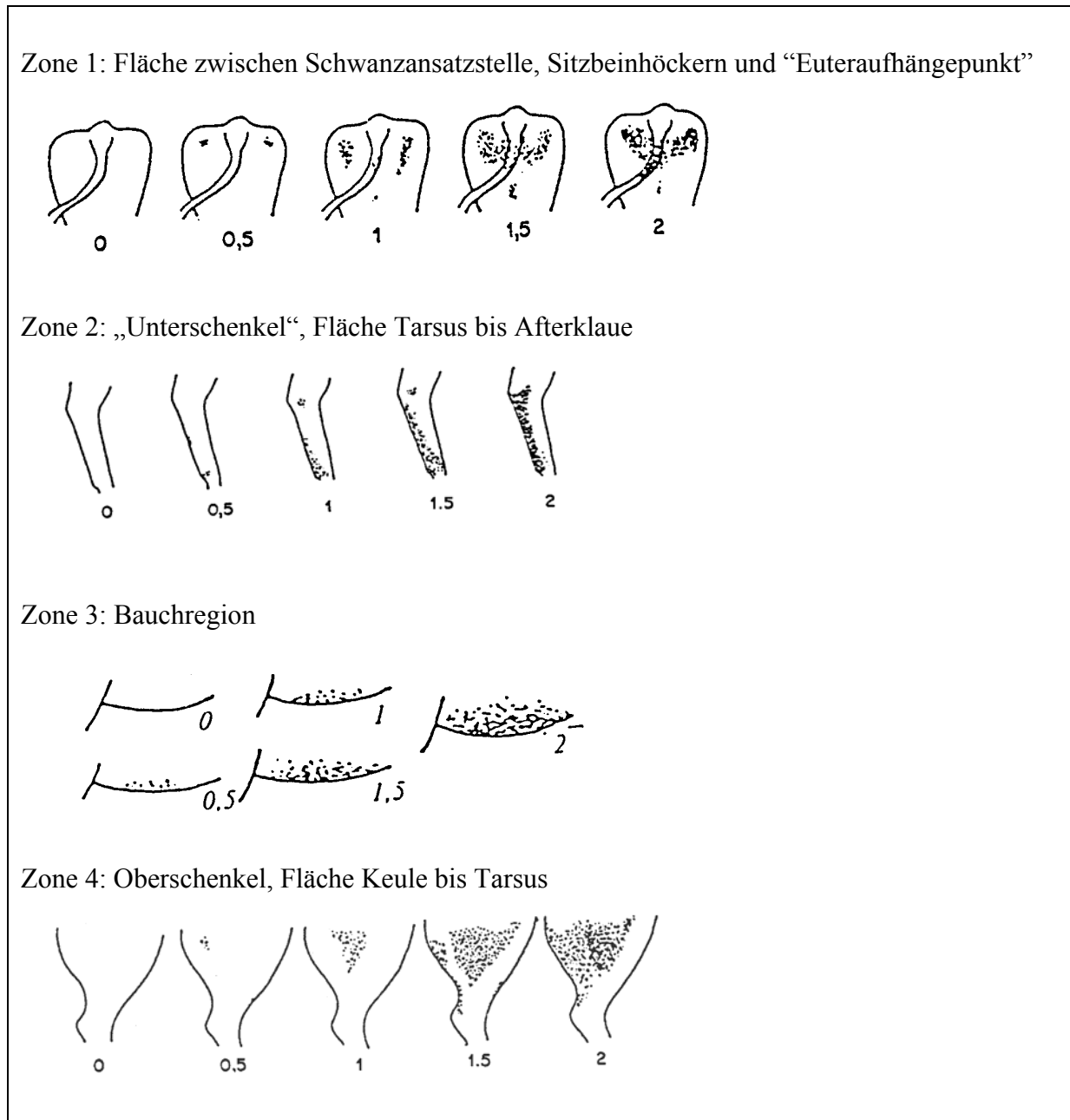


Abbildung 1: Boniturschlüssel zur Erfassung der Tierverschmutzung an den Zonen 1 bis 4 (nach FAYE UND BARNOUIN 1985).

4.4.3 Tägliche Zunahmen

Die täglichen Zunahmen wurden aus den Gewichtsdaten, die im Zusammenhang mit den Bonituren der Gelenksveränderungen und der Sauberkeit erhoben wurden, berechnet. Die täglichen Zunahmen wurden im Rahmen dieser Untersuchung nicht als Kriterium für die Tiergerechtigkeit eines Haltungssystems herangezogen, sondern dienten zur Einschätzung der anderen Daten.

4.5 Klauenwachstum und Veränderungen

4.5.1 Zeitplan

Die Klauen der Tiere auf dem Strickhof wurden dreimal untersucht:

- Beim Einstallen der Tiere (ca. 150 kg LG, Alter 3-4 Monate)
- Mitte Mast (300-350 kg LG, Alter 8-9 Monate)
- Nach der Schlachtung (mit ca. 520 kg LG im Alter von ca. 12-15 Monaten).

Die ersten zwei Klauenuntersuchungen wurden am lebenden Tier durchgeführt und fanden auf dem Betrieb statt. Bei jedem Tier wurden jeweils alle Klauen makroskopisch beurteilt und alle 8 Sohlenflächen photographiert. Zusätzlich wurden Parameter an den Klauen des rechten Hinterfußes und des linken Vorderfußes gemessen.

Bei einem zusätzlichen Betriebsbesuch kurz vor der Schlachtung der Tiere (ca. 4 Monate nach dem zweiten Besuch) wurden für einige Messungen notwendige Markierungen auf den Klauen neu angebracht. Die über dem Tarsal- resp. dem Carpalgelenk abgesetzten Gliedmaßenenden der Versuchstiere wurden nach der Schlachtung im Schlachthof eingesammelt und zur weiteren Untersuchung ins Institut für Veterinärpathologie der Universität Zürich gebracht.

Die Schlachtung erfolgte gruppenweise über einen Zeitraum von ca. 3 Monaten, da die Tiere verschiedener Rassen unterschiedlich schnell die Schlachtreife erreichten. Ein Durchgang dauerte eine Mastperiode, die je nach Schlachtreife 8 bis 11 Monate dauerte. Es wurden am Strickhof zwei Durchgänge untersucht.

Auf den verschiedenen Praxisbetrieben wurden die Tiere parallel im gleichen Zeitraum ausgemästet, geschlachtet und anschließend die Klauen analog zu denjenigen vom Strickhof untersucht.

4.5.2 Klauenuntersuchung

Zweck der Klauenuntersuchung war die Erfassung von Veränderungen der Klauengesundheit ab Beginn der Mast bis zur Schlachtung. Die Untersuchung bestand aus einer klinischen Lahmheitsuntersuchung, der makroskopischen Klauenbeurteilung, verschiedenen Messungen am Hornschuh und der postmortalen Untersuchung am intakten und ausgeschuhten Hornschuh. Neben der eigentlichen Klauenuntersuchung war zunächst geplant, auch die Haut an den Gliedmaßenenden und die Gelenkflächen zu beurteilen. Nach der Untersuchung der ersten geschlachteten Versuchstiere wurde jedoch auf die Erhebung dieser Parameter verzichtet, weil keine pathologischen Befunde zu verzeichnen waren.

Makroskopische Klauenbeurteilung:

Es liegen wenige wissenschaftliche Berichte vor, welche die Klauengesundheit von Masttieren zum Thema haben. Am Anfang unserer Untersuchungen wurde, neben den Horndefekten und der Hornbeschaffenheit der Klauen, besonders auf Sohlenblutungen geachtet, da das Vorkommen dieser Läsionen beim Mastvieh in Abhängigkeit vom Bodentyp von diversen Autoren

beschrieben wurde (SCHLEITER ET AL. 1973, BRENTANO ET AL. 1979, DÄMMRICH ET AL. 1982, FRANKENA ET AL. 1992).

Da aufgrund der Literatur anzunehmen war, dass es bei einer größeren Anzahl von Tieren zu Sohlenblutungen kommen würde, war ursprünglich eine erste Klauenuntersuchung 4 Wochen nach dem Einstellen geplant. Trotz der Bearbeitung einiger Klauen mit dem Winkelschleifer konnten aber in keinem Fall solche Läsionen festgestellt werden. Daraufhin wurden bei allen weiteren Untersuchungen im Stall die Klauen lediglich mit einer Drahtbürste gereinigt, sodass es keinen Hornabrieb durch die verwendete Untersuchungsmethode gab.

Erfassung der Veränderungen:

Die Klauenbeurteilung wurde spezifisch für verschiedene Lokalisationen durchgeführt und der Schweregrad einer Veränderung notiert (STERN 2000). Es wurden Daten an folgenden 5 Lokalisationen der Klauen erfasst (Abbildung 2):

- Ballenwulst (e)
- "Sohle" (= apikaler Ballenteil, d)
- Weiße Linie (b)
- Kronhorn (a)
- Zwischenklauenspalt (i)

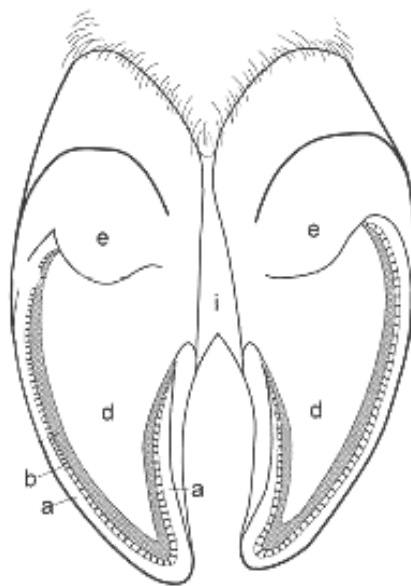


Abbildung 2: Fußungsfläche der Klauen eines linken Hinterfußes vom Rind (STERN 2000)

Der Schweregrad wurde durch ein Benotungssystem von 0-3 für jeden einzelnen Befund und jede Lokalisation bewertet:

- 0= keine Veränderung
- 1= leichtgradige Veränderung
- 2= mittelgradige Veränderung
- 3= schwergradige Veränderung

Es wurde besonders auf die Hornbeschaffenheit, Blutungen, Risse und andere Horndefekte geachtet.

Die Abgrenzung der Schweregrade und die Zuteilung der Lokalisationen erwiesen sich oft als schwierig. Zusätzlich wurde frühzeitig erkannt, dass keine klinisch schwerwiegenden Befunde auftraten. Deshalb wurde das Beurteilungssystem vereinfacht.

Die Veränderungen wurden bezüglich ihrer Art und Lokalisation neu in 7 Kategorien zusammengefasst:

- Befunde am Ballen- und Sohlenhorn
 - zerklüftetes und/oder kraterbildendes Horn
 - überwachsenes Horn
- Befunde am Kronhorn
 - abgenutzter Tragrand an der Spitze
 - abgenutzter Tragrand an der Seite
 - abgenutzte Hornwand (Stufenbildung)
 - überwachsener Tragrand
 - abgesprengte Hornwand

Das Auftreten von mittel- bis schwergradigen Befunden im Gegensatz zu leichtgradigen oder fehlenden Befunden wurde zwischen den Bodentypen verglichen.

Da an der weißen Linie und im Zwischenklauenspalt keine Schäden auftraten, wurden diese Lokalisationen nicht in die Beurteilung einbezogen. Die Fußungsfläche wurde als Ganzes betrachtet, d.h. der Ballenwulst wurde zusammen mit der Sohle beurteilt.

Messungen am Hornschuh:

Da die Klauengesundheit nicht direkt erfasst oder gemessen werden kann, wurden quantitative Indikatoren gewählt, die einen engen Zusammenhang mit Klauengesundheit haben und die mit vernünftigem Aufwand wiederholt erfasst werden können.

Die **Länge** – d.h. die dorsale Hornwand vom Kronrand bis zur Zehenspitze – der lateralen und medialen Klauen des rechten Hinterfußes und des linken Vorderfußes wurde mit einem flexiblen cm-Maß gemessen (Abbildung 3, a).

Das **Wachstum** und der **Abrieb** an einem Hinterfuß und an einem Vorderfuß wurden mit Hilfe einer 20 mm distal und parallel zum Kronrand eingefrästen Rinne in der dorsalen Zehenwand erfasst (Abbildung 3, c). Das Wachstum wurde aus der Vergrößerung des Abstandes zwischen

Kronrand und Markierung und die Abnutzung aus der Verkleinerung des Abstandes zwischen Markierung und Zehenspitze berechnet.

Die **Klauenform** wurde durch Messungen von Winkel, Breite und Diagonallänge erfasst. Der **Klauenwinkel**, der Winkel zwischen der Tangente der Dorsalwand und der Bodenfläche (Abbildung 3, α), wurde mit einem speziell angefertigten Winkelmesser gemessen. Die Breite wurde mit einer Schublehre an der breitesten Stelle (am Ballenwulst) gemessen und die **Diagonallänge** von der Klauenspitze zum äußersten Punkt des Kronrandes am Ballenwulst (Abbildung 3, b).

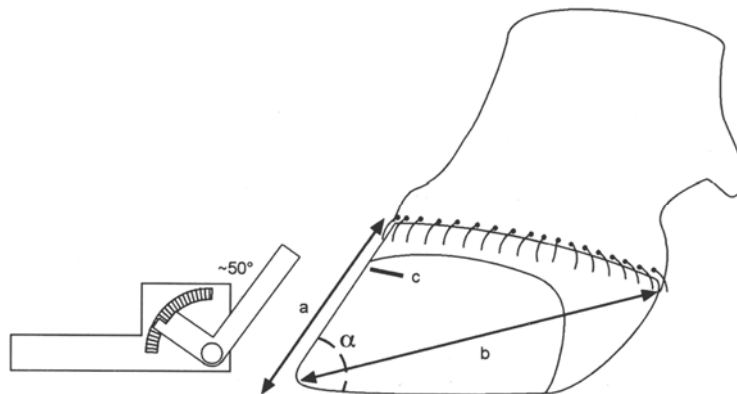


Abbildung 3: Messstellen zur Klauenform und zur Erfassung des Klauenwachstums (STERN 2000).

Die **Hornhärte** wurde an der abaxialen Seitenwand mit einem Shore-D-Härte-Messgerät geprüft, bei welchem die Tiefe des Eindringens eines Kegels in das Hornmaterial gemessen wird (Abbildung 4).

Der **Wassergehalt** im Wandhorn wurde an derselben Lokalisation wie die Härte bestimmt. Dazu diente ein Holzfeuchtigkeitsmessgerät (Bollmann H-KI- 3.10, Fa. Krüger, CH-9113 Degersheim). Das Prinzip beruht auf der elektrischen Leitfähigkeit des Horns zwischen zwei Messspitzen (Abbildung 4).

Untersuchungen der Schlachtklauen:

Die Schlachtklauen wurden analog zu den Klauen an den lebenden Tieren makroskopisch beurteilt und ausgemessen. Darauf wurden die Klauen im Wasserbad auf 65°C erhitzt und ausgeschuht (OSSENT UND LISCHER 1997). Dies ermöglichte die Beurteilung der Lederhaut und der Innenseite des Klauenschuhs.

Die Lederhaut ist bei mechanischer Belastung oder bei Infektion schmerzempfindlich, da sie aus Bindegewebe besteht und viele Blutgefäße und Nerven enthält. Es kommt zu Durchblutungsstörungen mit daraus folgenden Blutstauungen, Ödemen und Blutungen, welche durch eine generalisierte oder lokale Rötung der Lederhaut gekennzeichnet sind. In schwerwiegenden Fällen geht die Lederhaut wegen der gestörten Blutzufuhr zugrunde und es entstehen Nekro-

sen. Obwohl diese Vorgänge schmerzhaft sind, zeigen die Tiere im initialen Stadium oft keine offensichtliche Lahmheit. Da die Läsionen unsichtbar im Inneren der Klaue entstehen, stellt die Untersuchung an der ausgeschuhten Klaue eine wichtige Methode dar, um pathologisch relevante Befunde zu erheben.

Die postmortale Untersuchung ermöglichte zusätzlich eine histologische Untersuchung ausgewählter Präparate. Dazu wurden stichprobenweise Lederhautproben in Formalin fixiert und mikroskopische Präparate mit konventionellen Methoden hergestellt.

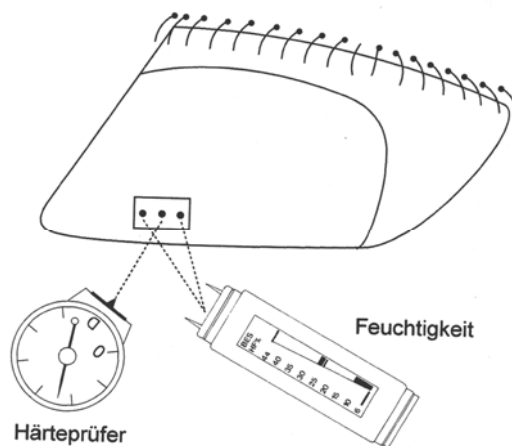


Abbildung 4: Messung von Härte und Feuchtigkeit an der markierten Stelle der Seitenwand der Klauen (STERN 2000).

5 Ergebnisse

5.1 Liegeverhalten der Tiere

In Abbildung 5 bis Abbildung 14 werden die Ergebnisse zum Liegeverhalten mit Bezug zu dem von der eingestreuten Zweiflächenbucht aus definierten Normalbereich dargestellt. Die Datenpunkte bilden im System Betonvollspaltenbucht 49 Einzeltiere, im System eingestreute Zweiflächenbucht 48 und beim System LOSPA Einflächbucht 43 Einzeltiere ab.

Die Gesamtliegedauer der Einzeltiere schwankte in den Systemen Betonvollspaltenbucht und LOSPA Einflächbucht über einen größeren Bereich als im System eingestreute Zweiflächenbucht (vgl. Abbildung 5). Im System Betonvollspaltenbucht lagen die Werte von 16 % der Tiere aus fünf Betrieben außerhalb des definierten Normalbereichs (siehe Kapitel 4.3.2), im System LOSPA die Werte von 14 % der Tiere aus vier Betrieben. Im System eingestreute Zweiflächenbucht waren 4 % der Tiere aus zwei Betrieben betroffen.

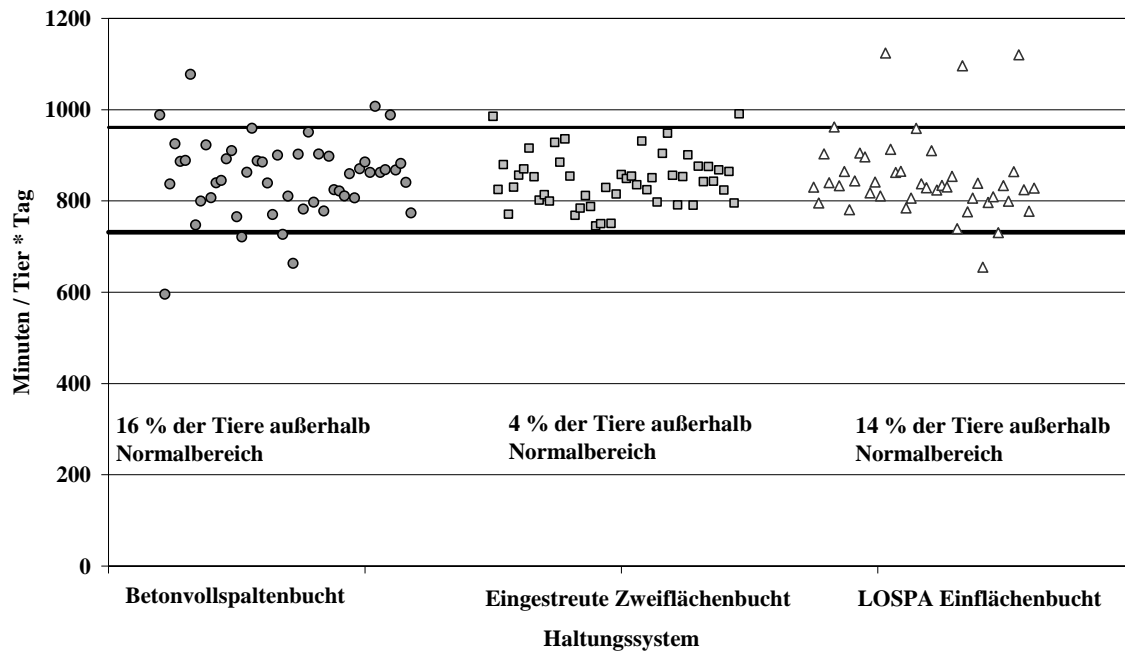


Abbildung 5: Gesamtliegezeiten von Mastbullen (in Minuten pro Tier und Tag) in Abhängigkeit vom Haltungssystem (Mittelwerte pro Tier aus 3 * 24 h). Der Normalbereich ist definiert als Mittelwert \bar{x} eingestreute Zweiflächenbucht $\pm 2s$.

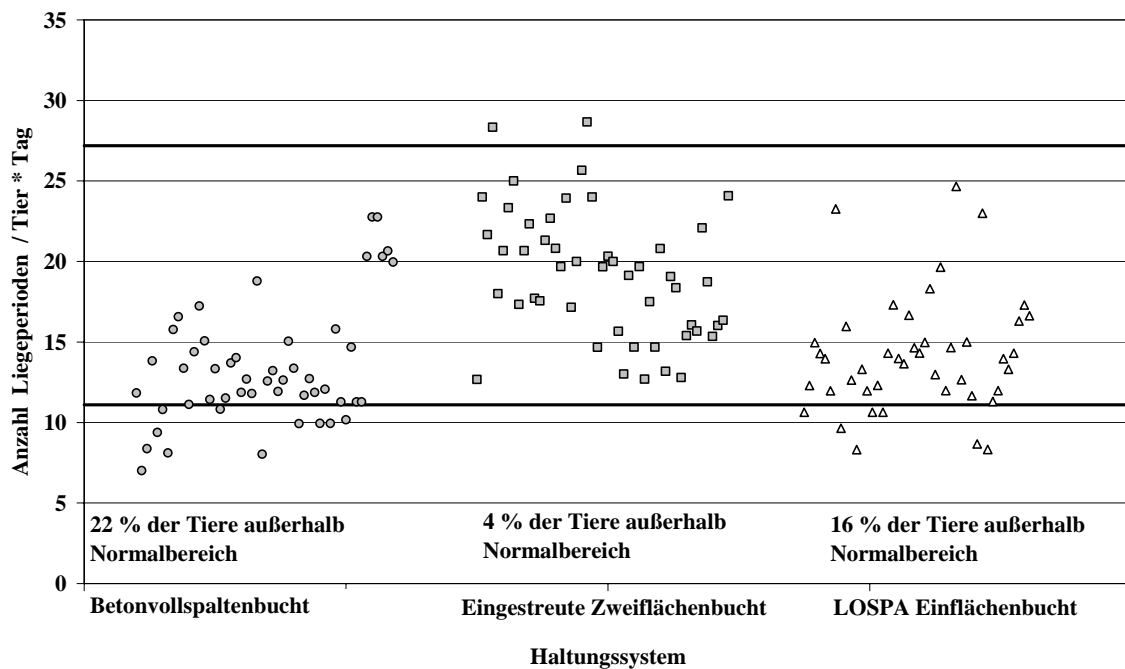


Abbildung 6: Anzahl Liegeperioden (pro Tier und Tag) von Mastbullen in Abhängigkeit vom Haltungssystem (Mittelwerte pro Tier aus 3 * 24 h). Der Normalbereich ist definiert als Mittelwert \bar{x} eingestreute Zweiflächenbucht $\pm 2s$.

Die Anzahl der Liegeperioden war sowohl im System Betonvollspaltenbucht als auch im System LOSPA Einflächengeburt kleiner als im System eingestreute Zweiflächengeburt (vgl. Abbildung 6). Im System Betonvollspaltenbucht lagen die Werte von 22 % der Tiere aus fünf Betrieben und im System LOSPA die Werte von 16 % der Tiere aus drei Betrieben außerhalb des definierten Normalbereichs. Im System eingestreute Zweiflächengeburt waren 4 % der Tiere aus zwei Betrieben betroffen.

Die Dauer der Liegeperioden war sowohl im System Betonvollspaltenbucht als auch im System LOSPA Einflächengeburt größer als im System eingestreute Zweiflächengeburt (vgl. Abbildung 7). Im System Betonvollspaltenbucht lagen die Werte von 46 % der Tiere aus sechs Betrieben und im System LOSPA die Werte von 37 % der Tiere aus fünf Betrieben außerhalb des definierten Normalbereichs. Im System eingestreute Zweiflächengeburt waren 2 % der Tiere aus einem Betrieb betroffen.

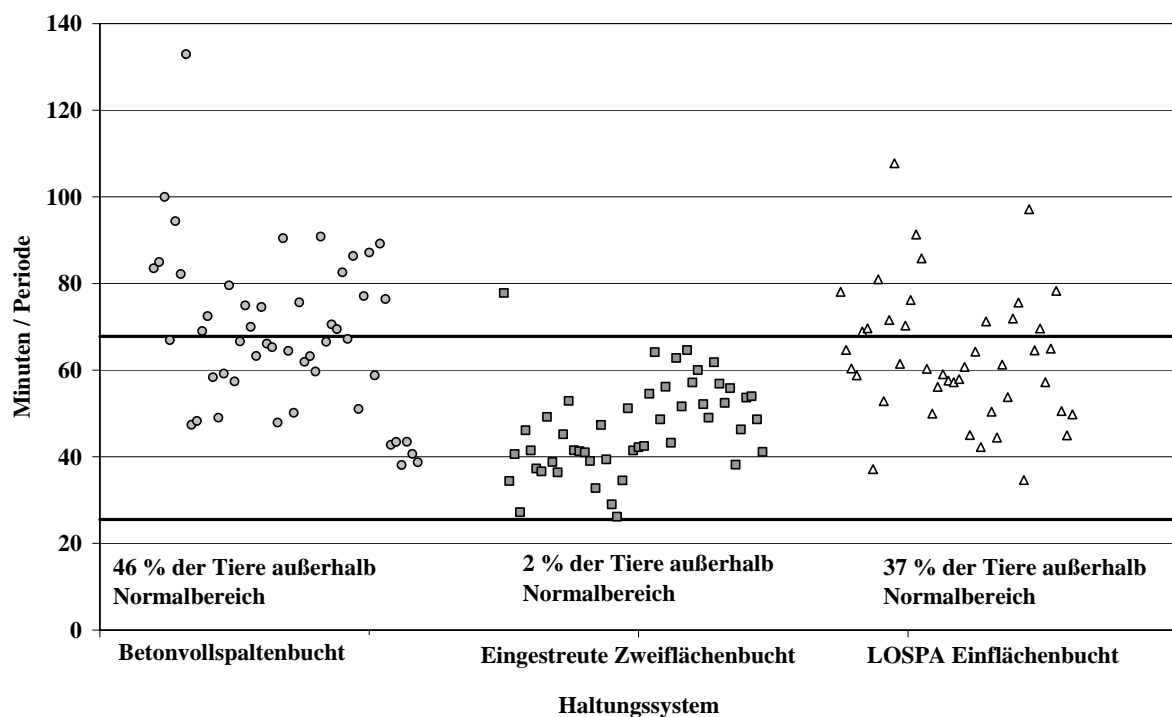


Abbildung 7: Liegeperiodendauer (Minuten pro Periode) von Mastbullen in Abhängigkeit vom Haltungssystem (Mittelwerte pro Tier aus 3 * 24 h). Der Normalbereich ist definiert als Mittelwert \bar{x} eingestreuse Zweiflächenbucht $\pm 2s$.

Die Anzahl der kurzen Stehperioden war sowohl im System Betonvollspaltenbucht als auch im System LOSPA Einflächbucht kleiner als in den eingestreuten Zweiflächenbuchten (vgl. Abbildung 8). Im System Betonvollspaltenbucht lagen die Werte von 52 % der Tiere aus sieben Betrieben und im System LOSPA die Werte von 16 % der Tiere aus fünf Betrieben außerhalb des definierten Normalbereichs. Im System eingestreute Zweiflächenbucht waren 4 % der Tiere aus zwei Betrieben betroffen.

Hinsichtlich der qualitativen Beurteilung der Abliegevorgänge waren die Werte beim System LOSPA Einflächbucht ähnlich wie beim System eingestreute Zweiflächenbucht (vgl. Abbildung 9). Im System Betonvollspaltenbucht lagen die Werte von 48 % der Tiere aus fünf Betrieben und im System LOSPA die Werte von 7 % der Tiere aus einem Betrieb außerhalb des definierten Normalbereichs. Im System eingestreute Zweiflächenbucht waren 4 % der Tiere aus zwei Betrieben betroffen.

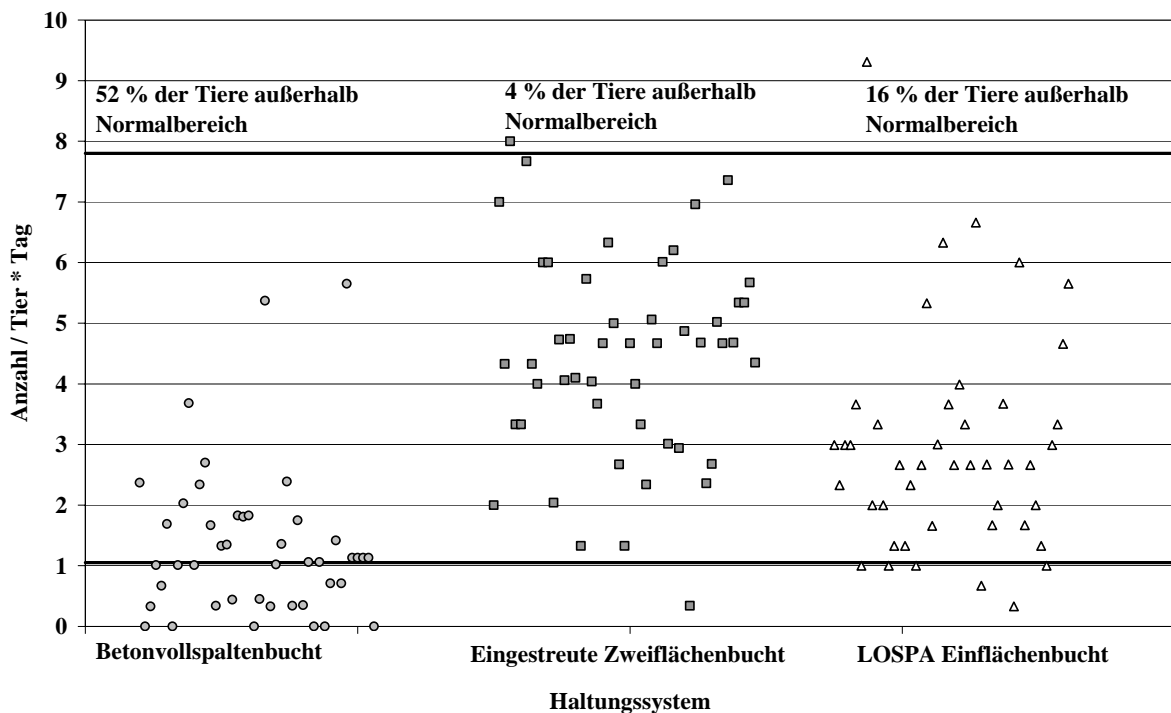


Abbildung 8: Anzahl kurzer Stehperioden mit einer maximalen Dauer von fünf Minuten (pro Tier und Tag) von Mastbullen in Abhängigkeit vom Haltungssystem (Mittelwerte pro Tier aus 3 * 24 h).

Der Normalbereich ist definiert als Mittelwert \bar{x} eingestreuse Zweiflächenbucht $\pm 2s$.

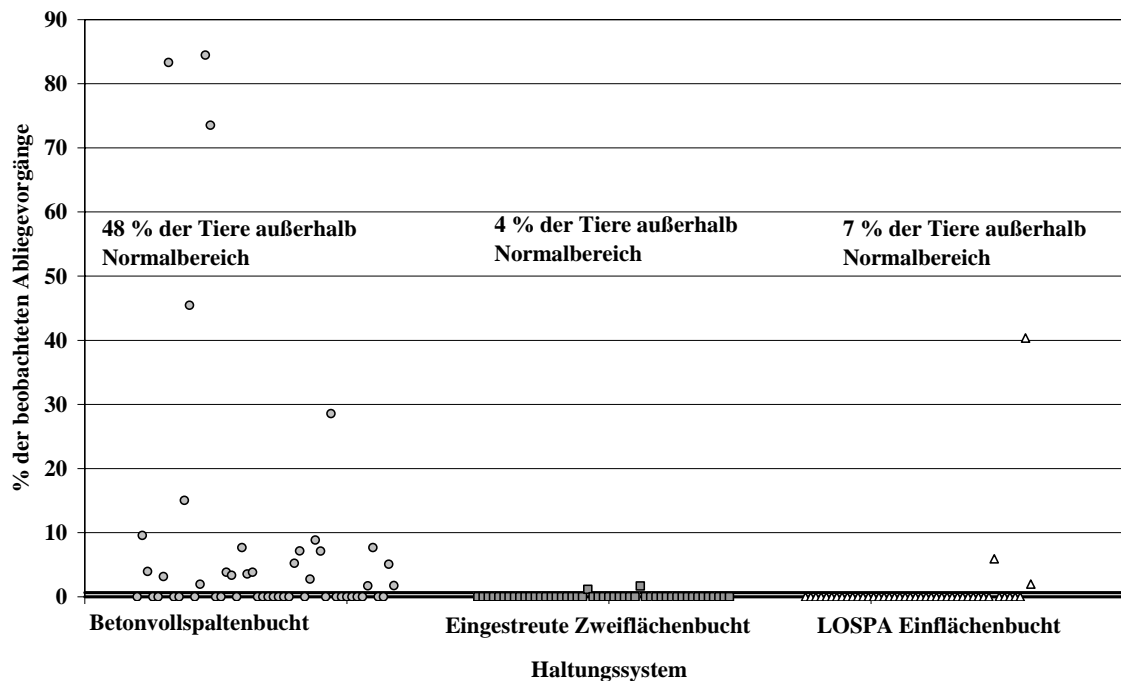


Abbildung 9: Anteil atypischer Abliegevorgänge (in % der beobachteten Abliegevorgänge) von Mastbullen in Abhängigkeit vom Haltungssystem (Mittelwerte pro Tier aus 3 * 24 h). Der Normalbereich ist definiert als Mittelwert \bar{x} eingestreuse Zweiflächenbucht $\pm 2s$.

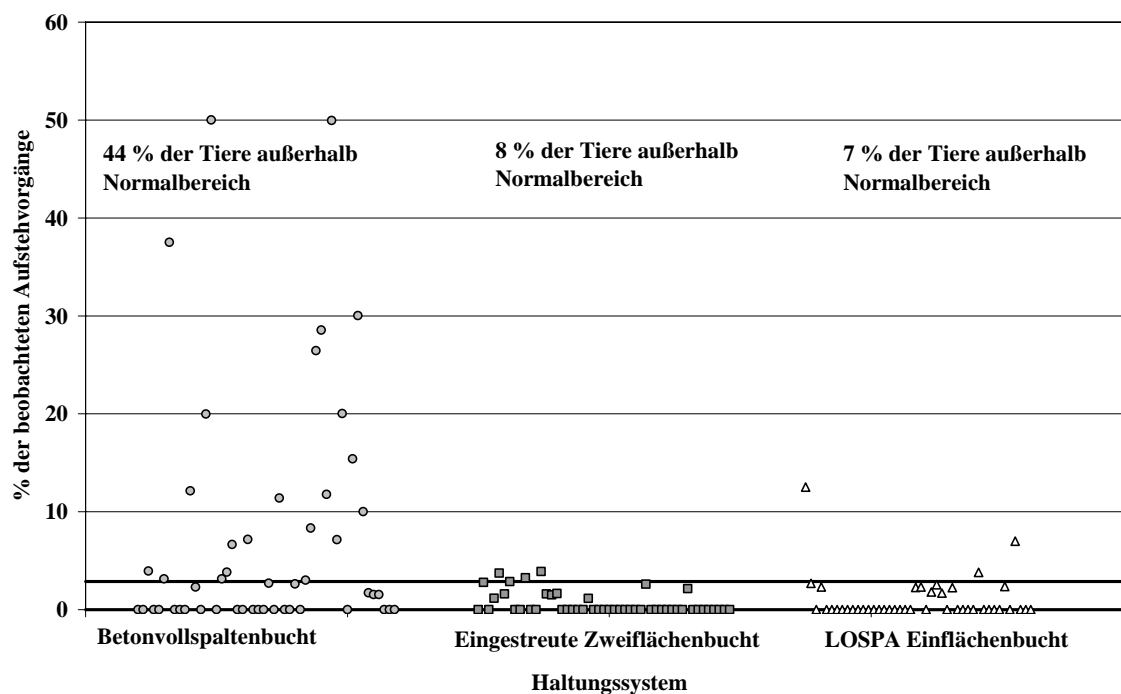


Abbildung 10: Anteil atypischer Aufstehvorgänge (in % der beobachteten Aufstehvorgänge) von Mastbullen in Abhängigkeit vom Haltungssystem (Mittelwerte pro Tier aus 3 * 24 h). Der Normalbereich ist definiert als Mittelwert \bar{x} eingestreuse Zweiflächenbucht $\pm 2s$.

Auch bei der qualitativen Beurteilung der Aufstehvorgänge waren die Werte im System LOSPA Einflächengeburt ähnlich wie im System eingestreute Zweiflächengeburt (vgl. Abbildung 10). Im System Betonvollspaltengeburt lagen die Werte von 44 % der Tiere aus fünf Betrieben und im System LOSPA die Werte von 7 % der Tiere aus einem Betrieb außerhalb des definierten Normalbereichs. Im System eingestreute Zweiflächengeburt waren 8 % der Tiere aus zwei Betrieben betroffen.

Der Anteil der unterbrochenen Aufsteh- und Abliegevorgänge war sowohl im System Betonvollspaltengeburt als auch im System LOSPA Einflächengeburt höher als im System eingestreute Zweiflächengeburt (vgl. Abbildung 11). Im System Betonvollspaltengeburt lagen die Werte von 52 % der Tiere aus sieben Betrieben und im System LOSPA die Werte von 51 % der Tiere aus fünf Betrieben außerhalb des definierten Normalbereichs. Im System eingestreute Zweiflächengeburt waren 4 % der Tiere aus zwei Betrieben betroffen.

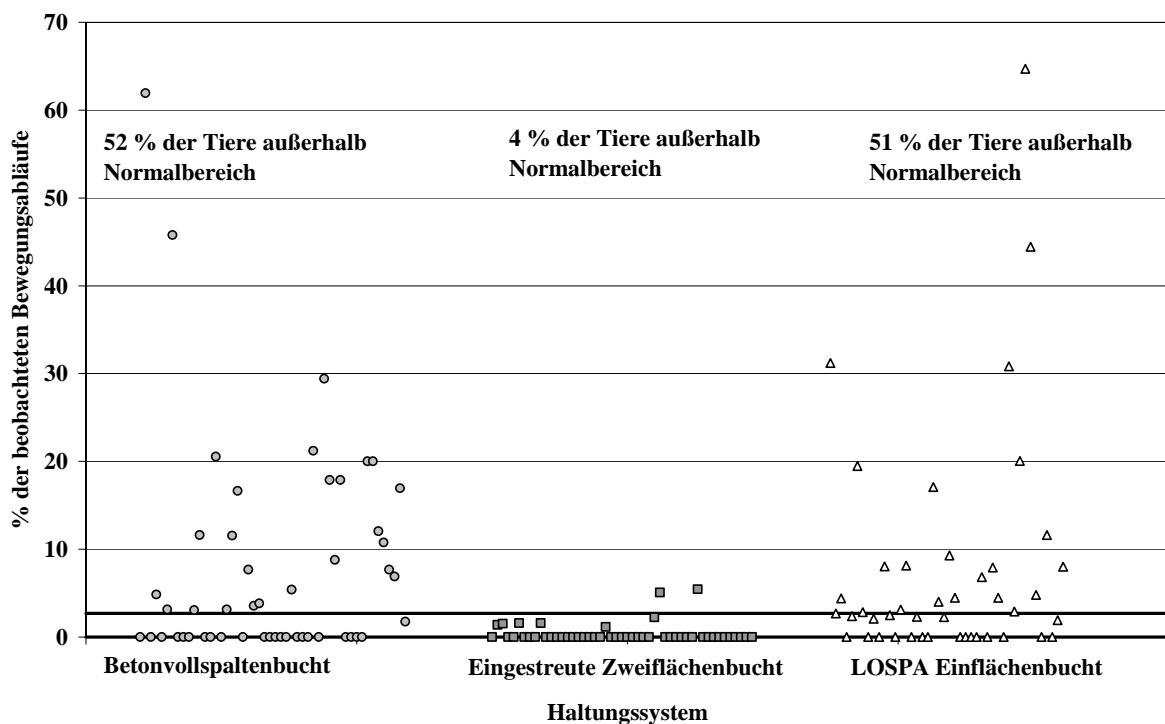


Abbildung 11: Anteil unterbrochener Aufsteh- und Abliegevorgänge (in % der beobachteten Vorgänge) von Mastbullen in Abhängigkeit vom Haltungssystem (Mittelwerte pro Tier aus 3 * 24 h).

Der Normalbereich ist definiert als Mittelwert \bar{x} eingestreuete Zweiflächengeburt $\pm 2s$.

Ausrutschen beim Aufstehen und Abliegen kam im System LOSPA Einflächengeburt nur in wenigen Fällen vor (vgl. Abbildung 12). Die Werte von keinem Tier lagen außerhalb des definierten Normalbereichs. Im System Betonvollspaltengeburt lagen die Werte von 28 % der Tiere aus sechs Betrieben außerhalb des Normalbereichs. Im System eingestreute Zweiflächengeburt waren 4 % der Tiere aus einem Betrieb betroffen.

Hinfallen beim Abliegen und Aufstehen trat im System LOSPA Einflächengeburt ähnlich wie im System eingestreute Zweiflächengeburt kaum auf (vgl. Abbildung 13). Im System Betonvollspaltengeburt lagen die Werte von 36 % der Tiere aus sieben Betrieben und im System LOSPA die Werte von 5 % der Tiere aus zwei Betrieben außerhalb des definierten Normalbereichs. Im System eingestreute Zweiflächengeburt waren 4 % der Tiere aus einem Betrieb betroffen.

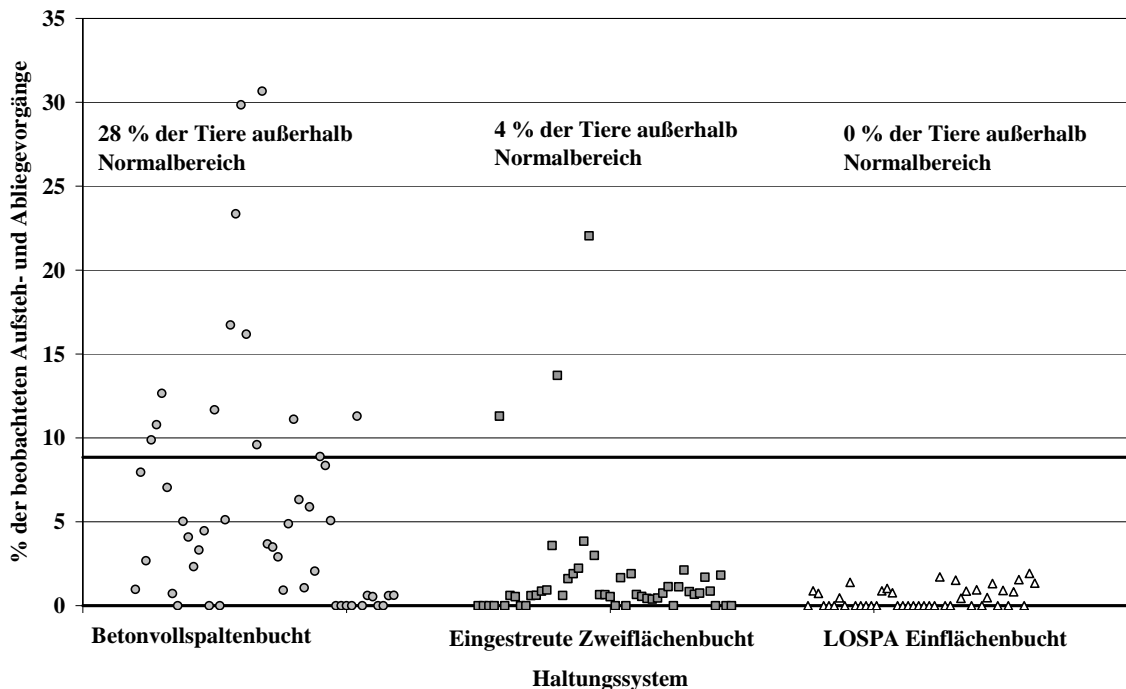


Abbildung 12: Anteil Ausrutschen beim Aufstehen und Abliegen (in % der beobachteten Vorgänge) bei Mastbullen in Abhängigkeit vom Haltungssystem (Mittelwerte pro Tier aus 3 * 24 h).

Der Normalbereich ist definiert als Mittelwert $\bar{x}_{\text{eingestreuete Zweiflächengeburt}} \pm 2s$.

Verdrängungen vom Liegeplatz wurden im System LOSPA Einflächengeburt vermehrt festgestellt (vgl. Abbildung 14). Im System Betonvollspaltengeburt lagen die Werte von 2 % der Tiere aus einem Betrieb und im System LOSPA die Werte von 35 % der Tiere aus fünf Betrieben außerhalb des definierten Normalbereichs. Im System eingestreute Zweiflächengeburt waren 6 % der Tiere aus drei Betrieben betroffen.

In Tabelle 4 wird die Ausprägung der beobachteten Verhaltensparameter anhand der Mittelwerte über die Werte aller Einzeltiere pro Haltungssystem zusammenfassend dargestellt.

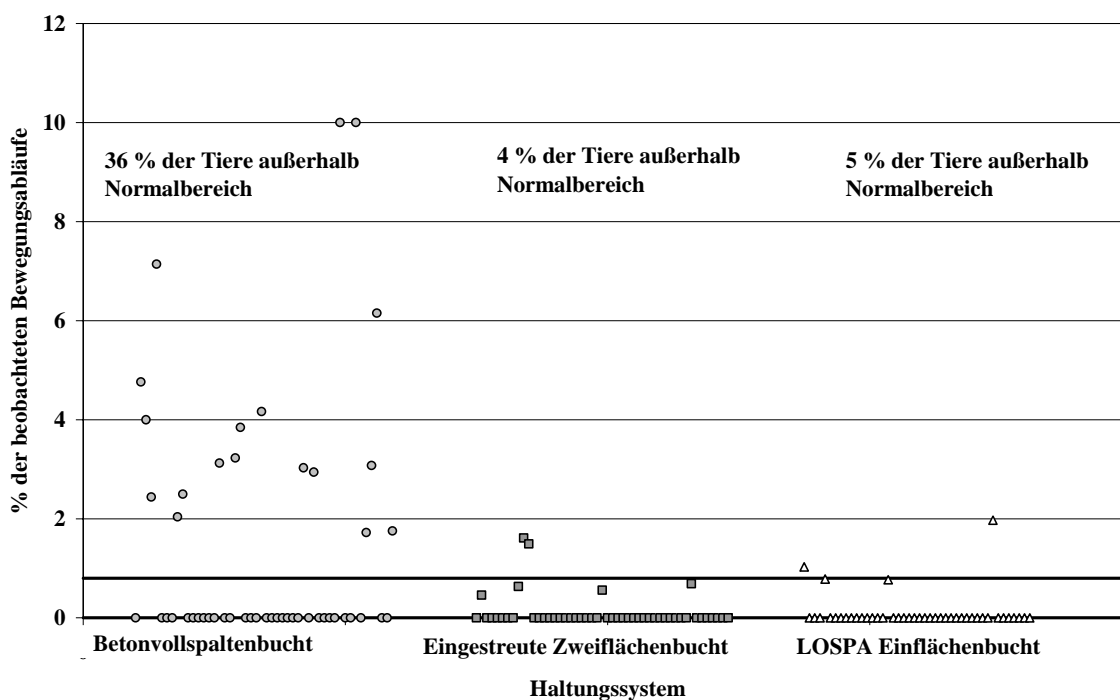


Abbildung 13: Anteil Hinfallen beim Aufstehen und Abliegen (in % der beobachteten Vorgänge) bei Mastbullen in Abhängigkeit vom Haltungssystem (Mittelwerte pro Tier aus 3 * 24 h). Der Normalbereich ist definiert als Mittelwert \bar{x} eingestreute Zweiflächenbucht $\pm 2s$.

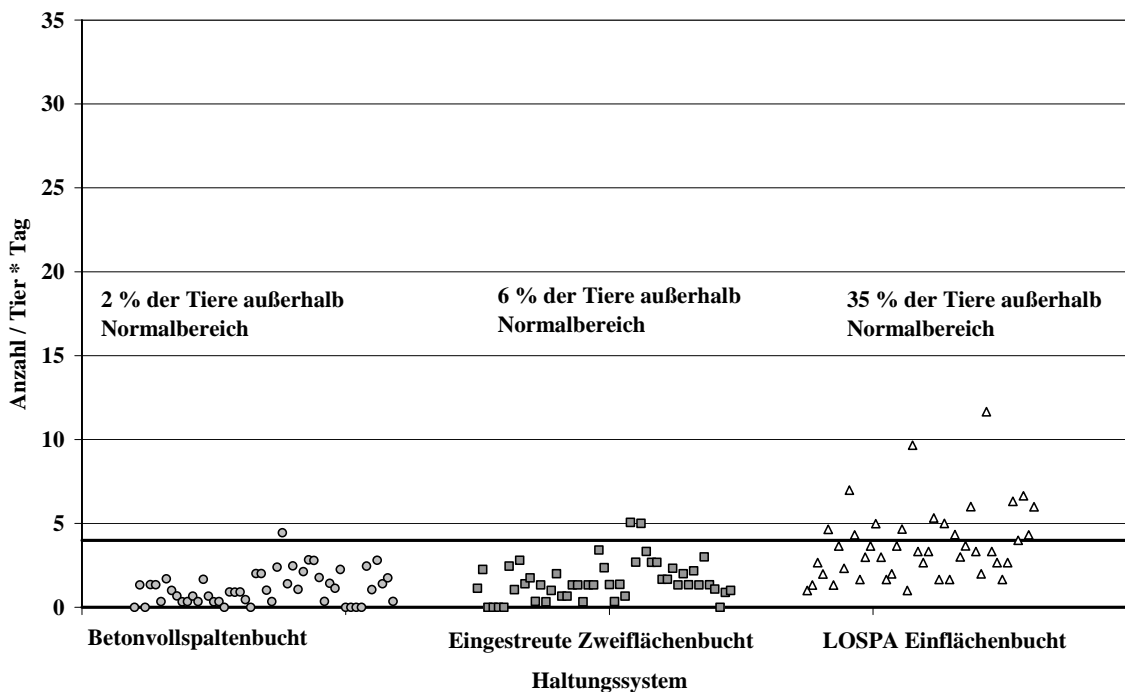


Abbildung 14: Anzahl Verdrängungen vom Liegeplatz (pro Tier und Tag) bei Mastbullen in Abhängigkeit vom Haltungssystem (Mittelwerte pro Tier aus 3 * 24 h). Der Normalbereich ist definiert als Mittelwert \bar{x} eingestreute Zweiflächenbucht $\pm 2s$.

Tabelle 4: Ausprägung der untersuchten Verhaltensparameter in den verschiedenen Haltungssystemen [Mittelwerte über alle Einzeltierwerte] und Angaben über den Stichprobenumfang

Verhalten	Betonvollspaltenbucht 7 Betriebe 49 Tiere	Eingestreute Zweiflächenbucht 6 Betriebe 48 Tiere	LOSPA Einflächenbucht 5 Betriebe 43 Tiere	Effekt des Haltungssystems (p-Wert)
Liegedauer gesamt [min/24h]	844.2	846.4	851.2	0.932 n.s. *
Liegeperioden [Anzahl/24h]	12.3	19.2	14.2	0.005
Liegeperiodendauer [min]	71.4	46.7	63.3	0.011
Kurzes Stehen < 5min [Anzahl/24h]	1.3	4.4	2.9	< 0.0001
Atypisches Abliegen [% der Abliegevorgänge]	10.6	0.1	1.1	0.016
Atypisches Aufstehen [% der Aufstehvorgänge]	7.8	0.6	1.0	0.003
Unterbrochene Abliege- und Aufstehvorgänge [% der beobachteten Vorgänge]	7.8	0.4	7.6	0.001
Ausrutschen beim Abliegen und Aufstehen [% der beobachteten Vorgänge]	9.2	1.6	0.5	0.085 n.s. *
Hinfallen beim Abliegen und Aufstehen [% der beobachteten Vorgänge]	1.1	0.1	0.1	0.015
Verdrängungen [Anzahl/24h]	1.7	1.5	3.7	0.003

* n.s. = Nicht signifikant

5.2 Veränderungen an der Haut der Tiere und Verschmutzung

5.2.1 Veränderungen an der Haut der Tiere

Es wurden insgesamt keine schwerwiegenden Veränderungen an der Haut der Tiere beobachtet. Die meisten Veränderungen an der Haut zeigten je nach Aufstallungssystem einen anderen zeitlichen Verlauf (statistische Interaktion zwischen System und Gewicht). Vereinfachend werden hier im Detail nur die Vergleiche der Daten der letzten Untersuchung jedes Tieres am Ende der Mast präsentiert. Im Folgenden werden nur Befunde erwähnt, bei denen signifikante Unterschiede zwischen den untersuchten Haltungssystemen festgestellt wurden.

Am Tarsus wurden in den Betonvollspaltenbuchten und in den LOSPA Einflächenbuchten mehr haarlose Stellen und Krusten beobachtet im Vergleich zur eingestreuten Zweiflächenbucht. Die harten Schwellungen traten tendenziell gehäuft in Betonvollspaltenbuchten auf. Kein Unterschied konnte in Bezug auf weiche Schwellungen nachgewiesen werden (Tabelle 5).

An den Tarsalhöckern konnte einzig die Anzahl der Krusten mit dem Aufstallungssystemen in Verbindung gebracht werden. Es wurden mehr Krusten in den Betonvollspaltenbuchten und in den LOSPA Einflächengebuchten beobachtet als in den eingestreuten Zweiflächenbuchten (Tabelle 5).

Am Carpus wurden in den Betonvollspaltenbuchten und in den LOSPA Einflächengebuchten mehr haarlose Stellen und weiche Schwellungen gefunden als in den eingestreuten Zweiflächenbuchten. Die Anzahl der Krusten nahmen von der Betonvollspaltenbucht zur LOSPA Einflächengebucht und zur eingestreuten Zweiflächenbucht ab. Die harten Schwellungen zeigten einen gleichverlaufenden Trend (Tabelle 5).

Weder am Tarsus noch am Carpus konnten Unterschiede zwischen den Systemen in Bezug auf die Anzahl Wunden und auf die Anzahl nasse Krusten festgestellt werden.

Die Haltungssysteme hatten keinen nachweisbaren Einfluss auf die Breite der Gelenke als Maßstab für vorhandene Schwellungen.

Tabelle 5: Anteil der Tiere (in %), die in den verschiedenen Aufstallungssystemen einen Befund aufwiesen, und p-Wert des Vergleiches der Anzahl der Schäden zwischen den Systemen

		Beton- vollspalten- bucht	Eingestreute Zweiflächen- bucht	LOSPA Einflächengebucht	p-Wert Haltungssystem
Tarsus	haarlose Stellen	20.5	3.5	16.2	0.0143
	Krusten	34.5	2.8	22.2	0.0005
	weiche Schwellung	1.4	0.7	2.0	0.4235
	harte Schwellung	5.8	0.7	0.6	0.0639
Tarsalhöcker	haarlose Stellen	10.2	0	13.5	0.7777
	Krusten	20.5	6.3	23.6	0.0167
	weiche Schwellung	0.7	0	0.6	0.9970
	harte Schwellung	1.4	0	0.6	0.7526
Carpus	haarlose Stellen	11.0	1.4	7.4	0.0289
	Krusten	55.8	4.9	22.2	0.0001
	weiche Schwellung	7.3	0.7	6.7	0.0462
	harte Schwellung	20.5	1.4	8.1	0.0649

5.2.2 Verschmutzung der Tiere

Alle Tiere waren zu den Untersuchungszeitpunkten vergleichsweise sauber und trocken. Die zeitliche Veränderung bei der Verschmutzung und der Vernässung hing erneut von den Systemen ab.

Bei der letzten Bonitierung konnte kein Einfluss des Haltungssystems weder auf die Verschmutzung noch auf die Vernässung festgestellt werden. Dies gilt für alle untersuchten Körperpartien. In Abbildung 15 ist der Gesamtverschmutzungsindex in Abhängigkeit vom Haltungssystem und von der Gewichtsklasse dargestellt.

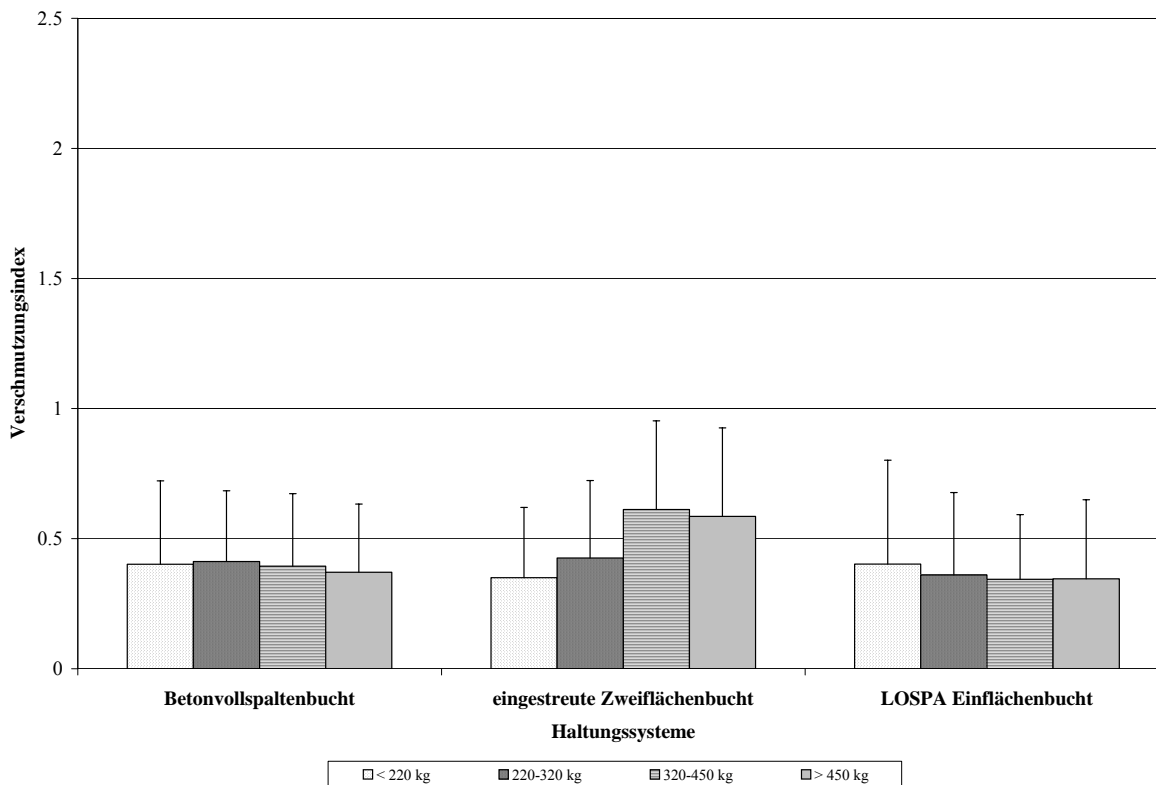


Abbildung 15: Gesamtverschmutzungsindex in Abhängigkeit von Haltungssystem und Gewichtsklasse.

5.3 Klauenwachstum und Veränderungen

Einige der geplanten Untersuchungen wurden nur zu Beginn oder nur cursorisch durchgeführt, da sich keine klinisch relevanten Befunde feststellen ließen. Dies betrifft:

- Lahmheit
- Beurteilung von Haut und Gelenken der Schlachtklauen
- Histologische Beurteilung der Lederhaut (Blutungen, entzündliche Prozesse)
- Befunde an der weißen Linie und im Zwischenklauenspalt

5.3.1 Makroskopische Klauenbeurteilung

Grundsätzlich bezogen sich die Veränderungen an den Klauen auf eine unterschiedliche Auswirkung der Böden auf das Klauenwachstum und den Klauenabrieb. Der Abrieb aller Klauen war mangelhaft. Je nach Bodentyp entstanden im Verlauf der Zeit unterschiedlich lange Klauen mit langer Zehenwand und überwachsenem Ballen- und Sohlenhorn. Das übermäßige Horn war von minderwertiger Qualität und besonders unter ungünstigen, feuchten Aufstallungsbedingungen neigte es zu vermehrter Zerklüftung und Bildung von kraterförmigen Vertiefungen im Sohlen- und Ballenhorn. Diese Verformungen waren aber meist mit Mist gefüllt, so dass die Tiere trotz der Befunde auf einer planen Sohlenfläche stehen konnten.

Weitere sichtbare Defekte, die von einer unnatürlichen übermäßigen Abnutzung herrührten, wie z.B. abgerundete seitliche Zehenwände, Bildung von Stufen auf halber Höhe in der seitlichen Hornwand oder abgebrochene Spitzen wurden beobachtet, aber in keinem Fall als schwerwiegend betrachtet.

Experimenteller Versuch auf dem Betrieb Strickhof:

In keinem Fall wurden Läsionen beobachtet, die als schwerwiegend für das Tier eingestuft werden mussten. Die beobachteten Veränderungen führten nicht zu einer Beeinträchtigung der Fortbewegung, und es kann davon ausgegangen werden, dass sie nicht zu Schmerzen geführt haben.

Die verschiedenen Bodentypen übten einen unterschiedlichen Einfluss auf die Klauen aus (Tabelle 6, Interaktion Boden-Zeit), was im Mastverlauf zu zunehmenden Unterschieden zwischen den Tiergruppen führte.

Es zeigte sich, dass bei den Klauenbefunden bei der Untersuchung zum Zeitpunkt der Endmast die größten Unterschiede zwischen den drei Haltungssystemen auftraten. Zudem kann dieser Zeitpunkt direkt mit den Untersuchungen von den Praxisbetrieben verglichen werden. Somit beschränken sich die nachfolgenden Ausführungen auf den dritten Untersuchungszeitpunkt (Tabelle 6, Endmast).

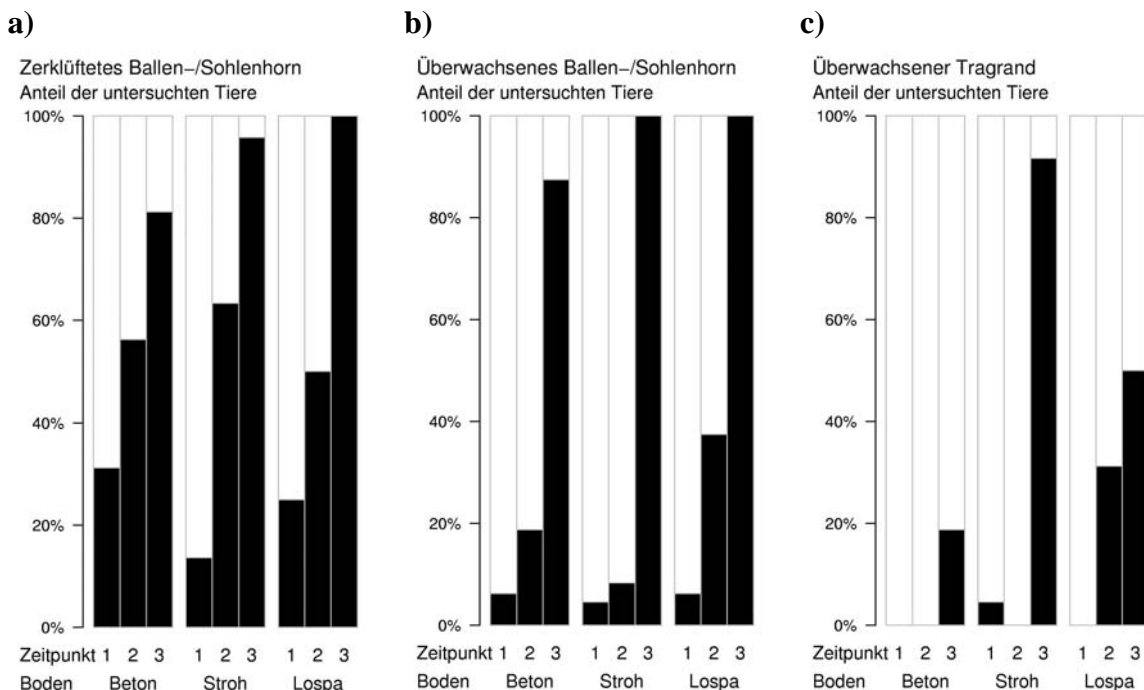


Abbildung 16: Anteil Tiere mit (a) zerklüftetem und kraterbildendem Sohlen-/Ballenhorn, (b) überwachensem Sohlen-/Ballenhorn und (c) überwachensem Tragrand am Strickhof, in Abhängigkeit vom Haltungssystem Betonvollspaltenboden (Beton), Eingestreute Zweiflächenbucht (Stroh), LOSPA-Einflächenbucht (Lospa) und den Untersuchungszeitpunkten. Verändert nach Erstpublikation Thio et al. (2005).

Sowohl zerklüftetes und kraterbildendes wie auch überwachsenes Sohlen- und Ballenhorn fanden sich häufiger in der LOSPA Einflächebucht und in der eingestreuten Zweiflächenbucht als in der Betonvollspaltenbucht (Tabelle 6, Abbildung 16, a, b). Überwachsene Tragränder fanden sich mit zunehmender Häufigkeit von Betonvollspaltenbucht zu LOSPA-Einflächebucht und eingestreuter Zweiflächenbucht (Tabelle 6, Abbildung 16, c).

Die Abnutzung der Hornwand ("Stufenbildung") war sehr selten, kam jedoch etwas häufiger bei in Betonvollspaltenbuchten und in LOSPA Einflächebuchten gehaltenen Tieren vor als in den eingestreuten Zweiflächenbuchten.

Alle anderen Befunde zeigten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Böden (Abnutzung des Tragrandes an der Spitze, an der Seite und Absprengung der Hornwand, Tabelle 6).

Tabelle 6: Übersicht der statistischen Resultate zu den Klauenbefunden (B= Betonvollspaltenbucht, L= LOSPA Einflächebucht, S= Eingestreute Zweiflächenbucht)

	Strickhof Verlauf	Endmast		Praxis Endmast	
	p-Wert	p-Wert	Einfluss	p-Wert	Einfluss
	Interaktion	Boden	Boden	Boden	Boden
	Boden-Zeit				
Befunde Ballen-/Sohlenhorn					
• zerklüft./kraterbild. Horn	< 0.0001	0.0293	B < L ≈ S	0.1178	B ≈ L ≈ S
• überwachsenes Horn	0.0065	0.0226	B < L ≈ S	0.8392	B ≈ L ≈ S
Befunde Kronhorn					
• Abnutzung Seite	< 0.0001	0.1441	B ≈ L ≈ S	0.8644	B ≈ L ≈ S
• Abnutzung Spitze	< 0.0001	0.1655	B ≈ L ≈ S	0.2147	B ≈ L ≈ S
• Abnutzung Hornwand	--) ¹	--) ¹	(B ≈ L > S)	0.0002	B ≈ L > S
• überwachs. Tragrand	< 0.0001) ²	0.0213	B < L < S	0.0510	(B < L < S)
• abgespr. Hornwand	< 0.0001	0.1085	B ≈ L ≈ S	0.0001	B > L ≈ S
Messungen					
• Klauenwachstum	< 0.0001	0.1229	B ≈ L ≈ S		
• Totalwachstum		0.0824	(B > L ≈ S)		
• Klauenabrieb	< 0.0001	0.1393	B ≈ L ≈ S		
• Totalabrieb		0.1258	B ≈ L ≈ S		
• Länge	< 0.0001	0.0448	B < L < S		
• Winkel	< 0.0001	0.0511	(B > L > S)		
• Diagonale	< 0.0001	0.0823	(B < L < S)		
• Weite	0.0002	0.3976	B ≈ L ≈ S		
• Härte	< 0.0001	0.0447	B ≈ L < S		
• Feuchte	< 0.0001	0.0444	B > L > S		

)¹ zu selten für quantitative Auswertung;)² nur Zeit signifikant

Praxisbetriebe:

Im Gegensatz zum Strickhof gab es auf den Praxisbetrieben bezüglich zerklüftetem und kraterbildendem wie auch überwachsenem Sohlen- und Ballenhorn keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den verschiedenen Bodentypen (Tabelle 6).

Der überwachsene Tragrand zeigte auf den Praxisbetrieben ein analoges Muster wie am Strickhof, erreichte aber die Signifikanzgrenze nicht ganz (Tabelle 6). Wie auf dem Strickhof qualitativ festgestellt, war die Abnützung der Hornwand („Stufenbildung“) in Betonvollspaltenbuchten und in LOSPA-Einflächenbuchten häufiger zu finden im Vergleich zu eingestreuten Zweiflächenbuchten (Tabelle 6, Abbildung 17, a). Zudem wurden Absprengungen der Hornwand in Betonvollspaltenbuchten häufiger gefunden im Vergleich zu LOSPA-Einflächenbuchten und zu eingestreuten Zweiflächenbuchten (Tabelle 6, Abbildung 17, b).

Es wurden keine Unterschiede zwischen den Bodentypen bezüglich Abnützung des Tragrandes an der Spitze und an der Seite gefunden (Tabelle 6).

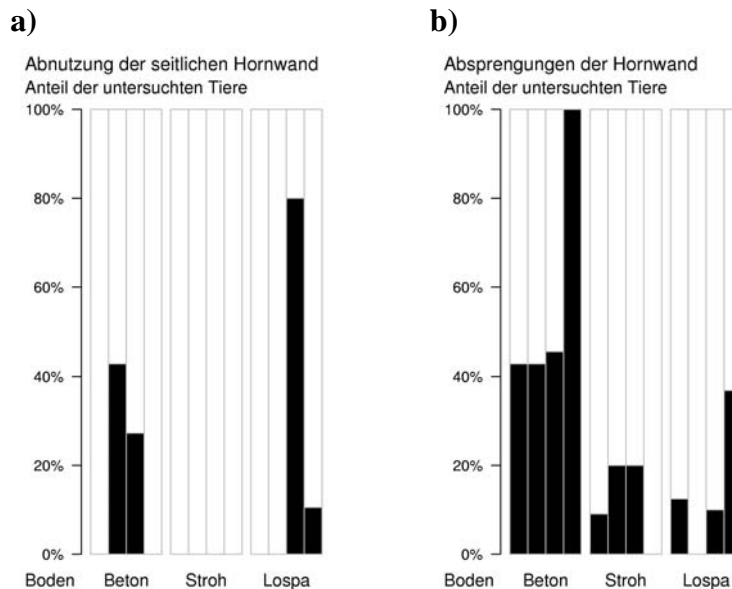


Abbildung 17: Anteil Tiere mit (a) Abnützung der Hornwand und (b) Absprengung der Hornwand in den Praxisbetrieben, in Abhängigkeit vom Haltungssystem Betonvollspaltenboden (Beton), Eingestreute Zweiflächenbucht (Stroh), LOSPA-Einflächenbucht (Lospa). Verändert nach Erstpublikation Thio et al. (2005).

5.3.2 Messungen am Hornschuh

Die Entwicklung der Werte der Messungen am Hornschuh über die Zeit war abhängig vom jeweiligen Bodentyp (Tabelle 6, Interaktion Boden-Zeit). Die folgenden Aussagen sind wie bei den Klauenbefunden auf die dritte Messung bezogen (Endmast).

Obwohl es zwischen den Aufstallungssystemen bezüglich Klauenwachstum und -abrieb sowohl in der letzten Phase wie auch über die ganze Periode keine signifikanten Unterschiede gab (Tabelle 6), hatten die Tiere am Mastende abnehmende Klauenlängen von der eingestreuten Zweiflächenbucht zur LOSPA Einflächebucht und zur Betonvollspaltenbucht (Tabelle 6, Abbildung 18, a).

Die Verteilung der Diagonallängen zeigte das gleiche, die Verteilung der Klauenwinkel das gegenteilige Muster im Vergleich zur Verteilung der Klauenlängen. Beide Parameter erreichten aber die Signifikanzgrenze nicht ganz (Tabelle 6). Die Klauenweite unterschied sich nicht zwischen den Bodentypen (Tabelle 6).

In der eingestreuten Zweiflächenbucht waren die Klauen härter als in der LOSPA Einflächebucht und in der Betonvollspaltenbucht (Tabelle 6, Abbildung 18, b), während die Feuchtigkeit der Klauen von der Betonvollspaltenbucht über die LOSPA Einflächebucht zur eingestreuten Zweiflächenbucht abnahm (Tabelle 6, Abbildung 18, c).

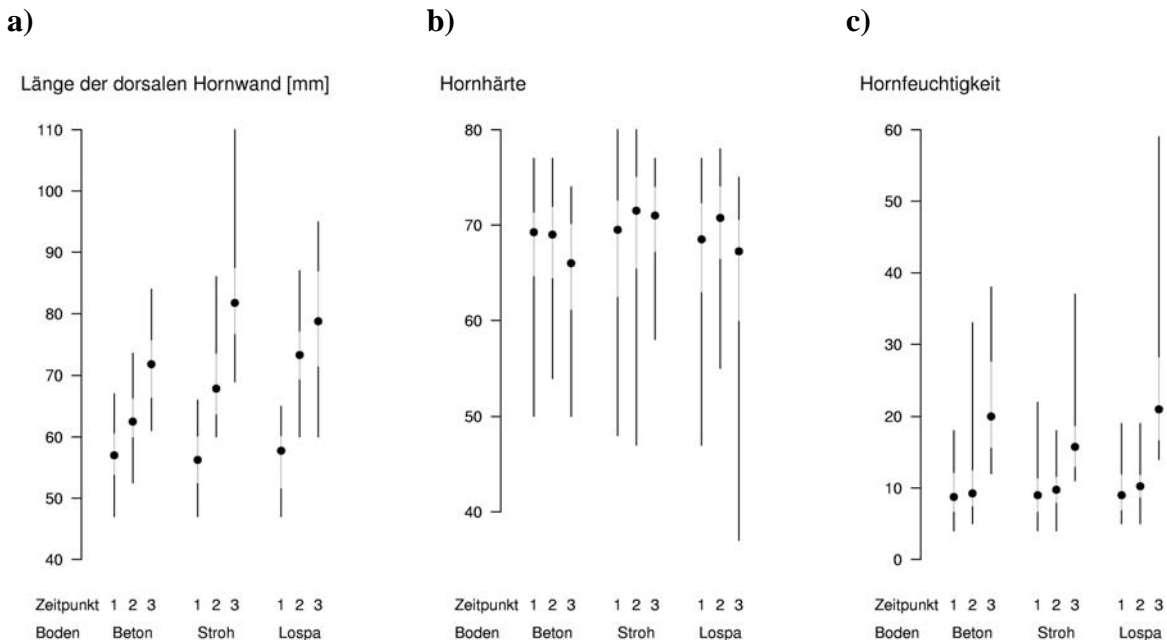


Abbildung 18: (a) Länge der dorsalen Hornwand, (b) Härte und (c) Feuchtigkeit in Abhängigkeit der Bodenart (Daten vom Strickhof), in Abhängigkeit vom Haltungssystem Betonvollspaltenboden (Beton), Eingestreute Zweiflächenbucht (Stroh), LOSPA-Einflächebucht (Lospa) und den Untersuchungszeitpunkten. Verändert nach Erstpublikation Thio et al. (2005).

5.4 Tägliche Zunahmen

Es gab keinen statistisch nachweisbaren Unterschied in der täglichen Gewichtszunahme zwischen den Haltungssystemen ($p = 0.0709$) (Abbildung 19). Anzumerken ist, dass für die vor-

liegende Auswertung nur ein Teil der Gewichtsdaten aller in der Untersuchung eingeschlossenen Tiere verwendet werden konnte (fehlende Geburtsdaten in der Tier-Verkehrs-Datenbank).

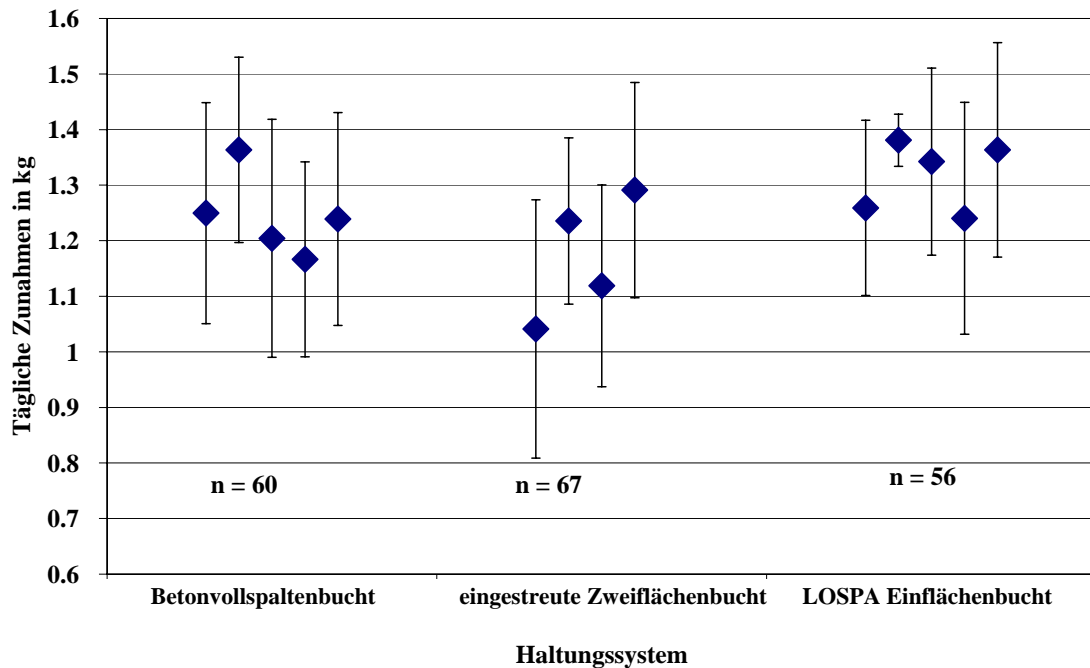


Abbildung 19: Betriebsmittelwerte der täglichen Zunahmen in Abhängigkeit vom Haltungssystem.

6 Diskussion

6.1 Liegeverhalten der Tiere

Bei den Parametern Anzahl der Liegeperioden, Dauer der Liegeperioden und „Kurzes Stehen“ (vgl. Abbildung 6 bis Abbildung 8) nahmen die Werte beim System LOSPA jeweils eine Stellung zwischen den Werten beim System eingestreute Zweiflächenbucht und dem System Betonvollspaltenbucht ein (vgl. Tabelle 4). Diese Ergebnisse decken sich mit jenen von früheren Publikationen (GRAF 1979; IRPS 1985; LIDFORS 1992).

Demgegenüber wurde im System LOSPA Einflächbucht bei den qualitativen Merkmalen des Liegeverhaltens ein ähnliches Verhalten wie im System eingestreute Zweiflächenbucht beobachtet (vgl. Abbildung 9 bis Abbildung 13), mit Ausnahme der Anzahl unterbrochener Aufsteht- und Abliegevorgänge, bei der kein Unterschied im Vergleich zum System Betonvollspaltenbucht festgestellt wurde (vgl. Abbildung 11). Insgesamt konnte ein über die verschiedenen Betriebe übereinstimmendes Bild der Verhaltensmerkmale festgestellt werden.

Die Versuchsanordnung der vorliegenden Untersuchung hatte zur Folge, dass neben der Bodenqualität der Liegefläche (Stroh, Beton oder LOSPA) auch die Fläche pro Tier (größer im System eingestreute Zweiflächenbucht als in den Systemen Betonvollspaltenbucht und LOSPA

Einflächenbucht) variiert wurde. Die festgestellten Effekte der Haltungssysteme beim Verhalten der Mastbullen sind daher sowohl durch die Bodenqualität als auch durch die Platzverhältnisse verursacht.

Während die Parameter Liegeperiodenanzahl und Liegeperiodendauer ebenso wie der Anteil atypischer Abliege- und Aufstehvorgänge Indikatoren für die Liegeflächenqualität (Weichheit, Verformbarkeit) sind, stellt die Anzahl der unterbrochenen Abliegevorgänge ein Indikator für die Angemessenheit des Platzangebots dar (RUIS-HEUTINCK ET AL. 2000). Es konnte in mehreren Arbeiten nachgewiesen werden, dass die Anzahl der Liegeperioden bei weichen, verformbaren Liegebereichen höher ist als bei harten (OERTLI ET AL. 1994; RUIS-HEUTINCK ET AL. 2000)

Die Beobachtung, dass die Anzahl der unterbrochenen Abliegevorgänge beim System LOSPA Einflächenbucht gleich groß war wie beim System Betonvollspaltenbucht, kann damit erklärt werden, dass in diesen beiden Haltungssystemen die zur Verfügung stehende Fläche als begrenzender Faktor wirkte. RUIS-HEUTINCK ET AL. (2000) berichteten über eine Abnahme der Anzahl Abliegeintensionen bei einer Vergrößerung des Platzangebotes bei Buchten mit Betonvollspaltenboden von $2,0 \text{ m}^2 / \text{Tier}$ auf $4,2 \text{ m}^2 / \text{Tier}$. Auch das vermehrte Auftreten von Verdrängungen vom Liegeplatz beim System LOSPA gegenüber dem System eingestreute Zweiflächenbucht deutet auf einschränkende Platzverhältnisse hin.

Im Gegensatz zu RUIS-HEUTINCK ET AL. (2000), die bei kleiner Fläche eine Abnahme der Liegedauer feststellten, konnte in der vorliegenden Untersuchung weder ein Einfluss der Fläche noch der Bodenqualität auf die Gesamtliegедauer beobachtet werden (vgl.). Dies dürfte mit dem vergleichsweise tieferen Lebendgewicht der Tiere zum Zeitpunkt unserer Untersuchung (ca. 450 kg gegenüber ca. 600 kg) zu erklären sein. Die ermittelten Liegedauern decken sich mit Ergebnissen aus früheren Untersuchungen (ANDREAE 1979; GRAF 1979).

In der vorliegenden Studie wurden im System LOSPA Einflächenbucht bei den atypischen Abliege- und Aufstehvorgängen Werte festgestellt, die innerhalb des definierten Normalbereichs lagen. Einzeltiere (ein bis zwei) führten jedoch auch bei dieser Bodenqualität bis zu 40 % der Abliegevorgänge und bis zu 13 % der Aufstehvorgänge atypisch aus (vgl. Abbildung 9 und Abbildung 10).

Die Rutschfestigkeit von LOSPA ist aufgrund der vorliegenden Daten im Zusammenhang mit dem Aufstehen und Abliegen als gut zu bewerten. So kam es nur in Ausnahmesituationen zu Ausrutschen bzw. Hinfallen im Zusammenhang mit dem Aufstehen und Abliegen (vgl. Abbildung 12 und Abbildung 13). Dieses Ergebnis deckt sich mit denjenigen der technischen Prüfungen von LOSPA an der DLG-Prüfstelle (DLG-PRÜFBERICHT 1994).

Da in der vorliegenden Studie eine Zweiflächenvariante mit LOSPA, die eine entsprechend größere Gesamtfläche geboten hätte, nicht mit untersucht wurde, kann zur notwendigen Liegeflächengröße nicht abschließend Stellung genommen werden. Die Ergebnisse der eigenen sowie anderer Untersuchungen (ANDREAE 1979; GRAF 1979; RUIS-HEUTINCK 2000) legen jedoch den Schluss nahe, dass $2,5 \text{ m}^2$ pro Tier bei Mastbullen mit 450 kg Lebendgewicht zu Beeinträchtigungen des Verhaltens der Tiere führen.

6.2 Veränderungen an der Haut und Verschmutzung

Die Veränderungen an der Haut waren insgesamt gering. In allen drei untersuchten Haltungssystemen gab es auch Tiere, die an den untersuchten Körperstellen keine Veränderungen aufwiesen. Insbesondere traten Schwellungen, die für das Tier als besonders schwerwiegend anzusehen sind, selten auf. Tiere in der LOSPA Einflächenbucht nahmen in Bezug auf einige Parameter eine Mittelstellung zwischen Tieren in der Betonvollspaltenbucht und Tieren in der eingestreuten Zweiflächenbucht ein, was als Verbesserung der Liegefläche gewertet werden kann. Da SCHAUB ET AL. (1999) auch an Sprunggelenken von Milchkühen, die auf verschiedenen Produkten von weichen Liegematten gehalten wurden, deutlich mehr Schäden fanden als bei Kühen, die eine Strohmattatze als Liegefläche hatten, erstaunt es nicht, dass die in LOSPA Einflächenbuchten gehaltenen Tiere insgesamt mehr Veränderungen an den Gelenken aufwiesen als solche in eingestreuten Zweiflächenbuchten.

Die Verschmutzung der Tiere war bei allen untersuchten Haltungssystemen auf einem tiefen Niveau. Dies zeigt, dass es in allen drei Systemen möglich ist, die Tiere sauber zu halten. Die Sauberkeit von Masttieren ist stark abhängig von der Fütterung, weil diese sich auf die Kotbeschaffenheit auswirkt. Beim eingestreuten Zweiflächensystem spielt außerdem das Management der Liegefläche eine große Rolle.

6.3 Klauenwachstum, -abrieb und –gesundheit

In der vorliegenden Untersuchung traten bei Tieren sowohl in der LOSPA Einflächenbucht als auch in der eingestreuten Zweiflächenbucht Klauenbefunde (überwachsenes Ballen-/Sohlenhorn, überwachsener Tragrand) auf, die zeigen, dass der Klauenabrieb aufgrund der Bodenbeschaffenheit in diesen beiden Systemen ungenügend war. Dies widerspiegelte sich auch in den erhobenen Werten für die Klauenlänge und ist in Übereinstimmung mit den Resultaten verschiedener anderer Autoren (IRPS ET AL. 1988; KOBERG ET AL. 1989; SMITS ET AL. 1995). Allerdings beschränkten sich die Veränderungen auf den Klauenschuh. Diese verursachten jedoch keine Stellungsanomalien, und damit keinen unphysiologischen Druck auf die Lederhaut. In anderen Worten, es traten keine Läsionen (Blutungen, entzündliche oder nekrotischen Veränderungen) in der Lederhaut auf, welche auf Grund der Innervation der Lederhaut zu Schmerzen geführt hätten. Daraus lässt sich ableiten, dass die Befunde nicht mit Schmerzen für die Tiere verbunden waren.

Mehrere Autoren (z.B. FRANKENA ET AL. 1992) fanden bei ihren Untersuchungen Sohlenblutungen, die bei Tieren auf Betonböden gehäuft, bei Tieren auf Stroh jedoch nur selten vorkamen. KOBERG ET AL. (1989) fanden bei Tieren auf gummierten Betonböden auch Ballenblutungen. Solche Blutungen im Klauenhorn sind ein Hinweis auf einen schmerzhaften Prozess in den Klauen, da sie auf Blutungen in der Lederhaut zurückzuführen sind (OSSENT ET AL. 1997). In der vorliegenden Untersuchung wurden jedoch in keinem der drei Haltungssysteme Tiere mit Sohlen- oder Ballenblutungen gefunden.

Bei den Tieren im Strickhof waren eine Zunahme und eine Verschlimmerung der Befunde im Verlauf der drei Untersuchungszeitpunkte zu verzeichnen. Bei einer längeren Mastdauer wäre

damit zu rechnen, dass die Befunde noch ausgeprägter würden. Bei einer noch stärkeren Überwachung des Ballenhorns und des Tragrandes würde sich die Druckbelastung so ungünstig verändern, dass eine mechanische Reizung der Lederhaut und damit Schmerzen für das Tier die Folge gewesen wären.

Erstaunlicherweise hatten die Tiere in der eingestreuten Zweiflächenbucht die härtesten Klauen, und bei den Klauen von Tieren in den Betonvollspaltenbuchten wurden die höchsten Feuchtigkeitswerte gemessen. Für diese Befunde konnte keine Erklärung gefunden werden.

7 Schlussfolgerungen

- Die Verschmutzung der Mastbullen war allgemein gering, und es bestanden keine signifikanten Unterschiede zwischen den Haltungssystemen.

Die Sauberkeit kann beim System LOSPA Einflächengebäude als gut bezeichnet werden.

- Die Schäden an den Gelenken der Vorder- und Hinterextremitäten (Methode Ekesbo) waren bei allen Haltungssystemen auf einem tiefen Niveau. Insbesondere traten schwerwiegende Befunde wie Schwellungen sehr selten auf.

Bei der letzten Bonitierung (schwerste Tiere) konnte bezüglich Krusten an Tarsus, Tarsalhöcker und Carpus ein signifikanter Effekt des Haltungssystems nachgewiesen werden, wobei die Werte im System LOSPA Einflächengebäude eine intermediäre Stellung zwischen den Werten der Systeme Betonvollspaltengebäude und eingestreute Zweiflächengebäude einnahmen.

- Die Klauenbefunde der Tiere aus den LOSPA Einflächengebäuden und aus den eingestreuten Zweiflächengebäuden zeigen, dass in diesen Haltungssystemen kein ausreichender Klauenabrieb erfolgt. Die pathologischen Veränderungen betreffen jedoch nur den äußeren Hornschuh, die Lederhaut war in keinem Fall betroffen. Daher wird davon ausgegangen, dass diese Veränderungen nicht zu Schmerzen geführt haben.

Die Befunde waren auch nicht so, dass eine Beeinträchtigung der Fortbewegung gegeben war.

Es ist jedoch davon auszugehen, dass die Befunde gravierende Konsequenzen hätten, sofern die Tiere ein höheres Schlachtgewicht erreichen sollten.

- Beim Verhalten lagen bei 6 von 10 Parametern mehr als 10 % der Werte von Tieren aus dem System LOSPA Einflächengebäude außerhalb des Normbereichs, wie er im Bezug zum Referenzsystem eingestreute Zweiflächengebäude definiert war, so dass die Anforderungen an eine tiergerechte Haltung bezüglich des Verhaltens unter den gewählten Versuchsbedingungen nicht erfüllt waren.

Die geringere Anzahl von Liegeperioden und kurzzeitigen Stehperioden sowie die längere Dauer der einzelnen Liegeperioden deuten darauf hin, dass die Weichheit und Verformbarkeit des Bodenmaterials im System LOSPA Einflächengebäude nicht gleichwertig zu der-

jenigen im System eingestreute Zweiflächenbucht ist, was sich vermutlich insbesondere beim Abliegen (Belastung der Carpalgelenke) auswirkt. Für das System Betonvollspaltenbucht widerspiegeln die Werte dieser drei Parameter die Härte des Bodens.

Bezüglich abgebrochener Aufsteh- und Abliegevorgänge lagen die Werte der Tiere im System LOSPA Einflächebucht auf dem gleichen Niveau wie die Werte der Tiere im System Betonvollspaltenbucht und deutlich höher als die Werte im System eingestreute Zweiflächenbucht. Umgekehrt war die Trittsicherheit (Indikatoren Ausrutschen, Hinfallen, atypische Aufsteh- und Abliegevorgänge) im System LOSPA Einflächebucht gleich gut wie im System eingestreute Zweiflächenbucht und deutlich besser als in den Betonvollspaltenbuchten. Die gute Trittsicherheit dürfte auch dazu geführt haben, dass im System LOSPA Einflächebucht mehr Verdrängungen auftraten als in den Betonvollspaltenbuchten.

- Anhand der Verhaltensparameter abgebrochene Aufsteh- und Abliegevorgänge und Verdrängungen wird deutlich, dass die Platzverhältnisse in den Systemen LOSPA Einflächebucht und Betonvollspaltenbucht im Vergleich zum System eingestreute Zweiflächenbucht zu Beeinträchtigungen der Tiere führten.
- Eine Gesamtbeurteilung des Systems LOSPA Einflächebucht führt zum Schluss, dass der gummierte Spaltenboden bezüglich Verschmutzung gleichwertig zu den beiden anderen untersuchten Haltungssystemen ist. Beim Verhalten, bei den äußerlich sichtbaren Schäden im Bereich der Gelenke und bei der Klauengesundheit nehmen die Werte von Tieren aus dem System LOSPA Einflächebucht eine intermediäre Stellung zwischen denjenigen von Tieren aus den Systemen eingestreute Zweiflächenbucht und Betonvollspaltenbucht ein.

8 Literaturverzeichnis

Andreae, U. (1979). Zur Aktivitätsfrequenz von Mastbullen bei Spaltenbodenhaltung. In: Verhaltensbiologische und adaptionsphysiologische Aspekte zur Spaltenbodenhaltung von Rind und Schwein. Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft 48, S. 89-94.

Andreae, U., Unshelm, J. und Smidt, D. (1980). Verhalten und anpassungsphysiologische Reaktionen von Mastbullen bei unterschiedlicher Belegungsdichte von Spaltenbodenbuchten. Der Tierzüchter 11, S. 467-473.

Brentano, G., Dämmerich, K. und Unshelm, J. (1979). Untersuchungen über Gelenk- und Klauenveränderungen bei auf Lattenrosten und auf Stroheinstreu gehaltenen Mastkälbern. Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 92, S. 229-233.

- CIGR (2003). Design recommendations of beef cattle housing. Report of the CIGR section II working group no 14, cattle housing. Eds. Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein. BAL Veröffentlichungen, Heft 37.
- Dämmerich, K., Unshelm, J., Andreae, U. und Bader, R. (1982). Untersuchungen über Klauenveränderungen bei in Einzel- und Gruppenhaltung aufgezogenen Mastkälbern. Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 95, S. 21-26.
- DLG-Prüfbericht 4365 (1994). Kraiburg-LOSPA-Spaltenbodenaufgabe. DLG, Fachbereich Landtechnik, Prüfungsabteilung, Frankfurt am Main.
- Ekesbo, I. (1984). Methoden der Beurteilung von Umwelteinflüssen auf Nutztiere unter besonderer Berücksichtigung der Tiergesundheit und des Tierschutzes. Wien. tierärztl. Mschr. 71 (6/7), S. 186-190.
- Faye, B. und Barnouin, J. (1985). Objectivation de la propriété des vaches laitières et des stabulation – L' indice de propriété. Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix. I.N.R.A. 59, S. 61-67.
- Frankena, K., Van Keulen, K.A.S., Noorhuizen, J.P., Noorhuizen-Strassen, E.N., Gundelach, J., De Jong, D.-J. and Saedt, I. (1992). A cross-sectional study into prevalence and risk indicators of digital haemorrhages in female dairy calves. Prev. Vet. Med. 14, S. 1-12.
- Gloor, P. (1988). Beurteilung der Brustgurtanbindung für leere und tragende Sauen auf ihre Tiergerechtigkeit unter Verwendung der „Methode Ekesbo“ sowie ethologischer Parameter. FAT-Schriftenreihe 32. Eidgenössische Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik Tänikon, FAT, EDMZ-Bern.
- Graf, B. (1979). Spaltenbodenhaltung bei Mastochsen. In: Verhaltensbiologische und adaptationsphysiologische Aspekte der Spaltenbodenhaltung von Rind und Schwein. Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft 48, S. 73-88.
- Graf, B. (1984). Der Einfluss unterschiedlicher Laufstallsysteme auf Verhaltensmerkmale von Mastochsen. Diss. ETH Nr. 7533.
- Graf, B. (1987). Beurteilung des Vollspaltenbodens als Liegeplatz bei Mastrindern anhand des Bedarfsdeckungs- und Schadenvermeidungskonzeptes. In: Aktuelle Arbeiten zur artgemässen Tierhaltung 1986, KTBL Schrift 319, S. 39-54.
- Hartmann, F.D., Gränzer, W., Schröer, T. und Bauer, J. (1997). Hautschäden bei Mastrindern: 1. Mitteilung – Epidemiologische Erhebungen. Tierärztl. Umschau 52, S. 251-254.
- Ingvartsen, K.L. und Andersen, H.R. (1993). Space allowance and type of housing for growing cattle. Acta Agric. Scand. Sect. A. Animal Sci. 43, S. 65-80.
- Irps, H. (1985). Die haltungstechnische Ausführung von Rinderstallungen unter Berücksichtigung ethologischer Erkenntnisse. Institutsbericht 41/1985 der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft.
- Irps, H. (1990). Weiches Liegebett auf harten Betonspalten. DLZ, 10/90, S. 128-129.

- Irps, H., Koberg, J., Hofmann, W. und Daenicke, R. (1988). Vergleichsversuche mit Mastbulen in strohlosen Haltungsverfahren. Landbauforschung Völkenrode, 38 (2), S. 90-98.
- Kirchner, M. (1987). Verhaltenskenndaten von Mastbullen in Vollspaltenbodenbuchten und Folgerungen für die Buchtengestaltung. Dissertation, Technische Universität München.
- Koberg, J., Irps, H. und Daenicke, R. (1989). Rindergesundheit bei Betonspaltenbodenhaltung. Praktischer Tierarzt 1, S. 12-17.
- Kohli, E. (1987). Vergleich des Abliegeverhaltens von Milchkühen auf der Weide und im Anbindestall: Neue Aspekte des Abliegeverhaltens. In: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 1986, KTBL Schrift 319, S. 18-36.
- Kommission für Stalleinrichtungen (2001): Protokoll der 36. Sitzung vom 29.5.2001
- Lidfors, L. (1992). Behaviour of bull calves in two different housing systems: Deep litter in an uninsulated building versus slatted floor in an insulated building. Sveriges Lantbruksuniversitet, report 30. Thesis. 108 p.
- Livesey, C.T., Marsh, C., Metcalf, J.A. and Laven, R.A. (2002). Hock injuries in cattle kept in straw yards or cubicles with rubber mats or mattresses. Vet. Rec. 150, S. 677-679.
- Lowe, D.E., Steen, R.W.J. and Beattie, V.E. (2001). Preferences of housed finishing beef cattle for different floor types. Anim. Welfare 10 (4), S. 395-404.
- Lowe, D.E., Steen, R.W.J., Beattie, V.E. and Moss, B.W. (2001). The effect of floor type systems on the performance, cleanliness, carcass composition and meat quality of housed finishing beef cattle. Livest. Prod. Sci. 69, S. 33-42.
- Mossberg, I., Lindell, L., Johnsson, S., Törnquist, M. and Engstrand, U. (1992). Two housing systems for intensively reared bulls slaughtered in two weight ranges. Acta Agric. Scand. Sect. A, Animal Sci. 42, S. 167-176.
- Nürnbergger, W. (1987). Gummibelegte Vollspaltenroste für Aufzucht-kälber. Landtechnik 42 (9), S. 376-378.
- Oertli, B., Jakob, P. und Friedli, F. (1994). Erarbeitung der Grundlagen zur Prüfung von Bodenbelägen im Boxenlaufstall für Milchkühe auf Tiergerechtheit. Schlussbericht zum Projekt Milchviehhaltung (BVET 014.90.3), nicht publiziert.
- Ossent, P. and Lischer, C. (1997). Post mortem examination of hooves of cattle, horses, pigs and small ruminants under practice conditions. In Practice 19, S. 21-29.
- Pahl, H. (1997). The effect of different stocking densities on performance and profitability in fattening bulls. First communication: the effect on performance. Züchtungskunde 69, S. 181-195.

- Ruis-Heutinck, L.F.M., Smits, M.C.J., Smits, A.C. and Heeres, J.J. (2000). Effects of floor type and floor area on behaviour and carpal joint lesions in beef bulls. In: Blokhuis, H.J., Ekkel, E.D. and Wechsler, B. (Eds.) Improving health and welfare in animal production. EAAP publication No. 102, Wageningen Pers, Wageningen, S. 29-36.
- Schaub, J., Friedli, K. und Wechsler, B. (1999). Weiche Liegematten für Milchvieh-Boxenlaufställe: Strohmatratzen und sechs Fabrikate von weichen Liegematten im Vergleich. FAT-Bericht 529, FAT, Tänikon.
- Schleiter, H., Müller, H.-W. und Spindler, G. (1973). Untersuchungen zur Klauengesundheit bei Kälbern auf Vollspaltenböden. Mh. Vet. Med. 28, S. 657-662.
- Schlichting, M. und Smidt, D. (1987). Merkmale des Ruheverhaltens als Indikator zur beurteilung von Haltungssystemen bei Rind und Schwein. In: Aktuelle Arbeiten zur artgemässen Tierhaltung 1986, KTBL-Schrift 319, S. 56-68.
- Scientific Committee on Animal Health and Animal Welfare (2001). The welfare of cattle kept for beef production. European Commission (Ed.) SANCO.C.2/AH/R22/2000.
- Smits, A.C. und Wierenga, H.K. (1991). Der Einfluss der Bodenausführung auf das Verhalten von Mastkälbern. In: Aktuelle Arbeiten zur artgemässen Tierhaltung 1990, KTBL-Schrift 344, S. 140-149.
- Smits, A.C., Plomp, M. und Goedegebuure, S.A. (1995). Comparison of behaviour, performance and health of bulls for beef production housed on concrete and on rubber topped concrete slatted floors. In Dutch with summary in English. Wageningen, IMAG-DLO rapport 94/26. 48 p.
- Stern, A. (2000). Der Einfluss von Zink auf die Klauenhornqualität von Masttieren. Diss. Universität Zürich, Veterinäranatomisches Institut.
- Süss, M., Hammer, K. und Meisl, F. (1986). Haltung von Aufzuchtälbern auf gummiummantelten Betonspaltenböden. Bayerisches Landwirtschaftliches Jahrbuch 63, S. 677-681.
- Wechsler, B., Schaub, J., Friedli, K. and Hauser, R. (2000). Behaviour and leg injuries in dairy cows kept in cubicle systems with straw bedding or soft lying mats. Appl. Anim. Behav. Sci. 69, S. 189-197.

9 Weitere von der Arbeitsgruppe veröffentlichte Literatur zu diesem Thema

Friedli, K.; Gygax, L.; Wechsler, B.; Schulze Westerath, H.; Mayer, C.; Thio, T.; Ossent, P. (2004): Gummiierte Betonspaltenböden für Rindvieh-Mastställe – Vergleich mit eingestreuten Zweiflächenbuchten und Betonvollspaltenbuchten. FAT-Berichte 618, Agroscope FAT Tänikon.

Friedli, K.; Gygax, L.; Wechsler, B.; Schulze Westerath, H.; Mayer, C.; Thio, T.; Ossent, P. (2005): Gummimodifizierte Betonspaltenböden für Mastbullen: Auswirkungen auf das Liegeverhalten, auf die Veränderungen der Haut im Bereich der Gelenke und auf die Klauengesundheit. In: Hoch C (ed) 7. Tagung Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung 2005 : 1.-3. März 2005 in Braunschweig. Münster-Hiltrup : KTBL-Schriftenvertrieb im Landwirtschaftsverlag, pp 109-120.

Gygax, L., Siegwart, R., Wechsler, B. (in press) Effects of space allowance on the behaviour, alterations of the integument and cleanliness of finishing bulls kept in pens with fully slatted rubber coated floors. Applied Animal Behaviour Science.

Gygax, L.; Mayer, C.; Schulze Westerath, H.; Friedli, K.; Wechsler, B. (2006): On farm assessment of the lying behaviour of finishing bulls kept in housing systems with different floor quality. Animal welfare, accepted.

Mayer, C.; Schulze Westerath, H.; Thio, T.; Ossent, P.; Gygax, L.; Wechsler, B.; Friedli, K. (2004): Tierschutzprobleme in der Rindviehmast – Vergleich verschiedener Haltungssysteme. Tagungsband zur 11. Freiland / 17.IGN Tagung, Universität für Bodenkultur Wien, 42-45.

Mayer, C.; Schulze Westerath, H.; Thio, T.; Ossent, P.; Gygax, L.; Friedli, K.; Wechsler, B. (2005): Spaltenböden mit Gummiauflage für Mastbullen: Auswirkungen auf das Liegeverhalten und Veränderungen am Integument und an den Klauen. KTBL-Schrift 437, 33-41.

Schulze Westerath, H.; Gygax, L.; Mayer, C.; Wechsler, B. (in press): Leg lesions and cleanliness of finishing bulls kept in housing systems with different lying area surfaces. The Veterinary Journal.

Siegwart, R., Wechsler, B., Gygax, L. (2005) Does increased space allowance enhance animal welfare in finishing bulls kept on rubber coated slatted floors? KTBL-Schrift 441, 76-85.

Siegwart, R., Wechsler, B., Gygax, L. (2006) Erhöhung des Flächenangebots für Mastmunis. Auswirkungen auf das Verhalten, die Verschmutzung und die Tageszunahmen. FAT-Berichte 652, 1-8.

Thio, T.; Gygax, L.; Friedli, K.; Mayer, C.; Ossent, P. (2005): Einfluss von gummi-modifizierten Spaltenböden auf die Klauengesundheit von Mastbullen. Tierärztl. Prax. 33, 77-84.

274	Folkhard Isermeyer (Hrsg.) (2004) Ackerbau 2025	9,00€
275	Abdelaziz Ibrahim Abdelaziz Aly Omara (2004) Further development of a mobile wind energy plant for a low-pressure irrigation system	9,00€
276	Gerold Rahmann . Hiltrud Nieberg . Susanne Drengemann . Alois Fenneker . Solveig March . Christina Zurek Bundesweite Erhebung und Analyse der verbreiteten Produktionsverfahren, der realisierten Vermarktungswege und der wirtschaftlichen sowie sozialen Lage ökologisch wirtschaftender Betriebe und Aufbau eines bundesweiten Praxis-Forschungs-Netzes (2004)	13,00€
277	Ioana Salac (2005) Influence of the sulphur and nitrogen supply on S metabolites involved in Sulphur Induced Resistance (SIR) of <i>Brassica napus</i> L.	11,00€
278	Maria del Carmen Lamas (2005) Factors affecting the availability of uranium in soils	8,00€
279	Ulrich Dämmgen (Hrsg.) (2005) Bestimmung von Ammoniak-Einträgen aus der Luft und deren Wirkung auf Waldökosysteme (ANSWER-Projekt)	7,00€
280	Hans-Joachim Weigel und Ulrich Dämmgen (Hrsg.) (2005) Biologische Senken für atmosphärischen Kohlenstoff in Deutschland — Tagungsband	9,00€
281	Albert Sundrum and Friedrich Weißmann (eds.) (2005) Organic pig production in free range systems	7,00€
282	Folkhard Isermeyer . Alexander Gocht . Werner Kleinhanß . Bernd Küpker . Frank Offermann . Bernhard Osterburg . Joachim Riedel und Ulrich Sommer (2005) Vergleichende Analyse verschiedener Vorschläge zur Reform der Zuckermarktordnungxx	7,00€
283	Luit J. De Kok and Ewald Schnug (eds.) (2005) Proceedings of the 1st Sino-German Workshop on Aspects of Sulfur Nutrition of Plants	11,00€
284	Rainer Oppermann and Gerold Rahmann (2005) Transforming Rural Communication Three sociological case studies in a developed an urbanized rural area of northern Germany: regional partnership Lübeck bay, organic farming and nature protection	7,00€
285	Jyldyz Uzakbaeva (2005) Effect of different tree species on soil quality parameters in forest plantations of Kyrgyzstan	8,00€
286	Silvia Haneklaus, Rose-Marie Rietz, Jutta Rogasik and Susanne Schrötter (eds.) (2005) Recent advances in in agricultural chemistry	11,00€
287	Maria del Carmen Rivas (2005) Interactions between soil uranium contamination and fertilization with N, P and S on the uranium content and uptake of corn, sunflower and beans, and soil microbiological parameters	8,00€
288	Alexandra Izosimova (2005) Modelling the interaction between Calcium and Nickel in the soil-plant system	8,00€
289	Wilfried Brade und Gerhard Flachowsky (Hrsg.) (2005 ²) Rinderzucht und Milcherzeugung — Empfehlungen für die Praxis	13,00€
290	Gerold Rahmann (Hrsg.) (2005) Ressortforschung für den Ökologischen Landbau 2005	9,00€
291	Ulrich Dämmgen (Hrsg.) (2006) Nationaler Inventarbericht 2006: Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft Calculations of Emissions from German Agriculture — National Emission Inventory Report (NIR) 2006 for 2004: Tables Berechnungen der Emissionen aus der Landwirtschaft — Nationaler Emissionsbericht (NIR) 2006 für 2004: Tabellen	16,00€

[291 A]

292	Franz-Josef Bockisch und Elisabeth Leicht-Eckardt (Hrsg.) (2006) Nachhaltige Herstellung und Vermarktung landwirtschaftlicher Erzeugnisse	15,00€
293	Judith Zucker (2006) Analyse der Leistungsfähigkeit und des Nutzens von Evaluationen der Politik zur Entwicklung ländlicher Räume in Deutschland und Großbritannien am Beispiel der einzelbetrieblichen Investitionsförderung	12,00€
294	Gerhard Flachowsky (Hrsg.) (2006) Möglichkeiten der Dekontamination von "Unerwünschten Stoffen nach Anlage 5 der Futtermittelverordnung (2006)"	15,00€
295	Hiltrud Nieberg und Heike Kuhnert (2006) Förderung des ökologischen Landbaus in Deutschland — Stand, Entwicklung und internationale Perspektive	14,00€
296	Wilfried Brade und Gerhard Flachowsky (Hrsg.) (2006) Schweinezucht und Schweinefleischerzeugung - Empfehlungen für die Praxis	12,00€
297	Hazem Abdelnabby (2006) Investigations on possibilities to improve the antiphytopathogenic potential of soils against the cyst nematode <i>Heterodera schachtii</i> and the citrus nematode <i>Tylenchulus semipenetrans</i>	8,00€
298	Gerold Rahmann (Hrsg.) (2006) Ressortforschung für den Ökologischen Landbau 2006	9,00€
299	Franz-Josef Bockisch und Klaus-Dieter Vorlop (Hrsg.) (2006) Aktuelles zur Milcherzeugung	8,00€
300	Analyse politischer Handlungsoptionen für den Milchmarkt (2006)	12,00€
301	Hartmut Ramm (2006) Einfluß bodenchemischer Standortfaktoren auf Wachstum und pharmazeutische Qualität von Eichenmisteln (<i>Viscum album</i> auf <i>Quercus robur</i> und <i>petraea</i>)	11,00€
302	Ute Knierim, Lars Schrader und Andreas Steiger (Hrsg.) (2006) Alternative Legehennenhaltung in der Praxis: Erfahrungen, Probleme, Lösungsansätze	12,00€
303	Claus Mayer . Tanja Thio . Heike Schulze Westerath . Pete Ossent . Lorenz Gygax . Beat Wechsler und Katharina Friedli (2007) Vergleich von Betonspaltenböden, gummimodifizierten Spaltenböden und Buchten mit Einstreu in der Bullenmast unter dem Gesichtspunkt der Tiergerechtigkeit	8,00€