

Aus der Klinik für Klauentiere
des Fachbereichs Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

**Zusammenhang zwischen Tiergerechtigkeit
und Lahmheit in neun Milchkuh haltenden
Betrieben des Freistaates Sachsen**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Veterinärmedizin
an der
Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Annemarie Mady Englisch
Tierärztin aus Potsdam

Berlin 2018
Journal-Nr.: 3968

**Aus der Klinik für Klauentiere
des Fachbereichs Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin**

**Zusammenhang zwischen Tiergerechtheit und Lahmheit
in neun Milchkuh haltenden Betrieben des Freistaates Sachsen**

**Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Veterinärmedizin
an der
Freien Universität Berlin**

**vorgelegt von
Annemarie Mady Englisch
Tierärztin
aus Potsdam**

Berlin 2018

Journal-Nr.: 3968

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

Dekan: Univ.-Prof. Dr. Jürgen Zentek
Erster Gutachter: Univ.-Prof. Dr. Kerstin-Elisabeth Müller
Zweiter Gutachter: Univ.-Prof. Dr. Uwe Rösler
Dritter Gutachter: Univ.-Prof. Dr. Marcus G. Doherr

Deskriptoren (nach CAB-Thesaurus):

dairy cows, cow housing, animal husbandry, animal welfare, lameness, claws,
foot diseases, saxony

Tag der Promotion: 19.02.2018

Bibliografische Information der *Deutschen Nationalbibliothek*

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <<https://dnb.de>> abrufbar.

ISBN: 978-3-86387-944-0

Zugl.: Berlin, Freie Univ., Diss., 2018

Dissertation, Freie Universität Berlin

D188

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt.

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdruckes und der Vervielfältigung des Buches, oder Teilen daraus, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Warenbezeichnungen, usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

This document is protected by copyright law.

No part of this document may be reproduced in any form by any means without prior written authorization of the publisher.

Alle Rechte vorbehalten | all rights reserved

© Mensch und Buch Verlag 2018 Choriner Str. 85 - 10119 Berlin
verlag@menschundbuch.de – www.menschundbuch.de

Für Jesus

„Alles, was ich bin, bin ich allein durch Gottes vergebende Gnade. [...]"

Die Bibel (Hoffnung für alle), 1. Korinther 15:10a

Inhalt

1 Einleitung	1
2 Literaturübersicht	3
2.1 Tierschutzrechtliche Vorschriften.....	3
2.2 Tiergerechtheit und Tierwohl	4
2.2.1 Definitionen von Tiergerechtheit und Tierwohl	4
2.2.2 Erfassung und Bewertung von Tiergerechtheit und Tierwohl	5
2.2.2.1 Anforderungen an Indikatoren für Tiergerechtheit und Tierwohl.....	5
2.2.2.2 Systeme zur Erfassung und Bewertung der Tiergerechtheit und/oder des Tierwohls.	8
2.3 Lahmheit.....	15
2.3.1 Definition von Lahmheit	15
2.3.2 Relevanz von Lahmheit für das Tierwohl	15
2.3.3 Relevanz von Lahmheit für die Ökonomie	17
2.3.4 Ursachen für Lahmheit beim Rind	18
2.3.5 Aufbau der Rinderklaue	18
2.3.6 Relevante Klauenerkrankungen.....	19
2.3.7 Bewegungsanalyse	24
2.3.8 Risikofaktoren und Risikoindikatoren für Lahmheit	25
2.3.8.1 Bedeutung umweltbezogener Faktoren	27
2.3.8.1.1 Haltungstechnik.....	27
2.3.8.1.2 Management.....	30
3 Material und Methoden	34
3.1 Betriebe	34
3.2 Erhebungen im Betrieb.....	37
3.2.1 Umweltbezogene Indikatoren	38
3.2.1.1 Tiergerechtheitsindex-200/1994	38
3.2.1.2 Fragebogen	46
3.2.2 Bewegungsanalyse	47
3.3 Datenauswertung	48
3.3.1 Deskriptive Datenauswertung und Generierung weiterer Variablen	49

3.3.2 Analytische Datenauswertung	50
3.3.2.1 Reduzierung des Datensatzes.....	50
3.3.2.2 Univariable Modelle	51
3.3.2.3 Multivariable Modelle	52
4 Ergebnisse	53
4.1 Deskriptive Datenauswertung auf Gruppenebene	53
4.1.1 Umweltbezogene Indikatoren	53
4.1.1.1 Tiergerechtheitsindex 200/1994.....	53
4.1.1.2 Fragebogen	57
4.1.2 Bewegungsanalyse	58
4.2 Analytische Datenauswertung auf Einzeltierebene zur Identifikation von Risikoindikatoren für das Auftreten von Lahmheit.....	63
4.2.1 Reduzierung des Datensatzes.....	63
4.2.2 Univariable Modelle	65
4.2.3 Multivariable Modelle	68
5 Diskussion	72
5.1 Diskussion der Methodik.....	72
5.1.1 Studiendesign.....	72
5.1.2 Auswahl der Betriebe, Fokusgruppen und Tiere	72
5.1.3 Messmethoden	74
5.1.3.1 Tiergerechtheit.....	74
5.1.3.2 Bewegungsanalyse	75
5.1.4 Jahreszeitliche Effekte.....	76
5.2 Diskussion der Studienergebnisse.....	77
5.2.1 Diskussion der deskriptiven Ergebnisse	77
5.2.1.1 Tiergerechtheitsindex 200/1994.....	77
5.2.1.2 Erfüllung ausgewählter Mindestanforderungen an die Haltungsumwelt	79
5.2.1.3 Lahmheitsprävalenz	81
5.2.2 Diskussion der analytischen Ergebnisse.....	83
5.2.2.1 TGI-Punktzahlen.....	83

5.2.2.2 Einzelmaße/Einzelkriterien	83
5.2.2.3 Interaktionen.....	93
5.2.2.4 Fragebogen	94
5.3 Benchmarking	96
5.4 Feedback der Tierhalter	101
5.5 Fazit	102
5.6 Ausblick/weiterer Forschungsbedarf.....	103
6 Zusammenfassung.....	104
7 Summary.....	106
8 Literaturverzeichnis	xv
9 Rechtsvorschriften.....	xxxii
Anhang.....	xxxiii
Veröffentlichungen	xc
Danksagung	xcii
Selbständigkeitserklärung	xciv

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Indikatoren für Tiergerechtigkeit (haltungstechnische und managementbezogene Indikatoren) und Tierwohl (tierbezogene Indikatoren) in Milchkuhhaltungen im Vergleich	6
Tabelle 2: Einstufung der Tiergerechtigkeit von Haltungssystemen im TGI-35L nach Bartussek (1999).....	9
Tabelle 3: TGI 200/1994. Maximal erreichbare Punktzahlen für landwirtschaftliche Betriebe mit Milchkühen in Laufstallhaltung (Sundrum et al., 1994).....	10
Tabelle 4: TGI 200/1994. Maximal erreichbare Punktzahlen für landwirtschaftliche Betriebe mit Milchkühen in Anbindehaltung (Sundrum et al., 1994).....	10
Tabelle 5: Bewertungssysteme für Tiergerechtigkeit und/oder Tierwohl von Haltungssystemen (Auswahl) im Vergleich.....	12
Tabelle 6: Lahmheitsprävalenz in Milchkuh haltenden Betrieben verschiedener Länder.....	15
Tabelle 7: Übersicht über das Wesen, die Ursachen, den Verlauf und die Symptomatik relevanter Klauenerkrankungen und deren Einfluss auf Lahmheit. nach DLG (2005); Lehr- und Versuchsanstalt für Tierhaltung Echem der Landwirtschaftskammer Niedersachsen (2013).....	21
Tabelle 8: Betriebsspiegel im Überblick.....	35
Tabelle 9: Betriebskennzahlen der Pilotbetriebe für das Halbjahr 2013/1	37
Tabelle 10: Einflussbereiche und Bewertungskriterien des TGI 200/1994 (Sundrum et al., 1994).....	40
Tabelle 11: Kriterien für die Vergabe von Bewegungsnoten nach dem Bewertungssystem von Sprecher et al. (1997)	47
Tabelle 12: Ergebnisse der Befragung zum Management der neun Pilotbetriebe: Häufigkeiten der Ausprägungen	57
Tabelle 13: Häufigkeiten der Bewegungsnoten (BN) nach Sprecher et al. (1997) in den Fokusgruppen FL und HL in den Betrieben RH1 bis RH10.....	61
Tabelle 14: Mittelwert, Standardabweichung, Minimum, Maximum und Quartile der Lahmheitsprävalenz (BN 3 bis 5) und der Prävalenz schwerer Lahmheit (BN 5) in den 18 Fokusgruppen der neun Pilotbetriebe.....	62
Tabelle 15: Anzahl der aufgrund niederfrequenter Kategorien ausgeschlossenen Variablen.....	63
Tabelle 16: Anzahl der aufgrund spärlicher Daten ausgeschlossenen Variablen	63
Tabelle 17: Anzahl der aufgrund der biologisch-wissenschaftlichen Fragestellung ausgeschlossenen Variablen.....	64
Tabelle 18: Anzahl der aufgrund von Korrelation von der Modellierung ausgeschlossenen Variablen.....	64
Tabelle 19: Kandidatenvariablen für die multivariablen Modelle	64
Tabelle 20: Ergebnisse der univariablen Modelle	67
Tabelle 21: Ergebnisse des ersten multivariablen Modells	69

Tabelle 22: Ergebnisse des zweiten (finalen) multivariablen Modells.....	71
Tabelle 23: Erfüllung ausgewählter Mindestanforderungen (Ja/Nein-Kriterien) an die Haltungsumwelt von Milchkühen gemäß Niedersächsisches Ministerium für den ländlichen Raum und Niedersächsisches Landesamt für Lebensmittelsicherheit und Verbraucherschutz (2007) für 18 Fokusgruppen aus neun Pilotbetrieben	80
Tabelle 24: Körpermaße von 11 Tieren aus je einer Fokusgruppe der vorliegenden Studie und theoretisch erforderliche Liegeboxenabmessungen nach Angaben von LAZBW (2011).....	91
Tabelle 25: Richtwerte für Liegeboxenabmessungen aus der Literatur.....	92
Tabelle 26: Benchmarking der 18 Fokusgruppen aus neun Pilotbetrieben bezogen auf die Lahmheitsprävalenz mit Darstellung der Ausprägungen der Risikoindikatoren des zweiten (finalen) multivariablen Modells	97
Tabelle 27: Zusammenfassung geeigneter Risikoindikatoren für Lahmheit in Milchkuh haltenden Betrieben und deren Eigenschaften sowie Beispiele für Maßnahmen zur Verringerung der Lahmheitsprävalenz, projektspezifische Richtwerte und allgemein empfohlene Zielwerte	99
Tabelle 28: Variableneigenschaften und -auswahl.....	xxxii
Tabelle 29: TGI-Punktzahlen der Pilotbetriebe für den Einflussbereich Bewegungsverhalten	xlix
Tabelle 30: TGI-Punktzahlen der Pilotbetriebe für den Einflussbereich Nahrungsaufnahmeverhalten	xlix
Tabelle 31: TGI-Punktzahlen der Pilotbetriebe für den Einflussbereich Sozialverhalten	l
Tabelle 32: TGI-Punktzahlen der Pilotbetriebe für den Einflussbereich Ruheverhalten	l
Tabelle 33: TGI-Punktzahlen der Pilotbetriebe für den Einflussbereich Komfortverhalten.....	li
Tabelle 34: TGI-Punktzahlen der Pilotbetriebe für den Einflussbereich Hygiene	li
Tabelle 35: TGI-Punktzahlen der Pilotbetriebe für den Einflussbereich Betreuung	lii
Tabelle 36: TGI-Gesamtpunktzahlen der Pilotbetriebe	liii
Tabelle 37: Häufigkeiten nominal skaliertes Einzelmaße und -kriterien in 18 Fokusgruppen aus neun Pilotbetrieben.....	liii
Tabelle 38: Mittelwert, Standardabweichung, Minimum und Maximum von TGI-Einzelmaßen zum Themenbereich Gruppenstärke und Besatzdichte	liv
Tabelle 39: Mittelwert, Standardabweichung, Minimum und Maximum von TGI-Einzelmaßen zum Themenbereich Gangbreiten und Durchgänge	liv
Tabelle 40: Mittelwert, Standardabweichung, Minimum und Maximum von TGI-Einzelmaßen zum Themenbereich Laufflächengestaltung	lv
Tabelle 41: Mittelwert, Standardabweichung, Minimum und Maximum von TGI-Einzelmaßen zum Themenbereich Fressplatzgestaltung	lv
Tabelle 42: Mittelwert, Standardabweichung, Minimum und Maximum von TGI-Einzelmaßen zum Themenbereich Liegeboxengestaltung	lvi

Tabelle 43: Mittelwert, Standardabweichung, Minimum und Maximum von TGI-Einzelmaßen zum Themenbereich Stallklima.....	Ivi
Tabelle 44: Korrelationen (Spearman-Rangkorrelation) der verbleibenden Variablen untereinander sowie mit der Zielvariablen	Ivii
Tabelle 45: Korrelationen (Spearman-Rangkorrelation) der verbleibenden Variablen nach neuer Kodierung für das erste multivariable Modell. Die Zusatzbezeichnungen am Ende der Variablennamen bezeichnen die Anzahl der Kategorien.....	Iviii
Tabelle 46: Korrelationen (Spearman-Rangkorrelation) der verbleibenden Variablen nach neuer Kodierung für das zweite (finale) multivariable Modell. Die Zusatzbezeichnungen am Ende der Variablennamen bezeichnen die Anzahl der Kategorien	lix
Tabelle 47: Rohdaten der Einzelmaße für die 18 Fokusgruppen der neun Pilotbetriebe.....	lx
Tabelle 48: Beispielfragebogen	lxxxiv

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Sagittalschnitt durch die Klaue eines Rindes	19
Abbildung 2: Grundriss eines Stallabteils. Gangbreiten und Durchgänge sowie Flächen am Beispiel eines Stallabteils mit drei Reihen Liegeboxen	42
Abbildung 3: Abmessungen am Fressplatz am Beispiel eines Fressplatzes mit einfacher Nackenbegrenzung (Nackenrohr).....	43
Abbildung 4: Körpermaße einer Kuh mit Relevanz für die Beurteilung der Liegeboxenabmessungen (Auswahl).....	44
Abbildung 5: Liegeboxenabmessungen am Beispiel einer wandständigen Hochbox	45
Abbildung 6: TGI-Gesamtpunktzahlen der 18 Fokusgruppen (FM und HL) aus 9 Betrieben (RH-1 bis RH-10). Erreichte Punktzahl im Vergleich zur maximal erreichbaren Punktzahl für die reine Laufstallhaltung (152 Punkte) und die maximal erreichbare Punktzahl für Laufstallhaltung mit Auslauf und Weide (201 Punkte).....	54
Abbildung 7: Vergleich des prozentualen Anteils der erreichten Punkte der FM-Gruppen an den jeweils maximal möglichen Punktzahlen für die sieben Einflussbereiche des TGI 200/1994 für die Rinderhaltung mit Auslauf und Weide	55
Abbildung 8: Vergleich des prozentualen Anteils der erreichten Punkte der HL-Gruppen an den jeweils maximal möglichen Punktzahlen für die sieben Einflussbereiche des TGI 200/1994 für die Rinderhaltung mit Auslauf und Weide	55
Abbildung 9: Verteilung der Bewegungsnoten (BN) der 605 untersuchten Tiere aus neun Pilotbetrieben	59
Abbildung 10: Prozentwerte der Bewegungsnoten (BN) nach Sprecher et al. (1997) in den Fokusgruppen FL und HL in den Betrieben RH1 bis RH10.....	61
Abbildung 11: Lahmheitsprävalenz (BN 3 bis 5) nach Sprecher et al. (1997) in den Fokusgruppen FL und HL in den Betrieben RH1 bis RH10. Richtwert nach Noordhuizen (2012).....	62
Abbildung 12: Vergleich des im Median erreichten prozentualen Anteils der TGI-Punktzahlen der sieben Einflussbereiche und der TGI-Gesamtpunktzahl (TGI 200/1994) der FM- und HL-Fokusgruppen aus neun Pilotbetrieben der vorliegenden Studie mit den Ergebnissen der Studie von Eilers (2008) (4 Betriebe).....	78

Abkürzungsverzeichnis

AE	Arbeitseinheit eines landwirtschaftlichen Betriebes
AIC	Akaike-Informationskriterium
AMS	Automatisches Melksystem
BA	Besamungsaufwand
BCS	Body Condition Score/Body Condition Scoring
BIC	Bayesianisches Informationskriterium
BN	Bewegungsnote
BU	bakteriologische Untersuchung
bzw.	beziehungsweise
cm	Zentimeter
d.h.	das heißt
EBE	Erstbesamungserfolg
FAWC	Farm Animal Welfare Council
FM	Frischmelker
GVE	Großvieheinheit
HACCP	Hazard Analysis and Critical Control Point
HJ	Halbjahr
HL	Hochleistung
ID	Identität
inkl.	Inklusive
kg	Kilogramm
LL	Loglikelihood
m	Meter
m ²	Quadratmeter
Max.	Maximum
Min.	Minimum
min	Minuten
mind.	mindestens
MLP	Milchleistungsprüfung
n	Anzahl
NDF	neutrale Detergenzfaser
NFC	Nicht-Faser-Kohlenhydrate
OR	Odds Ratio
p	Überschreitungswahrscheinlichkeit
RH-10	Bezeichnungen der Betriebe (Pilotbetriebe Rinderhygiene 1 bis 10)
Sig.	Signifikanz
spp.	Species pluralis

TGI	Tiergerechtheitsindex
TP1	Teilprojekt 1
TP2	Teilprojekt 2
TS	Trockensteher
TU	Trächtigkeitsuntersuchung
TU+	bei der Trächtigkeitsuntersuchung für tragend befunden
u.a.	unter anderem
usw.	und so weiter
v.a.	vor allem
VO	Vorbereiter
z.B.	zum Beispiel
%	Prozent

1 Einleitung

Die in den letzten Jahren geführte Diskussion zum Thema Tierwohlsein beruht auf der Forderung seitens der Konsumenten von Tier stammender Lebensmittel, dass diese Tiere im Laufe ihres Lebens ihren Bedürfnissen entsprechend gehalten werden und man ihnen keine unnötigen Schmerzen, Leiden oder Schäden zufügt. Die so genannten „Fünf Freiheiten“ (Freisein von Hunger und Durst, Freisein von Unbehagen, Freisein von Schmerzen, Verletzungen und Krankheiten, Freisein zum Ausleben normaler Verhaltensweisen und Freisein von Angst und Leiden) werden als Grundpfeiler des Tierschutzes angesehen. Vor diesem Hintergrund hat die Europäische Union in Studien zur Entwicklung von Systemen zur objektiven Bewertung der Tiergerechtigkeit und des Tierwohls im Sektor Milchproduktion investiert. Die Ergebnisse dieser Studien sollen dazu beitragen, dass den Ansprüchen der Verbraucher Rechnung getragen wird, und gleichzeitig die Wirtschaftlichkeit der Milchproduktion gewährleistet ist.

In Deutschland sind Tierhalter landwirtschaftlicher Nutztiere durch die Änderung des Tierschutzgesetzes vom 7. August 2013 zur Durchführung regelmäßiger betrieblicher Eigenkontrollen verpflichtet, um zu beurteilen, ob die Anforderungen an den Tierschutz erfüllt sind. Dabei sollen tierbezogene Tierschutzindikatoren herangezogen werden. Eine der größten Herausforderungen im Hinblick auf das Tierwohl bei Milchkühen ist Lahmheit. "Lahmheit" ist ein Symptom, das vor allem durch Erkrankungen der Klauen und Gliedmaßen hervorgerufen wird und mit Schmerzen verbunden ist, die wiederum eine starke Einschränkung des Wohlbefindens der Tiere bedingen. Aus diesem Grunde steht das Vorkommen von Lahmheit bei Kühen nicht in Einklang mit den Grundprinzipien des Tierschutzes, die in den „Fünf Freiheiten“ zusammengefasst sind. Darüber hinaus sind die durch lahme Kühe bedingten wirtschaftlichen Verluste erheblich. Deshalb muss dem Symptom „Lahmheit“ im Rahmen der Eigenkontrollen entsprechende Aufmerksamkeit geschenkt werden. Während die Erkennung und Bewertung von Tierschutzindikatoren wenig Mühe bereiten, ist die Erkennung und Beseitigung der Ursachen nicht trivial. Klauenerkrankungen gehören zu den Faktorenkrankheiten, d.h. das Einwirken mehrerer Risikofaktoren führt zum Ausbruch der Krankheit. Maßnahmen zur Verbesserung der Klauen- und Gliedmaßengesundheit müssen demzufolge auf die Beseitigung bzw. die Reduktion der schädlichen Einflüsse von Risikofaktoren ausgerichtet sein, die sowohl umwelt-, als auch managementbezogene Merkmale (Tiergerechtigkeit) einschließen. Vorhandene Bewertungssysteme für Tiergerechtigkeit und Tierwohl in Milchkuhhaltungen sind bisher rein beschreibende Instrumente, welche Zusammenhänge zwischen den einzelnen Indikatoren kaum berücksichtigen. Die Berücksichtigung gerade dieser Beziehungen ist jedoch für eine erfolgreiche Verbesserung des Tierwohls dringend erforderlich.

Die vorliegende Studie hat zum Ziel, zu prüfen, ob und welche Zusammenhänge zwischen dem Vorkommen von Lahmheit bei Milchkühen und der Tiergerechtheit der Haltung bestehen. Zur Bewertung der Tiergerechtheit in den teilnehmenden Betrieben wird der Tiergerechtheitsindex-200/1994 (TGI 200/1994) für Milchkühe nach Sundrum et al. (1994) herangezogen sowie zusätzliche haltungstechnische und managementbezogene Indikatoren.

Mit Hilfe der identifizierten Risikoindikatoren für Lahmheit werden Maßnahmen zur Verringerung der Lahmheitsprävalenz in Milchkuh haltenden Betrieben vorgeschlagen. Des Weiteren wird ein Benchmarking-System (erlaubt den Betriebsvergleich), hinsichtlich des Lahmheitsrisikos entwickelt.

2 Literaturübersicht

2.1 Tierschutzrechtliche Vorschriften

Im deutschen Tierschutzgesetz (TSchG, 2006, BGBl. I S. 1206, 1313) findet die Anerkennung der Tiere als „Mitgeschöpfe“ Ausdruck, deren Leben und Wohlbefinden geschützt werden muss. Aus diesem Grundgedanken folgt der Anspruch auf eine tiergerechte Haltungsumwelt in Paragraph 2:

„Wer ein Tier hält, betreut oder zu betreuen hat, muss das Tier seiner Art und seinen Bedürfnissen entsprechend angemessen ernähren, pflegen und verhaltensgerecht unterbringen“ und „darf die Möglichkeit des Tieres zu artgemäßer Bewegung nicht so einschränken, dass ihm Schmerzen oder vermeidbare Leiden oder Schäden zugefügt werden.“

(§ 2 TierSchG).

Eine Bekräftigung des Tierschutzgedankens erfolgte 2002 mit der Festsetzung des Tierschutzes als Staatsziel im Grundgesetz (§ 20a GG). Mehrere EU-Richtlinien (u.a. Richtlinie 98/58/EG und Richtlinie 2008/119/EG) wurden in der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung auf Bundesebene umgesetzt, welche jedoch keine spezifischen Regelungen für Milchkühe beinhaltet. Allerdings sind auch gewerbliche Milchkuhhalter mit der gesetzlichen Verankerung von betrieblichen Eigenkontrollen durch Paragraph 11 Absatz 8 des Tierschutzgesetzes verpflichtet worden

„geeignete tierbezogene Merkmale (Tierschutzindikatoren) zu erheben und zu bewerten.“

(§ 11 TierSchG).

Die Tierschutzleitlinie für die Milchkuhhaltung des Landes Niedersachsen bietet Empfehlungen, an denen sich Tierhalter orientieren können (Niedersächsisches Ministerium für den ländlichen Raum und Niedersächsisches Landesamt für Lebensmittelsicherheit und Verbraucherschutz, 2007).

2.2 Tiergerechtheit und Tierwohl

2.2.1 Definitionen von Tiergerechtheit und Tierwohl

Broom (1986) definiert Tiergerechtheit als Status eines individuellen Tieres, mit seiner Umgebung zurechtzukommen. Laut Duden (<https://www.duden.de/node/660322/revisions/1087080/view>) bedeutet „tiergerecht“

„dem Wesen eines Tiers gemäß, entsprechend“

(Duden, <https://www.duden.de/node/660322/revisions/1087080/view>).

Im Gegensatz zu „tierartgerecht“ oder „artgerecht“ bezieht sich der Begriff „tiergerecht“ nicht auf Tiere innerhalb einer Gruppe, welchen als Angehörigen einer Spezies bestimmte Bedürfnisse zugewiesen werden, sondern es werden die Bedürfnisse der Tiere als Individuen betrachtet (Sundrum et al., 1994). Sundrum (1994) fügt in seiner Definition von Tiergerechtheit Interaktionen zwischen den Tieren hinzu:

„Danach sind Haltungsbedingungen dann tiergerecht, wenn sie den spezifischen Eigenschaften der in ihnen lebenden Tiere Rechnung tragen, die körperlichen Funktionen nicht beeinträchtigen und essentielle Verhaltensmuster des Tieres nicht dermaßen einschränken und verändern, daß dadurch Schmerzen, Leiden oder Schäden am Tier selbst oder durch ein so gehaltenes Tier an einem anderen entstehen.“

(Sundrum et al., 1994).

Folglich bezieht sich der Begriff Tiergerechtheit auf die Haltungsbedingungen. Der Begriff Tierwohl hingegen, befasst sich mit direkt am Tier feststellbaren Merkmalen.

Während sich die traditionelle Auffassung von Tierwohl auf die Abwesenheit von Krankheit, Verletzungen und Schmerzen beschränkt (körperlicher Definitionsansatz), hat sich der Begriff in den letzten Jahrzehnten zunehmend auf das Wohlbefinden der Tiere unter Einbeziehung emotionaler Aspekte (gefühlbasierter Ansatz) und Verhaltensweisen (Ansatz des natürlichen Verhaltens) ausgeweitet (Hewson, 2003). Dies zeigt sich in der Etablierung der fünf Freiheiten durch das FAWC (Farm Animal Welfare Council, seit 31. März 2011 Farm Animal Welfare Committee): Freisein von Hunger und Durst, Freisein von Unbehagen, Freisein von Schmerzen, Verletzungen und Krankheiten, Freisein zum Ausleben normaler Verhaltensweisen und Freisein von Angst und Leiden (Farm Animal Welfare Council, 2009). Erstmals veröffentlicht wurde das Konzept in einer Pressemitteilung des FAWC vom 5. Dezember 1979. Diese zentralen Betrachtungsweisen finden sich auch in der Definition von Fraser wieder, in der Tierwohl, angelehnt an den englischen Begriff „animal welfare“,

ebenfalls anhand natürlicher Lebensweise (Ausübung natürlichen Verhaltens), Wohlbefinden (Emotionen, Abwesenheit von Schmerz) und körperlicher Funktion des Tieres (Gesundheit, Leistungsfähigkeit) charakterisiert wird (Fraser et al., 1997). Der Begriff Tierschutz umfasst Maßnahmen zur Verbesserung des Tierwohls.

2.2.2 Erfassung und Bewertung von Tiergerechtigkeit und Tierwohl

2.2.2.1 Anforderungen an Indikatoren für Tiergerechtigkeit und Tierwohl

Zu den Indikatoren für Tiergerechtigkeit gehören die Haltungstechnik inklusive des Klimas und das Betriebsmanagement inklusive der Fütterung. Sie werden auch als umweltbezogene Tierschutzindikatoren bezeichnet. Unter Indikatoren für Tierwohl werden Merkmale verstanden, anhand derer die Gesundheit und das Wohlbefinden von Tieren eingeschätzt werden können. Tierwohlindikatoren werden am Tier selbst erfasst (Whay et al., 2003). Man bezeichnet sie auch als tierbezogene Tierschutzindikatoren.

Verschiedene Autoren befürworten eine vermehrte Einbeziehung tierbezogener Indikatoren bei der Bewertung von Tierhaltungen, da diese die Auswirkungen der Haltungsumwelt auf die Tiere und somit deren Wohlbefinden direkt widerspiegeln (Whay et al., 2003, Winckler et al., 2003, European Food Safety Authority, 2009, Rütz, 2010, EFSA Panel on Animal Health and Welfare (AHAW), 2012). Anhand der zuvor genannten Definitionen wird deutlich, dass sich Bewertungsmethoden von Tierhaltungen hinsichtlich des Tierschutzes weder auf die Untersuchung umweltbasierter noch tierbasierter Indikatoren allein stützen können (Winckler et al., 2003, Johnsen et al., 2010). In Tabelle 1 sind die Eigenschaften haltungstechnischer, managementbezogener und tierbezogener Indikatoren im Vergleich dargestellt. Generelle Anforderungen an Indikatoren bzw. Bewertungssysteme für Tiergerechtigkeit sind Praktikabilität, Validität, Wiederholbarkeit und die Beeinflussbarkeit durch entsprechende Maßnahmen (Ofner, 2003, Winckler et al., 2003, Rütz, 2010).

Tabelle 1: Indikatoren für Tiergerechtheit (haltungstechnische und managementbezogene Indikatoren) und Tierwohl (tierbezogene Indikatoren) in Milchkuhhaltungen im Vergleich

Vergleichs-kriterium	Haltungstechnische Indikatoren	Management-bezogene Indikatoren	Tierbezogene Indikatoren
Definition	Haltungsumwelt	Betriebsabläufe	Gesundheit, Verhalten und Emotionen der Tiere
Beispiele	Fressplatzgestaltung, Liegeplatzgestaltung, Bodenbeschaffenheit, Lichtintensität, Lufttemperatur, relative Luftfeuchte, Windgeschwindigkeit, Schadgase	Besatzdichte und Tierbewegungen, Zu- und Abgänge, Fütterung, Melken, Besamung, Brunstbeobachtung und Hormonprogramme, Trockenstellen, Geburtsmanagement, Weidemanagement, Reinigung und Desinfektion, präventive Maßnahmen, Behandlungsstrategien	Körperkondition, Bewegungsnoten, Aufliegeschäden, Sauberkeit der Tiere, Zustand von Euter/Zitzen, Zustand der Klauen, Parasitenbefall, Stresshormone, Erkrankungsinzidenzen, Meidungsdistanz zum Menschen
Bedeutung	Risikofaktoren/-indikatoren für die Tiergerechtheit und Tiergesundheit	Risikofaktoren/-indikatoren für die Tiergerechtheit und Tiergesundheit	Auswirkung der Risikofaktoren auf die Tiergerechtheit und Tiergesundheit auf die Tiere (Welfare Quality Network, 2009), Risikoindikatoren
Messbarkeit	direkt	indirekt mittels Fragebogen, direkte Beobachtung	indirekt über Herdendokumentation, direkt z.B. durch Beobachtung nach Etablierung von Bewertungssystemen, direkt durch Probenentnahmen

Vergleichs- kriterium	Haltungstechnische Indikatoren	Management- bezogene Indikatoren	Tierbezogene Indikatoren
Beständigkeit	Stalldesign relativ beständig, Stallklima witterungsabhängig	kann starken Schwankungen unterliegen, evtl. personalabhängig	abhängig von Tiergerechtheit, tierindividuellen Faktoren (Rasse, Alter, Leistung, usw.) und dem Vorhandensein von Infektionserregern
Manipulierbarkeit der Untersuchungs- ergebnisse	mittel, Stallklima regulierbar durch Öffnen und Schließen von Türen, Einschalten von Beleuchtung und Lüftungstechnik	hoch, regulierbar durch Umstellen von Tieren und intensivere Reinigungsmaßnahmen zum Untersuchungstag, Manipulation von Fragebögen, auch unwissentlich durch betriebsinterne Fehlinformationen oder mangelhafte Kontrolle	mittel, manipulierbar durch Selektion oder Verbergen von Tieren, Herdendokumentation bei manueller Eingabe stark manipulierbar, auch durch mangelhafte Diagnostik oder nicht einheitliche Dokumentation
Beeinflussbarkeit im Hinblick auf Maßnahmen zur Verbesserung der Tiergerechtheit und des Tierwohls	direkt zu beeinflussen durch Umbaumaßnahmen, Stallklimaregulierung und Zugänglichkeit zu Auslauf und Weide	direkt zu beeinflussen durch Änderung der Betriebsabläufe	indirekt zu beeinflussen über die Änderung der Haltungsumwelt und des Managements, direkt zu beeinflussen durch die Auswahl der Tiere
Erhebungsaufwand	geringer Aufwand	mittlerer Aufwand	hoher Aufwand

2.2.2.2 Systeme zur Erfassung und Bewertung der Tiergerechtigkeit und/oder des Tierwohls

Systeme zur Bewertung der Tiergerechtigkeit von Haltungssystemen für Tiere und/oder des Tierwohls können als aggregierte Systeme oder integrierte Systeme aufgebaut sein (Deimel et al., 2010).

Bei aggregierten Systemen (z.B. Indices) werden anhand fester Kriterien für Bereiche auf verschiedenen Ebenen Teilpunktzahlen vergeben, die über einen oder mehrere Schritte zu einer Gesamtpunktzahl verrechnet werden. Bei der Entwicklung solcher Systeme können einzelnen Kriterien oder Teilbereichen im Vorfeld durch Experten Wichtungsfaktoren zugeordnet werden. Prinzipiell ermöglichen aggregierte Systeme, dass die "mangelhafte" Bewertung eines Bereichs durch eine gute Bewertung anderer Bereiche ausgeglichen werden kann. Dem kann durch Punktabzüge bei Nichterfüllung von Mindestanforderungen und die Implementierung von KO-Kriterien, die zum Ausschluss von der Bewertung führen, entgegengewirkt werden. Betriebsvergleiche erfolgen anhand der errechneten Gesamtpunktzahl oder anhand von Teilpunktzahlen.

Hingegen sehen integrierte Systeme (z.B. Checklisten) keine Gesamtpunktzahl vor, sondern sie stellen eine Sammlung mehrerer unabhängiger Kriterien dar. Betriebsvergleiche sind in diesem Fall für die einzelnen Kriterien gesondert möglich oder insgesamt anhand der Anzahl erfüllter beziehungsweise nicht erfüllter Kriterien. Spezifische Richtwerte können direkt für die einzelnen Kriterien angehalten werden. Im Folgenden sollen ausgewählte Systeme zur Bewertung von Tiergerechtigkeit und Tierwohl vorgestellt werden.

Tiergerechtheitsindex 35 L/1996

Einer der ersten Ansätze zur Bewertung von Tiergerechtigkeit von Nutztierhaltungen war der von Bartussek entwickelte Tiergerechtheitsindex 35 L (TGI 35 L). Es existieren Ausführungen für Legehennen, Mastschweine, Rinder (Bartussek, 1996), Kälber, sowie leere und tragende Sauen. Die Bezeichnung dieses Bewertungssystems beruht auf der in der Ursprungsversion von 1985 vorgesehenen Maximalpunktzahl von 35, jedoch wurde das System 1991 zu einer längeren Version (L) mit 45,5 erreichbaren Punkten modifiziert. Der TGI 35 L basiert auf den fünf Einflussbereichen Bewegungsmöglichkeit, Sozialkontakt, Bodenbeschaffenheit, Licht und Luft (Stallklima) und Betreuungsqualität. Je größer die TGI-Zahl ist, um so tiergerechter wird ein Haltungssystem eingestuft, wobei sechs Tiergerechtheitskategorien unterschieden werden (Bartussek, 1999) (Tabelle 2). Bei Nichterfüllung von gesetzlichen Mindestvorgaben wird eine TGI/V-Zahl (unter Vorbehalt der fristgerechten Mangelbeseitigung) vergeben. Seit 1995 fand der TGI 35 L als Instrument zur Zertifizierung von Bio-Betrieben breite Anwendung in Österreich und ist in einigen

österreichischen Bundesländern gesetzlich verankert. Um die Anerkennung als biologisch wirtschaftender Betrieb zu erlangen, müssen bereits bestehende Ställe mit mindestens 21 Punkten und neue bzw. umgebaute Ställe mit mindestens 24 Punkten bewertet werden (Bartussek, 1999).

Tabelle 2: Einstufung der Tiergerechtheit von Haltungssystemen im TGI-35L nach Bartussek (1999)

TGI-Punktzahl	Prozent (%)	Einstufung	
< 11	0–15	nicht tiergerecht	ungenügend
11–< 16	16–30	kaum tiergerecht	ausreichend
16–< 21	31–50	mäßig tiergerecht	befriedigend
21–24	51–60	ziemlich tiergerecht	gut
> 24–28	61–75	Tiergerecht	sehr gut
> 28	> 75	sehr tiergerecht	exzellent

Tiergerechtheitsindex 200/1994

Der Tiergerechtheitsindex 200/1994 (TGI 200/1994) nach Sundrum et al. (1994) kann für Rinder, Kälber, Sauen, Mastschweine und Legehennen erhoben werden. Der TGI 200/1994 Rind umfasst sieben Einflussbereiche: Bewegungsverhalten, Nahrungsaufnahmeverhalten, Sozialverhalten, Ruheverhalten, Komfortverhalten, Hygiene und Betreuung. Eine Wichtung des Einflusses der verschiedenen Bereiche auf die berechnete Gesamtpunktzahl erfolgt über unterschiedliche Maximalpunktzahlen in den verschiedenen Einflussbereichen (Sundrum et al., 1994). Zusätzlich wird Einzelkriterien eine höhere Wichtung zugeordnet, indem diese Kriterien in mehr als einem Einflussbereich berücksichtigt werden. So fließt beispielsweise das Kriterium Bewegungsfläche in Quadratmetern pro Tier sowohl in den Einflussbereich Bewegungsverhalten, als auch in den Einflussbereich Sozialverhalten ein. Einen Schwerpunkt des TGI 200/1994 stellen die Kriterien Nutzungsdauer Weide und Nutzungsdauer Auslauf dar, da diese in sechs bzw. fünf von sieben Einflussbereichen aufgeführt sind. Dadurch ergeben sich abhängig vom Haltungssystem (z.B. saisonale Weidehaltung, ganzjährige Stallhaltung) Unterschiede in den maximal erreichbaren Punktzahlen (Sundrum et al., 1994) (siehe Tabellen 3 und 4). Im Gegensatz zum TGI 35 L ist keine Einstufung in Kategorien festgelegt. Haltungssysteme mit perforierten Böden ohne planbefestigte Liegefläche und Haltungssysteme ohne Stallhaltung sind von der Bewertung ausgeschlossen. Bisher ist der TGI 200/1994 im deutschen Gesetz nicht verankert, wird aber zur Bewertung der Tiergerechtheit von Bio-Betrieben eingesetzt. Er ermöglicht Betriebsvergleiche und dient in stärkerem Maße als der TGI 35 L als betriebsindividuelles Beratungsinstrument zur Verbesserung der Tiergerechtheit (Johnsen et al., 2010).

Tabelle 3: TGI 200/1994. Maximal erreichbare Punktzahlen für landwirtschaftliche Betriebe mit Milchkühen in Laufstallhaltung (Sundrum et al., 1994)

Einflussbereich	Laufstall	Laufstall mit Auslauf	Laufstall mit Weide	Laufstall mit Auslauf und Weide
TGI Gesamtpunktzahl	152	175	178	201
Bewegungsverhalten	19	25	25	31
Nahrungsaufnahmeverhalten	25	25	31	31
Sozialverhalten	21	25	24	28
Ruheverhalten	30	30	34	34
Komfortverhalten	17	22	22	27
Hygiene	18	23	20	25
Betreuung	22	25	22	25

Tabelle 4: TGI 200/1994. Maximal erreichbare Punktzahlen für landwirtschaftliche Betriebe mit Milchkühen in Anbindehaltung (Sundrum et al., 1994)

Einflussbereich	Anbindestall	Anbindestall mit Auslauf	Anbindestall mit Weide	Anbindestall mit Auslauf und Weide
TGI Gesamtpunktzahl	131	154	157	180
Bewegungsverhalten (Punkte)	14	20	20	26
Nahrungsaufnahmeverhalten (Punkte)	25	25	31	31
Sozialverhalten (Punkte)	5	9	8	12
Ruheverhalten (Punkte)	30	30	34	34
Komfortverhalten (Punkte)	17	22	22	27
Hygiene (Punkte)	18	23	20	25
Betreuung (Punkte)	22	25	22	25

Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) System

Ursprünglich als Qualitätssicherungssystem der mikrobiologischen Lebensmittelsicherheit mit gesetzlich vorgeschriebener Anwendung in Betrieben der Sekundärstufe der Lebensmittelproduktion entwickelt, wurde das Konzept HACCP auch auf die Überwachung der Tiergesundheit und Tiergerechtheit ausgeweitet (von Borell, http://agriculture.de/acms1/conf6/ws5aindexing.htm?&xdocopen=1&xdoc=1,0,0#XDOC_02). Gemäß einer Prozess- und Produktkontrolle werden mögliche Risiken im Voraus dokumentiert und mit Hilfe von Checklisten strategische Punkte in regelmäßige Kontrollen

einbezogen. Diese kritischen Kontrollpunkte werden anhand messbarer Kriterien überprüft und mit Erfüllungskriterien, welche in kritische Muss-Kriterien, Muss-Kriterien und Kann-Soll-Kriterien unterteilt sind, verglichen (von Borell et al., 2007). Bei Grenzwertüberschreitung greifen entsprechende Regulationsmaßnahmen. Nach dem ursprünglichen Konzept wird keine Punktzahl zur Beschreibung der Tiergerechtheit vergeben, allerdings existieren bereits Modifikationen, die eine Vergabe von Punkten vorsehen. Dieses Systems bietet die Möglichkeit eines ständig mitlaufenden betriebsinternen Controllings. Es erlaubt somit, Unterschiede im zeitlichen Verlauf darzustellen. Anwendung fand das HACCP-Konzept für Tiergerechtheit zunächst in Schweinehaltungen (St. Hoy et al., 2004) und später auch in Rinderhaltungen (von Borell et al., 2007).

KTBL Nationaler Bewertungsrahmen Tierhaltungsverfahren 2006

Der Nationale Bewertungsrahmen Tierhaltungsverfahren bietet die Möglichkeit, eine Vielzahl von gesondert betrachteten Haltungsverfahren für Geflügel, Pferde, Rinder und Schweine in Bezug auf deren Einfluss auf Tiergerechtheit und Umwelt zu bewerten (KTBL, 2006b, KTBL, 2008). Für die Tiergerechtheit erfolgt eine in Tierverhalten und Tiergesundheit aufgegliederte Beurteilung. Ausgangspunkt für die Verhaltensanalyse ist die Möglichkeit, dass die Tiere ihr art eigenes Normalverhalten ausüben können. Anhand von Indikatoren wird eingeschätzt, ob das Normalverhalten weitgehend ausführbar, eingeschränkt ausführbar oder stark eingeschränkt ausführbar ist. Eine Wichtung der Indikatoren wird nicht vorgenommen. Der Aspekt Verhalten kann für ein Haltungsverfahren als A (vorteilhaft: maximal drei Indikatoren sind eingeschränkt ausführbar, wobei nur zwei davon einem Funktionskreis entstammen dürfen), C (ausreichend: unabhängig von der Anzahl der Indikatoren wird das Normalverhalten in 50 % der Funktionskreise eingeschränkt) oder B (zufriedenstellend: alle anderen Haltungsverfahren) eingestuft werden. Hinsichtlich der Tiergesundheit ermittelt dieses System Risiken für das Auftreten von Verhaltensstörungen und die Möglichkeit diese innerhalb des Haltungssystems zu reduzieren (R+: die bestehenden Risiken für die Tiergesundheit lassen sich kaum durch Management beherrschen, R-: die bestehenden Risiken für die Tiergesundheit sind gering bis erhöht, und lassen sich durch Management gut beherrschen). Zusätzlich enthält der Bewertungsbogen Vorschläge für Maßnahmen, deren Umsetzung Risiken für verminderte Tiergerechtheit und Tiergesundheit verringern kann (KTBL, 2006a). Zu berücksichtigen ist, dass die Methode nicht zur Bewertung individueller Betriebe entwickelt wurde, sondern von Haltungsverfahren.

Welfare Quality® Bewertungsprotokoll für Rinder

Welfare Quality® ist ein von der europäischen Kommission gefördertes Projekt, welches 2004 startete. Es verfolgt das Ziel, ein EU-weites Bewertungsinstrument für Tiergerechtigkeit und Tierwohl zu schaffen, um Tierhaltungen mit hohen Tierwohlstandards zu fördern und Produktionsbedingungen tierischer Lebensmittel für Verbraucher transparenter zu machen (Welfare Quality Network, 2009). Gleichzeitig soll es der Analyse von Risiken für das Tierwohl dienen und Lösungsansätze für Tierhalter bieten. Bewertungsbögen wurden für Milchkühe, Mastrinder, Mastkälber, Sauen, Mastschweine, Legehennen und Masthähnchen entwickelt. Im Gegensatz zu zuvor etablierten Systemen, sollten die Welfare Quality® Protocols vornehmlich tierbasierte Indikatoren enthalten. Dennoch sollten ressourcenbasierte Indikatoren nicht außer Acht gelassen werden, da diese für die Identifizierung von Risiken und somit die Aufstellung von Maßnahmenkatalogen bedeutsam sind (Welfare Quality Network, 2009, de Vries et al., 2013). Die 30 Einzelindikatoren des Welfare Quality® Protocol für Milchkühe werden in einem ersten Aggregationsschritt zu zwölf Kriterien zusammengefasst, welche die Grundlage für die Berechnung von vier Prinzipien im zweiten Schritt bilden. Schließlich überführt ein letzter Rechenschritt die vier Prinzipien in eine Kategorie, die den Tierwohlstatus einer Tierhaltung ausdrückt (Welfare Quality Network, 2009, de Vries et al., 2013). Die Welfare Quality® Protocols wurden bereits in Bezug auf den Einfluss, den einzelne Indikatoren auf die Gesamtnote ausüben, geprüft (de Vries et al., 2013) sowie auf die Möglichkeit des Benchmarkings (Gieseke et al., 2014). Wegen der Verwendung zahlreicher tierbasierter Indikatoren ist die Erhebung des Tierwohlstatus bei Anwendung der Welfare Quality® Protocols aufgrund der die Betriebsgröße berücksichtigenden Stichprobengröße mit vergleichsweise hohem Arbeitsaufwand verbunden (Gieseke et al., 2014). In Tabelle 5 sind die verschiedenen Bewertungssysteme für Tiergerechtigkeit und/oder Tierwohl im Vergleich dargestellt.

Weitere Initiativen zur Einschätzung des Tierwohls

Als neuere Initiativen zur Einschätzung des Tierwohls sind beispielsweise „Pro Gesund“, „Cows and More“ und Q-Check zu nennen.

Tabelle 5: Bewertungssysteme für Tiergerechtigkeit und/oder Tierwohl von Haltungssystemen (Auswahl) im Vergleich

Vergleichskriterium	Tiergerechtheitsindex 35 L/1996	Tiergerechtheitsindex 200/1994	HACCP	KTBL Nationaler Bewertungsrahmen	Welfare Quality® Bewertungsprotokoll für Rinder
Art der Indikatoren	fast ausschließlich haltungstechnisch	hauptsächlich haltungstechnisch	haltungstechnisch und tierbezogen	haltungstechnisch und tierbezogen	hauptsächlich tierbezogen
(Anzahl) Kriterien/Indikatoren	30–40	60–70	Unterscheidung von Kritischen Muss-Kriterien, Muss-Kriterien und Kann-Soll-Kriterien	Verhalten: 26 Gesundheit: 25	30 (Milchkühe)
Erreichbare Punktzahlen	36,5 (45,5–9 = 36,5)	0–200	keine	Verhalten: Kategorien A, B, C; Gesundheit: R+, R-	0–100 je Prinzip
Anwendungsbereich	Kleinbetriebe	ursprünglich für Kleinbetriebe, Anwendung für große Betriebe auf Haltungsebene möglich	konventionelle Betriebe	alle Betriebe	alle Betriebe, hoher Zeitaufwand
Betriebsindividuelle Einstufung	ja	ja	ja	eher auf das Halungsverfahren bezogen	ja

Vergleichs- kriterium	Tiergerech- heitsindex 35 L/1996	Tiergerech- heitsindex 200/1994	HACCP	KTBL Nationaler Bewertungs- rahmen	Welfare Quality® Bewertungs- protokoll für Rinder
Ziel der Bewertung	Zertifizierung von Biobetrieben	Zertifizierung von Biobetrieben und Beratungs- instrument	Zertifizierung von definierten Standards, betriebliche Eigenkontrolle und Qualitäts- sicherung	Identifizierung von Tierhaltungs- verfahren mit positiver Wirkung auf Umwelt und Tiergerechheit (KTBL, 2006b)	Zertifizierung (Tierschutzlabel, Beratung)
Anwendung	breite Anwendung in Österreich	Anwendung durch Bio- Organisationen in Deutschland, Beratung von Betrieben	noch nicht praktisch erprobt (Stand 2007)	Entscheidungs- hilfe für Genehmigungs- behörden, Berater und Landwirte (KTBL, 2006b)	in diversen Forschungs- projekten erprobt
Rechtliche Verankerung	im österreichischen Gesetz verankert	keine gesetzliche Verankerung	keine gesetzliche Verankerung für die Milchkuhhaltung	keine gesetzliche Verankerung	keine gesetzliche Verankerung
Schwerpunkt	-	Besatzdichte, Weide	Verzicht auf Gewichtungen innerhalb der einzelnen Kriterien	-	Anzahl Tränken (Gieseke et al., 2014, de Vries et al., 2013), Abliege- und Aufsteh- verhalten und Anteil magerer Tiere (de Vries et al., 2013)

2.2 Lahmheit

2.3.1 Definition von Lahmheit

Lahmheit ist definiert als abnormaler Gang durch nicht ordnungsgemäßen Gebrauch einer oder mehrerer Gliedmaßen mit dem Ziel der Schmerzvermeidung (Scott, 1989, Greenough, 1997) oder aufgrund mechanischer Behinderung durch blockierte Gelenke, geschädigte Muskeln, Sehnen oder Nerven.

2.3.2 Relevanz von Lahmheit für das Tierwohl

Die Lahmheitsprävalenz ist der Anteil lahmer Tiere im Bestand bezogen auf die beurteilte Gesamtanzahl zu einem definierten Zeitpunkt. Sie ergibt sich aus der Inzidenzrate für Lahmheit und der Zeitdauer, über die Lahmheit anhält (Cook und Nordlund, 2009). Weltweit wird von hohen Lahmheitsprävalenzen in modernen Milchkuhhaltungen berichtet. In Tabelle 6 sind Beispiele für die durchschnittliche Lahmheitsprävalenz in Milchkuh haltenden Betrieben, wie diese für verschiedene Länder durch verschiedene Autoren publiziert wurden, dargestellt.

Tabelle 6: Lahmheitsprävalenz in Milchkuh haltenden Betrieben verschiedener Länder

Lahmheitsprävalenz	Land	Autoren
65,2 %	USA	Sprecher et al. (1997)
5,1 % (0–33 %)	Schweden	Manske et al. (2002)
36 % (0–77 %)	Österreich	Mülleider et al. (2004)
26,5–54,2 %	USA	Bicalho et al. (2007)
31 % (6–70 %)	Österreich	Dippel et al. (2009a)
31,5 % (0–72,5 %)	England und Wales	Barker et al. (2010)
21,6 %	Chile	Galleguillos und Borkert (2013)
9–51 %	England	Burnell und Reader (2013)
13,2 ± 7,3 % (2,8–36,1 %)	USA	Cook et al.(2016)

Die Senkung der Lahmheitsprävalenz wird als Herausforderung in modernen Milchkuhhaltungen in Hinblick auf das Tierwohl angesehen (Vermunt, 2007, Chapinal et al., 2013, Poikalainen et al., 2013). Noordhuizen (2012) schlägt einen Richtwert von maximal 15 % vor.

Gravierende Einschränkungen des Wohlbefindens der Tiere durch Lahmheit betreffen alle fünf Freiheiten.

Lahmheit an sich ist eine meist durch **Schmerzen** (Whay et al., 1997) bedingte Bewegungsstörung, die vor allem auf Erkrankungen der Klauen und Gliedmaßen beruht (Scott, 1989). Darauf weisen Studien hin, bei denen sich durch Anästhesie des Unterfußes der Lahmheitsgrad verringerte (Rushen et al., 2007). O'Callaghan et al. (2003) stellten heraus, dass lahme Kühe signifikant weniger Aktivität zeigen als nicht lahme Kühe. Durch verlängerte Liegezeiten aufgrund der reduzierten Gehfähigkeit und des erschwerten Abliege- und Aufstehvorgangs ist der Zugang zu Futter und Wasser eingeschränkt. Häufig wird frisches Futter während des Melkens vorgelegt. Lahme Kühe verlassen den Melkstand in der Regel als letzte (Main et al., 2010) und finden bei unzureichendem Fressplatzangebot keinen freien Fressplatz. Sie fressen zu späteren Zeiten, wenn die Ration durch früher ankommende Tiere bereits vorselektiert wurde, bzw. nicht mehr genügend Futter vorhanden ist (Pollmann, 2000, Juarez et al., 2003). Die **Nahrungsaufnahme** ist dahingehend beeinträchtigt, dass lahme Kühe den Fressplatz seltener aufsuchen und die tägliche Fresszeit reduzieren. Um die Gesamtfuttermenge möglichst konstant zu halten, nehmen sie größere Futtermengen pro Mahlzeit auf.

Kühe, deren Futtermenge gestört ist, fallen leichter in eine negative Energiebilanz und haben somit ein höheres Risiko **Stoffwechselstörungen** zu entwickeln, welche wiederum Folgeerkrankungen bedingen. Neben der Ketose und der Labmagenverlagerung (Stengärde, 2010) ist in diesem Zusammenhang auch die Entstehung von Fermentationsstörungen des Pansens zu erwähnen, da eine geringe Futtermenge bei erhöhter Futtermenge pro Mahlzeit Anlass zu stärkeren Schwankungen des Pansen-pH-Wertes gibt als bei häufigerer Futtermenge. Fermentationsstörungen des Pansens stellen einen Risikofaktor für die Klauenrehe dar (Cook et al., 2004b, Bystron und Mülling, 2012).

Lahme Kühe reiten während der Brunst wegen der damit verbundenen Schmerzen nicht auf und werden aus diesem Grunde durch den Herdenmanager seltener als brünstig erkannt. Darüber hinaus können sich die oben bereits erwähnten Stoffwechselstörungen negativ auf die **Fruchtbarkeit** auswirken. Ovarialzysten werden beispielsweise bei lahmen Kühen häufiger beobachtet als bei nicht lahmen Kühen. Ebenso wurde ein geringerer Erstbesamungserfolg bei lahmen Tieren im Vergleich zu gesunden Tieren beobachtet (Melendez et al., 2003).

Erhöhte Zellzahlen in der Milch und ein **erhöhtes Mastitisrisiko** lahmere Kühe beruhen auf einer stärkeren Verschmutzung von Euterhaut und Zitzen infolge Schwierigkeiten beim Aufsteh- und Abliegevorgang sowie Liegens außerhalb der Liegeboxen (Galindo und Broom, 2002). Bei unzureichendem Fressplatzangebot legen sich lahme Kühe unmittelbar nach der Rückkehr aus dem Melkstand ab. Zu diesem Zeitpunkt steht der Strichkanal noch offen, wodurch Keime leichter in das Euter gelangen können (Pollmann, 2000).

Abgesehen von den genannten Erkrankungen, ziehen sich lahme Kühe durch Stürze und vermehrten Kontakt mit Stalleinrichtungen häufiger **Verletzungen** zu.

Lahmheit kann dazu beitragen, dass das betroffene Tier in der **Rangordnung der Herde** sinkt (KTBL, 2006b).

Das Stehen auf drei Beinen ist erschwert, wodurch das **Komfortverhalten** ebenfalls eingeschränkt ist, da Rinder zur Körperpflege auch die Klauen benutzen (KTBL, 2006b).

2.3.3 Relevanz von Lahmheit für die Ökonomie

Lahmheit bei Milchkühen verursacht **wirtschaftliche Verluste** durch die direkt mit der Lahmheit verbundenen Kosten (Behandlungskosten, Milchverlust) sowie die indirekten Kosten (erhöhtes Risiko für Folgeerkrankungen, verlängerte Zwischenkalbezeit, erhöhtes Risiko für vorzeitigen Abgang, Arbeitsaufwand, verminderten Schlachterlös). Sie betragen pro betroffenem Tier bis zu 425 £ (Esslemont und Kossaibati, 1997). Borkert und Tadich (2013) stellten eine um bis zu 720 Liter geringere Milchleistung pro Kuh im Zeitraum von drei Monaten vor bis drei Monaten nach der Erstbehandlung lahmer Kühe fest. Auch der Proteingehalt der Milch nimmt mit zunehmendem Schweregrad der Lahmheit ab (Juarez et al., 2003). Lahme Kühe haben im Vergleich zu nicht lahmen Kühen eine um 15 % geringere Chance tragend zu werden (Bicalho et al., 2007) und ein 8,4-mal höheres Abgangsrisiko (Sprecher et al., 1997). Mittel- bis hochgradig lahme Kühe haben ein höheres Risiko innerhalb der ersten 30 Laktationstage abzugehen oder behandlungsbedürftig zu werden als nicht lahme Kühe (Vergara et al., 2014). Somit stellt Lahmheit den dritt wichtigsten gesundheitsbezogenen Faktor ökonomischer Einbußen des Milchsektors dar (Juarez et al., 2003).

2.3.4 Ursachen für Lahmheit beim Rind

Lahmheit äußert sich je nach Lokalisation der Erkrankung im Bewegungsapparat in einer Stützbeinlahmheit, Hangbeinlahmheit oder gemischten Lahmheit (Rosenberger, 1990). Die Ursachen für eine Hangbeinlahmheit befinden sich in der Regel an der proximalen Gliedmaße und sind in modernen Rinderhaltungen häufig auf Unfälle wie Ausgleiten, Stürzen oder Ausgrätschen zurückzuführen. Meist handelt es sich um Beckenfrakturen, Oberschenkelfrakturen (Femurkopffraktur) und Luxationen (Kreuz-Darmbein, Hüftluxation), Kreuzbandrisse oder Rupturen der Musculi adductores oder der langen Sitzbeinmuskeln. Nicht selten führen Technopathien, d.h. infolge defizienter Haltungsumwelt entstandene Erkrankungen wie Bursitis, Decubitus und Arthritis zu Lahmheit.

Etwa 90 % der Lahmheit bei Milchkühen zeigt sich als Stützbeinlahmheit und wird durch Läsionen an den Klauen oder der Zwischenzehenhaut verursacht, wobei die Hintergliedmaßen wesentlich häufiger betroffen sind als die Vordergliedmaßen (Murray et al., 1996). Nicht jede Läsion der Klauen bedingt jedoch Lahmheit (Manske et al., 2002).

2.3.5 Aufbau der Rinderklaue

Die Klaue ist ein modifizierter Hautüberzug, welcher den distalen Teil des Kronbeins, das Klauengelenk, das Klauenbein, das Strahlbein, die Endabschnitte der Beuge- und Strecksehne und die Bursa podotrochlearis umgibt. Die beiden Hauptklauen jeder Gliedmaße sind durch den Zwischenklauenspalt voneinander getrennt. Der Winkel zwischen der dorsalen Wandfläche und der Standfläche beträgt bei den Vorderklauen 50 bis 55° und an den Hinterklauen 45 bis 50°. Der Hornschuh umfasst das Saumsegment, das Kronsegment, das Wandsegment, das Sohlensegment und das Ballensegment. Die hornbildende Schicht ist die Lederhaut. Kron- und Sohlenhorn sind durch die weiße Linie verbunden. Das Ballenpolster übernimmt eine stoßdämpfende Funktion, welche durch den Klauenspreizmechanismus beim Fuß der Klaue unterstützt wird (König und Liebich, 2005). Abbildung 1 zeigt den Aufbau der Rinderklaue im Sagittalschnitt.

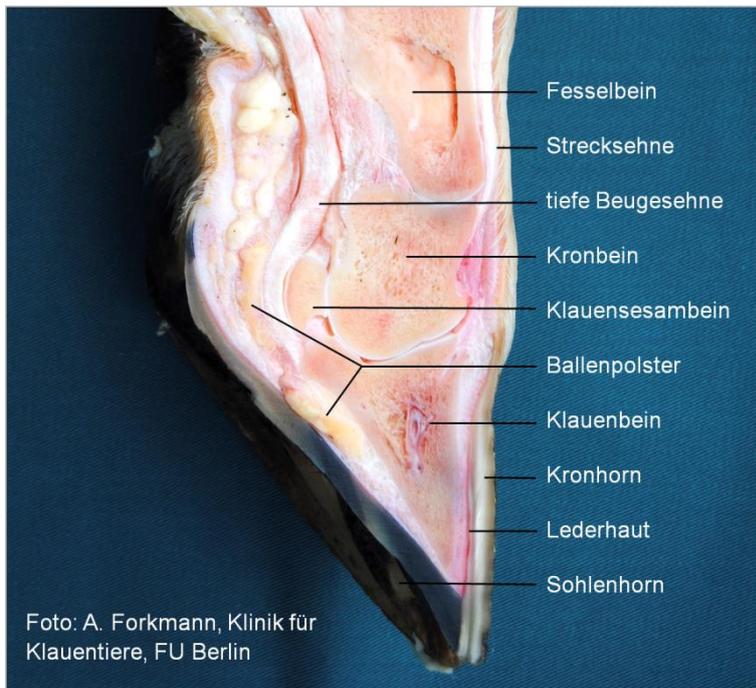


Abbildung 1: Sagittalschnitt durch die Klaue eines Rindes

2.3.6 Relevante Klauenerkrankungen

Je nach Lokalisation der Läsion an der Zehe werden Klauenerkrankungen den Erkrankungen des Hornschuhs oder den Erkrankungen der Ballen- und Zwischenzehenhaut zugeordnet. Für die Bekämpfung von Lahmheit bei Milchkühen ist jedoch die ätiologische Unterscheidung in infektiös- und nicht infektiös bedingte Klauenerkrankungen von größerer Bedeutung.

Die nicht infektiös bedingten Erkrankungen der Klauen entstehen in der Regel durch mechanische Einflüsse wie Überlastung oder Fehlbelastung bei zu langen Klauen, mangelhafte Klauenhornqualität (trockene, spröde Klauen oder zu feuchtes Klauenhorn), ungünstige Umgebungseinflüsse, wie raue Laufflächen oder steinige Wege, Stufen oder lange Stehzeiten vor dem Melkstand oder aufgrund mangelhaften Kuhkomforts der Liegeboxen. Zu den nicht infektiös bedingten Erkrankungen zählen Zusammenhangstrennungen des Wand- oder Sohlenhorns (Hornspalt, Hornkluft, Defekte der weißen Linie, die doppelte Sohle und das Sohlenwandgeschwür (Wandläsion) sowie Einblutungen und Substanzverluste im Bereich der Sohle und des Ballens wie die Steingalle (*Pododermatitis solearis circumscripta aspetica*), die Klauenrehe (*Pododermatitis solearis et parietalis diffusa aspetica*), das Rusterholz'sche Sohlengeschwür (*Pododermatitis solearis et axialis circumscripta necroticans et purulenta*) und der Zwischenklauenwulst, auch Limax oder Tylom genannt.

Die Klauenrehe nimmt eine besondere Stellung unter den nicht infektiös bedingten Klauenerkrankungen ein. Sie wird durch eine Reihe von Faktoren begünstigt (metabolische

Störungen, Fütterung, Haltungsumwelt) (Bystron und Mülling, 2012). Auf eine Störung im Gefäßsystem der Lederhaut mit Lockerung der Verbindung zwischen Dermis und Epidermis folgt die Absenkung und Rotation des Klauenbeines. Als Folge der Kompression der Lederhaut werden etwa acht Wochen nach dieser subklinischen Phase Verfärbungen des Klauenhorns sichtbar (Lischer und Ossent, 2002). Die Ätiologie ist nicht abschließend geklärt, es wird jedoch vermutet, dass Störungen der Pansenfermentation, Durchblutungsstörungen der Klaue, hormonelle Einflüsse und die Aktivierung von Matrix-Metallo-Proteinasen an der Entstehung der Rehe beteiligt sind (Bystron und Mülling, 2012). Klauenrehe kann sekundär andere nicht infektiös bedingte Klauenerkrankungen nach sich ziehen.

Zu den infektiös bedingten Klauenerkrankheiten zählen die Klauenfäule oder Dermatitis interdigitalis, die Mortellaro'sche Krankheit (Dermatitis digitalis) und die Zwischenzehenphlegmone (Phlegmona interdigitalis, landläufig auch Panaritium genannt). Die Ballenfäule (Erosio unguulae) entsteht sowohl durch chemische Einwirkung auf das Horn (Harn) sowie durch bakteriell bedingte Zersetzungsprozesse der Hornsubstanz im Ballenbereich und lässt sich oft nicht klar von der Klauenfäule abgrenzen. Ausgewählte relevante Klauenerkrankungen und deren Einfluss auf Lahmheit sind im Überblick in Tabelle 7 aufgeführt.

Tabelle 7: Übersicht über das Wesen, die Ursachen, den Verlauf und die Symptomatik relevanter Klauenerkrankungen und deren Einfluss auf Lahmheit. nach DLG (2005); Lehr- und Versuchsanstalt für Tierhaltung Echem der Landwirtschaftskammer Niedersachsen (2013)

Klauen- erkrankung	Definition	Ätiologie	Merkmale	Einfluss auf Lahmheit
Klauenrehe (RE)	diffuse aseptische Entzündung der Lederhaut	multifaktoriell, systemisch, Mikrozirkulationsstörung der Lederhaut (Belastung, chemisch-toxisch)	Beeinträchtigung des Hornwachstums, „Reheringe“ in der Wand, gelbrote Verfärbung des Sohlenhorns, schlechte Hornqualität	vorsichtiger, zögerlicher bis schwankender Gang mit verkürzter Schrittlänge
Weißer-Linie-Defekt (WLD)	Zusammenhangstrennung entlang der weißen Linie	Verbreiterung der weißen Linie durch rehebedingte Absenkung/Rotation des Klauenbeines	Risse im Bereich der weißen Linie	keine Lahmheit
Sohlenwandgeschwür (WL)	umschriebene Lederhautentzündung mit Infektion an der Klauenwand	Eindringen von Bakterien in rehebedingte Zusammenhangstrennungen, Infektion der Lederhaut über den Kronsaum	eitrige, hohle Wand	Lahmheitsgrad abhängig von der Ausprägung
Rusterholz'sches Sohlengeschwür (RSG)	umschriebene Entzündung der Lederhaut am Übergang zwischen Sohlenfläche und Ballen	verstärkter Druck auf die Lederhaut am typischen Druckpunkt (in der Region des Tuberculum flexorium) durch Fehlstellung	Verfärbung des Horns bis freiliegende Lederhaut am typischen Druckpunkt	geringgradige bis hochgradige Lahmheit

Klauen- erkrankung	Definition	Ätiologie	Merkmale	Einfluss auf Lahmheit
Sohlenspitzen- geschwür (SSG)	Zusammenhangs- trennung in der weißen Linie an der Klauenspitze, evtl. mit Infektion der Klauenbeinspitze	Verletzungen, übermäßige Abnutzung des Klauensohlenhorns, Absenkung des Klauenbeines durch Klauenrehe, Kompression der Lederhaut an der Klauenspitze, Geschwürbildung, Infektion mit Umweltkeimen	Blutungen/Zusam- menhangs- trennungen an der Sohlenspitze, Hohlraumbildung, evtl. Sekretabfluss, evtl. Phlegmone	hochgradige Lahmheit
Limax/Tylom (LI)	subakute bis chronische Entzündung der Haut/Unterhaut des Zwischenklauen- bereichs mit reaktiver Gewebszubildung	dauerhafte Reizung (mechanisch, chemisch, bakteriell) der Haut des Zwischenklauen- spaltes	Hautschwiele im Zwischen- klauenspalt	Lahmheit nur bei komplizierten Fällen
Ballenhornfäule (BF)	Zersetzung des Ballenhorns	multifaktoriell, chemische Zersetzung und Vermehrung von Bakterien bei feuchtwarmem Mikroklima	V-förmige Furchen im Ballenbereich	Lahmheit nur in komplizierten Fällen

Klaue- erkrankung	Definition	Ätiologie	Merkmale	Einfluss auf Lahmheit
Mortellaro'sche Krankheit (DD)	umschriebene, schmerzhafte Entzündung der Haut v.a. der Ballen/Fesselbeuge /Zehenvorderseite	multifaktoriell, bakterielle Besiedlung der Haut (u.a. Trichomonaden)	je nach Stadium, Verdachtsstadien, runde, stark gerötete Läsion (ulzerativ), heilende Stadien, warzenartige Veränderungen (proliferativ)	geringgradige bis hochgradige Lahmheit
Klauefäule (DID)	Entzündung der Haut des Zwischenklaue- spalts	Hautreizung durch Exposition zu Gülle, Mikroläsionen, Eindringen von Bakterien	faulig riechendes Exsudat im Zwischenklaue- spalt, Nekrose der Haut, Erosionen	geringgradige bis hochgradige Lahmheit
Zwischenzehen- phlegmone (PH)	vom Zwischenklaue- spalt ausgehende akute Entzündung der Unterhaut	bakterielle Infektion	plötzliche Schwellung des Unterfußes, Rötung des Kronsaumes, Fieber	hochgradige Lahmheit

Tadich et al. (2010) zeigten, dass insbesondere Sohlengeschwüre, Doppelte Sohle und Dermatitis interdigitalis die Lokomotion negativ beeinflussen, während andere Klauenläsionen häufig nicht zu einer Lahmheit führen. Hingegen wird von Murray et al. (1996) Dermatitis digitalis als wichtigste lahmeitsassoziierte Erkrankung der Ballenhaut beschrieben. Wenn mehr als eine Klaue oder Gliedmaße betroffen ist, äußert sich Lahmheit eher in einem vorsichtigen, zögerlichen bis schwankenden Gang mit verkürzter Schrittlänge (Whay, 2002).

2.3.7 Bewegungsanalyse

Es sind Systeme zur Detektion von Lahmheit bei Einzelkühen von solchen zur Ermittlung der Lahmheitsprävalenz auf Herdenebene zu unterscheiden.

Methoden zur Bewegungsanalyse bei Kühen können in subjektive und objektive Methoden eingeteilt werden (Sedlbauer, 2005). Die Vergabe von Bewegungsnoten nach visueller Beobachtung des Gangbildes zählt zu den subjektiven Beurteilungsmethoden. Sie setzt ein Training des Beobachters voraus. Dabei werden mit Lahmheit assoziierte Kriterien in Bezug auf das Verhalten und den Bewegungsablauf der Tiere beurteilt.

Im Hinblick auf verschiedene Ziel- und Fragestellungen sind unterschiedliche Systeme zur Bewegungsanalyse entwickelt worden, wobei meist eine niedrigere Note einen geringeren Lahmheitsgrad, bzw. keine Lahmheit kennzeichnet. Manson und Leaver (1988) etablierten einen Fünf-Punkte-Score, welcher durch zusätzliche Halbschritte neun mögliche Bewegungsnoten umfasst. Als Kriterien werden Abduktion und Adduktion der Gliedmaßen, Gleichmäßigkeit des Ganges, Schmerzempfindlichkeit und Schwierigkeiten beim Wenden, Ablegen und Aufstehen herangezogen. Kühe mit einer Benotung von größer gleich drei werden als klinisch lahm beurteilt. Dieses, sich durch detaillierte Differenzierung und vielfältige Kriterien auszeichnende System, eignet sich vorrangig für die Bearbeitung wissenschaftlicher Fragestellungen, ist jedoch mühsam zu erlernen und im Vergleich zu anderen Methoden zeitaufwendiger und daher für die routinemäßige Anwendung, vor allem in Großbetrieben, nicht zu empfehlen.

Das System nach Sprecher et al. (1997) umfasst ebenfalls eine Fünf-Punkte-Skala, jedoch ohne Halbschritte und bietet eine eindeutige Beschreibung der Beurteilungskriterien. Da der Untersucher lediglich auf drei Kriterien (Rückenlinie, Schrittlänge und Bereitschaft zur Gewichtaufnahme) achten muss, ist diese Methode für die Anwendung unter Praxisbedingungen besser geeignet. Die Reliabilität für die Beurteilung der Rückenkrümmung innerhalb eines Untersuchers ist gut ($R^2 = 0,84$), insbesondere für hohe Bewegungsnoten (Flower und Weary, 2006). Auch zwischen verschiedenen Untersuchern kann nach Training eine gute Übereinstimmung erzielt werden.

Weitere fünfstufige Systeme zur Bewegungsanalyse entwickelten Winckler und Willen (2001), Flower und Weary (2006) und Tranter und Morris (1991), während Whay et al. (1997) sechs Bewegungsnoten berücksichtigen.

Im Allgemeinen werden bei fünfstufigen Systemen Bewegungsnoten größer oder gleich drei als klinische Lahmheit bezeichnet (Manson und Leaver, 1988, Winckler und Willen, 2001, Flower und Weary, 2006, Fjeldaas et al., 2011, Richert et al., 2013).

Es ist zu beachten, dass das Bewegungsmuster von der Beschaffenheit des Bodens, auf dem die Untersuchung stattfindet, abhängig ist (Flower und Weary, 2006, Fjeldaas et al., 2011, Van Nuffel et al., 2015). So kann die Beurteilung des Gangbildes auf weichem Boden, z.B. Tiefstreu oder Gummibelag, Lahmheit maskieren oder den Beobachter zur Vergabe niedrigerer Noten veranlassen als auf Betonboden. Rutschiger Boden kann hingegen die Bewertung zugunsten höherer Bewegungsnoten beeinflussen.

Aufgrund des hohen Zeitaufwandes bei der Bewegungsanalyse von Kühen sind verschiedene Sensor gestützte Systeme zur Identifizierung lahmer Kühe entwickelt worden, welche physikalische Eigenschaften des Ganges und des Aufsteh- und Abliegevorgangs messen und über einen geeigneten Algorithmus zu einer Detektion lahmer Kühe beitragen (Sedlbauer, 2005). Als Beispiele sind videobasierte Methoden, drucksensitive Matten und Accelerometer zu nennen.

2.3.8 Risikofaktoren und Risikoindikatoren für Lahmheit

Definitionen der Begriffe Risiko, Risikofaktor und Risikoindikator

Kleinbaum et al. (1982) beschreiben den Begriff Risiko als

„... die Wahrscheinlichkeit dass ein Individuum während einer bestimmten Zeitspanne eine bestimmte Krankheit bekommt oder eine Veränderung des Gesundheitsstatus erfährt (vorausgesetzt dass das Individuum in dieser Zeitspanne nicht aus irgendeinem Grund stirbt)“
(Kleinbaum et al., 1982).

Demzufolge ist ein Risikofaktor

„... ein umweltbedingter, verhaltensbedingter oder biologischer Faktor, welcher in longitudinalen Studien im zeitlichen Verlauf bestätigt wird. Wenn er präsent ist, erhöht er direkt die Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer Erkrankung; ist er abwesend oder wurde beseitigt, verringert sich die Erkrankungswahrscheinlichkeit. Risikofaktoren sind Bestandteil der Kausalkette oder setzen den Wirt der Kausalkette aus. Hat die Erkrankung einmal begonnen, muss die Entfernung des Risikofaktors nicht zur Heilung führen.“
(Genco et al., 1996).

Ist der ursächliche Zusammenhang zwischen einer Variablen und einer Erkrankung nicht bestätigt, wie dies bei Querschnittsstudien der Fall ist, spricht man von einem Risikoindikator bzw. von einem potentiellen Risikofaktor (Beck, 1998).

Multifaktorieller Charakter des Symptoms Lahmheit

Der Entstehung von Klauenkrankheiten, die zu Lahmheit führen, liegt ein multifaktorielles Geschehen zugrunde (Lensink et al., 2013, Richert et al., 2013). Eine Vielzahl von Risikofaktoren verschiedener Funktionskreise tritt miteinander in Beziehung und ergibt ein kumulatives Risiko (Faull et al., 1996). Typisch für die Entstehungskaskade von Faktorenkrankheiten ist die zentrale Rolle sogenannter Triggerfaktoren (oder Schlüsselkriterien), welche im Falle von Klauenerkrankungen spezifisch für das Auftreten nicht infektiös bedingter und infektiös bedingter Klauenerkrankungen sind (Barker et al., 2009, Cook und Nordlund, 2009).

Bei der Zehe des Rindes handelt es sich um ein sehr empfindliches Organ, das die Körperlast beim Fußes sowohl in eine Zugspannung kollagener Fasern zwischen Hornschuh und Lederhaut als auch in eine Verformung der elastischen Strukturen, bevorzugt des Fettpolsters, umwandelt. Laut Bicalho und Oikonomou (2013) stehen die übermäßige Bewegung der Phalanx distalis in der Hornkapsel, eine mangelhafte Stoßdämpfung durch zu geringe Dicke und ungünstige Zusammensetzung des digitalen Fettpolsters sowie eine ungünstige Lastverteilung durch übermäßiges Klauenhornwachstum im Mittelpunkt der Entstehung nicht infektiös bedingter Klauenerkrankungen. Diese Triggerfaktoren bewirken schließlich Traumata innerhalb der Hornkapsel und führen zur Schädigung der Lederhaut sowie zur Bildung qualitativ minderwertigen Horns. Eine Traumatisierung der Lederhaut kann sowohl durch externe, als auch interne Faktoren hervorgerufen werden. Dabei benennt Vermunt (2005) Umweltfaktoren, zu denen Haltung, Fütterung und Management gehören. Außerdem zählen physiologische Veränderungen um den Kalbezeitpunkt, wie Stoffwechsel- und hormonelle Umstellungen sowie Stress, zu den Hauptgruppen der Risikofaktoren. In dieser zweiten Stufe der Entstehungskaskade nimmt insbesondere das lange Stehen auf hartem Boden eine bedeutsame Rolle als externer Einflussfaktor ein (Cook und Nordlund, 2009). Zu einer verlängerten Stehzeit kann es durch eine Vielzahl von Faktoren kommen, z.B. schlechter Liegekomfort, Hitzestress, Warten vor dem Melken usw.. Weiterhin stehen alle Faktoren, die die Futteraufnahme beeinflussen in Zusammenhang mit dem Auftreten von Lahmheit, da die Körperkondition mit der Dicke des digitalen Fettpolsters assoziiert ist (Bicalho et al., 2009).

Triggerfaktoren für die Entstehung infektiös bedingter Klauenerkrankungen sind primär Defizite in der Hygiene der Lauf- und Liegeflächen sowie fehlende oder mangelhafte Klauenpflegemaßnahmen, durch die am Unterfuß ein anaerobes Milieu geschaffen wird, welches einer bakteriellen Besiedelung durch *Dichelobacter nodosus*, *Fusobacterium necrophorum* und *Treponema* spp. Vorschub leistet (Greenough, 1997).

2.3.8.1 Bedeutung umweltbezogener Faktoren

Die Haltungsumwelt hat einen erheblichen Einfluss auf das Vorkommen lahmer Kühe in einem landwirtschaftlichen Betrieb (Fjeldaas et al., 2011). Bedingt durch Veränderungen des Ruhe- und Nahrungsaufnahmeverhaltens bei reduziertem Kuhkomfort, kommen primär auslösende Faktoren für Lahmheit dann erst zum Tragen. Zusätzlich verlangsamt sich der Heilungsprozess (Cook und Nordlund, 2009).

2.3.8.1.1 Haltungstechnik

Haltungssystem

Die meisten Klauenkrankheiten treten bei Kühen in ganzjähriger Stallhaltung häufiger auf als bei Kühen mit Weidegang (Somers et al., 2003). Die gemeinsame Nutzung der Weide durch Rinder und Schafe ist ebenfalls ein potentieller Risikofaktor (Barker, 2010).

Verschiedene Autoren identifizierten Liegeboxenlaufställe ohne Weidegang als Haltungssystem, welches am stärksten mit Lahmheit assoziiert ist (Ingvarsen und Andersen, 1993, Whitaker, 2000, Cook und Nordlund, 2009). Stroheinstreu wird als förderlich für die Gliedmaßengesundheit angesehen (Whitaker, 2000, Webster, 2001, Somers et al., 2003).

Besatzdichte

Zu hohe Besatzdichten führen vermehrt zu aggressivem Verhalten und Rangordnungskämpfen und mangelnder Versorgung rangniederer Tiere mit Futter und Wasser. So berichten Leonard et al. (1996) von einer Verringerung der täglichen Liegezeit und einer Erhöhung der Lahmheitsinzidenz bei Überbelegung. Grant und Albright (2001) beschreiben negative Auswirkungen starker Überbelegung auf die Fressaktivität, das Liegeverhalten und die Wiederkauaktivität. Für eine gute Tiergesundheit und Produktivität sollten jedem Tier mindestens ein Ruhe- und ein Fressplatz zur Verfügung stehen. Eine geringe Verkehrsfläche führt zu einer Reduzierung der Gesamtaktivität (Arave et al., 1974). Außerdem beeinflusst die Verkehrsfläche pro Tier diejenige Fläche, auf der sich die Ausscheidungen der Tiere verteilen.

Gangbreiten und Durchgänge

Für eine ungestörte Futteraufnahme muss gewährleistet sein, dass der Kuhverkehr hinter den am Fressplatz stehenden Tieren fließen kann, ohne dass Kühe vom Fressgitter vertrieben werden. Eine Gangbreite von weniger als drei Metern wird durch Barker et al. (2007) als Risikofaktor für Lahmheit ausgewiesen.

Enden Laufgänge in einer Sackgasse, kommt es zu einer Verlängerung der Stehzeiten. Hiervon betroffen sind vor allem die niederrangigen Tiere, die lieber im blinden Ende des Laufgangs verweilen, als sich einem Rangordnungskampf mit einem höherrangigen Tier auszusetzen. Außerdem entstehen in Sackgassen häufig Gedränge. Dadurch steigt die Gefahr von unkontrollierten Bewegungen und Stürzen.

Beschaffenheit der Laufflächen

Eigenschaften und Management des Bodens werden von Lensink et al. (2013) als die Risikofaktoren mit dem größten Einfluss auf die Klauengesundheit und das Entstehen von Lahmheit bezeichnet. Fjeldaas et al. (2011) nennen harte Laufflächen, insbesondere Betonböden, als Risikofaktor für Klauenerkrankungen, die nicht infektiös bedingt sind. Ist der Boden uneben, wie es bei defektem Spaltenboden, falsch dimensionierter Spaltenweite und Auftrittsfläche oder bei Rillen im Betonboden der Fall ist, führt dies zu einer punktuellen Gewichtsbelastung an der Klaue (Barker et al., 2010). Abrasive Laufflächen führen zu einer Verlagerung der Gewichtsverteilung von der Klauenwand auf die Sohle und zur Verminderung der Sohlendicke (Telezhenko et al., 2008, Lensink et al., 2013). Gangveränderungen treten zudem bei reduzierter Trittsicherheit der Laufflächen auf (Faull et al., 1996, Rushen und de Passillé, 2006).

Negative Effekte für die Klauengesundheit können außerdem durch einen plötzlichen Wechsel von weichem zu hartem Boden hervorgerufen werden, zum Beispiel im Rahmen der Eingliederung von Färsen bzw. Erstkalbinnen oder Trockenstehern in die Produktionsgruppen (Barker et al., 2007).

Laufflächenhygiene

Langes Stehen auf feuchtem Boden ist mit Lahmheit verbunden (Bell et al., 2009). Dies lässt sich durch die Aufweichung des Klauenhorns begründen (Borderas et al., 2004). Zudem können sich infektiöse Agentien in feuchtem Milieu vermehren. Chapinal et al. (2013) belegten, dass bei Erhöhung der Reinigungsfrequenz der Laufflächen das Risiko für schwere Lahmheit sinkt. Die Verwendung eines Gülleschiebers kann ein erhöhtes Lahmheitsrisiko mit sich bringen (Barker et al., 2007, Barker et al., 2010).

Liegeboxenabmessungen

Faull et al. (1996) bringen ungünstige Liegeboxendimensionen mit Lahmheit in Verbindung. Damit Kühe beim Aufstehen den Kopf-Hals-Schwung ungehindert ausführen können, benötigen sie einen ausreichend großen Kopfraum. Es dürfen keine Hindernisse, zum Beispiel Pfeiler oder Stangen, den Kopfraum blockieren. Außerdem muss gewährleistet sein, dass beim Aufstehen und Liegen ein Vorderbein nach vorne ausgestreckt werden kann.

Die optimale Länge der tatsächlichen Liegefläche ist ein Kompromiss von entgegengesetzten Effekten auf die Sauberkeit der Liegefläche einerseits, und ein einfaches Abliegen und Aufstehen sowie eine bequeme Liegeposition andererseits.

Die Breite der Liegeboxen soll so bemessen sein, dass Kühe sich ohne Schwierigkeiten hinlegen können, es ihnen jedoch nicht gelingt, sich in der Box umzudrehen. Die Kühe sollen auch nicht schräg in der Box liegen, da es sonst zu einer stärkeren Verschmutzung der Liegefläche kommt.

Laut Bernardi et al. (2009) haben restriktive Nackenriegel einen positiven Einfluss auf die Liegeboxen- und Euterhygiene, aber einen negativen Einfluss auf die Gliedmaßengesundheit. Nackenriegel, welche die Bewegung der Tiere weniger stark einschränken, zeichnen sich durch ein geringeres Lahmheitsrisiko aus (Chapinal et al., 2013). Bei der Nackenriegelanbringung kommt es aber nicht nur auf die Höhe, sondern auch auf die Entfernung vom Boxeneinstieg an. Die sogenannte Liegeboxendiagonale ist deshalb das entscheidende Maß zur Bewertung der Restriktivität der Nackenbegrenzung.

Liegeflächenbelag

Zu den wichtigsten Risikofaktoren für Lahmheit zählt die Beschaffenheit des Liegeflächenbelages (Rouha-Mülleder et al., 2009). Geringe Mengen Einstreu oder fehlende Einstreu stellen einen Risikofaktor für Lahmheit dar (Faull et al., 1996, Barker et al., 2009, Barker et al., 2010, Chapinal et al., 2013). Bei der Verwendung von Sand als Einstreu zeigten sich geringere Lahmheitsprävalenzen und weniger Läsionen an den Tarsalgelenken als bei Liegeboxen mit Gummibelag (Cook, 2003, Espejo et al., 2006). Insbesondere für bereits lahme Tiere eignet sich tiefe Einstreu besser als Gummimatten aufgrund des optimierten Liegekomforts (Bak et al., 2016).

Liegeboxenhygiene

Schwere Lahmheit ist häufiger anzutreffen, wenn ein großer Anteil der Liegeboxen fäkal verunreinigt ist (Chapinal et al., 2013).

2.3.8.1.2 Management

Da die Lahmheitsprävalenz stark zwischen Betrieben mit weitgehend gleichen Produktionssystemen variiert, ist davon auszugehen, dass Managementfaktoren eine große Bedeutung bei der Entstehung von Lahmheit zukommen (Bicalho und Oikonomou, 2013). Im Folgenden sollen die Managementaspekte Rationsgestaltung, Futtervorlage, Zeiten außerhalb der Haltungsgruppe, Gruppenstärke, Gruppenkonstellation und Gruppendynamik sowie Klauenpflege und Lahmheitsbehandlung beleuchtet werden.

Rationsgestaltung

Pansenazidose ist als Risikofaktor für Klauenrehe und die mit ihr assoziierten weiteren nicht infektiösen Klauenerkrankungen beschrieben (Thoefner et al., 2004, Bystron und Mülling, 2012). Herden, in denen Pansenazidose auftritt, zeichnen sich im Vergleich zu nicht azidotischen Herden durch einen geringen mittleren Anteil neutraler Detergenzfaser (NDF), eine höhere mittlere geschätzte Konzentration an metabolischer Energie (ME), einen höheren mittleren Anteil an Nicht-Faser-Kohlenhydraten (NFC) und einen höheren mittleren Stärkeanteil in der Ration aus (Bramley et al., 2008). Die Fütterung von Silage war im Modell von Becker et al. (2014) mit dem Auftreten chronischer Klauenrehe und Rusterholz'schen Sohlengeschwüren assoziiert. Bei der Fütterung von Maissilage tritt Lahmheit im Vergleich zur Fütterung mit anderer Silage häufiger auf (Amory et al., 2006, Barker et al., 2007). Besonders kritisch ist eine abrupte Futterumstellung von energiearmer Fütterung praepartum zu energiereicher Fütterung postpartum. Weiterhin stellt auch eine fehlende Supplementierung von Vitaminen und Mineralstoffen ein Risiko für das Auftreten von Lahmheit dar (Amory et al., 2006).

Futtervorlage und Futteraufnahmeverhalten

Unter natürlichen Bedingungen sind Rinder täglich circa 12 Stunden mit der Nahrungssuche beschäftigt. Bei Stallhaltung spielt, zusätzlich zu den zuvor beschriebenen Einflüssen der Besatzdichte und des Sozialstatus, die Frequenz der Futtervorlage eine wesentliche Rolle in Bezug auf die tägliche Fresszeit. DeVries et al. (2005) konnten belegen, dass sich die Gesamtfresszeit pro Tag um 10 Minuten verlängerte, wenn statt einer einmaligen eine zweimalige Futtervorlage erfolgte. Wurde die Futtervorlage auf viermal täglich erhöht, fraßen die Tiere durchschnittlich 14 Minuten länger. Die Trockenmasseaufnahme und die Gesamtliegezeit blieben dabei unverändert.

Bei Aufnahme großer Futtermengen in kurzer Zeit treten stärkere Schwankungen des Pansen-pH auf als bei hoher Nahrungsaufnahmefrequenz mit kleineren Portionen (Shabi et al., 1999).

Zu stärkeren Pansen-pH-Abweichungen kann es auch durch Futterselektion durch die Tiere kommen. Zum einen können die tatsächlich aufgenommenen Rationen im Tagesverlauf dadurch stark inhomogen sein, zum anderen können sich, insbesondere bei vermindertem Fressplatzangebot, die aufgenommenen Rationen zwischen den Tieren unterscheiden. Die Selektion von Futter durch zuerst fressende Kühe bewirkt, dass diese Tiere eine Ration mit geringerem Rohfaser- und höherem Energiegehalt als später fressende Kühe erhalten. Futterselektion kann durch eine höhere Futtervorlagefrequenz reduziert werden (DeVries et al., 2005).

Zeit außerhalb der Gruppe und Fixierung der Tiere

In der Zeit, in der sich Kühe zum Melken, zu Routinemaßnahmen oder Behandlungen außerhalb ihres Stallabteils befinden oder fixiert werden, können sie sich nicht hinlegen und, außer bei der Fixierung im Fressgitter, auch nicht fressen. Über die verlängerte Stehzeit und die Restriktion der Nahrungs- und Wasseraufnahme trägt dies zu einem erhöhten Lahmheitsrisiko bei (Juarez et al., 2003, Espejo und Endres, 2007, Cook und Nordlund, 2009). Bramley et al. (2013) berücksichtigten in ihrem Modell die Zeit im Vorwartehof, welche univariabel keinen signifikanten Risikoindikator für eine hohe Lahmheitsprävalenz darstellte. Dennoch verkürzen sich insbesondere für rangniedere Tiere die Ruhe- und Fresszeiten, wenn die Zeit im Vorwartehof bei 3 Melkzeiten 60 Minuten überschreitet (Grant und Albright, 2001).

Gruppenstärke, Gruppenkonstellation und Gruppendynamik

Effekte des Sozialgefüges von Haltungsgruppen auf Lahmheit beruhen auf dem Ausmaß von Rangordnungskämpfen und der Vertreibung rangniederer durch ranghohe Tiere bei der Futter- und Wasseraufnahme und der Liegeplatzwahl sowie beim Passieren von Engstellen. Sie werden durch die Kriterien Gruppenstärke, Gruppenkonstellation und Gruppendynamik bestimmt.

Die Ausbildung stabiler Sozialgefüge in Tiergruppen begrenzt Rangkämpfe auf ein Minimum, setzt aber voraus, dass Tiere sich individual erkennen und sich den in Auseinandersetzungen erworbenen Sozialstatus aller Gruppenmitglieder merken können. Dies bedeutet jedoch nicht, dass einmal festgelegte Rangordnungen unveränderlich sind, denn - selbst wenn die Gruppenzusammensetzung gleich bleibt - bedingen zum Beispiel Alter, Ernährungs-, Gesundheitszustand eine gewisse Dynamik der Rangordnung. In der Tierschutzleitlinie für die Milchkuhhaltung Niedersachsen (Niedersächsisches Ministerium für den ländlichen Raum und Niedersächsisches Landesamt für Lebensmittelsicherheit und Verbraucherschutz, 2007) wird davon ausgegangen, dass in Gruppen von mehr als 80

Tieren die Individualerkennung unter den Tieren erschwert ist, und sich ab einer Gruppenstärke von 130 Tieren der soziale Stress erhöht.

Obwohl laut Singh et al. (1993) Färsen eine verkürzte Liegezeit haben, wenn sie mit älteren Kühen zusammengehalten werden, fanden Østergaard et al. (2010) bei der getrennten Haltung von Erstkalbinnen in den ersten 30 Laktationstagen keine Diskrepanz der Lahmheitsprävalenz im Vergleich zur gemeinsamen Aufstallung. Chapinal et al. (2013) nennen die Färsenaufzucht an einem anderen Standort als Risikofaktor für Lahmheit. Barker et al. (2007) stellten die gemeinsame Haltung von tragenden Färsen mit melkenden Kühen statt mit trockenstehenden Kühen im Winter als mit Lahmheit assoziierten Faktor heraus.

In der Regel werden Kühe pro Laktation vier- bis fünfmal in andere Gruppen umgestellt (von Keyserlingk et al., 2008). Dies dient unter anderem der Anpassung der Ration an das jeweilige Leistungsstadium. Hinzu kommt häufig noch ein Aufenthalt in der Gruppe der euter- oder klauenkranken Kühe. Nach Gruppenumstellungen reduzieren sich die Fresszeit, die Anzahl der Liegeperioden und die Liegezeit der umgestellten Tiere (von Keyserlingk et al., 2008). Diese für die Klauengesundheit negativen Effekte dauern drei bis sieben Tage an (Grant und Albright, 2001). Möglicherweise relativieren sich negative Effekte von Gruppenumstellungen bei sehr großen Gruppen (Estevez et al., 2007) durch Bildung von Untergruppen („Großstadteffekt“) (Niedersächsisches Ministerium für den ländlichen Raum und Niedersächsisches Landesamt für Lebensmittelsicherheit und Verbraucherschutz, 2007). Gruppenumstellungen in der Periode um die Kalbung könnten ein erhöhtes Risiko für Lahmheit bedeuten (Cook und Nordlund, 2009).

Klauenpflege und Behandlung lahmer Kühe

Ein suboptimaler Pflegezustand der Klauen, welcher nicht nur Ursache, sondern auch Folge von Lahmheit sein kann, und unzureichende Behandlung lahmer Tiere werden von Bell et al. (2009) als Risikofaktoren mit hoher Priorität für hochgradige Lahmheit aufgeführt. Durch übermäßiges Klauenhornwachstum verändern sich die Belastungsverhältnisse der Rinderklaue derart, dass unter anderem ein vermehrter Druck auf die für das Rusterholz'sche Sohlengeschwür typische Stelle ausgeübt und die Belüftung des Klauenzwischenspaltes verringert wird. Die regelmäßige professionelle Klauenpflege stellt daher eine wichtige Maßnahme zur Prävention von Lahmheit im Hinblick auf infektiöse und nicht infektiöse Klauenerkrankungen bei Milchkühen dar. Eilers (2008) zeigte in einer Langzeitstudie, dass sich die Klauengesundheit durch regelmäßige funktionelle Klauenpflege verbessern lässt.

Erfolgt bei leichter bis mäßiger Lahmheit keine zeitnahe Behandlung, verschlechtert sich der Lahmheitsgrad. Allerdings geht nicht jeder hochgradigen Lahmheit ein progressiver Verlauf

voraus. Akute Klauenrehe oder Ausbrüche von Dermatitis digitalis sind Beispiele hierfür. Wenn mehr als 48 Stunden von der Erkennung der Lahmheit bis zur Behandlung vergehen, ist mit schlechteren Heilungsraten und somit auf Herdenebene mit einer erhöhten Lahmheitsprävalenz zu rechnen (Barker et al., 2010). Andererseits stellt nicht sachgemäße Klauenpflege ebenfalls einen Risikofaktor für Lahmheit dar (z.B. das "Thin-Sole-Syndrom" infolge zu starken Abtragens des Sohlenhorns im Bereich der Sohlenspitze).

Klauenbad

Ein Klauenbad dient der Reinigung, Pflege und Desinfektion der Klauen und besteht in der Regel aus einer oder mehrerer hintereinander geschalteten Wannen mit Wasser, dem verschiedenste lösliche Substanzen zugefügt werden. Am meisten verbreitet sind kupfersulfathaltige oder formalinhaltige Klauenbäder, aber auch organische Säuren und pflanzliche Präparate finden Verwendung. Zum Einfluss der Anwendung eines Klauenbades auf das Vorkommen von Lahmheit liegen verschiedene Studienergebnisse vor. Bei Chapinal et al. (2013) lag im univariablen Modell ein verringertes Lahmheitsrisiko bei häufigerer Anwendung eines Klauenbades vor (Verringerung des OR auf das 0,9-fache im Vergleich zur vorigen Einheit – Anwendungen pro Woche). Die Häufigkeit der Klauenbadanwendung war mit dem Anteil fäkal kontaminierter Liegeboxen negativ korreliert und wurde nicht im multivariablen Modell beibehalten. Amory et al. (2006), Richert et al. (2013) und Bramley et al. (2013) berichten von einer hohen Lahmheitsprävalenz in Betrieben, in denen ein Klauenbad vorhanden ist. Es konnte nicht geklärt werden, ob das Klauenbad die Ursache darstellte, beispielsweise durch falsche Konzentration oder Kontamination, oder eine Reaktion der Herdenmanager auf eine erhöhte Lahmheitsprävalenz war. Espejo und Endres (2007) stellten keine Assoziation zwischen der Lahmheitsprävalenz und der Verwendung eines Klauenbades fest. Die Autoren begründen Diskrepanzen mit anderen Autoren damit, dass der Einfluss von Klauenbädern auf Lahmheit möglicherweise läsionsspezifisch sei.

3 Material und Methoden

Die vorliegende Studie wurde im Rahmen eines vom Sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie geförderten Forschungsvorhabens durchgeführt. Ziel dieses Forschungsvorhabens war die Erarbeitung und Erprobung einer Methodik zur Analyse und Bewertung der Tierhygiene, des Tierwohls und der Tiergesundheit in Milchkuhhaltungen. Der Bereich Tierhygiene wurde von Herrn Nils Kühl vom Institut für Tier- und Umwelthygiene, Fachbereich Veterinärmedizin der Freien Universität Berlin, bearbeitet und in seiner eigenen Dissertation veröffentlicht. Es wurde ein übertragbares System zur Einstufung der Herdenhygiene und -gesundheit auf Basis von Indizes für den Hygienestatus, den Gesundheitsstatus sowie für die Tiergerechtigkeit in Milchkuh haltenden Betrieben entwickelt und erprobt. Der Endbericht zu diesem zahlreiche Facetten der Haltungsbedingungen, des Managements und der Tiergesundheit umfassenden Projektes ist in der Schriftenreihe des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG), Heft 5/2016 „Bewertung von Hygiene, Tierwohl und Tiergesundheit“, Erarbeitung und praktische Erprobung eines Systems zur Bewertung von Hygiene, Tierwohl und Tiergesundheit in Rinderbeständen (<https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/25967/documents/36149>) nachzulesen.

3.1 Betriebe

Die zehn untersuchten Betriebe (RH1–RH10) befanden sich im Gebiet des Freistaates Sachsen und nahmen ebenfalls am Projekt "Zukunftsforum Veredlungsland Sachsen 2020 - fitness monitoring - Systemlösungen für eine zukunftsfähige Tierproduktion im Freistaat Sachsen" teil, dessen Träger der Sächsische Landeskontrollverband e.V. ist. Voraussetzung für die Mitwirkung im Projekt Veredlungsland war die Teilnahme an der monatlichen Milchleistungsprüfung durch den Landeskontrollverband Sachsen und die elektronische Datenerfassung mittels eines Herdenmanagementprogramms. Die Teilnahme beruhte auf Freiwilligkeit. Der Betrieb RH-5 hat auf Wunsch des Besitzers im Jahr 2013 nicht an den Untersuchungen zur Tiergerechtigkeit teilgenommen, sondern beteiligte sich ausschließlich an den Analysen zur Hygiene. Dieser Betrieb wird daher im Folgenden nicht weiter berücksichtigt; dementsprechend standen für die vorliegende Studie neun Pilotbetriebe zur Verfügung.

Es handelte sich um konventionelle Milchkuhhaltungen mit Bestandsgrößen zwischen je 300 und 1400 Kühen und gemittelter Milchleistung zwischen je 8500 und 11700 kg. Alle Pilotbetriebe hielten die laktierenden Kühe ganzjährig in Liegeboxenlaufställen. Bei drei Betrieben hatten die Trockensteher saisonal Zugang zur Weide. Alle Betriebe verwendeten konventionelle Melksysteme. In Tabelle 8 sind die Betriebsspiegel zusammengefasst. Tabelle 9 zeigt Betriebskennzahlen der Pilotbetriebe für das Halbjahr 2013/1.

Tabelle 8: Betriebsspiegel im Überblick

Betrieb	Fläche	Betriebszweige	Rassen	Anzahl Kühe der AE	Anzahl Mitarbeiter	Milchleistung (l) Kuh/Tag HJ 2012/2	Baujahr des Stalls	Weidegang
RH-1	2300 ha	Milch, Pflanzenproduktion, Schweinezucht- und Mast, Biogas, Mutterkuhherde	Holstein Friesian, Mastrasse 50 % bei Problemtieren, Norwegisches Rotvieh (2 % der Färsen)	888	45 (25 für die Tiere)	26,4	1976, danach geringfügig angepasst	TU+ Färsen bis einen Monat vor dem Abkalben
RH-2	965 ha	Milch, Feldbau, Biogas, Solar, Fremdleistungen (Häckseln, Drillen)	99 % Holstein Friesian, wenige Jerseys eingekreuzt	423	23 (8 für die Milchproduktion)	33,2	alter Stall: 1994, neuer Stall: 2004	TS halbtags mit freiem Zugang zum Stall
RH-3	750 ha	Milch, Pflanzenproduktion	Holstein Friesian	522	20 (12 für die Tiere)	29,7	1976, 1998 Umbau	TU+ Färsen, TS
RH-4	5000 ha	Milchkühe an zwei Standorten, Mutterkühe, Muttersauen, Mastschweine, Milchziegen	Schwarzbunte, Rotbunte, wenig Fleckvieh x Schwarzbunte	564	insgesamt 50 (13 pro Tag am Standort)	35,1	Jungskühe: 1985, Kühe 1960ger	TU+ Färsen
RH-6	2700 ha	Milchkühe mit Nachzucht, Mutterkühe (Fleckvieh)	Schwarzbunte und Rotbunte	311	10 für die Milchproduktion und die Biogasanlage	36,4	1989, 1998 Umbau	keine
RH-7	2550 ha	Milchvieh	Holstein Friesian, 1 % Jersey	1414	85 (45 für die Milchproduktion)	35,3	1979 Inbetriebnahme	keine

Betrieb	Fläche	Betriebszweige	Rassen	Anzahl Kühe der AE	Anzahl Mitarbeiter	Milchleistung (l) Kuh/Tag HJ 2012/2	Baujahr des Stalls	Weidegang
RH-8	1700 ha	Milch, Bullenmast, Pflanzenproduktion	Holstein Friesian	649	28 (11 für die Tiere)	31,7	2011	keine
RH-9	2640 ha	Milchkühe an zwei Standorten, Zucht- und Mastschweine, Biogas, Marktfrucht	Holstein Friesian, wenige Rotbunte	536	23 (12 für die Tiere vor Ort)	28,9	60er Jahre, 1992–1993 umgebaut	TS ganztägig, VO stundenweise
RH-10	1800 ha	Milchkühe, Mutterkühe, Mutterschafe	Schwarzbunte, Einkreuzung von Rotbunten	602	15 für die Tiere	31,5	Produktionsstall: 1974, Anbau: 1975, 1994–1995 Umbau des Anbaus	TU+ Färsen

Tabelle 9: Betriebskennzahlen der Pilotbetriebe für das Halbjahr 2013/1

Betriebskennzahl Betrieb	Reproduktionsrate (6 Monate) (%)	Nutzungsdauer (Monate)	Mittlere Milchleistung pro melkende Kuh und Tag (l)	Mittlere MLP-Zellzahl (1000 Zellen/ml)	Mittlere MLP-Keimzahl (1000 KBE/ml)	Besamungsaufwand (BA) Kühe	Tragende Kühe aus Erstbesamungen (EBE) (%)	Zwischenkalbezeit (ZKZ) (Tage)
RH-1	23,7	26,4	27,5	172,7	11,5	2,2	25,9	405,0
RH-2	14,4	33,6	33,4	196,0	12,5	2,0	39,2	406,0
RH-3	18,2	33,6	28,9	157,0	11,6	2,5	30,0	384,0
RH-4	18,2	33,6	34,7	151,2	10,2	2,1	29,2	409,0
RH-6	13,3	36,0	36,1	161,5	10,0	3,1	34,1	400,0
RH-7	21,3	30,0	36,3	171,2	10,0	2,2	26,6	387,0
RH-8	11,2	30,0	33,1	208,7	11,0	2,5	24,8	405,0
RH-9	15,6	38,4	28,7	225,7	23,3	2,5	22,0	448,0
RH-10	19,4	32,4	33,3	172,8	11,3	2,5	17,5	405,0
Mittelwert	17,3	32,7	32,4	179,6	12,4	2,4	27,7	405,4
Standardabweichung	3,8	3,3	3,1	23,7	4,0	0,3	6,1	17,2

3.2 Erhebungen im Betrieb

Die Datenerhebung erstreckte sich auf den Zeitraum vom 12. Juni bis zum 18. Juli 2013.

Am Tag des Bestandsbesuchs fand zunächst eine Betriebsbegehung statt. Dabei begutachteten die Untersucher alle zugänglichen Stallabteile und sonstigen Aufenthaltsbereiche der Tiere. Es wurde eine Skizze des Grundrisses der jeweiligen Betriebsgebäude mit den verschiedenen Stallabteilen und sonstigen Bereichen angefertigt, auf der anschließend die dort untergebrachten Tiergruppen mit der jeweiligen Anzahl Tiere eingetragen wurden. Mit Zustimmung der Herdenmanager bzw. der Herdenmanagerinnen wurden die Haltungsbedingungen fotografisch dokumentiert.

3.2.1 Umweltbezogene Indikatoren

3.2.1.1 Tiergerechtheitsindex-200/1994

Die Beurteilung der Haltungsumwelt und des Managements erfolgte mit Hilfe des TGI-200/1994 nach Sundrum et al. (1994) in einer modifizierten Form. Die Modifikation besteht darin, dass der TGI nicht für einen gesamten Betrieb erhoben wird, sondern für jede Haltungsgruppe eines Betriebes gesondert. Unter dem Begriff „Haltungsgruppe“ wird hier eine Gruppe von Kühen im selben Stallabteil verstanden, während der Begriff „Leistungsgruppe“ eine Gruppe von Kühen mit ähnlichem Laktationsstadium bzw. ähnlicher Milchleistung bezeichnet. Eine Leistungsgruppe kann demnach mehrere Haltungsgruppen beinhalten. Ausgehend von der Annahme, dass die Haltungsbedingungen für Kühe verschiedener Leistungsgruppen in den kleinbäuerlichen Betrieben Westdeutschlands gleich sind, sieht der TGI-200/1994 nur eine einzige Maßzahl pro Betrieb vor. Die Struktur der Großbetriebe in Ostdeutschland mit unterschiedlichen Haltungsbedingungen für Kühe verschiedener Leistungs- bzw. Haltungsgruppen lässt jedoch nicht zu, dass die Haltungsbedingungen in einem einzigen TGI ausgedrückt werden, sondern erfordert eine separate Erhebung der Haltungsbedingungen für die verschiedenen Haltungsgruppen und somit die Ermittlung eines TGI für jede Haltungsgruppe.

Pro Betrieb wurde je eine Haltungsgruppe der Leistungsgruppen Frischmelker (FM) und Hochleistung (HL) zur Datenerhebung herangezogen. Sie waren in jedem Betrieb vorhanden und für die Erhebungen zugänglich. Sie werden im Folgenden als Fokusgruppen bezeichnet. Waren mehrere Haltungsgruppen der FM bzw. HL vorhanden, wurde diejenige mit der größten Gruppenstärke und bei gleichen Gruppenstärken diejenige mit der höchsten Milchleistung ausgewählt.

Zur Ermittlung des TGI wurden die Erhebungsprotokolle nach Andersson et al. (1994) verwendet. Die erhaltenen Messwerte wurden in vorbereitete Excel-Datenblätter eingetragen, in denen bereits Formeln zur Berechnung von Flächen hinterlegt waren (Tabelle 47).

Die aktuellen Gruppenstärken wurden sowohl erfragt als auch in allen bewerteten Gruppen überprüft. Die relevanten Maße der Stallabteile wurden mit einem Laser-Entfernungsmessgerät (DLE 50 Professional, Firma Bosch) und einem Zollstock ermittelt. Die Liegeboxenabmessungen wurden bei jeweils ein bis zwei wandständigen und ein bis zwei gegenständigen Liegeboxen (sofern vorhanden) pro Haltungsgruppe erfasst. Die Messung der Diagonallänge und der Widerristhöhe der Tiere erfolgte an ein bis zwei eher größeren Tieren der jeweiligen Gruppe.

Zur Messung der Lichtintensität im Stall wurde das VOLTCRAFT® BL-10 L Lux-Meter verwendet. Die Lichtintensität wurde jeweils auf Kopfhöhe der Tiere an einer hellen und einer dunklen Stelle im Stallabteil, meist am Futtertisch und in der Mitte der gegenständigen Liegeboxen oder im Kopfraum der wandständigen Liegeboxen, gemessen.

Qualitative Kriterien, wie zum Beispiel die Weichheit der Liegefläche, die Rutschfestigkeit der Laufflächen und das Aufsteh- und Abliegeverhalten, wurden den Erläuterungen der Erhebungsbögen zum TGI 200/1994 entsprechend beurteilt. Gemäß der Verfahrensvorschrift fanden Bewertungen bzw. Messungen immer an der für die Tiere ungünstigsten Stelle des Stallabteils statt. Die Rohmaße beziehungsweise die qualitative Ausprägung der entsprechenden Merkmale wurden manuell dokumentiert. In Tabelle 10 sind die verschiedenen Einflussbereiche und die jeweiligen Bewertungskriterien für den TGI 200/1994 aufgeführt.

Tabelle 10: Einflussbereiche und Bewertungskriterien des TGI 200/1994 (Sundrum et al., 1994)

Einflussbereich TGI 200/1994 für Rinder	Bewertungskriterien
Bewegungsverhalten	Bewegungsfläche im Stallsystem (m ² /GVE) Abliege- und Aufstehvorgang Standmaße und Begrenzungen ¹ Spiel in der Anbindung ¹ Trittsicherheit der Stand- und Bewegungsfläche Nutzungsdauer Auslauf ² Nutzungsdauer Weide
Nahrungsaufnahmeverhalten	Trogbodenhöhe Spiel in der Anbindung horizontal (cm)/Trogbodenhöhe (cm) ¹ Fressplatzbreite Tier-Fressplatz-Verhältnis Tränken (Schalen- oder Trogränken) Futtervorlage Nutzungsdauer Weide
Sozialverhalten	Bewegungsfläche im Stallsystem (m ² /GVE) Strukturierung des Haltungssystems Herdenstruktur Trittsicherheit der Bewegungsflächen Nutzungsdauer Auslauf ² Nutzungsdauer Weide

¹Erhebungsbogen für Einflussbereich 1 (Bewegungsverhalten) des TGI 200/1994 für Rindern nach Andersson, R., G. Postler, H. Schneider, A. Striezel, und A. Sundrum. 1994. Tiergerechtheitsindex für Rinder. in Tiergerechtheitsindex - 200 1994 Ein Leitfaden zur Beurteilung von Haltungssystemen. Köllen Druck+Verlag GmbH, Bonn, 211 Seiten.: gilt nur für Anbindehaltung

²Erläuterungen zum Einflussbereich 6 (Hygiene) des TGI 200/1994 für Rinder nach Andersson, R., G. Postler, H. Schneider, A. Striezel, und A. Sundrum. 1994. Tiergerechtheitsindex für Rinder. in Tiergerechtheitsindex - 200 1994 Ein Leitfaden zur Beurteilung von Haltungssystemen. Köllen Druck+Verlag GmbH, Bonn, 211 Seiten.: „Als Auslauf gilt eine vom Stall getrennte Bewegungsfläche nur dann, wenn sie mindestens 5 m²/GVE groß ist und mindestens 2 h täglich zur Verfügung steht, oder mindestens 3 m²/GVE groß ist und ständig zur Verfügung steht. Als „ständig zugänglich“ gilt ein Auslauf, wenn er mindestens unter Berücksichtigung der Witterungsverhältnisse tagsüber zur Verfügung steht.“

Einflussbereich TGI 200/1994 für Rinder	Bewertungskriterien
Ruheverhalten	Größe der Liegefläche (m ² /GVE) Einstreumaterial/Bodenbelag Sauberkeit der Liegefläche Trittsicherheit der Liegefläche Abliege- und Aufstehvorgang Nutzungsdauer Weide
Komfortverhalten	Scheuereinrichtungen Bewegungsmöglichkeit für Komfortverhalten Zustand der Haut und des Haarkleides Nutzungsdauer Auslauf ² Nutzungsdauer Weide
Hygiene	Haltungssystem in Bezug auf das Stallklima Stallgeruch Zustand der Liegefläche Tageslicht im Stall Nutzungsdauer Auslauf ² Nutzungsdauer Weide
Betreuung	Funktionsfähigkeit und technischer Zustand der Stalleinrichtung Sauberkeit der Tränken und Futterbehälter Zustand der Klauen Unversehrtheit der Tiere Vorhandensein eines Abkalbestalls Stallbuchführung Sauberkeit des Auslaufs ²

Die einzelnen Ausprägungen der Bewertungskriterien sowie Einzelmaße, welche zusätzlich zu den in den Erhebungsbögen des TGI 200/1994 geforderten Daten erhoben wurden, können Tabelle 28 im Anhang entnommen werden.

Für die Ermittlung der TGI-Punktzahlen und der Einzelmaße/Einzelkriterien war ein erfahrener Untersucher verantwortlich. Ihm standen pro Bestandsbesuch bis zu zwei Studierende der Tiermedizin als Assistenten für Hand- und Spanndienste zur Verfügung.

Einzelmaße und Einzelkriterien

Die ermittelten Einzelmaße und Einzelkriterien wurden den Themenbereichen Gangbreiten und Durchgänge, Laufflächengestaltung, Fressplatzgestaltung, Liegeboxengestaltung und Stallklima zugeordnet. Abbildung 2 illustriert Einzelmaße und Einzelkriterien für den Themenbereich Gangbreiten und Durchgänge sowie Flächen. Die **Fressgangbreite** (a) ist die Breite des Ganges, welcher sich am Futtertisch befindet. Als **Laufgänge** werden alle weiteren Gänge parallel zum Fressgang bezeichnet. **Durchgänge** verbinden Fress- und Laufgänge. Die Durchgangsbreite ist die Breite des tatsächlich von den Tieren passierbaren Bereiches (c bis e), d.h. Tränken, Säulen oder andere Hindernisse müssen von der Durchgangsbreite abgezogen werden. Durchgänge gelten als ungeeignet, wenn sie weniger als 2,5 m breit sind. Der **Anteil ungeeigneter Durchgänge** beschreibt das Verhältnis ungeeigneter Durchgänge zur Anzahl aller Durchgänge. Die **Liegeflächen** (L) sind zum Abliegen der Tiere vorgesehene Bereiche. Sie können ein- oder mehrreihig angeordnet sein. Die **Verkehrsfläche** ist die Summe aller Flächen abzüglich der Liegeflächen.

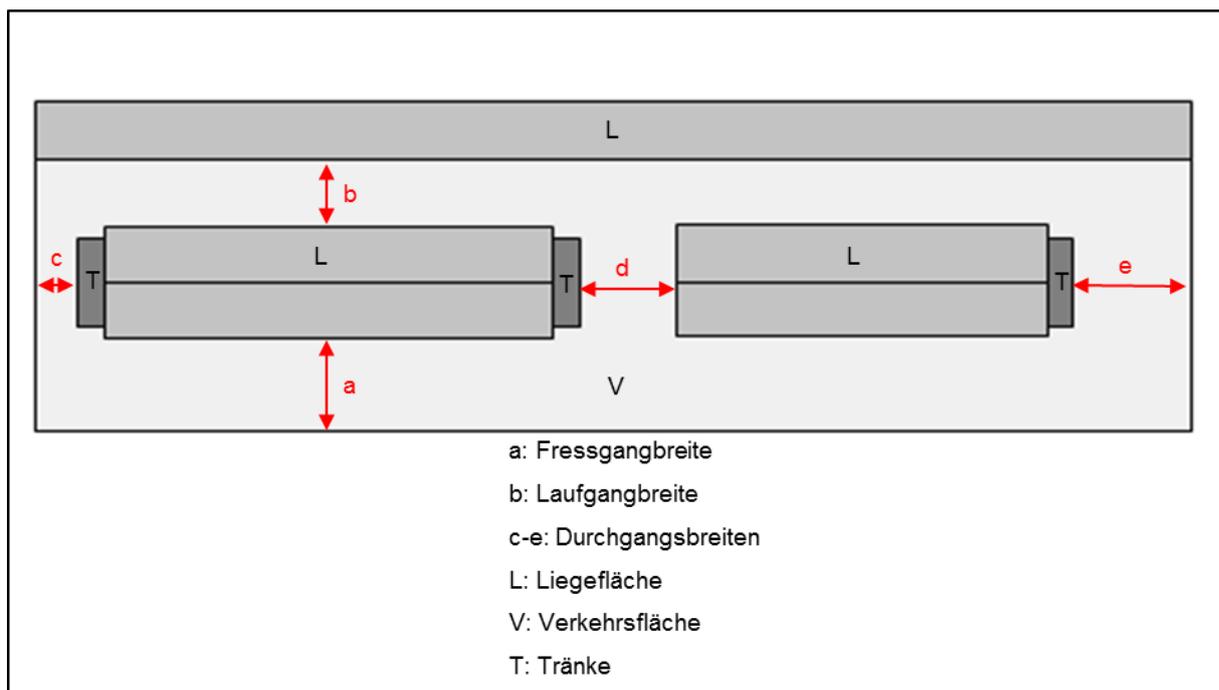


Abbildung 2: Grundriss eines Stallabteils. Gangbreiten und Durchgänge sowie Flächen am Beispiel eines Stallabteils mit drei Reihen Liegeboxen

Zur Berechnung von TGI-Teilpunktzahlen werden wiederum Flächen benötigt. Diese setzen sich gemäß den Erläuterungen zu den Erhebungsbögen des TGI200/1994 für Rinder wie folgt zusammen: In die **Bewegungsfläche** pro Tier für die Berechnung der TGI-Teilpunktzahl für den Einflussbereich 1 (Bewegungsverhalten) gehen die Verkehrsfläche und die Hälfte der Liegefläche ein. Sie wurde hier als „g_tgi_em_1 Bewegungsfläche in m² pro Tier“ bezeichnet. Die **Bewegungsfläche** für die Berechnung der TGI-Teilpunktzahl für den Einflussbereich 3

(Sozialverhalten) setzt sich aus der Verkehrsfläche und der Liegefläche zusammen und wird hier als „g_tgi_em_3Bewegungsfläche Lauf und Liegefläche in m² pro Tier“ bezeichnet. Die **Ruhefläche** für TGI-Teilpunktzahl für den Einflussbereich 4 (Ruheverhalten) beinhaltet nur die Liegefläche („g_tgi_em_4Ruhefläche in m² pro Tier“). Diese Variablen dienen lediglich als Berechnungsgrundlage für den TGI und sind daher nicht in Tabelle 28 aufgeführt.

In Abbildung 3 sind relevante Abmessungen am Fressplatz am Beispiel eines Fressplatzes mit einfacher Nackenbegrenzung dargestellt. Die **Trogbodenhöhe** ist der Höhenunterschied zwischen der Standfläche der Tiere auf dem Boden des Fressganges und der tiefsten Stelle des Futtertisches ohne Futterauflage. Die **Höhe der Krippenkante** ist die Strecke von der Standfläche bis zur Oberkante der den Tieren zugewandten durchgehenden Begrenzung des Futtertisches. Die **Höhe der Nackenbegrenzung** am Fressplatz wurde von der Standfläche senkrecht bis zur Unterkante der Nackenbegrenzung gemessen. Die Fressplatzdiagonale bezeichnet den schrägen Abstand zwischen der Oberkante der den Tieren zugewandten durchgehenden Begrenzung des Futtertisches und der Unterkante der Nackenbegrenzung am Fressplatz. Zusätzlich wurde das Fressplatz/Tier-Verhältnis folgendermaßen berechnet: $\text{Gesamtfressplatzbreite}/(0,85 \cdot \text{Gruppenstärke})$. Dies ist eine Modifizierung des im TGI 200/1994 beschriebenen Tier/Fressplatz-Verhältnisses. Dabei wurde die Anzahl der Fressfanggitter nicht berücksichtigt, weil nicht in allen Haltungsgruppen Fressfanggitter vorhanden waren bzw. in einigen Haltungsgruppen Kombinationen von Fressfanggittern und einer einfachen Nackenbegrenzung anzutreffen waren.

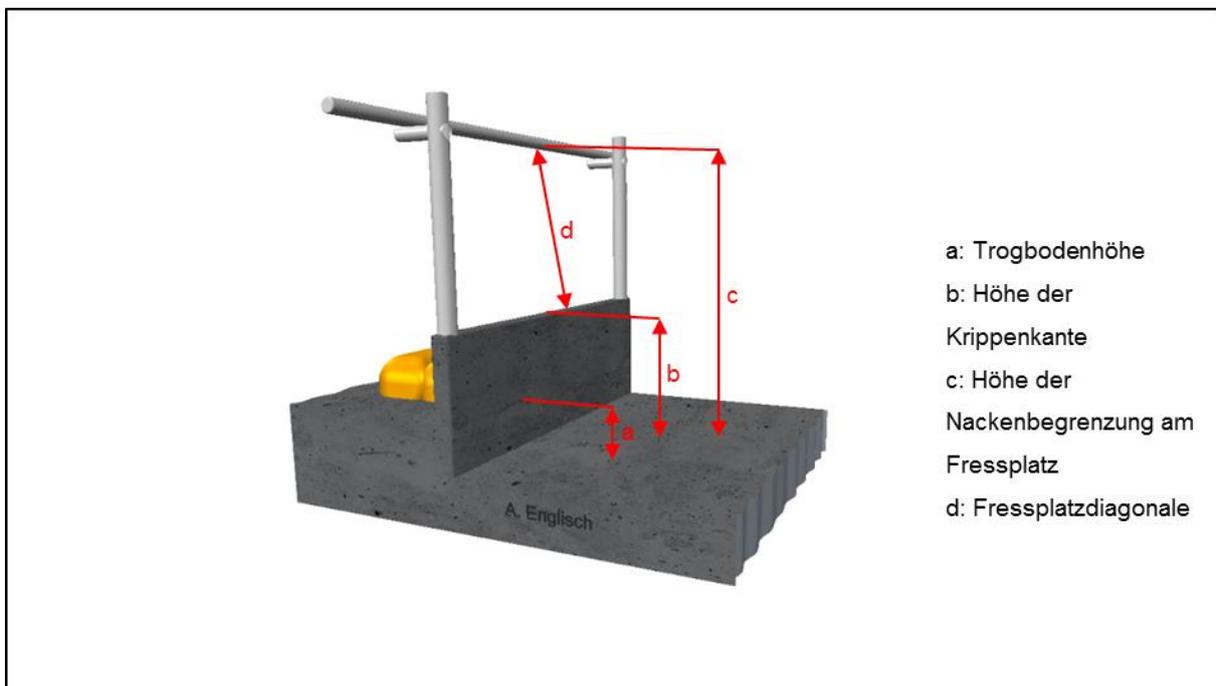


Abbildung 3: Abmessungen am Fressplatz am Beispiel eines Fressplatzes mit einfacher Nackenbegrenzung (Nackenrohr)

Abbildung 4 zeigt eine Auswahl an Körpermaßen von Kühen, welche für die Beurteilung der Liegeboxenabmessungen relevant sind. Die Widerristhöhe ist das Lot vom Widerrist bis zur Standfläche. Die schräge Rumpflänge ist die Gerade zwischen Buggelenk und Sitzbeinhöcker auf derselben Körperseite.

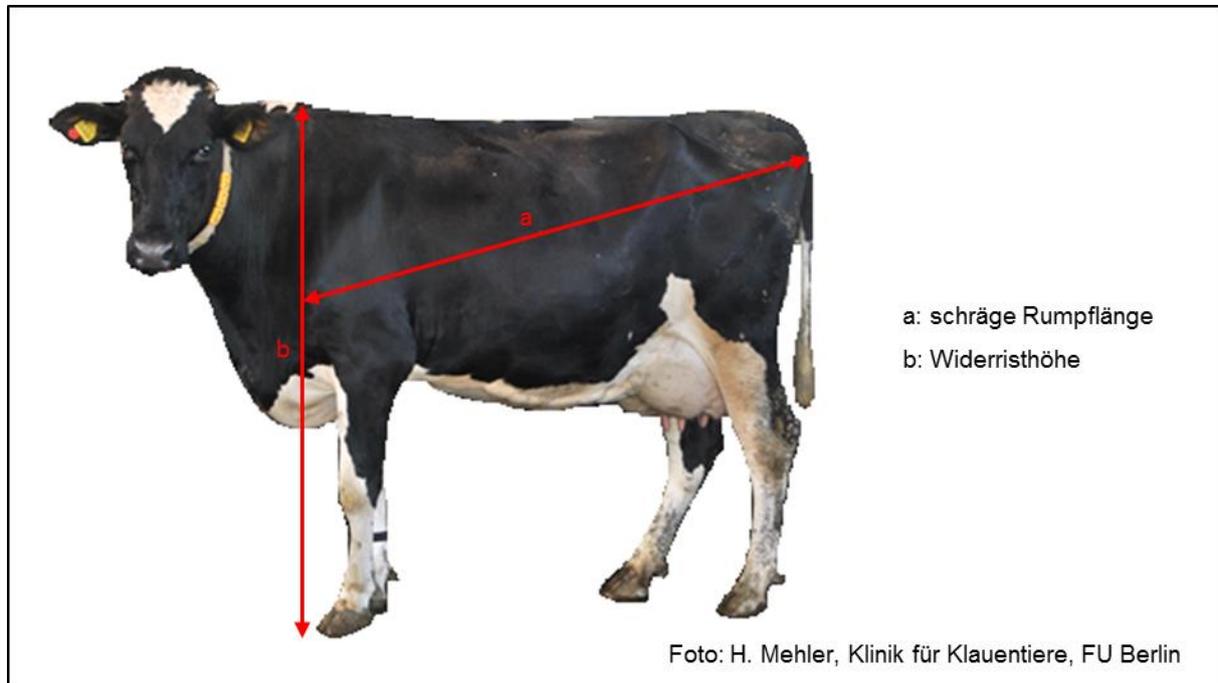


Abbildung 4: Körpermaße einer Kuh mit Relevanz für die Beurteilung der Liegeboxenabmessungen (Auswahl)

Relevante Liegeboxenabmessungen am Beispiel einer wandständigen Liegebox sind in Abbildung 5 dargestellt. Die **Liegeboxenlänge** ist die Strecke von der Kotkante bis zum äußeren Ende des Kopfraumes. Die Distanz zwischen Kotkante und Bugschwelle stellt die tatsächlich vom Tier nutzbare Liegefläche dar und wurde bei Tiefboxen von der Innenseite der hinteren Aufkantung der Liegefläche bis zur Bugschwelle gemessen. Waren bei Hochboxen Gummimatten vorhanden jedoch keine Bugschwelle, wurde die Länge der Gummimatten verwendet. Der **Kopfraum** ist der Abstand zwischen dem äußeren Ende des Kopfraumes und der Bugschwelle beziehungsweise der Liegematte. Die **Liegeboxenbreite** wurde als der Abstand der Innenseiten der Seitenbegrenzungen der Liegebox gemessen. Die **Höhe der Nackenbegrenzung** der Liegebox ist das Lot zwischen der unteren Seite der Nackenbegrenzung und der Liegefläche inklusive Liegematte und/oder Einstreu. Für den **horizontalen Abstand zwischen Kotkante und Nackenbegrenzung** wurde zunächst ein Lot von der hinteren Seite der Nackenbegrenzung der Liegebox bis zur Standfläche gefällt und anschließend der Abstand bis zur Kotkante gemessen. Misst man die Strecke zwischen der Unterseite der Nackenbegrenzung der Liegebox bis zur Kotkante, erhält man die **Liegeboxendiagonale**.

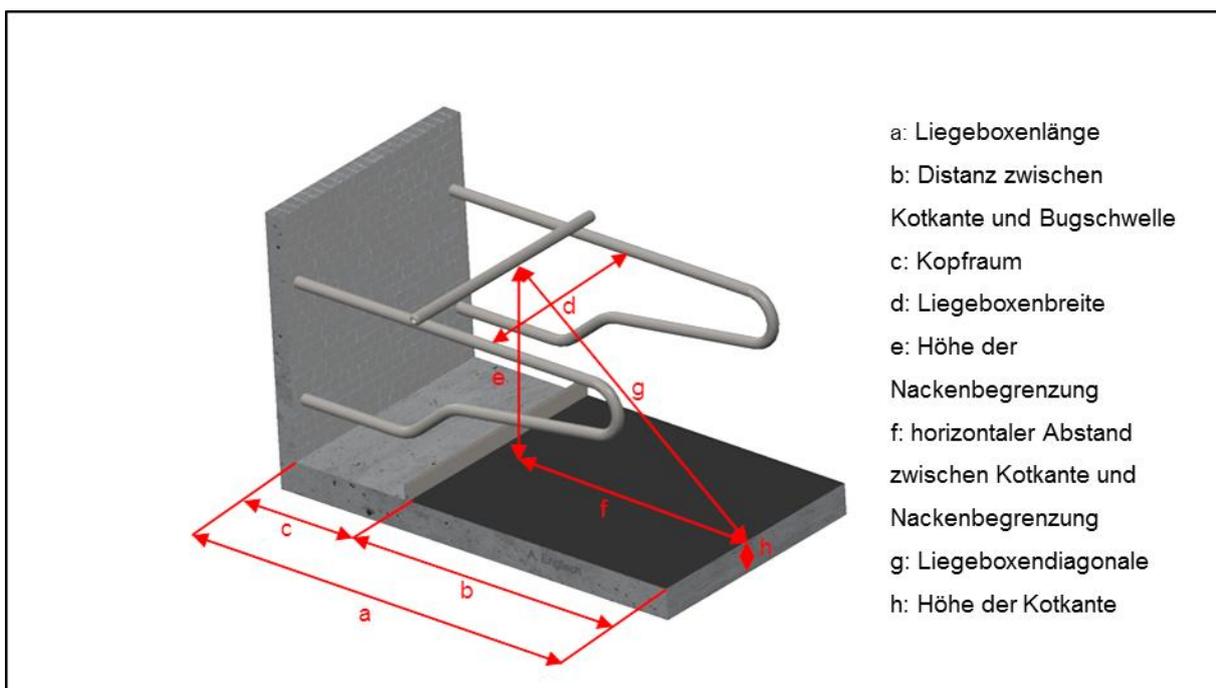


Abbildung 5: Liegeboxenabmessungen am Beispiel einer wandständigen Hochbox

3.2.1.2 Fragebogen

Der Fragebogen war in den größeren Projektrahmen „Erarbeitung und Erprobung einer Methodik zur Analyse und Bewertung der Tierhygiene, des Tierwohls und der Tiergesundheit“ eingebunden und sollte dazu dienen, den Untersuchern die erforderlichen Hintergrundinformationen über Betriebsführung, Management (einschließlich Präventionsmaßnahmen) und Herausforderungen in Bezug auf Tiergerechtigkeit und Tierwohl zu liefern.

Die Befragung fand im Rahmen eines persönlichen Gesprächs mit dem Betriebsleiter bzw. der Betriebsleiterin oder mit dem Herdenmanager bzw. der Herdenmanagerin am Besuchstag statt und nahm etwa eine Stunde in Anspruch. Sie umfasste den Betriebsspiegel sowie Angaben zum Management der Bereiche Klauengesundheit, Gruppenstruktur, Reinigung/Stalleinrichtungen, Abkalbe-/Krankenbucht, Fütterung, Ressourcen, Melken, Milchproben zur BU, Brunsterkennung, Besamung, TU, Aborte, Puerperium und Gesundheitsstatus der Herde. In der vorliegenden Arbeit wurden nur ausgewählte Aspekte dieses Fragebogens mit Relevanz für die bearbeitete Thematik berücksichtigt. Der Fragebogen befindet sich im Anhang (Tabelle 48).

3.2.2 Bewegungsanalyse

Die Bewegung der Kühe wurde nach dem von Sprecher et al. (1997) vorgeschlagenen und wenig modifizierten System bonitiert. Demnach werden die in Tabelle 11 aufgeführten Kriterien herangezogen, um eine Kuh als frei von Lahmheit einzustufen oder ihr eine Lahmheit unterschiedlichen Schweregrades zuzuordnen. Die Modifikation bestand darin, dass die Bewegungsnote 2 nicht nur bei Tieren mit gekrümmtem Rücken im Gehen ohne Gangveränderung vergeben wurde, sondern auch bei vorsichtigem Gang ohne erkennbare Schonung von Gliedmaßen, wenn der Rücken nur im Gehen gekrümmt war, jedoch nicht im Stehen.

Die Bewegungsanalyse wurde ausschließlich von der Autorin dieser Dissertation durchgeführt und war zuvor an Tieren eines nicht an der Studie beteiligten Betriebes unter professioneller Anleitung erlernt worden.

Tabelle 11: Kriterien für die Vergabe von Bewegungsnoten nach dem Bewertungssystem von Sprecher et al. (1997)

Bewegungsnote	In Worten	Kriterium
1	normal	Rücken beim Stehen und Gehen gerade, keine Gangveränderung
2	leicht lahm	Rücken im Stehen gerade, Rücken beim Gehen gekrümmt, keine Gangveränderung (modifiziert: vorsichtiger Gang)
3	mäßig lahm	Rücken beim Stehen und Gehen gekrümmt, verkürzte Schrittlänge einer oder mehrerer Gliedmaßen
4	lahm	Rücken beim Stehen und beim Gehen gekrümmt, vorsichtiger Gang, Bevorzugung einer oder mehrerer Gliedmaßen
5	schwer lahm	Rücken beim Stehen und beim Gehen gekrümmt, Unfähigkeit oder extreme Unwilligkeit, eine oder mehrerer Gliedmaßen zu belasten

Stichprobengröße und Probandenauswahl

Tiere der Laktationsstadien Frischmelker und Hochleistung wurden in die Lahmheitsbewertung einbezogen. Dazu wurden Tiere aus jeweils zwei Haltungsgruppen (eine Frischmelkergruppe (FM) und eine Hochleistungsgruppe (HL)) pro Betrieb beurteilt. Diese Gruppen werden im Folgenden als Fokusgruppen bezeichnet.

Die Stichprobengröße für die Fokusgruppen wurde mit Hilfe folgender Formeln ermittelt:

$$n = n_0 / (1 + n_0 / N)$$

$$n_0 = (z^2 \cdot p \cdot (1 - p)) / e^2$$

n =	Stichprobenumfang
N =	Gruppengröße
Parameter zur Berechnung von n_0 :	
CI = 95 %	Konfidenzintervall
$\alpha = 5 %$	Signifikanzniveau $\rightarrow z = 1,96$
$p = 50 %$	erwartete Prävalenz des zu untersuchenden Merkmals
$e = 0,1$	Schätzfehler

Zur Berechnung der Stichprobengröße wurde eine Lahmheitsprävalenz von $p = 50 %$ angenommen. Um den zeitlichen Aufwand zur Erfassung möglichst gering zu halten, wurde der Schätzfehler auf $e = 0,1$ bei einem Konfidenzintervall von $CI = 95 %$ und einem Signifikanzniveau von $\alpha = 5 %$ festgesetzt.

Die Gruppengröße war aufgrund der häufigen Neuordnung der Gruppen erst am Besuchstag bekannt. Deshalb wurde die Berechnung bereits im Voraus für alle möglichen Gruppengrößen durchgeführt und die Tabelle zum Bestandsbesuch mitgeführt. Der Stichprobenumfang ließ sich der vorgefertigten Tabelle für jede ausgewählte Gruppe entnehmen.

Die Bewegungsanalyse fand in den Haltungsgruppen statt. Die Tiere wurden im Stehen und im Gehen von der linken und rechten Körperseite sowie von hinten betrachtet. Eine zufällige Auswahl der zu beurteilenden Tiere wurde durch Abzählen der gehenden, stehenden und liegenden Tiere gewährleistet. Liegende Tiere wurden aufgetrieben und weglaufende Tiere verfolgt.

3.3 Datenauswertung

Im Hinblick auf die Datenauswertung war folgende hierarchische Datenstruktur zu berücksichtigen:

- Betriebsebene (b): $n = 9$
- Haltungsgruppenebene (g): $n = 18$
(pro Betrieb je eine Fokusgruppe der Laktationsstadien FM und HL)
- Einzeltierebene (t): $n = 605$
(Tiere der Fokusgruppen)

Die Hierarchiestufen der einzelnen Variablen sind in Tabelle 28 jeweils am Beginn des Variablennamens ersichtlich.

3.3.1 Deskriptive Datenauswertung und Generierung weiterer Variablen

Die deskriptive Statistik wurde mit Hilfe der Statistikprogramme IBM SPSS Statistics 20, JMP® Pro 11.0.0 (SAS Institute Inc) und Excel 2010 (Microsoft Corporation, Redmond, USA) durchgeführt.

Umweltbezogene Kriterien

Mit Hilfe von Excel wurde eine Datenmaske zur automatischen Berechnung der für den TGI 200/1994 erforderlichen Größen aus den Einzeldaten programmiert. Anschließend erfolgte die Punktevergabe anhand der im Bewertungsbogen vorgegebenen Einstufungen. Für Kriterien, die sich nicht auf Berechnungen stützen, war die Punktevergabe bereits im Stall erfolgt. Zur Darstellung der Teil- und Gesamtergebnisse wurden die erreichten Punktzahlen in Prozent der maximal erreichbaren Punktzahl umgerechnet. Dabei wurde von der Maximalpunktzahl 201 Punkte für Laufstallhaltung mit Auslauf und Weide als 100 % ausgegangen. Die erreichbaren Maximalpunktzahlen für die sieben Einflussbereiche sind Tabelle 3 zu entnehmen.

Weiterhin wurden Abmessungen und Bewertungen, welche zur Berechnung des TGI erforderlich waren sowie weitere Abmessungen als Einzelkriterien verwendet.

Die deskriptive Statistik umfasst Mittelwert und Standardabweichung, die Quartile sowie Minimum und Maximum des prozentualen Anteils der TGI-Gesamtpunktzahlen und der Punktzahlen der einzelnen Einflussbereiche und der Einzelkriterien/Einzelmaße.

Die für Lahmheit relevanten Antworten des Fragebogens wurden einer Häufigkeitsanalyse unterzogen.

Lahmheitsprävalenz

Die Verteilung der Häufigkeiten der Bewegungsnoten wurde über alle untersuchten Tiere und für die einzelnen Fokusgruppen dargestellt. Für die Ermittlung der Lahmheitsprävalenz wurden alle Kühe mit der Bewegungsnote 3, 4 und 5 zusammengefasst und ins Verhältnis zur Anzahl untersuchter Kühe gesetzt.

3.3.2 Analytische Datenauswertung

Die analytische Datenauswertung fand unter der Anleitung von Professor Marcus G. Doherr (Freie Universität, Fachbereich Veterinärmedizin, Institut für Veterinär-Epidemiologie und Biometrie) statt. Er realisierte diejenigen Analyseschritte, für die die Statistik Software STATA 13 (Stata Corporation, Texas, USA) verwendet wurde.

Ziel der statistischen Analyse war es, aus der Vielzahl der erhobenen Merkmale diejenigen zu ermitteln, welche einen Zusammenhang mit Lahmheit aufweisen, und diese somit als Risikoindikatoren für Lahmheit zu identifizieren.

Die Größe des Datensatzes erforderte eine systematische Verringerung der Variablenanzahl auf circa vier bis sieben Variablen, um die Anwendung eines gemischten logistischen Regressionsmodells zu ermöglichen.

Zur besseren Übersicht wurden die 119 Variablen in folgende Bereiche eingeteilt:

- TGI-Punktzahlen (49 Variablen)
- Einzelmaße/Einzelkriterien (40 Variablen)
- Variablen, welche dem Fragebogen entstammen (30 Variablen)

Durch Dichotomisierung der Bewegungsnoten wurde die Kriteriumsvariable „lahm/nicht lahm“ erstellt, wobei - wie bereits oben erwähnt - Tiere mit den Bewegungsnoten 1 oder 2 als "nicht lahm" und Tiere mit den Bewegungsnoten 3, 4 oder 5 als "lahm" eingestuft wurden.

Die Variablen Betriebs-ID, Gruppen-ID und Tier-ID wurden als zufällige Effekte im gemischten Modell berücksichtigt, um die hierarchische Datenstruktur abzubilden. Die übrigen Variablen galten als potentielle feste Effekte für das Modell. Jeder Prädiktorvariable wurde ihre Hierarchiestufe zugewiesen: Tierebene (t), Gruppenebene (g) oder Betriebsebene (b). Die Auswahl der Variablen für die Modellierung ist im Einzelnen in Tabelle 28 im Anhang dargestellt.

3.3.2.1 Reduzierung des Datensatzes

Die Reduzierung der Variablenanzahl wurde anhand folgender Kriterien vorgenommen:

1. niederfrequente Kategorien
2. spärliche Datenlage
3. biologisch-wissenschaftliche Bedeutung in Bezug auf die Fragestellung
4. Korrelationen zwischen den Variablen

Merkmale mit nur einer bzw. einer geringen Anzahl von Ausprägungen (niederfrequenten Kategorien) sind nicht für die analytische Datenauswertung geeignet. Das Ausschlusskriterium „spärliche Daten“ umfasst Variablen mit unvollständigem Datensatz. Die Auswahl von Variablen für das Modell hinsichtlich der biologisch-wissenschaftlichen Bedeutung in Bezug auf die Fragestellung erfolgte anhand der in der Literatur beschriebenen Relevanz jeder erfassten Variablen als potentieller Risikofaktor für Lahmheit. Für die Anwendung eines gemischten logistischen Regressionsmodells ist die Unabhängigkeit der Prädiktorvariablen Voraussetzung. Zwecks eines groben Screenings wurden daher alle verbliebenen Variablen mittels Spearman-Rangkorrelationskoeffizienten (mit Hilfe der Software JMP® Pro 11.0.0 (SAS Institute Inc)) gegeneinander getestet und Variablen ausgeschlossen, bis keine starken Korrelationen unter den Variablen mehr vorhanden waren. Als Grenze hierfür wurde ein Rangkorrelationskoeffizient (Spearman's Rho) außerhalb des Bereiches von -0,50 bis 0,51 festgesetzt.

3.3.2.2 Univariable Modelle

Alle weiteren Schritte der statistischen Datenauswertung fanden unter Verwendung der Statistik Software STATA 13 (Stata Corporation, Texas, USA) statt.

Mit Hilfe der vorangehenden Schritte konnten konzeptionelle Kandidatenvariablen aus dem ursprünglichen Datensatz extrahiert werden. Unter Berücksichtigung der hierarchischen Datenstruktur wurden für alle Kandidatenvariablen univariable Modelle (three-level nested models – dreistufig geschachtelte Modelle) berechnet.

Da anzunehmen war, dass bei einigen Variablen nicht lineare Zusammenhänge mit dem Auftreten von Lahmheit bestehen, wurden intervallskalierte Variablen sowohl kategorisiert als auch als kontinuierliche Variablen in den univariablen Modellen verwendet. Die Klassengrenzen entsprechen jeweils den Quartilsgrenzen der Variablenausprägungen. Nach Rangierung des Akaike-Informationskriteriums (AIC) und des Bayesianischen Informationskriteriums (BIC) wurde jeweils das Modell ausgesucht, welches die niedrigsten Werte hatte (best-fit-model).

Für die Modellierung wurden anschließend bei drei Variablen Kategorien mit vergleichbaren Effekten zusammengelegt, um bestehende Unterschiede von einzelnen Kategorien (verglichen mit allen anderen) besser heraus zu arbeiten. Die Zusatzbezeichnung am Ende der Variablennamen entspricht der Anzahl der neuen Kategorien:

- g_tgi_4_Einstreu Ruheverhalten_c2:
 - 1 (Gummimatten) = 1 (Gummi hart oder PVC) +3 (Gummi weich)
 - 7 (Tiefstreu) = 7 (Stroh > 6 cm oder Schüttung > 10 cm)

- g_tgi_6_Zustand der Liegeflächen Hygiene_c3:
 - 2 (mittel) = 2 (mittel)
 - 3 (mäßig) = 3 (mäßig)
 - 4 (gut) = 4 (gut) + 5 (geringgradig vermindert)
- g_tgi_em_Beschaffenheit der Laufflächen_c4:
 - 1 (Vollspalten Beton) = 1 (Vollspalten Beton)
 - 2 (Teilspalten Beton oder planbefestigt Beton/Asphalt) = 2 (Teilspalten Beton) + 3 (planbefestigt Beton/Asphalt)
 - 5 (planbefestigt Gummi oder planbefestigt Gummi und Teilspalten Gummi) = 5 (planbefestigt Gummi) + 7 (planbefestigt Gummi und Teilspalten Gummi)
 - 6 (Vollspalten Beton und Gummi) = 6 (Vollspalten Beton und Gummi)

Weiterhin wurde eine neue Variable definiert, welche sich aus den vorhandenen Kombinationen der Beschaffenheit der Laufflächen und der Verkehrsflächenkategorie ergibt. Diese neue Variable wurde als g_tgi_em_Verkehrsfläche pro Tier und Beschaffenheit der Laufflächen_c4 (g_tgi_em_vft_a_bo_c4) bezeichnet und univariabel gegen Lahmheit getestet. Die Einteilung der Kategorien erfolgte folgendermaßen:

- Kategorie 1: wenig Verkehrsfläche (2,12–3,21 m²/Tier) und harter Boden (Vollspalten Beton oder Teilspalten Beton oder planbefestigt Beton/Asphalt)
- Kategorie 2: wenig Verkehrsfläche (2,12–3,21 m²/Tier) und weicher Boden (planbefestigt Gummi oder planbefestigt Gummi und Teilspalten Gummi oder Vollspalten Beton und Gummi)
- Kategorie 3: viel Verkehrsfläche (4,08–6,90 m²/Tier) und harter Boden (Vollspalten Beton oder Teilspalten Beton oder planbefestigt Beton/Asphalt)
- Kategorie 4: viel Verkehrsfläche (4,08–6,90 m²/Tier) und weicher Boden (planbefestigt Gummi oder planbefestigt Gummi und Teilspalten Gummi oder Vollspalten Beton und Gummi)

3.3.2.3 Multivariable Modelle

Die beiden multivariablen logistischen Regressionsmodelle entsprechen in ihrem hierarchischen Aufbau den univariablen Modellen (three-level-nested models). Alle konzeptionellen Kandidatenvariablen wurden hierbei berücksichtigt. Einfachinteraktionen wurden anschließend versuchsweise angesehen. Im zweiten multivariablen logistischen Regressionsmodell wurden die Variablen g_tgi_em_Verkehrsfläche pro Tier und g_tgi_em_Beschaffenheit der Laufflächen_c4 durch die kombinierte Variable g_tgi_em_Verkehrsfläche pro Tier und Beschaffenheit der Laufflächen_c4 ersetzt.

4 Ergebnisse

4.1 Deskriptive Datenauswertung auf Gruppenebene

4.1.1 Umweltbezogene Indikatoren

4.1.1.1 Tiergerechtheitsindex 200/1994

TGI-Punktzahlen

TGI-Gesamtpunktzahl

Die TGI-Gesamtpunktzahl betrug im Median 103,5 Punkte (Mittelwert $101,3 \pm 15,26$ Punkte) mit einer Spannweite von 73 bis 129 Punkten. Die TGI-Gesamtpunktzahlen der Fokusgruppen sind in Abbildung 6 dargestellt. Die FM-Gruppe des Betriebes RH-1 erzielte 75 Punkte und die HL-Gruppe 73 Punkte. 106 (FM) und 116 (HL) Punkte erhielten die Fokusgruppen von RH-2. Die höchste TGI-Gesamtpunktzahl erreichte die FM-Gruppe des Betriebes RH-3 mit 129 Punkten, während die HL-Gruppe mit 108 Punkten bewertet wurde. Die Fokusgruppen des Betriebes RH-4 erhielten 93 (FM) und 106 (HL) Punkte. Im Betrieb RH-6 wurden 110 (FM) und 109 (HL) Punkte vergeben. Die FM-Gruppe von RH-7 erzielte 93 Punkte und die HL-Gruppe 87 Punkte. RH-8 erreichte 119 Punkte in der FM-Gruppe und 123 Punkte in der HL-Gruppe. Die FM-Gruppe des Betriebes RH-9 erhielt 101 Punkte und die HL-Gruppe 85 Punkte. Die FM-Gruppe des Betriebes RH-10 wurde mit 98 Punkten und die HL-Gruppe mit 92 Punkten bewertet. In keiner der bewerteten Gruppen wurde der in reiner Laufstallhaltung maximal mögliche Wert von 152 erreicht. Die maximal erreichbare Punktzahl für die Rinderhaltung mit Auslauf und Weide beträgt 201 Punkte.

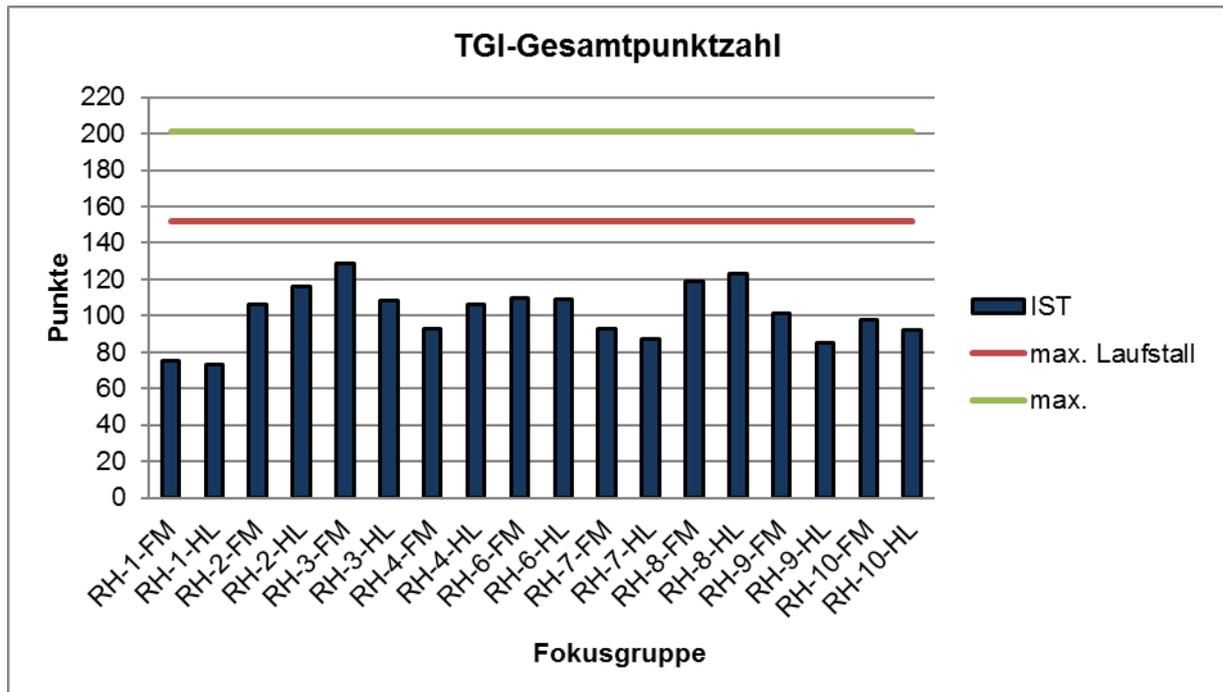


Abbildung 6: TGI-Gesamtpunktzahlen der 18 Fokusgruppen (FM und HL) aus 9 Betrieben (RH-1 bis RH-10). Erreichte Punktzahl im Vergleich zur maximal erreichbaren Punktzahl für die reine Laufstallhaltung (152 Punkte) und die maximal erreichbare Punktzahl für Laufstallhaltung mit Auslauf und Weide (201 Punkte)

Punktzahlen der TGI-Einflussbereiche

Die Spinnennetzdiagramme der Abbildungen 7 und 8 zeigen den prozentualen Anteil der jeweils erzielten Punkte bezogen auf die maximal erreichbare Anzahl Punkte für den betreffenden Einflussbereich des TGI 200/1994 für die Rinderhaltung mit Auslauf und Weide. Die Darstellung erfolgte zur besseren Übersicht getrennt nach Fokusgruppen (FM und HL). Die einzelnen Betriebe sind durch unterschiedliche Farben gekennzeichnet. Die für die jeweiligen Kriterien der sieben Einflussbereiche erreichten Punktzahlen sind den Tabellen 29 bis 35 im Anhang zu entnehmen.

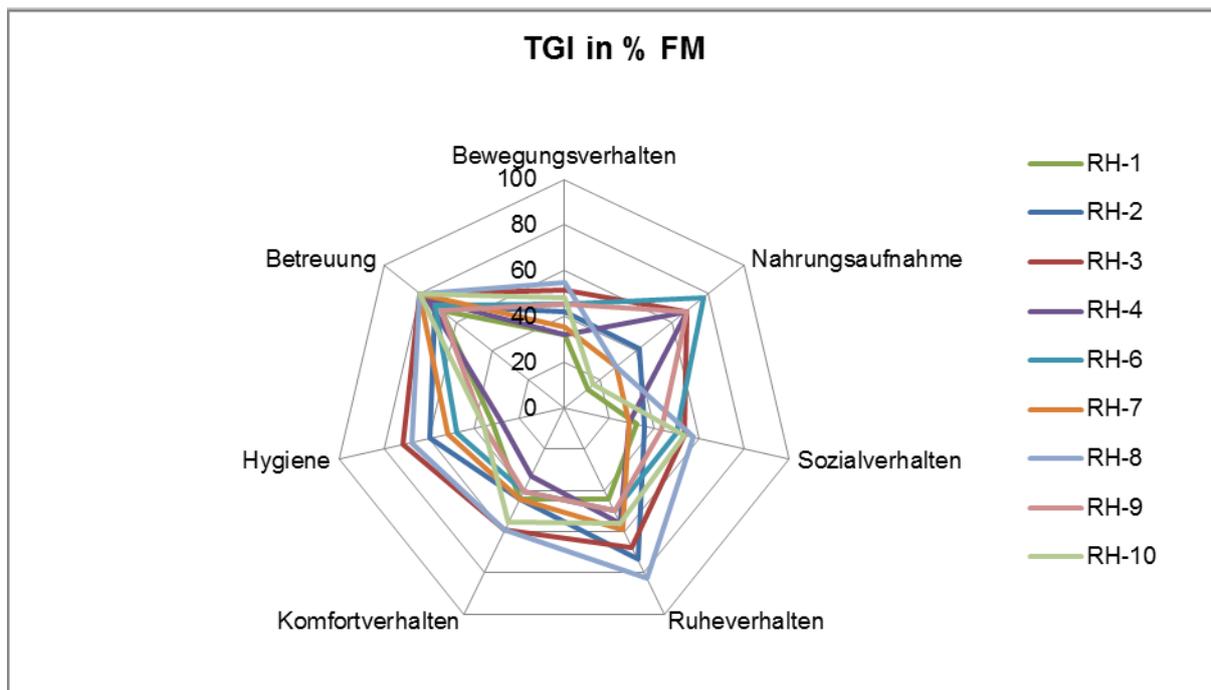


Abbildung 7: Vergleich des prozentualen Anteils der erreichten Punkte der FM-Gruppen an den jeweils maximal möglichen Punktzahlen für die sieben Einflussbereiche des TGI 200/1994 für die Rinderhaltung mit Auslauf und Weide

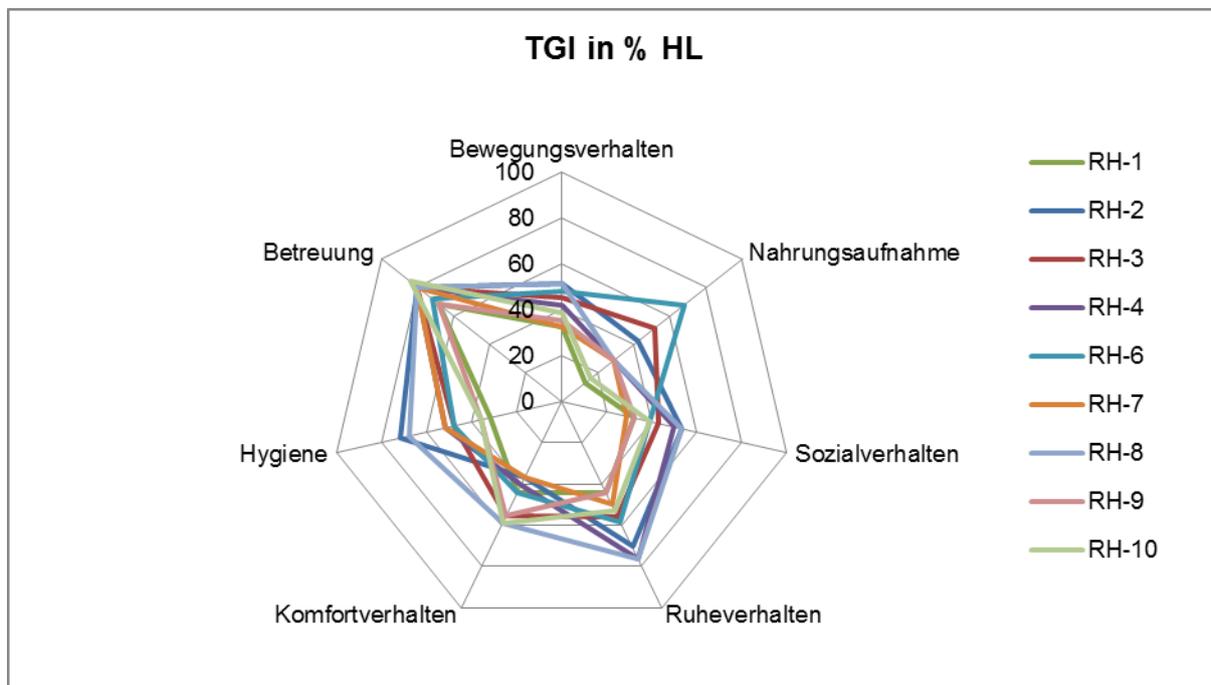


Abbildung 8: Vergleich des prozentualen Anteils der erreichten Punkte der HL-Gruppen an den jeweils maximal möglichen Punktzahlen für die sieben Einflussbereiche des TGI 200/1994 für die Rinderhaltung mit Auslauf und Weide

Einzelmaße/Einzelkriterien

Die Gruppenstärke betrug im Mittel $62,39 \pm 23,21$ Tiere. Die Verkehrsfläche pro Tier lag bei $3,91 \pm 1,44$ m². Die Fressgänge waren durchschnittlich $3,36 \pm 0,38$ m breit. Jedes Tier hatte durchschnittlich $0,69 \pm 0,34$ m Fressplatzbreite und $1,14 \pm 0,19$ Liegeplätze zur Verfügung. Bei fünf Gruppen war die Lauffläche als Vollspaltenboden aus Beton gestaltet und eine Gruppe hatte Teilspalten aus Beton. Bei sieben Gruppen waren die Laufflächen planbefestigt aus Beton oder Asphalt. Drei Gruppen hatten planbefestigten Boden mit Gummimatten. Bei einer Gruppe wurde Vollspaltenboden aus Beton vorgefunden, welcher teilweise mit Gummimatten ausgelegt war. Eine Gruppe hatte Teilspalten mit Gummimatten. Die Laufflächenqualitäten Vollspalten mit Gummi und Tiefstreu kamen nicht vor.

Von den 18 Fokusgruppen hatten 14 Gruppen Hochboxen, davon hatte eine Gruppe (RH4-FM) mit viel Stroh eingestreute Fressliegeboxen. Vier Gruppen hatten Tiefboxen. Die Liegeboxen waren $223,06 \pm 3,08$ cm breit. Sie hatten eine nutzbare Liegeflächenlänge (Distanz zwischen Kotkante und Bugschwelle) von $182,61 \pm 12,58$ cm und einen Kopfraum von $77,65 \pm 44,52$ cm. Die minimale Liegeboxendiagonale betrug $200,5 \pm 9,48$ cm. Die Nackenbegrenzung war $113,86 \pm 9,67$ cm hoch.

Körpermaße wurden bei insgesamt 11 Tieren erfasst. Die Widerristhöhe betrug im Mittel 146 ± 4 cm bei einer Spanne von 141 bis 153 cm. Die Tiere hatten eine schräge Rumpflänge von 164 ± 6 cm bei einer Spanne von 153 bis 173 cm.

Die vollständige deskriptive Statistik der Einzelmaße, welche zur Erhebung des TGI 200/1994 erfasst wurden, sowie zusätzlich erhobener Merkmale der Haltungsumwelt sind in den Tabellen 37 bis 43 im Anhang dargestellt.

4.1.1.2 Fragebogen

In Tabelle 12 sind die Ergebnisse des Fragebogens auf Betriebsebene dargestellt.

Tabelle 12: Ergebnisse der Befragung zum Management der neun Pilotbetriebe: Häufigkeiten der Ausprägungen auf Gruppenebene (n = 18)

Merkmal	Ausprägung	Häufigkeit	Prozent (%)
b_fr_Klauenpflege Häufigkeit	1: < 2 x jährlich	0	0,0
	2: 2 x jährlich	2	11,1
	3: 3–4 x jährlich	14	77,8
	4: kontinuierlich	2	11,1
b_fr_Professioneller Klauenpfleger oder betriebseigener ausgebildeter Klauenpfleger	0: nein	0	0,0
	1: ja	18	100,0
b_fr_Dokumentation von Klauenerkrankungen für Einzeltiere	0: nein	0	0,0
	1: ja	18	100,0
b_fr_Klauenbehandlungen durch Tierarzt	0: nein	12	66,7
	1: für akute Fälle/Notfälle	2	11,1
	2: Spritze und OP durch Tierarzt	4	22,2
	3: ja, alle Klauenbehandlungen	0	0,0
b_fr_Verwendung von Klötzen	0: nein	2	11,1
	1: ja	16	88,9
b_fr_Klauenbad	1: 14-tägig	0	0,0
	2: wöchentlich	4	22,2
	3: 2 x wöchentlich	12	66,7
	4: 3 x wöchentlich	2	11,1
b_fr_Lahmheitsscoring	0: gar nicht	0	0,0
	1: beim Melken oder anderer Arbeit/beim Vorbeigehen	14	77,8
	2: zielgerichtet zu gesonderten Terminen	0	0,0
	3: beim Melken und zielgerichtet zu gesonderten Terminen	4	22,2
b_fr_Zuständigkeit für Lahmheitserkennung klar geregelt	0: alle	8	44,4
	1: bestimmte Personen	10	55,6

Merkmal	Ausprägung	Häufigkeit	Prozent (%)
b_fr_zuständige Personen auf Lahmheitserkennung geschult	0: nein	10	55,6
	1: ja	8	44,4
b_fr_Möglichkeit der gesonderten Aufstallung lahmer Kühe	0: nein	2	11,1
	1: ja	16	88,9
b_fr_Geschätzter Anteil lahmer Kühe	0: unrealistisch	16	88,9
	1: realistisch	2	11,1
b_fr_Geschätzter Anteil Kühe mit Aufliegeschäden	0: unrealistisch	10	55,6
	1: realistisch	8	44,4
b_fr_Färseneingliederung	0: zu frischen Kühen	2	11,1
	1: zu TS-Kühen	8	44,4
	2: Färsengruppe bis zur 2. Laktation	8	44,4
b_fr_Futter ad libitum	0: nein	6	33,3
	1: ja	12	66,7
b_fr_Kontrolle des Versorgungsstatus der Tiere (Stoffwechselprofile)	0: nie	4	22,2
	1: sporadisch (bis 1 x jährlich)	12	66,7
	2: regelmäßig häufig	2	11,1
b_fr_Kontrolle der Futteraufnahme	0: nie	6	33,3
	1: gesehen was vorgelegt und gefressen wird	4	22,2
	2: Rückrechnung sporadisch	2	11,1
	3: Rückwiegen von Futter	3	16,7
b_fr_Restfutter wiegen regelmäßig ja/nein	0: nein	12	66,7
	1: ja	6	33,3

4.1.2 Bewegungsanalyse

Die mit Hilfe der Bewegungsanalyse nach Sprecher et al. (1997) ermittelte Lahmheitsprävalenz (Bewegungsnoten 3 bis 5) der 605 untersuchten Tiere aus den neun Pilotbetrieben betrug 66,9 %. 69 Tiere (11,4 %) erhielten die Bewegungsnote 1 (normal oder nicht lahm), 131 Tiere (21,7 %) waren leicht lahm (BN 2), 195 Tiere (32,2 %) waren mäßig lahm (BN 3), 158 Tiere (26,1 %) erhielten die Bewegungsnote 4 (lahm) und 52 Tiere (8,6 %) wurden für schwer lahm (BN 5) befunden (Abbildung 9).

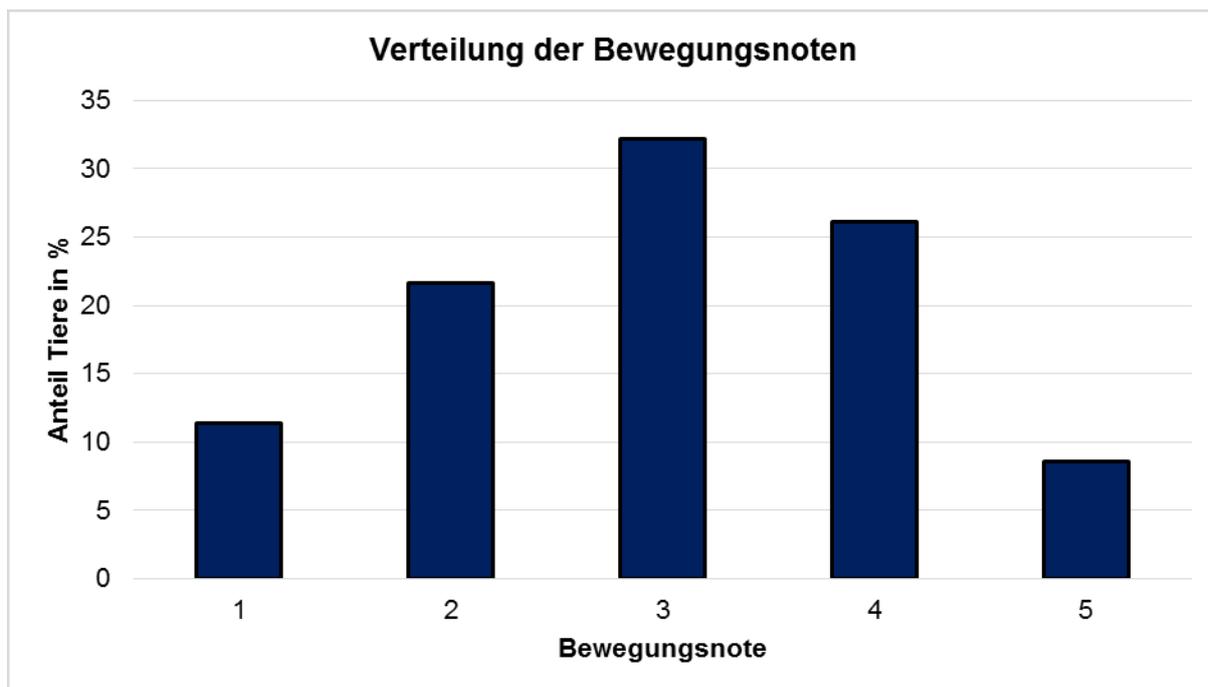


Abbildung 9: Verteilung der Bewegungsnoten (BN) der 605 untersuchten Tiere aus neun Pilotbetrieben

Abbildung 10 zeigt den prozentualen Anteil der Bewegungsnoten je Fokusgruppe. Der Anteil Tiere mit der BN 1 (normal, nicht lahm) betrug im Betrieb RH-1 12 % in der FM-Gruppe und 19 % in der HL-Gruppe. Im Betrieb RH-2 waren 25 % der Tiere der FM-Gruppe nicht lahm (BN 1) und 3 % in der HL-Gruppe. In Betrieb RH-3 erhielt keines der untersuchten Tiere die BN 1. RH-4 hatte 10 % nicht lahme Tiere in der FM-Gruppe und 28 % in der HL-Gruppe. Im Betrieb RH-6 zeigte keines der untersuchten Tiere ein normales Bewegungsmuster, während es in der HL-Gruppe 4 % waren. RH-7 hatte in der FM-Gruppe 22 % nicht lahme Tiere und 9 % in der HL-Gruppe. In der FM-Gruppe des Betriebes RH-8 bewegten sich 23 % der Tiere normal fort, jedoch nur 4 % in der HL-Gruppe. Jeweils 17 % der untersuchten Tiere erhielten die BN1 in der FM-Gruppe von RH-9 und der HL-Gruppe von RH-10. In der HL-Gruppe von RH-9 und in der FM-Gruppe von RH-10 wurde die BN 1 nicht vergeben.

Im Betrieb RH-1 betrug die Prävalenz leicht lahmer Tiere (BN 2) 23 % in der FM-Gruppe und 14 % in der HL-Gruppe. 19 % der FM-Gruppe und 26 % der HL-Gruppe von RH-2 waren leicht lahm. Bei RH-3 waren es 11 % (FM) und 9 % (HL). Leicht lahme Tiere kamen bei RH-4 zu 34 % (FM) und zu 25 % (HL) vor. 16 % der FM-Gruppe und 9 % der HL-Gruppe von RH-6 wurden mit BN 2 bewertet. RH-7 hatte 28 % leicht lahme Tiere in der FM-Gruppe und 36 % in der HL-Gruppe. 11 % der Tiere aus der FM-Gruppe und 35 % der Tiere aus der HL-Gruppe erhielten die BN 2. Der Anteil leicht lahmer Tiere betrug in der FM-Gruppe von RH-9 8 % und in der HL-Gruppe 7 %, während es im Betrieb RH-10 12 % (FM) und 33 % (HL) waren.

Mäßige Lahmheit (BN 3) wurde bei 21 % der untersuchten Tiere der FM-Gruppe und bei 40 % der HL-Gruppe des Betriebes RH-1 vorgefunden. 34 % der Tiere der Gruppe FM und 23 % der Gruppe HL des Betriebes RH-2 waren mäßig lahm. BN 3 kam bei 26 % der Tiere in der FM- und bei 23 % in der HL-Gruppe von RH-3 vor. Bei RH-4 waren es 38 % (FM) und 44 % (HL), bei RH-6 42 % (FM) und 43 % (HL) und bei RH-7 28 % (FM) und 19 % (HL). RH-8 hatte in beiden Gruppen 37 % mäßig lahme Tiere. Im Betrieb RH-9 waren 50 % der Tiere in der FM-Gruppe und 34 % in der HL-Gruppe mäßig lahm. Im Betrieb RH-10 wurde die BN 3 bei 18 % der FM-Tiere und bei 27 % der HL-Tiere vergeben.

Die Bewegungsnote 4 (lahm) erhielten in RH-1 35 % der beurteilten Tiere der FM- und 21 % der Tiere der HL-Gruppe. Bei RH-2 betrug der Anteil der Tiere mit BN 4 9 % in der FM- und 40 % in der HL-Gruppe. 37 % der Tiere der FM-Gruppe und 45 % der Tiere der HL -Gruppe von RH-3 erhielten die BN 4. Bei RH-4 betrug der Anteil der Tiere mit BN 4 17 % in der FM-Gruppe und 3 % in der HL-Gruppe. RH-6 hatte 42 % lahme Tiere (BN 4) in der FM-Gruppe und 35 % in der HL-Gruppe. Die BN 4 kam im Betrieb RH-7 zu 17 % in der FM-Gruppe und zu 32 % in der HL-Gruppe vor. Im Betrieb RH-8 trat die BN 4 bei 14 % der Tiere der FM-Gruppe und bei 21 % der Tiere der HL-Gruppe auf. Ebenfalls 21 % waren es in der FM-Gruppe von RH-9 und 36 % in der HL-Gruppe. Bei RH-10 wurde die BN 4 bei 55 % der Tiere der FM-Gruppe und bei 17 % der Tiere der HL-Gruppe vergeben.

Der Anteil schwer lahmer Tiere (BN 5) betrug im Betrieb RH-1 in der FM-Gruppe 9 % und in der HL-Gruppe 5 %. Im Betrieb RH-2 waren 13 % der untersuchten FM-Tiere schwer lahm und 9 % der HL-Tiere. Schwere Lahmheit trat bei RH-3 bei 26 % der Tiere der FM-Gruppe und bei 23 % der Tiere der HL-Gruppe auf. Es wurde keine schwere Lahmheit in den beiden Fokusgruppen von RH-4 und in der FM-Gruppe von RH-6 festgestellt, jedoch 9 % in der HL-Gruppe von RH-6. In beiden Fokusgruppen des Betriebes RH-7 waren 4 % der untersuchten Tiere schwer lahm. Die FM-Gruppe von RH-8 hatte 14 % schwer lahme Tiere und die HL-Gruppe 4 %. Die Prävalenz der BN 5 betrug in RH-9 in der FM-Gruppe ebenfalls 4 % und in der HL-Gruppe 23 %. Im Betrieb RH-10 waren 14 % der beurteilten FM-Tiere und 7 % der HL-Tiere schwer lahm. Die Häufigkeiten der einzelnen Bewegungsnoten je Fokusgruppe sind Tabelle 13 zu entnehmen.

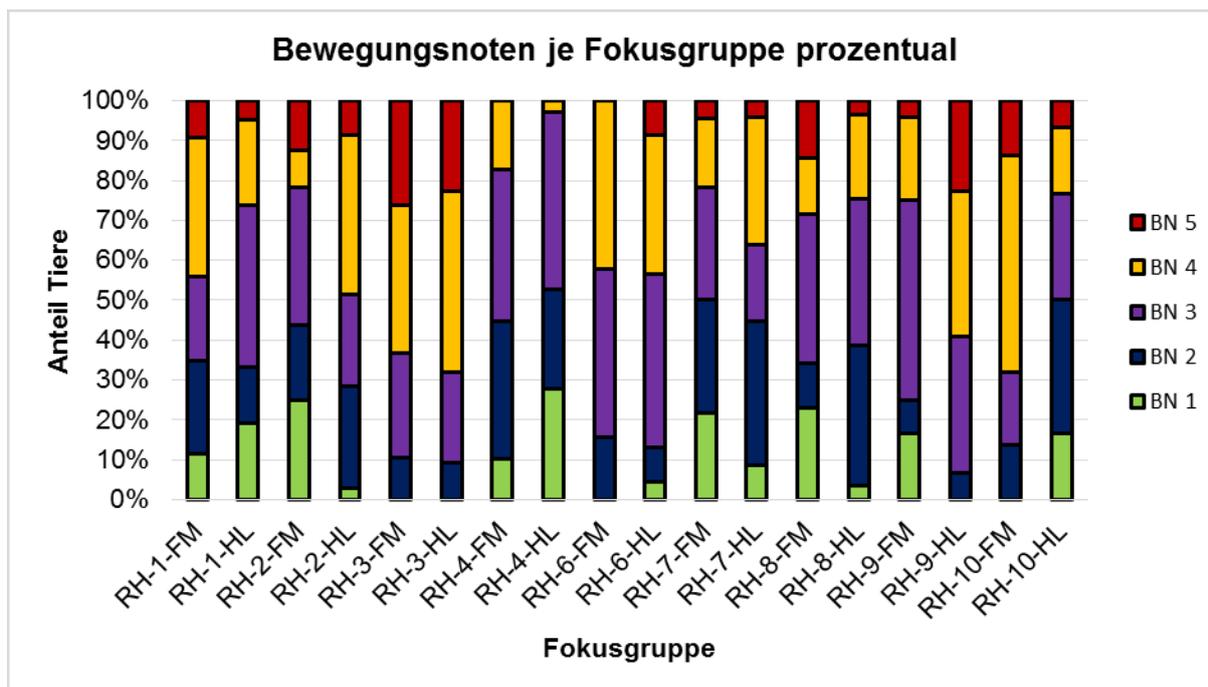


Abbildung 10: Prozentwerte der Bewegungsnoten (BN) nach Sprecher et al. (1997) in den Fokusgruppen FL und HL in den Betrieben RH1 bis RH10

Tabelle 13: Häufigkeiten der Bewegungsnoten (BN) nach Sprecher et al. (1997) in den Fokusgruppen FL und HL in den Betrieben RH1 bis RH10

	RH-1-FM	RH-1-HL	RH-2-FM	RH-2-HL	RH-3-FM	RH-3-HL	RH-4-FM	RH-4-HL	RH-6-FM	RH-6-HL	RH-7-FM	RH-7-HL	RH-8-FM	RH-8-HL	RH-9-FM	RH-9-HL	RH-10-FM	RH-10-HL
BN 1	5	8	8	1	0	0	3	10	0	1	10	4	8	2	4	0	0	5
BN 2	10	6	6	9	2	2	10	9	3	2	13	17	4	20	2	3	3	10
BN 3	9	17	11	8	5	5	11	16	8	10	13	9	13	21	12	15	4	8
BN 4	15	9	3	14	7	10	5	1	8	8	8	15	5	12	5	16	12	5
BN 5	4	2	4	3	5	5	0	0	0	2	2	2	5	2	1	10	3	2
Summe	43	42	32	35	19	22	29	36	19	23	46	47	35	57	24	44	22	30

In Abbildung 11 sind die Bewegungsnoten 3, 4 und 5 der einzelnen Fokusgruppen als Lahmheitsprävalenz zusammengefasst dargestellt. Die Lahmheitsprävalenz in den Fokusgruppen schwankte zwischen 47,2 % und 93,2 % (siehe Abbildung 11 und Tabelle 14). Sie betrug 65,1 % in der FM-Gruppe des Betriebes RH-1 und 66,7 % in der HL-Gruppe. Im Betrieb RH-2 waren 56,3 % der Tiere der FM-Gruppe lahm und 71,4 % der HL-Gruppe. Die Lahmheitsprävalenz in RH-3 lag bei 89,5 % in der FM-Gruppe und bei 90,9 % in der HL-Gruppe. Die Fokusgruppen von RH-4 hatten Lahmheitsprävalenzen von 55,2 % (FM) und 47,2 % (HL). Bei RH-6 betragen die Lahmheitsprävalenzen 84,2 % (FM) und 87 % (HL). Die

Fokusgruppen von RH-7 wiesen 50 % (FM) und 55,3 % (HL) lahme Tiere auf. 50 % der Tiere der FM-Gruppe und 55 % der Tiere der HL-Gruppe von RH-7 hatten Bewegungsnoten von 3 oder höher. Im Betrieb RH-8 waren es 65,7 % (FM) und 61,4 % (HL). Im Betrieb RH-8 betrug die Lahmheitsprävalenz 75 % in der FM-Gruppe und 93,2 % in der HL-Gruppe. RH-10 hatte 86,4 % lahme Tiere in der FM-Gruppe und 50 % in der HL-Gruppe. Die Lahmheitsprävalenz über alle FM-Gruppen ($69,7 \pm 10 \%$) unterschied sich kaum im Vergleich zur Lahmheitsprävalenz über alle HL-Gruppen ($69,2 \pm 20 \%$). In sechs von neun Betrieben war der Anteil lahmer Kühe in der HL-Gruppe höher als in der FM-Gruppe. In den Betrieben RH-4, RH-8 und RH-10 war der Anteil lahmer Tiere in der HL-Gruppe geringer als in der FM-Gruppe.

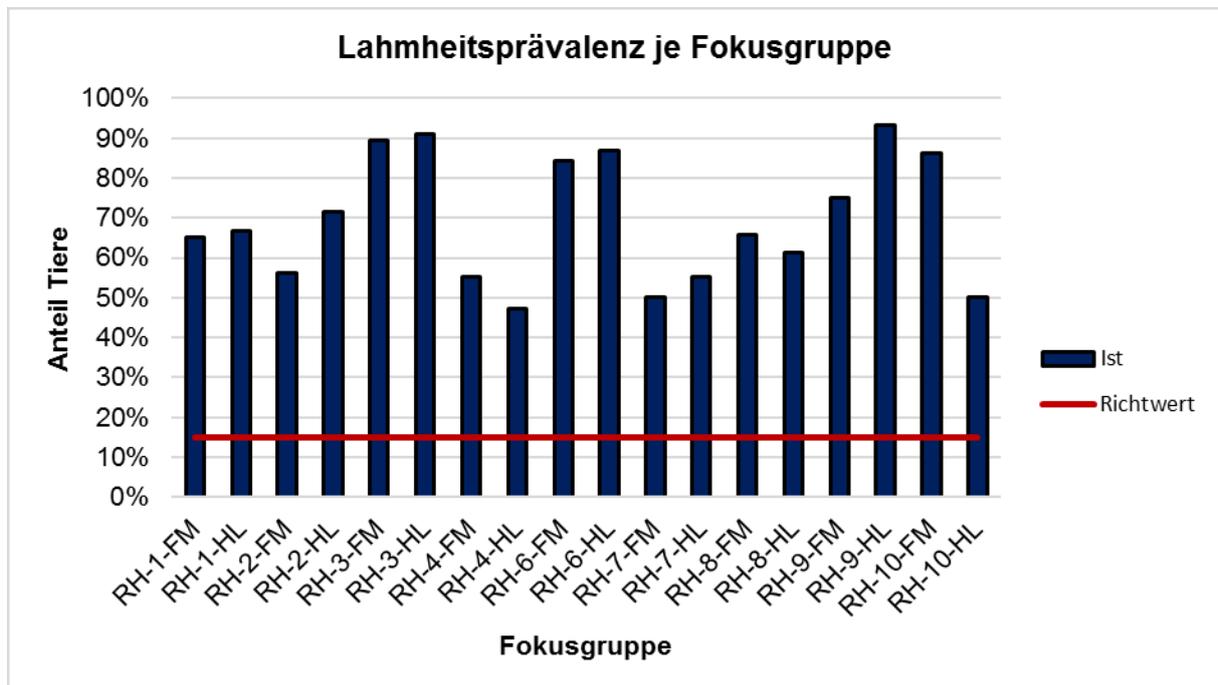


Abbildung 11: Lahmheitsprävalenz (BN 3 bis 5) nach Sprecher et al. (1997) in den Fokusgruppen FL und HL in den Betrieben RH1 bis RH10. Richtwert nach Noordhuizen (2012)

Tabelle 14 gibt einen Überblick über die deskriptive Statistik der Lahmheitsprävalenz und der Prävalenz schwerer Lahmheit. Die Quartilsgrenzen bilden die Grundlage für das spätere Benchmarking (siehe Abschnitt 5.3).

Tabelle 14: Mittelwert, Standardabweichung, Minimum, Maximum und Quartile der Lahmheitsprävalenz (BN 3 bis 5) und der Prävalenz schwerer Lahmheit (BN 5) in den 18 Fokusgruppen der neun Pilotbetriebe

	Mittelwert	Std.-abw.	Min.	Max.	Quartil 25	Median	Quartil 75
BN 3 bis 5 (%)	69,5	15,7	47,2	93,2	55,6	66,2	85,8
BN 5 (%)	9,2	8,1	0,0	26,3	4,2	7,6	13,4

4.2 Analytische Datenauswertung auf Einzeltierebene zur Identifikation von Risikoindikatoren für das Auftreten von Lahmheit

4.2.1 Reduzierung des Datensatzes

Der vollständige Datensatz umfasst 119 Variablen. Die Kriterien zur Reduzierung der Variablenanzahl sind im Abschnitt 3.3.2.1 beschrieben. Aufgrund ähnlicher Haltungsbedingungen und Managementpraktiken ergaben sich in den Bereichen TGI-Punktzahlen, Einzelmaße/Einzelkriterien und Fragebogen Variablen mit niederfrequenten Kategorien. Dies führte zum Ausschluss der betroffenen Variablen aus der weiteren statistischen Modellierung (Tabelle 15).

Tabelle 15: Anzahl der aufgrund niederfrequenter Kategorien ausgeschlossenen Variablen

Bereich	Anzahl Variablen
TGI-Punktzahlen	17
Einzelmaße/Einzelkriterien	4
Fragebogen	2
Gesamt	23
Verbleibend	96

Die von spärlichen Daten betroffenen Variablen gehörten den Bereichen Einzelmaße/Einzelkriterien und Fragebogen (siehe Tabelle 16) an. Aufgrund der unterschiedlichen Gestaltung der Haltungsbedingungen zwischen den einzelnen Fokusgruppen war es teilweise nicht möglich, die Messwerte aller Variablen zu erheben.

Tabelle 16: Anzahl der aufgrund spärlicher Daten ausgeschlossenen Variablen

Bereich	Anzahl Variablen
Einzelmaße/Einzelkriterien	13
Fragebogen	1
Gesamt	14
Verbleibend	82

Der Ausschluss aus der weiteren Modellierung aufgrund geringer biologisch-wissenschaftlicher Bedeutung in Bezug auf die Fragestellung betraf Variablen aus den Bereichen Einzelmaße/Einzelkriterien und Fragebogen (Tabelle 17). Es waren oftmals mehrere Einzelmaße vorhanden, welche ähnliche Sachverhalte beschreiben. So wurde beispielsweise die Variable „minimale Liegeboxendiagonale“ gegenüber den beiden Liegeboxenabmessungen „minimaler horizontaler Abstand zwischen Kotkante und

Nackenbegrenzung“ und „minimale Höhe der Nackenbegrenzung“ bevorzugt. Des Weiteren wurden Variablen aus dem Fragebogen mit ungenauen Angaben entfernt.

Tabelle 17: Anzahl der aufgrund der biologisch-wissenschaftlichen Fragestellung ausgeschlossenen Variablen

Bereich	Anzahl Variablen
TGI-Punktzahlen	28
Einzelmaße/Einzelkriterien	13
Fragebogen	21
Gesamt	62
Verbleibend	20

Insgesamt wurden 15 Variablen aus allen drei Bereichen aufgrund von Korrelationen ausgeschlossen (Tabelle 18).

Tabelle 18: Anzahl der aufgrund von Korrelation von der Modellierung ausgeschlossenen Variablen

Bereich	Anzahl Variablen
TGI-Punktzahlen	2
Einzelmaße/Einzelkriterien	7
Fragebogen	6
Gesamt	15
Verbleibend	5

Schließlich blieben fünf Kandidatenvariablen für die Modellierung erhalten, von denen zwei dem Bereich TGI-Punktzahlen und drei dem Bereich Einzelmaße/Einzelkriterien angehören (Tabelle 19). Die Stärke ihrer Korrelationen (Spearman-Rangkorrelation) untereinander sowie mit der Zielvariablen ist in Tabelle 44 im Anhang dargestellt. Korrelationen der verbleibenden Variablen nach neuer Kodierung sind in den Tabellen 45 und 46 im Anhang aufgeführt.

Tabelle 19: Kandidatenvariablen für die multivariablen Modelle

Bereich	Variablennamen
TGI-Punktzahlen	g_tgi_4_Einstreu Ruheverhalten
	g_tgi_6_Zustand der Liegeflächen Hygiene
Einzelmaße/Einzelkriterien	g_tgi_em_Verkehrsfläche pro Tier im m ²
	g_tgi_em_Beschaffenheit der Laufflächen
	g_tgi_em_Minimale Liegeboxendiagonale

4.2.2 Univariable Modelle

Für die Kandidatenvariablen wurden univariable Modelle berechnet.

Anhand des AIC und BIC wurde für die Verkehrsfläche die kontinuierliche Variable für die weitere Analyse ausgewählt.

Für die Liegeboxendiagonale war keine Linearität gegeben. Es wurde ebenfalls anhand des AIC und BIC die 4-Kategorien-Variable ausgewählt.

Die Ergebnisse der univariablen Modelle sind in Tabelle 20 dargestellt. Betriebs- und Gruppeneffekte waren zu vernachlässigen.

Für Tiere, denen Liegeboxen mit tiefer Einstreu zur Verfügung standen, bestand im Vergleich zu Tieren, deren Liegeboxen mit Gummimatten ausgestattet waren, ein signifikant ($p < 0,05$) geringeres Risiko lahm zu sein ($OR = 0,46$).

Wenn die OR-Werte zwar deutliche Unterschiede anzeigen, aber keine Signifikanz vorliegt, spricht man von einer Tendenz zur Lahmheit. Bei einem mäßigen hygienischen Zustand der Liegeflächen (TGI-Einzelpunktzahl 3 des Einflussbereiches Hygiene) war die Tendenz zur Lahmheit im Vergleich zu einem mittleren hygienischen Zustand der Liegeflächen (TGI-Einzelpunktzahl 2 des Einflussbereiches Hygiene) auf das 0,31-fache reduziert.

Bei einem guten hygienischen Zustand der Liegefläche (TGI-Einzelpunktzahlen 4 und 5 des Einflussbereiches Hygiene) lag ein signifikant geringeres Lahmheitsrisiko vor als bei einem mittleren hygienischen Zustand der Liegeflächen ($OR = 0,32$, $p < 0,1$).

Bei einer Erhöhung der Verkehrsfläche pro Tier um einen Quadratmeter gegenüber der vorherigen Einheit war die Lahmheitstendenz signifikant ($p < 0,01$) um den Faktor 1,38 erhöht.

In Bezug auf die Beschaffenheit der Laufflächen war die Tendenz zur Lahmheit im Vergleich zur Kategorie 1 (Vollspalten Beton) am größten für die Kategorie 2 (Teilspalten Beton oder planbefestigt Beton/Asphalt) ($OR = 2,88$). Tiere, welche auf planbefestigtem Boden mit Gummiauflage oder planbefestigtem Boden mit Gummiauflage und teilperforiertem Boden mit Gummiauflage (Kategorie 5) gehalten wurden, hatten tendenziell ein geringeres Lahmheitsrisiko ($OR = 0,81$) als Tiere, welche auf Vollspaltenboden ohne Gummiauflage gehalten wurden. Die geringste Tendenz zur Lahmheit lag bei Vollspaltenboden aus Beton mit Gummiauflage in Teilbereichen vor ($OR = 0,67$).

Eine Liegeboxendiagonale von 187 cm bis 191 cm war im Hinblick auf Lahmheit tendenziell am risikoreichsten. Bei einer Liegeboxendiagonale von 195 cm bis 200 cm bestand die

vergleichsweise geringste Tendenz zur Lahmheit (OR = 0,47), während bei größeren Liegeboxendiagonalen wiederum ein Anstieg der Lahmheitstendenz zu verzeichnen war (0,83 bei 202 cm–210 cm und 0,89 bei 212–214 cm).

Die Kategorie 3 der kombinierten Variablen `g_tgi_em_Verkehrsfläche` pro Tier und Beschaffenheit der Laufflächen `_c4` (viel Verkehrsfläche und harter Boden) wies eine signifikante ($p < 0,01$) Assoziation mit Lahmheit auf. Gegenüber der Kategorie 1 (wenig Verkehrsfläche und harter Boden) war das Lahmheitsrisiko auf das 2,48-fache vergrößert. Ebenfalls signifikant ($p < 0,05$) war der Zusammenhang zwischen Kategorie 2 (wenig Verkehrsfläche und weicher Boden) und Lahmheit, wobei das Lahmheitsrisiko auf den Faktor 0,49 reduziert war. Für Kategorie 4 (viel Verkehrsfläche und weicher Boden) bestand lediglich eine Tendenz zur Verringerung des Lahmheitsrisikos auf den Faktor 0,88.

Tabelle 20: Ergebnisse der univariablen Modelle

Tier lahm	Kategorie/Ausprägung	Odds Ratio	Std.-fehler	Z	P > z	95 % Konfidenzintervall	
g_tgi_4_Einstreu Ruheverhalten_c2	1: Gummimatten	1,00					
	7: Tiefstreu	0,46	0,17	-2,05	0,041	0,22	0,97
g_tgi_6_Zustand der Liegeflächen Hygiene_c3	2: mittel	1,00					
	3: mäßig	0,31	0,24	-1,5	0,132	0,07	1,42
	4: gut	0,32	0,22	-1,68	0,094	0,09	1,21
g_tgi_em_Verkehrsfäche pro Tier in m ²		1,38	0,16	2,82	0,005	1,10	1,74
g_tgi_em_Beschaffenheit der Laufflächen_c4	1: Vollspalten Beton	1,00					
	2: Teilspalten Beton oder planbefestigt Beton/Asphalt	2,88	0,86	3,57	0	1,61	5,16
	5: planbefestigt Gummi oder Teilspalten Gummi	0,81	0,25	-0,68	0,498	0,45	1,47
	6: Vollspalten Beton und Gummi	0,67	0,26	-1,03	0,302	0,32	1,43
g_tgi_em_Minimale Liegeboxen- diagonale_c4	1: 187 cm–191 cm	1,00					
	2: 195 cm–200 cm	0,47	1,98	-1,79	0,073	0,20	1,07
	3: 202 cm–210 cm	0,83	0,32	-0,47	0,638	0,39	1,78
	4: 212 cm–214 cm	0,89	0,51	-0,2	0,839	0,29	2,75
g_tgi_em_Verkehrsfäche pro Tier und Beschaffenheit der Laufflächen_c4	1: wenig Verkehrsfäche und harter Boden	1,00					
	2: wenig Verkehrsfäche und weicher Boden	0,49	0,16	-2,24	0,025	0,26	0,92
	3: viel Verkehrsfäche und harter Boden	2,48	0,76	2,99	0,003	1,37	4,51
	4: viel Verkehrsfäche und weicher Boden	0,88	0,32	-0,36	0,72	0,43	1,78

4.2.3 Multivariable Modelle

Tabelle 21 zeigt die Ergebnisse des ersten multivariablen Modells. Auch hier war nur der Zusammenhang zwischen der TGI-Einzelpunktzahl für die Einstreu signifikant mit Lahmheit assoziiert ($p < 0,1$). Wurde Tiefstreu statt Gummimatten verwendet, betrug das Lahmheitsrisiko nur noch das 0,64-fache.

Bei einem mäßigen hygienischen Zustand der Liegeflächen war das Lahmheitsrisiko im Vergleich zu einem mittleren hygienischen Zustand der Liegeflächen nicht signifikant auf den Faktor 0,47 verringert. Bei einem guten hygienischen Zustand der Liegeflächen hatten die Tiere verglichen mit einem mittleren hygienischen Liegeflächenzustand die 0,61-fache Tendenz lahm zu sein.

Eine Erhöhung der Verkehrsfläche um einen Quadratmeter pro Tier war mit einer Erhöhung der Tendenz eines Tieres lahm zu sein um den Faktor 1,15 gegenüber der vorherigen Einheit verbunden, jedoch nicht signifikant.

Hinsichtlich der Beschaffenheit der Laufflächen war die Tendenz zur Lahmheit am höchsten ($OR = 1,69$) bei Kategorie 2 (Teilspalten Beton oder planbefestigt Beton/Asphalt). Die geringste Tendenz ($OR = 0,47$) zur Lahmheit im Vergleich zu Vollspaltenboden aus Beton bestand bei Kategorie 6 (Vollspalten Beton und Gummi). Kategorie 5 (planbefestigt Gummi oder planbefestigt Gummi und Teilspalten Gummi) hatte das 0,63-fache tendenzielle Lahmheitsrisiko verglichen mit Kategorie 1 (Vollspaltenboden Beton).

Liegeboxendiagonalen von 187 cm bis 191 cm (Kategorie 1) und von 202 cm bis 210 cm hatten im multivariablen Modell das gleiche Lahmheitsrisiko. Im Vergleich dazu waren die Lahmheits-Odds bei Liegeboxendiagonale von 195 cm bis 200 cm auf den Faktor 0,69 verringert und bei 212 cm bis 214 cm auf den Faktor 1,45 erhöht. Betriebs- und Gruppeneffekte waren ebenfalls zu vernachlässigen.

Tabelle 21: Ergebnisse des ersten multivariablen Modells

Tier lahm	Kategorie/Ausprägung	Odds Ratio	Std.-fehler	z	P > z	95 % Konfidenzintervall	
g_tgi_4_Einstreu Ruheverhalten_c2	1: Liegeboxen	1,00					
	7: Tiefstreu	0,64	0,17	-1,69	0,092	0,37	1,08
g_tgi_6_Zustand der Liegeflächen Hygiene_c3	2: mittel	1,00					
	3: mäßig	0,47	0,25	-1,4	0,161	0,16	1,35
	4: gut	0,61	0,35	-0,84	0,398	0,20	1,91
g_tgi_em_Verkehrsfäche pro Tier im m ²		1,15	0,17	0,95	0,344	0,86	1,54
g_tgi_em_Beschaffenheit der Laufflächen_c4	1: Vollspalten Beton	1,00					
	2: Teilspalten Beton oder planbefestigt Beton/Asphalt	1,69	0,67	1,32	0,187	0,78	3,67
	5: planbefestigt Gummi oder planbefestigt Gummi und Teilspalten Gummi	0,63	0,20	-1,46	0,145	0,34	1,17
	6: Vollspalten Beton und Gummi	0,47	0,23	-1,55	0,121	0,18	1,22
g_tgi_em_Minimale Liegeboxen- diagonale_c4	1: 187 cm–191 cm	1,00					
	2: 195 cm–200 cm	0,69	0,21	-1,25	0,212	0,38	1,24
	3: 202 cm–210 cm	1,00	0,35	0	0,999	0,50	1,99
	4: 212 cm–214 cm	1,45	0,57	0,95	0,343	0,67	3,13

Die Einfachinteraktionen g_tgi_em_Verkehrsfäche pro Tier_c4 und g_tgi_em_Minimale Liegeboxendiagonale_c4 sowie g_tgi_4_Einstreu Ruheverhalten_c2 und g_tgi_em_Beschaffenheit der Laufflächen_c4 wurden getestet (Ergebnisse nicht dargestellt). Bei den Interaktionsmodellen waren mehrere Kombinationen nicht besetzt. Außerdem traten Kollinearitäten auf, d.h. einige Kombinationen kamen entweder nur bei lahmen Tieren oder nur bei nicht lahmen Tieren vor. Folglich konnten die Regressionsparameter nicht oder nur mit sehr großen Konfidenzintervallen berechnet werden. Aus diesem Grund waren die Interaktionsmodelle nicht interpretierbar.

In Tabelle 22 sind die Ergebnisse des zweiten multivariablen Modells dargestellt. Bei der Verwendung von Tiefstreu bestand im Gegensatz zur Verwendung von Gummimatten ein nicht signifikant verringertes Lahmheitsrisiko (OR = 0,76).

Ein mäßiger hygienischer Zustand der Liegeboxen war im Vergleich zu einem mittleren hygienischen Zustand der Liegeboxen mit einem signifikant ($p < 0,05$) auf den Faktor 0,34 reduziertem Lahmheitsrisiko verbunden. Bei einem guten hygienischen Zustand der Liegeboxen stiegen die Lahmheits-Odds wieder leicht an auf 0,42. Dennoch war das Lahmheitsrisiko signifikant geringer als bei einem mittleren hygienischen Zustand der Liegeboxen.

Bezogen auf die Liegeboxendiagonale war kein signifikanter Zusammenhang mit Lahmheit festzustellen. Es ergaben sich jedoch wiederum Tendenzen für ein verringertes Lahmheitsrisiko der Kategorien 2 (195 cm bis 200 cm, OR = 0,67) und 3 (202 cm bis 210 cm, OR = 0,97) gegenüber der Kategorie 1 (187 cm bis 191 cm). Bei Kategorie 4 (212 cm bis 214 cm) bestand im Gegensatz zur Kategorie 1 eine auf den Faktor 1,65 erhöhte Tendenz zur Lahmheit.

Die Verwendung der kombinierten Variablen `g_tgi_em_Verkehrsfläche pro Tier` und `Bodenbeschaffenheit_c4` brachte einen signifikanten Zusammenhang mit Lahmheit hervor. Die Odds Ratios der Kategorien 2, 3 und 4 dieser Variablen beziehen sich auf Kategorie 1 (wenig Verkehrsfläche und harter Boden). Die Fallzahlen je Kategorie der Variablen `g_tgi_em_Verkehrsfläche pro Tier` und `Bodenbeschaffenheit_c4` betragen 237 (Kategorie 1), 112 (Kategorie 2), 164 (Kategorie 3) und 92 (Kategorie 4). Bei einer Verkehrsfläche von 2,12 bis 3,21 m² je Tier in Kombination mit zumindest anteilmäßig weichem Boden (Kategorie 2) war das Lahmheitsrisiko im Vergleich zur gleichen Verkehrsfläche in Kombination mit ausschließlich hartem Boden (Kategorie 1) signifikant ($p < 0,05$) auf 52 % verringert. Diese Tendenz bestand auch bei Kategorie 4 (Verkehrsfläche 4,08 bis 6,90 m² je Tier in Kombination mit zumindest anteilmäßig weichem Boden) im Vergleich zu Kategorie 1 (OR = 0,59). Die höchste Tendenz zur Lahmheit (OR = 1,74) lag bei Kategorie 3 (Verkehrsfläche 4,08 bis 6,90 m² in Kombination mit ausschließlich hartem Boden) vor.

Tabelle 22: Ergebnisse des zweiten (finalen) multivariablen Modells

Tier lahm	Kategorie/Ausprägung	Odds Ratio	Std.-fehler	z	P > z	95 % Konfidenzintervall	
g_tgi_4_Einstreu Ruheverhalten_c2	1: Gummimatten	1,00					
	7: Tiefstreu	0,76	0,19	-1,12	0,265	0,46	1,24
g_tgi_6_Zustand der Liegeflächen Hygiene_c3	2: mittel	1,00					
	3: mäßig	0,34	0,16	-2,28	0,022	0,13	0,86
	4: gut	0,42	0,18	-2,03	0,042	0,18	0,97
g_tgi_em_Minimale Liegeboxen- diagonale_c4	1: 187 cm–191 cm	1,00					
	2: 195 cm–200 cm	0,67	0,20	-1,36	0,174	0,37	1,20
	3: 202 cm–210 cm	0,97	0,27	-0,11	0,909	0,57	1,66
	4: 212 cm–214 cm	1,65	1,14	0,73	0,466	0,43	6,41
g_tgi_em_Verkehrs- fläche pro Tier und Bodenbeschaffenheit _c4	1: wenig Verkehrsfläche und harter Boden	1,00					
	2: wenig Verkehrsfläche und weicher Boden	0,52	0,15	-2,25	0,024	0,29	0,92
	3: viel Verkehrsfläche und harter Boden	1,74	0,63	1,53	0,127	0,85	3,55
	4: viel Verkehrsfläche und weicher Boden	0,59	0,45	-0,69	0,493	0,13	2,67

5 Diskussion

5.1 Diskussion der Methodik

5.1.1 Studiendesign

Für die vorliegende Studie wurde der Ansatz einer empirischen Querschnittsstudie im Feld gewählt, da dies einer Situation entspricht, in welcher verschiedene Betriebe durch externe Untersucher beurteilt werden. Somit wurde bereits im Ansatz der Praxistauglichkeit des Systems Rechnung getragen. Ein weiterer Vorteil einer solchen Herangehensweise bestand darin, dass nur für die Beschreibung der Betriebsstruktur auf die jeweilige betriebseigene Dokumentation zurückgegriffen werden musste, während die Erhebungen immer durch dieselben zwei Personen durchgeführt wurden. Dieses Vorgehen bedingt eine hohe Vergleichbarkeit der Ergebnisse.

Einschränkend muss festgestellt werden, dass Erhebungen anlässlich eines einzigen Bestandsbesuches nur eine Momentaufnahme der Betriebssituation widerspiegeln, welche nur bedingt Rückschlüsse auf die „allgemein gültige Situation“ in einem Betrieb zulassen. Während Abmessungen der Haltungsumwelt in der Regel solange stabil bleiben, wie keine Baumaßnahmen durchgeführt werden, können sich tierbezogene Indikatoren wie die Lahmheitsprävalenz ebenso im Laufe der Zeit ändern wie die Managementpraktiken, die Rationsgestaltung und die Futterqualität. Querschnittsstudien eignen sich zur Identifizierung von Risikoindikatoren für Lahmheit, jedoch nicht zur Festlegung von Risikofaktoren, da hierfür der Nachweis des Ursache-Wirkungsgefüges erforderlich ist.

5.1.2 Auswahl der Betriebe, Fokusgruppen und Tiere

Alle Betriebe waren Teil des Projektes "Zukunftsforum Veredlungsland Sachsen 2020 - fitness monitoring- Systemlösungen für eine zukunftsfähige Tierproduktion im Freistaat Sachsen". Da die Teilnahme auf Freiwilligkeit basierte, handelt sich um eine Pilotstudie und nicht um eine repräsentative Stichprobe von Betrieben des Bundeslandes Sachsen.

Betriebsgrößen von 311 bis 1414 Milchkühe kennzeichnen diejenigen Betriebe, die an der vorliegenden Studie teilgenommen haben, als typische Großbetriebe Ostdeutschlands. Mit einer mittleren Tagesmilchleistung von $32,0 \pm 3,1$ l für das 2. Halbjahr von 2012 liegen die teilnehmenden Betriebe über der für alle Betriebe in der Milchleistungsprüfung im Land Sachsen für das 2. Halbjahr 2012 festgestellten mittleren Tagesmilchmenge von 24,2 l (<http://www.lkvsachsen.de/index.php?id=336>).

Die Stallhüllen der überwiegenden Anzahl Betriebe stammen aus den 1970er Jahren. Sie wurden oftmals in den 90er-Jahren renoviert und dem Bedarf der Kühe in dieser Zeit entsprechend angepasst. Nur in zwei Betrieben waren Stallgebäude neueren Datums (2004 und 2011) vorhanden. Es handelt sich demzufolge in der Regel um Stallhüllen der ehemaligen Landwirtschaftlichen Produktionsgenossenschaften der DDR, die nach der Wende zu Laufställen mit Liegeboxen umgebaut wurden.

Eine größere Anzahl Betriebe wäre in zukünftigen Studien erstrebenswert, da mitunter Ausprägungen einzelner Merkmale nur bei einem Betrieb oder einer Haltungsgruppe vorkommen und somit Interaktionen zwischen den Variablen im multivariablen Modell nicht untersucht werden können. Unbalancierte Daten sind ein Nachteil von Beobachtungsstudien im Feld. Anders als geplante balancierte Studien war die vorliegende Studie nicht darauf ausgelegt, eventuell vorhandene Interaktionen im Design abzubilden und statistisch zu beurteilen. Im Rahmen einer größer angelegten repräsentativen Studie untersucht das Ende 2016 gestartete Verbundprojekt „PraeRi (<https://ibei.tiho-hannover.de/praeeri/pages/1>): Tiergesundheit, Hygiene und Biosicherheit in deutschen Milchviehbetrieben – eine Prävalenzstudie“ der Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover, der Freien Universität Berlin und der Ludwig-Maximilians-Universität München die Tiergesundheit und Tiergerechtigkeit der Haltungsbedingungen in 750 Milchkuh haltenden Betrieben in der Bundesrepublik Deutschland.

Die unterschiedliche Gruppenstruktur in den verschiedenen Betrieben machte es erforderlich, dass für die Erhebungen nur diejenigen Gruppen herangezogen wurden, die auf jedem Betrieb vorhanden waren und die sich somit für den Vergleich eigneten. Alle Betriebe unterschieden nach den Kriterien Tage in Laktation, Milchleistung und Körperkondition die Gruppen Frischmelker und Hochleister, die sich deshalb als Fokusgruppen anboten. Für die Erhebung wurde jeweils diejenige Frischmelker- und Hochleistungsgruppe eines jeden Betriebes ausgewählt, welche die größte Gruppenstärke hatte und bei gleich großen Gruppen diejenige Gruppe mit der höheren Milchleistung. Die Auswahl der Hochleistungsgruppe als Indikatorgruppe für einen Betrieb findet sich auch in anderen Studien (von Keyserlingk et al., 2012, Chapinal et al., 2014). Prinzipiell kann Lahmheit zu jedem Zeitpunkt der Laktationsperiode auftreten (Green et al., 2014). Zahlreiche Autoren berichten jedoch von einem Anstieg der Lahmheitsprävalenz bis zum 90. Laktationstag und nachfolgendem Abfall, weshalb Kühe in diesem Zeitraum der Laktation als besonders empfindlich für das Auftreten von Lahmheit gelten. Ursächlich für diesen Zusammenhang könnte das größere Risiko des Vorkommens der Klauenrehe durch die Erhöhung der Energiedichte in der Ration während dieser Periode sein. Diese geht mit einer Erhöhung des Stärke- und einer Reduzierung des Rohfaseranteils der Ration einher (Melendez et al., 2003). Weiterhin kommt es im peripartalen Zeitraum zu einer Lockerung des Bindegewebes

an der Klaue (Tarlton et al., 2002) sowie –infolge Mobilisierung körpereigener Fettreserven– zur Verminderung der Ausdehnung des Fettpolsters an der Klaue, welches die Funktion eines Stoßdämpfers übernimmt (Bicalho et al., 2009). Dadurch ist die Lederhaut stärker den Effekten äußerer Einflüsse auf die Klaue ausgesetzt. Vor allem kommt es zur Quetschung der Lederhaut zwischen abaxialem Wand- und Sohlensegment sowie im Sohlenbereich mit nachfolgender Produktion qualitativ minderwertigen Horns (Ossent und Lischer, 1998). Barker et al. (2009) beobachteten ein erhöhtes Risiko für Weiße-Linie-Defekte im dritten Laktationsmonat und ein verringertes Risiko für Dermatitis digitalis für Kühe, welche den sechsten Laktationsmonat überschritten haben.

Die Stichprobengröße je Fokusgruppe wurde berechnet. Die Auswahl der Tiere erfolgte zufällig durch Abzählen der Tiere (jedes x-te Tier entsprechend der Stichprobengröße). Allerdings ist nicht auszuschließen, dass Tiere mit besseren Bewegungsnoten tendenziell häufiger entkommen sind und es dadurch zu einer Überschätzung der Lahmheitsprävalenz kam. Eine Auswahl der Tiere im Voraus war nicht möglich, da sich der Erhebungsaufwand durch eine Vorauswahl zusätzlich vergrößert hätte.

5.1.3 Messmethoden

5.1.3.1 Tiergerechtheit

Als Bewertungssystem für die Tiergerechtheit der Haltungsbedingungen wurde der TGI 200/1994 nach Sundrum et al. (1994) ausgewählt. Darin werden vorwiegend umweltbezogene Tierschutzindikatoren angewendet, von denen viele an der Entstehung von Lahmheit beteiligt sein können, z.B. die Besatzdichte, der Liegekomfort, der Zustand der Klauen und die Nutzung von Weide und Auslauf. Liegeboxenabmessungen und die Bodenbeschaffenheit sowie weitere Merkmale werden im TGI 200/1994 nicht berücksichtigt. Sie wurden daher als Einzelmaße bzw. Einzelkriterien ergänzt. Der TGI 35 L nach Bartussek wird zwar in Österreich flächendeckend angewendet und wurde bereits durch Amon et al. (2001) validiert, allerdings wird das Nahrungsaufnahmeverhalten nicht mit in die Bewertung einbezogen. Der Nationale Bewertungsrahmen Tierhaltungsverfahren (KTBL, 2006a) eignet sich zur Bewertung von Haltungssystemen, jedoch nicht zur Bewertung einzelner Betriebe mit ähnlichen Haltungsbedingungen. Das HACCP-Konzept ist auf die kontinuierliche Überwachung und nicht auf eine einmalige Untersuchung wie in der vorliegenden Studie ausgerichtet (von Borell et al., 2007). Das Welfare Quality-Protokoll für Rinder beinhaltet vorwiegend tierbezogene Indikatoren.

Da es sich beim TGI 200/1994 um ein gemischtes System mit vorwiegend direkter Messung aber auch indirekt zu erhebenden Parametern handelt, finden teilweise subjektive Bewertungen statt. Zur Objektivierung sind daher wie beim TGI 35/L Training und

Abstimmungen der Untersucher erforderlich (Amon et al., 2001). In der vorliegenden Studie wurde der TGI 200/1994 sowie alle zusätzlichen Einzelmaße ausschließlich durch einen erfahrenen Untersucher erhoben. Dadurch wurden Unterschiede zwischen verschiedenen Untersuchern ausgeschlossen.

Lahmheit ist multifaktoriell bedingt. Aus diesem Grund sollten bei der Identifikation von Risikoindikatoren für Lahmheit in Milchkuh haltenden Betrieben auch möglichst viele Aspekte untersucht werden. Hierfür ist der TGI 200/1994 aufgrund der Systematik grundsätzlich gut geeignet. Die Ermittlung der TGI-Gesamtpunktzahl dient der Einordnung der teilnehmenden Betriebe hinsichtlich der Tiergerechtheit sowie einem groben Screening in Bezug auf den Beitrag der Haltungsbedingungen zur Entstehung von Lahmheit, also dem Auffinden möglicher Risikoindikatoren. Der TGI berücksichtigt die Bewertung der meisten Aufenthaltsbereiche der Tiere überblicksartig. Ausgenommen davon sind Treibbewege, Melkstand, Sortieranlagen und Separationsbuchten, welche in Zukunft zusätzlich bewertet werden sollten.

5.1.3.2 Bewegungsanalyse

Unter Berücksichtigung der Praktikabilität lag der Fokus der Studie auf dem Symptom Lahmheit und nicht auf ausgewählten Klauenerkrankungen. Die anhand von Bewegungsnoten ermittelte Lahmheitsprävalenz hat eine hohe Aussagekraft in Bezug auf Tierwohl und Wirtschaftlichkeit, gibt jedoch kaum Auskunft über die Art der zugrundeliegenden Klauenerkrankungen. Die Lahmheitsprävalenz ist ein Ergebnis der Lahmheitsinzidenz im Zusammenspiel mit der Erkrankungsdauer und wird somit von der Art der zugrundeliegenden Erkrankungen beeinflusst. Barker et al. (2007) und Chapinal et al. (2013) geben dennoch der Erfassung des Symptoms Lahmheit den Vorzug gegenüber Klauenerkrankungsdiagnosen, da es von größerer Bedeutung sei, zumeist schmerzbedingte Lahmheit zu reduzieren als das Auftreten von Klauenerkrankungen, welche nicht in jedem Fall Lahmheit verursachen (Doherty et al., 2014). Andererseits garantiert das Fehlen des Symptoms Lahmheit bei Klauenerkrankungen keine Schmerzfreiheit. Ein großer Vorteil der Verwendung von Bewegungsnoten als Grundlage zur Ermittlung der Lahmheitsprävalenz, zur Identifikation von Risikofaktoren für Lahmheit und zum Monitoring der Gliedmaßengesundheit ist die Unabhängigkeit von der Dokumentation durch Dritte (z.B. Klauenpfleger). Eine Dokumentation der Klauenerkrankungen war auf den Betrieben nicht durchgängig vorhanden. Darüber hinaus bestand auch keine Standardisierung der Befunderhebung. Mit dem Atlas der Klauengesundheit ist ein erster Schritt in Richtung auf die Harmonisierung der Befunderhebung an der Klaue auf internationaler Ebene gemacht (ICAR, 2015).

Die Bewegungsanalyse nach Sprecher et al. (1997) ist eines der am häufigsten angewendeten manuellen Bewertungssysteme für den Gang von Milchkühen. Die Bewegungsanalyse erfolgte in der vorliegenden Studie ausschließlich durch eine Person, um eine möglichst zuverlässige Bewertung zu gewährleisten. Schlageter-Tello et al. (2014) führen in Ihrem Review zu manuellen und automatischen Systemen zur Bewegungsanalyse zwei Publikationen an, in denen die Übereinstimmung bzw. die Reliabilität zwischen verschiedenen Untersuchern des fünfstufigen Systems nach Sprecher et al. (1997) beschrieben wird. Laut Hoffmann et. al. (2013) beträgt die Übereinstimmung zwischen verschiedenen Untersuchern 83 % und der gewichtete Kappa-Wert 0,57–0,68. Danscher et al. (2008) ermittelten einen gewichteten Kappa-Wert von 0,30–0,40. Die Reliabilität innerhalb desselben Untersuchers für die Bewegungsanalyse nach Sprecher et al. (1997) wurde in den genannten Studien nicht untersucht. Sie ist jedoch bei anderen fünfstufigen manuellen Bewegungsanalysesystemen meist höher als die Reliabilität zwischen verschiedenen Untersuchern (Schlageter-Tello et al., 2014). Daraus lässt sich schlussfolgern, dass die Bewegungsanalyse ein wertvolles und valides Instrument zur Ermittlung der Lahmheitsprävalenz in einem Betrieb ist, wenn sie durch einen geübten Untersucher stattfindet.

Die Bewegungsanalyse erfolgte direkt in der Haltungsumgebung. Dadurch wurde sichergestellt, dass jedes Tier sowohl im Stehen als auch im Gehen betrachtet werden konnte und dass für jedes Tier ausreichend Zeit für eine gründliche Bewertung zur Verfügung stand. Die Laufflächen wiesen eine unterschiedliche Härte und Trittsicherheit auf. Nasser Betonboden und schlechte Lichtverhältnisse können laut Van Nuffel et al. (2015) die Lokomotion auch bei nicht lahmen Kühen beeinflussen. Boden- und Lichtverhältnissen lassen sich in einer Feldstudie jedoch schwer standardisieren. Die visuelle nicht automatisierte Bewegungsanalyse war zeitaufwendig und beeinflusste in gewissem Maße den routinemäßigen Tagesablauf der Tiere.

5.1.4 Jahreszeitliche Effekte

Um den Einfluss der jahreszeitlichen Dynamik der Lahmheitsprävalenz möglichst zu minimieren, wurden alle Betriebsbesuche im Sommer (Juni bis August 2013) durchgeführt. Verschiedene Autoren berichten über jahreszeitliche Einflüsse auf das Vorkommen sowohl infektiöser als auch für nicht infektiöser Klauenerkrankungen. Während Bell et al. (2009) saisonale Effekte nur für die Dermatitis digitalis mit vermehrten Ausbrüchen im Winter, nicht jedoch für Sohlengeschwüre beschreiben, können nicht infektiöse Klauenerkrankungen laut Cook (<http://www.vetmed.wisc.edu/dms/fapm/fapmtools/6lame/AguidetoinvestigatingaherdlamenesproblemaABP.pdf>) vor allem gegen Ende des Sommers zunehmen. Ursächlich kommen

verlängerte Stehzeiten der Tiere und subakute Pansenazidose aufgrund von Hitzestress im Sommer in Frage, was sich jedoch erst zeitverzögert klinisch äußert (Stone, 2004).

5.2 Diskussion der Studienergebnisse

Ziel dieser Arbeit war die Untersuchung von Zusammenhängen zwischen Tiergerechtheit der Haltungsumgebung und dem Vorkommen von Lahmheit bei Milchkühen. Lahmheit beruht in der Regel auf Erkrankungen der Klauen und Gliedmaßen, die entweder infektiös oder nicht infektiös bedingt sind. Zu den wichtigsten nicht infektiösen Klauenerkrankungen gehören u.a. die Klauenrehe, das Rusterholz'sche Sohlengeschwür, das Sohlenspitzenengeschwür und die Wandläsion. Zu den bedeutendsten infektiösen Klauenerkrankungen zählen u.a. die Zwischenzehenphlegmone, die Mortellaro'sche Krankheit und die Ballenfäule. Diese Erkrankungen werden der Gruppe der Faktorenkrankheiten zugeordnet, an deren Zustandekommen verschiedene Risikofaktoren beteiligt sind. Aufgrund des komplexen Beziehungsgeflechtes der Risikofaktoren untereinander ist die Pathogenese der genannten Erkrankungen – insbesondere der Einfluss von Umgebungsfaktoren – nicht in Gänze geklärt. Deshalb wurden mittels umfangreicher Datenerhebungen am Tier (Bewegungsanalyse) und in dessen Umgebung und statistischer Analyse unter Anwendung uni- und multivariabler Modelle, Risikoindikatoren für das Vorkommen von Lahmheit in Milchkuh haltenden Betrieben identifiziert. Im Folgenden werden zunächst die Ausprägungen der erhobenen Merkmale mit in der Literatur beschriebenen Ausprägungen in Beziehung gesetzt. Anschließend wird der Zusammenhang der wichtigsten untersuchten Merkmale mit Lahmheit bei Milchkühen diskutiert.

5.2.1 Diskussion der deskriptiven Ergebnisse

5.2.1.1 Tiergerechtheitsindex 200/1994

Die TGI-Gesamtpunktzahl betrug im Median 106 Punkte für die HL-Gruppen, was bezogen auf eine maximal erreichbare Punktzahl von 201 Punkten 52,74 % entspricht. Die TGI-Gesamtpunktzahl war mit 101 Punkten im Median für die FM-Gruppen etwas niedriger (50,25 %). Eilers (2008) untersuchte niedersächsische Familienbetriebe mit 50 bis 150 Milchkühen in Laufstallhaltung mit Weidegang im Sommer. In seiner Studie lag der TGI in vier Betrieben im Median bei 122 Punkten (60,7 %). Abbildung 12 zeigt die TGI-Gesamtpunktzahlen der Betriebe aus der vorliegenden Studie auf Gruppenebene im Vergleich zu den Ergebnissen von Eilers (2008) auf Betriebsebene. Es fällt auf, dass die Einflussbereiche Nahrungsaufnahmeverhalten, Komfortverhalten und Bewegungsverhalten bei den niedersächsischen Familienbetrieben besser bewertet wurden als bei den sächsischen Pilotbetrieben. Diese schnitten hinsichtlich Hygiene und Ruheverhalten ähnlich

und in Bezug auf die Betreuung etwas besser ab. In der Literatur sind nach Wissen der Autorin bisher keine Richtwerte für den TGI 200/1994 beschrieben.

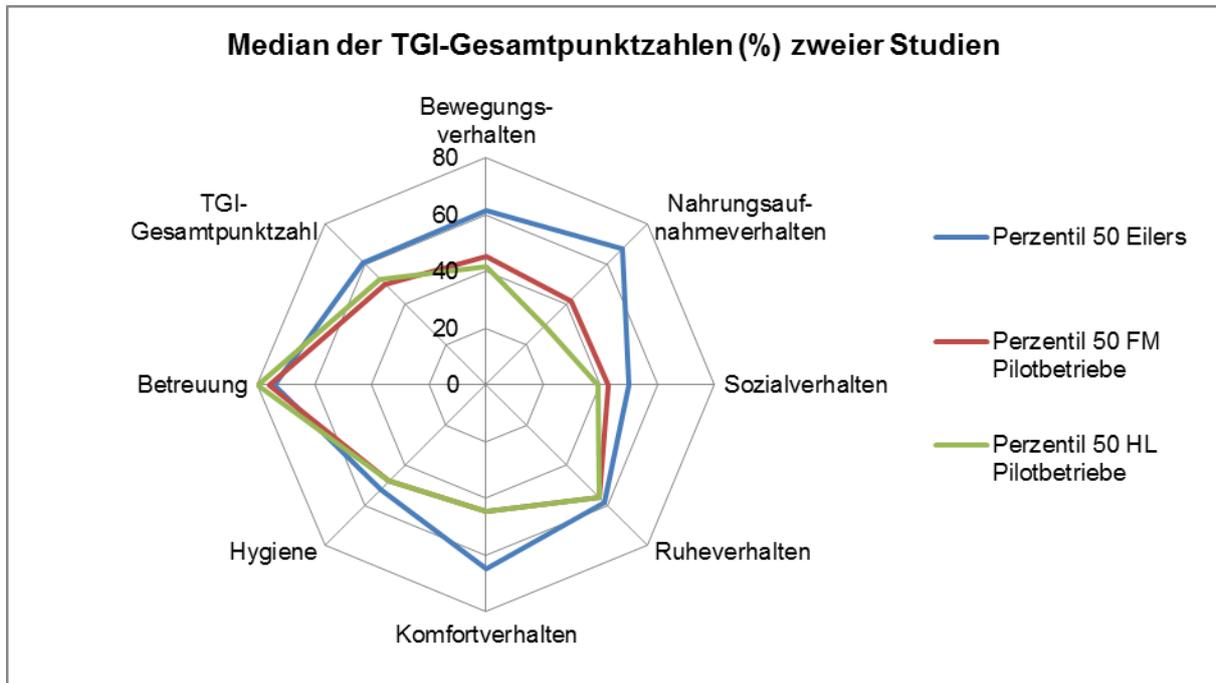


Abbildung 12: Vergleich des im Median erreichten prozentualen Anteils der TGI-Punktzahlen der sieben Einflussbereiche und der TGI-Gesamtpunktzahl (TGI 200/1994) der FM- und HL-Fokusgruppen aus neun Pilotbetrieben der vorliegenden Studie mit den Ergebnissen der Studie von Eilers (2008) (4 Betriebe)

Einen großen Einfluss auf die TGI-Gesamtpunktzahl haben die Einzelkriterien Auslauf und Weide. Die Beziehung zwischen der Nutzungsdauer von Auslauf und Weide und Lahmheit konnte im Rahmen dieser Studie nicht untersucht werden, da in keinem der Pilotbetriebe für die untersuchten Gruppen Zugang zu Weide oder Auslauf bestand. Die FM-Gruppe des Betriebes RH-10 hatte zwar Zugang zu einem am Stall gelegenen Außenbereich, in dem sich der Futtertisch befand, dieser konnte allerdings nicht als Auslauf gewertet werden, weil in diesem Bereich die Fläche pro Tier kleiner als 3 m² war.

Die fehlende Weidehaltung wirkte sich auf die TGI-Punktzahlen der Einflussbereiche Bewegungsverhalten, Nahrungsaufnahmeverhalten, Sozialverhalten, Ruheverhalten, Komfortverhalten und Hygiene aus. Die Punktzahlen der Einflussbereiche Bewegungsverhalten, Sozialverhalten, Komfortverhalten und Hygiene waren bei allen Fokusgruppen durch das Fehlen eines Auslaufs reduziert.

In der Literatur wird von mehreren Autoren die weidelose Haltung als Risikofaktor für Lahmheit beschrieben (Ingvarsen und Andersen, 1993, Whitaker, 2000, Cook und Nordlund, 2009, Richert et al., 2013). Demzufolge ist davon auszugehen, dass Weidegang die

Lahmheitsprävalenz verringern kann. Die Stallhaltung auf harten Böden ist der Klauengesundheit nicht zuträglich. Die Weidehaltung kommt dem Weichbodengänger Rind eher entgegen. Laut Adams et al. (2017) tritt in Betrieben mit vorwiegender Weidehaltung seltener schwere Lahmheit auf.

Optimaler Weise sollte allen Leistungsgruppen Zugang zu Weide ermöglicht werden, vorausgesetzt, dass eine der jeweiligen Leistung angepasste Fütterung möglich ist. Andernfalls ist wenigstens während der Periode des Trockenstehens Weidezugang angebracht, da bereits eine kurzzeitige Weidenutzung die Klauengesundheit verbessert (Hernandez-Mendo et al., 2007, Chapinal et al., 2013).

5.1.2.2 Erfüllung ausgewählter Mindestanforderungen an die Haltungsumwelt

Ein Überblick über die Erfüllung ausgewählter Mindestanforderungen gemäß (Niedersächsisches Ministerium für den ländlichen Raum und Niedersächsisches Landesamt für Lebensmittelsicherheit und Verbraucherschutz, 2007) an die haltungstechnischen Bedingungen in der Milchkuhhaltung konnte anhand der aufgestellten Ja/Nein-Kriterien gewonnen werden (Tabelle 23). Kriterien, welche in den meisten der 18 Fokusgruppen erfüllt wurden, waren die Verfügbarkeit von mindestens einem Liegeplatz pro Tier, die Vermeidung von Sackgassen, eine mindestens 1,20 m hohe Nackenbegrenzung am Fressplatz und eine Lichtstärke von mindestens 80 Lux im Aufenthaltsbereich der Tiere. Bei der Mehrzahl der Fokusgruppen entsprachen jedoch die Verkehrsfläche pro Tier, die Fressplatzbreite pro Tier, die Lauf- und Durchgangsbreiten, die Trogbodenhöhe, die Tränkelänge sowie die meisten Liegeboxenabmessungen nicht den angehaltenen Anforderungen. In keiner der Haltungsguppen waren die Liegeboxen mindestens 120 cm breit. Die vom Niedersächsischen Ministerium für den ländlichen Raum und Niedersächsischen Landesamt für Lebensmittelsicherheit und Verbraucherschutz (2007) vorgeschlagenen Abmessungen der Distanz zwischen Kotkante und Bugschwelle von mindestens 170 cm bei Hochboxen und mindestens 180 cm bei Tiefboxen wurde in den meisten Fokusgruppen eingehalten, allerdings war zu beobachten, dass diese Abmessungen für die gehaltenen Tiere dennoch zu kurz waren. Diese Empfehlungen sollten angepasst werden. Ein Ansatz, in dem die tatsächlichen Körpermaße der Tiere Berücksichtigung finden (LAZBW, 2011), scheint besser geeignet als absolute Maße (Tabelle 24). Die Durchgangsbreite von 2,50 m, die streng genommen nur für Durchgänge zum Auslauf gilt, wurde in der vorliegenden Studie auch auf alle anderen Durchgänge bezogen. Eine Durchgangsbreite an den Tränken von mindestens 3 m wäre laut dem Niedersächsischen Ministerium für den ländlichen Raum und Niedersächsisches Landesamt für Lebensmittelsicherheit und Verbraucherschutz (2007) besser geeignet. Der Tierschutzplan Niedersachsen fordert bei ganzjähriger Stallhaltung im Boxenlaufstall außerdem den Zugang zu einem Laufhof

https://www.ml.niedersachsen.de/themen/tiergesundheit_tierschutz/tierschutz/tierschutzplan_niedersachsen/rinder/rinder-110869.html). Einer Fokusgruppe (RH-4-FM) standen Fressliegeboxen zur Verfügung. Bei Fressliegeboxen ist die Höhe der Nackenbegrenzung typischerweise größer als bei reinen Liegeboxen. Sie betrug in diesem Fall 140 cm.

Tabelle 23: Erfüllung ausgewählter Mindestanforderungen (Ja/Nein-Kriterien) an die Haltungsumwelt von Milchkühen gemäß Niedersächsisches Ministerium für den ländlichen Raum und Niedersächsisches Landesamt für Lebensmittelsicherheit und Verbraucherschutz (2007) für 18 Fokusgruppen aus neun Pilotbetrieben

Kriterium	Gültig	Fehlend	Erfüllt	Nicht erfüllt
Sozialstruktur				
Gruppenstärke ≤ 80 Tiere	18	0	14	4
Besatzdichte				
Mindestverkehrsfläche pro Tier (bis 50 Tiere 4,0 m ² ; 50 bis 100 Tiere 7,50 m ² , > 100 Tiere 3,5 m ²)	18	0	7	11
Fressplatzbreite pro Tier ≥ 0,68 m	18	0	6	12
≥ 1 Liegeplatz pro Tier	18	0	13	5
Gangbreiten und Durchgänge				
Fressgangbreite ≥ 3,50 m	18	0	8	10
Laufgangbreite ≥ 2,50 m	18	0	6	10
≥ ein Verbindungsgang pro 20 gegenständige Liegeboxen (von Niedersächsisches Ministerium für den ländlichen Raum und Niedersächsisches Landesamt für Lebensmittelsicherheit und Verbraucherschutz (2007) wird ein Verbindungsgang pro 15 bis 20 Liegeboxen empfohlen)	15	3	10	5
Durchgangbreite mindestens 2,50 m	15	3	4	11
Keine Sackgassen	18	0	14	4
Laufflächengestaltung				
Auftrittsbreite bei Spaltenboden 8–13 cm	8	10	8	0
Spaltenweite bei Spaltenboden ≤ 3,50 cm	8	10	4	4
Fressplatzgestaltung				
Trogbodenhöhe 15–20 cm (± 2 cm)	18	0	6	12
Höhe der Nackenbegrenzung am Fressplatz ≥ 1,20 m	18	0	11	7
Tränkelänge pro Tier ≥ 8 cm	18	0	4	14
Liegeboxengestaltung				
Kopfraum frei	17	1	9	8

Kriterium	Gültig	Fehlend	Erfüllt	Nicht erfüllt
Liegeboxenbreite \geq 120 cm	18	0	0	18
Distanz zwischen Kotkante und Bugschwelle \geq 170 cm bei Hochboxen und \geq 180 cm bei Tiefboxen	18	0	16	2
Höhe der Nackenbegrenzung 115–130 cm über der Einstreuoberfläche	18	0	5	13
Horizontaler Abstand zwischen Kotkante und Nackenbegrenzung mindestens 170 cm	18	0	4	14
Stallklima				
Lichtstärke \geq 80 LUX	16	2	11	5

5.2.1.3 Lahmheitsprävalenz

Die Lahmheitsprävalenz unter den 605 untersuchten Tieren war mit 66,9 % insgesamt sehr hoch (siehe Abbildung 9). Auch auf der Ebene der Fokusgruppenkonnten wurden hohe Lahmheitsprävalenzen festgestellt, wobei der Mittelwert $69,5 \pm 15,7$ % betrug und die Spannweite von 47,2 bis 93,2 % reichte (siehe Tabelle 14). Noordhuizen (2012) empfiehlt eine Obergrenze für die Lahmheitsprävalenz von 15 % für Milchkuhherden. Dieser Richtwert wurde von allen Fokusgruppen weit überschritten. Er gilt jedoch für die Betriebsebene und kann daher vermutlich nicht direkt auf die FM- und HL-Gruppen übertragen werden. Es ist zu berücksichtigen, dass die neun Pilotbetriebe nicht die Grundgesamtheit aller Milchkuh haltenden Betriebe in Deutschland repräsentieren.

Obwohl in dieser Studie nur frisch- und hochlaktierende Kühe berücksichtigt wurden, welche laut Melendez et al. (2003) im Vergleich zu Kühen in anderen Laktationsstadien ein erhöhtes Lahmheitsrisiko haben, stimmen die hier dargestellten Ergebnisse mit Angaben aus der internationalen Literatur überein. Mülleder et al. (2004) fanden im Mittel 36 (0–77) % lahme Kühe in österreichischen Herden mit 21 bis 6 Tieren und Laufstallhaltung im Winter. Ähnliche Angaben stammen auch aus England und Wales mit durchschnittlich 31,5 (0–72,5) % in 205 Betrieben (Barker et al., 2010) und den USA mit 26,5–54,2 % in 5 Betrieben (Bicalho et al., 2007). Chapinal et al. (2014) beurteilten die Bewegung von Kühen in 34 konventionellen Betrieben Chinas mit Laufstallhaltung anhand eines 5-Punkte-Scores und stellten 31 ± 12 P (7–51) % klinische Lahmheit (BN 3 bis 5) sowie 10 ± 6 (0–27) % schwere Lahmheit (BN 4 bis 5) fest. Die in der vorliegenden Studie dokumentierte Lahmheitsprävalenz liegt deutlich über der in neueren Studien in den USA und Kanada beschriebenen Prävalenz. Westin et al. (2016) fanden in 36 Herden mit AMS in Kanada und Michigan eine Lahmheitsprävalenz von durchschnittlich 15 %, wobei die Spanne von 2,5 bis 46 % reichte. Dabei wurden ausschließlich Hochleistungskühe untersucht. Eine ähnliche Prävalenz fanden Cook et al.

(2016) bei Hochleistungskühen aus 66 Herden in Wisconsin (USA) mit $13,2 \pm 7,3$ (2,8–36,1) %.

Die Lahmheitsprävalenz unterschied sich über alle FM-Gruppen ($69,7 \pm 10$ %) im Vergleich zur Lahmheitsprävalenz über alle HL-Gruppen ($69,2 \pm 20$ %) nur geringfügig. Daraus kann geschlossen werden, dass einmal lahme Tiere vermutlich meist über mehrere Laktationsstadien hinweg lahm bleiben. Diese Theorie wird von Cook (<http://www.vetmed.wisc.edu/dms/fapm/fapmtools/6lame/AguidetoinvestigatingaherdlamenesproblemAABP.pdf>) unterstützt. Die größte innerbetriebliche Differenz lag bei RH-10 vor, wobei die FM-Gruppe 86,4 % lahme Tiere hatte und die HL-Gruppe 50 %. Hier wechselten die Tiere von hartem Boden mit viel Verkehrsfläche in der FM-Gruppe zu weichem Boden mit wenig Verkehrsfläche in der HL-Gruppe. Außerdem wurden vom Betriebspersonal als lahm identifizierte HL-Tiere in diesem Betrieb in einer gesonderten „Lahmengruppe“ gehalten und entzogen sich somit der Untersuchung. Dies verdeutlicht, dass die Lahmheitsprävalenz in einzelnen Haltungsguppen stark vom Management, insbesondere von der Strategie der Gruppenzusammenstellung und der Behandlung abhängen kann (von Keyserlingk et al., 2012).

Der Anteil schwer lahmer Kühe (BN 5) betrug in den sächsischen Pilotbetrieben über alle Tiere 8,6 % (siehe Abbildung 9). Auf Gruppenebene waren im Mittel $9,2 \pm 8,1$ % der Tiere schwer lahm (siehe Tabelle 14). Die höchste Prävalenz schwerer Lahmheit auf Gruppenebene lag bei 26,3 % (RH-3-FM). In drei der 18 Fokusgruppen (RH-4-FM und -HL, RH-6-FM) war keines der untersuchten Tiere schwer lahm. Der Betrieb RH-4 hatte auch insgesamt eine vergleichsweise niedrige Lahmheitsprävalenz (BN 3 bis 5). Er fiel durch eine besonders gute Lahmheitserkennung durch die Mitarbeiter und eine schnelle Behandlung lahmer Tiere in Kombination mit weicher Liegefläche und weichem Boden auf. Barker et al. (2010) verwendeten einen 3-Punkte-Score, wobei durchschnittlich 5,3 (0–31,2) % der Tiere die Note 3 zugewiesen wurde. In der Studie von Westin et al. (2016) waren bei 36 AMS-Betrieben in Canada und Michigan durchschnittlich 4 % der Kühe schwer lahm. In derselben Studie trat schwere Lahmheit in fünf Betrieben bei zehn bis 12 % der untersuchten Tiere auf. Als Kriterien für schwere Lahmheit zogen die Autoren offensichtliches Hinken und Kopfnicken heran. Somit ordnet sich auch die hier aufgezeigte Prävalenz schwerer Lahmheit in die Ergebnisse internationaler Studien ein. Cook et al. (2016) definierten die Bewegungsnoten 4 und 5 in einem Fünf-Punkte-System als schwere Lahmheit und fanden eine deutlich geringere Prävalenz von $2,5 \pm 2,7$ (0–15,7) %. Die große Spannweite der Lahmheitsprävalenz deutet darauf hin, dass es durchaus möglich ist, sowohl klinische als auch schwere Lahmheit bei Milchkühen auf ein Minimum zu reduzieren (von Keyserlingk et al., 2012).

5.2.2 Diskussion der analytischen Ergebnisse

5.2.2.1 TGI-Punktzahlen

Die TGI-Gesamtpunktzahl sowie die Punktzahlen der TGI-Einflussbereiche schieden aufgrund des Kriteriums biologisch-wissenschaftliche Bedeutung aus der Modellierung aus. Dies ist durch die Tatsache begründet, dass es sich hierbei um Indices handelt, deren Punktzahl auf der Aggregation mehrerer Einzelkriterien beruht. Die Verwendung derselben oder ähnlicher Einzelkriterien z.B. die Größe der Bewegungsfläche je Tier für mehrere Einflussbereiche bedingt eine starke Gewichtung dieser Einzelkriterien im Hinblick auf die TGI-Gesamtpunktzahl. Bei versuchsweise durchgeführten Korrelationen mittels Spearman-Rangkorrelation war eine stärkere Korrelation einiger Einzelkriterien mit Lahmheit festzustellen als der aggregierten Punktzahlen mit Lahmheit. Die TGI-Gesamtpunktzahl, die Punktzahlen der TGI-Einflussbereiche und die Einzelkriterien des TGI 200/1994 nach Sundrum et al. (1994) wurden bisher nicht von anderen Autoren mit Lahmheit oder anderen tierbezogenen Tierschutzindikatoren in Beziehung gesetzt. Ofner (2003) führte zwecks Bestimmung der Validität des TGI 35 L nach Bartussek Korrelationsanalysen zwischen den Punktzahlen des TGI 35 L und Tierverhaltens- und Gesundheitsindikatoren durch. Die 169 untersuchten Milch- und Mutterkühe stammten aus insgesamt 11 Betrieben in Österreich, wobei 7 Betriebe Laufställe und 4 Betriebe Anbindeställe hatten. Die Tiergesundheitsparameter umfassten eine modifizierte Allgemeinuntersuchung mit dem Schwerpunkt Haut- und Haarkleid sowie eine modifizierte orthopädische Untersuchung mit dem Schwerpunkt Klauen. Die Autorin identifizierte mittels Rangkorrelation nach Spearman auf den Ebenen TGI-Gesamtpunktzahl, Punktzahlen der Einflussbereiche und Punktzahlen der Einzelkriterien signifikante Zusammenhänge zwischen TGI-Punktzahlen mit Merkmalen des Tierverhaltens und der Allgemeinuntersuchung. Signifikante Zusammenhänge zwischen TGI-Punktzahlen und der Häufigkeit des Auftretens der Klauenerkrankungen Limax, Zusammenhangstrennungen des Klauenschuhs, Ballenfäule, Sohlengeschwür, Doppelte Sohle und Blutungen im Sohlenhorn, überwachsener Tragrand und Stallklauen bei Rindern konnten jedoch nicht festgestellt werden. Mögliche Ursachen für den fehlenden Zusammenhang zwischen den TGI-Punktzahlen und der Klauengesundheit sieht Ofner (2003) in der geringen Stichprobengröße (36 Tiere für die Klauengesundheit) und den multifaktoriellen Charakter von Klauenerkrankungen. Der Zusammenhang des Symptoms Lahmheit mit TGI-Punktzahlen wurde in der Studie von Ofner (2003) nicht untersucht.

5.2.2.2 Einzelmaße/Einzelkriterien

Für den Bereich Einzelmaße/Einzelkriterien sollen die Ergebnisse derjenigen Variablen diskutiert werden, welche mindestens die Modellierungsstufe univariable Modelle erreicht haben.

Einstreu, Einzelkriterium für Einflussbereich 4 des TGI 200/1994

In der vorliegenden Studie kamen Tiefstreuboxen, Hochboxen mit Gummimatten und Hochboxen mit Einstreu (Hochtiefbboxen) vor. Defizite im Liegekomfort, die sich in einer niedrigen Punktzahl für das Kriterium Einstreu/Bodenbelag der Liegefläche widerspiegeln, wurden in Übereinstimmung mit Berichten zahlreicher Autoren als Risikoindikator für Lahmheit befunden (Faull et al., 1996, Barker et al., 2009, Barker et al., 2010, Chapinal et al., 2013). Solano et al. (2015) stellten ebenfalls ein erhöhtes Lahmheitsrisiko bei Liegeflächen aus Beton oder mit Gummiauflage im Vergleich zu Sand oder getrockneter Gülle als Einstreu fest. Ähnliche Ergebnisse lieferte eine Einstreuhöhe von weniger als 2 cm im Vergleich zur Einstreuhöhe über 2 cm. Wie im ersten multivariablen Modell der vorliegenden Studie konnten auch Solano et al. (2015) unter einer Vielzahl von Merkmalen, welche den Liegekomfort beschreiben, bei dem Liegeflächenbelag als einziges Merkmal einen statistisch signifikanten Zusammenhang mit Lahmheit finden. Westin et al. (2016) fanden im univariablen Modell einen signifikanten Zusammenhang zwischen dem Liegeboxenbelag und dem Auftreten von Lahmheit, wobei das Lahmheitsrisiko bei der Verwendung von Sand als Einstreumaterial im Vergleich zu anderen Materialien verringert war. Im multivariablen Modell verglichen Westin et al. (2016) Sand mit allen anderen untersuchten Einstreuarten in Hinblick auf das Vorkommen von Lahmheit. Diese Assoziation erwies sich allerdings auf dem Niveau $p < 0,05$ als nicht signifikant. Die Autoren berücksichtigten jedoch die Einstreuhöhe gesondert vom verwendeten Einstreumaterial und nicht in der Kombination. Cook et al. (2016) und Dippel et al. (2009b) bestätigten ebenfalls, dass sich Tiefstreu in Liegeboxen positiv auf die Lahmheitsprävalenz auswirken kann.

Die Verringerung des Lahmheitsrisikos auf 46 % im univariablen Modell, auf 64 % im ersten multivariablen Modell und auf 76 % im zweiten multivariablen Modell durch die Verwendung von tiefer Einstreu im Vergleich zu Gummimatten spricht für eine hohe Aussagekraft dieses Merkmals. Tiefe, verformbare Einstreu bietet den Tieren eine gute Trittsicherheit und ermöglicht somit einfaches Abliegen und Aufstehen bei gleichzeitig besser verteilter Druck auf die Klauen (Cook und Nordlund, 2009). Außerdem ist der Liegekomfort durch die verformbare Oberfläche der Liegefläche im Vergleich zu Gummimatten erhöht. Diese Faktoren führen dazu, dass Liegeboxen mit Einstreu von Kühen bevorzugt werden und sich die Liegezeiten in solchen Boxen verlängern, wobei sich die Stehzeiten verkürzen. Die Klauen werden somit entlastet, was deren Durchblutung begünstigt und der Entstehung von nicht infektiösen Klauenerkrankungen entgegenwirkt. Durch kürzere Stehzeiten verkürzt sich auch die Zeitdauer, in der die Klauen der Feuchtigkeit auf den Laufgängen ausgesetzt sind. Langes Stehen auf feuchten Laufflächen ist laut Bell et al. (2009) ein Risikofaktor für Lahmheit. Des Weiteren können bereits vorhandene Läsionen an den Klauen bei Entlastung schneller abheilen, da insbesondere die Stehzeit lahmer Kühe bei der Verwendung von

Gummimatten als Liegeflächenbelag im Vergleich zu Sand verlängert ist (Cook et al., 2004a).

Die Beurteilung der Weichheit des Liegeflächenbelages erfolgte subjektiv unter Anwendung des sogenannten Kniefalltests. Sie war daher einfach und wenig zeitaufwendig. Da in dieser Studie Tiefboxen vorwiegend ausreichend eingestreut waren, spiegeln die Ergebnisse nicht den Zusammenhang zwischen der Boxenart und Lahmheit wieder, sondern zwischen der Einstreuhöhe bzw. der Weichheit der Liegefläche und Lahmheit. Die Weichheit der Liegefläche ist wiederum wesentlich durch die Einstreuhöhe bedingt. Es sollte deshalb tatsächlich die Einstreuhöhe gemessen und nicht nur die Boxenart bestimmt werden. Ebenso sollte die Verteilung der Einstreu in den Liegeboxen berücksichtigt werden. Die Einstreuhöhe kann in Abhängigkeit von der Verfügbarkeit des Einstreumaterials und der Arbeitskraft variieren, weshalb eine einmalige Erhebung dieses Kriteriums oft nicht genügt.

Die hier gefundenen Zusammenhänge zeigen sehr deutlich, dass der Liegebox mit Einstreu bei Umrüstung alter Stallanlagen oder einem Stallneubau im Hinblick auf die Klauen- und Gliedmaßengesundheit gegenüber Liegeboxen mit harter Liegefläche der Vorzug zu geben ist. Ohne entsprechende regelmäßige Pflegemaßnahmen und Erneuerung der Einstreu der Liegeboxen, verschwinden jedoch die Vorteile dieser Liegefläche. Selbst Hochboxen können aufgekantet und tief eingestreut werden. Eine Aufkantung verringert den Austrag von Einstreu aus der Box durch ein- oder aussteigende Kühe. Alternativ kann eine Erhöhung der Einstreumenge ohne Aufkantung der Liegeboxen mit Inkaufnahme eines höheren Kosten- und Arbeitsaufwandes zur Liegeboxenpflege erfolgen. Die Höhe der Nackenbegrenzung und der Seitenbügel müssen in beiden Fällen entsprechend angeglichen werden. Beim Einstreuen von Liegeboxen ohne Aufkantung beträgt die Strohmenge pro Kuh und Tag 2,5 bis 3 kg, wenn mindestens zweimal wöchentlich eingestreut wird (Lensink et al., 2013).

Zustand der Liegeflächen, Einzelkriterium für Einflussbereich 6 des TGI 200/1994

Die Variable g_tgi_6_Zustand der Liegeflächen Hygiene_c3 wies im univariablen Modell eine Tendenz für ein verringertes Lahmheitsrisiko mit deutlich niedrigeren Odds Ratios für die Kategorien 3 (mäßig, OR = 0,31) und 4 (gut, OR = 0,32) auf im Vergleich zu einem mittleren hygienischen Zustand der Liegefläche. Diese Tendenz fand sich auch im ersten multivariablen Modell wieder, allerdings mit etwas höheren Odds Ratios (OR Kategorie 3 = 0,47, OR Kategorie = 0,61). Im zweiten, finalen multivariablen Modell war das Lahmheitsrisiko bei den Kategorien 3 (OR = 0,34) und 4 (OR = 0,42) im Vergleich zu Kategorie 2 signifikant verringert. Verkürzte Liegezeiten und verlängerte Stehzeiten ohne Futteraufnahme bei nassen Liegeflächen kommen als eine Ursache für diesen Zusammenhang in Frage (Reich et al., 2010). Da die Sauberkeit der Liegeflächen deren

Liegekomfort beeinflusst, verlängern sich die Liegezeiten vermutlich bei sauberen Liegeboxen. Zusätzlich werden über eine verbesserte Trittsicherheit durch Ausgleiten verursachte Traumata an den Klauen vermieden. In der Untersuchung von Chapinal et al. (2013) war bei einem großen Anteil fäkal verunreinigter Liegeboxen nur schwere Lahmheit häufiger anzutreffen, wobei die Autoren eine zweiseitige Kausalität vermuteten.

Dass die Lahmheits-Odds in allen Modellen bei Kategorie 4 wieder ansteigen, lässt sich durch das Zusammenspiel mit anderen Variablen erklären. Ein guter hygienischer Zustand der Liegefläche (Kategorie 4) war bei sechs Fokusgruppen mit harten Liegeflächen und einem harten Boden der Laufflächen kombiniert (siehe Tabelle 26), welche ebenfalls Risikoindikatoren für Lahmheit sind. Das Zusammenspiel zwischen der Liegeboxenhygiene und der Liegeboxendiagonale war weniger eindeutig. Acht Fokusgruppen hatten bei guter Liegeboxenhygiene gleichzeitig lange Liegeboxendiagonalen (Kategorien 3 und 4), während sechs Fokusgruppen mit guter Liegeboxenhygiene kurze Liegeboxendiagonalen (Kategorien 1 und 2) hatten. Diese Ambivalenz ist der Tatsache geschuldet, dass ein guter hygienischer Zustand der Liegefläche bei 14 von 18 Fokusgruppen die häufigste Ausprägung war.

Es fällt auf, dass derjenige Betrieb, welcher Mängel in der Liegeboxenhygiene aufwies (RH-9), zugleich eine kurze Liegeboxendiagonale sowie hohe Zellzahlen und Keimgehalte der Milch hatte und dass alle Fokusgruppen mit einer großen Liegeboxendiagonale von Kategorie 4 (212–214 cm) die volle Punktzahl für die Liegeflächenhygiene erhielten (Tabelle 26). Dies steht im Gegensatz zu der allgemeinen Auffassung, dass restriktiv bemessene Liegeboxen sauberer seien als geräumige Liegeboxen. Diese Ergebnisse deuten an, dass Liegekomfort und Liegeflächenhygiene keine gegensätzlichen Faktoren sind. Ob die Sauberkeit der Liegeboxen tatsächlich stärker von der Liegeboxenpflege als von den Liegeboxenabmessungen abhängt, sollte in weiteren Studien überprüft werden.

Die im TGI 200/1994 vorgeschlagene Bewertung unterscheidet sich von der Bewertung durch Chapinal et al. (2013) insofern, dass sie nicht den Anteil verschmutzter Liegeplätze, sondern die ungefähre Fläche der Verunreinigung pro Liegebox („mittel“ wenn höchstens ein Viertel der Liegefläche nass oder durch Schimmel und/oder Kot verunreinigt ist, „gut“, wenn die Liegefläche trocken und frei von Schimmel und Kot ist) angibt, wobei die am stärksten verschmutzten Liegeboxen herangezogen werden. Dieses Bewertungssystem erwies sich zur Einschätzung des Lahmheitsrisikos als praktikabel und aussagekräftig. Allerdings ist die Sauberkeit der Liegeboxen stark managementabhängig und verlangt daher nach hochfrequenter Überprüfung, wodurch sich auch die leichte Beeinflussbarkeit durch Erhöhung der Reinigungsfrequenz ergibt.

Der hygienische Zustand der Liegeflächen ist ein geeigneter Risikoindikator für Lahmheit. Die Variable ist leicht durch Managementänderungen zu variieren. Sowohl die DLG (2007)

als auch Lensink et al. (2013) empfehlen, die Liegeboxen mindestens zweimal täglich zu reinigen. Im günstigsten Fall wird jede Melkzeit zur Liegeboxenpflege genutzt. Da die Reinigung der Liegeboxen in Betrieben ohne AMS meist während der Abwesenheit der Kühe vorgenommen wird, korreliert die Reinigungsfrequenz der Liegeboxen mit der Anzahl der Melkzeiten. Eine Erhöhung der Melkfrequenz ist für die Gliedmaßengesundheit nicht förderlich, weil dadurch andere risikobehaftete Faktoren verstärkt werden.

Verkehrsfläche pro Tier und Beschaffenheit der Laufflächen

Im univariablen Modell mit isolierter Betrachtung der Verkehrsfläche ergab sich eine höhere Tendenz zur Lahmheit bei einer größeren Verkehrsfläche pro Tier (OR = 1,38), was sich auch im ersten multivariablen Modell widerspiegelte (OR 1,15). Literaturangaben zur Besatzsichte beziehen sich meist auf die Anzahl Liegeplätze und/oder Fressplätze je Tier und nicht auf die Verkehrsfläche pro Tier (Leonard et al., 1996, Batchelder, 2000, DeVries und von Keyserlingk, 2006, Proudfoot et al., 2009). In der Studie von Solano et al. (2016) war eine Gesamtfläche des Stallabteils von weniger als 6 m² pro Kuh in Kombination mit mehr als einer Kuh pro Liegebox und einer Tränkelänge von weniger als 4 cm pro Kuh mit verkürzten Liegezeiten assoziiert. Westin et al. (2016) stellten eine Fressgangbreite von weniger als 430 cm als Risikofaktor für Lahmheit heraus. Da der Fressgang einen Großteil der Verkehrsfläche ausmacht, lässt sich annehmen, dass die Fressgangbreite und die Verkehrsfläche positiv korrelieren und somit ähnlich mit Lahmheit assoziiert sind, ohne dass dabei die Besatzdichte berücksichtigt werden kann. Diese Annahme steht allerdings der in der vorliegenden Arbeit gefundenen erhöhten Lahmheitstendenz bei einer größeren Verkehrsfläche entgegen.

Die Kategorien 3 und 4 der Verkehrsfläche entsprechen den Empfehlungen der Tierschutzleitlinie für die Milchkuhhaltung des Landes Niedersachsen (Niedersächsisches Ministerium für den ländlichen Raum und Niedersächsisches Landesamt für Lebensmittelsicherheit und Verbraucherschutz, 2007). Dennoch kann die empfohlene Verkehrsfläche Lahmheit begünstigen, wenn die Bodenbeschaffenheit unvorteilhaft ist. Da sich diese vermutete Interaktion aufgrund unbalancierter Daten und Kollinearitäten nicht direkt statistisch abbilden ließ, wurde eine kombinierte Variable für die Verkehrsfläche pro Tier und die Beschaffenheit der Laufflächen erstellt. Für die kombinierte Variable `g_tgi_em_Verkehrsfläche pro Tier und Beschaffenheit der Laufflächen_c4` wurde univariabel ein auf das 2,48-fache erhöhtes Lahmheitsrisiko für die Kategorie 3 (viel Verkehrsfläche und harter Boden) gegenüber der Kategorie 1 (wenig Verkehrsfläche und harter Boden) gefunden. Diese Assoziation fand sich auch im zweiten multivariablen Modell wieder, wenn auch weniger stark ausgeprägt (OR = 1,74) und nicht mehr signifikant. Bei großer Verkehrsfläche sind die Klauen durch längere Laufstrecken zwischen den

Funktionsbereichen stärker den Bodenverhältnissen ausgesetzt als bei kleinen Verkehrsflächen. Eine große Verkehrsfläche kann also den negativen Effekt eines harten Bodens auf die Klauengesundheit verstärken. Entsprechend war sowohl im univariablen als auch im zweiten multivariablen Modell die Kategorie 2 (wenig Verkehrsfläche und weicher Boden) mit einem signifikant geringeren Lahmheitsrisiko verbunden. In der Kategorie 4 (viel Verkehrsfläche und weicher Boden) lag eine Tendenz für ein vermindertes Lahmheitsrisiko vor. Diese Kategorie hatte mit nur 92 Tieren die geringste Fallzahl, wodurch die Signifikanz nicht erreicht werden konnte. Es empfiehlt sich, diese Interaktionen in weiteren Studien zu überprüfen. Es sollten dabei weitere Effekte auf die Gesundheit und das Wohlbefinden der Tiere berücksichtigt werden. Ein großes Platzangebot bei günstigen Bodenverhältnissen kann sich positiv auf die Vitalität und den Stoffwechsel der Tiere auswirken. In Falle einer zu geringen Verkehrsfläche pro Tier könnten die Stehzeiten aufgrund von Gedränge und Blockierung der Laufwege verlängert und Fress- und Liegezeiten verkürzt sein. Die Besatzdichte hat außerdem einen Einfluss auf die Sauberkeit der Laufflächen (Grant und Albright, 2001).

Bisher ist nach Wissen der Autorin in keiner größeren Studie zur Ermittlung von Risikofaktoren für Lahmheit das Zusammenspiel zwischen der Größe der Verkehrsfläche und der Beschaffenheit der Laufflächen untersucht worden, obwohl bekannt ist, dass Lahmheit multifaktoriell verursacht wird (Lensink et al., 2013, Richert et al., 2013).

Vor diesem komplexen Hintergrund stellt sich die Verkehrsfläche pro Tier als Risikoindikator dar, welcher nicht isoliert, sondern im Gefüge mit anderen Einflussfaktoren zu betrachten ist. Er ist ohne großen Aufwand objektiv zu erfassen, wesentlich von der Besatzdichte abhängig und somit leicht zu beeinflussen. In zukünftigen Studien sollten die exakten Wegstrecken sowie Steh- und Liegezeiten der Tiere Beachtung finden, um genauere Aussagen darüber treffen zu können, ob der Effekt eher auf diesen Faktoren beruht als auf der Besatzdichte.

Bei alleiniger Betrachtung der Beschaffenheit der Laufflächen ergab sich univariabel das höchste Lahmheitsrisiko für die Kategorie 2 (Teilspalten Beton oder planbefestigt Beton/Asphalt). Im Vergleich zu Kategorie 1 (Vollspalten Beton) waren die Lahmheits-Odds signifikant auf den Faktor 2,88 erhöht. Im ersten multivariablen Modell zeichnete sich eine ähnliche Tendenz ab, jedoch weniger stark (OR = 1,69). Dieser Befund stimmt mit den Aussagen von Lensink et al. (2013) und Telezhenko et al. (2008) überein, dass harter Boden ein Risiko für das Auftreten von Lahmheit darstellt. Hingegen haben Fjeldaas et al. (2011) bei Haltung auf Betonspaltenboden im Vergleich zu planem Betonboden ein mehr als doppelt so hohes Lahmheitsrisiko festgestellt. Die Autoren betonten jedoch auch, dass das Risiko für infektiöse Klauenerkrankungen bei Betonspaltenboden geringer als bei planem Beton- und Gummiboden sei. Spaltenboden könnte ein erhöhtes Risiko für nicht infektiöse

Klauenerkrankungen bedeuten, insbesondere, wenn Qualitätsmängel bestehen oder die vorgeschriebenen Abmessungen der Spaltenauftrittsfläche und der Spaltenweite (Tabelle 23) nicht erfüllt sind (Barker et al., 2010).

In der vorliegenden Arbeit hatten Tiere, welche auf Boden der Kategorien 5 (planbefestigt Gummi oder planbefestigt Gummi und Teilspalten Gummi) und 6 (Vollspalten Beton und Gummi) gehalten wurden, in beiden Modellen eine geringere Tendenz zur Lahmheit. Gummiboden wirkt sich aufgrund eines geringeren Hornabriebs und geringerer Traumatisierung als bei hartem Boden positiv auf die Lahmheitsprävalenz aus (Cook und Nordlund, 2009). Dieser Effekt ist laut Fjeldaas et al. (2011) läsionsspezifisch: nicht infektiöse Klauenerkrankungen treten bei Gummiboden im Vergleich zu Betonboden seltener auf, unabhängig davon, ob der Boden Spalten hat oder planbefestigt ist. Andererseits stellte die Bodenbeschaffenheit, wobei zwischen Spalten- und Gummiboden sowie planbefestigtem und Gummiboden unterschieden wurde, in der Studie von Solano et al. (2015) keinen Risikoindikator für Lahmheit dar. Auch Guhl (2010) fand bei acht Beobachtungszeitpunkten keinen Unterschied in der Lahmheitsprävalenz bei Tieren eines Betriebes mit zwei baugleichen Stallgebäuden, von denen eines mit Gummimatten auf den Laufflächen ausgestattet wurde und das andere nicht (planbefestigter Betonboden als Lauffläche). In dieser Studie waren rehebendigte Klauenerkrankungen und Dermatitis digitalis die Hauptursachen für das Vorkommen von Lahmheit.

Obwohl sich die Beschaffenheit der Laufflächen einfach und objektiv erfassen lässt, ist dieser Indikator nur von mittlerer Beständigkeit, weil sich die Qualität des Bodens über die Zeit verändern kann (Verminderung der Trittsicherheit durch Ablagerungen oder Abnutzung durch den Gülleschieber, Verminderung der Stabilität der Spaltenelemente, Verrutschen von Gummimatten).

Positive Effekte von Gummiboden können durch verlängerte Stehzeiten und einen verminderten Klauenhornabrieb relativiert werden (Bicalho und Oikonomou, 2013). Daher empfiehlt sich die Kombination verschiedener Bodenqualitäten (Cook und Nordlund, 2009, Lensink et al., 2013). Teilweise waren in der vorliegenden Studie in den Gruppen nur einzelne Bereiche mit Gummimatten, z.B. am Fressplatz, ausgestattet. Die Kombination verschiedener Bodenqualitäten innerhalb einer Haltungsgruppe scheint demnach vorteilhaft zu sein. Allerdings können Gummimatten am Fressplatz zu verlängerten Stehzeiten bzw. verkürzten Liegezeiten führen (Tucker et al., 2006, Ouweltjes et al., 2011, Solano et al., 2016). Dies trifft vermutlich für den Fall zu, dass der Liegekomfort nicht optimal ist. Alternativ können Treibewege und der Vorwarte Hof mit Gummimatten ausgestattet werden (Cook und Nordlund, 2009), wodurch die negativen Effekte von langen Treibewegen oder langen Wartezeiten im Vorwarte Hof zumindest teilweise neutralisiert werden.

Liegeboxendiagonale

Tiere in Haltungen mit Liegeboxendiagonalen der Kategorie 2 (195–200 cm) hatten univariabel ein signifikant ($p < 0,1$) auf 47 % verringertes Risiko, lahm zu sein im Vergleich zu Kategorie 1 (187–191 cm). Auch für höhere Kategorien lagen nicht signifikant geringere OR-Werte als für Kategorie 1 vor. Folglich können Liegeboxendiagonalen, welche kleiner als 195 cm sind, einen Risikoindikator für Lahmheit darstellen.

Dass Liegeboxenabmessungen, welche die Bewegungsfreiheit einschränken, mit Lahmheit assoziiert sein können, lässt sich durch Angaben anderer Autoren bestätigen. Rouha-Mülleider et al. (2009) identifizierten eine kurze Liegeboxendiagonale als zweitwichtigsten Einflussfaktor auf die Lahmheitsprävalenz in Kombination mit mangelhafter Liegeflächenqualität. Sie stellten eine Assoziation zwischen geringen Lahmheitsprävalenzen und einer Liegeboxendiagonale, welche größer als 194 cm ist, fest. Dippel et al. (2009b) machten zu kurze Liegeboxendiagonalen ebenfalls als Risikoindikator für Lahmheit aus. In anderen Studien wurde nicht die Liegeboxendiagonale verwendet, sondern andere Abmessungen. Die Grundaussage ist jedoch ähnlich. Chapinal et al. (2013) ermittelten ein verringertes Lahmheitsrisiko im Zusammenhang mit weniger bewegungseinschränkenden Nackenriegeln. Fulwider et al. (2007) berichten von einer signifikant negativen Korrelation zwischen der Lahmheitsprävalenz und der Nackenriegelhöhe. Faull et al. (1996) fanden einen Zusammenhang zwischen Lahmheit und der Flexibilität des unteren Rohres der Seitenbegrenzung.

Die Widerristhöhe und die schräge Rumpflänge wurden in dieser Studie zwar bei einem eher großen Tier je Gruppe gemessen, sie gingen aber nicht in die Auswertung ein, weil die Körpermaße nicht von jedem Tier vorlagen. Hierfür hätten die Tiere zumindest kurzzeitig im Fressfanggitter oder in den Liegeboxen fixiert werden müssen. Dies hätte den Erhebungsaufwand und die Stressbelastung für die Tiere erhöht. Westin et al. (2016) berücksichtigten Körpermaße auf Einzeltierebene, fokussierten sich jedoch auf die Hüftbreite und die Körperhöhe an der Hinterhand. Sie identifizierten die Liegeboxenbreite in Relation zu den Körpermaßen der Kühe in Kombination mit der Laktationszahl als wichtigsten Risikoindikator für Lahmheit. Die durchschnittliche Körperhöhe betrug in ihrer Studie 148 ± 5 cm. Die in der vorliegenden Studie gemessenen 11 Tiere hatten eine mittlere Widerristhöhe von 146 ± 4 cm bei einer Spanne von 141 bis 153 cm. Die mittlere schräge Rumpflänge betrug 164 ± 6 cm bei einer Spanne von 153 bis 173 cm. In Tabelle 24 sind die deskriptive Statistik der Körpermaße und die theoretisch erforderlichen Liegeboxenabmessungen für die Fokusgruppen enthalten. Aus der minimalen Höhe der Nackenbegrenzung und dem minimalen horizontalen Abstand zwischen Kotkante und Nackenbegrenzung lässt sich die Liegeboxendiagonale berechnen. Sie würde anhand der Vorgaben des (LAZBW, 2011)

durchschnittlich 217 cm für die Tiere der Fokusgruppen betragen. Dieser Wert wurde in keiner der Fokusgruppen erreicht. Dennoch fand sich in beiden multivariablen Modellen eine Tendenz für ein erhöhtes Lahmheitsrisiko bei Kategorie 4 (212–214 cm). Da die Körpermaße von eher größeren Tieren gemessen wurden, besteht die Möglichkeit, dass ein Großteil der Tiere in der Gruppe kleiner war und für sie somit andere Richtwerte galten. Bei großen Liegeboxendiagonalen ist mit einer stärkeren Verschmutzung der Liegeflächen zu rechnen, was bei ungenügender Reinigung wiederum Klauenerkrankungen begünstigen kann.

Tabelle 24: Körpermaße von 11 Tieren aus je einer Fokusgruppe der vorliegenden Studie und theoretisch erforderliche Liegeboxenabmessungen nach Angaben von LAZBW (2011)

Körpermaße und Liegeboxenabmessungen	Widerristhöhe (cm)	Liegeboxenbreite = Widerristhöhe x 0,85 (cm)	Schräge Rumpflänge Kuh (cm)	Distanz zwischen Kotkante und Bugschwelle = (1,11 x Diagonallänge Kuh) + 20 cm	Höhe der Nackenbegrenzung = Widerrist - 10 cm	Horizontaler Abstand zwischen Kotkante und Nackenbegrenzung = Diagonallänge Kuh + 5 cm
Mittel	146	124	164	202	136	169
Std.-Abw.	4	3	6	7	4	6
Min.	141	120	153	190	131	158
Max.	153	130	173	212	143	178

Die Liegeboxendiagonale ist eine Kombination der horizontalen Distanz zwischen Nackenbegrenzung und Boxeneinstieg und der Höhe der Nackenbegrenzung und stellt in Verbindung mit den Körpermaßen der Kühe ein objektives Maß für den Abliege- und Aufstehvorgang in Haltungssystemen mit Liegeboxen dar. Der Erfassungsaufwand ist gering. Allerdings betonen Dippel et al. (2009b), dass einzelne Liegeboxenabmessungen nicht zur Beurteilung des Liegekomforts ausreichen.

Der Risikoindikator ist leicht durch die Veränderung der Nackenriegelposition zu beeinflussen. Zudem können flexible Nackenbegrenzungen (Gurte oder Ketten in einem Schlauch) verwendet werden. Alternativ können kleinere Tiere eingestallt und große Tiere in anderen Stallabteilen mit großzügigeren Liegeboxenabmessungen untergebracht oder verkauft werden.

In der vorliegenden Studie konnten einige Liegeboxenabmessungen nicht auf ihre Assoziation mit Lahmheit getestet werden aufgrund von Mess- bzw. Definitionsschwierigkeiten, z.B. die Liegeboxenlänge und der Kopfraum. Ähnliche Herausforderungen wurden auch von Chapinal et al. (2014) beschrieben. Im Rahmen der Arbeit von Espejo und Endres (2007) wurden ebenfalls Liegeboxenmaße (Breite, Länge, Länge vom Einstieg bis zur Bugbegrenzung, Nackenriegelhöhe, Einstiegshöhe, Höhe der Seitenbegrenzung, Einstieg bis Nackenriegel) erhoben, welche aber wegen fehlender Variation und ungenügender Replikation nicht in die Analyse einfließen konnten. In Tabelle 25 sind Richtwerte für Liegeboxenabmessungen aus der Literatur im Vergleich dargestellt.

Tabelle 25: Richtwerte für Liegeboxenabmessungen aus der Literatur

Liegeboxen- abmessung	Niedersächsisches Ministerium für den ländlichen Raum und Niedersächsisches Landesamt für Lebensmittelsicher- heit und Verbraucherschutz (2007)	DLG (2007)	LAZBW (2011)
Kopfraum (cm)	80 cm bei wandständigen Liegeboxen	100 cm horizontal, 100 cm vertikal	
Liegeboxenbreite (cm)	120 cm als Standardmaß für Holstein-Friesian-Kühe, mindestens doppelte Schulterbreite der Tiere	115–120 cm (Hochboxen), 120–125 (Tiefboxen)	Widerristhöhe x 0,85 (cm)
Liegeboxenlänge (cm)	wandständig: 250–280 cm doppelreihig: 240–270 cm	wandständig: 280 cm, gegenständig: 250 cm	
Distanz zwischen Kotkante und Bugschwelle (cm)	170 cm vor der hinteren Boxenkante (Hochboxen), Tiefboxen mindestens 180 cm (Aufkantung nicht mitgerechnet)	Bugschwelle 180–195 cm von der Kotkante bzw. Streuschwelle entfernt, Liegeboxenlänge (Eintritt bis Bug) = (1,11 x Diagonallänge Kuh) + 20 cm	(1,11 x schräge Rumpflänge) + 20 cm

Liegeboxen- abmessung	Niedersächsisches Ministerium für den ländlichen Raum und Niedersächsisches Landesamt für Lebensmittelsicher- heit und Verbraucherschutz (2007)	DLG (2007)	LAZBW (2011)
Horizontaler Abstand zwischen Kotkante und Nackengrenzung (cm)	170 cm	schräge Rumpflänge + 5 cm Hochbox 165–175 cm, Tiefbox: 170–175 cm	schräge Rumpflänge + 5 cm
Höhe der Nackengrenzung (cm)	115–130 cm	> 130 cm	Widerristhöhe - 10 cm
Höhe der Kotkante (cm)		20 cm	
Seitliche Trennrahmen	Höhe der unteren Begrenzung: ca. 35–40 cm, Trennrahmen 20–30 cm kürzer als die eigentliche Liegefläche	Trennrahmen sollten 25 cm vor der Boxenkante enden	
Bugbegrenzung	10–20 cm hoch	niedrige abgerundete Schwelle, mindestens 20 cm vor dem Nackenrohr, Höhe 10–15 cm	
Gefälle der Liegefläche	4 %	2–4 % zum Kopfraum ansteigend	3–4 %

5.2.2.3 Interaktionen

Interaktionen zwischen den konzeptionellen Kandidatenvariablen wurden beispielhaft getestet. In den Interaktionsmodellen konnten nur Variablen mit gleichem Skalenniveau verwendet werden. Daher wurde, anders als im multivariaten Modell ohne Interaktionen, die Variable `g_tgi_em_Verkehrsfläche` pro Tier_c4 in ihrer kategorisierten Form entsprechend der Quartilsgrenzen verwendet (Ergebnisse nicht dargestellt).

Aufgrund von nicht besetzten Kombinationen und Kollinearitäten konnten diese Modelle nicht interpretiert werden. Es bestand ein Überhang an lahmen Tieren im Vergleich zu nicht lahmen Tieren. Bei den umweltbezogenen Variablen kamen ebenfalls unbalancierte Daten vor.

Bei dieser Studie handelte es sich um eine Beobachtungsstudie im Feld mit nicht exakt planbarer Datenlage. Sie war nicht darauf ausgelegt, eventuell vorhandenen Interaktionen im statistischen Design auch exakt abzubilden. Um Interaktionen zwischen Variablen zu untersuchen, sollten experimentelle Studien mit möglichst balancierten Daten durchgeführt werden.

An den Ergebnissen dieser Studie wird deutlich, dass umweltbedingte Faktoren multifaktoriell zusammenwirken. In zukünftigen Studien sollten Interaktionen zwischen potentiellen Risikofaktoren für Lahmheit stärker berücksichtigt werden. Außerdem muss beim Stallbau und bei der Empfehlung von Maßnahmen das Gesamtsystem aus Haltungstechnik und Management bedacht werden. Maßnahmen sollten betriebsindividuell entwickelt werden, da bereits kleine Unterschiede in der Haltungstechnik oder in den Betriebsabläufen Effekte sowohl zum Positiven als auch zum Negativen potenzieren können.

5.2.2.4 Fragebogen

Das Management hat laut der Literatur einen Einfluss auf die Lahmheitsprävalenz. Die Antworten des Fragebogens waren aber anhand eines einmaligen Bestandsbesuches schwer zu überprüfen, was häufig zum Ausschluss nach dem Kriterium biologisch-wissenschaftliche Bedeutung führte. Managementbezogene Indikatoren sind sehr flexibel. Es empfiehlt sich daher, sie in longitudinalen Studien zu untersuchen.

Die Variablen Professioneller Klauenpfleger oder betriebseigener ausgebildeter Klauenpfleger und Dokumentation von Klauenerkrankungen für Einzeltiere wurden aufgrund niedriger Frequenzen ausgeschlossen. Einige potentiell relevante Variablen bezüglich des Managements mussten aufgrund von Korrelationen mit anderen Variablen eliminiert werden. Dazu zählen die Variablen Maximale Wartezeit im Vorwartehof pro Tag, Klauenbad, Reinigung der Liegeboxen Häufigkeit, Fütterungstechnik, Futter ad libitum und Verwendung einer Schüttelbox (siehe Tabelle 28).

Bezüglich des Zeitpunktes der Klauenpflege existierten unterschiedliche Strategien. Während einige Betriebe einen Herdenschnitt zu festgelegten Zeiten bei allen Tieren gleichzeitig durchführten, nahmen andere Betriebe die routinemäßige Klauenpflege entsprechend der Laktationsabschnitte der Tiere kontinuierlich über das Jahr verteilt vor. Eine regelmäßige professionelle Klauenpflege wurde von allen teilnehmenden Betrieben

durchgeführt. Dass die Lahmheitsprävalenzen in den einzelnen Fokusgruppen dennoch hoch waren, unterstreicht die Bedeutung optimaler Haltungsbedingungen für die Klauengesundheit. Diese Beobachtung stimmt mit der Aussage von Eilers (2008) überein, dass die Einführung der funktionellen Klauenpflege in Milchkuh haltenden Betrieben zwar den Schweregrad von Lahmheit verringern kann, an den Prävalenzen von Klauenerkrankungen aber langfristig nichts ändert, wenn die Haltungsbedingungen nicht verbessert werden.

5.3 Benchmarking

Als Benchmarking wird ein in der Betriebswirtschaft angewendetes Verfahren des Betriebsvergleiches bezeichnet, dessen Ziel eine Prozessoptimierung bzw. Leistungssteigerung ist. Hierfür können Ränge vergeben werden, welche im Verlauf mehrerer Jahre regelmäßig aktualisiert werden können (Heinz et al., 2011).

Ein Benchmarking für das Lahmheitsrisiko in Milchkuh haltenden Betrieben ist anhand der ermittelten Risikoindikatoren auf Gruppenebene möglich aufgrund der sich ähnelnden Haltungssysteme der sächsischen Pilotbetriebe. Es bietet sich die Untersuchung jeweils einer FM- und einer HL-Gruppe pro Betrieb an, da diese Gruppen in den meisten Betrieben vorzufinden sind. Für Betriebe mit AMS, bei welchen keine explizite Gruppeneinteilung nach Laktationsstadium erfolgt, kann diese Vorgehensweise abgewandelt werden, indem eine oder mehrere laktierende Haltungsgruppen beurteilt werden.

Das Benchmarking hinsichtlich der Zielvariablen kann anhand der Quartile der Lahmheitsprävalenz vorgenommen werden. Das 25-Prozent-Quartil wird als projektspezifischer Richtwert bis zur nächsten Erhebung angehalten. Die Pilotbetriebe würden also im vorliegenden Fall mittelfristig eine Lahmheitsprävalenz von weniger als 55,6 % anstreben, aber dennoch langfristig den Richtwert 15 % aus der Literatur (Noordhuizen, 2012) ins Auge fassen. Das Ranking der Fokusgruppen bezogen auf die Lahmheitsprävalenz ist in Tabelle 26 ersichtlich. Die Ränge sind entsprechend der Quartilsgrenzen gefärbt (grün = 1. Quartil, gelb = 2. Quartil, orange = 3. Quartil, rot = 4. Quartil).

Als Benchmarks (englisch Maßstäbe) des Lahmheitsrisikos werden die für die teilnehmenden Betriebe ermittelten Ausprägungen der identifizierten Risikoindikatoren herangezogen (Tabelle 26). Graue und mit Stern (*) markierte Felder waren im finalen Modell mit Lahmheits-Odds von 1 oder größer behaftet, weiße Felder zeichneten sich im finalen Modell durch vergleichsweise niedrige Lahmheits-Odds aus. Die Kodierung lautet:

- g_tgi_4_Einstreu Ruheverhalten_c2: 1 = Gummimatten, 7 = Tiefstreu
- g_tgi_6_Zustand der Liegeflächen Hygiene_c3: 2 = mittel, 3 = mäßig, 4 = gut
- g_tgi_em_Minimale Liegeboxendiagonale_c4: 1 = 187 cm–191 cm, 2 = 195 cm–200 cm, 3 = 202 cm–210 cm, 4 = 212 cm–214 cm
- g_tgi_em_Verkehrsfläche pro Tier und Beschaffenheit der Laufflächen_c4: 1 = wenig Verkehrsfläche (2,12–3,21 m²) und harter Boden (Vollspalten Beton oder Teilspalten Beton oder planbefestigt Beton/Asphalt), 2 = wenig Verkehrsfläche (2,12–3,21 m²) und weicher Boden (planbefestigt Gummi oder planbefestigt Gummi und Teilspalten Gummi oder Vollspalten Beton und Gummi), 3 = viel Verkehrsfläche (4,08–6,90 m²)

und harter Boden (Vollspalten Beton oder Teilspalten Beton oder planbefestigt Beton/Asphalt), 4 = viel Verkehrsfläche (4,08–6,90 m²) und weicher Boden (planbefestigt Gummi oder planbefestigt Gummi und Teilspalten Gummi oder Vollspalten Beton und Gummi)

Tabelle 26: Benchmarking der 18 Fokusgruppen aus neun Pilotbetrieben bezogen auf die Lahmheitsprävalenz mit Darstellung der Ausprägungen der Risikoindikatoren des zweiten (finalen) multivariablen Modells

Fokusgruppe	Rang nach Lahmheitsprävalenz	Lahmheitsprävalenz (%)	TGI-Gesamtpunktzahl	g_tgi_4_Einstreu Ruheverhalten _c2	g_tgi_6_Zustand der Liegeflächen Hygiene _c3	g_tgi_em_Minimale Liegeboxen- diagonale _c4	g_tgi_em_Verkehrsfläche pro Tier und Beschaffenheit der Laufflächen _c4
RH-4-HL	1	47,2	106	7	4	*1	2
RH-7-FM	2	50,0	93	*1	4	3	2
RH-10-HL	3	50,0	92	*1	4	2	2
RH-4-FM	4	55,2	93	7	3	3	*1
RH-7-HL	5	55,3	87	*1	4	2	*1
RH-2-FM	6	56,3	106	7	4	2	*1
RH-8-HL	7	61,4	123	7	4	*4	4
RH-1-FM	8	65,1	75	*1	4	*1	*1
RH-8-FM	9	65,7	119	7	4	*4	4
RH-1-HL	10	66,7	73	*1	3	*1	*1
RH-2-HL	11	71,4	116	*1	4	3	*3
RH-9-FM	12	75,0	101	*1	*2	*1	*3
RH-6-FM	13	84,2	110	*1	4	3	*3
RH-10-FM	14	86,4	98	*1	4	*1	*3
RH-6-HL	15	87,0	109	*1	4	*4	*3
RH-3-FM	16	89,5	129	*1	4	3	*3
RH-3-HL	17	90,9	108	*1	4	3	*3
RH-9-HL	18	93,2	85	*1	*2	*1	*1

Es konnte gezeigt werden, dass die Kombination von vier Variablen zur Einschätzung des Lahmheitsrisikos geeignet ist (siehe Tabelle 26). Dies bestätigt, dass die Entstehung von Lahmheit bei Milchkühen multifaktoriell ist (Winckler, 2005). Die Ränge zwischen den Gruppen eines Betriebes im Hinblick auf die Lahmheitsprävalenz unterscheiden sich wenig bis stark. Dadurch wird deutlich, dass es sinnvoll ist, die Lahmheitsprävalenz auf Gruppenebene und nicht auf Betriebsebene zu betrachten. Dasselbe gilt für die Risikoindikatoren. Weiterhin stimmen die Ränge der Lahmheitsprävalenz nicht mit den Rängen der TGI-Gesamtpunktzahl überein, woraus sich schließen lässt, dass die TGI-Gesamtpunktzahl nicht zur Einschätzung des Lahmheitsrisikos verwendet werden sollte. Fokusgruppen der unteren beiden Quartile (Rang 10 bis 18) hatten bei mindestens drei von vier der in dieser Arbeit identifizierten Risikoindikatoren Ausprägungen, welche mit einem erhöhten Lahmheitsrisiko einhergehen. Alle Fokusgruppen der Ränge 10 bis 18 wiesen ungünstige Bedingungen bezüglich der Einstreu der Liegeflächen und der Verkehrsflächen in Kombination mit der Beschaffenheit der Laufflächen auf. Fokusgruppen im oberen Quartil zeigten ungünstige Bedingungen bei ein bis zwei Risikoindikatoren. Keine der untersuchten Fokusgruppen war im Hinblick auf die hier identifizierten Risikoindikatoren risikofrei. Das bedeutet, dass Potentiale zur Verringerung der Lahmheitsprävalenz bestehen. Die entsprechenden Maßnahmen lassen sich direkt ableiten.

Tabelle 27 bietet eine Zusammenfassung der geeigneten Risikoindikatoren inklusive deren Eigenschaften. Tierhalter können daraus Angriffspunkte zur Verringerung des Lahmheitsrisikos für ihren Betrieb entnehmen. Die dort aufgeführten Maßnahmen können je nach Betrieb beliebig erweitert oder abgewandelt werden. Die projektspezifischen Richtwerte sind dynamische Werte, welche sich optimaler Weise bei regelmäßig durchgeführtem Benchmarking verbessern sollten.

Es empfiehlt sich, auch bei mittleren bis hohen Risiken für das Tierwohl und die Tiergesundheit zusätzlich immer einen von den Benchmarkingpartnern unabhängigen Zielwert anzusetzen, um ihn langfristig im Auge behalten zu können. Weichen die Ergebnisse aller Teilnehmer stark vom Zielwert ab, liegt ein Hinweis darauf vor, dass das verwendete Haltungssystem an sich überprüft werden sollte. Zielwerte, welche an bestimmte Haltungssysteme oder Produktionssysteme angepasst sind, zum Beispiel weniger strikte Richtwerte für die Lahmheitsprävalenz in Laufställen, beruhigen zwar das Gewissen der Produzenten und Konsumenten, helfen aber nur bedingt bei der Ursachenbeseitigung von Risiken für das Tierwohl.

Tabelle 27: Zusammenfassung geeigneter Risikoindikatoren für Lahmheit in Milchkuh haltenden Betrieben und deren Eigenschaften sowie Beispiele für Maßnahmen zur Verringerung der Lahmheitsprävalenz, projektspezifische Richtwerte und allgemein empfohlene Zielwerte

Risikoindikator	Merkmal	Aus- sage- kraft	Erfas- sungs- auf- wand	Mess- barkeit	Beein- fluss- barkeit	Beispiele für Maßnahmen	Eignung zum Bench- marking	Projekt- spezifischer Richtwert	Zielwert
TGI-Punktzahlen									
Einstreu, Einzelkriterium für Einzelpunktzahl für den Einflussbereich 4 (Ruheverhalten) des TGI 200/1994	hoch	gering	subjektiv	hoch	bei Tiefboxen tiefe lose Einstreu verwenden, ggf. Hochboxen aufkanten und tief einstreuen, Frequenz des Glättens der Einstreu anpassen	ja	7 von 7 Punkten	7 von 7 Punkten	
Hygienischer Zustand der Liegeflächen, Einzelpunktzahl für Einflussbereich 6 (Hygiene) des TGI 200/1994	sehr hoch	gering	subjektiv	sehr hoch	Frequenz der Liegeflächenreinigung und des Einstreuens anpassen	ja	3 bis 5 von 5 Punkten	5 von 5 Punkten	
Einzelmaße/Einzelkriterien									

Risikoindikator	Merkmal	Aus- sage- kraft	Erfas- sungs- auf- wand	Mess- barkeit	Beein- fluss- barkeit	Beispiele für Maßnahmen	Eignung zum Bench- marking	Projekt- spezifischer Richtwert	Zielwert
Verkehrsfläche pro Kuh und Beschaffenheit der Laufflächen		sehr hoch	gering	objektiv	mittel	Gummimatten in Teilbereichen verlegen, Besatzdichte anpassen	ja	weicher Boden	weicher Boden und Mindestverkehrsfläche pro Tier einhalten: bis 50 Tiere 4,0 m ² ; 50 bis 100 Tiere 7,50 m ² , > 100 Tiere 3,5 m ² (Niedersächsisches Ministerium für den ländlichen Raum und - Niedersächsisches Landesamt für Lebensmittelsicherheit und Verbraucherschutz, 2007)
Minimale Liegeboxendiagonale (cm)		hoch	gering	objektiv	hoch	Optimierung der Position der Nackenbegrenzung	ja	195 bis 200 cm	Höhe der Nackenbegrenzung: Wiederristhöhe - 10 cm; horizontale Distanz zwischen Kotkante und Nackenbegrenzung: schräge Rumpflänge Kuh + 5 cm (LAZBW, 2011)

5.4 Feedback der Tierhalter

Die teilnehmenden Betriebe zeigten sich insgesamt sehr kooperativ bei der Unterstützung der Studie trotz des zusätzlichen Zeitaufwandes für Betriebsbegehungen und Befragungen. Vermutlich besteht die Tendenz, dass Betriebe, welche von sich aus gute Leistungen und tiergerechte Haltungen haben, motiviert sind, an den Untersuchungen und am Benchmarking teilzunehmen, während Betriebe mit stärkeren Abweichungen von den Richtwerten ungern „Kontrollen“ von betriebsfremden Personen durchführen lassen. Dies könnte ein Hindernis bei der Implementierung von flächendeckenden Systemen Verbesserung der Tiergerechtigkeit darstellen. Um dem entgegen zu wirken, sollte das Vertrauen weiterhin gefördert werden. Mit Hilfe von Sensoren kann das Tierwohl, z.B. das Auftreten von Lahmheit, zunehmend von den Betrieben selbst durchgeführt werden und es bedarf nur noch gelegentlich einer Unterstützung von externen Personen. Förderlich wäre auch ein stärkerer Austausch der Betriebe untereinander. Die Hoftierärzte sollten zukünftig stärker in das Welfare-Monitoring eingebunden werden, da sie den Verlauf besser begleiten können.

5.5 Fazit

Die hohen Lahmheitsprävalenzen in den Pilotbetrieben weisen unmissverständlich darauf hin, dass trotz umfangreicher Forschung Lahmheit eine der größten Bedrohungen der Gesundheit von Milchkühen darstellt.

Signifikante Zusammenhänge zwischen Tiergerechtheit und Lahmheit bei Milchkühen wurden in den Bereichen TGI-Punktzahlen sowie Einzelmaße/Einzelkriterien festgestellt. Es gelang, vier für die praktische Anwendung geeignete Risikoindikatoren zu identifizieren:

- die modifizierte Punktzahl für Einstreu aus dem Einflussbereich 4 des TGI 200/1994 (Ruheverhalten)
- die modifizierte Punktzahl für den hygienischen Zustand der Liegeflächen aus dem Einflussbereich 6 des TGI 200/1994 (Hygiene)
- die zusätzlichen Einzelkriterien Verkehrsfläche pro Tier und Beschaffenheit der Laufflächen in ihrer Kombination und
- das zusätzliche Einzelmaß Liegeboxendiagonale.

Maßnahmen zur Verringerung der Lahmheitsprävalenz wurden vorgeschlagen und können betriebspezifisch ergänzt werden. Zu den wichtigsten Maßnahmen gehören:

- die Optimierung des Liegekomforts durch Bereitstellung weicher und sauberer Einstreu
- die Optimierung des Lauf- bzw. Stehkomforts durch Bereitstellung weicher und sauberer Laufflächen unter Berücksichtigung einer optimalen Besatzdichte.

Ein Benchmarking anhand der Lahmheitsprävalenz und der vier identifizierten Risikoindikatoren wurde durchgeführt. Der projektspezifische Richtwert der Pilotbetriebe für die Lahmheitsprävalenz beträgt $< 55,6 \%$, wobei langfristig eine Lahmheitsprävalenz von $< 15 \%$ angestrebt werden sollte.

Der Aufwand zur Erhebung und Auswertung aller untersuchten Parameter war relativ hoch. Durch die Beschränkung auf diejenigen Risikoindikatoren, welche sich als geeignet erwiesen, kann eine erhebliche Reduzierung des Erhebungsaufwandes erzielt werden.

Da nicht auf betriebseigene Dokumentationen zurückgegriffen werden muss, sind die Ergebnisse zwischen Betrieben gut vergleichbar. Dies ist Voraussetzung für ein aussagekräftiges Benchmarking und eine nachhaltige Reduzierung der Lahmheitsprävalenz in Milchviehbetrieben.

5.6 Ausblick/weiterer Forschungsbedarf

Die identifizierten Risikoindikatoren für Lahmheit sollten anhand einer größeren Anzahl Betriebe auch in longitudinalen Studien getestet werden, um ihre Aussagekraft zu überprüfen und festzustellen, ob es sich um ursächliche oder Folgeeffekte von Lahmheit handelt. Es sollten dabei auch verschiedene Haltungssysteme mit einbezogen werden. Ist der kausale Zusammenhang zwischen Risikoindikatoren und Lahmheit bestätigt, können diese dann als Risikofaktoren bezeichnet und ihnen durch gezielte Maßnahmen entgegengewirkt werden. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit von Interventionsstudien, in denen Praktikabilität und Effekte der Maßnahmen im Hinblick auf die Verringerung der Lahmheitsprävalenz in Milchkuh haltenden Betrieben untersucht werden. Die in dieser Arbeit vorgeschlagenen Maßnahmen stellen lediglich Beispiele dar, welche der Bewertung der untersuchten Risikoindikatoren im Hinblick auf deren Beeinflussbarkeit dienen. Sie können und sollten für verschiedene Haltungs- und Managementsysteme sowie betriebsindividuell in Zusammenarbeit aller an der Milchproduktion beteiligten Parteien (Betriebsleiter, Herdenmanager, Fütterer, Melker, Tierarzt, Futterberater, Klauenpfleger, Stallbaufirmen usw.) erweitert werden. Die Überwachung der Lahmheitsprävalenz kann zukünftig mit Hilfe von Sensoren unterstützt werden, um die Praktikabilität zu erhöhen.

Die Ergebnisse dieser Arbeit verdeutlichen, dass Systeme zur Bewertung der Tiergerechtigkeit von Haltungsbedingungen durch eine Analyse von Zusammenhängen mit denjenigen tierbezogenen Indikatoren entwickelt bzw. validiert werden müssen, welche verbessert werden sollen. Optimaler Weise liegen für die Bewertungssysteme nachgewiesene Ursache-Wirkungsbeziehungen vor bevor sie flächendeckend implementiert werden.

In dieser Arbeit wurde speziell der Zusammenhang zwischen Lahmheit und Tiergerechtigkeit bei Milchkühen untersucht. Diese Methode kann auf die Bereiche Eutergesundheit, Fruchtbarkeit und Stoffwechsel ausgeweitet werden, wodurch die wichtigsten Abgangsursachen bei Milchkühen abgedeckt werden. Das Benchmarking (Tabelle 26) kann somit modulartig erweitert werden. Durch diese zielorientierte Herangehensweise kann langfristig die Nutzungsdauer von Milchkühen verlängert werden.

Die alleinige Erfassung tierbezogener Tierschutzindikatoren reicht zur Verbesserung des Tierwohls nicht aus, weil aus ihnen keine Maßnahmen abgeleitet werden können, sondern lediglich ein Tierwohlstatus beschrieben wird. Ebenso ist die ausschließliche Erfassung von umweltbezogenen Tierschutzindikatoren ungenügend, weil die Reaktionen der Tiere auf die Haltungsumwelt nicht überprüft werden können.

6 Zusammenfassung

Eine der derzeit größten Herausforderungen für das Tierwohl und die Wirtschaftlichkeit auf milcherzeugenden Betrieben ist die hohe Lahmheitsprävalenz. Ziel der vorliegenden Studie war es, Zusammenhänge zwischen Tiergerechtheit und Lahmheit aufzuzeigen. Darauf basierend sollten Maßnahmen zur Verringerung der Lahmheitsprävalenz zur Anwendung in der integrierten tierärztlichen Bestandsbetreuung vorgeschlagen und ein Benchmarking anhand der ermittelten Risikoindikatoren durchgeführt werden.

605 Tiere, welche 18 Haltungsgruppen der Laktationsstadien Frischmelker und Hochleistung aus neun konventionellen Milchkuh haltenden Betrieben in Sachsen, Deutschland, angehörten, wurden im Sommer 2013 der fünfstufigen Bewegungsanalyse nach Sprecher et al. (1997) unterzogen. Tiere mit Bewegungsnoten ≥ 3 wurden als lahm eingestuft. Zur Bewertung der Tiergerechtheit in diesen Haltungsgruppen wurden der Tiergerechtheitsindex (TGI) 200/1994 nach Sundrum et al. (1994) sowie weitere umweltbasierte Kriterien und ein Fragebogen herangezogen.

Aus insgesamt 119 Variablen wurden anhand eines vierstufigen Auswahlverfahrens fünf Kandidatenvariablen identifiziert und ihr Zusammenhang mit Lahmheit uni- und multivariabel getestet. Die Datenauswertung erfolgte mit Hilfe eines gemischten logistischen Regressionsmodells mit Lahmheit auf Tierebene als Zielvariable.

Vier Variablen bildeten das finale multivariable Modell: der Liegeflächenbelag, der hygienische Zustand der Liegeflächen, die Liegeboxendiagonale (Distanz von der Nackenbegrenzung bis zur Kotkante) und die Beschaffenheit der Laufflächen in Kombination mit der Verkehrsfläche pro Tier. Tiefstreu war im Gegensatz zu Gummimatten nicht signifikant mit einer geringeren Tendenz zu Lahmheit verbunden. Sauberere Liegeboxen (mäßiger und guter hygienischer Zustand) traten in Verbindung mit einem signifikant verringerten Lahmheitsrisiko im Vergleich zu stärker verschmutzten Liegeflächen (mittlerer hygienischer Zustand) auf. Bei einer Liegeboxendiagonale von 195–200 cm war die Tendenz zu Lahmheit verglichen mit kürzeren oder längeren Liegeboxendiagonalen am geringsten, jedoch nicht signifikant. Lahmheit kam seltener bei Tieren vor, welche auf Laufflächen mit teilweiser oder vollständiger Gummiauflage gehalten wurden, im Vergleich zu Tieren, welche auf hartem Boden (Beton oder Asphalt) gehalten wurden. Diese Beziehung war in Kombination mit einer Verkehrsfläche von 2,12–3,21 m² pro Tier signifikant, in Kombination mit einer Verkehrsfläche von 4,08–6,90 m² bestand lediglich eine Tendenz. Basierend auf diesen Ergebnissen wurden beispielhaft Maßnahmen zur Verbesserung der Tiergerechtheit vorgeschlagen, mit dem Ziel die Lahmheitsprävalenz zu verringern.

Die Studie kombinierte Punktzahlen eines Indexsystems, welches für die Bewertung von Biobetrieben in Deutschland bereits Anwendung findet, sowie dessen Einzelkriterien mit weiteren management- und tierbezogenen Indikatoren für Tiergerechtigkeit in einer Risikoindikatoranalyse für Lahmheit. Das entwickelte System bietet einen praxisorientierten Ansatz zur gesetzlich vorgeschriebenen betrieblichen Eigenkontrolle. Gleichzeitig ermöglicht es ein Benchmarking und bietet evidenzbasierte Lösungsansätze für die Prävention von Lahmheit.

Weiterer Forschungsbedarf besteht, um die vorgeschlagenen Risikoindikatoren in longitudinalen Studien zu validieren, sowie Maßnahmen in breit angelegten Interventionsstudien zu testen und zu überprüfen, ob sich mittels kontinuierlichen Benchmarkings und kontinuierlicher Beratung der Betriebe eine betriebsübergreifende Verbesserung der Tiergerechtigkeit und Verminderung der Lahmheitsprävalenz erzielen lässt.

7 Summary

Relation between animal suitability and lameness in nine dairy cow operations in Saxony, Germany

One of the major challenges regarding animal welfare and economics in modern dairy farming is the high lameness prevalence in dairy cow herds. This study aimed at identifying relations between animal suitability (housing and management conditions) and lameness in dairy cows. Based on the findings, evidence-based strategies to reduce the lameness prevalence were suggested. Furthermore, the identified risk indicators were used to develop a benchmarking system for lameness across farms. The proposed system shall serve as a feasible instrument to assess animal welfare and animal suitability within the framework of the farm's internal control as required by the German Animal Welfare Act.

605 cows from 18 housing groups (fresh cows and high yielding) of nine conventional dairy farms across Saxony, Germany, were scored for locomotion according to the five-point-scale system of Sprecher et al. (1997) during the summer period of 2013. Cows with locomotion scores 3 and higher were classified as lame. The Animal Suitability Index (German Tiergerechtheitsindex) TGI 200/1994 by Sundrum et al. (1994) as well as other environmentally-based criteria and a questionnaire were used to assess animal suitability.

Out of originally 119 variables, five variables were chosen by means of a four-stage selection procedure for the univariate and multivariate statistical modelling. The relation of these variables with lameness was tested in different three-level nested logistic regression models with cow as unit of analysis.

The final model consisted of four variables: type of bedding in the cubicles, cleanliness of the lying surfaces, cubicle diagonal (distance from neck rail to rear curb), and type of floor in combination with the size of the traffic area per cow. Deep bedding in cubicles was non-significantly associated with lower lameness-odds compared to rubber mats. Lying surface cleanliness scores of 3 (moderate) and 4 (clean) were associated with a significantly lower lameness risk than a cleanliness score of 2 (intermediate). When the cubicle diagonal was between 195 and 200 cm, there was a lower tendency (non-significant) for lameness than for shorter or longer cubicle diagonals. Lameness was less frequent among cows that walked on floors that were partly or completely covered by rubber mats compared to cows that walked on hard floors (concrete or asphalt). This association was significant in combination with a traffic area between 2.12 and 3.21 m² per cow. In combination with a traffic area of 4.08 to 6.90 m², there was only a non-significant tendency for no lameness. Based on these results, exemplary strategies to improve animal suitability have been suggested which can help to reduce lameness prevalence.

This study combines scores of an index system, which is used for animal welfare assessment on organic farms in Germany, and other environmentally-based and management-based indicators for animal suitability in a risk analysis for lameness. The developed system can be used for the farm's internal control as required by the German Animal Welfare Act. At the same time, it serves as a benchmarking tool for dairy farms and offers evidence-based approaches for the prevention of lameness.

Further research is necessary to validate the suggested risk indicators in longitudinal studies. In addition, it should be tested in long-term interventional studies whether benchmarking and continuous follow-up can help to improve animal suitability and reduce the prevalence of lameness in dairy farms.

8 Literaturverzeichnis

Adams, A. E., J. E. Lombard, C. P. Fossler, I. N. Roman-Muniz und C. A. Kopral. 2017. Associations between housing and management practices and the prevalence of lameness, hock lesions, and thin cows on US dairy operations. *Journal of Dairy Science* 100(3):2119-2136.

Alsaad, M., J. J. Niederhauser, G. Beer, N. Zehner, G. Schuepbach-Regula und A. Steiner. 2015. Development and validation of a novel pedometer algorithm to quantify extended characteristics of the locomotor behavior of dairy cows. *Journal of Dairy Science* 98(9):6236–6242.

Amon, T., B. Amon, E. Ofner und J. Boxberger. 2001. Precision of Assessment of Animal Welfare by the 'TGI 35 L' Austrian Needs Index. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A — Animal Science* 51(sup030):114–117.

Amory, J. R., P. Kloosterman, Z. E. Barker, J. L. Wright, R. W. Blowey und L. E. Green. 2006. Risk Factors for Reduced Locomotion in Dairy Cattle on Nineteen Farms in The Netherlands. *Journal of Dairy Science* 89(5):1509–1515.

Andersson, R., G. Postler, H. Schneider, A. Striezel und A. Sundrum. 1994. Tiergerechtheitsindex für Rinder. In: Sundrum, A.; R. Andersson, G. Postler (Hrsg.): Tiergerechtheitsindex - 200 1994 Ein Leitfaden zur Beurteilung von Haltungssystemen. Köllen Druck+Verlag GmbH, Bonn, S. 30–40.

Arave, C. W., J. L. Albright und C. L. Sinclair. 1974. Behavior, Milk Yield, and Leucocytes of Dairy Cows in Reduced Space and Isolation. *Journal of Dairy Science* 57(12):1497–1501.

Bak, A. S., M. S. Herskin und M. B. Jensen. 2016. Effect of sand and rubber surface on the lying behavior of lame dairy cows in hospital pens. *Journal of Dairy Science* 99(4):2875–2883.

Barker, Z. E., J. R. Amory, J. L. Wright, R. W. Blowey und L. E. Green. 2007. Management Factors Associated with Impaired Locomotion in Dairy Cows in England and Wales. *Journal of Dairy Science* 90(7):3270–3277.

Barker, Z. E., J. R. Amory, J. L. Wright, S. A. Mason, R. W. Blowey und L. E. Green. 2009. Risk factors for increased rates of sole ulcers, white line disease, and digital dermatitis in

dairy cattle from twenty-seven farms in England and Wales. *Journal of Dairy Science* 92(5):1971–1978.

Barker, Z. E., K. A. Leach, H. R. Whay, N. J. Bell und D. C. J. Main. 2010. Assessment of lameness prevalence and associated risk factors in dairy herds in England and Wales. *Journal of Dairy Science* 93(3):932–941.

Bartussek, H. 1996. Tiergerechtheitsindex für Rinder TGI 35 L/1996-Rinder. Stand: Mai 1996. <http://www.bartussek.at/pdf/tgirinder.pdf>, letzter Zugriff: 17.3.17.

Bartussek, H. 1999. A review of the animal needs index (ANI) for the assessment of animals' well-being in the housing systems for Austrian proprietary products and legislation. *Livestock Production Science* 61(2-3):179–192.

Batchelder, T. L. 2000. The impact of head gates and overcrowding on production and behavior patterns of lactating dairy cows. In: *Dairy housing and equipment systems.*, Ithaka, NY.S. 325–330

Beck, J. D. 1998. Risk revisited. *Community Dentistry and Oral Epidemiology* 26(4):220–225.

Becker, J., A. Steiner, S. Kohler, A. Koller-Bähler, M. Wüthrich und M. Reist. 2014. Lameness and foot lesions in Swiss dairy cows: II. Risk factors. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde* 156(2):79–89.

Bell, N. J., M. J. Bell, T. G. Knowles, H. R. Whay, D. J. Main und A. J. F. Webster. 2009. The development, implementation and testing of a lameness control programme based on HACCP principles and designed for heifers on dairy farms. *The Veterinary Journal* 180(2):178–188.

Bernardi, F., J. Fregonesi, C. Winckler, D. M. Veira, M. A. G. von Keyserlingk und D. M. Weary. 2009. The stall-design paradox: Neck rails increase lameness but improve udder and stall hygiene. *Journal of Dairy Science* 92(7):3074–3080.

Bicalho, R. C., V. S. Machado und L. S. Caixeta. 2009. Lameness in dairy cattle: A debilitating disease or a disease of debilitated cattle? A cross-sectional study of lameness prevalence and thickness of the digital cushion. *Journal of Dairy Science* 92(7):3175–3184.

Bicalho, R. C. und G. Oikonomou. 2013. Control and prevention of lameness associated with claw lesions in dairy cows. *Livestock Science* 156(1–3):96–105.

Bicalho, R. C., F. Vokey, H. N. Erb und C. L. Guard. 2007. Visual Locomotion Scoring in the First Seventy Days in Milk: Impact on Pregnancy and Survival. *Journal of Dairy Science* 90(10):4586–4591.

Borderas, T. F., B. Pawluczuk, A. M. de Passillé und J. Rushen. 2004. Claw Hardness of Dairy Cows: Relationship to Water Content and Claw Lesions. *Journal of Dairy Science* 87(7):2085–2093.

von Borell, E. Welfare assessment and of on-farm animal welfare index systems.
http://agriculture.de/acms1/conf6/ws5aindexing.htm?&xdocopen=1&xdoc=1,0,0#XDOC_02,
letzter Zugriff: 17.3.17.

von Borell, E., H.-J. Herrmann, U. Knierim, C. Müller, T. Richter, P. Sanftleben, D. Schäffer, V. Schulze und A. Sundrum. 2007. Kritische Kontrollpunkte (CCP) in der Rinderhaltung – ein Konzept zur betrieblichen Eigenkontrolle für die Bereiche Tierschutz, Tiergesundheit und Management. *Züchtungskunde* 79(5):329–338.

Borkert, J. und N. Tadich. 2013. Effect of lameness on milk production of dairy cows from eight herds in southern Chile. in Proc. 17th International Symposium and 9th International Conference on Lameness in Ruminants, Bristol, UK.

Bramley, E., N. D. Costa, W. J. Fulkerson und I. J. Lean. 2013. Associations between body condition, rumen fill, diarrhoea and lameness and ruminal acidosis in Australian dairy herds. *New Zealand Veterinary Journal* 61(6):323–329.

Bramley, E., I. J. Lean, W. J. Fulkerson, M. A. Stevenson, A. R. Rabiee und N. D. Costa. 2008. The Definition of Acidosis in Dairy Herds Predominantly Fed on Pasture and Concentrates. *Journal of Dairy Science* 91(1):308–321.

Broom, D. M. 1986. Indicators of poor welfare. *British Veterinary Journal* 142(6):524–526.

Burnell, M. C. und J. D. Reader. 2013. Substandard management of claw trimming is a common risk factor for lameness in UK dairy herds. Page 293 in Proc. 17th International Symposium and 9th International Conference on Lameness in Ruminants, Bristol, UK.

Bystron, S. und C. Mülling. 2012. Einfluss metabolischer Störungen auf die Klaue. *Der Praktische Tierarzt* 93(Suppl. 1):19–25.

Chapinal, N., A. K. Barrientos, M. A. G. von Keyserlingk, E. Galo und D. M. Weary. 2013. Herd-level risk factors for lameness in freestall farms in the northeastern United States and California. *Journal of Dairy Science* 96(1):318–328.

Chapinal, N., Y. Liang, D. M. Weary, Y. Wang und M. A. G. von Keyserlingk. 2014. Risk factors for lameness and hock injuries in Holstein herds in China. *Journal of Dairy Science* 97(7):4309–4316.

Cook, N. B. 2003. Prevalence of lameness among dairy cattle in Wisconsin as a function of housing type and stall surface. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 223(9).

Cook, N. B. o.J. A Guide to Investigating a Herd Lameness Problem.

<http://www.vetmed.wisc.edu/dms/fapm/fapmtools/6lame/AguidetoinvestigatingaherdlamenesproblemAABP.pdf>, letzter Zugriff: 17.3.17.

Cook, N. B., T. B. Bennett und K. V. Nordlund. 2004a. Effect of Free Stall Surface on Daily Activity Patterns in Dairy Cows with Relevance to Lameness Prevalence. *Journal of Dairy Science* 87(9):2912–2922.

Cook, N. B., J. P. Hess, M. R. Foy, T. B. Bennett und R. L. Brotzman. 2016. Management characteristics, lameness, and body injuries of dairy cattle housed in high-performance dairy herds in Wisconsin. *Journal of Dairy Science*. 99(7):5879–91.

Cook, N. B. und K. V. Nordlund. 2009. The influence of the environment on dairy cow behavior, claw health and herd lameness dynamics. *The Veterinary Journal* 179(3):360–369.

Cook, N. B., K. V. Nordlund und G. R. Oetzel. 2004b. Environmental Influences on Claw Horn Lesions Associated with Laminitis and Subacute Ruminant Acidosis in Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* 87, Supplement(0):E36–E46.

Danscher, A. M., J. M. D. Enemark, E. Telezhenko, N. Capion, C. T. Ekstrøm und M. B. Thoenfer. 2009. Oligofructose overload induces lameness in cattle. *Journal of Dairy Science* 92(2):607-616.

- Deimel, I., A. Franz, M. Frentrup, M. von Meyer, A. Spiller, L. Theuvsen, J. Dettmer, M. Gauly, C. Salzborn, L. Schrader und H. Van den Weghe. 2010. Abschlussbericht des Projektes „Perspektiven für ein Europäisches Tierschutzlabel“. Georg-August-Universität Göttingen - Fakultät für Agrarwissenschaften - Department für Agrarökonomie und Rurale Entwicklung, Göttingen. www.uni-goettingen.de/de/abschlussbericht-des-animal-welfare-projekts/138817.html, letzte Einsicht: 17.3.17
- DeVries, T. J. und M. A. G. von Keyserlingk. 2006. Feed Stalls Affect the Social and Feeding Behavior of Lactating Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* 89(9):3522–3531.
- DeVries, T. J., M. A. G. von Keyserlingk und K. A. Beauchemin. 2005. Frequency of Feed Delivery Affects the Behavior of Lactating Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* 88(10):3553–3562.
- Dippel, S., M. Dolezal, C. Brenninkmeyer, J. Brinkmann, S. March, U. Knierim und C. Winckler. 2009a. Risk factors for lameness in cubicle housed Austrian Simmental dairy cows. *Preventive Veterinary Medicine* 90(1–2):102–112.
- Dippel, S., M. Dolezal, C. Brenninkmeyer, J. Brinkmann, S. March, U. Knierim und C. Winckler. 2009b. Risk factors for lameness in freestall-housed dairy cows across two breeds, farming systems, and countries. *Journal of Dairy Science* 92(11):5476–5486.
- DLG. 2007. Planungshinweise zur Liegeboxengestaltung für Milchkühe. DLG-Merkblatt 341, Frankfurt. <https://www.landwirtschaftskammer.de/duesse/tierhaltung/rinder/milchvieh/berichte/pdfs/2007-dlg-merkblatt-341.pdf>, letzter Zugriff: 17.3.17.
- DLG, A. K. d. 2005. DLG-Leitfaden Klauenkrankheiten. http://www.portal-rind.de/data/artikel/92/artikel_92.pdf, letzter Zugriff: 17.3.17.
- Doherty, N., S. J. More und J. Somers. 2014. Risk factors for lameness on 10 dairy farms in Ireland. *Veterinary Record* 174(24):609.
- Duden. Stichwort: tiergerecht. <https://www.duden.de/node/660322/revisions/1087080/view>, letzter Zugriff: 17.3.17
- Dunthorn, J., R. M. Dyer, N. K. Neerchal, J. S. McHenry, P. G. Rajkondawar, G. Steingraber, und U. Tasch. 2015. Predictive models of lameness in dairy cows achieve high sensitivity

and specificity with force measurements in three dimensions. *Journal of Dairy Research* 82(4):391–399.

EFSA Panel on Animal Health and Welfare (AHAW). 2012. Statement on the use of animal-based measures to assess the welfare of animals. *EFSA Journal* 10(6):2767.

Eilers, T. G. 2008. Langzeitbeobachtungen zur Klauengesundheit in vier Milchviehbetrieben im nordwestlichen Niedersachsen unter Berücksichtigung ausgewählter Risikoindikatoren auf Einzeltier- und Herdenebene. Berlin, Freie Universität Berlin, Fachbereich Veterinärmedizin, Dissertation.

Espejo, L. A. und M. I. Endres. 2007. Herd-Level Risk Factors for Lameness in High-Producing Holstein Cows Housed in Freestall Barns. *Journal of Dairy Science* 90(1):306–314.

Espejo, L. A., M. I. Endres und J. A. Salfer. 2006. Prevalence of Lameness in High-Producing Holstein Cows Housed in Freestall Barns in Minnesota. *Journal of Dairy Science* 89(8):3052–3058.

Esslemont, R. J. und M. A. Kossaibati. 1997. The costs of production diseases in dairy herds in England. *Veterinary Journal* 154(1):41–54.

Estevez, I., I.-L. Andersen und E. Nævdal. 2007. Group size, density and social dynamics in farm animals. *Applied Animal Behaviour Science* 103(3–4):185–204.

European Food Safety Authority. 2009. Scientific Opinion on the overall effects of farming systems on dairy cow welfare and disease, Scientific Opinion of the Panel on Animal Health and Animal Welfare. *The EFSA Journal* 1143:1-38.

Farm Animal Welfare Council. 2009. FAWC Report on Farm Animal Welfare in Great Britain: Past, Present and Future.
https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/319292/Farm_Animal_Welfare_in_Great_Britain_-_Past__Present_and_Future.pdf, letzter Zugriff: 17.3.17

Faull, W. B., J. W. Hughes, M. J. Clarkson, D. Y. Downham, F. J. Manson, J. B. Merritt, R. D. Murray, W. B. Russell, J. E. Sutherst und W. R. Ward. 1996. Epidemiology of lameness in dairy cattle: the influence of cubicles and indoor and outdoor walking surfaces. *Veterinary Record* 139(6):130–136.

Fieguth, L. H. 2014. Untersuchung zur Stressantwort bei Milchkühen anhand eines ACTH Stimulationstests und der Evaluierung der Herzratenvariabilität. Hannover, Tierärztliche Hochschule Hannover, Dissertation.

Fjeldaas, T., Å. M. Sogstad und O. Østerås. 2011. Locomotion and claw disorders in Norwegian dairy cows housed in freestalls with slatted concrete, solid concrete, or solid rubber flooring in the alleys. *Journal of Dairy Science* 94(3):1243–1255.

Flower, F. C. und D. M. Weary. 2006. Effect of Hoof Pathologies on Subjective Assessments of Dairy Cow Gait. *Journal of Dairy Science* 89(1):139–146.

Fraser, D., D. M. Weary, E. A. Pajor und B. N. Milligan. 1997. A Scientific Conception of Animal Welfare that Reflects Ethical Concerns. *Animal Welfare* 6(3):187–205.

Fulwider, W. K., T. Grandin, D. J. Garrick, T. E. Engle, W. D. Lamm, N. L. Dalsted und B. E. Rollin. 2007. Influence of Free-Stall Base on Tarsal Joint Lesions and Hygiene in Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* 90(7):3559–3566.

Galindo, F. und D. M. Broom. 2002. Effects of lameness of dairy cows. *Journal of Applied Animal Welfare Science* 5(3):193–201.

Galleguillos, F. und J. Borkert. 2013. Prevalence of lameness in 2370 cows and the type of claw lesions in 511 lame cows from 4 dairy herds in central area of Chile. Page 53 in Proc. 17th International Symposium and 9th International Conference on Lameness in Ruminants, Bristol, UK.

Genco, R. J., M. K. Jeffcoat, P. N. Papapanou, G. C. Armitage, S. Grossi und N. P. Lang. 1996. Consensus Report Periodontal Diseases: Epidemiology and Diagnosis. *Annals of Periodontology* 1(1):216–222.

Gieseke, D., C. Lambertz, I. Traulsen, J. Krieter und M. Gauly. 2014. Beurteilung von Tiergerechtheit in der Milchviehhaltung Evaluierung des Welfare Quality® Protokolls. *Züchtungskunde* 1(86):58–70.

Grant, R. J. und J. L. Albright. 2001. Effect of Animal Grouping on Feeding Behavior and Intake of Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science* 84, Supplement(0):E156–E163.

Green, L. E., J. N. Huxley, C. Banks und M. J. Green. 2014. Temporal associations between low body condition, lameness and milk yield in a UK dairy herd. *Preventive Veterinary Medicine* 113(1):63–71.

Greenough, P. R. 1997. *Lameness in Cattle*. 3. Auflage, W. B. Saunders Company, Philadelphia, USA, S. 3.

Guhl, E. 2010. Vergleichende Untersuchung über die Auswirkungen von Laufflächenbelägen aus Gummi und Beton auf Klauenhornqualität, Hornnachschiebung und -abrieb, Nettohornwachstum, Lahmheit und Klauengesundheit von Milchrindern in Laufstallhaltung. Berlin, Freie Universität Berlin, Fachbereich Veterinärmedizin, Dissertation.

Heinz, S., N. Kanswohl und A. Römer. 2011. Examinations on the relationship between claw health and the assessment of housing conditions based on a welfare index and critical checkpoints. *Archiv Tierzucht* 54(3):227–237.

Hernandez-Mendo, O., M. A. G. von Keyserlingk, D. M. Veira und D. M. Weary. 2007. Effects of Pasture on Lameness in Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* 90(3):1209–1214.

Van Hertem, T., C. Bahr, A. Schlageter Tello, S. Viazzi, M. Steensels, C. E. Romanini, C. Lokhorst, E. Maltz, I. Halachmi und D. Berckmans. 2015. Lameness detection in dairy cattle: single predictor v. multivariate analysis of image-based posture processing and behaviour and performance sensing. *Animal*:1–8.(im Druck).

Hewson, C. J. 2003. What is animal welfare? Common definitions and their practical consequences. *Bien-être des animaux: quelques définitions et courantes et leurs incidences*. *Canadian Veterinary Journal* 44(6):496–499.

Hirst, W. M., R. D. Murray, W. R. Ward und N. P. French. 2002. A mixed-effects time-to-event analysis of the relationship between first-lactation lameness and subsequent lameness in dairy cows in the UK. *Preventive Veterinary Medicine* 54(3):191–201.

Hoffman, A. C., D. A. Moore, J. R. Wenz und J. Vanegas. 2013. Comparison of modeled sampling strategies for estimation of dairy herd lameness prevalence and cow-level variables associated with lameness. *Journal of Dairy Science* 96(9):5746-5755.

Holzhauer, M., C. Hardenberg, C. J. M. Bartels und K. Frankena. 2006. Herd- and Cow-Level Prevalence of Digital Dermatitis in The Netherlands and Associated Risk Factors. *Journal of Dairy Science* 89(2):580–588.

ICAR. 2015. Atlas der Klauengesundheit, ICAR Technical Series, ICAR Arbeitsgruppe für funktionale Merkmale (ICAR WGFT) und internationale Klauengesundheitsexperten (Hrsg.), 1. Ausgabe, Juni 2015. <http://www.icar.org/wp-content/uploads/2016/02/German-translation-of-the-ICAR-Claw-Health-Atlas.pdf>, letzter Zugriff: 17.03.2017.

Ingvartsen, K. L. und H. R. Andersen. 1993. Space allowance and type of housing for growing cattle. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A – Animal Science* 43:65–80.

Johnsen, P. F., T. Johannesson und P. Sandøe. 2010. Assessment of Farm Animal Welfare at Herd Level: Many Goals, Many Methods. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A – Animal Science, Supplement 030* 51:26–33.

Juarez, S. T., P. H. Robinson, E. J. DePeters und E. O. Price. 2003. Impact of lameness on behavior and productivity of lactating Holstein cows. *Applied Animal Behaviour Science* 83(1):1–14.

von Keyserlingk, M. A., A. Barrientos, K. Ito, E. Galo und D. M. Weary. 2012. Benchmarking cow comfort on North American freestall dairies: lameness, leg injuries, lying time, facility design, and management for high-producing Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science* 95(12):7399–7408.

von Keyserlingk, M. A. G., D. Olenick und D. M. Weary. 2008. Acute Behavioral Effects of Regrouping Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* 91(3):1011–1016.

Kleinbaum, D., L. Kupper und H. Morgenstern. 1982. *Epidemiologic Research: Principles and Quantitative Methods*. Lifetime Learning Publications, Belmont (California).

König, H. E. und H.-G. Liebich. 2005. *Anatomie der Haussäugetiere - Lehrbuch und Farbatlas für Studium und Praxis*. 3. Auflage. Schattauer GmbH, Stuttgart.

KTBL. 2008. KTBL-Schrift 462. Systembewertung der ökologischen Tierhaltung. <https://www.ktbl.de/fileadmin/produkte/leseprobe/11462excerpt.pdf>, letzter Zugriff: 17.3.17

KTBL. 2006a. Nationaler Bewertungsrahmen Tierhaltungsverfahren.

<http://daten.ktbl.de/nbr/navigation.html?destination=home>, letzter Zugriff: 17.3.17

KTBL. 2006b. Nationaler Bewertungsrahmen Tierhaltungsverfahren. KTBL-Schrift 446 mit Internetzugang. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL)/Darmstadt.

LAZBW. 2011. Planungshilfen für den Rinder-Stallbau. https://www.landwirtschaft-bw.info/pb/site/lel/get/documents/MLR.LEL/PB5Documents/lazbw_rh/pdf/p/Planungshilfen%20Rinder_Stallbau.pdf, letzter Zugriff: 17.3.17

Lehr- und Versuchsanstalt für Tierhaltung Echem der Landwirtschaftskammer Niedersachsen. 2013. Rinderhaltung-Rinderaufzucht, Milchkuhhaltung, Milcherzeugung, Rindermast und Mutterkühe - Leitfaden - http://www.nibis.de/nibis3/uploads/2bbs-poelking-oesselmann/files/Leitfaden_Rinderhaltung_03.07.2013.pdf, letzter Zugriff: 17.3.17

Lensink, B. J., E. Ofner-Schröck, M. Ventorp, P. Zappavigna, J. Flaba, H. Georg und D. Bizeray-Filoché. 2013. Lying and walking surfaces for cattle, pigs and poultry and their impact on health, behaviour and performance. In: Aland, A. und T. Banhazi (Hrsg.): Livestock housing - Modern management to ensure optimal health and welfare of farm animals., Wageningen Academic Publishers., Wageningen, Netherlands. S. 75–92.

Leonard, F. C., J. M. O'Connell und K. J. O'Farrell. 1996. Effect of overcrowding on claw health in first-calved Friesian heifers. *British Veterinary Journal* 152(4):459–472.

Lischer, C. J. und P. Ossent. 2002. Pathogenesis of sole lesions attributed to laminitis in cattle. Pages 9-13 in Proc. 12th International Symposium on Lameness in Ruminants, Orlando, USA.

LKV Sachsen. Ergebnisse der Milcheistungsprüfung.

<http://www.lkvsachsen.de/index.php?id=336>, letzter Zugriff: 17.3.17.

Main, D. C. J., Z. E. Barker, K. A. Leach, N. J. Bell, H. R. Whay und W. J. Browne. 2010. Sampling strategies for monitoring lameness in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 93(5):1970–1978.

- Manske, T., J. Hultgren und C. Bergsten. 2002. Prevalence and Interrelationships between hoof lesions and lameness in Swedish dairy cows. *Preventive Veterinary Medicine* 54(3):247–263.
- Manson, F. J. und J. D. Leaver. 1988. The influence of concentrate amount on locomotion and clinical lameness of dairy cattle. *Animal Production* 47(2):185–190.
- Melendez, P., J. Bartolome, L. F. Archbald und A. Donovan. 2003. The association between lameness, ovarian cysts and fertility in lactating dairy cows. *Theriogenology* 59(3-4):927–937.
- Mülleder, C., S. Waiblinger und J. Troxler. 2004. Analyse der Einflussfaktoren auf Tiergerechtheit, Tiergesundheit & Leistung von Milchkühen im Boxenlaufstall. *Ländlicher Raum* 6:30–33.
- Murray, R. D., D. Y. Downham, M. J. Clarkson, W. B. Faull, J. W. Hughes, F. J. Manson, J. B. Merritt, W. B. Russell, J. E. Sutherst und W. R. Ward. 1996. Epidemiology of lameness in dairy cattle: description and analysis of foot lesions *Veterinary Record* 138(24):586–591.
- Niedersächsisches Ministerium für den ländlichen Raum, E., Landwirtschaft und Verbraucherschutz, und T. Niedersächsisches Landesamt für Lebensmittelsicherheit und Verbraucherschutz. 2007. Tierschutzleitlinien für die Milchkuhhaltung. http://www.laves.niedersachsen.de/portal/live.php?navigation_id=20137&article_id=73337&psmand=23, letzter Zugriff: 17.3.17
- Noordhuizen, J. 2012. *Dairy Herd Health and Management - A Guide for Veterinarians and Dairy Professionals*. Context Products Ltd, Packington, England, S. 40.
- Norring, M., J. Häggman, H. Simojoki, P. Tamminen, C. Winckler und M. Pastell. 2014. Short communication: Lameness impairs feeding behavior of dairy cows. *Journal of Dairy Science* 97(7):4317–4321.
- Van Nuffel, A., T. Van De Gucht, W. Saeys, B. Sonck, G. Opsomer, J. Vangeyte, K. C. Mertens, B. De Ketelaere und S. Van Weyenberg. 2015. Environmental and cow-related factors affect cow locomotion and can cause misclassification in lameness detection systems. *Animal*:1-9. (im Druck).

O'Callaghan, K. A., P. J. Cripps, D. Y. Downham und R. D. Murray. 2003. Subjective and objective assessment of pain and discomfort due to lameness in dairy cattle. *Animal Welfare* 12(4):605–610(606).

Ofner, E. 2003. Eine umfassende Analyse der Beurteilungsqualität des Tiergerechtheitsindex TGI 35 L/1996 für Rinder. Gumpensteiner Bautagung, BAL Gumpenstein 2003.

Ossent, P. und C. Lischer. 1998. Bovine lamninitis: the lesions and their pathogenesis. In *Practice* 20(8):415-427.

Østergaard, S., P. T. Thomsen und E. Burow. 2010. Separate housing for one month after calving improves production and health in primiparous cows but not in multiparous cows. *Journal of Dairy Science* 93(8):3533–3541.

Ouweltjes, W., J. T. N. van der Werf, K. Frankena und J. L. van Leeuwen. 2011. Effects of flooring and restricted freestall access on behavior and claw health of dairy heifers. *Journal of Dairy Science* 94(2):705–715.

Poikalainen, V., E. Kokkin, I. Veermäe und J. Praks. 2013. Towards an automatic dairy cattle welfare monitoring. In: Aland, A., Banhazi, T. (Hrsg.): *Livestock housing - Modern management to ensure optimal health and welfare of farm animals*. Wageningen Academic Publishers. S. 393–406.

Pollmann, U. 2000. Verhalten von Milchkühen bei eingeschränktem Fressplatzangebot. http://www.ua-bw.de/uploaddoc/cvuafr/ftv_milchkuehe.pdf, letzter Zugriff: 17.3.17.

PraeRi (<https://ibi.tiho-hannover.de/praeeri/pages/1>), letzter Zugriff 7.2.18

Proudfoot, K. L., D. M. Veira, D. M. Weary und M. A. G. von Keyserlingk. 2009. Competition at the feed bunk changes the feeding, standing, and social behavior of transition dairy cows. *Journal of Dairy Science* 92(7):3116–3123.

Reich, L. J., D. M. Weary, D. M. Veira und M. A. G. von Keyserlingk. 2010. Effects of sawdust bedding dry matter on lying behavior of dairy cows: A dose-dependent response. *Journal of Dairy Science* 93(4):1561–1565.

- Richert, R. M., K. M. Cicconi, M. J. Gamroth, Y. H. Schukken, K. E. Stiglbauer und P. L. Ruegg. 2013. Perceptions and risk factors for lameness on organic and small conventional dairy farms. *Journal of Dairy Science* 96(8):5018–5026.
- Rosenberger, G. 1990. Die klinische Untersuchung des Rindes. Band 3, 3. Auflage, Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, S. 431.
- Rouha-Mülleder, C., C. Iben, E. Wagner, G. Laaha, J. Troxler, und S. Waiblinger. 2009. Relative importance of factors influencing the prevalence of lameness in Austrian cubicle loose-housed dairy cows. *Preventive Veterinary Medicine* 92(1–2):123–133.
- Rushen, J. und A. M. de Passillé. 2006. Effects of Roughness and Compressibility of Flooring on Cow Locomotion. *Journal of Dairy Science* 89(8):2965–2972.
- Rushen, J., E. Pombourcq und A. M. d. Passillé. 2007. Validation of two measures of lameness in dairy cows. *Applied Animal Behaviour Science* 106(1–3):173–177.
- Rütz, A. 2010. Untersuchung verschiedener Parameter auf ihre Eignung zur Bewertung der Tiergerechtheit von Laufställen für Milchkühe im Rahmen eines On-farm welfare assessment. München, Ludwig-Maximilian-Universität München, Veterinärwissenschaftliches Department, Dissertation.
- Schlageter-Tello, A., E. A. Bokkers, P. W. Koerkamp, T. Van Hertem, S. Viazzi, C. E. Romanini, I. Halachmi, C. Bahr, D. Berckmans, und K. Lokhorst. 2014. Manual and automatic locomotion scoring systems in dairy cows: a review. *Preventive Veterinary Medicine* 116(1-2):12-25.
- Scott, G. B. 1989. Changes in limb loading with lameness for a number of friesian cattle. *British Veterinary Journal* 145(1):28–38.
- Sedlbauer, M. 2005. Lameness and pain in dairy cows. Ljubljana, University of Ljubljana, Slovenia, Masterarbeit.
- Shabi, Z., I. Bruckental, S. Zamwell, H. Tagari und A. Arieli. 1999. Effects of Extrusion of Grain and Feeding Frequency on Rumen Fermentation, Nutrient Digestibility, and Milk Yield and Composition in Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* 82(6):1252–1260.
- Singh, S. S., W. R. Ward, K. Lautenbach und R. D. Murray. 1993. Behaviour of lame and normal dairy cows in cubicles and in a straw yard *Veterinary Record* 133(9):204–208

Solano, L., H. W. Barkema, E. A. Pajor, S. Mason, S. J. LeBlanc, C. G. Nash, D. B. Haley, D. Pellerin, J. Rushen, A. M. de Passille, E. Vasseur und K. Orsel. 2016. Associations between lying behavior and lameness in Canadian Holstein-Friesian cows housed in freestall barns. *Journal of Dairy Science* 99(3):2086–2101.

Solano, L., H. W. Barkema, E. A. Pajor, S. Mason, S. J. LeBlanc, J. C. Zaffino Heyerhoff, C. G. Nash, D. B. Haley, E. Vasseur, D. Pellerin, J. Rushen, A. M. de Passille und K. Orsel. 2015. Prevalence of lameness and associated risk factors in Canadian Holstein-Friesian cows housed in freestall barns. *Journal of Dairy Science* 98(10):6978–6991.

Somers, J. G. C. J., K. Frankena, E. N. Noordhuizen-Stassen und J. H. M. Metz. 2003. Prevalence of Claw Disorders in Dutch Dairy Cows Exposed to Several Floor Systems. *Journal of Dairy Science* 86(6):2082–2093.

Sprecher, D. J., D. E. Hostetler und J. B. Kaneene. 1997. A lameness scoring system that uses posture and gait to predict dairy cattle reproductive performance. *Theriogenology* 47(6):1179–1187.

St. Hoy, E., E. von Borell, T. Richter und A. Sundrum. 2004. Das HACCP-Programm in der Schweinehaltung – Kritische Kontrollpunkte (CCP) aus der Sicht der Tiergesundheit. *Züchtungskunde* 76(5):367–380.

Stengärde, L. 2010. Displaced Abomasum and Ketosis in Dairy Cows Blood Profiles and Risk Factors. Uppsala, Swedish University of Agricultural Sciences Uppsala, Dissertation.

Stone, W. C. 2004. Nutritional Approaches to Minimize Subacute Ruminant Acidosis and Laminitis in Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science* 87, Supplement(0):E13–E26.

Sundrum, A., R. Andersson und G. Postler. 1994. Tiergerechtheitsindex - 200 1994 Ein Leitfaden zur Beurteilung von Haltungssystemen. Köllen Druck+Verlag GmbH, Bonn.

Tadich, N., E. Flor und L. Green. 2010. Associations between hoof lesions and locomotion score in 1098 unsound dairy cows. *The Veterinary Journal* 184:60–65.

Tarleton, J. F., D. E. Holah, K. M. Evans, S. Jones, G. R. Pearson und A. J. F. Webster. 2002. Biomechanical and Histopathological Changes in the Support Structures of Bovine Hooves around the Time of First Calving. *The Veterinary Journal* 163(2):196–204.

- Telezhenko, E., C. Bergsten, M. Magnusson, M. Ventorp und C. Nilsson. 2008. Effect of Different Flooring Systems on Weight and Pressure Distribution on Claws of Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* 91(5):1874–1884.
- Thoefner, M. B., C. C. Pollitt, A. W. van Eps, G. J. Milinovich, D. J. Trott, O. Wattle und P. H. Andersen. 2004. Acute Bovine Laminitis: A New Induction Model Using Alimentary Oligofructose Overload. *Journal of Dairy Science* 87(9):2932–2940.
- https://www.ml.niedersachsen.de/themen/tiergesundheit_tierschutz/tierschutz/tierschutzplan_niedersachsen/rinder/rinder-110869.html, letzter Zugriff 7.2.18
- Tisdall, D. A., W. J. Brown, M. Groenevelt, N. J. Bell, D. C. Barrett und D. C. J. Main. 2013. The relationship between body condition score and mobility score in dairy cows on four commercial UK farms. Pages 275-276 in Proc. 17th International Symposium and 9th International Conference on Lameness in Ruminants, Bristol, UK.
- Tranter, W. P. und R. S. Morris. 1991. A case study of lameness in three dairy herds. *New Zealand Veterinary Journal* 39:88–96.
- Tucker, C. B., D. M. Weary, A. M. de Passillé, B. Campbell und J. Rushen. 2006. Flooring in Front of the Feed Bunk Affects Feeding Behavior and Use of Freestalls by Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* 89(6):2065–2071.
- Vergara, C. F., D. Döpfer, N. B. Cook, K. V. Nordlund, J. A. A. McArt, D. V. Nydam und G. R. Oetzel. 2014. Risk factors for postpartum problems in dairy cows: Explanatory and predictive modeling. *Journal of Dairy Science* 97(7):4127–4140.
- Vermunt, J. J. 2005. The multifactorial nature of cattle lameness: A few more pieces of the jigsaw. *The Veterinary Journal* 169(3):317–318.
- Vermunt, J. J. 2007. One step closer to unravelling the pathophysiology of claw horn disruption: For the sake of the cows' welfare. *The Veterinary Journal* 174(2):219–220.
- de Vries, M., E. A. M. Bokkers, G. van Schaik, R. Botreau, B. Engel, T. Dijkstra und I. J. M. de Boer. 2013. Evaluating results of the Welfare Quality multi-criteria evaluation model for classification of dairy cattle welfare at the herd level. *Journal of Dairy Science* 96(10):6264–6273.

Weary, D. M. und I. Taszkun. 2000. Hock lesions and free-stall design. *Journal of Dairy Science* 83(4):697–702.

Webster, A. J. F. 2001. Effects of Housing and Two Forage Diets on the Development of Claw Horn Lesions in Dairy Cows at First Calving and in First Lactation. *The Veterinary Journal* 162(1):56-65.

Welfare Quality Network. 2009. Welfare Quality® Assessment protocol for cattle. <http://www.welfarequality.net/network/45848/7/0/40>, letzter Zugriff: 17.3.17.

Westin, R., A. Vaughan, A. M. de Passille, T. J. DeVries, E. A. Pajor, D. Pellerin, J. M. Siegford, A. Witaifi, E. Vasseur und J. Rushen. 2016. Cow- and farm-level risk factors for lameness on dairy farms with automated milking systems. *Journal of Dairy Science*. 99(5):3732–3743.

Whay, H. R. 2002. Locomotion scoring and lameness detection in dairy cattle. In *Practice* 24(8):444–449.

Whay, H. R., D. C. J. Main, L. E. Green und A. J. F. Webster. 2003. Animal-based measures for the assessment of welfare state of dairy cattle, pigs and laying hens: consensus of expert opinion. *Animal Welfare* 12(2):205–217(213).

Whay, H. R., A. E. Waterman und A. J. F. Webster. 1997. Associations between locomotion, claw lesions and nociceptive threshold in dairy heifers during the peri-partum period. *The Veterinary Journal* 154(2):155–161.

Whitaker, D. A., Kelly, J.M. und Smith, S. 2000. Disposal and disease rates in 340 British dairy herds. *Veterinary Record* 146:363–367.

Winckler, C. 2005. Tiergerechte Milchviehhaltung – wichtiger Faktor für Gesundheit, Leistung und Wohlbefinden. 32. Viehwirtschaftliche Fachtagung, HBLFA Raumberg-Gumpenstein 2005.

Winckler, C., J. Capdeville, G. Gebresenbet, B. Hörning, U. Roiha, M. Tosi und S. Waiblinger. 2003. Selection of parameters for on-farm welfare-assessment protocols in cattle and buffalo. *Animal Welfare* 12(4):619–624(616).

Winckler, C. und S. Willen. 2001. The Reliability and Repeatability of a Lameness Scoring System for Use as an Indicator of Welfare in Dairy Cattle. *Acta Agriculturae Scandinavica: Section A, Animal Science* 51(1):103–107.

9 Rechtsvorschriften

Bundesrepublik Deutschland – Bundesrecht:

Grundgesetz für die Bundesrepublik Deutschland in der im Bundesgesetzblatt Teil III, Gliederungsnummer 100-1, veröffentlichten bereinigten Fassung, das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 11. Juli 2012 (BGBl. I S. 1478) geändert worden ist

Tierschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 18. Mai 2006 (BGBl. I S. 1206, 1313), das zuletzt durch Artikel 2 u. Artikel 4 Absatz 87 des Gesetzes vom 18. Juli 2016 (BGBl. I S. 1666) geändert worden ist

Rechtsvorschriften zum Tierschutzgesetz:

Verordnung zum Schutz landwirtschaftlicher Nutztiere und anderer zur Erzeugung tierischer Produkte gehaltener Tiere bei ihrer Haltung (**Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung – TierSchNutzV**) in der Fassung der Bekanntmachung vom 22. August 2006 (BGBl. I S. 2043), zuletzt geändert durch die Fünfte Verordnung zur Änderung der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung vom 5 Februar 2014 (BGBl. I S. 94).

Europäische Gemeinschaften (EU) - Verabschiedete Richtlinien und Verordnungen:

Richtlinie 98/58/EG des Rates vom 20. Juli 1998 über den Schutz landwirtschaftlicher Nutztiere (ABl. EG Nr. L 221 S. 23) sowie Entscheidung der Kommission vom 14. November 2006 über Mindestanforderungen an die Erfassung von Informationen bei Kontrollen von Betrieben, in denen bestimmte landwirtschaftliche Nutztiere gehalten werden (ABl. EG Nr. L 314 S. 314).

Richtlinie 2008/119/EG des Rates vom 18. Dezember 2008 über Mindestanforderungen für den Schutz von Kälbern (ABl. EG Nr. L 10 S. 7)

Anhang

Tabelle 28: Variableneigenschaften und -auswahl

Variablenkürzel	Langer Variablenname	Mess-niveau	Kodierung	Einheit	Erfasst/ berechnet	Dezimal- stellen	Ausschluss bei Auswahl- bzw. Modellierungs- stufe
t_id	t_Tiernummer	nominal	keine	keine	erfasst	0	Analyseeinheit
b_id	b_Betrieb	nominal	keine	keine	erfasst	0	zufälliger Effekt
g_id	g_Groupennummer	nominal	keine	keine	erfasst	0	zufälliger Effekt
g_tb_lak	g_tb_Laktationsstadium	nominal	2: Frischmelker, 3: Hochleistung	keine	erfasst	0	nicht ausgewertet
t_tb_bn	t_tb_Bewegungsnote	ordinal	1: nicht lahm, 2: geringgradig lahm, 3: mäßig lahm, 4: lahm, 5: schwer lahm	keine	erfasst	0	Grundlage für t_lahm
t_lahm	t_Tier lahm	nominal	0: nein, 1: ja	keine	berechnet	0	Zielvariable
g_tgi_1_bf	g_tgi_1_Größe der Bewegungsfläche Bewegungsverhalten	ordinal	0: < 3 m ² /GVE, 3: ≥ 3 m ² /GVE, 4: ≥ 4 m ² /GVE, 5: ≥ 5 m ² /GVE, 6: ≥ 6 m ² /GVE, 7: ≥ 8 m ² /GVE	m ²	berechnet	0	biologisch- wissenschaftlich
g_tgi_1_abl	g_tgi_1_Abliege- und Aufstehvorgang Bewegungsverhalten	ordinal	0: stark behindert, 4: mittel, 5: mäßig behindert, 6: geringgradig behindert, 7: unbehindert	keine	erfasst	0	Korrelationen
g_tgi_1_trib	g_tgi_1_Trittsicherheit der Bewegungsfläche Bewegungsverhalten	ordinal	0: sehr glatt, 2: mittel, 3: mäßig, 4: geringgradig vermindert, 5: trittsicher	keine	erfasst	0	Korrelationen
g_tgi_1_aus	g_tgi_1_Auslauf Nutzungsdauer Bewegungsverhalten	ordinal	0: kein Auslauf, 2: <4 h/Tag, 4: ≥4 h /Tag, 6: ständig zugänglich	keine	erfasst	0	niedrige Frequenzen

Variablenkürzel	Langer Variablenname	Mess-niveau	Kodierung	Einheit	Erfasst/ berechnet	Dezimal- stellen	Ausschluss bei Auswahl- bzw. Modellierungs- stufe
g_tgi_1_wei	g_tgi_1_Weide Nutzungsdauer Bewegungsverhalten	ordinal	0: keine Weide, 4: $\geq 1/3$ der Vegetationsperiode, 5: $\geq 2/3$ der Vegetationsperiode, 6: gesamte Vegetationsperiode	keine	erfasst	0	niedrige Frequenzen
g_tgi_1_su	g_tgi_1_Summe Bewegungsverhalten	Skala	keine	keine	berechnet	0	biologisch- wissenschaftlich
g_tgi_2_tro	g_tgi_2_Trogbodenhöhe Nahrungsaufnahmeverhalten	ordinal	0: < oder > als 15-20 cm, 4: 15-20 cm	keine	erfasst	0	biologisch- wissenschaftlich
g_tgi_2_fre	g_tgi_2_Fressplatzbreite pro Tier Nahrungsaufnahmeverhalten	ordinal	0: < 65 cm, 3: ≥ 65 cm, 4: ≥ 70 cm, 5: ≥ 75 cm, 6: ≥ 80 cm, 7: ≥ 85 cm	cm	berechnet	0	biologisch- wissenschaftlich
g_tgi_2_tf	g_tgi_2_Tier-Fressplatzverhältnis Nahrungsaufnahmeverhalten	ordinal	0: < 1:1, 3: 1:1, 5: > 1:1	keine	berechnet	0	biologisch- wissenschaftlich
g_tgi_2_trae	g_tgi_2_Art der Tränken Nahrungsaufnahmeverhalten	ordinal	0: keine Tränke oder Nippeltränke, 1: Schalentränke, 4: Trogränke	keine	erfasst	0	niedrige Frequenzen
g_tgi_2_fuvo	g_tgi_2_Futternvorlage Nahrungsaufnahmeverhalten	ordinal	0: < 2 x täglich, 1: ≥ 2 x täglich, 5: ad libitum	keine	erfasst	0	biologisch- wissenschaftlich
g_tgi_2_wei	g_tgi_2_Weide Nahrungsaufnahmeverhalten	ordinal	0: keine Weide, 4: $\geq 1/3$ der Vegetationsperiode, 5: $\geq 2/3$ der Vegetationsperiode, 6: gesamte Vegetationsperiode	keine	erfasst	0	niedrige Frequenzen

Variablenkürzel	Langer Variablenname	Messniveau	Kodierung	Einheit	Erfasst/ berechnet	Dezimalstellen	Ausschluss bei Auswahl- bzw. Modellierungs- stufe
g_tgi_2_su	g_tgi_2_Summe Nahrungsaufnahme	Skala	keine	keine	berechnet	0	biologisch- wissenschaftlich
g_tgi_3_bf	g_tgi_3_Bewegungsfläche Sozialverhalten	ordinal	0: < 3 m ² /GVE, 2: ≥ 3 m ² /GVE, 3: ≥ 4 m ² /GVE, 4: ≥ 5 m ² /GVE, 5: ≥ 6 m ² /GVE, 6: ≥ 8 m ² /GVE	m ²	berechnet	0	biologisch- wissenschaftlich
g_tgi_3_str	g_tgi_3_Strukturierung des Haltungssystems Sozialverhalten	ordinal	0: < 3,3 m Fressgangbreite und < 2,5 m Laufgangbreite, 1: ≥ 3,3 m Fressgangbreite oder ≥ 2,5 m Laufgangbreite, 3: ≥ 3,3 m Fressgangbreite und ≥ 2,5 m Laufgangbreite, 5: Ställe ohne Boxenabtrennungen	keine	erfasst	0	biologisch- wissenschaftlich
g_tgi_3_her	g_tgi_3_Herdenstruktur Sozialverhalten	ordinal	0: keine stabile Gruppenstruktur, 2: stabile Gruppenstruktur, 4: Mutterkuhhaltung, 5: Mutterkuhhaltung mit Bulle	keine	erfasst	0	niedrige Frequenzen
g_tgi_3_trib	g_tgi_3_Trittsicherheit der Bewegungsfläche Sozialverhalten	ordinal	0: sehr glatt, 2: mittel, 3: mäßig, 4: geringgradig vermindert, 5: trittsicher	keine	erfasst	0	biologisch- wissenschaftlich
g_tgi_3_aus	g_tgi_3_Auslauf Nutzungsdauer Sozialverhalten	ordinal	0: kein Auslauf, 1: ≥ 2 h/Tag, 3: ≥ 4 h/Tag, 4: ständig zugänglich	keine	erfasst	0	niedrige Frequenzen
g_tgi_3_wei	g_tgi_3>Weide Nutzungsdauer Sozialverhalten	ordinal	0: keine Weide, 1: ≥ 2 h/Tag, 3: ≥ 4 h/Tag, 4: ständig zugänglich	keine	erfasst	0	niedrige Frequenzen

Variablenkürzel	Langer Variablenname	Mess-niveau	Kodierung	Einheit	Erfasst/ berechnet	Dezimal- stellen	Ausschluss bei Auswahl- bzw. Modellierungs- stufe
g_tgi_3_su	g_tgi_3_Summe Sozialverhalten	Skala	keine	keine	berechnet	0	biologisch- wissenschaftlich
g_tgi_4_lf	g_tgi_4_Grösse der Liegefläche Ruheverhalten	ordinal	0: < 2 m ² /GVE, 3: ≥ 2 m ² /GVE, 4: ≥ 2,5 m ² /GVE, 5: ≥ 3 m ² /GVE, 6: ≥ 3,5 m ² /GVE, 7: ≥ 4 m ² /GVE	m ²	berechnet	0	biologisch- wissenschaftlich
g_tgi_4_es	g_tgi_4_Einstreu Ruheverhalten	ordinal	0: Beton oder Spalten, 1: Gummi hart oder PVC, 3: Gummi weich, 5: Stroh 3-6 cm oder Schüttung ≥ 5 cm, 7: Stroh > 6 cm oder Schüttung > 10 cm ³	keine	erfasst	0	unvariables Modell
g_tgi_4_es_c2	g_tgi_4_Einstreu Ruheverhalten_c2	ordinal	1 = 1 + 3 (Gummimatten), 7 = 7 (Tiefstreu)	keine	neu kodiert	0	multivariables Modell 2 (final)
g_tgi_4_sl	g_tgi_4_Sauberkeit der Liegefläche Ruheverhalten	ordinal	0: schmutzig, 1: mittel, 2: mäßig verschmutzt, 3: geringgradig verschmutzt, 4: sauber	keine	erfasst	0	biologisch- wissenschaftlich
g_tgi_4_tril	g_tgi_4_Trittsicherheit der Liegefläche Ruheverhalten	ordinal	0: sehr glatt, 2: mittel, 3: mäßig, 4: geringgradig vermindert, 5: trittsicher	keine	erfasst	0	biologisch- wissenschaftlich

³Erläuterungen zum Einflussbereich 4 (Ruheverhalten) des TGI 200/1994 nach Andersson, R., G. Postler, H. Schneider, A. Striezel, und A. Sundrum. 1994. Tiergerechtheitsindex für Rinder: „Als Mängel sind ungleiche und unzureichende Verteilungen der Einstreu auf der Liegefläche oder weniger verformbare Materialien wie Holzhäcksel anzusehen und damit nicht zu bewerten. Stroh < 3 cm und Schüttungen < 5 cm Höhe werden mit 1 Punkt bewertet, wenn sie keine Mängel aufweisen.“

Variablenkürzel	Langer Variablenname	Messniveau	Kodierung	Einheit	Erfasst/ berechnet	Dezimalstellen	Ausschluss bei Auswahl- bzw. Modellierungs- stufe
g_tgi_4_abl	g_tgi_4_Abliege- und Aufstehvorgang Ruheverhalten	ordinal	0: stark behindert, 4: mittel, 5: mäßig behindert, 6: geringgradig behindert, 7: unbehindert	keine	erfasst	0	biologisch- wissenschaftlich
g_tgi_4_wei	g_tgi_4_Weide Nutzungsdauer Ruheverhalten	ordinal	0: keine Weide, 2: $\geq 1/3$ der Vegetationsperiode, 3: $\geq 2/3$ der Vegetationsperiode, 4: gesamte Vegetationsperiode	keine	erfasst	0	niedrige Frequenzen
g_tgi_4_su	g_tgi_4_Summe Ruheverhalten	Skala	keine	keine	berechnet	0	biologisch- wissenschaftlich
g_tgi_5_sch	g_tgi_5_Scheuereinrichtungen Komfortverhalten	ordinal	0: nicht vorhanden, 2: vorhanden, 6: Anordnung und Zustand gut	keine	erfasst	0	biologisch- wissenschaftlich
g_tgi_5_bm	g_tgi_5_Bewegungsmöglichkeit für Komfortverhalten	ordinal	0: ?, 1: ?, 2: Anbindehaltung ohne Kuhtrainer, 6: Laufstallsystem	keine	erfasst	0	niedrige Frequenzen
g_tgi_5_hh	g_tgi_5_Zustand der Haut und des Haarkleides Komfortverhalten	ordinal	0: sehr schlecht, 1: schlecht, 2: mittel, 3: mäßig, 4: geringgradig vermindert, 5: gut	keine	erfasst	0	biologisch- wissenschaftlich
g_tgi_5_aus	g_tgi_5_Auslauf Nutzungsdauer Komfortverhalten	ordinal	0: kein Auslauf, 2: begrenzt zugänglich, 5: ständig zugänglich	keine	erfasst	0	niedrige Frequenzen

Variablenkürzel	Langer Variablenname	Mess-niveau	Kodierung	Einheit	Erfasst/ berechnet	Dezimal- stellen	Ausschluss bei Auswahl- bzw. Modellierungs- stufe
g_tgi_5_wei	g_tgi_5_Weide Nutzungsdauer Komfortverhalten	ordinal	0: keine Weide, 3: $\geq 1/3$ der Vegetationsperiode, 4: $\geq 2/3$ der Vegetationsperiode, 5: gesamte Vegetationsperiode	keine	erfasst	0	niedrige Frequenzen
g_tgi_5_su	g_tgi_5_Summe Komfortverhalten	Skala	keine	keine	berechnet	0	biologisch- wissenschaftlich
g_tgi_6_st	g_tgi_6_Haltungssystem in Bezug auf das Stallklima Hygiene	ordinal	0: Warmstall, 1: Kaltstall, 2: Offenfrontstall, 3: Offenfrontstall mit Einrichtungen zur Luftregulation	keine	erfasst	0	biologisch- wissenschaftlich
g_tgi_6_ger	g_tgi_6_Stallgeruch Hygiene	ordinal	0: stark stechender Geruch, 1: leicht stechender Geruch, 3: leichter Kotgeruch, 5: nicht unangenehm, stalltypisch	keine	erfasst	0	biologisch- wissenschaftlich
g_tgi_6_zul	g_tgi_6_Zustand der Liegeflächen Hygiene	ordinal	0: schlecht, 2: mittel, 3: mäßig, 4: geringgradig vermindert, 5: gut ⁴	keine	erfasst	0	unvariables Modell
G_tgi_6_zul_c3	g_tgi_6_Zustand der Liegeflächen Hygiene_c3	ordinal	2 = 2 (mittel); 3 = 3 (mäßig); 4 = 4 + 5 (gut)	keine	neu kodiert	0	multivariables Modell 2 (final)
g_tgi_6_li	g_tgi_6_Tageslicht Hygiene	ordinal	0: dunkel, 2: mittel, 3: mäßig, 4: geringgradig vermindert, 5: hell	keine	erfasst	0	biologisch- wissenschaftlich

⁴Erläuterungen zum Einflussbereich 6 (Hygiene) des TGI 200/1994 für Rinder nach nach Andersson, R., G. Postler, H. Schneider, A. Striezel, und A. Sundrum. 1994. Tiergerechtheitsindex für Rinder: „Der schlechteste Bereich der Liegefläche wird bewertet. Der Zustand der Liegefläche wird mit „gut“ bewertet, wenn sie trocken und frei von Schimmel oder Kot ist. Die Einstufung „mittel“ erfolgt, wenn höchstens ein Viertel der Fläche die genannten Eigenschaften nicht aufweist“

Variablenkürzel	Langer Variablenname	Mess-niveau	Kodierung	Einheit	Erfasst/ berechnet	Dezimal- stellen	Ausschluss bei Auswahl- bzw. Modellierungs- stufe
g_tgi_6_aus	g_tgi_6_Auslauf Nutzungsdauer Hygiene	ordinal	0: kein Auslauf, 1: ≥ 2 h/Tag, 3: ≥ 4 h/Tag, 5: ständig zugänglich	keine	erfasst	0	niedrige Frequenzen
g_tgi_6_wei	g_tgi_6_Weide Nutzungsdauer Hygiene	ordinal	0: < gesamte Vegetationsperiode, 2: gesamte Vegetationsperiode	keine	erfasst	0	niedrige Frequenzen
g_tgi_6_su	g_tgi_6_Summe Hygiene	Skala	keine	keine	berechnet	0	biologisch- wissenschaftlich
g_tgi_7_fkt	g_tgi_7_Funktionsfähigkeit und technischer Zustand der Stalleinrichtung Betreuung	ordinal	0: schlecht, 1: mittel, 2: mäßig, 3: gut	keine	erfasst	0	biologisch- wissenschaftlich
g_tgi_7_sau	g_tgi_7_Sauberkeit Futterplatz und Tränken Betreuung	ordinal	0: schmutzig, 1: mittel, 3: gut	keine	erfasst	0	biologisch- wissenschaftlich
g_tgi_7_kl	g_tgi_7_Zustand der Klauen Betreuung	ordinal	0: schlecht, 1: mittel 2, 2: mittel 1, 3: gut	keine	erfasst	0	biologisch- wissenschaftlich
g_tgi_7_unv	g_tgi_7_Unversehrtheit der Tiere Betreuung	ordinal	0: enthornte Tiere und kupierte Schwänze, 2: behornete Tiere oder keine kupierten Schwänze, 3: behornete Tiere und keine kupierte Schwänze	keine	erfasst	0	niedrige Frequenzen
g_tgi_7_abk	g_tgi_7_Abkalbestall Betreuung	nominal	0: nicht vorhanden, 4: vorhanden	keine	erfasst	0	niedrige Frequenzen

Variablenkürzel	Langer Variablenname	Mess-niveau	Kodierung	Einheit	Erfasst/ berechnet	Dezimal- stellen	Ausschluss bei Auswahl- bzw. Modellierungs- stufe
g_tgi_7_doku	g_tgi_7_Stallbuchführung Betreuung	ordinal	0: nicht vorhanden, 4: vorhanden, 5: ausführliche Dokumentation, 6: ausführliche Dokumentation und Auswertung	keine	erfasst	0	niedrige Frequenzen
g_tgi_7_aus	g_tgi_7_Sauberkeit des Auslaufs Betreuung	ordinal	0: schmutzig, 1: mittel, 2: mäßig, 3: gut	keine	erfasst	0	niedrige Frequenzen
g_tgi_7_su	g_tgi_7_Summe Betreuung	Skala	keine	keine	berechnet	0	biologisch- wissenschaftlich
g_tgi_su	g_tgi_1-7_Summe TGI	Skala	keine	keine	berechnet	0	biologisch- wissenschaftlich
g_tgi_em_gs	g_tgi_em_Groupenstärke	Skala	keine	keine	erfasst	0	biologisch- wissenschaftlich
g_tgi_em_fgb	g_tgi_em_Fressgangbreite	Skala	keine	m	erfasst	2	biologisch- wissenschaftlich
g_tgi_em_lgb1	g_tgi_em_Laufgangbreite 1	Skala	keine	m	erfasst	2	spärliche Daten
g_tgi_em_lgb2	g_tgi_em_Laufgangbreite 2	Skala	keine	m	berechnet	2	niedrige Frequenzen
g_tgi_em_gabmin	g_tgi_em_Minimale Gangbreite inkl. Futtergang	Skala	keine	m	berechnet	2	Korrelationen

Variablenkürzel	Langer Variablenname	Mess-niveau	Kodierung	Einheit	Erfasst/ berechnet	Dezimal- stellen	Ausschluss bei Auswahl- bzw. Modellierungs- stufe
g_tgi_em_vft	g_tgi_em_Verhältnis Breite Verbindungsgänge zu Länge Futtertisch	Skala	keine	keine	berechnet	2	Korrelationen
g_tgi_em_v20	g_tgi_em_Anzahl Verbindungsgänge pro 20 Liegeboxen	Skala	keine	keine	berechnet	2	spärliche Daten
g_tgi_em_dbmin	g_tgi_em_Minimale Durchgangsbreite	Skala	keine	m	berechnet	2	spärliche Daten
g_tgi_em_ausg	g_tgi_em_Größe des Auslaufs pro Tier	Skala	keine	m ²	berechnet	2	niedrige Frequenzen
g_tgi_em_aust	g_tgi_em_Tägliche Nutzungszeit des Auslaufs (h)	Skala	keine	h	erfasst	0	niedrige Frequenzen
g_tgi_em_ausm	g_tgi_em_Jährliche Nutzungszeit des Auslaufs (Monate)	Skala	keine	Monate	erfasst	0	niedrige Frequenzen
g_tgi_em_dbunge	g_tgi_em_Anteil ungeeigneter Durchgänge (mind. 2,5 m breit) (z.B. 2 von 3) ungeeignet zu geeignet	Skala	keine	keine	berechnet	0	spärliche Daten
g_tgi_em_vft_a	g_tgi_em_Verkehrsfläche pro Tier im m ²	Skala	keine	m ²	berechnet	2	multivariables Modell 1

Variablenkürzel	Langer Variablenname	Mess-niveau	Kodierung	Einheit	Erfasst/ berechnet	Dezimal- stellen	Ausschluss bei Auswahl- bzw. Modellierungs- stufe
g_tgi_em_vft_a_c4	g_tgi_em_Verkehrsfläche pro Tier_c4	ordinal	1: 2,12 m ² –2,44 m ² 2: 2,63 m ² –3,20 m ² 3: 3,21 m ² –4,42 m ² 4: 4,79 m ² –6,90 m ²	keine	neu kodiert	0	Interaktionsmodell
g_tgi_em_vft_a_bo_c4	g_tgi_em_Verkehrsfläche pro Tier und Beschaffenheit der Laufflächen_c4	ordinal	1: wenig Verkehrsfläche (2,12–3,21 m ²) und harter Boden (Vollspalten Beton oder Teilspalten Beton oder planbefestigt Beton/Asphalt) 2: wenig Verkehrsfläche (2,12–3,21 m ²) und weicher Boden (planbefestigt Gummi oder planbefestigt Gummi und Teilspalten Gummi oder Vollspalten Beton und Gummi) 3: viel Verkehrsfläche (4,08–6,90 m ²) und harter Boden (Vollspalten Beton oder Teilspalten Beton oder planbefestigt Beton/Asphalt) 4: viel Verkehrsfläche (4,08–6,90 m ²) und weicher Boden (planbefestigt Gummi oder planbefestigt Gummi und Teilspalten Gummi oder Vollspalten Beton u. Gummi)	keine	neu kodiert	0	multivariables Modell 2 (final)
g_tgi_em_sack	g_tgi_em_Anzahl Sackgassen	Skala	keine	keine	erfasst	0	Korrelationen

Variablenkürzel	Langer Variablenname	Mess-niveau	Kodierung	Einheit	Erfasst/ berechnet	Dezimal- stellen	Ausschluss bei Auswahl- bzw. Modellierungs- stufe
g_tgi_em_fre	g_tgi_em_Fressplatzbreite je Tier	Skala	keine	cm	berechnet	2	Korrelationen
g_tgi_em_ft	g_tgi_em_Fressplatz/Tier- Verhältnis	Skala	keine	keine	berechnet	2	biologisch- wissenschaftlich
g_tgi_em_spbm	g_tgi_em_Mittlere Spaltenauftrittsfläche	Skala	keine	cm	berechnet	1	spärliche Daten
g_tgi_em_spwm	g_tgi_em_Mittlere Spaltenweite	Skala	keine	cm	berechnet	1	biologisch- wissenschaftlich
g_tgi_em_bo	g_tgi_em_Beschaffenheit der Laufflächen	nominal	1: Vollspalten Beton, 2: Teilspalten Beton, 3: planbefestigt Beton/Asphalt, 4: Vollspalten Gummi, 5: planbefestigt Gummi und Teilspalten Gummi, 6: Vollspalten Beton und Gummi, 7: Teilspalten Gummi, 8: Tiefstreu	keine	erfasst	0	univariablen Modell
g_tgi_em_bo_c4	g_tgi_em_Beschaffenheit der Laufflächen_c4	nominal	1: Vollspalten Beton, 2 = 2 + 3 (Teilspalten Beton oder planbefestigt Beton/Asphalt), 5 = 5 + 7 (planbefestigt Gummi oder planbefestigt Gummi und Teilspalten Gummi), 6: Vollspalten Beton und Gummi	keine	neu kodiert	0	multivariablen Modell 1
g_tgi_em_sch	g_tgi_em_Gülfeschieber vorhanden	nominal	0: nein, 1: ja	keine	erfasst	0	biologisch- wissenschaftlich

Variablenkürzel	Langer Variablenname	Mess-niveau	Kodierung	Einheit	Erfasst/ berechnet	Dezimal- stellen	Ausschluss bei Auswahl- bzw. Modellierungs- stufe
g_tgi_em_tro	g_tgi_em_Trogbodenhöhe in cm	Skala	keine	cm	erfasst	0	biologisch- wissenschaftlich
g_tgi_em_troe	g_tgi_em_Trogbodenhöhe 15–20 cm erfüllt (2 cm Spielraum = 13– 22 cm)	nominal	0: nein, 1: ja	keine	berechnet	0	biologisch- wissenschaftlich
g_tgi_em_nfmin	g_tgi_em_Minimale Höhe des Nackenrohrs am Fressplatz	Skala	keine	cm	berechnet	0	biologisch- wissenschaftlich
g_tgi_em_nfv	g_tgi_em_Horizontaler Abstand zwischen Nackenrohr und Futtertisch	Skala	keine	cm	erfasst	0	spärliche Daten
g_tgi_em_nfd	g_tgi_em_Fressplatzdiagonale	Skala	keine	cm	erfasst	0	spärliche Daten
g_tgi_em_tlt	g_tgi_em_Tränkelänge pro Tier in cm	Skala	keine	cm	berechnet	2	biologisch- wissenschaftlich
g_tgi_em_luxm	g_tgi_em_Lichtintensität Mittelwert in Lux	Skala	keine	Lux	berechnet	1	spärliche Daten
g_tgi_em_luxmax	g_tgi_em_Lichtintensität max in Lux	Skala	keine	Lux	erfasst	0	spärliche Daten
g_tgi_em_luxmin	g_tgi_em_Lichtintensität min in Lux	Skala	keine	Lux	erfasst	0	spärliche Daten
g_tgi_em_lpt	g_tgi_em_Liegeplätze pro Tier	Skala	keine	keine	berechnet	2	Korrelationen

Variablenkürzel	Langer Variablenname	Mess-niveau	Kodierung	Einheit	Erfasst/ berechnet	Dezimal- stellen	Ausschluss bei Auswahl- bzw. Modellierungs- stufe
g_tgi_em_krmin	g_tgi_em_Minimaler Kopfraum	Skala	keine	cm	berechnet	0	spärliche Daten
g_tgi_em_krfm	g_tgi_em_Kopfraumfreiheit	nominal	1: frei, 1,5: teilweise verbaut, 2: verbaut	keine	erfasst	1	spärliche Daten
g_tgi_em_lbmin	g_tgi_em_Minimale Liegeboxenbreite	Skala	keine	cm	berechnet	1	Korrelationen
g_tgi_em_llmin	g_tgi_em_Minimale Liegeboxenlänge	Skala	keine	cm	berechnet	1	biologisch- wissenschaftlich
g_tgi_em_ebmin	g_tgi_em_Minimale Distanz zwischen Kotkante und Bugschwelle	Skala	keine	cm	berechnet	2	Korrelationen
g_tgi_em_enmin	g_tgi_em_Minimaler horizontaler Abstand zwischen Kotkante und Nackenbegrenzung	Skala	keine	cm	berechnet	1	biologisch- wissenschaftlich
g_tgi_em_dnmin	g_tgi_em_Minimale Liegeboxendiagonale	Skala	keine	cm	berechnet	1	univariablen Modell
g_tgi_em_dnmin_c4	g_tgi_em_Minimale Liegeboxendiagonale_c4	Ordinal	1: 187 cm–191 cm 2: 195 cm–200 cm 3: 202 cm–210 cm 4: 212 cm–214 cm	keine	neu kodiert	0	multivariablen Modell 2 (final)
g_tgi_em_nhmin	g_tgi_em_Minimale Höhe der Nackenbegrenzung	Skala	keine	cm	berechnet	1	biologisch- wissenschaftlich

Variablenkürzel	Langer Variablenname	Messniveau	Kodierung	Einheit	Erfasst/ berechnet	Dezimalstellen	Ausschluss bei Auswahl- bzw. Modellierungs- stufe
g_tgi_em_kkmax	g_tgi_em_Maximale Höhe der Kotkante	Skala	keine	cm	berechnet	1	spärliche Daten
g_tgi_em_box	g_tgi_em_Boxenart	nominal	1: Hochbox, 2: Tiefbox	keine	erfasst	0	biologisch-wissenschaftlich
b_fr_kph	b_fr_Klauenpflege Häufigkeit	nominal	1: < 2 x jährlich, 2: 2 x jährlich, 3: 3–4 x jährlich, 4: kontinuierlich	keine	erfasst	0	biologisch-wissenschaftlich
b_fr_p	b_fr_Professioneller Klauenpfleger oder betriebseigener ausgebildeter Klauenpfleger	nominal	0: nein, 1: ja	keine	erfasst	0	niedrige Frequenzen
b_fr_doku_pk	b_fr_Dokumentation von Klauenerkrankungen für Einzeltiere	nominal	0: nein, 1: ja	keine	erfasst	0	niedrige Frequenzen
b_fr_kb_ta	b_fr_Klauenbehandlungen durch Tierarzt	nominal	0: nein, 1: für akute Fälle / Notfälle, 2: Spritze und OP durch Tierarzt, 3: ja, alle Klauenbehandlungen	keine	erfasst	0	biologisch-wissenschaftlich
b_fr_klötze	b_fr_Verwendung von Klötzen	nominal	0: nein, 1: ja	keine	erfasst	0	biologisch-wissenschaftlich
b_fr_kbad	b_fr_Klauenbad	nominal	1: 14tägig, 2: wöchentlich, 3: 2 x wöchentlich, 4: 3 x wöchentlich	keine	erfasst	0	Korrelationen

Variablenkürzel	Langer Variablenname	Mess-niveau	Kodierung	Einheit	Erfasst/ berechnet	Dezimal- stellen	Ausschluss bei Auswahl- bzw. Modellierungs- stufe
b_fr_Iscore	b_fr_Lahmheitsscoring	nominal	0: gar nicht, 1: beim Melken oder anderer Arbeit/beim Vorbeigehen, 2: zielgerichtet zu gesonderten Terminen, 3: beim Melken und zielgerichtet zu gesonderten Terminen	keine	erfasst	0	biologisch-wissenschaftlich
b_fr_lzust	b_fr_Zuständigkeit für Lahmheitserkennung klar geregelt	nominal	0: alle, 1: bestimmte Personen	keine	erfasst	0	biologisch-wissenschaftlich
b_fr_Ischul	b_fr_zuständige Personen auf Lahmheitserkennung geschult	nominal	0: nein, 1: ja	keine	erfasst	0	biologisch-wissenschaftlich
b_fr_lgesauf	b_fr_Möglichkeit der gesonderten Aufstallung lahmer Kühe	nominal	0: nein, 1: ja	keine	erfasst	0	biologisch-wissenschaftlich
b_fr_l_schaetz	b_fr_Geschätzter Anteil lahmer Kühe	nominal	0: unrealistisch, 1: realistisch	keine	erfasst	0	biologisch-wissenschaftlich
b_fr_s_schaetz	b_fr_Geschätzter Anteil Kühe mit Aufliegeschäden	nominal	0: unrealistisch, 1: realistisch	keine	erfasst	0	biologisch-wissenschaftlich
b_fr_faersen	b_fr_Färseneingliederung	nominal	0: zu frischen Kühen, 1: zu TS-Kühen, 2: Färsengruppe bis zur 2. Laktation	keine	erfasst	0	biologisch-wissenschaftlich
g_fr_melkz	g_fr_Melkzeiten pro Tag	Skala	keine	keine	erfasst	0	biologisch-wissenschaftlich
b_fr_wartezm	b_fr_Maximale Wartezeit im Vorwartehof pro Melkzeit in min	Skala	keine	min	erfasst	0	biologisch-wissenschaftlich

Variablenkürzel	Langer Variablenname	Messniveau	Kodierung	Einheit	Erfasst/ berechnet	Dezimalstellen	Ausschluss bei Auswahl- bzw. Modellierungs- stufe
b_fr_wartez	b_fr_Maximale Wartezeit im Vorwartehof pro Tag in min	Skala	keine	min	erfasst	0	Korrelationen
b_fr_ue_tr	b_fr_Zuständigkeit für Überprüfung der Tränken klar geregelt	ordinal	0: alle, 1: bestimmte Personen	keine	erfasst	0	biologisch-wissenschaftlich
b_fr_r_trh	b_fr_Reinigung der Tränken Häufigkeit	ordinal	0: ≤ 1 x wöchentlich, 1: 2-3 x wöchentlich, 2: 1 x täglich, 3: ≥ 2 x täglich	keine	erfasst	0	biologisch-wissenschaftlich
b_fr_r_trm	b_fr_Reinigung der Tränken Methode	ordinal	0: umkippen oder auslassen, 1: scheuern und umkippen oder auslassen	keine	erfasst	0	biologisch-wissenschaftlich
b_fr_r_fuh	b_fr_Reinigung des Futtertisches Häufigkeit	ordinal	2: alle 2 Tage, 3: täglich	keine	erfasst	0	biologisch-wissenschaftlich
g_fr_r_lbh	g_fr_Reinigung der Liegeboxen Häufigkeit	ordinal	1: 1 x täglich, 2: 2 x täglich, 3: 3 x täglich, 4: 4 x täglich	keine	erfasst	0	Korrelationen
g_fr_einh	g_fr_Häufigkeit des Einstreuens der Liegeboxen	ordinal	0: ≤ 1 x wöchentlich, 1: 2–3,5 x wöchentlich, 2: täglich	keine	erfasst	0	biologisch-wissenschaftlich
b_fr_ftech	b_fr_Fütterungstechnik	ordinal	1: Bandfütterung, 2: Futtermischwagen, 3: Futtermischung mit Wagen und Fütterung auf Band	keine	erfasst	0	Korrelationen
b_fr_vorlh	b_fr_Futternvorlage Häufigkeit (für Fokusgruppen)	ordinal	0: 1 x täglich, 1: 2 x täglich, 2: > 2 x täglich	keine	erfasst	0	biologisch-wissenschaftlich

Variablenkürzel	Langer Variablenname	Mess-niveau	Kodierung	Einheit	Erfasst/ berechnet	Dezimal- stellen	Ausschluss bei Auswahl- bzw. Modellierungs- stufe
b_fr_adlib	b_fr_Futter ad libitum	nominal	0: nein, 1: ja	keine	erfasst	0	Korrelationen
b_fr_restf	b_fr_Restfutter am Futtertisch geschätzt (%)	Skala	keine	keine	erfasst	0	spärliche Daten
b_fr_schuettel	b_fr_Verwendung Schüttelbox	ordinal	0: nie, 1: sporadisch, 2: regelmäßig häufig	keine	erfasst	0	Korrelationen
b_fr_kvers	b_fr_Kontrolle des Versorgungsstatus der Tiere (Blutwerte)	nominal	0: nie, 1: sporadisch (bis 1 x jährlich), 2: regelmäßig häufig	keine	erfasst	0	biologisch- wissenschaftlich
b_fr_kfu	b_fr_Kontrolle der Futteraufnahme	nominal	0: nie, 1: gesehen was vorgelegt und gefressen wird, 2: Rückrechnung sporadisch, 3: Rückwiegen von Futter	keine	erfasst	0	biologisch- wissenschaftlich
b_fr_krfv	b_fr_Restfutter wiegen regelmäßig ja/nein	nominal	0: nein, 1: ja	keine	erfasst	0	biologisch- wissenschaftlich

Tabelle 29: TGI-Punktzahlen der Pilotbetriebe für den Einflussbereich Bewegungsverhalten

Bewegungsverhalten	Bewegungsfläche Größe		Abliege- und Aufstehvorgang		Stand- und Bewegungsfläche Trittsicherheit		Auslauf Nutzungsdauer		Weide Nutzungsdauer		Summe	
	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL
Maximalpunktzahl	7		7		5		6		6		31	
Gruppe	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL
RH-1	3	3	4	4	3	3	0	0	0	0	10	10
RH-2	4	6	5	6	4	4	0	0	0	0	13	16
RH-3	6	6	6	5	4	3	0	0	0	0	16	14
RH-4	3	4	4	5	3	4	0	0	0	0	10	13
RH-6	6	7	5	5	3	3	0	0	0	0	14	15
RH-7	3	3	5	4	3	3	0	0	0	0	11	10
RH-8	5	6	6	6	5	5	0	0	0	0	16	17
RH-9	5	4	5	4	4	3	0	0	0	0	14	11
RH-10	7	4	4	5	4	3	0	0	0	0	15	12

Tabelle 30: TGI-Punktzahlen der Pilotbetriebe für den Einflussbereich Nahrungsaufnahmeverhalten

Nahrungsaufnahmeverhalten	Trogbodenhöhe		Fressplatzbreite		Tier/ Fressplatzverhältnis		Tränken		Futtervorlage		Weide Nutzungsdauer		Summe	
	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL
Maximalpunktzahl	4		7		5		4		5		6		31	
Gruppe	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL
RH-1	0	0	0	0	0	0	4	4	0	0	0	0	4	4
RH-2	4	4	0	0	0	0	4	4	5	5	0	0	13	13
RH-3	0	4	7	3	5	0	4	4	5	5	0	0	21	16
RH-4	0	0	7	0	5	0	4	4	5	5	0	0	21	9
RH-6	4	0	6	7	5	5	4	4	5	5	0	0	24	21
RH-7	0	0	0	0	0	0	4	4	5	5	0	0	9	9
RH-8	0	0	0	0	0	0	4	4	5	5	0	0	9	9
RH-9	0	0	7	0	5	0	4	4	5	5	0	0	21	9
RH-10	0	0	0	0	0	0	4	4	1	1	0	0	5	5

Tabelle 31: TGI-Punktzahlen der Pilotbetriebe für den Einflussbereich Sozialverhalten

Sozialverhalten	Bewegungsfläche Größe		Strukturierung Haltungssystem		Herdenstruktur		Bewegungsflächen Trittsicherheit		Auslauf Nutzungsdauer		Weide Nutzungsdauer		Summe	
	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL
Maximalpunktzahl	6		5		5		5		4		3		28	
Gruppe	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL
RH-1	4	3	0	0	2	2	3	3	0	0	0	0	9	8
RH-2	4	6	0	3	2	2	4	4	0	0	0	0	10	15
RH-3	6	6	3	1	2	2	4	3	0	0	0	0	15	12
RH-4	3	5	0	3	2	2	3	4	0	0	0	0	8	14
RH-6	6	6	3	0	2	2	3	3	0	0	0	0	14	11
RH-7	3	3	0	0	2	2	3	3	0	0	0	0	8	8
RH-8	5	6	3	3	2	2	5	5	0	0	0	0	15	16
RH-9	5	4	0	0	2	2	5	3	0	0	0	0	12	9
RH-10	6	5	3	1	2	2	4	3	0	0	0	0	15	11

Tabelle 32: TGI-Punktzahlen der Pilotbetriebe für den Einflussbereich Ruheverhalten

Ruheverhalten	Liegefläche Größe		Liegefläche Einstreumaterial Bodenbelag		Liegefläche Sauberkeit		Liegefläche Trittsicherheit		Abliege- und Aufstehvorgang		Weide Nutzungsdauer		Summe	
	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL
Maximalpunktzahl	7		7		4		5		7		4		34	
Gruppe	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL
RH-1	4	3	1	1	2	2	4	4	4	4	0	0	15	14
RH-2	4	6	7	3	4	4	5	5	5	6	0	0	25	24
RH-3	6	7	3	1	3	3	5	3	6	5	0	0	23	19
RH-4	3	5	7	7	2	4	3	5	4	5	0	0	19	26
RH-6	4	6	1	1	3	3	4	5	5	5	0	0	17	20
RH-7	3	3	3	1	4	4	5	5	5	4	0	0	20	17
RH-8	5	7	7	7	3	3	5	5	6	6	0	0	26	28
RH-9	6	5	1	1	2	2	3	3	5	4	0	0	17	15
RH-10	6	4	1	1	3	3	5	5	4	5	0	0	19	18

Tabelle 33: TGI-Punktzahlen der Pilotbetriebe für den Einflussbereich Komfortverhalten

Komfortverhalten	Scheuer- einrich- tungen		Bewegungs- möglichkeit für Komfort- verhalten		Zustand der Haut und des Haarkleides		Auslauf Nutzungs- dauer		Weide Nutzungs- dauer		Summe	
	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL
Maximal- punktzahl	6		6		5		5		5		27	
Gruppe	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL
RH-1	2	2	6	6	4	4	0	0	0	0	12	12
RH-2	2	0	6	6	4	4	0	0	0	0	12	10
RH-3	6	6	6	6	4	3	0	0	0	0	16	15
RH-4	0	2	6	6	3	3	0	0	0	0	9	11
RH-6	2	2	6	6	3	4	0	0	0	0	11	12
RH-7	2	0	6	6	4	4	0	0	0	0	12	10
RH-8	6	6	6	6	4	4	0	0	0	0	16	16
RH-9	2	6	6	6	3	3	0	0	0	0	11	15
RH-10	6	6	6	6	3	4	0	0	0	0	15	16

Tabelle 34: TGI-Punktzahlen der Pilotbetriebe für den Einflussbereich Hygiene

Hygiene	Haltungs- system in Bezug auf das Stall- klima		Stall- geruch		Zustand der Liege- fläche		Tageslicht im Stall		Auslauf Nutzungs- dauer		Weide Nutzungs- dauer		Summe	
	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL
Maximal- punktzahl	3		5		5		5		5		2		25	
Gruppe	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL
RH-1	1	1	1	1	4	3	2	2	0	0	0	0	8	7
RH-2	1	3	5	5	5	5	4	5	0	0	0	0	15	18
RH-3	3	1	5	3	5	4	5	4	0	0	0	0	18	12
RH-4	1	3	1	3	3	5	2	2	0	0	0	0	7	13
RH-6	1	1	3	3	4	4	4	4	0	0	0	0	12	12
RH-7	1	1	3	3	5	5	4	4	0	0	0	0	13	13
RH-8	3	3	5	5	4	4	5	5	0	0	0	0	17	17
RH-9	1	1	3	3	2	2	3	3	0	0	0	0	9	9
RH-10	1	1	1	1	4	4	3	3	0	0	0	0	9	9

Tabelle 35: TGI-Punktzahlen der Pilotbetriebe für den Einflussbereich Betreuung

Betreu- ung	Funk- tions- fähigkeit u. tech- nischer Zustand der Stall- einrich- tung		Sauber- keit der Tränken und Futter- behälter		Zustand der Klauen		Unver- sehrtheit der Tiere		Abkal- bestall		Stall- buch- führung		Sauber- keit des Auslaufs		Summe	
Gruppe	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL
RH-1	2	3	1	1	2	2	2	2	4	4	6	6	0	0	17	18
RH-2	1	3	3	3	2	2	2	2	4	4	6	6	0	0	18	20
RH-3	3	3	3	3	2	2	2	2	4	4	6	6	0	0	20	20
RH-4	2	3	3	3	2	2	2	2	4	4	6	6	0	0	19	20
RH-6	3	3	1	1	2	2	2	2	4	4	6	6	0	0	18	18
RH-7	3	3	3	3	2	2	2	2	4	4	6	6	0	0	20	20
RH-8	3	3	3	3	2	2	2	2	4	4	6	6	0	0	20	20
RH-9	3	3	1	1	1	1	2	2	4	4	6	6	0	0	17	17
RH-10	3	3	3	3	2	3	2	2	4	4	6	6	0	0	20	21

Tabelle 36: TGI-Gesamtpunktzahlen der Pilotbetriebe

TGI	Gesamtpunktzahl	
	FM	HL
Maximalpunktzahl	201	
Gruppe	FM	HL
RH-1	75	73
RH-2	106	116
RH-3	129	108
RH-4	93	106
RH-6	110	109
RH-7	93	87
RH-8	119	123
RH-9	101	85
RH-10	98	92

Tabelle 37: Häufigkeiten nominal skaliertes Einzelmaße und -kriterien in 18 Fokusgruppen aus neun Pilotbetrieben

Merkmal	Ausprägung	Häufigkeit	Prozent (%)
g_tgi_7_Abkalbestall Betreuung	0: nicht vorhanden	0	0,0
	4: vorhanden	18	100,0
g_tgi_em_Beschaffenheit der Laufflächen	1: Vollspalten Beton	5	27,8
	2: Teilspalten Beton	1	5,6
	3: planbefestigt Beton/Asphalt	7	38,9
	4: Vollspalten Gummi	0	0,0
	5: planbefestigt Gummi	3	16,7
	6: Vollspalten Beton und Gummi	1	5,6
	7: Teilspalten Gummi	1	5,6
	8: Tiefstreu	0	0,0
g_tgi_em_Gülleschieber vorhanden	0: nein	6	33,3
	1: ja	12	66,7
g_tgi_em_Trogbodenhöhe 15– 20 cm erfüllt (2 cm Spielraum = 13–22cm)	0: nein	12	66,7
	1: ja	6	33,3
g_tgi_em_Kopfraumfreiheit	1: frei	9	50,0
	1,5: teilweise verbaut	3	16,7
	2: verbaut	5	27,8
	Angabe fehlt	1	5,6

Merkmal	Ausprägung	Häufigkeit	Prozent (%)
g_tgi_em_Boxenart	1: Hochbox	14	77,8
	2: Tiefbox	4	22,2

Tabelle 38: Mittelwert, Standardabweichung, Minimum und Maximum von TGI-Einzelmaßen zum Themenbereich Gruppenstärke und Besatzdichte

Gruppenstärke und Besatzdichte		g_tgi_em_Groupenstärke	g_tgi_em_Verkehrsfläche pro Tier in m ²	g_tgi_em_1Bewegungsfläche in m ² pro Tier	g_tgi_em_3Bewegungsfläche Lauf- und Liegefläche in m ²	g_tgi_em_4Ruhefläche in m ² pro Tier	g_tgi_em_Fressplatzbreite je Tier in m	g_tgi_em_Fressplatz/Tier-Verhältnis	g_tgi_em_Tränkelänge pro Tier in cm	g_tgi_em_Liegeplätze pro Tier
N	Gültig	18	18	18	18	18	18	18	18	18
	Fehlend	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mittelwert		62,39	3,91	5,49	7,07	3,16	0,69	0,81	7,23	1,14
Std.-Abw.		32,21	1,44	1,68	1,95	0,67	0,34	0,40	4,35	0,19
Min.		23,00	2,12	3,13	4,14	2,02	0,35	0,41	3,27	0,93
Max.		144,00	6,90	8,67	10,43	4,24	1,57	1,84	20,47	1,51

Tabelle 39: Mittelwert, Standardabweichung, Minimum und Maximum von TGI-Einzelmaßen zum Themenbereich Gangbreiten und Durchgänge

Gangbreiten und Durchgänge		g_tgi_em_Fressgangbreite in m	g_tgi_em_Laufgangbreite 1 in m	g_tgi_em_Laufgangbreite 2 in m	g_tgi_em_Minimale Gangbreite inkl. Futtergang	g_tgi_em_Verhältnis Breite Verbindungsgänge zu Länge	g_tgi_em_Anzahl Verbindungsgänge pro 20	g_tgi_em_Minimale Durchgangsbreite in m	g_tgi_em_Anteil ungeeigneter Durchgänge	g_tgi_em_Anzahl Sackgassen
N	Gültig	18	16	1	18	18	15	15	15	18
	Fehlend	0	2	17	0	0	3	3	3	0
Mittelwert		3,36	2,40	3,50	2,45	0,30	0,82	2,00	0,72	0,82
Std.-Abw.		0,38	0,65	0,00	0,63	0,32	0,39	0,82	0,45	0,39
Min.		2,50	1,76	3,50	1,76	0,09	0,35	0,91	0,00	0,00
Max.		4,00	3,64	3,50	3,50	1,00	1,74	3,46	1,00	2,00

Tabelle 40: Mittelwert, Standardabweichung, Minimum und Maximum von TGI-Einzelmaßen zum Themenbereich Laufflächengestaltung

Laufflächen-gestaltung		g_tgi_em_Mittlere Spaltenauftrittsfläche in cm	g_tgi_em_Mittlere Spaltenweite in cm
N	Gültig	8	18
	Fehlend	10	0
Mittelwert		10,13	1,59
Std.-Abw.		1,13	1,85
Min.		8,50	0,00
Max.		11,50	4,00

Tabelle 41: Mittelwert, Standardabweichung, Minimum und Maximum von TGI-Einzelmaßen zum Themenbereich Fressplatzgestaltung

Fressplatz-gestaltung		g_tgi_em_Trog-bodenhöhe in cm	g_tgi_em_Mini-male Höhe des Nackenrohrs am Fressplatz in cm	g_tgi_em_Hori-zontaler Abstand zwischen Nackenrohr und Futtertisch in cm	g_tgi_em_Fress-platzdiagonale in cm
N	Gültig	18	18	11	9
	Fehlend	0	0	7	9
Mittelwert		15,56	121,50	20,73	125,22
Std.-Abw.		6,75	13,71	10,53	13,41
Min.		6,00	102,00	10,00	110,00
Max.		27,00	147,00	35,00	148,00

Tabelle 42: Mittelwert, Standardabweichung, Minimum und Maximum von TGI-Einzelmaßen zum Themenbereich Liegeboxengestaltung

Liegeboxen- gestaltung		g_tgi_em_Minimaler Kopfraum in cm	g_tgi_em_Minimale Liegeboxenbreite in cm	g_tgi_em_Minimale Liegeboxenlänge in cm	g_tgi_em_Minimale Distanz zwischen Kotkante und Bugschwelle in cm	g_tgi_em_Minimaler horizontaler Abstand zwischen Kotkante und Nackenbegrenzung in cm	g_tgi_em_Minimale Liegeboxendiagonale in cm	g_tgi_em_Minimale Höhe der Nackenbegrenzung in cm	g_tgi_em_Maximale Höhe der Kotkante in cm
N	Gültig	17	18	18	18	18	18	18	17
	Fehlend	1	0	0	0	0	0	0	1
Mittelwert		77,65	110,22	223,06	182,61	161,67	200,50	113,83	23,35
Std.-Abw.		44,52	3,08	23,73	12,58	8,87	9,48	9,67	4,87
Min.		37,00	102,00	170,00	160,00	150,00	187,00	102,00	17,00
Max.		212,00	113,00	255,00	208,00	177,00	214,00	140,00	35,00

Tabelle 43: Mittelwert, Standardabweichung, Minimum und Maximum von TGI-Einzelmaßen zum Themenbereich Stallklima

Stallklima		g_tgi_em_Lichtintensität Mittelwert in Lux	g_tgi_em_Lichtintensität max in Lux	g_tgi_em_Lichtintensität min in Lux
N	Gültig	15	15	16
	Fehlend	3	3	2
Mittelwert		303,53	407,47	217,13
Std.-Abw.		302,51	328,12	301,69
Min.		61,00	64,00	32,00
Max.		1312,00	1370,00	1254,00

Tabelle 44: Korrelationen (Spearman-Rangkorrelation) der verbleibenden Variablen untereinander sowie mit der Zielvariablen

Variable	mit Variable	Spearman ρ	Wahrscheinlichkeit $> \rho $
g_tgi_4_Einstreu Ruheverhalten	t_lahm	-0,15	0,00
g_tgi_6_Zustand der Liegeflächen Hygiene	t_lahm	-0,14	0,00
g_tgi_6_Zustand der Liegeflächen Hygiene	g_tgi_4_Einstreu Ruheverhalten	0,35	<,0001
g_tgi_em_Verkehrsfläche pro Tier im m ²	t_lahm	0,16	<,0001
g_tgi_em_Verkehrsfläche pro Tier im m ²	g_tgi_4_Einstreu Ruheverhalten	0,11	0,01
g_tgi_em_Verkehrsfläche pro Tier im m ²	g_tgi_6_Zustand der Liegeflächen Hygiene	0,01	0,86
g_tgi_em_Beschaffenheit der Laufflächen	t_lahm	-0,08	0,06
g_tgi_em_Beschaffenheit der Laufflächen	g_tgi_4_Einstreu Ruheverhalten	0,38	<,0001
g_tgi_em_Beschaffenheit der Laufflächen	g_tgi_6_Zustand der Liegeflächen Hygiene	-0,01	0,86
g_tgi_em_Beschaffenheit der Laufflächen	g_tgi_em_Verkehrsfläche pro Tier im m ²	0,20	<,0001
g_tgi_em_Minimale Liegeboxendiagonale	t_lahm	-0,04	0,30
g_tgi_em_Minimale Liegeboxendiagonale	g_tgi_4_Einstreu Ruheverhalten	0,51	<,0001
g_tgi_em_Minimale Liegeboxendiagonale	g_tgi_6_Zustand der Liegeflächen Hygiene	0,35	<,0001
g_tgi_em_Minimale Liegeboxendiagonale	g_tgi_em_Verkehrsfläche pro Tier im m ²	0,32	<,0001
g_tgi_em_Minimale Liegeboxendiagonale	g_tgi_em_Beschaffenheit der Laufflächen	0,43	<,0001

Tabelle 45: Korrelationen (Spearman-Rangkorrelation) der verbleibenden Variablen nach neuer Kodierung für das erste multivariable Modell. Die Zusatzbezeichnungen am Ende der Variablennamen bezeichnen die Anzahl der Kategorien

Variable	mit Variable	Spearman ρ	Wahrscheinlichkeit $> \rho $
g_tgi_6_Zustand der Liegeflächen Hygiene_c3	g_tgi_4_Einstreu Ruheverhalten_c2	0,15	0,0002
g_tgi_em_Verkehrsfläche pro Tier im m ²	g_tgi_4_Einstreu Ruheverhalten_c2	0,10	0,0133
g_tgi_em_Verkehrsfläche pro Tier im m ²	g_tgi_6_Zustand der Liegeflächen Hygiene_c3	0,34	<,0001
g_tgi_em_Beschaffenheit der Laufflächen_c4	g_tgi_4_Einstreu Ruheverhalten_c2	0,35	<,0001
g_tgi_em_Beschaffenheit der Laufflächen_c4	g_tgi_6_Zustand der Liegeflächen Hygiene_c3	0,18	<,0001
g_tgi_em_Beschaffenheit der Laufflächen_c4	g_tgi_em_Verkehrsfläche pro Tier im m ²	0,21	<,0001
g_tgi_em_Minimale Liegeboxendiagonale_c4	g_tgi_4_Einstreu Ruheverhalten_c2	0,37	<,0001
g_tgi_em_Minimale Liegeboxendiagonale_c4	g_tgi_6_Zustand der Liegeflächen Hygiene_c3	0,46	<,0001
g_tgi_em_Minimale Liegeboxendiagonale_c4	g_tgi_em_Verkehrsfläche pro Tier im m ²	0,36	<,0001
g_tgi_em_Minimale Liegeboxendiagonale_c4	g_tgi_em_Beschaffenheit der Laufflächen_c4	0,42	<,0001

Tabelle 46: Korrelationen (Spearman-Rangkorrelation) der verbleibenden Variablen nach neuer Kodierung für das zweite (finale) multivariable Modell. Die Zusatzbezeichnungen am Ende der Variablennamen bezeichnen die Anzahl der Kategorien

Variable	mit Variable	Spearman ρ	Wahrschein- lichkeit > ρ
g_tgi_6_Zustand der Liegeflächen Hygiene_c3	g_tgi_4_Einstreu Ruheverhalten_c2	0,07	0,7954
g_tgi_em_Minimale Liegeboxendiagonale_c4	g_tgi_4_Einstreu Ruheverhalten_c2	0,26	0,2940
g_tgi_em_Minimale Liegeboxendiagonale_c4	g_tgi_6_Zustand der Liegeflächen Hygiene_c3	0,43	0,0776
g_tgi_em_Verkehrsfläche pro Tier und Beschaffenheit der Laufflächen_c4	g_tgi_4_Einstreu Ruheverhalten_c2	0,06	0,8040
g_tgi_em_Verkehrsfläche pro Tier und Beschaffenheit der Laufflächen_c4	g_tgi_6_Zustand der Liegeflächen Hygiene_c3	0,36	0,1399
g_tgi_em_Verkehrsfläche pro Tier und Beschaffenheit der Laufflächen_c4	g_tgi_em_Minimale Liegeboxendiagonale_c4	0,59	0,0097

Tabelle 47: Rohdaten der Einzelmaße für die 18 Fokusgruppen der neun Pilotbetriebe

Betrieb		RH-1		RH-2		RH-3		RH-4		RH-6		RH-7		RH-8		RH-9		RH-10	
Datum		24.6.13		12.6.13		11.7.13		18.7.13		10.7.13		17.6.13		27.6.13		1.7.13		4.7.13	
Fokusgruppe	Richtwert	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL
		Tierzahl	50	77	80	58	56	24	39	36	68	23	35	96	96	61	144	44	104
Fressgang Länge (m)		36,50	36,50	33,60	33,10	34,30	26,70	0,00	29,60	19,80	34,65	42,50	42,50	37,25	73,15	71,80	51,16	18,00	23,00
Fressgang Breite (m)	≥ 3,30	3,07	3,10	2,90	3,80	3,35	3,52	0,00	3,50	3,50	3,20	3,10	3,10	3,80	3,80	2,50	3,10	4,00	3,64
Fressgang (m ²)		112,06	113,15	97,44	125,78	114,91	93,98	0,00	103,60	69,30	110,88	131,75	131,75	141,55	277,97	179,50	158,60	72,00	83,72
Laufgang 1 Länge (m)		36,50	36,50	33,60	33,10	0,00	26,70	42,82	29,60	19,80	34,65	42,50	42,50	37,25	73,15	0,00	51,16	18,00	23,00
Laufgang 1 Breite (m)	≥ 2,50	1,78	1,78	2,12	2,50	0,00	2,20	1,78	3,00	2,45	2,43	1,80	1,76	3,45	3,45	0,00	2,20	3,64	2,13
Laufgang 1 (m ²)		64,97	64,97	71,23	82,75	0,00	58,74	76,22	88,80	48,51	84,20	76,50	74,80	128,51	252,37	0,00	112,55	65,52	48,99
Laufgang 2 Länge (m)		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18,00	0,00
Laufgang 2 Breite (m)	≥ 2,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,50	0,00
Laufgang 2 (m ²)		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	63,00	0,00
Laufgang gesamt (m ²)		64,97	64,97	71,23	82,75	0,00	58,74	76,22	88,80	48,51	84,20	76,50	74,80	128,51	252,37	0,00	112,55	128,52	48,99

Betrieb		RH-1		RH-2		RH-3		RH-4		RH-6		RH-7		RH-8		RH-9		RH-10	
Datum		24.6.13		12.6.13		11.7.13		18.7.13		10.7.13		17.6.13		27.6.13		1.7.13		4.7.13	
Fokusgruppe	Richtwert	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL
		Bewegungsfläche gesamt (m ²)		202,80	194,83	179,17	247,41	114,91	167,03	76,22	217,97	138,01	215,64	232,82	230,91	308,97	608,89	179,50	300,67
Anzahl Verbindungsgänge		3	2	2	3	0	2	0	3	2	2	3	3	2	4	0	2	4	2
Verbindungsgang 1 Länge (m)		4,24	4,24	2,50	4,80	0,00	4,47	0,00	4,47	4,48	4,48	4,20	4,20	4,95	4,95	0,00	4,40	4,60	4,55
Verbindungsgang 1 Breite (m)		2,20	1,44	2,20	2,77	0,00	2,00	0,00	1,27	2,26	2,26	1,50	1,50	3,46	3,42	0,00	3,80	2,53	2,22
Verbindungsgang 1 schmalste Stelle (m)	≥ 2,50	1,59	1,44	2,20	2,77	0,00	2,00	0,00	1,27	2,26	2,26	1,00	1,03	3,46	3,42	0,00	3,80	2,53	2,22
Verbindungsgang 1 (m ²)		9,33	6,11	5,50	13,30	0,00	8,94	0,00	5,68	10,12	10,12	6,30	6,30	17,13	16,93	0,00	16,72	11,64	10,10
Verbindungsgang 2 Länge (m)		4,24	4,24	2,50	4,80	0,00	4,47	0,00	4,47	4,48	4,48	4,20	4,20	4,95	4,95	0,00	4,40	4,60	4,55
Verbindungsgang 2 Breite (m)		1,46	2,50	2,00	2,70	0,00	1,20	0,00	2,25	2,25	2,33	2,00	2,00	4,40	4,40	0,00	2,91	2,22	2,34
Verbindungsgang 2 schmalste Stelle (m)	≥ 2,50	1,46	1,79	2,00	2,70	0,00	0,91	0,00	2,25	2,25	2,33	1,44	1,45	4,40	4,40	0,00	2,91	1,87	2,34

Betrieb		RH-1		RH-2		RH-3		RH-4		RH-6		RH-7		RH-8		RH-9		RH-10	
Datum		24.6.13		12.6.13		11.7.13		18.7.13		10.7.13		17.6.13		27.6.13		1.7.13		4.7.13	
Fokusgruppe	Richtwert	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL
		Verbindungsgang 2 (m ²)		6,19	10,60	5,00	12,96	0,00	5,36	0,00	10,06	10,08	10,44	8,40	8,40	21,78	21,78	0,00	12,80
Verbindungsgang 3 Länge (m)		4,24	0,00	0,00	4,80	0,00	0,00	0,00	4,47	0,00	0,00	4,20	4,20	0,00	4,95	0,00	0,00	2,60	0,00
Verbindungsgang 3 Breite (m)		2,42	0,00	0,00	2,63	0,00	0,00	0,00	2,20	0,00	0,00	2,35	2,30	0,00	4,40	0,00	0,00	2,25	0,00
Verbindungsgang 3 schmalste Stelle (m)	≥ 2,50	1,80	0,00	0,00	2,63	0,00	0,00	0,00	2,20	0,00	0,00	1,87	1,87	0,00	4,40	0,00	0,00	2,25	0,00
Verbindungsgang 3 (m ²)		10,26	0,00	0,00	12,62	0,00	0,00	0,00	9,83	0,00	0,00	9,87	9,66	0,00	21,78	0,00	0,00	5,85	0,00
Verbindungsgang 4 Länge (m)		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,95	0,00	0,00	2,60	0,00
Verbindungsgang 4 Breite (m)		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,65	0,00	0,00	2,45	0,00
Verbindungsgang 4 schmalste Stelle (m)	≥ 2,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,65	0,00	0,00	2,45	0,00
Verbindungsgang 4 (m ²)		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18,07	0,00	0,00	6,37	0,00

Betrieb		RH-1		RH-2		RH-3		RH-4		RH-6		RH-7		RH-8		RH-9		RH-10	
Datum		24.6.13		12.6.13		11.7.13		18.7.13		10.7.13		17.6.13		27.6.13		1.7.13		4.7.13	
Fokusgruppe	Richtwert	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL
		Verbindungsgang gesamt (m ²)		25,78	16,71	10,50	38,88	0,00	14,30	0,00	25,57	20,20	20,56	24,57	24,36	38,91	78,56	0,00	29,52
Auslauf Länge (m)		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Auslauf Breite (m)		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Auslauf (m ²)		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Auslauf (m ² /Tier)	3/5 m ²	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Auslauf Nutzungszeit Stunden/Tag		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24, Fressgang = Auslauf
Auslauf Saisonale Nutzung (Monate)		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12,00	0,00
Bewegungsfläche mit Auslauf gesamt (m ²)		202,80	194,83	179,17	247,41	114,91	167,03	76,22	217,97	138,01	215,64	232,82	230,91	308,97	608,89	179,50	300,67	234,59	153,46
Verkehrsfläche pro Tier (m ²)		2,63	2,44	3,09	4,42	4,79	4,28	2,12	3,21	6,00	6,16	2,43	2,41	5,07	4,23	4,08	2,89	6,90	3,20
Liegefläche 1 Länge (m)		36,50	36,50	29,40	25,00	34,30	22,80	42,82	29,60	13,77	29,00	42,50	42,50	37,25	19,20	68,90	48,25	13,15	23,00
Liegefläche 1 Breite (m)		2,15	2,15	2,80	4,80	2,75	4,47	1,70	4,47	4,48	4,48	2,10	2,10	2,80	4,95	2,40	2,48	2,13	2,51

Betrieb		RH-1		RH-2		RH-3		RH-4		RH-6		RH-7		RH-8		RH-9		RH-10	
Datum		24.6.13		12.6.13		11.7.13		18.7.13		10.7.13		17.6.13		27.6.13		1.7.13		4.7.13	
Fokusgruppe	Richtwert	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL
		Liegefläche 1 (m ²)		78,48	78,48	82,32	120,00	94,33	101,92	72,79	132,31	61,69	129,92	89,25	89,25	104,30	95,04	165,36	119,66
Liegefläche 2 Länge (m)		15,39	13,21	33,60	33,10	0,00	25,17	0,00	29,60	0,00	0,00	16,80	16,80	31,20	17,90	0,00	44,20	13,14	17,96
Liegefläche 2 Breite (m)		4,24	4,24	2,65	2,55	0,00	2,48	0,00	2,75	0,00	0,00	4,20	4,20	4,95	4,95	0,00	4,40	4,60	4,55
Liegefläche 2 (m ²)		65,25	56,01	89,04	84,41	0,00	62,42	0,00	81,40	0,00	0,00	70,56	70,56	154,44	88,61	0,00	194,48	60,44	81,72
Liegefläche 3 Länge (m)		13,30	13,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16,80	16,80	0,00	19,23	0,00	0,00	15,53	0,00
Liegefläche 3 Breite (m)		4,24	4,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,20	4,20	0,00	4,95	0,00	0,00	2,04	0,00
Liegefläche 3 (m ²)		56,39	55,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	70,56	70,56	0,00	95,19	0,00	0,00	31,68	0,00
Liegefläche 4 Länge (m)		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	73,15	0,00	0,00	0,00	0,00
Liegefläche 4 Breite (m)		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,80	0,00	0,00	0,00	0,00
Liegefläche 4 (m ²)		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	204,82	0,00	0,00	0,00	0,00
Liegefläche gesamt (m ²)		200,12	190,24	171,36	204,41	94,33	164,34	72,79	213,71	61,69	129,92	230,37	230,37	258,74	483,65	165,36	314,14	120,13	139,45
1/2 Liegefläche (m ²)		100,06	95,12	85,68	102,20	47,16	82,17	36,40	106,86	30,84	64,96	115,19	115,19	129,37	241,83	82,68	157,07	60,07	69,72

Betrieb		RH-1		RH-2		RH-3		RH-4		RH-6		RH-7		RH-8		RH-9		RH-10	
Datum		24.6.13		12.6.13		11.7.13		18.7.13		10.7.13		17.6.13		27.6.13		1.7.13		4.7.13	
Fokusgruppe	Richtwert	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL
		1 Bewegungsfläche Lauf+1/2Liege (m²)		302,86	289,95	264,85	349,61	162,07	249,20	112,62	324,82	168,86	280,60	348,01	346,10	438,34	850,72	262,18	457,74
3 Bewegungsfläche Lauf+Liege (m²)		402,92	385,07	350,53	451,82	209,23	331,37	149,01	431,68	199,70	345,56	463,19	461,28	567,71	1092,55	344,86	614,81	354,72	292,91
1 Bewegungsfläche m²/Tier	≥ 8	3,93	3,62	4,57	6,24	6,75	6,39	3,13	4,78	7,34	8,02	3,63	3,61	7,19	5,91	5,96	4,40	8,67	4,65
3 Bewegungsfläche Lauf + Liege m²/Tier	≥ 8	5,23	4,81	6,04	8,07	8,72	8,50	4,14	6,35	8,68	9,87	4,82	4,81	9,31	7,59	7,84	5,91	10,43	6,10
4 Ruhefläche (m²/Tier)	≥ 4	2,60	2,38	2,95	3,65	3,93	4,21	2,02	3,14	2,68	3,71	2,40	2,40	4,24	3,36	3,76	3,02	3,53	2,91
Anzahl Sackgassen	0	1	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
Fressplatzbreite gesamt (m)		36,50	36,50	32,50	31,00	30,10	26,70	42,82	23,90	19,80	34,65	42,50	42,50	34,75	69,40	68,90	48,25	18,00	23,00
Fressplatzbreite je Tier (m)	≥ 0,85	0,47	0,46	0,56	0,55	1,25	0,68	1,19	0,35	0,86	0,99	0,44	0,44	0,57	0,48	1,57	0,46	0,53	0,48
Tier/Fressplatzverhältnis	≥ 1	0,56	0,54	0,66	0,65	1,48	0,81	1,40	0,41	1,01	1,16	0,52	0,52	0,67	0,57	1,84	0,55	0,62	0,56

Betrieb		RH-1		RH-2		RH-3		RH-4		RH-6		RH-7		RH-8		RH-9		RH-10		
Datum		24.6.13		12.6.13		11.7.13		18.7.13		10.7.13		17.6.13		27.6.13		1.7.13		4.7.13		
Fokusgruppe	Richtwert	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	
		Spaltenauftritts- breite (cm)	8–10	Futter 12 / Liege 10	Futter 12 / Liege 11	9,0	8,5		9,5					10,0 / 12,0	10,0 / 12,0					
Spaltenweite (cm)	3,5	Fut-ter 4,5 / Liege 3	Fut-ter 4,5 / Liege 3	3,5	3,0	0,0	3,5	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5 / 3,5	3,5 / 4,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	
Beschaffenheit der Laufflächen		Vollspalten Beton	Vollspalten Beton	Vollspalten Beton	Vollspalten Beton	Planbefestigt Asphalt	Spalten nur am Futtertisch, Laufgang planbefestigt Asphalt	Planbefestigt Beton	Planbefestigt Gummi	Planbefestigt Beton	Planbefestigt Beton	Betonspalten/ Gummispalten im Fressgang	Vollspalten Beton	Planbefestigt Gummi	Planbefestigt Gummi	Planbefestigt Beton	Planbefestigt Beton	Planbefestigt Beton	Planbefestigt Beton	Planbefestigt Gummi, Fressgang Gummispalten
Bemerkung						Schieber	Schieber	Schieber	Schieber	Schieber	Schieber	Futterkante mit Gummilippe	Futterkante mit Gummilippe	Schieber						

Betrieb		RH-1		RH-2		RH-3		RH-4		RH-6		RH-7		RH-8		RH-9		RH-10	
Datum		24.6.13		12.6.13		11.7.13		18.7.13		10.7.13		17.6.13		27.6.13		1.7.13		4.7.13	
Fokusgruppe	Richtwert	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL
		Futterkante/Tierseite (cm) (Abstand Standfläche bis Oberkante)	max. 55	43	44	60	60	55	62	34	50	60	51	45 / 65	45 / 65	47	46	58	60
Futterkante/Futtertisch /cm		37	33	42	39	45	43	24	40	40	29	35 / 55	35 / 55	39	37	35	38	35	23
Trogbodenhöhe (cm)	15–20	6	11	18	21	10	19	10	10	20	22	10	10	8	9	23	22	27	24
Höhe des Nackenrohrs am Fressplatz (cm)	120–130	103	102	135	133	142	122	140	110	147	102	120	120	120	119	116	145,00 / 120,00	127	109
Horizontaler Abstand zwischen Nackenrohr und Futtertisch (cm)		15	15	20		10	28			15						10	10		35

Betrieb		RH-1		RH-2		RH-3		RH-4		RH-6		RH-7		RH-8		RH-9		RH-10	
Datum		24.6.13		12.6.13		11.7.13		18.7.13		10.7.13		17.6.13		27.6.13		1.7.13		4.7.13	
Fokusgruppe	Richtwert	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL
		Fressplatzdiagonale (cm) (Diagonale Unterkante Nackenrohr - Futterkante Tierseite)		119				entfällt	126			148	110	122	122	Nackenrohr 35 cm vorgesetzt	Nackenrohr 35 cm vorgesetzt	116	147
Anzahl Fressgitter		0	0	14 Scherenfressfanggitter, 46 Schräggitter	12 + Nackenrohr	34	0		Nackenrohr + 5 Fressgitter	26	0	0	0	0	0	Rohr	67 Scherenfressfanggitter, 4 schräge Gitter	26	0
Breite Fressgitter Achismaß (cm)				45 (Schräggitter)	85	65	0		nicht gemessen	65								65	

Betrieb		RH-1		RH-2		RH-3		RH-4		RH-6		RH-7		RH-8		RH-9		RH-10	
Datum		24.6.13		12.6.13		11.7.13		18.7.13		10.7.13		17.6.13		27.6.13		1.7.13		4.7.13	
Fokusgruppe	Richtwert	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL
		Anzahl Tränken		4	4	2	2	2,0	2,0	4	4 4 (Tränken 1 und 2 gemeinsam mit Gruppe 3)	3	5	3	3	4	5	6	4
Tränke 1 Länge (cm)		142	37	150	185	60	60	60	150	129	273	120	120	173	203	70	140	174	88
Tränke 1 Breite (cm)		36	40	35	40	35	35	35	35	40	40	40	40	34	39	40	39	35	39
Tränke 1 Wasserstand (cm)		15	21	7	14	11	7	12	7	12	16	18	17	12	16	16	15	11	21
Tränke 1 Bodenabstand Oberkante (cm)	80–90	90	107	88	88	94	97	80	100	88	91	89	90	80	81	72	96	80	80
Tränke 1 Wasseroberfläche (cm ²)	> 600	5112	1480	5250	7400	2100	2100	2100	5250	5160	10920	4800	4800	5882	7917	2800	5460	6090	3432
Tränke 2 Länge (cm)		142	40	150	186	60	145	30	150	0	128	164	163	173	203	70	140	174	186

Betrieb		RH-1		RH-2		RH-3		RH-4		RH-6		RH-7		RH-8		RH-9		RH-10	
Datum		24.6.13		12.6.13		11.7.13		18.7.13		10.7.13		17.6.13		27.6.13		1.7.13		4.7.13	
Fokusgruppe	Richtwert	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL
		Tränke 2 Breite (cm)		36	40	35	40	35	40	15	35	Ø 19cm Schalentränke	40	43	43	34	39	40	39
Tränke 2 Wasserstand (cm)		15	20	7	17	11	12	5	7	0	12	17	19	12	15	16	15	11	19
Tränke 2 Bodenabstand Oberkante (cm)	80–90	103	105	96	87	94	84	90	100	0	86	90	90	80	82	72	96	80	80
Tränke 2 Wasseroberfläche (cm²)	> 600	5112	1600	5250	7440	2100	5800	450	5250	entfällt	5120	7052	7009	5882	7917	2800	5460	6090	7254
Tränke 3 Länge (cm)		104	140	0	0	0	0	30	149	0	128	184	183	173	203	70	30	174	0
Tränke 3 Breite (cm)		40	38	0	0	0	0	15	35	Ø 19cm Schalentränke	40	43	43	34	39	40	20	35	0
Tränke 3 Wasserstand (cm)		20	18	0	0	0	0	5	7	0	12	30	32	12	14	16	5	11	0

Betrieb		RH-1		RH-2		RH-3		RH-4		RH-6		RH-7		RH-8		RH-9		RH-10	
Datum		24.6.13		12.6.13		11.7.13		18.7.13		10.7.13		17.6.13		27.6.13		1.7.13		4.7.13	
Fokusgruppe	Richtwert	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL
		Tränke 3	80–90	91	100	0	0	0	0	90	105	0	86	90	91	80	80	72	86
Bodenabstand Oberkante (cm)																			
Tränke 3	> 600	4160	5320	0	0	0	0	450	5215	entfällt	5120	7912	7869	5882	7917	2800	600	6090	0
Wasseroberfläche (cm ²)																			
Tränke 4 Länge (cm)		74	140	0	0			30	149	0	0	0	0	173	173	30	30	174	0
Tränke 4 Breite (cm)		40	38	0	0	0	0	15	35	0	Schalentränke Ø 18cm	0	0	34	29	20	20	35	0
Tränke 4 Wasserstand (cm)		20	18	0	0	0	0	5	7	0	0	0	0	12	12	5	5	11	0
Tränke 4 Bodenabstand Oberkante (cm)	80–90	88	100	0	0	0	0	90	105	0	0	0	0	80	81	85	86	80	0
Tränke 4 Wasseroberfläche (cm ²)	> 600	2960	5320	0	0	0	0	450	5215	0	entfällt	0	0	5882	5017	600	600	6090	0

Betrieb		RH-1		RH-2		RH-3		RH-4		RH-6		RH-7		RH-8		RH-9		RH-10	
Datum		24.6.13		12.6.13		11.7.13		18.7.13		10.7.13		17.6.13		27.6.13		1.7.13		4.7.13	
Fokusgruppe	Richtwert	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL
		Tränke 5 Länge (cm)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	173	30	0
Tränke 5 Breite (cm)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	Ø 18cm Schalentränke	0	0	0	29	20	0	0	0
Tränke 5 Wasserstand (cm)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	5	0	0	0
Tränke 5 Bodenabstand Oberkante (cm)	80–90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	81	85	0	0	0
Tränke 5 Wasseroberfläche (cm ²)	> 600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	entfällt	0	0	0	5017	600	0	0	0
Tränke 6 Länge (cm)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0
Tränke 6 Breite (cm)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0
Tränke 6 Wasserstand (cm)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0

Betrieb		RH-1		RH-2		RH-3		RH-4		RH-6		RH-7		RH-8		RH-9		RH-10	
Datum		24.6.13		12.6.13		11.7.13		18.7.13		10.7.13		17.6.13		27.6.13		1.7.13		4.7.13	
Fokusgruppe	Richtwert	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL
Tränke 6 Bodenabstand Oberkante (cm)	80–90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85	0	0	0
Tränke 6 Wasseroberfläche (cm²)	> 600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	600	0	0	0
Bemerkung																			Tränken gemeinsam mit Gruppe 1
Tränke Summe Länge (cm)		462	357	300	371	120	205	150	598	129	529	468	466	692	955	300	340	696	274
Tränke (cm/Tier)	8–10	6	4	5	7	5	5	4	9	6	15	5	5	11	7	7	3	20	6
Lichtintensität (Lux) Futtermgang		320	380	342	1370	nicht gemessen	150	80 / 150	64 / 58	254	206	203	234	nicht gemessen	nicht gemessen	290	Wandliege- box 293	760 Wand	192
Lichtintensität (Lux) Liegefläche		32	43	315	1254	480	42			183	342	692	513	nicht gemessen	nicht gemessen	118	Doppel- liegebox 81	80 Mitte	191 Wand/65

Betrieb		RH-1		RH-2		RH-3		RH-4		RH-6		RH-7		RH-8		RH-9		RH-10	
Datum		24.6.13		12.6.13		11.7.13		18.7.13		10.7.13		17.6.13		27.6.13		1.7.13		4.7.13	
Fokusgruppe	Richtwert	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL
		Liegeplätze Wand (Anzahl)		31	31	29	28	27	21	41	25	0	0	35	35	30	59	59	39
Liegeplätze Treibegang (Anzahl)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0
Liegeplätze Doppel (Anzahl)		48	44	25	42	0	38	0	38	24	50	56	56	52	94	0	76	22	30
Liegeplätze gesamt (Anzahl)		79	75	54	70	27	59	41	63	24	50	91	91	82	153	59	115	46	48
Liegeplatz je Tier	1	1,03	0,94	0,93	1,25	1,13	1,51	1,14	0,93	1,04	1,43	0,95	0,95	1,34	1,06	1,34	1,11	1,35	1,00
Bemerkung				einreihige Liegeboxen															
Kopfraum doppelseitig A (cm)		41	41	60	50		43		nicht gemessen	50	20	30	30	40	40		50		48
Kopfraum doppelseitig + 40 cm A (cm)	60	81	81	100	90		83			90	60	70	70	80	80		90		88

Betrieb		RH-1		RH-2		RH-3		RH-4		RH-6		RH-7		RH-8		RH-9		RH-10	
Datum		24.6.13		12.6.13		11.7.13		18.7.13		10.7.13		17.6.13		27.6.13		1.7.13		4.7.13	
Fokusgruppe	Richtwert	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL
		Kopfraum doppelseitig B (cm)					55												
Kopfraum doppelseitig B + 40 cm (cm)	60			40	95														
Kopfraum frei/verbaut		frei	frei	frei	frei		frei, Mittelrohr auf 75 cm Höhe		Verbaut	frei	frei	frei	frei	frei	frei			frei	
Liegeboxenbreite doppelseitig A (cm)	Formel	112	115	110	113		113		113	105	110	115	115	113	113		110	119	115
Liegeboxenbreite doppelseitig B (cm)				111	114					109			113				109	111	114
Liegeboxenlänge doppelseitig A (cm)	Formel	212	212	250			223		224	225	225	210	210	247	250		220	230	228 bis Mittelrohr
Liegeboxenlänge doppelseitig B (cm)				250															

Betrieb		RH-1		RH-2		RH-3		RH-4		RH-6		RH-7		RH-8		RH-9		RH-10		
Datum		24.6.13		12.6.13		11.7.13		18.7.13		10.7.13		17.6.13		27.6.13		1.7.13		4.7.13		
Fokusgruppe	Richtwert	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	
		Art und Höhe der Bugbegrenzung doppelseitig (cm)		Mittelrohr, 33 cm	Mittelrohr, 33 cm	Bugbrett	Bugrohr		keine			keine	Bugrohr	Gurt	keine					Bugrohr auf 22 cm Höhe
Distanz zwischen Kotkante und Bugschwelle doppelseitig A (cm)	Formel	171 Länge Gummimatte	171 Länge Gummimatte	191	189		180 Länge Gummimatte		200	180 Länge Gummimatte	205, 180 Länge Gummimatte	180	180	208	208			190	160	180
Distanz zwischen Kotkante und Bugschwelle doppelseitig B (cm)					189													Matte 180		
Horizontaler Abstand zwischen Kotkante und Nackenbegrenzung doppelseitig A (cm)	Formel	156	154	175	164		175		160	177	177	175	165	165	165			155	150	170
Horizontaler Abstand zwischen Kotkante und				175	165															

Betrieb		RH-1		RH-2		RH-3		RH-4		RH-6		RH-7		RH-8		RH-9		RH-10	
Datum		24.6.13		12.6.13		11.7.13		18.7.13		10.7.13		17.6.13		27.6.13		1.7.13		4.7.13	
Fokusgruppe	Richtwert	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL
		Nackenbegrenzung doppelseitig B (cm)																	
Liegeboxendigonale doppelseitig A (cm)		195	189	200	207		207		191	210	212	210	200	214	212		193	188	200
Liegeboxendigonale doppelseitig B (cm)					207														
Höhe der Nackenbegrenzung doppelseitig A (cm)	Formel	108	102	113	120		114		110	110	112	110	115	130	123		105	113	109
Höhe der Nackenbegrenzung doppelseitig B (cm)				111	120														
Höhe der Seitenabtrennung Unterseite (cm)	80–90	23/52	23/52	70/35	70/50		54		42	51	55/70	40/20	40/20	70/40	70/40		50	55	57

Betrieb		RH-1		RH-2		RH-3		RH-4		RH-6		RH-7		RH-8		RH-9		RH-10	
Datum		24.6.13		12.6.13		11.7.13		18.7.13		10.7.13		17.6.13		27.6.13		1.7.13		4.7.13	
Fokusgruppe	Richtwert	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL
Höhe der Kotkante doppelseitig (cm)	20–22	19	19	35	27		25		28	24	24	17	17	19	19		22	23	30
Text/Bemerkung				Nackengurt	Nackenrohr							weiche Gummimatten	harte Gummimatten	mit Spannband in der Mitte auf 72 cm Höhe	ohne Spannband in der Mitte				
Kopfraum wandständig A (cm)	80	37	37	75	75		68	unbegrenzt	75					70 + 30	70	61	45	212	70
Kopfraum wandständig B (cm)				75	75														
Kopfraum frei/verbaut	frei	verbaut durch Stahldraht		Wand	Wand		Wand, Betonpfeller	frei						frei	frei	Wand	Wand	frei	verbaut
Liegeboxenbreite wandständig A (cm)	Formel	107	102	115	116	113	112	112	113			112	117	113	113	110	109	112	115

Betrieb		RH-1		RH-2		RH-3		RH-4		RH-6		RH-7		RH-8		RH-9		RH-10	
Datum		24.6.13		12.6.13		11.7.13		18.7.13		10.7.13		17.6.13		27.6.13		1.7.13		4.7.13	
Fokusgruppe	Richtwert	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL
		Liegeboxenbreite wandständig B (cm)		120	118	113	113		108					115	111			113	113
Liegeboxenlänge wandständig A (cm)		215	215	Außenwand 235/265 bis	255	180	248	170	275			210	210	280 + 30	280 + 30	242	250	210	250
Liegeboxenlänge wandständig B (cm)					255														
Art und Höhe der Bugbegrenzung (cm)		Betonrhombus	Betonrhombus			keine	keine	keine				Gurt	keine			Bugrohr	Bugrohr		keine, Rohr bei 220 cm vor der Einsteigskante in Höhe 23 cm

Betrieb		RH-1		RH-2		RH-3		RH-4		RH-6		RH-7		RH-8		RH-9		RH-10	
Datum		24.6.13		12.6.13		11.7.13		18.7.13		10.7.13		17.6.13		27.6.13		1.7.13		4.7.13	
Fokusgruppe	Richtwert	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL
		Distanz zwischen Kotkante und Bugschwelle wandständig A (cm)	Formel	178	178	190	190	180 Länge Gummimatte	180 Länge Gummimatte	keine Bugschwelle	200			180	180	208	210	180	195
Distanz zwischen Kotkante und Bugschwelle wandständig B (cm)				190	190									208					
Horizontaler Abstand zwischen Kotkante und Nackenbegrenzung wandständig A (cm)	Formel	150	151	160	167	160	166	155	165			175	155	170	165	155	165	150	170

Betrieb		RH-1		RH-2		RH-3		RH-4		RH-6		RH-7		RH-8		RH-9		RH-10	
Datum		24.6.13		12.6.13		11.7.13		18.7.13		10.7.13		17.6.13		27.6.13		1.7.13		4.7.13	
Fokusgruppe	Richtwert	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL
		Horizontaler Abstand zwischen Kotkante und Nackenbegrenzung wandständig B (cm)					167												
Liegeboxendiagonale wandständig A (cm)		191	192	195	210	208	203	202	nicht gemessen			210	200	215	212	187	190	192	200
Liegeboxendiagonale wandständig B (cm)				195	210														
Höhe der Nackenbegrenzung wandständig A (cm)	Formel	110	109	115	120	120	115	140	105			110	114	130	126	107	106	112	106

Betrieb		RH-1		RH-2		RH-3		RH-4		RH-6		RH-7		RH-8		RH-9		RH-10	
Datum		24.6.13		12.6.13		11.7.13		18.7.13		10.7.13		17.6.13		27.6.13		1.7.13		4.7.13	
Fokusgruppe	Richtwert	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL
		Höhe der Nackenbegrenzung wandständig B (cm)				118	120												
Höhe der Seitenabtrennung Unterseite wandständig (cm)	80–90	26 / 49	26 / 49	70 / 35	70 / 35	60	53		36			45 / 20	45 / 20	30 / 70	30 / 70	50	50	55	56
Höhe der Kotkante wandständig (cm)	20–22	18	19	35	27	25	25	nicht gemessen	28			17	17	23	24	24	22	30	31
Text/Bemerkung		Belag: Gummi hart mit Sägemehl	Belag: Gummi hart mit Kalk; 4 Futterautomaten	Nackenband, Tiefboxen mit mehr Einstreu	Nackenrohr			Fressliegeboxen, Gruppe während des Melkens geteilt										Gummi hart, Kalk	Gummi hart, Kalk
Widerristhöhe (cm)		142	149		145		148		145	150	144	145				146	153	141	

Betrieb		RH-1		RH-2		RH-3		RH-4		RH-6		RH-7		RH-8		RH-9		RH-10	
Datum		24.6.13		12.6.13		11.7.13		18.7.13		10.7.13		17.6.13		27.6.13		1.7.13		4.7.13	
Fokusgruppe	Richtwert	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL	FM	HL
		Liegeboxenbreite = Widerristhöhe x 0,85 (cm)		121	127		123		126		123	128	122	123					124
Diagonallänge Kuh (cm)		153	160		170		167		165	170	165	155					173	158	165
Liegeboxenlänge (Eintritt bis Bug) = (1,11 x Diagonallänge Kuh) + 20 cm		190	198		209		205		203	209	203	192					212	195	203
Höhe Nackenriegel = Widerrist - 10 cm		132	139		135		138		135	140	134	135					136	143	131
Eintritt bis Nackenriegel = Diagonallänge Kuh + 5 cm		158	165		175		172		170	175	170	160					178	163	170

Tabelle 48: Beispielfragebogen

Kriterium				Betriebswert TP1	Veränderungen TP2
Allgemeines					
Management der Klauengesundheit					
Klauenpflege Häufigkeit	3 x / Jahr	2 x / Jahr	< 2 x / Jahr		
Professioneller Klauenpfleger oder betriebseigener ausgebildeter Klauenpfleger	ja		nein		
Dokumentation von Klauenerkrankungen für Einzeltiere	ja		nein		
Klauenbehandlungen durch Tierarzt	ja		nein		
Häufigkeit der Klauenbehandlungen	mind. wöchentlich	< wöchentlich	nie		
Verwendung von Klötzen	ja		nein		
Anzahl Klauenbehandlungen pro Jahr					
Klauenamputierte Kühe vorhanden	keine	wenige	viele		
Klauenbad	ja		nein		
Lahmheitsscoring	regelmäßig	bei der Arbeit	nein		
Zuständigkeit für Lahmheitserkennung klar geregelt	ja		nein		
zuständige Personen auf Lahmheitserkennung geschult	ja		nein		
Möglichkeit der gesonderten Aufstallung lahmer Kühe	ja, auf Stroh	ja, Klauengruppe	nein		
Geschätzter Anteil lahmer Kühe	realistisch		unrealistisch		
Geschätzter Anteil Kühe mit Aufliegenschäden	realistisch		unrealistisch		
Kühe mit kupierten Schwänzen	keine	wenige	viele		
Gruppenstruktur					

Kriterium				Betriebswert TP1	Veränderungen TP2
Wie erfolgt die Färseneingliederung?	Färsengruppe	zu TS-Kühen	zu frischen Kühen		
Gruppenumstellungen pro Laktation	> 6 x	4–6 x	< 4 x		
Melkzeiten pro Tag	Roboter	2	3		
Wartezeit im Vorwarte Hof pro Melkzeit	< 30 min	≤ 1 h	> 1 h		
Reinigung/Stalleinrichtungen					
Überprüfung der Tränkefunktion Häufigkeit	gesonderter Zeitpunkt	beim Treiben	nicht zielgerichtet		
Zuständigkeit für Überprüfung der Tränken klar geregelt	ja		nein		
Reinigung der Tränken Häufigkeit	täglich	1–2 x / Woche	nie		
Reinigung der Tränken Methode	schrubben		nur auslassen		
Reinigung des Futtertisches Häufigkeit	täglich	1–2 x / Woche	<1 x / Woche		
Laufflächen	Tiefstreu	planbefestigt	Spaltenboden		
Lauffrequenz des Schiebers					
Reinigung der Liegeboxen Häufigkeit	zu jeder Melkzeit	1 x tgl.	< 1 x tgl.		
Reinigung der Liegeboxen Methode					
Häufigkeit des Einstreuens der Liegeboxen	täglich	2–3 x / Woche	≤ 1 x / Woche		
Einstreumenge pro Liegebox					
Überprüfung der technischen Funktion der Stalleinrichtungen	feste Zeitpunkte	bei der Arbeit	nie		

Kriterium				Betriebswert TP1	Veränderungen TP2
Zuständigkeit für Überprüfung der technischen Einrichtungen klar geregelt	ja			nein	
Alter der Gummimatten höher als Garantiezeit	nein		teilweise	ja	
Abkalbe-/Kranknbucht					
Getrennte Bereiche	ja			nein	
Abkalbebuchte Einzelbuchte	ja			nein	
Kranknbucht sauber und dick eingestreut	ja			nein	
Fütterung					
Einsatz Futtermischwagen	ja			nein	
Futternvorlage Häufigkeit	> 2 x tgl.			1–2 x tgl.	
Futter ad libitum	ja			nein	
Nachschieben des Futters	> 2 x tgl.		1–2 x tgl.	nein	
Restfutter am Futtertisch < 5 %	ja			nein	
Verwendung Schüttelbox	häufig		spora- disch	nie	
Kontrolle des Versorgungsstatus der Tiere	ja			nein	
Kontrolle der Futteraufnahme	ja			nein	
Ketoseprophylaxe	ja			nein	
Hypocalcämieprophylaxe	ja			nein	
Ressourcen					
Prüfung der Tränkwasserqualität	mind. 1 x jährlich		unregel- mäßig geprüft	nicht geprüft	
Wasserfilter (Eisen) vorhanden	ja			nein	
Reinigung Wasserfilter Häufigkeit	Regel- mäßig		unregel- mäßig	nie	
Futteranalyse Häufigkeit	bei Futter- wechsel		spora- disch	nie	
Melken					
Art der Zitzengummies					
Häufigkeit Zitzengummiwechsel < 1500 h Kohle	ja			nein	

Kriterium				Betriebswert TP1	Veränderungen TP2
Häufigkeit Zitzengummiwechsel < 750 h Kautschuk	ja			nein	
Pumpleistung der Vakuumpumpe					
gesonderte Melkkleidung	ja			nein	
Handschuhe zum Melken?	ja	teilweise		nein	
Vormelken durchgeführt?	ja			nein	
Vormelken <u>vor</u> der Zitzenreinigung?	ja			nein	
regelmäßige Milchproben zur BU					
Durchführung BU Milchproben	vor dem TS, nach dem Kalben, bei ↑ Zellzahl, bei Sekretveränderung	Kriterien teilweise erfüllt		nur bei Sekretveränderung	
vor dem Trockenstellen	ja			nein	
nach dem Kalben	ja			nein	
bei erhöhter Zellzahl von Einzeltieren	ja			nein	
bei Sekretveränderung	ja			nein	
nachgewiesene Erreger					
Brunsterkennung					
Methode	Beob.+ Hilfsmittel	Beob.		Hormonprogramm	
Zuständigkeit klar geregelt	ja			nein	
Häufigkeit zielgerichtete Brunstbeobachtung	mind. 2 x tgl.			< 2 x tägl.	
Zeitdauer pro Brunstbeobachtung (min)	> 20 min	10–20 min		< 10 min	
Besamung					
Künstliche Besamung	ja			nein	

Kriterium				Betriebswert TP1	Veränderungen TP2
Deckbulle	ja			nein	
Deckbulle geprüft?	ja			nein	
TU					
Methode	sono- gra- phisch			manuell	
Zeitpunkt der TU (Tage nach Besamung)					
Zuständigkeit					
Aborte					
Vorwiegendes Trächtigkeitsstadium					
Häufigkeit Abortuntersuchung					
Ergebnisse der Abortuntersuchung					
Frische/Puerperium					
Tränkung der abgekalbten Kühe	ja			nein	
Häufigkeit Fiebermessen bei Frischabkalbern					
Puerperalkontrolle durchgeführt?	ja			nein	
Zeitpunkt der Puerperalkontrolle					
Gesundheitsstatus					
BVD-Status: unverdächtig	ja			nein	
(IBR) BHV-1-Status: frei	ja			nein	
Paratuberkulose-Sanierungsprogramm	offiziell	in Eigen- regie		nein	
Bemerkungen					
Herausforderung					

Veröffentlichungen

Englisch, A.M., A. Forkmann, M.G. Doherr, U. Rösler und K.-E. Müller. 2017. Association between animal suitability and lameness in 9 conventional dairy farms in Saxony, Germany, Vortrag, Doktorandensymposium Dahlem Research School, September 22nd 2017, Berlin

Müller, K.-E., A. Englisch, A. Tautenhahn, E. Gäbler, A. Forkmann, U. Rösler, N. Kühl, A. Friese und E. Ullrich. 2016. Bewertung von Hygiene, Tierwohl und Tiergesundheit. Erarbeitung und praktische Erprobung eines Systems zur Bewertung von Hygiene, Tierwohl und Tiergesundheit in Rinderbeständen. Dresden. Schriftenreihe, Heft 5/2016, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG).

<https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/25967/documents/36149>. letzte Einsicht: 17.3.17

Englisch, A., A. Forkmann, E. Ullrich, U. Bergfeld, N. Kühl, U. Rösler und K.E. Müller. 2014. Schmutzige Kühe, Aufliegeschäden, Lahmheit – worauf kommt es an? In: KompaktVET 6-2014 | Rinder, 10. Berlin-Brandenburgischer Rindertag, 2. bis 4.10.2014 in Berlin

Englisch, A., A. Forkmann, E. Ullrich, U. Bergfeld, N. Kühl, U. Rösler, K.E. Müller. 2014. Schmutzige Kühe, Aufliegeschäden, Lahmheit – worauf kommt es an? In: Tagungsband zum 10. Berlin-Brandenburgischer Rindertag, pp. 56–58, Berlin

Müller, K. E. Klauengesundheitsmanagement im Milchviehbestand. 2014. Vortrag, 7. Leipziger Tierärztekongress, Leipzig, 16.01-18.01.2014

Englisch, A. 2014. Vortrag, Abschlussveranstaltung der Pilotbetriebe im Projekt: „Praktische Erprobung eines Systems zur Hygieneanalyse in Rinderbeständen“ am 28.01.2014 im Sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Abteilung 09 | Tierische Erzeugung | Animal Production, Referat 91 | Tierzucht und Tierhygiene

Ullrich, E. 2013. Vortrag, Praktische Hygieneanalyse im Rinderstall, bpt- Kongress 26.–29.09.2013 in Mannheim

Englisch, A., E. Ullrich, U. Bergfeld, J. Fleischer, J., U. Rösler, K.E. Müller. 2013. Untersuchungen zur Tiergerechtigkeit in 10 Milchkuh haltenden Betrieben Sachsens. In: Veterinärmedizinische Epidemiologie in Klinik und Bestandsmedizin, S. 35–36, DACH-Epidemiologietagung 2013, Hannover, Deutschland, 2013

Englisch, A.M., E. Ullrich, U. Bergfeld, J. Fleischer, U. Roesler, U. und K.E. Mueller. 2012. Animal suitability index and lameness in dairy farms in Saxony, Germany. In: Proc. 17th International Symposium and 9th International Conference on Lameness in Ruminants, pp. 109–110, Bristol, UK, 2013

Englisch, A. 2013. Vortrag, Montagsseminar am 29.04.2013 im Sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Abteilung 09 | Tierische Erzeugung | Animal Production, Referat 91 | Tierzucht und Tierhygiene

Danksagung

Ich danke Frau Univ.-Prof. Dr. Kerstin-Elisabeth Müller für ihr Vertrauen zur Überlassung des Themas, ihre exzellente fachliche Anleitung sowie ihr stets offenes Ohr bei allen kleinen und großen Herausforderungen. Ihre Ermutigung und konstruktive Kritik waren es, die bei mir sowohl fachlich als auch persönlich große Potentiale freigesetzt haben.

Mein Dank geht ebenso an Herrn Univ.-Prof. Dr. Uwe Rösler für die hervorragende Zusammenarbeit im Projekt sowie an Herrn Dr. Uwe Bergefeld und Frau Dr. Evelin Ullrich für die Projektkoordination.

Herr Univ.-Prof. Dr. Marcus G. Doherr hat durch seine ausgezeichnete statistische Beratung und Unterstützung bei den Berechnungen wesentlich zum Erfolg dieser Arbeit beigetragen. Vielen Dank hierfür!

Des Weiteren danke ich Herrn Univ.-Prof. Dr. Karl-Hans Zessin und Herrn Schadrac Agbla für ihre statistische Beratung in der Anfangsphase.

Ein großes Dankeschön geht an Herrn Andreas Forkmann für die tatkräftige Hilfe bei der Datenerhebung, der Erstellung der Datenmasken, beim Fotografieren und für die Einbringung seines großen Erfahrungsschatzes.

Herrn Dr. Hans-Peter Heckert, Herrn Uni.-Prof. Dr. Rudolf Staufenbiel und Herrn Univ.-Prof. Dr. Wolfgang Heuwieser danke ich für ihre Hilfe bei der Organisation der Fahrzeuge.

Bei Herrn Dr. Hilmert und dem Laborteam möchte ich mich recht herzlich für die Analyse der Blutproben im größeren Projektrahmen bedanken.

Ich danke auch Herrn Dr. Jörg Fleischer und Frau Anke Kießling für die Bereitstellung der LKV-Daten für den Abschlussbericht des Projektes.

Herrn Dr. Werner Feucker und Herrn Frank Hahmann von der Firma dsp-Agrosoft bin ich sehr dankbar für die Herde-Lizenzen und den technischen Support.

Dr. Nils Kühl, Dr. Annegret Tautenhahn und Dr. Elisabeth Gaebler danke ich für die gemeinsamen Ausfahrten zu den Betrieben und zu den Auswertungsgesprächen sowie für die Zusammenarbeit bei der Erstellung des Abschlussberichtes.

Bei Herrn Dr. Frank Talhofer bedanke ich mich für die Aushilfe bei einem Betriebsbesuch.

Natürlich wäre diese Arbeit nicht möglich gewesen ohne das Vertrauen und die engagierte Mitarbeit der Pilotbetriebe. Vieles lernt man eben nur aus der Praxis und im Gespräch. Herzlichen Dank an alle Leiter und Leiterinnen sowie Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen der Betriebe!

Außerdem möchte ich mich bei allen Studierenden bedanken, die bei der Datenerhebung geholfen haben.

Besondere Anerkennung gebührt meiner lieben Familie. Meine Eltern und Großeltern haben mir finanziell, durch Gebet und gute Ratschläge immer den Rücken gestärkt. Herzlichen Dank an meinen Vater für seine Hilfe bei der Konstruktion der Graphiken. Meiner Schwester Julianna und ihrem Mann Bijay danke ich für die vielen Tipps sowie die Durchsicht der Arbeit. Meiner Mutter danke ich dafür, dass sie mich erinnert hat, auch ab und zu eine kurze Pause einzulegen und meiner Schwester Eleonore für die Verbreitung von guter Laune und Ihre Unterstützung bei der Korrektur.

Pastor Soji und Schwester Sola bin ich sehr dankbar für ihre moralische Unterstützung und dass sie mir halfen, an der Vision festzuhalten.

Ein herzliches Dankeschön geht auch an Walter Trost für seine Ermutigung und die abschließende Durchsicht dieser Arbeit.

Allen, die an dem Erfolg dieser Arbeit beteiligt sind, sage ich danke und Gottes Segen.

Selbständigkeitserklärung

Hiermit bestätige ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig angefertigt habe. Ich versichere, dass ich ausschließlich die angegebenen Quellen und Hilfen in Anspruch genommen habe.

Berlin, den 19.02.2018

Annemarie Englisch



mbvberlin | mensch und buch verlag

49,90 Euro | ISBN: 978-3-86387-944-0