

Institut für Landtechnik  
Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

---

**Beratung von milchviehhaltenden Betrieben auf der  
Basis von Verhaltens- und Erscheinungsparametern  
ihrer Milchkühe**

**I n a u g u r a l – D i s s e r t a t i o n**

zur

Erlangung des Grades

Doktor der Agrarwissenschaften

(Dr. agr.)

der

Landwirtschaftlichen Fakultät

der

Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

vorgelegt am

25. Februar 2014

von

**Katharina Dahlhoff, geb. Bayer**

aus Soest

Referent:	Prof. Dr. W. Büscher
Korreferent:	Prof. Dr. K. Schellander
Tag der mündlichen Prüfung:	22. Mai 2014
Erscheinungsjahr:	2014

### Kurzfassung

In Liegeboxenlaufställen für Milchkühe kann es durch eine suboptimale Gestaltung der einzelnen Funktionsbereiche und ein nicht ordnungsgemäßes Management zu Beeinträchtigungen der Tiere kommen. Um die in vielen Milchviehbetrieben häufig noch ungenutzten Reserven in den Bereichen Haltung und Management zu mobilisieren, wurde von der Landwirtschaftskammer NRW eine Schwachstellenanalyse in Liegeboxenlaufställen („On-Farm Welfare Assessment“) entwickelt, die auf der objektiven und systematischen Erfassung tierbezogener Parameter basiert und eine standardisierte Bewertung der Haltungsbedingungen ermöglicht (vgl. PELZER et al. 2007).

Das Ziel dieser Arbeit besteht darin, die vorliegende Schwachstellenanalyse im Sinne eines Expertensystems weiterzuentwickeln. Hierzu wurde in einer Felderhebung ein Datenpool aus 66 nordrhein-westfälischen Milchviehbetrieben angelegt. Dieser enthielt neben umfassenden bautechnischen und managementspezifischen Kriterien vor allem ausgewählte Verhaltens- (Laufverhalten, Abliegeverhalten, Aufenthaltsorte, Liegepositionen, Abkoten in der Liegebox) und Erscheinungsparameter (Verschmutzung und Verletzungen) der Tiere.

Die einzelbetriebliche Schwachstellenanalyse sollte als dreistufiger Prozess durchgeführt werden (vgl. RÜTZ 2010). Im ersten Schritt erfolgte ein Vergleich der einzelbetrieblichen, tierbezogenen Untersuchungsergebnisse mit definierten Vergleichs- und Referenzwerten aus dem Expertensystem. Im zweiten Schritt wurden potentielle Risikofaktoren für die haltungsbedingten Beeinträchtigungen der Kühe ermittelt. Auf Grundlage des Datenpools konnten vor allem die negativen Auswirkungen einer suboptimalen Liegeboxengestaltung (unzureichende Boxen- und Nackenriegelabmessungen, ungünstige Seitenabtrennungen sowie schlechte Liegeflächenqualitäten) auf das Verhalten und die Verletzungshäufigkeiten der Kühe herausgestellt werden. Der dritte Schritt enthielt eine Korrektur der bemängelten Kriterien der Haltungsbedingungen im Sinne der Tiergerechtigkeit. Dabei konnte in einer stichprobenartigen Nachuntersuchung die erfolgreiche Umsetzung der Schwachstellenanalyse mit erheblichen Verbesserungen im Bereich der Tiergerechtigkeit festgestellt werden.

Zur Evaluierung der Schwachstellenanalyse wurden die tierbezogenen Parameter hinsichtlich der Gütekriterien der Validität, Reliabilität sowie Praktikabilität überprüft. Zudem wurden zur Qualitätssicherung für einige der verwendeten Scores statistische Auswertungen zu deren Reliabilitäten durchgeführt. Abschließend erschienen die Kriterien der Abliegedauer, des Aufenthaltsortes, der Liegepositionen sowie der Verschmutzungen und Verletzungen der Kühe aufgrund ihrer hohen Aussagefähigkeiten sowie der guten Reliabilitäten besonders geeignet, um im Rahmen des Bewertungssystems haltungs- und managementbezogene Schwachstellen, vor allem im Liegebereich, aufzudecken.

### Abstract

In free-stall barns for dairy cattle inadequate housing conditions can affect cows' generic behaviour. To activate hidden reserves in husbandry and management, the Landwirtschaftskammer NRW developed an "On-farm welfare assessment" based on animal-related parameters which makes a standardized assessment of husbandry system possible (PELZER et al. 2007).

Stated aim of this study was therefore to develop the weak point analysis further to a knowledge-based system. To compile a database, 66 dairy cattle farms in NRW were investigated. The database contained additional to constructional and technical aspects mainly animal-based criteria of cows' behaviour (locomotion, lying down behaviour, location/activity, lying positions, eliminating in lying box) and habitus (cleanliness and skin lesions).

On-farm welfare assessment should be operated as three-step process (cp. RÜTZ 2010). The first step contained the comparison of the individual animal-based results with defined comparative and reference values. In second step, potential risk factors for the restrictions of cows caused by environmental conditions were investigated. In statistical evaluation of database the negative effects of poor cubicle design (small-sized cubicle and neck-rail dimensions, low lying comfort) on the cows' behaviour and their rate of skin lesions were stated. The third step included a revision of criticized criteria of husbandry to achieve more animal welfare. In a random follow-up examination the successful implementing of weak point analysis with serious improvements with regard to animal welfare could be approved.

To evaluate weak point analysis the selected animal-based parameters were investigated in view of their quality criteria of validity, reliability and feasibility. For quality assurance, repeatability of some of the scoring systems was controlled. Concluding, the animal-based indicators of lying down duration, location and lying positions as well as scoring systems of cleanliness and skin lesions of the cows offered high validity and satisfactory reliability. Therefore these indicators, included in on-farm welfare assessment, seemed to be very suitable to detect weak points in husbandry and management of free-stalls, especially in lying area.

# INHALTSVERZEICHNIS

Inhaltsverzeichnis	III
Abbildungsverzeichnis	VI
Tabellenverzeichnis	IX
Abkürzungsverzeichnis	XI
1 Einleitung	12
2 Stand des Wissens	14
2.1 Relevante Begrifflichkeiten zum Tierschutz	14
2.1.1.1 Tierschutzrechtliche Rahmenbedingungen	14
2.1.1.2 Tiergerechtheit der Haltungsbedingungen	15
2.1.1.3 Wohlbefinden	16
2.1.1.4 Animal Welfare	17
2.1.1.5 Kuhkomfort	17
2.2 Funktionelle Bestandteile des Liegeboxenlaufstalls und deren Einflüsse auf die Kühe	18
2.2.1 Bauhülle und Stalldesign	19
2.2.2 Funktionsbereich Liegen	22
2.2.3 Funktionsbereich Laufen	31
2.2.4 Funktionsbereich Fressen	36
2.2.5 Tränkebereiche	39
2.2.6 Zusätzliche „Komforteinrichtungen“	41
2.3 Methodische Ansätze zur Bewertung der Haltungsbedingungen in der Milchviehhaltung	42
2.3.1 Bei der Bewertung verwendete Indikatoren	43
2.3.1.1 Auf die Haltungsbedingungen bezogene Indikatoren	43
2.3.1.2 Tierbezogene Indikatoren	45
2.3.2 Etablierte Bewertungssysteme zur Tiergerechtheit	49

3	Material und Methoden	56
3.1	Inhalte der einzelbetrieblichen Schwachstellenanalyse	56
3.2	Auswahl der Untersuchungsbetriebe und Datenerhebung	57
3.3	Erfassungssystematik der Schwachstellenanalyse	58
3.3.1	Aufbau der Erfassungssystematik	58
3.3.2	Verwendete Indikatoren	60
3.3.2.1	Haltungs- und managementbezogene Indikatoren	60
3.3.2.2	Tierbezogene Indikatoren	61
3.3.2.2.1	Aufenthaltort / Tätigkeit	61
3.3.2.2.2	Liegepositionen	62
3.3.2.2.3	Abkoten in der Liegebox	63
3.3.2.2.4	Abliegeverhalten	63
3.3.2.2.5	Laufverhalten	64
3.3.2.2.6	Verschmutzung der Kühe	65
3.3.2.2.7	Verletzungen der Kühe	66
3.4	Statistische Auswertung der Daten	67
4	Ergebnisse	70
4.1	Voruntersuchung zur Reliabilität	70
4.1.1	Hygienescore für die Verschmutzung der Kühe	70
4.1.2	Bewertungsschema für die Verletzungen der Kühe	73
4.2	Ist-Situation in den untersuchten Betrieben	76
4.2.1	Haltungs- und managementbezogene Daten	76
4.2.2	Tierbezogene Daten (Vergleichswerte)	83
4.3	Referenzwerte für die Schwachstellenanalyse	89
4.3.1	Verhaltensparameter der Kühe	90
4.3.2	Erscheinungsparameter der Kühe	95
4.4	Haltungs- und managementbedingte Einflussfaktoren auf die Kühe	98
4.4.1	Funktionsbereich Liegen	98
4.4.2	Funktionsbereich Laufen	112
4.4.3	Funktionsbereich Fressen	113
4.4.4	Multivariate Auswertung	115
4.5	Erfolgskontrolle der Schwachstellenanalyse	118

5	Diskussion	124
5.1	Inhaltliche Bewertung der Schwachstellenanalyse	124
5.2	Methodische Bewertung der Schwachstellenanalyse	140
5.3	Schlussfolgerungen	144
6	Zusammenfassung	150
7	Literaturverzeichnis	152
8	Anhang	174

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb. 1:	Schematische Darstellung des Begriffes der Tiergerechtheit (Quelle: KNIERIM 2002)	15
Abb. 2:	Übersicht zu den Ausführungsmöglichkeiten der verschiedenen Liegeboxensysteme (Quelle: PELZER 2011a)	25
Abb. 3:	Empfehlungen der Boxenabmessungen für konventionelle Hoch- und Tiefboxen sowie hochverlegte Tiefboxen (Quelle: LK NRW 2012)	30
Abb. 4:	Inhalte und Arbeitsschritte der Schwachstellenanalyse im „Cows and more“-Projekt	56
Abb. 5:	Schematische Darstellung zum Aufbau und Ablauf der Erfassungssystematik (vgl. DAHLHOFF et al. 2014)	59
Abb. 6:	Von den Beobachtern vorgenommene, durchschn. Bewertung der Verschmutzung der Kühe mittels Hygienescore innerhalb der drei Untersuchungen	71
Abb. 7:	Von den Beobachtern vorgenommene Einteilung der Befundklassen zu den Verletzungen der Kühe innerhalb der drei Untersuchungen	74
Abb. 8:	Verteilung der in der Untersuchung vorliegenden Herdengrößen	77
Abb. 9:	Durchschn. rel. Häufigkeiten der in den untersuchten Betrieben ermittelten definierten Abliegedauern (Mw und sd)	84
Abb. 10:	In der Untersuchung festgestellte durchschn. rel. Häufigkeiten der einzelnen Liegepositionen der Kühe (Mw, sd, Min., Max.)	85
Abb. 11:	In der Untersuchung festgestellte rel. Häufigkeiten der verschiedenen Verschmutzungsintensitäten (Scorenoten 1 bis 6) der einzelnen Körperregionen der Tiere	87
Abb. 12:	In der Untersuchung festgestellte rel. Häufigkeiten der Befunde an den Körperregionen der Wirbelsäule sowie des Karpal- und Tarsalgelenkes der Kühe	88
Abb. 13:	Durchschn. rel. Häufigkeiten der Abliegedauern „< 30 Sek.“ und „> 60 Sek.“ in Betrieben mit unterschiedlichen Boxensystemen	99
Abb. 14:	Zusammenhang (Pearson) zwischen dem Auftreten der Liegepositionen „Brustlage“ und „gestrecktes Hinterbein“ der Kühe	100
Abb. 15:	Durchschn. rel. Häufigkeiten der Liegepositionen "Brustlage" und "gestrecktes Hinterbein" in Betrieben mit unterschiedlichen Boxensystemen	100



Abb. 16:	Durchschn. Verschmutzungsintensitäten verschiedener Körperregionen in Betrieben mit unterschiedlichen Boxensystemen	101
Abb. 17:	Durchschn. rel. Häufigkeiten der Befundklassen der bonitierten Tarsalgelenke der Kühe in Betrieben mit unterschiedlichen Boxensystemen	102
Abb. 18:	Durchschn. rel. Häufigkeiten der Liegepositionen „Brustlage“ und „gestrecktes Hinterbein“ in Betrieben mit unterschiedlichen Hochboxenbelägen	103
Abb. 19:	Durchschn. Verschmutzungsintensitäten der Körperregionen Hinterhand und Euter/Bauch in Betrieben mit unterschiedlicher Ausbildung der organischen Abdeckung der Hochboxen	105
Abb. 20:	Durchschn. rel. Häufigkeiten der Abliegedauern „< 30 Sek.“ und „> 60 Sek.“ in Betrieben mit unterschiedlicher Tiefboxeneinstreu	106
Abb. 21:	Durchschn. rel. Häufigkeiten der drei Stunden nach der Fütterung in den Liegeboxen stehenden Kühe in Betrieben mit unterschiedlichen Liegeboxenabtrennungen	108
Abb. 22:	Durchschn. rel. Häufigkeiten der Abliegedauern „< 30 Sek.“ und „> 60 Sek.“ in Betrieben mit Liegeflächenlängen der Liegeboxen von < und $\geq$ 180 cm	109
Abb. 23:	Durchschn. Verschmutzungsintensitäten der Körperregionen Hinterhand, Kreuz und Schwanzquast in Betrieben mit unterschiedlichen Liegeflächenlängen	110
Abb. 24:	Durchschn. rel. Häufigkeiten der drei Stunden nach der Fütterung in den Liegeboxen stehenden Tiere in Betrieben mit unterschiedlichen horizontalen Nackenriegelabständen	111
Abb. 25:	Zusammenhang (Pearson) zwischen dem Anteil der im Fressgitter stehenden Tiere und dem Anteil der in den Liegeboxen liegenden Tiere	114
Abb. 26:	Im 1. und 2. Bonitierungstermin festgestellte rel. Häufigkeiten der verschiedenen Abliegedauern der Kühe im Untersuchungsbetrieb 1	119
Abb. 27:	Im 1. und 2. Bonitierungstermin festgestellte rel. Häufigkeiten der verschiedenen Aufenthaltsorte der Kühe drei Stunden nach der Fütterung im Untersuchungsbetrieb 1	120
Abb. 28:	Im 1. und 2. Bonitierungstermin festgestellte rel. Häufigkeiten der verschiedenen Abliegedauern der Kühe im Untersuchungsbetrieb 2	122
Abb. 29:	Im 1. und 2. Bonitierungstermin festgestellte rel. Häufigkeiten der verschiedenen Aufenthaltsorte der Kühe im Untersuchungsbetrieb 2	123

Abb. 30: Gesamtübersicht über die für das Benchmarking festgelegten Referenz- und Vergleichswerte der tierbezogenen Indikatoren

## TABELLENVERZEICHNIS

Tab. 1:	Einteilung der Indikatoren (Quelle: eigene Darstellung, nach WILLEN 2004)	43
Tab. 2:	Überblick über die Kriterienbereiche der haltungs- und managementbezogenen Indikatoren	61
Tab. 3:	Beschreibung des verwendeten Hygienescores (Quelle: PELZER et al. 2007)	66
Tab. 4:	Modifiziertes DLG-Bonitierungsschema für die Gelenksgesundheit (Quelle: eigene Darstellung, nach REUBOLD 2003)	67
Tab. 5:	Ergebnisse der Wiederholbarkeitsprüfung zum Hygienescore	72
Tab. 6:	Ergebnisse der Wiederholbarkeitsprüfung zwischen mehreren Beobachtern zum Bonitierungsschema für Integumentschäden mittels Nominalskalen-Kappa	75
Tab. 7:	In der Gesamtuntersuchung und in verschiedenen Boxensystemen ermittelte, durchschn. Liegeboxenmaße	78
Tab. 8:	In der Untersuchung ermittelte, durchschnittliche Funktionsabmessungen	82
Tab. 9:	Durchschnittswerte der Aufenthaltsorte der Kühe drei Stunden nach der Fütterung in den untersuchten Betrieben	85
Tab. 10:	In der Untersuchung festgestellte Mittelwerte zum Verschmutzungszustand der einzelnen Körperregionen der mittels Hygienescore bonitierten Kühe	86
Tab. 11:	Im Rahmen der Schwachstellenanalyse festgelegte Richtwerte und Referenzbereiche zu den Indikatoren des Aufenthaltsortes der Kühe	92
Tab. 12:	Im Rahmen der Schwachstellenanalyse festgelegte Richtwerte und Referenzbereiche zu den unterschiedlichen Liegepositionen	93
Tab. 13:	Im Rahmen der Schwachstellenanalyse festgelegte Richtwerte und Referenzbereiche zu den Indikatoren der Liegeboxenschmutzung	95
Tab. 14:	Im Rahmen der Schwachstellenanalyse festgelegte Referenzwerte für den Hygienescore	96
Tab. 15:	Im Rahmen der Bewertung der Verletzungen der Kühe festgelegte Richt- und Grenzwerte der unterschiedlichen Befundklassen für die einzelnen Körperregionen	96
Tab. 16:	Korrelationen der Verschmutzungsmittelwerte der untersuchten Körperregionen	102

Tab. 17:	Wichtige Funktionsmaße der Liegebox und deren Einteilung in Größenkategorien	108
Tab. 18:	Mittels Allgemeines Lineares Modell (ALM) ermittelte Einflussfaktoren auf die Indikatoren der Abliegedauer der Kühe	115
Tab. 19:	Mittels Allgemeines Lineares Modell (ALM) ermittelte Einflussfaktoren auf den Indikator „Brustlage“	116
Tab. 20:	Mittels Allgemeines Lineares Modell (ALM) ermittelte Einflussfaktoren der Liegeboxendimensionierung auf den Indikator des „Stehens in der Liegebox mit zwei Beinen“	117
Tab. 21:	Zusammenfassende Einschätzung zur Eignung der tierbezogenen Indikatoren hinsichtlich der Gütekriterien Validität, Reliabilität und Praktikabilität	145

## ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

Abb.	Abbildung
ALM	Allgemeines Lineares Modell
Anz.	Anzahl
bspw.	beispielsweise
cm	Zentimeter
DLG	Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft
durchschn.	durchschnittlich
et al.	et alii (und Andere)
ggf.	gegebenenfalls
LK	Landwirtschaftskammer
m	Meter
max.	maximal
Max.	Maximalwert
Min.	Minimalwert
mind.	mindestens
mm	Millimeter
Mw	Mittelwert
N	Newton
NRW	Nordrhein-Westfalen
o.g.	oben genannte/r
rel.	relativ
sd	Standardabweichung
Sek.	Sekunde
sign.	signifikant
SRT	Skid-Resistance-Tester
Tab.	Tabelle
TGI	Tiergerechtheitsindex
TierSchG	Tierschutzgesetz
TierSchNutzV	Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung
TMR	Totale-Misch-Ration
u.a.	unter anderem
u.A.	und Andere
vgl.	vergleiche
vs.	versus

# 1 EINLEITUNG

Die Milcherzeugung unterliegt in Deutschland einem hohen Anpassungsdruck, der durch den eingeschränkten ökonomischen Handlungsspielraum, die veränderten Tierschutzaspekte (verschärftes Tierschutzgesetz und gesellschaftliche Tierschutzdebatte) sowie durch das sich wandelnde Verbraucherverhalten geprägt ist (BRADE 2001). Durch diese Rahmenbedingungen wird eine Optimierung der Milchproduktion erforderlich, die neben wirtschaftlichen Aspekten (hohe Milchleistungen, niedrige Remontierungsraten, geringe Futterkosten) auch einen erhöhten Tierkomfort zum Ziel hat.

Für die Produktionsoptimierung spielen neben den Bereichen der Fütterung und Zucht vor allem auch die Haltungsumwelt und das Management eine große Rolle. Der Liegeboxenlaufstall hat sich als Standardhaltungssystem in der Milchviehhaltung etabliert (HÖRNING 2003). Durch eine suboptimale Gestaltung der einzelnen Funktionsbereiche und ein nicht ordnungsgemäßes Management kann es zu Beeinträchtigungen der Tiere kommen. Um die in vielen Milchviehbetrieben häufig noch ungenutzten Reserven in den Bereichen Haltung und Management zu mobilisieren, sollten die Haltungsbedingungen gezielt auf die natürlichen Bedürfnisse der Kühe ausgerichtet werden (JONES 1990). Durch eine stärkere Berücksichtigung der Haltungsansprüche der Tiere werden zum einen wichtige Schritte zur Sicherstellung der Tiergerechtigkeit unternommen. Zum anderen bietet eine tiergerechte Gestaltung der Haltungsumwelt auch unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten vielfältige Vorteile (WINCKLER 2005), die sich in einer erhöhten Leistungsbereitschaft des Tieres, einer möglichen Verbesserung der Tiergesundheit und des Wohlbefindens und zudem in einer höheren Verbraucherakzeptanz ausdrücken können.

Um die Qualität der Haltungsbedingungen auf einzelbetrieblicher Ebene beurteilen zu können, wird in der Literatur eine multifaktorielle Betrachtungsweise (SUNDRUM et al. 1994) aus tierbezogenen, technischen und managementspezifischen Indikatoren empfohlen (BRADE 2001, KNIERIM 1998, SMIDT et al. 1990). Dabei sollte auf eine möglichst vollständige, objektive und in der Praxis leicht durchführbare Bewertung zurückgegriffen werden (SUNDRUM 1998). Seit den 1980er Jahren wurden diverse Beurteilungskonzepte zur Tiergerechtigkeit („On-Farm Welfare Assessment“) entwickelt, die nach ihrer vorrangigen Bezugsbasis aus bautechnischen oder tierbezogenen Kriterien unterschieden werden können.

Die Bewertung der Haltungsbedingungen von Milchviehbetrieben zielt in Praxis und Beratung bisher häufig nur auf bauliche Aspekte und spezielle Funktionsmaße ab. So gibt es in der produktionstechnischen Beratung derzeit keine Systematik zur Erfassung von tierbezogenen Indikatoren.

In der Regel werden Momentaufnahmen der Situation im Stall subjektiv bewertet und als Grundlage für die Beratung genutzt. Der fachliche Hintergrund und die unterschiedliche Qualifikation der Berater führen allerdings mitunter zu abweichenden oder auch gegensätzlichen Empfehlungen (PELZER et al. 2007).

Um die produktionstechnische Beratung zu optimieren, hat die Landwirtschaftskammer NRW in Zusammenarbeit mit dem Institut für Landtechnik der Rheinischen Friedrich-Wilhelms Universität Bonn sowie dem Institut für Nutztierwissenschaften der Humboldt-Universität Berlin eine Schwachstellenanalyse für die Bereiche Haltung und Management in Liegeboxenlaufställen entwickelt, die auf der objektiven und systematischen Erfassung von Verhaltens- und Erscheinungsparametern der Milchkühe basiert und eine standardisierte Bewertung der Haltungsbedingungen ermöglicht.

Das Ziel dieser Arbeit besteht darin, die vorliegende Schwachstellenanalyse im Sinne eines Expertensystems weiterzuentwickeln. Hierzu wurde als Datengrundlage ein Datenpool aus 66 nordrhein-westfälischen Milchviehbetrieben angelegt, der neben ausgewählten Verhaltens- und Erscheinungsparametern der Kühe auch umfassende bautechnische und managementspezifische Kriterien enthielt.

Die Basis für das Expertensystem bilden zum einen definierte Referenzwerte für die tierbezogenen Parameter, die zum Vergleich mit den einzelbetrieblichen Ergebnissen herangezogen werden sollen (Benchmarking). Zum anderen sollen Zusammenhänge zwischen Tier, Haltungsumwelt und Management ermittelt werden, um mögliche Einflussfaktoren für die Beeinträchtigungen der Tiere herauszustellen. Dabei erfolgte die Festlegung der Inhalte des Expertensystems sowohl anhand der eigenen Auswertungsergebnisse aus dem Datenpool als auch unter Berücksichtigung der Angaben aus der Fachliteratur (u.a. KÄMMER 1981, ZEEB 1985, BOCK 1990, HÖRNING 2003, WILLEN 2004, RÜTZ 2010).

Um die in dieser Form weiterentwickelte Schwachstellenanalyse zu evaluieren, wurde die Eignung der verwendeten Indikatoren hinsichtlich ihrer Validität, Reliabilität sowie Praktikabilität bewertet. Zur Validierung der im Rahmen der Schwachstellenanalyse getätigten Beratungsaussagen fanden stichprobenartige Nachbonitierungen einiger Untersuchungsbetriebe statt. Dabei wurde untersucht, ob sich nach Optimierung eines bemängelten haltungs- und managementbedingten Kriteriums eine Verbesserung der Verhaltens- und Erscheinungsparameter der Kühe einstellte und somit ein Nutzen des neuen Beratungssystems festgestellt werden konnte.

## **2 STAND DES WISSENS**

### **2.1 Relevante Begrifflichkeiten zum Tierschutz**

#### **2.1.1.1 Tierschutzrechtliche Rahmenbedingungen**

Das deutsche Tierschutzgesetz (TierSchG 2006) schreibt allgemein eine artgemäße bzw. verhaltensgerechte Unterbringung landwirtschaftlicher Nutztiere vor. Die nach § 13 TierSchG (2006) gegebene Möglichkeit des Erlassens spezieller Vorschriften über die Haltung, Pflege und Unterbringung der Tiere ist derzeit durch Rechtsvorschriften für die Tierarten Schweine, Legehennen und Kälber gegeben. Spezialgesetzliche Regelungen in Form einer Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung (TierSchNutzTV 2006) für Milchkühe bestehen dagegen nicht. Auf EU-Ebene liegen Empfehlungen des Europarates zur Haltung von Rindern vor, die aber wenig konkrete Aussagen enthalten (vgl. HÖRNING 2003). In anderen Ländern, wie in Österreich und in der Schweiz, gibt es dagegen detaillierte Vorschriften für die Rinderhaltung. Daher lassen sich die rechtlichen Rahmenbedingungen für die Haltung von Rindern in Deutschland im Vergleich zu anderen Nutztierhaltungen als weniger reglementierend einstufen, wodurch ein gewisser Handlungsspielraum in der Produktion gegeben ist.

Neben den haltungstechnischen Anforderungen ist im Tierschutzgesetz (TSchG § 2 Nr. 3) auch die notwendige Sachkunde der Betreuungspersonen festgeschrieben, wonach weitreichende Kenntnisse und Fähigkeiten des Rinderhalters bezüglich einer verhaltensgerechten Unterbringung, einer angemessenen Fütterung, notwendiger Pflegemaßnahmen sowie einer weitreichenden Gesundheitsvorsorge vorliegen müssen (§ 4 Abs. 1 Nr. 1 TierSchNutzTV 2006). Die Autoren der Tierschutzleitlinie für die Milchkuhhaltung (LAVES 2007) weisen in diesem Zusammenhang darauf hin, dass neben der rechtzeitigen Heilbehandlung der Tiere im Krankheitsfall vor allem die Aspekte der Gesundheitsvorsorge sowie der Tierpflege inklusive Klauenpflege, Fellpflege, Endo- und Ektoparasitenbekämpfung sowie Impfungen eine wichtige Rolle spielen.

Im August 2013 wurde das Tierschutzgesetz (TierSchG 2006) dahingehend erweitert, dass betriebliche Eigenkontrollen durch den Landwirt notwendig werden, um die Einhaltung der oben aufgeführten Anforderungen des Paragraphen 2 sicherzustellen. Zur Bewertung der betrieblichen Situation müssen zukünftig „geeignete tierbezogene Merkmale (Tierschutzindikatoren)“ erhoben und ausgewertet werden (§ 11 Abs. 8 TierSchG 2006). Um die Vorgabe umsetzen zu können, werden derzeit entsprechende Bewertungssysteme für die einzelnen Nutztierarten ausgearbeitet.



### 2.1.1.2 Tiergerechtheit der Haltungsbedingungen

Laut SUNDRUM et al. (1994) 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 oder durch ein so gehaltenes Tier an einem anderen entstehen“. Diese Definition liegt im Rahmen des Tiergerechtheitsindex 200/1994 vor und zielt vor allem auf die funktionellen Aspekte der Haltungsumwelt ab. Ihr Ursprung liegt in der von BROOM (1991) erweiterten Definition zum Wohlbefinden der Tiere, nach der die biologische Funktionalität des Tieres als Indikator für die Qualität der Haltungsumgebung angesehen wird (vgl. Abschnitt 2.1.1.4)

BRADE (2001) sieht die Rinderhaltung als tiergerecht an, wenn die Haltungsumwelt den Tieren das Ausüben ihres vorhandenen Verhaltensrepertoires ermöglicht und gleichzeitig gesundheitliche Gefährdungen und Stress für die Tiere vermieden werden. Zudem wird in der Definition die Notwendigkeit einer artgerechten und bedarfsdeckenden Fütterung berücksichtigt. Des Weiteren betont BRADE (2001) die Aufgabe des Tierhalters, die Haltung der Tiere durch verschiedene Maßnahmen, wie zum Beispiel die kontinuierliche Sicherstellung der Funktionsfähigkeit und des hygienisch einwandfreien Zustandes der Haltungselemente, tiergerecht zu betreiben. Nach dieser Definition kann eine ganzheitlich tiergerechte Haltung laut BRADE (2001) zu stabilen Leistungen und langen Nutzungsdauern der Tiere beitragen.

KNIERIM (2002) definiert die Tiergerechtheit als „Wahrscheinlichkeit bzw. Risiko, inwieweit sich unter bestimmten Umweltbedingungen Tiere wohl befinden oder Schmerzen, Leiden oder Schäden erfahren“ bzw. als „Maß, mit dem bestimmte Umweltbedingungen dem Tier die Voraussetzung zur Vermeidung von Schmerzen, Leiden und Schäden sowie zur Sicherung des Wohlbefindens bieten“ (vgl. Abb. 1).

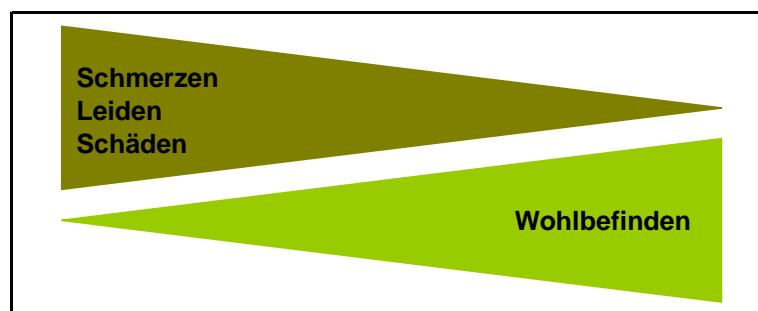


Abb. 1: Schematische Darstellung des Begriffes der Tiergerechtheit (Quelle: KNIERIM 2002)

Diese Formulierungen berücksichtigen, dass das komplexe Gebilde der Tiergerechtheit nicht nach dem Alles-oder-Nichts-Prinzip einzuordnen ist (KNIERIM 2002), weshalb es sich bei der Bewertung der Tiergerechtheit immer nur um eine Einschätzung von Wahrscheinlichkeiten und Risiken handeln kann (KNIERIM 2002). So können zum einen Beeinträchtigungen

des Individuums auch bei insgesamt guter Haltung nicht ausgeschlossen werden, zum anderen ist das Wohlbefinden des Tieres nicht allein durch die Abwesenheit von Schmerzen, Leiden oder Schäden garantiert. Hierbei muss ebenfalls der Analogieschluss berücksichtigt werden, wonach trotz geringgradigen Leidens oder mäßiger Schmerzen und Schäden des Tieres ein gewisses Maß an Wohlbefinden vorhanden sein kann (KNIERIM 2002).

### **2.1.1.3 Wohlbefinden**

Im Allgemeinen kann Wohlbefinden als „physisch-psychischer Zustand eines Organismus“ definiert werden, „der durch die Befriedigung aller artspezifischen und individuellen Handlungsbedürfnisse charakterisiert ist“ und „durch den ungehinderten normalen Ablauf körperlicher Funktionen während eines längeren Zeitraumes aufrechterhalten wird“ (BOGNER u. GRAUVOGL 1984). In diesem Zusammenhang beschreibt der Begriff Wohlbefinden einen ungestörten, artgemäßen und verhaltensgerechten Ablauf der Lebensvorgänge, der laut VON BORELL (1999) ein hohes Maß an biologischer Funktionalität voraussetzt. Dennoch ist absolutes und permanentes Wohlbefinden für Mensch und Tier gleichermaßen unerreichbar, wobei BOGNER und GRAUVOGL (1984) auf zahlreiche Einschränkungen aus den Bereichen Umwelt, Klima, Krankheit und soziale Auseinandersetzungen hinweisen.

In einer weiteren Definition von LORZ und METZGER (1999) wird das Wohlbefinden als ein Zustand körperlicher und seelischer Harmonie des Tieres in sich und mit der Umwelt beschrieben.

Laut KNIERIM (2002) handelt es sich beim Wohlbefinden dagegen nicht um einen idealen, statischen Zustand, vielmehr werden durch Veränderungen in der Umwelt ständig Anpassungsleistungen des Tieres notwendig. In Anlehnung an die Definition zum englischsprachigen Begriff „Animal Welfare“ (BROOM 1986, vgl. Abschnitt 2.1.1.4) beschreibt KNIERIM (2002) Wohlbefinden als das Erleben des Ausmaßes der Auseinandersetzungsfähigkeit des Tieres mit der Umwelt. Demnach kann es beim Tier zu einer Beeinträchtigung des Wohlbefindens kommen, wenn die erfolgreiche Auseinandersetzung mit der Umwelt nur eingeschränkt oder aber gar nicht möglich ist und keine geeigneten Möglichkeiten zur Situationsbewältigung zur Verfügung stehen. Die Ursachen solcher Probleme liegen häufig in Konflikten zwischen den Bedingungen der Haltung und den angeborenen arttypischen Verhaltensmustern.

#### **2.1.1.4 Animal Welfare**

Im englischsprachigen Raum gibt es für die deutschen Begriffe der Tiergerechtigkeit und des Wohlbefindens keine eindeutigen Begriffsentsprechungen, hier wird die Bezeichnung „Animal Welfare“ verwendet, der zwei Definitionen zugrunde liegen.

Zum einen definiert BROOM (1986) „Animal Welfare“ als den Zustand eines Individuums, der durch die vorliegenden Möglichkeiten zur Bewältigung der Umweltbedingungen gekennzeichnet ist („The welfare of an animal is its state as regards its attempts to cope with its environment.“). Somit können der Zustand und die biologische Funktionalität des Tieres auf eine erfolgreiche oder nicht erfolgreiche Auseinandersetzung mit der Umwelt hinweisen. Über das Ausmaß der Auseinandersetzungsfähigkeit kann eine Bewertung von „Animal Welfare“ mittels einer Skala von sehr gut bis sehr schlecht vorgenommen werden (BROOM 1986). Die Beurteilung orientiert sich dabei an morphologischen, physiologischen und ethologischen Veränderungen, die von der Haltungsumwelt verursacht werden, und somit als Indikatoren für eine Überforderung des Tieres angesehen werden können (BROOM 1991).

Eine ähnliche Ansicht vertritt auch RUSHEN (2001), der das Wohlbefinden der Milchkühe vor allem durch Gesundheitsprobleme wie Lahmheiten, Eutererkrankungen sowie Fruchtbarkeitsprobleme beeinträchtigt sieht. Seiner Meinung nach lässt sich der Einfluss der Haltungsumwelt aber nur schwer generalisieren, da vor allem die Details der Ausführung und des Managements entscheidend sind. RUSHEN (2001) empfiehlt daher ebenfalls, Verhaltensmerkmale als Indikatoren für Beeinträchtigungen der Tiere zu verwenden.

Eine andere Definition geht davon aus, dass „Animal Welfare“ einzig von den Gefühlen des Tieres abhängig ist („Feeling is what welfare is all about“, DUNCAN 1996). Voraussetzung für diese Definition ist die Fähigkeit der Tiere zu fühlen, wobei der Begriff Gefühl von DUNCAN (1996) als „eine spezifische, dem Tier bewusste Aktivität in einem sensorischem System“ definiert wird, welches in positive (Vergnügen) und negative (Leiden) Zustände unterteilt werden kann. Die Forderung nach einer Bewertung des „Animal Welfares“ anhand von Gefühlen ergibt die Notwendigkeit, Methoden zur Erfassung von Gefühlen der Tiere zu entwickeln (DUNCAN 1996).

#### **2.1.1.5 Kuhkomfort**

Der landläufige Begriff des Kuhkomforts geht auf eine Ende der 1970er Jahre in den USA entwickelte Idee zurück, die vor allem auf wirtschaftliche Vorteile ausgerichtet war und bisweilen als „Cow Comfort“ bezeichnet wird. So beschreibt JONES (1990) den Begriff „Cow Comfort“ als die Notwendigkeit, die Umwelt der Kühe entsprechend ihren Bedürfnissen zu

optimieren, um Verbesserungen in Bezug auf Tiergesundheit, Leistung, Futteraufnahme und Fruchtbarkeit zu erreichen.

Die Grundlage des „Cow Comforts“ bilden drei Komponenten, die von WREN (1997) als ABC der Beseitigung von Engpässen bezeichnet werden: Dazu zählen die Bereiche Air (Luft), Bunk (Fressplatzmanagement) und Comfort (Komfort). Hierbei sollten nach LUTZ (2000) vor allem die Aspekte Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Ventilation, Futteraufnahme, Wasseraufnahme, Liegebereich und Laufbereich berücksichtigt werden. HÖRNING (2003) weist in diesem Zusammenhang darauf hin, dass der empfindlichen Hochleistungskuh optimale Haltungsbedingungen gewährt werden müssen, damit ihr volles Leistungspotential ausgeschöpft werden kann.

BRANDES (2006) definiert den deutschsprachigen Begriff „Kuhkomfort“ als ein sich an den natürlichen Bedürfnissen und Verhaltensmustern der Kühe orientierendes, modernes Milchviehmanagement einschließlich Milchviehstallbau mit dem Ziel der Sicherstellung von hoher Milchleistung, Langlebigkeit und Wohlbefinden. Laut BRANDES (2006) ermöglicht ein maximaler Kuhkomfort als „Philosophie des Hochleistungsmanagements“ die gleichzeitige Realisierung einer stressarmen Umwelt für die Tiere und einer effizienten Arbeitszeitgestaltung im Stall, wobei diese Vereinbarkeit als Voraussetzung für den Stallbau der Zukunft angesehen wird.

## **2.2 Funktionelle Bestandteile des Liegeboxenlaufstalls und deren Einflüsse auf die Kühe**

Laktierende Milchkühe können je nach Betriebsstruktur in verschiedenen Haltungssystemen gehalten werden. Der Anbindestall ist dabei als veraltete und nicht tiergerechte Lösung in vielen Regionen Deutschlands vor allem bei kleineren Betriebsstrukturen zur Winterstallhaltung noch recht weit verbreitet. Als eingestreute Systeme mit freier Liegefläche fungieren der Tretmist- sowie der Tieflaufstall. Als weitere Möglichkeit kann der Fressliegeboxenlaufstall genannt werden, der in den 1970er und 1980er Jahren häufig als Umbau von klassischen Anbinde- zu Laufställen realisiert wurde (LK NRW 2012).

Der Liegeboxenlaufstall ist dagegen durch die Einteilung in die Funktionsbereiche Laufen und Fressen („Aktivzone“) sowie Liegen („Passivzone“) gekennzeichnet (LK NRW 2012), wobei der Funktionsbereich Liegen abgetrennte Einzelliegeplätze aufweist, die in Reihen angeordnet sind. Die klare Trennung zwischen „Aktiv“- und „Passivzone“ soll das natürliche Verhalten der Rinder im Boxenlaufstall ermöglichen.

Das Boxenlaufstallsystem wurde Anfang der 1960er Jahre in den USA entwickelt, um gegenüber anderen Laufstallsystemen Einstreu und umbauten Raum einzusparen. Seit Mitte der 1970er Jahre konnte dann auch in Deutschland eine Abkehr von eingestreuten Systemen beobachtet werden, so dass sich der Boxenlaufstall als Standardsystem etablierte (LK NRW 2012).

Eine umfassende Übersicht zur Verbreitung der Haltungssysteme in Deutschland liegt in der Literatur nicht vor. HÖRNING (1997) untersuchte die Verteilung verschiedener Laufstallsysteme auf regionaler Ebene, wonach der Liegeboxenlaufstall mit Spaltenboden Mitte der 1990er Jahre dominierte. Die Autoren der NRW Bauschrift Milchviehhaltung (LK NRW 2012) schätzen dagegen, dass bis Anfang der 1990er Jahre noch 80 % der Kühe in Anbindehaltung gehalten wurden.

Boxenlaufställe, die in diesem Zeitraum oder früher errichtet wurden, sind heute häufig sanierungsbedürftig, sowohl was den baulichen Zustand als auch die damals gültigen Empfehlungen bezüglich der tierrelevanten Abmessungen betrifft (HÖRNING 2003). Aber auch bei Neubauten ist häufig Verbesserungsbedarf erkennbar.

Im Folgenden soll der Stand der Technik bezüglich des Baus und der Ausrüstung von modernen Milchviehställen dargestellt werden. Ein besonderer Schwerpunkt wird dabei auf die Ansprüche der Tiere sowie deren Berücksichtigung bei der Gestaltung der Funktionsbereiche gelegt.

### **2.2.1 Bauhülle und Stalldesign**

Die bauliche Hülle des Boxenlaufstalls spielt bei der Klimagestaltung eine wichtige Rolle. Die Klimaansprüche der Tiere sollten im Boxenlaufstall in besonderem Maße berücksichtigt werden, da ein optimales Klima zu Leistungsfähigkeit und Wohlbefinden beiträgt. Ungünstige Klimabedingungen können dagegen Wegbereiter für Krankheiten sein. BARTUSSEK et al. (2008) weisen in diesem Zusammenhang darauf hin, dass in der Praxis der Faktor Wärme häufig über- und die Bedeutung der Luftqualität unterbewertet wird. Können die Klimaansprüche durch die bauliche Gestaltung nicht allein erfüllt werden, sollten technische Hilfsmittel zur Unterstützung optimaler Klimaverhältnisse eingesetzt werden.

#### *Klimaansprüche der Kühe*

Der tierphysiologisch optimale Temperaturbereich für Rinder liegt unter Berücksichtigung verschiedener Literaturangaben bei + 4° bis + 16° C elsius (DLG 2005, DLG 2012b), wobei es bei Über- oder Unterschreitungen zu physiologischen Anpassungsprozessen sowie ver-

ändertem Verhalten der Tiere kommen kann (HAIDN et al. 2005). Kalte Umgebungstemperaturen werden von Rindern generell besser vertragen als wärmere. Die kritische untere Temperatur wird in Abhängigkeit von der Luftfeuchte zwischen - 10° bis - 38° Celsius angegeben, wobei mehr Energie für die Aufrechterhaltung der Körpertemperatur verbraucht wird. Im oberen Temperaturbereich kann ab etwa 24° Celsius von Hitzestress und damit einer Einschränkung der Futterraufnahme gesprochen werden, ab 27° Celsius treten stärkere Leistungseinbußen auf (DLG 2005). Neben der Temperatur spielt auch die Luftfeuchtigkeit eine große Rolle, die in der Rinderhaltung optimalerweise zwischen 60 und 80 % liegen sollte (VON BORELL 2002). Zusammen mit der Luftgeschwindigkeit ergeben die beiden Faktoren die gefühlte Temperatur, d.h. die Temperaturwahrnehmung durch das Tier.

### Möglichkeiten der Klimagestaltung

Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, werden heute quergelüftete Offenfront- oder Außenklimaställe mit weitgehend offenen Wandflächen gebaut. Um ein ausreichendes Luftvolumen von 50 bis 60 m<sup>3</sup> pro Kuh (LK NRW 2012; LAVES 2007: 40 m<sup>3</sup>/ Kuh) im Milchviehstall zu erreichen, sollten Traufhöhen von 4,00 bis 4,50 m geplant werden. Da der Thermik im Außenklimastall nur noch eine geringe Bedeutung zukommt, spielt sowohl die Dachneigung (18° ± 3° Grad) als auch der First für die Entlüftung nur noch eine untergeordnete Rolle (LK NRW 2012). Dabei kann der First entweder offen, als Lichtfirst oder als Shetdach (jeweils mit Windabweiser) ausgeführt sein (BARTUSSEK et al. 2008).

Um eine übermäßige Wärmebelastung im Stall zu vermeiden, sollten bei der Dachgestaltung von Milchviehställen helle reflektierende Dacheindeckungen zum Einsatz kommen (HERRMANN 2006), wobei entweder Faserzementwellplatten (Standardempfehlung) oder Sandwichplatten (wärmegeämmte Trapezblechkonstruktionen) Verwendung finden können (LK NRW 2012). Auf den routinemäßigen Einbau von Lichtwellplatten sollte aufgrund der hohen Wärmestrahlenbelastung verzichtet werden.

Um eine ausreichende Beschattung im Sommer zu gewährleisten, sollten möglichst große Dachüberstände (mind. 1 m) realisiert werden (BARTUSSEK et al. 2008). Andernfalls empfiehlt sich der Einbau von Curtains (faserverstärkte UV-stabilisierte Folien), die händisch oder motorisch auf- oder abgewickelt werden können, und neben dem Sonnenschutz auch die Funktionen des Windschutzes sowie der Temperaturregulierung erfüllen sollen (LK NRW 2012).

Im Außenklimastall sollte die Temperaturdifferenz zwischen dem Freien und dem Stallinneren nicht mehr als 5° Celsius betragen, um Tropfwaserbildung zu vermeiden. Um einen ausreichenden Luftwechsel zu gewährleisten, können im Außenklimastall Luftgeschwindig-

keiten von bis zu 5 Meter/Sekunde toleriert werden (LK NRW 2012), da in Ställen mit bei großen Luftvolumina auch durch hohe Luftwechselraten nur selten ein „Zugluftgefühl“ hervorgerufen wird (LAVES 2007).

Ausreichende Luftraten zur Einhaltung einer guten Luftqualität im Winter und zur sommerlichen Entwärmung können auf natürlichem Wege mittels Querlüftung (Ausrichtung des Stalls quer zur Hauptwindrichtung) oder, wenn die baulichen und wetterbedingten Voraussetzungen dafür nicht gegeben sind, mittels Ventilatoren als Unterstützungslüftung erreicht werden. Beim Einsatz dieser ist auf eine gleichmäßige Luftströmung in den Aufenthaltsbereichen der Tiere zu achten (DLG 2005). Als weitere Möglichkeit zur Vermeidung von Wärmebelastungen kann die Kühlung der Stallluft mittels Wasserverdunstung vorgenommen werden.

Bei richtiger Ausgestaltung sind Außenklimaställe auch im Winter für die Tiergesundheit und –leistung günstig. Allerdings sind sowohl die kontinuierliche Funktionsfähigkeit der eingebauten Technik (z.B. Tränken) als auch eine angemessene Arbeitsqualität für den Menschen sicherzustellen.

Da ältere Ställe häufig in Warmbauweise errichtet wurden, soll hier auch kurz auf die Trauf-First-Lüftung als wichtigstes Lüftungssystem eingegangen werden. Hierbei wird der Lufteinlass an beiden Längsseiten durch in Traufenhöhe durchgehende Einlassschlitze mit verstellbaren Leitplatten geregelt, die Ablufführung erfolgt über den First. Zur Zugluftvermeidung (Luftgeschwindigkeiten über 0,2 Meter/Sekunde) muss die Breite der Einlassschlitze und damit die Leitplattenstellung den sich dauernd ändernden Außenklimabedingungen angepasst werden (BARTUSSEK et al. 2008). Da dieses häufig in der Praxis nicht der Fall ist, sind weder Zugluftfreiheit noch eine gleichmäßige Durchlüftung des Raumes gewährleistet. Des Weiteren ist das Stallklima auch aufgrund der meist niedrigen Deckenhöhen und der zu geringen Ablufführung nicht optimal.

### Lichtverhältnisse

Neben dem Stallklima spielen auch die Lichtverhältnisse eine wichtige Rolle. Aufgrund des circadianen Rhythmus der Rinder wirkt sich Licht im Allgemeinen synchronisierend und stimulierend auf deren physiologische Prozesse aus. Bezüglich des Lichtdauerbedarfs für laktierende Kühe wird in der Literatur von einer optimalen Lichttaglänge von 16 Stunden ausgegangen (HÖRNING 2003, PELZER 2008, DLG 2012b). Tagsüber sollten daher durch bauliche oder managementspezifische Vorkehrungen (z.B. Beleuchtungsprogramme) Lichtintensitäten von etwa 100 bis 150 Lux im Stall gewährleistet werden (LK NRW 2012). Während Metallhalidleuchten (Halogen-Metaldampflampen) mit weißem Licht laut PELZER (2008) eine gute Lichtausbeute sowie eine günstige Verteilung des Lichts ermöglichen, weisen Na-

triumdampflampen mit gelblichem Licht die höchste Energieeffizienz auf. In der Nacht empfiehlt sich eine Orientierungsbeleuchtung von etwa 10 Lux (VON BORELL 2002).

### Stalldesign

Im Boxenlaufstall können durch die Anzahl und Anordnung der Boxenreihen unterschiedliche Stallstrukturen realisiert werden. Eine häufige Stallform für ältere und kleinere Ställe stellt der 1+1-reihige Boxenlaufstall mit Stichfuttertisch dar, daneben gibt es auch zwei- (zwei Einzel- oder eine Doppelreihe) und dreireihige (3+0, 3+1, 3+2) Stallformen (LK NRW 2012). Heute ist ein Doppel-3-Reiher (3+3) mit zentralem Futtertisch und separatem Melkhaus die Standard-Stallform für Neubauten (PELZER 2008). In mittelgroßen Betrieben werden häufig 3+2-reihige Stallformen zur speziellen Einteilung von hoch- und niederleistenden Kühen realisiert. Für Betriebe mit automatischem Melksystem bietet sich eine sechsreihige Stallform mit zwei außen liegenden Futtertischen an (LK NRW 2012).

Bei der Strukturierung des Boxenlaufstalls ist laut WINCKLER (2002) auf eine geeignete Anordnung der verschiedenen Funktionsbereiche zu achten, mit dem Ziel, dem Tier ausreichende und gut erreichbare Rückzugs- und Ausweichmöglichkeiten zu bieten. Dies kann durch eine günstige Verbindung der einzelnen Funktionsbereiche, z.B. durch eine ausreichende Anzahl von Durchgängen an den Querenden sowie innerhalb der Boxenreihen nach 10 bis 12 Boxen (KNIERIM u. WINCKLER 2002), realisiert werden.

Bei der Entscheidung für eine Stallform muss auch die zur Verfügung stehende Gesamtfläche für das Tier (12 bis 14 m<sup>2</sup> / Kuh im 2-Reiher, 8 bis 10 m<sup>2</sup> / Kuh im 3-Reiher) sowie das angestrebte Tier-Fressplatz-Verhältnis berücksichtigt werden (LK NRW 2012).

## **2.2.2 Funktionsbereich Liegen**

Wie den einschlägigen ethologischen Lehrbüchern zu entnehmen ist, fand bereits ab den 1970er Jahren eine zunehmende wissenschaftliche Beschäftigung mit dem Ruheverhalten der Rinder sowie deren Liegeplatzqualität statt (vgl. SCHNITZER 1971, KÄMMER und SCHNITZER 1975, SAMBRAUS 1978, KÄMMER 1980, BOGNER u. GRAUVOGL 1984).

Unbestritten ist daher, dass dem Funktionsbereich Liegen in der Milchviehhaltung eine große Bedeutung zukommt. Unter Berücksichtigung verschiedener Literaturangaben beträgt die Gesamtliegedauer von Milchkühen in der Stallhaltung durchschnittlich zwischen 7 und 14 Stunden (vgl. HAIDN et al. 2005, DLG 2012a, DLG 2012b, HILLMANN 2008, u.A.) und macht somit einen Großteil des Tages aus. Die beiden Hauptruhephasen liegen über Mittag und in der Nacht, wobei am Vor- und Nachmittag ebenfalls Ruhephasen eingehalten werden.



Insgesamt werden über den Tag verteilt 8 bis 10 Liegeperioden mit einer durchschnittlichen Dauer von 60 bis 90 Minuten registriert (vgl. BOCKISCH 1991, MARTEN u. WOLF 1999, HÖRNING 2003, DLG 2012a, HILLMANN 2008). Der Tiefschlaf nimmt dabei im Vergleich zum Ruhen nur einen geringen Anteil von 1 bis 3 Stunden an der Gesamtliegedauer ein (BOGNER u. GRAUVOGL 1984). Das Liegen geschieht ohne Körperkontakt zu anderen Herdenmitgliedern.

Der Liegebereich ist durch abgetrennte, in Reihen angeordnete Einzelliegeplätze (Liegeboxen) charakterisiert. Diese können entweder wandständig (an der Wand angeordnet) oder gegenständig (gegenüberliegend) angeordnet sein (LAVES 2007).

Die Aufgabe der Liegebox besteht darin, ein gesteuertes, aber dennoch artgemäßes Abliege- und Aufstehverhalten sowie ein normales Liegeverhalten des Einzeltieres bei gleichzeitiger Sauberhaltung des Liegeplatzes zu erreichen (BARTUSSEK et al. 2008). Dabei dürfen dem Tier keine Verletzungen oder Beschädigungen widerfahren. Deshalb stellt die Liegebox laut BARTUSSEK et al. (2008) einen Kompromiss zwischen den Anforderungen an die sichere Tiersteuerung und den Ansprüchen an artgerechtes Verhalten dar. Neben der Funktion der Steuerung soll die Liegebox dem Tier zudem als Schutzraum dienen und dieses vor Bedrängung durch andere Tiere schützen (PELZER u. KRAFT 2004).

Verschiedene Untersuchungen haben gezeigt, dass das Wiederkäuen aufgrund des allometrischen Verhaltens der Kühe häufiger im Liegen als im Stehen stattfindet (RUCKEBUSCH u. BUENO 1978, SINGH et al. 1994, SZUCS et al. 1995). Des Weiteren können sich lange Liegezeiten aus verschiedenen Gründen positiv auf die Milchleistung auswirken (HÖRNING 2003): Zum einen korreliert die Wiederkaudauer positiv mit der Speichelsekretion. Somit ist das Wiederkauen über die Einspeichelung der Nahrung und der damit verbundenen physiologischen Prozesse an der Milchbildung beteiligt (VON BORELL 1999, SUNDRUM et al. 2002). Zum anderen kann im Liegen eine erhöhte Euterdurchblutung festgestellt werden (RULQUIN u. CAUDAL 1992). Zudem führen lange Liegedauern zur Entlastung der Gliedmaßen sowie zu einer Verringerung des Klauenkontaktes mit den belasteten Laufflächen und zur Abtrocknung der Klauen, wodurch es zu einer Abnahme von Klauenerkrankungen kommen kann (HÖRNING 2003, DLG 2012a).

### Ansprüche der Tiere

Die Gestaltung des Liegebereichs setzt ein umfangreiches Wissen über die artspezifischen Verhaltensweisen der Kühe voraus: So benötigen die Aufsteh- und Abliegevorgänge durch die Vorwärtsbewegung des Tieres vor allem Platz nach vorne (HÖRNING 2003). Insbesondere der Kopfschwung beim Aufstehen, der zur Entlastung der Hinterhand dient, damit diese

zuerst aufgestellt werden kann, erfordert eine zusätzliche Bewegungstiefe nach vorne (BOCKISCH 1991: 80 bis 160 cm; BOXBERGER et al. 1986: durchschnittlich 115 cm). Die Länge des gesamten Bewegungsraumes beim Aufstehen beträgt etwa 3 m (HUGHES 2000, BARTUSSEK et al. 2008). Bei räumlichen Einschränkungen und beengten Verhältnissen reagieren die Tiere häufig mit einem Umlenken des Kopfes in die Nachbarbox, einer stärkeren Kopfabwinkelung oder gar pferdeartigem Aufstehen (HÖRNING 2003).

Beim natürlichen Abliegevorgang kommt die Kuh laut BOXBERGER (1983) mit etwa 87 % ihres Körpergewichtes auf den Karpalgelenken auf, wobei Kräfte von bis zu 4.000 bis 5.000 Newton auftreten können. Da die Auflagefläche der Gelenke am Boden mit der Eindringtiefe in den Untergrund zunimmt und damit der Flächendruck auf die Gelenke abnimmt (BARTUSSEK et al. 2008), wird das Abliegeverhalten vor allem von der Bodenelastizität beeinflusst. Zudem können Hindernisse im Bereich der Hinterhand zu Beeinträchtigungen der Bewegungsabläufe führen. Durch das Auftreffen der Karpalgelenke auf harten Boden oder beim Anschlagen der Hinterhand an die Boxenabtrennung können schmerzhafte Kontakte für das Tier entstehen (HÖRNING 2003). Häufig führen solche Beeinträchtigungen zu einer Verlängerung des Abliegevorgangs, vermehrtem Umtreten oder abgebrochenen Abliegeversuchen. Da sich die Karpalgelenke in über 50 % der Dauer des Aufsteh- und Abliegevorgangs in Bodenkontakt befinden (METZNER 1976) und durch das Gewicht der Tiere und den Schwung große Druckkräfte auftreten, besteht sowohl im Bereich der Vorder- aber auch der Hintergliedmaßen ein erhebliches Verletzungsrisiko.

Weiterhin haben die unterschiedlichen Liegepositionen die Funktion, das Körpergewicht gleichmäßig zu verteilen und die Gelenke durch Streckungen der Vorder- und Hinterbeine zu entlasten (HÖRNING 2003).

Um lange Liegedauern zu erreichen, ist ein hoher Liegekomfort in Form eines weichen Bodens und eines ausreichenden Platzangebotes innerhalb der Box wichtig. Jedoch bleibt zu beachten, dass ungewöhnlich lange Liegeperioden auch darauf hinweisen können, dass die Rinder infolge erschwerter bzw. schmerzhafter Aufsteh- und Abliegevorgänge ihre Liegeperioden verlängern (VON BORELL 1999).

### Anforderungen an Liegeboxen

Aus diesen Ausführungen lassen sich die Anforderungen an Liegeboxen ableiten, die unabhängig vom installierten Boxensystem gelten (vgl. SAMBRAUS et al. 2002, VON BORELL 2002, HÖRNING 2003, LAVES 2007, BARTUSSEK et al. 2008, DLG 2012a, DLG 2012b, LK NRW 2012):

Die Anzahl der Liegeboxen sollte optimalerweise der Kuhzahl entsprechen (Tier-Liegebox-Verhältnis von 1 zu 1), um ein herdensynchrones Liegen zu ermöglichen und eine Verkürzung der Liegezeiten rangniedriger Tiere sowie deren vermehrte Verdrängung zu vermeiden (WIERENGA u. HOPSTER 1990, FREGONESI et al. 2007).

Die Liegefläche sollte die Eigenschaften der Trittsicherheit (Vermeidung des Ausrutschens beim Aufstehen und Abliegen) sowie Verformbarkeit (Verminderung des punktuellen Drucks beim Abliegen und Liegen) aufweisen.

Um eine ausreichende Hygiene sicherzustellen und die Keimbelastung zu reduzieren, sollte die Oberfläche zudem trocken und sauber sein. Muldenbildung und unebene Oberflächen sollten vermieden werden, wobei die Liegefläche leicht nach vorne ansteigen sollte (2 bis 4 %), um die Reinigungswirkung zu erhöhen (DLG 2012a). Von besonderer Bedeutung ist weiterhin die Wärmeisolierung, um Wärmeableitungen im Euterbereich zu vermeiden.

### Liegeboxensysteme

Abb. 2 zeigt die verschiedenen Ausführungsmöglichkeiten der heute in der Praxis eingesetzten Liegeboxensysteme.

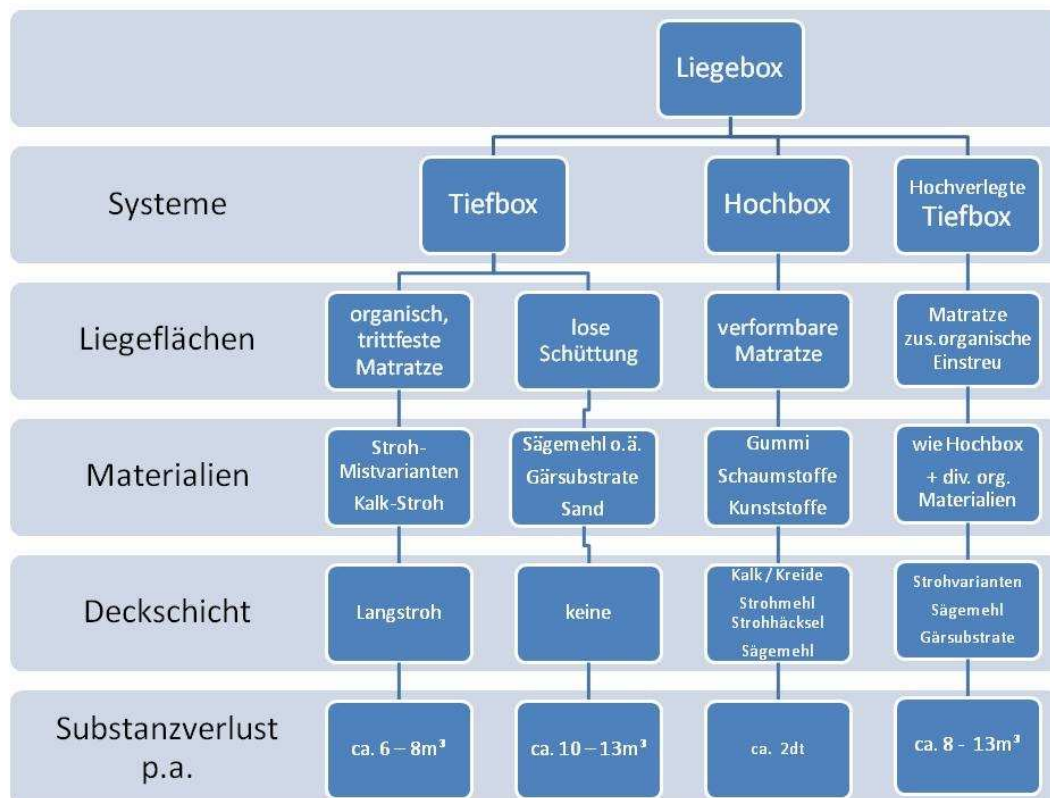


Abb. 2: Übersicht zu den Ausführungsmöglichkeiten der verschiedenen Liegeboxensysteme (Quelle: PELZER 2011a)

Tiefboxen zeichnen sich dadurch aus, dass der Boxenboden auf gleicher Ebene wie die Lauffläche liegt. Dabei wird die Liegefläche durch eine Streuschwelle zum Laufgang, eine Bugschwelle zum Kopfraum sowie eventuell weitere seitliche Bodenschwellen im Untergrund begrenzt und besteht aus einer 15 bis 20 cm starken organischen Matratze.

Als organische Matratzen kommen laut DLG (2012a) die Einstreualternativen Strohmistmatratze (homogener fester Rindermist mit trockenem Stroh vermengt), Strohkalkmatratze (Stroh und Kalk im Massenverhältnis 1:4 bzw. 1:5), Tiefboxen mit Sägemehleinstreu als nicht tragfähige Schüttung sowie Tiefboxen mit Kompost bzw. Feststoffen aus der Separierung von Gülle (vgl. SCHRADE u. ZÄHNER 2008) vor. Dagegen sind in unseren Breitengraden Sandschüttungen als anorganische Einstreu für Tiefboxen seltener zu finden. In diesem Zusammenhang führen die Autoren der NRW Bauschrift Milchviehhaltung an (LK NRW 2012), dass feste Matratzen zwar einen höheren Arbeitsaufwand erfordern, bei gutem Management aber einen hohen Tierkomfort bieten können. Lose Schüttungen haben dagegen einen hohen Substanzverlust von 10 bis 13 m<sup>3</sup>/Jahr (vs. 6 bis 8 m<sup>3</sup>/Jahr bei Matratzen).

Da die Funktionsfähigkeit der Tiefbox bei allen Einstreuvarianten von einem ordnungsgemäß durchgeführten Boxenmanagement abhängt, ist eine konsequente Pflege der Matratzen für die Akzeptanz der Tiere und die Tiergerechtheit der Box entscheidend (LK NRW 2012). Neben der zweimal täglichen Boxenreinigung und dem Abstreuen feuchter Stellen, müssen in der Liegefläche entstandene Liegemulden mit Einstreumaterial wieder geschlossen und eingeebnet werden (DLG 2012a). Des Weiteren sollte wöchentlich eingestreut und alle sechs Wochen die Grundmaterialien nachgefüllt und verdichtet werden.

Die Schweizer Tierschutzverordnung sieht im Rahmen der „Besonders Tierfreundlichen Stallhaltungssysteme“ (BTS) die Strohmistmatratze aufgrund ihres sehr guten Liegekomforts und des geringen Auftretens von Verletzungen als optimale Liegefläche für Milchkühe an und verwendet diese bei der Zulassung neuer Haltungssysteme als Referenzsystem. Zahlreiche Untersuchungen belegen allerdings, dass weiche Liegematten in Hochboxen bezüglich des Liegekomforts und der Gelenksgesundheit als annähernd gleichwertig zu Strohmattentzen angesehen werden können (vgl. SCHAUB et al. 1999).

Da Aufbau, Erhalt und Pflege von Tiefboxen bei ordnungsgemäßer Ausführung einen nicht zu vernachlässigenden Arbeitszeitbedarf erfordern (30 bis 50 % erhöhter Zeitaufwand gegenüber Hochboxen), sollte dieser bereits bei der Entscheidung für das Boxensystem bedacht werden (DLG 2012a). Des Weiteren müssen bei der Planung die Aspekte der Befahrbarkeit der Laufgänge, des Güllesystems und der Einstreutechnik bedacht werden (LK NRW 2012).

Hochboxen zeichnen sich durch eine gegenüber der Lauffläche erhöhte Liegefläche aus, deren Unterbau in der Regel aus Beton besteht und der mit einem weichen, verformbaren Belag ausgestattet ist (DLG 2012a). Zu diesen industriell gefertigten Belägen zählen neben einfachen Gummimatten auch Weichbetten (Gummi- oder Kunststoffauflage mit Schaumstoff-, Filz- oder Latexunterlage), Matratzen (Textilgewebe mit Gummi- oder Kunststoffgranulat gefüllten Schläuchen) und Wasserbetten.

Die Eignung der Beläge hinsichtlich Elastizität, Rutschfestigkeit, Verletzungsträchtigkeit sowie Verschleißfestigkeit der Oberfläche kann mittels DLG-Signum-Test geprüft werden, wobei diese Prüfung als Entscheidungshilfe bei der Anschaffung von Liegeboxenbelägen dienen sollte (vgl. DLG 2012a, DLG 2012b, BARTUSSEK et al. 2008). Um die Produkteigenschaften der eingesetzten Beläge sicherzustellen, sollten diese nach 6 bis 7 Jahren ausgetauscht werden (LK NRW 2012).

Die Liegefläche sollte in jedem Fall leicht eingestreut werden (Minimaleinstreu), um entstehende Feuchtigkeit zu binden (LK NRW 2012), die Rutschfestigkeit zu sichern (REITER et al. 2006b) und Hautläsionen vorzubeugen (WEARY und TASZKUN 2000, WECHSLER et al. 2000). Als häufige Einstreualternativen stehen gehäckseltes Stroh, Sägespäne, Sägemehl sowie Strohmehl (ggf. in Verbindung mit Kalk) zur Verfügung, wobei die Entscheidung für ein jeweiliges Material aber von den einzelbetrieblichen Bedürfnissen abhängt. Generell müssen bei der Verwendung der Einstreumaterialien neben dem Wasseraufnahmevermögen und der vorliegenden Oberflächenstruktur auch die einwandfreie Qualität bezüglich der Keim- und Pilzbelastung berücksichtigt werden (HERRMANN u. REUBOLD 2002).

Die Boxenpflege (Entfernung von Kot und Flüssigkeiten wie Harn, Milch und Genitalausfluss) sollte zweimal täglich erfolgen, ebenso sollten nasse und feuchte Bereiche mit trockenem Material abgestreut werden (DLG 2012a). Für die Durchführung bieten sich die Melkzeiten an, da sich zu dieser Zeit keine Tiere in den Liegeboxen befinden (REITER et al. 2006b).

Bei Hochboxen wird im hinteren Drittel der Liegebox eine dünne organische Abdeckung in Form von trockenen Strohmistanhaftungen angestrebt, die eine trockene Liegefläche gewährleistet und dadurch Hautirritationen weitestgehend verhindert (DLG 2012a).

In Norddeutschland findet man neben den beiden gängigen Boxensystemen häufig auch hochverlegte Tiefboxen (ALLERS 2001), die aus dem Umbau von Hoch- zu Tiefboxen entstehen. Das Kennzeichen dieser Sonderlösung ist die erhöhte Liegefläche der ehemaligen Hochbox, die mit einer Einstreuschwelle versehen wird und nun eine der Tiefbox ähnliche organische Matratze enthält. Das System soll die Vorteile der beiden Boxensysteme kombi-

nieren, jedoch kann die Gesamthöhe der zu überwindenden Streuschwelle von ca. 40 cm zu erheblichen Problemen bei den Tieren führen (LK NRW 2012).

An dieser Stelle soll ausdrücklich darauf hingewiesen werden, dass keinem der vorgestellten Systeme per se der Vorzug gegeben werden kann. Die Funktionsfähigkeit eines Boxensystems hängt vielmehr von der Gestaltung und Ausführung der Liegeboxen sowie einem konsequent durchgeführtem Management ab.

### Liegeboxengestaltung und -abmessungen

Bei der Gestaltung und den Abmessungen der Liegebox sollten sowohl die Körpermaße der Tiere als auch der Platzbedarf beim Aufstehen und Abliegen sowie der verschiedenen Liegepositionen berücksichtigt werden. Derart angepasste Abmessungen haben neben tiergerechtem Liegen und stressfreien Bewegungsabläufen auch saubere Liegeboxen und Kühe zur Folge. Dagegen können unzureichend dimensionierte Liegeboxen laut WINCKLER et al. (2002) zu verzögerten Bewegungsabläufen, abnormen Verhalten und pathologischen Veränderungen führen.

In der Liegebox liegen in der Regel drei Steuerungselemente vor:

Der *Nackenriegel* dient der Positionierung des stehenden Tieres und gibt somit auch die Ausgangsposition für den Abliegevorgang vor. Für die korrekte Positionierung sollte das Tier ungehindert mit allen vier Beinen in die Liegebox eintreten können. Die Höhe des Nackenriegels sollte daher an die Widerristhöhe der Tiere angepasst sein (durchschnittliche Widerristhöhe minus 10 bis 15 cm: 125 bis 133 cm, LK NRW 2012). Der waagerechte Abstand des Nackenriegels zur Kotstufe wird aus der Länge des Tieres vom Widerrist bis zum Schwanzansatz abgeleitet (160 bis 170 cm, LK NRW 2012). Diese Positionierung ermöglicht neben der richtigen Ausgangsposition für den Abliegevorgang auch die Sauberhaltung der Liegefläche, da das Abkoten im Stehen auf die Lauffläche erfolgt (TUCKER et al. 2005).

Der Abliegevorgang wird von der *Bugbegrenzung* gesteuert. Die Position der Bugbegrenzung entscheidet darüber, wie das Tier beim späteren Liegen positioniert ist. Um das Ausstrecken der Vorderbeine zu gewährleisten, sollte die Bugschwelle daher nicht auf gleicher Flucht wie der Nackenriegel, sondern mit einem Abstand von 20 bis 40 cm vor diesem angebracht sein (LK NRW 2012). Ebenso sollte sie als abgerundete Schwelle und nicht als Brett ausgestaltet sein. Als Lösung bieten sich Rundhölzer oder Rohre mit einer Höhe von 10 cm an (REITER et al. 2006b, BARTUSSEK et al. 2008).

Die *seitliche Liegeboxenabtrennung* positioniert das Tier im Liegen und verhindert schräges Liegen oder Umdrehen in der Box. Der Liegeboxenbügel kann mit Stützen im Liegebereich

(Pilzbügel oder englischer Bock), als freitragende Variante oder flexibel ausgeführt sein. Um eine gerade Liegeausrichtung der Kühe zu erzielen, sollte der untere Bereich der Abtrennung eine Länge von mind. 60 cm aufweisen (LK NRW 2012).

Gelegentlich weisen Liegeboxen ein *Kopfrohr* als Durchlaufschutz auf, welches das Tier aber keinesfalls beim Aufstehen behindern sollte. Um diese Anforderung zu gewährleisten, empfiehlt die Tierschutzleitlinie für die Milchkuhhaltung (LAVES 2007) im Anschluss an die Liegebox einen Freiraum von mind. 80 cm sowie eine Kopfrohrhöhe von ebenfalls mind. 80 cm. Dagegen weisen die Autoren der NRW Bauschrift Milchviehhaltung (LK NRW 2012) eine Kopfrohrhöhe von 110 cm aus.

Abb. 3 zeigt die empfohlenen Abmessungen für konventionelle Hoch- und Tiefboxen sowie hochverlegte Tiefboxen mit seitlichem, freitragendem Liegeboxenbügel für Tiere der Rasse Holstein (LK NRW 2012). Aufgrund der unvermeidlichen Muldenbildung in der Tiefbox ist die Länge der Liegefläche gegenüber einer Hochbox um 10 cm und die Breite um 5 cm zu erhöhen (DLG 2012a). Die Gesamtlängenangaben von 250 cm beziehen sich auf gegenständige Boxen. Da es für das Tier in wandständigen Boxen nicht möglich ist, die gegenüberliegende Box für den arttypischen Kopfschwung beim Aufstehen mitzubenutzen, sollten diese eine vergrößerte Gesamtlänge von 280 cm aufweisen. Zudem ist bei allen Boxenarten ein leichtes Gefälle in Richtung der Lauffläche vorzusehen.

Neben diesen Ausführungen gibt es noch eine Reihe anderer Empfehlungen zur Gestaltung und Abmessungen der Liegeboxen.

So gibt es unterschiedliche Boxentypen wie z.B. Typ Gumpenstein (vgl. BARTUSSEK et al. 2008) oder Boxen mit flexiblen Seitenabtrennungen (Kunststoffrohre) oder flexiblen Nackenriegeln (Seil, Kette, Gurt) (vgl. WANDEL u. JUNGBLUTH 1997, HÖRNING et al. 2005, LAVES 2007, LK NRW 2012).

Andere Empfehlungen zu den Boxenabmessungen basieren häufig auf den Körpermaßen der Tiere. Dazu wird eine Vermessung einiger Tiere der Herde empfohlen (KNIERIM u. WINCKLER 2002, BARTUSSEK et al. 2008). Bezüglich der Abmessungen schlagen KNIERIM und WINCKLER (2002) Formeln zur individuellen Berechnung anhand der Widerristhöhe und der schrägen Rumpflage vor. BARTUSSEK et al. (2008) ziehen bei ihrer Berechnung die Widerristhöhe und die Körperlänge der Tiere heran. Weitere Autoren verwenden für einzelne Abmessungen zum Teil die Widerristhöhe, die Hüftweite oder das Gewicht der Tiere (vgl. u.a. BARTUSSEK et al. 1999, BICKERT et al. 2000).

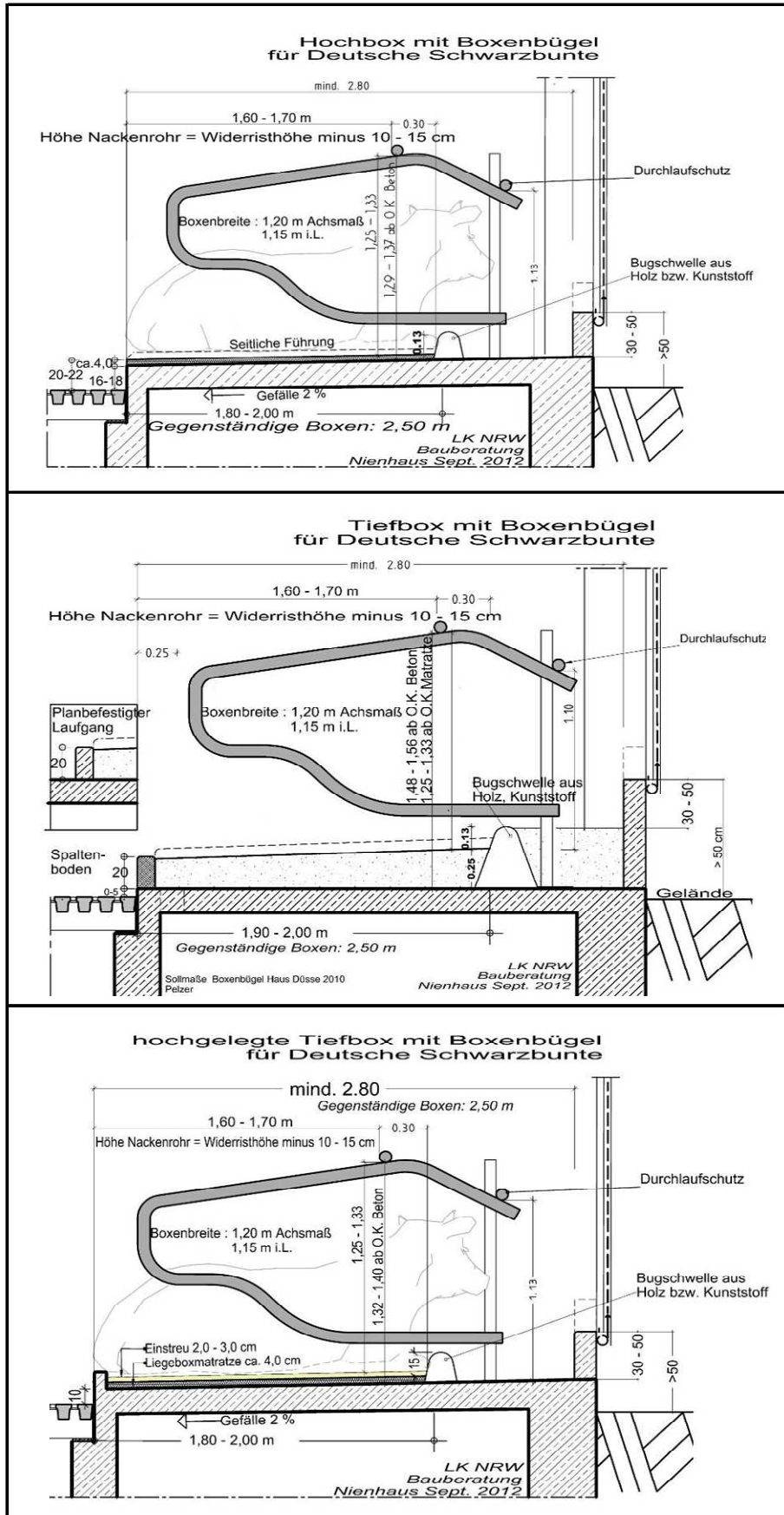


Abb. 3: Empfehlungen der Boxenabmessungen für konventionelle Hoch- und Tiefboxen sowie hochverlegte Tiefboxen (Quelle: LK NRW 2012)



Weiterhin weisen HAIDN et al. (2005) darauf hin, dass auch die Lage einer Liegebox im Stall einen großen Einfluss auf ihre Frequentierung hat. So werden Randboxen an den Durchgängen wegen ihres geringeren seitlichen Freiraums sowie Liegeboxen an stark frequentierten Stellen (z.B. an den Kraffutterstationen) oder in Sackgassen meist deutlich seltener belegt.

Die Gestaltung des Liegebereichs bezüglich Platzangebot und Liegeflächenqualität spielt somit für die Schaffung eines hohen Liegekomforts eine große Rolle und ist eine der Grundvoraussetzungen für gesunde Tiere und eine erfolgreiche Milcherzeugung. Größere Boxenmaße, ein weicherer Boden und großzügigere Abmessungen (HÖRNING u. TOST 2002) führen zu weniger Beeinträchtigungen beim Liegen und damit zu einem ungestörten Liegeverhalten. Dagegen können Integumentschäden und Verletzungen der Tiere sowie Abnutzungserscheinungen an der Liegebox darauf hinweisen, dass der natürliche Bewegungsablauf der Kühe durch eine suboptimale Boxeneinstellung erheblich gestört ist (LAVES 2007) und es als Folge zu (mitunter schmerzhaften) Tierkontakten mit den Steuerungselementen kommt.

### **2.2.3 Funktionsbereich Laufen**

Da sich die Tiere in einem Liegeboxenlaufstall zwecks Fressen, Laufen und Warten etwa 40 bis 50 % des Tages auf den Laufflächen aufhalten (HAIDN et al. 2005) und somit ein ständiger Kontakt der Tiere zu diesen besteht, müssen in diesem Bereich hohe Anforderungen bezüglich der Tiergerechtheit erfüllt werden. Dazu zählen laut RICHTER (2001) unter anderem die Gewährleistung der Rutschfestigkeit, Trittsicherheit, eines gesunden Klauenabriebs sowie die Verhinderung von sozialem Stress. KILIAN et al. (2006) weisen in diesem Zusammenhang darauf hin, dass die Laufflächen neben den tierischen auch verfahrenstechnische Anforderungen wie eine arbeitssparende Bewirtschaftung, lange Nutzungsdauer und Haltbarkeit sowie eine hohe Belastbarkeit (vgl. HERRMANN 1997) erfüllen müssen. Da die gleichzeitige Erfüllung aller Anforderungen nicht möglich ist, müssen bei der Gestaltung des Laufbereiches Kompromisse eingegangen werden.

#### *Dimensionierung des Laufbereichs*

Zum Laufbereich zählen neben den Lauf- und Fressgängen auch die Durchgänge zwischen den Boxen und an den Querenden der Boxenreihen sowie eventuell vorhandene Sackgassen. Um dem natürlichen Bewegungsbedürfnis der Kühe gerecht zu werden, sollte der Laufflächenanteil in Liegeboxenlaufställen zwischen 5 und 6 m<sup>2</sup> Fläche pro Kuh betragen (LK NRW 2012). Dagegen gehen die Autoren der Tierschutzleitlinie für die Milchkuhhaltung

(LAVES 2007) von wesentlich geringeren Verkehrsflächenanteilen aus, die nach Herdengröße gestaffelt sind (< 50 bis > 100 Kühe) und durch einen Laufhof ergänzt werden können (3,50 m bis 4,00 m<sup>2</sup> pro Tier plus 3,00 m<sup>2</sup> pro Tier im Laufhof).

Für einen ungehinderten Kuhverkehr spielt die Breite der Lauf- und Fressgänge eine große Rolle. Bei der Festlegung muss laut ZEEB (1987) die Inter-Individualdistanz von 1 bis 2 m berücksichtigt werden.

Fressgänge sollten demnach so bemessen sein, dass hinter einem sich im Fressgitter befindenden Tier zwei weitere Tiere ungestört verkehren können. KNIERIM und WINCKLER (2002) stufen in ihrer Checkliste zur Überprüfung der Haltungsbedingungen im Boxenlaufstall eine Fressgangbreite von mind. 3,50 m als akzeptabel ein. Die NRW Bauschrift Milchviehhaltung (LK NRW 2012) sieht für Fressgänge eine Breite von 3,50 bis 4,00 m vor.

Die Laufgänge zwischen den Boxenreihen dienen dem Aufsuchen des Ruhebereiches und sollten ausreichende Ausweichmöglichkeiten bieten, um sozialen Stress zu vermeiden. Daher schlagen KNIERIM und WINCKLER (2002) eine Breite von 2,50 bis 3,00 m vor (vgl. auch LAVES 2007, PELZER 2008). So können zwei Tiere ungestört aneinander vorbeilaufen (REITER et al. 2006).

Für die Dimensionierung der Durchgänge zwischen den Boxen legt ZEEB (1987) als Faustzahl fest, dass die Bemessung entweder nur auf ein Tier (Breite 0,80 m) oder auf mind. drei Tiere gleichzeitig (Breite 2,40 m) ausgerichtet sein muss, damit soziale Auseinandersetzungen vermieden werden. PELZER (2008) schlägt eine Durchgangsbreite von mind. 2,50 m vor.

Werden in einer Herde behornte Tiere gehalten, empfiehlt sich bei allen Gangbreiten ein Zuschlag von 20 %, um den höheren Platzansprüchen der Tiere gerecht zu werden und um Verletzungen untereinander zu vermeiden (BARTUSSEK et al. 2008).

### Ansprüche der Tiere

Unabhängig von den Gangbreiten müssen die Laufflächen dem Tier in ihrer Funktion als Verkehrs- und Mistflächen ein normales, ungestörtes Laufverhalten, d.h. eine spontane, angstfreie und bedarfsdeckende Fortbewegung ermöglichen (BENZ 2002). Da die Mobilität der Tiere essentiell ist, ist es wichtig, die Laufflächen nachhaltig sauber, rutschfest und trittsicher zu gestalten. In Hinblick auf die Problematik der Klauengesundheit, welche mittlerweile als dritthäufigste Abgangsursache angegeben wird (BENZ et al. 2002), können harte und rutschige Laufflächen zu mechanisch-traumatischen Klauenschäden und Verhaltenseinschränkungen wie vorsichtiges Laufen mit verkürzten Schritten und veränderten Belastungs-

verhältnissen führen (BENZ et al. 2001). Somit stellen Lahmheiten nicht nur ein betriebswirtschaftliches, sondern vor allem auch ein tierschutzrelevantes Problem dar (RUSHEN 2001).

### Laufflächengestaltung und -reinigung

Der Laufbereich kann mit perforierten oder planbefestigten Böden ausgestaltet werden, wobei keinem der Systeme laut WINCKLER (2005) ein eindeutiger Vorzug gegeben werden kann. So liegen bei beiden Systemen Vor- und Nachteile vor, die gegeneinander abgegrenzt werden müssen. Aufgrund möglicher Risiken für die Klauengesundheit und Verletzungen müssen in beiden Fällen bestimmte Anforderungen erfüllt werden:

Spaltenböden können insbesondere bei zu groß gewählten Schlitzbreiten zu einem Abkippen der Klauen führen (WINCKLER 2005). Um diese Belastung der Klauen zu vermeiden, sollten ausreichende Auftrittsbreiten und begrenzte Schlitzweiten vorliegen. In ihrer Checkliste geben KNIERIM und WINCKLER (2002) eine anzustrebende Spaltenweite von 2,5 bis 3,0 cm (max. 3,5 cm) vor, wobei die Balkenbreite optimalerweise größer als 10,0 cm (mind. 8,0 cm) sein sollte. Ähnliche Werte werden auch in der Tierschutzleitlinie für die Milchkuhhaltung (LAVES 2007) empfohlen (3,0 bis 3,5 cm bzw. 8 bis 13 cm). Die Autoren der NRW Bauschrift Milchviehhaltung (LK NRW 2012) sprechen sich für Schlitzweiten von 3,5 cm bei 10 cm breiten Auftrittsf lächen aus. PELZER (2008) weist in diesem Zusammenhang darauf hin, dass die Abmessung der Schlitzweite immer einen Kompromiss zwischen der Selbstreinigung des Spaltenbodens und der Erhaltung einer trittsicheren Lauffläche darstellt. Dabei hängt die Verschmutzung der Laufflächen aber auch von anderen Faktoren wie z.B. der Bewegungintensität der Tiere und der Belegungsdichte im Stall ab (LK NRW 2012).

Des Weiteren stellen Unebenheiten in der Verlegung von Spaltenböden sowie lose Balken eine Verminderung der Trittsicherheit (RICHTER 2001) und zusammen mit scharfen Kanten und Ausbrüchen ein erhöhtes Risiko für Klauenverletzungen dar (WINCKLER 2005) und sollten deshalb vermieden werden.

Insgesamt wird die Ausführung der Spaltenböden durch die neue europäische Spaltenbodennorm DIN EN 12737 geregelt, die die alte deutsche DIN-Norm 18908 ablöst.

Bei planbefestigten Böden können durch den fehlenden Selbstreinigungseffekt sehr hohe Feuchtigkeitsansammlungen auftreten, da Milchkühe durchschnittlich 10- bis 15-mal täglich abkoten sowie 7- bis 10-mal am Tag Harn absetzen (vgl. LAVES 2007), größtenteils auf den Laufflächen. Da laut BOXBERGER (1983) mit zunehmender Feuchtigkeit des Klauenhorns sowohl das Eindringen von Erregern begünstigt wird als auch dessen Widerstandsfähigkeit gegen mechanische Beanspruchungen sinkt, ist eine häufige Reinigung der Laufflächen

durch mobile oder stationäre Schieber-Systeme erforderlich (WINCKLER 2005). Bei verwindelten Altgebäuden und längeren Entmistungsintervallen bieten sich besonders mobile Entmistungssysteme sowie Spaltenroboter an (LK NRW 2012), wogegen stationäre Anlagen in Form von Klapp-, Falt oder Kombischiebern vor allem für lange Mistachsen und eine hohe Räumfrequenz geeignet sind (HÖRNING 2003). Dabei sollte bei stationären Entmistungsanlagen der Schieber maximal 25 cm hoch sein und mit einer Vorschubgeschwindigkeit von 4 bis 5 m pro Minute arbeiten, um die Verletzungsgefahr für die Kühe zu minimieren (LAVES 2007).

Verschmutzte planbefestigte, aber auch Spaltenböden tragen des Weiteren zu einem vermehrten Ausrutschen der Kühe bei, wodurch Verletzungen entstehen können. Die Rutschfestigkeit bzw. Griffigkeit der Laufflächen kann mit Hilfe eines SRT-Pendel-Gerätes (Skid-Resistance-Tester) bzw. Gleitreibungsmessgeräten (HAIDN et al. 2005), oder in der praktischen Durchführung mittels Widerstand beim Stiefeltest (KNIERIM u. WINCKLER 2002), ermittelt werden.

#### Laufflächenmaterial und -profilierung

Dennoch hängen die Rutschfestigkeit sowie die Trittsicherheit der Laufflächen nicht nur vom Verschmutzungszustand, sondern insbesondere vom verwendeten Material ab. Während Betonoberflächen im Laufe der Zeit an Griffigkeit verlieren, weist Gussasphalt zumeist eine höhere Haltbarkeit auf. Vor allem kann der regelmäßige Einsatz von Metallschiebern auf Betonböden für deren Griffigkeit problematisch werden (RICHTER 2001, WINCKLER 2005), so dass die anfänglichen SRT-Werte von 70 auf 30 bis 40 fallen (HAIDN et al. 2005). Um eine dauerhafte Griffigkeit zu gewährleisten, empfiehlt RICHTER (2001) für mechanisch stark beanspruchte Flächen mit Schieberanlagen eine Betongüte von B 35, wobei diese aber nicht in Eigenleistung, sondern von einer Fachfirma hergestellt werden sollten.

Dagegen hat Gussasphalt als hohlraumfreies und dichtes Gemisch aus den Mineralstoffen Sand, Splitt oder Kies sowie dem Bindemittel Bitumen den Nachteil, dass dieser bei unsachgemäßer Zusammensetzung (kalkhaltige Bestandteile) oder bei Auflösung der Oberfläche möglicherweise zu einem erhöhtem Klauenabrieb (WINCKLER 2005, HAIDN et al. 2005, PELZER 2008, LK NRW 2012) und somit vermehrten mechanisch-traumatischen Klauenverletzungen (KILIAN et al. 2006) führen kann.

Zur Verbesserung der Griffigkeit von Laufflächen und somit auch der Trittsicherheit der Kühe (RICHTER 2001) werden als Lösungsansätze neben einer hohen Betonqualität verschiedene Maßnahmen zur Laufflächenprofilierung vorgeschlagen (VON BORELL 2002). Hierzu stehen als Sanierungsmaßnahmen eine Versiegelung der Laufflächen mit rutschfesten Mate-

rialien, wie beispielsweise Beschichtungen aus Epoxydharz mit Sandeinschluss, ein Aufrauen der Böden z.B. durch Säure oder Frästechniken oder das Aufdübeln von großformatigen Aluminiumblechen zur Verfügung (BARTUSSEK et al. 2008). Für neue Böden werden häufig Riffelungen als Rautenmuster (6 x 6 cm) oder besenstrichraue Oberflächen verwendet. Bei all diesen Verfahren bleibt zu erwähnen, dass es bezüglich der korrekten Ausführung und der Haltbarkeit sowohl bei sanierten als auch bei neuen Böden zu erheblichen Problemen kommen kann, da bisher keine standardisierten gewerblichen Verfahren zur Verfügung stehen (BARTUSSEK et al. 2008, LK NRW 2012) und somit häufig ein Kompromiss zwischen der Tiergerechtheit und der Herstellungstechnik eingegangen werden muss. RICHTER (2001) weist in diesem Zusammenhang darauf hin, dass die Profilierung der Oberfläche keine scharfen Kanten aufweisen darf, um die Klauengesundheit nicht zu gefährden. Aus den genannten Gründen empfehlen die Autoren der NRW Bauschrift Milchviehhaltung (LK NRW 2012) bei der Laufflächengestaltung auf Eigenleistung zu verzichten und stattdessen Betonfertigteile einzusetzen bzw. Fachfirmen mit der Ausführung zu betrauen. Je nach Herstellungsart sollte eine Sanierung des Betons nach spätestens 15 Jahren (Betonfertigteile) bzw. 7 Jahren (Ortbeton) wiederholt werden (LK NRW 2012).

Als weitere Alternative zur Verbesserung der Laufflächenqualität für die Kühe kann der Einsatz von elastischen Gummimatten als Einzelmatten oder Bahnenware genannt werden, da diese sich aufgrund der verringerten mechanischen Belastung der Klauen positiv auf das Lauf- und Komfortverhalten sowie die Klauengesundheit auswirken (BENZ 2002, BENZ et al. 2002, REITER et al. 2006a). REITER et al. (2006a) ermittelten zusätzlich eine Verbesserung des Kotdurchtrittes und der Selbstreinigung des Spaltenbodens durch elastische Laufflächen. In der NRW Bauschrift Milchviehhaltung (LK NRW 2012) wird in diesem Zusammenhang darauf hingewiesen, dass eine komfortable Gestaltung vor allem in den stark frequentierten Aufenthaltsbereichen (Fressgang, Wartebereich, Melkstand) sinnvoll ist, wogegen die reinen Laufgänge dem Tierverkehr dienen und den Klauenabrieb fördern sollten.

Als Fazit zur Laufflächengestaltung kann gesagt werden, dass nicht allein die Art des Bodens, sondern eine qualitativ hochwertige Ausführung sowie eine korrekte Bewirtschaftung entscheidend sind. Zudem sollte im Bedarfsfall eine rechtzeitige Sanierung der Laufflächen zur Verbesserung des Laufkomforts und zur Vermeidung von Schäden am Tier durchgeführt werden (BARTUSSEK et al. 2008).

## 2.2.4 Funktionsbereich Fressen

Eine ausgewogene, am Energie- und Nährstoffbedarf des spezifischen Leistungsniveaus orientierte, wiederkäurgerechte Rationszusammensetzung ist die Voraussetzung für die Aufrechterhaltung der Tiergesundheit und somit auch einer tiergerechten Milchviehhaltung. Dabei ist der Wiederkäuer auf eine mehr oder weniger kontinuierliche Nahrungsaufnahme angewiesen, wobei sich Fress- und Wiederkäuphasen gleichmäßig über den Tag verteilt abwechseln (LAVES 2007).

### Belegungsdichte des Fressbereichs

Im Hinblick auf die Gesamtfressdauer von 4 bis 7 Stunden am Ganztage in der Stallhaltung (vgl. LAVES 2007, HILLMANN 2008, DLG 2012b), ist vor allem das Angebot an Fressplätzen in Abhängigkeit von der Futtermittelvorlage sowie die Zugänglichkeit der Fressbereiche für das Verhalten der Tiere von Bedeutung.

Um den Tieren eine synchrone Futteraufnahme zu ermöglichen, muss das Tier-Fressplatz-Verhältnis laut WINCKLER (2005) insbesondere bei eingeschränkten Futtermittelangeboten ausgeglichen sein (vgl. KNIERIM u. WINCKLER 2002). Bei Vorratsfütterung und ausreichendem Nachschieben ist eine Überbelegung von 20 % (Tier-Fressplatz-Verhältnis von 1,2 zu 1) denkbar (vgl. auch LAVES 2007), da sich laut BARTUSSEK et al. (2008) keine bedenklichen Veränderungen im Sozialverhalten der Tiere ergeben. Jedoch sollte ein Tier-Fressplatz-Verhältnis von 2,5 zu 1 keinesfalls überschritten werden, da die Hauptfutteraufnahmezeiten der rangniederen Tiere folglich auf Nachts verlegt würden (BARTUSSEK et al. 2008).

### Gestaltung des Fressbereichs

Im Allgemeinen sollen Fressgitter die Aufnahme großer Grundfuttermaßen und damit auch große Reichweiten nach vorne ermöglichen, des Weiteren gegenseitiges Verdrängen einschränken, Futtermittelverluste verhindern und Verletzungen und Beschädigungen der Tiere vermeiden (BARTUSSEK et al. 2008).

Auf der Weide nehmen die Kühe das Futter im Weideschritt auf, wobei sie ihren Kopf während des Gehens durch die auseinander gestellten Vorderbeine auf den Boden absenken (BOGNER u. GRAUVOGL 1984). Da diese Schrittstellung in der Stallhaltung nicht möglich ist (VON BORELL 2002), sollte das Futtertischniveau im Boxenlaufstall etwa 15 bis 20 cm über der Standfläche liegen (KNIERIM u. WINCKLER 2002). Durch die Erhöhung des Futtertisches nimmt die Reichweite des Mauls von 50 cm bei gleichem Niveau, auf 70 bis 80 cm

bei einer Erhöhung von 10 bis 20 cm zu (BARTUSSEK et al. 2008). Des Weiteren wird eine Entlastung der Vordergliedmaßen erreicht (WINCKLER 2005), was durch eine Neigung des Fressgitters um 10° (KNIERIM u. WINCKLER 2002) bzw. um 15 bis 20° (LAVES 2007, BARTUSSEK et al. 2008) noch verstärkt wird.

Die Trogaufkantung, auf der das Fressgitter angebracht ist, verhindert ein leichtes Herausziehen des Futters auf die Standfläche. Auf der Tierseite sollte die Höhe der Trogaufkantung laut BARTUSSEK et al. (2008) etwa 50 bis 55 cm betragen (berechnet nach Widerristhöhe), auf der Futtertischseite folglich 25 bis 30 cm.

### Fressgitterarten

Bezüglich der Fressplatzgestaltung können unterschiedliche Fressgittertypen eingesetzt werden, die ein direktes seitliches Verdrängen während des Fressens vermeiden sollen. Hierzu zählen Diagonal-, Scheren- und Schweden- sowie Schwalbenschwanzfressgitter, in die die Tiere ihre Köpfe schräg in das Gitter „einfädeln“ müssen. Bei behornten Tieren bietet sich ein Rundbogenfressgitter (Palisadenfressgitter) an, das eine etwas größere seitliche Futterreichweite sowie plötzliche Ausweichmanöver ermöglicht und damit das Verletzungsrisiko senkt.

Als Stand der Technik gilt das Selbstfang-Scheren-Fressgitter, das zur vorübergehenden Fixierung der Tiere genutzt werden kann (PELZER 2008). Hierdurch kann zum einen gezielt ein Fressplatzwechsel der Tiere verhindert werden, wenn beispielsweise Futterkonkurrenz oder agonistische Auseinandersetzungen erwartet werden, sowie Futterverluste minimiert werden (VON BORELL 2002). Zum anderen eignet sich die Fixiermöglichkeit sehr gut bei der Behandlung und Besamung von Tieren. PELZER (2008) schlägt vor, Selbstfangfressgitter bei Bestandsgrößen von weniger als 200 Tieren im gesamten Stallbereich vorzusehen, und bei größeren Betrieben mind. 50 bis 60 Plätze vorzuhalten.

Ein sehr häufig vorkommendes Fressplatzsystem ist auch das einfache Nackenrohr, das aus der Trogaufkantung und einem Querholm (in 20° Neigung vorgesetzt) besteht. Im Gegensatz zum Fressgitter bietet das Nackenrohr zwar optimale Bewegungsfreiheit und Futtererreichbarkeit, aber keinen Schutz vor gegenseitiger Verdrängung und sollte daher laut BARTUSSEK et al (2008) nur bei TMR-Fütterung (Totale Mischration) mit regelmäßigem Anschieben des Futters verwendet werden.

### Fressgitterabmessungen

Die Abmessungen des Fressgitters sowie des einfachen Nackenrohrs sollten sich an den Körpermaßen der Kühe orientieren. Verschiedene Autoren (vgl. BARTUSSEK et al. 2008)

schlagen eine Berechnung der Abmessungen nach der Widerristhöhe und der Schulterbreite der Tiere vor, da unzureichende Abmessungen der Fressgitter sowie eine suboptimale Gestaltung der Trogaufkantung ein nicht zu vernachlässigendes Verletzungsrisiko, insbesondere im Bereich des Widerrists und der Wamme, darstellen.

Die Autoren der NRW Bauschrift Milchviehhaltung (LK NRW 2012) schlagen für das einfache Nackenrohr eine Höhe von 125 bis 130 cm vom Standflächenniveau mit einem Versatz von 15 cm in Richtung Futtertisch vor. Des Weiteren sollen Einzelplatz-Fressgitter eine lichte Höhe von 110 cm aufweisen und nicht geneigt sein. Bezüglich der Trogaufkantung hat sich nach Meinung der o.g. Autoren eine Höhe von 50 bis 55 cm als optimal herausgestellt.

Im Hinblick auf die Tiergerechtheit legen auch KNIERIM und WINCKLER (2002) eine Fressplatzbreite von 65 bis 75 cm als akzeptabel fest, das österreichische Tierschutzrecht sieht ebenfalls 65 cm für Kühe von 550 bis 650 kg bzw. 75 cm für Kühe mit 750 kg vor (Berechnung nach Schulterbreite). Für Kühe mit Behornung müssen die Fressgitter mind. 10 % breiter sein. VON BORELL (2002) weist in diesem Zusammenhang darauf hin, dass zu geringe Breiten zu Unruhe bei der Futteraufnahme führen können. Die angestrebte Fressplatzbreite bestimmt zudem, welches Tier-Fressplatz-Verhältnis akzeptiert werden kann (bei 75 cm Fressplatzbreite max. 1 zu 1,5; bei 65 cm max. 1 zu 1,2; bei Abkalbung generell 1 zu 1).

### Futtertischgestaltung

Bei der Futtertischgestaltung muss berücksichtigt werden, dass dieser sowohl von Futtersäuren chemisch angegriffen als auch mechanisch stark beansprucht wird (PELZER 2008). Deshalb sind auch dort widerstandsfähige Materialien notwendig. Hierzu zählen laut BARTUSSEK et al. (2008) keramische Bodenfliesen, Edelstahl-Trogschalen, Polyesterbeton, lebensmittelechte Schutzanstriche (Epoxydharz oder Polyurethanbeschichtung) oder Gussasphalt (vgl. auch LK NRW 2012). Bei der ausschließlichen Verwendung von Beton sollte eine Betongüte von mind. B 30 vorliegen. Des Weiteren sollte der Futtertisch aus Gründen der Hygiene eine glatte Oberfläche aufweisen, da diese laut BRANDES (1999) die Futteraufnahme der Kühe verbessert und die Reinigung erleichtert.

### Kraffutterstationen

In vielen Betrieben nehmen die Kühe das Kraffutter, im Gegensatz zur Fütterung einer Totalen Mischration (TMR-Fütterung), einzeltierbezogen über eine Transponderfütterung auf.

Dabei ist die Anzahl der Tiere pro Kraffutterstation auf ein Verhältnis von maximal 25 zu 1 zu beschränken (ZEEB 1985, KNIERIM u. WINCKLER 2002). In diesem Zusammenhang schlagen die Autoren der Tierschutzleitlinie (LAVES 2007) vor, die Abrufstationen so zu



gestalten, dass in der Box stehende Tiere nicht herausgedrängt oder beim Fressen beeinträchtigt werden können.

Um soziale Auseinandersetzungen zwischen den Tieren einzuschränken, sollte sowohl eine gute Zugänglichkeit der Kraffutterstationen im Stall als auch genügend Ausweichraum im Bereich des Stationseinganges gewährleistet werden (WIERENGA 1984). Laut BARTUSSEK et al. (2008) sollte der Bereich direkt vor der Station mindestens der Gangbreite entsprechen, KNIERIM und WINCKLER (2002) geben in ihrer Checkliste einen Radius von über 3 m um die Station als optimal an.

## 2.2.5 Tränkebereiche

### Ansprüche der Tiere

Rinder werden in der Literatur als Saugtrinker bezeichnet, da sie das Wasser durch Zurückziehen der Zunge saugend aufnehmen (BOGNER u. GRAUVOGL 1984). Dabei wird das Flotzmaul 3 bis 4 cm mit schräg gestelltem Kopf (etwa 60° Grad zur Waagerechten) bis zu den Nasenlöchern in die Wasseroberfläche eingetaucht. Durch diesen Vorgang können große Wassermengen in kurzer Zeit aufgenommen werden, wobei für die durchschnittlichen Aufnahmeraten in der Literatur zwischen 18 und 25 Litern pro Minute angegeben werden (vgl. BOCK 1990, LAVES 2007, DLG 2012b).

Pro Tag werden, in Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur und dem Angebot, insgesamt etwa 50 bis 150 Liter Wasser aufgenommen, wobei die Vorgänge auf 5 bis 15 Tränkeperioden verteilt sind (BOGNER u. GRAUVOGL 1984).

Grundsätzlich hat eine optimale Wasserversorgung (freier Zugang, ausreichende Mengen, hygienisch einwandfreies Tränkewasser in Trinkwasserqualität) eine sehr große Bedeutung für den Gesundheitszustand und das Wohlbefinden der Tiere. Zudem benötigt die Kuh bei der Milchbildung etwa 4 Liter Wasser pro einem Liter Milch. Bei nicht ausreichendem Angebot und schlechter Wasserqualität kann es demnach zu Beeinträchtigungen der Gesundheit, reduzierter Futteraufnahme und einer verminderten Milchleistung kommen.

### Tränkesysteme

Zur Wasserversorgung stehen verschiedene Tränkesysteme zur Verfügung.

Bezüglich des artgemäßen Trinkvorgangs stuft WINCKLER (2005) Trogränken als sehr geeignet ein, da hierbei das Trinken mit eingetauchtem Flotzmaul ermöglicht wird und mehrere Tiere gleichzeitig trinken können (vgl. BOXBERGER 1983, BOCK 1990). Die Trogkante soll-

te auf einer Höhe von 80 bis 85 cm (Wasserspiegel 5 bis 10 cm unter Trogrand) installiert sein (vgl. BARTUSSEK et al. 2008, LAVES 2007), damit beim Trinken eine natürliche Haltung eingenommen werden kann und ein Verkoten des Tränkewassers vermieden wird (REITER et al. 2006). Das Fassungsvermögen sollte (bei einem Wasserdurchfluss von ca. 50 Litern pro Minute, vgl. LAVES 2007) mind. 100 Liter, bei größeren Herden mind. 200 Liter betragen (REITER et al. 2006). In der Praxis haben sich Trogränken mit Schwimmerregulierung, Ablassvorrichtung und Kippmechanismus zur einfachen Reinigung gut bewährt.

Zudem werden auch Schalenränken angeboten, die einen Schalendurchmesser von mind. 25 bis 30 cm und eine Schalentiefe von mind. 5 cm aufweisen und einen ausreichenden Wassernachlauf von 15 bis 20 Litern pro Minute gewährleisten sollten (REITER et al. 2006). KNIERIM und WINCKLER (2002) stufen diese Tränkeart allerdings als nicht akzeptabel ein und fordern als Einzelränken stattdessen Ventiltrogränken mit Wasservorrat und automatischem Wassernachlauf.

Die Sauberkeit und Funktionstüchtigkeit der Ränken sollte regelmäßig kontrolliert (täglich) und gereinigt (mind. einmal die Woche) werden (BARTUSSEK et al. 2008). Zur vereinfachten Reinigung fordern die Autoren der NRW Bauschrift Milchviehhaltung (LK NRW 2012) Tränkebecken mit Kippvorrichtung oder Ablassmöglichkeit durch ein Stopfensystem. Zudem besteht die Möglichkeit, Abweisbügel im Abstand von 20 bis 30 cm an den Ränken anzubringen, um den Eintrag von Exkrementen zu verhindern (LAVES 2007).

Um eine ausreichende Wasserversorgung zur gewährleisten, sollte das Tier-Tränke-Verhältnis bei der Einzelplatztränke mind. 7 zu 1, bei Trogränken mind. 15 bis 25 zu 1 (KNIERIM u. WINCKLER 2002) mit einer Mindestlänge von 1 m bei 15 Kühen und 2 m bei 25 Kühen sein (BARTUSSEK et al. 2008). Die Gesamttroglänge pro Tier wird mit 8 bis 10 cm angegeben. In der NRW Bauschrift Milchviehhaltung (LK NRW 2012) wird die benötigte Anzahl der Tränkestellen über die Formel: „Anzahl der Tiere/20 +1“ berechnet, wonach in einem Stall mit 100 Milchkühen 6 Tränkestellen zur Verfügung stehen müssten. Weiterhin wird von den Autoren eine Troglänge von 6 bis 8 cm pro Kuh kalkuliert (LK NRW 2012). Ähnliche Werte finden sich auch in der Tierschutzleitlinie für die Milchviehhaltung (LAVES 2007).

Unabhängig von diesen Verhältnissen und der Anzahl der Tiere ist es wichtig, pro Stall mind. zwei oder sogar mehrere Ränke anzubieten und somit die Tränkebereiche in möglichst großem Abstand zueinander aufzuteilen, um eine Blockade der Tränkeeinrichtungen durch ranghohe Tiere zu vermeiden (LAVES 2007, BARTUSSEK et al. 2008).

Die Anordnung der Ränken sollte laut KNIERIM und WINCKLER (2002) so erfolgen, dass ein Freiraum von mind. 3 m um die Ränke eingehalten wird, außerdem sollten neben und hinter den trinkenden Tieren ausreichende Bewegungsfreiräume geschaffen werden (BARTUSSEK et al. 2008). Des Weiteren sollten die Tiere von mehreren Seiten an die Trän-

ke herantreten können. Als geeignete Tränke-Standorte bieten sich ausreichend breite Quergänge, die rückwärtige Stall- oder Fressgangwand, die Futterachse und ein eventuell vorhandener Auslauf an (REITER et al. 2006).

Um auch im Winter eine ausreichende Wasserversorgung in Außenklimaställen sicherzustellen, sind entsprechende Maßnahmen zur Frostsicherung, wie beispielsweise frostfreie Verlegung der Zuleitungen, Beheizung der Tränken oder Zirkulationssysteme mit vorgeheiztem Trinkwasser, zu treffen.

## **2.2.6 Zusätzliche „Komforteinrichtungen“**

### Kuhputzbürsten

Zum Funktionskreis Komfort gehört das Körperpflegeverhalten der Tiere, das sich durch das Belecken kaudaler Körperpartien, das Kratzen mit den Klauen sowie das Scheuern des Kopfes und der Schwanzwurzel an geeigneten Gegenständen auszeichnet (BOGNER u. GRAUVOGL 1984), wobei die erstgenannten Vorgänge nur auf rutschfestem Boden durchgeführt werden können. Da die arteigene Fellpflege unter Stallhaltungsbedingungen erschwert ist, stellen spezielle Einrichtungen zur Körperpflege laut WINCKLER (2005) eine Bereicherung der Haltungsumwelt im Hinblick auf das Komfortverhalten dar.

Hier hat sich in der Praxis die Installation von Bürsten als Scheuermöglichkeit etabliert, welche beispielsweise als einfache (feststehende) oder automatische (rotierende) Kuhputzbürsten in waagerechter und / oder senkrechter oder diagonaler Ausführung zur Verfügung stehen. Jedoch wird für eine erfolgreiche Nutzung dieser sowohl eine entsprechende Anpassung an die Körpergröße der Tiere als auch die Sicherstellung einer guten Zugänglichkeit erforderlich (vgl. LAVES 2007).

Die Nachteile solcher Einrichtungen liegen zum einen in einer möglichen Verbreitung des Ektoparasitenbefalls einzelner Tiere innerhalb der Herde und zum anderen in der Gefahr von Schwanzverletzungen bei rotierenden Bürsten, weshalb diese mit einem Notstopp ausgestattet werden sollten, um das Einziehen von Schwanzhaaren in das Gewinde zu vermeiden (LAVES 2007).

### Laufhöfe

Vereinzelt sind Liegeboxenlaufställe mit Ganzjahresstallhaltung mit einem Laufhof, d.h. mit eingezäunten, befestigten Auslaufflächen unter freiem Himmel, ausgestattet (LAVES 2007). Dabei dienen Laufhöfe dazu, das Flächenangebot für die Tiere zu erweitern und diesen Abwechslung, frische Luft und die Möglichkeit, sich mit der Witterung auseinander zu setzen, zu

bieten (REITER et al. 2006). Zum einen können sich die natürlichen Klimareize dabei positiv auf die Fruchtbarkeit und die Gesundheit der Tiere auswirken (LAVES 2007). Zum anderen kann die vermehrte Bewegungsmöglichkeit laut BRINKMANN und WINCKLER (2004) einen positiven Einfluss auf das Wohlbefinden sowie die Klauendurchblutung haben.

Damit Laufhöfe eine Bereicherung der Haltungsbedingungen für die Tiere darstellen, müssen diese korrekt ausgeführt sein. Laut Tierschutzleitlinie für die Milchkuhhaltung (LAVES 2007) müssen Laufhöfe eine Mindestgröße von 3 m<sup>2</sup> bzw. 4,5 m<sup>2</sup> pro Tier aufweisen, wenn diese den Tieren ganztägig bzw. zeitlich begrenzt zur Verfügung stehen. Zur Steigerung der Attraktivität können sie mit Tränken, Raufen, Bürsten oder sogar Liegeboxen ausgestattet werden (BARTUSSEK et al. 2008). Bezüglich der Bodengestaltung sollte ein planbefestigter, wasser- undurchlässiger Untergrund vorliegen, der eine ausreichende Rutschfestigkeit bzw. Trittsicherheit garantiert. Zudem ist eine regelmäßige und gründliche Entmistung sowohl zur Sicherung der Laufflächenqualität als auch aus umwelttechnischer Sicht zwingend erforderlich (LAVES 2007).

## **2.3 Methodische Ansätze zur Bewertung der Haltungsbedingungen in der Milchviehhaltung**

Ziel eines jeden Bewertungssystems zur Tiergerechtigkeit auf einzelbetrieblicher Ebene („On-Farm Welfare Assessment“) ist eine vollständige, objektive und leicht durchführbare Beurteilung der Qualität der Haltungsbedingungen (SUNDRUM 1998).

Da die Beurteilung der Tiergerechtigkeit und des Wohlbefindens nicht über direkte Messungen erfolgen kann, muss laut WINCKLER und BREVES (1997) auf objektiv messbare Einflussfaktoren zurückgegriffen werden, mit denen Rückschlüsse auf das subjektive Empfinden des Tieres geschlossen werden können. Diese Operanten für nicht beobachtbare, intransparente Abläufe werden als Indikatoren bezeichnet, welche sich entweder direkt an den Reaktionen der Tiere oder indirekt an den baulichen und technischen Gegebenheiten der Haltungsumwelt (SMIDT 1990) orientieren können. Laut HÖRNING (2003) gelten Indikatoren als Anzeiger für haltungsbedingte Belastungen, die Beeinträchtigungen der Tiergerechtigkeit nach sich ziehen.

Da die Haltungsumwelt von zahlreichen Faktoren beeinflusst wird und komplexe Wechselwirkungen zwischen dieser, dem betrieblichen Management und den Tieren bestehen, wird in der Literatur eine multifaktorielle Bewertung der Tiergerechtigkeit gefordert, die auf tier-,

haltungs- und managementbezogenen Indikatoren basieren sollte (vgl. SUNDRUM et al. 1994, WINCKLER u. BREVES 1997, KNIERIM 1998, SUNDRUM 1998, BRADE 2001).

### 2.3.1 Bei der Bewertung verwendete Indikatoren

Die zur Bewertung der Tiergerechtheit eingesetzten Indikatoren werden in der Literatur in zwei Indikatorgruppen eingeteilt: zum einen die indirekten, auf diealtungsbedingungen bezogenen Indikatoren und zum anderen die direkten, tierbezogenen Indikatoren (Tab. 1).

Tab. 1: Einteilung der Indikatoren (Quelle: eigene Darstellung, nach WILLEN 2004)

<b>Indikatoren zur Bewertung der Tiergerechtheit</b>	
<b>auf diealtungsbedingungen bezogene Indikatoren (indirekt)</b>	<b>tierbezogene Indikatoren (direkt)</b>
Haltungsumwelt / Haltungstechnik	ethologische Indikatoren
Management (einschl. Hygiene)	pathologische Indikatoren
Mensch-Tier-Beziehung	physiologische Indikatoren
	leistungsorientierte Indikatoren

Dabei umfassen die auf diealtungsbedingungen bezogenen Indikatoren unter Berücksichtigung verschiedener Autoren die Bereiche der Haltungsumwelt bzw. Haltungstechnik, des Managements einschließlich der Hygiene sowie der Mensch-Tier-Beziehung (vgl. WILLEN 2004, SUNDRUM 1998, BRADE 2001)

Während diese nur indirekt für die Beurteilung der Tiergerechtheit herangezogen werden können, ermöglichen die tierbezogenen Indikatoren einen direkten Überblick über den Zustand des Tieres in seiner Haltungsumwelt. Hierdurch sollen wiederum Rückschlüsse auf nicht direkt messbare Befindlichkeiten des Tieres wie Schmerzen, Leiden und dessen Wohlbefinden ermöglicht werden (WILLEN 2004).

#### 2.3.1.1 Auf diealtungsbedingungen bezogene Indikatoren

##### Haltungsumwelt / Haltungstechnik

Da der Einfluss der Haltungsumwelt auf die Gesundheit und das Verhalten der Tiere aus zahlreichen Einzeluntersuchungen (SUNDRUM 1998, SMIDT et al. 1990) bekannt ist, werden technische und bauliche Indikatoren im Rahmen von Bewertungssystemen verwendet,

um indirekte Rückschlüsse auf die Tiergerechtigkeit der Haltungsbedingungen zu erhalten (WILLEN 2004).

Die Indikatoren der Haltungsumwelt beinhalten neben dem Raumprogramm (Unterteilung des Haltungssystems in Funktionsbereiche) vor allem deren bautechnische Ausführungen (SUNDRUM et al. 1994). Dabei weisen die Autoren darauf hin, dass die Detailausführungen der Bautechnik und die Funktionalität der Einrichtungselemente von weitaus größerer Bedeutung für die Gesundheit und das Wohlbefinden der Tiere sind als das Haltungsverfahren an sich.

Im Vergleich zu anderen Indikatoren bieten die technischen und baulichen Indikatoren eine Reihe von Vorteilen. Zum einen sind sie leicht und objektiv erfassbar, wodurch eine hohe Reproduzierbarkeit der Ergebnisse erzielt wird. Durch die gute Praktikabilität liegt zudem ein günstiges Verhältnis von Aufwand und Nutzen vor (SUNDRUM et al. 1994). Zum anderen bleiben die Ergebnisse der Erhebung der baulichen Substanz mittelfristig unverändert, so dass hierbei nicht nur Momentaufnahmen vorliegen und eine Wiederholung der Erhebung in großen Zeitabständen hinreichend ist (SUNDRUM 1998).

Dagegen liegen die Probleme, die bei der Auswertung technischer und baulicher Indikatoren auftreten können, laut SUNDRUM (1998) zum einen darin begründet, dass die Zusammenhänge zwischen den technischen und baulichen Gegebenheiten und den von ihnen ausgehenden potentiellen Belastungen für das Tier nur teilweise bekannt sind, was eine Gewichtung und tierschutzbezogene Interpretation sehr schwierig macht. Zum anderen muss aus methodischen Gründen eine Auswahl einzelner Faktoren vorgenommen werden, um das komplexe Wirkungsgefüge zu reduzieren und die Reproduzierbarkeit zu erhöhen. Eine weitere Schwierigkeit stellt die Betrachtung einzelner Einflussbereiche dar, da sie zusammengefasst als Summe der Teilwirkungen nicht mit der wirklichen Gesamtwirkung gleichgesetzt werden können (SUNDRUM 1998).

#### Managementspezifische Indikatoren / Mensch-Tier-Beziehung

Die managementspezifischen Indikatoren umfassen die Bereiche der Tierbetreuung, der Hygiene, des Stallklimas und der Fütterung, welche um weitere tierhalterische Aspekte sowie Indikatoren der Mensch-Tier-Beziehung ergänzt werden können (BRADE 2001, SUNDRUM et al. 1994).

Um die Qualität der Tierbetreuung festzustellen, sollte laut BRADE (2001) zum einen die Betreuungsintensität auf Einzeltier- und Herdenebene überprüft werden. Zum anderen ist die notwendige Qualifikation des Tierhalters sowohl im Hinblick auf die Betreuung und Behandlung der Tiere als auch bezüglich seines technischen Verständnisses für das genutzte Hal-

tungsverfahren sicherzustellen. SUNDRUM et al. (1994) schlagen im Rahmen des Tiergerechtheitsindex 200/1994 vor, die Eignung des Betreuers an seinem erworbenen Wissensstand aus Aus- und Weiterbildung zu messen.

Nach ZEEB (1985) umfasst der Aspekt der tierhalterischen Qualifikation zudem die Art des Umgangs mit den Tieren, welche in Untersuchungen von MÜLLEDER et al. (2004) als Tier-Mensch-Beziehung bezeichnet wird. Ebenso kommt dem Ernährungs- und Pflegezustand der Tiere und der Funktionsfähigkeit der einzelnen Bereiche der Haltungsumwelt eine bedeutende Rolle zu.

Des Weiteren müssen laut BRADE (2001) zur Erfassung der Gesundheitssicherung im Bestand unter anderem die Häufigkeit spezifischer Maßnahmen am Tier (z.B. Klauenpflege) sowie die Intensität der tierärztlichen Betreuung überprüft werden.

Als weitere relevante Faktoren sind laut SUNDRUM (1998) Maßnahmen zur Schaffung eines tiergerechten Stallklimas in Hinblick auf die erforderlichen Temperatur-, Luft- und Lichtverhältnisse zu nennen.

Bei der Anwendung der managementspezifischen Indikatoren können jedoch methodische Probleme auftreten. So kommt es durch tageszeitliche, saisonale und produktionsbedingte Einflüsse ständig zu einer Änderung der Qualität des Managements, so dass eine Beurteilung demnach nur situationsgebunden erfolgen kann (SUNDRUM 1998). Des Weiteren können die Ergebnisse in Abhängigkeit vom Erhebungszeitpunkt stark variieren, weshalb eine realitätsnahe Beurteilung eine hohe Anzahl von Erhebungen in kurzen Zeitabständen notwendig macht. Dieser erhebliche Zeitaufwand lässt sich auf Praxisbetrieben kaum realisieren (WILLEN 2004).

Obwohl die Anforderungen an die Reproduzierbarkeit und Praktikabilität nicht in gleichem Maße erfüllt werden können wie bei den baulichen und technischen Indikatoren, sollten ausgewählte managementspezifische Indikatoren in Bewertungssysteme integriert werden, um einen umfassenden Überblick über die variationsreichen Haltungsbedingungen zu gewinnen (SUNDRUM 1998).

### **2.3.1.2 Tierbezogene Indikatoren**

#### *Ethologische Indikatoren*

Das Verhalten stellt den wahrnehmbaren Teil des Wirkungsgefüges zwischen dem Tier und seiner Umwelt dar, weshalb sich ethologische Merkmale laut WINCKLER und BREVES (1997) häufig zur Beschreibung von Umweltauseinandersetzungen in Belastungssituationen eignen. Laut KEELING und JENSEN (2002) stellt das Verhalten wahrscheinlich die ersten

Versuche eines Tieres dar, suboptimale Haltungsbedingungen noch vor einer Beeinträchtigung des Wohlbefindens zu bewältigen. Somit können anhand ethologischer Indikatoren Abweichungen und Ausfälle beim artgemäßen Verhaltensspektrum sowie Verhaltensstörungen ermittelt werden.

In der Milchviehhaltung äußern sich Abweichungen im Verhalten häufig durch ein gestörtes Abliege- und Aufstehverhalten in unzureichend gestalteten Liegeboxen (HÖRNING 2003), ein fehlendes oder deutlich herabgesetztes Komfort- sowie Explorationsverhalten oder Änderungen des artspezifischen tagesperiodischen Aktivitätsmusters (WILLEN 2004).

Eine Integration ethologischer Indikatoren in Bewertungssysteme zur Tiergerechtigkeit in Kombination mit anderen Indikatorgruppen ist in der Literatur unbestritten (vgl. SUNDRUM et al. 1994, KNIERIM 2002). KNIERIM et al. (2003) fordern, den ethologischen Indikatoren den höchsten Stellenwert unter den Bewertungsparametern zur Tiergerechtigkeit beizumessen.

Da bei der Anwendung ethologischer Indikatoren häufig Probleme bezüglich des hohen Zeitaufwandes, unzureichender Wiederholbarkeiten und der unterschiedlichen Wahrnehmungsschwellen zwischen Menschen und Tieren auftreten, müssen verlässliche und schnelle Erfassungsmethoden entwickelt werden, damit deren Verwendung in „On-Farm Welfare Assessment“-Systemen etabliert werden kann (WAIBLINGER et al. 2001).

Bei der Auswertung ethologischer Indikatoren muss zudem sichergestellt sein, dass die beobachteten Verhaltensweisen ursächlich auf den Haltungsbedingungen beruhen und die gegenseitige Beeinflussung einzelner Verhaltensweisen und Funktionskreise berücksichtigt wird. Des Weiteren kann es laut WINCKLER und BREVES (1997) bei der Auswertung zu Schwierigkeiten kommen, wenn einzelne Verhaltensabweichungen (z.B. pferdeartiges Aufstehen, Hundesitz) nicht eindeutig als erfolglose Anpassungsversuche (infolge restriktiver Haltungsbedingungen) oder als adaptive Verhaltensmodifikationen im Rahmen von Bewältigungsstrategien identifiziert werden können.

### Pathologische Indikatoren

Die pathologischen Indikatoren umfassen die Parameter Mortalität (Tierverluste), Morbidität (Erkrankungen), haltungsbedingte Schäden (Technopathien und Integumentschäden) sowie Verletzungen, die aufgrund von Verhaltensstörungen (Ethopathien) oder sozialen Auseinandersetzungen aufgetreten sind (KNIERIM 1998, WILLEN 2004, DLG 2012c).

Grundlage für die Bewertung der Tiergerechtigkeit ist eine möglichst umfassende Erfassung des Gesundheitszustandes der Tiere. Dabei kommen für eine systematische Erfassung pathologischer Befunde laut SUNDRUM (1998) besonders die Kriterien der Häufigkeit des Auf-



treten sowie des Schweregrades von Schäden und der Intensität der Beeinträchtigung für das Tier in Betracht.

Diese Indikatoren sollten laut WINCKLER et al. (2003) aufgrund ihrer guten Validität, Reliabilität und Umsetzbarkeit als fester Bestandteil von Bewertungssystemen auf einzelbetrieblicher Ebene integriert werden.

So können pathologische Indikatoren laut WINCKLER und BREVES (1997) wertvolle Hinweise auf Mängelzustände in den Haltungsbedingungen geben, da pathologische Zustände häufig Ausdruck für das Überschreiten des Anpassungsvermögens der Tiere sind und Schmerzen und Leiden verursachen, wodurch eine Beeinträchtigung des Wohlbefindens zu erwarten ist (SUNDRUM 1998).

In der Milchviehhaltung sollten vor allem die häufig auftretenden Problembereiche der Liegeboxen und der Laufflächen überprüft werden, die durch eine mangelhafte Ausführung der einzelnen Details zu Schäden am Tier führen können (KÖBRICH 1993). Dabei bleibt zu berücksichtigen, dass weitere potentielle Einflussfaktoren wie Fütterung, Rasse, vorherige Haltung, durchgeführte Tierbehandlungen, Immunstatus und Leistung vorliegen können (KNIERIM 1998, DLG 2012c).

### Physiologische Indikatoren

Zu den physiologischen Indikatoren zählen sowohl biophysikalische und biochemische als auch endokrinologische und immunologische Kriterien (SUNDRUM 1998, BRADE 2001, KNIERIM 1998). Als allgemeine Beispiele für physiologische Indikatoren können die Merkmale Puls- und Atemfrequenz, Blutdruck und Blutwerte genannt werden (SUNDRUM et al. 1994).

Die Hauptziele bei der Erfassung von physiologischen Indikatoren liegen zum einen in der Identifizierung von chronischen Stresssituationen und somit längerfristigen Wirkungen eines Haltungssystems auf das Tier begründet (KNIERIM 1998, WILLEN 2004). Zum anderen können haltungsbedingte Belastungszustände der Tiere erkannt werden, bevor diese zu klinischen Erscheinungen oder erkennbaren Verhaltensänderungen führen (WINCKLER u. BREVES 1997, KNIERIM 1998, SUNDRUM 1998).

Daher können physiologische Merkmale in Verbindung mit ethologischen und pathologischen Indikatoren wertvolle Informationen über den Zustand eines Tieres liefern (KNIERIM 1998, DLG 2012c). Trotz ihrer guten Eignung zur Bewertung von verschiedenen Belastungszuständen konnten die physiologischen Indikatoren im Rahmen von Bewertungssystemen zur Tiergerechtigkeit nicht etablieren werden. Zu den Nachteilen zählen laut SUNDRUM (1998) der hohe Arbeitszeitbedarf sowie aufwändige Probenahmetechniken, die selbst zu

Beeinträchtigungen der Tiere und somit zu Verzerrungen der Ergebnisse führen können. Zudem können bei einzelnen Parametern tageszeitliche Schwankungen vorliegen.

Da die Umsetzbarkeit aus diesen Gründen nicht gegeben ist, und ein hoher Aussagegehalt nur in ceteris-paribus-Versuchen erzielt werden kann, bleibt die Anwendung dieser Indikatoren auf wissenschaftliche Untersuchungen in Form experimenteller Arbeiten beschränkt (DLG 2012c).

### Leistungsorientierte Indikatoren

Aufgrund der hohen ökonomischen Relevanz der leistungsorientierten Indikatoren wie Milchleistung, Fruchtbarkeit, Nutzungsdauer, biologische Fitness sowie Wachstumsleistung der Jungtiere wird eine Verwendung dieser im Rahmen der Beurteilung der Tiergerechtigkeit diskutiert (SUNDRUM 1998).

Um eine sinnvolle Bewertung der Leistungsdaten vorzunehmen, müssen die Zusammenhänge zwischen der Tiergerechtigkeit und der Produktionsleistung geklärt sein, da die Tiere nicht nur unter optimalen Haltungsbedingungen, sondern auch trotz vorliegender Beeinträchtigungen oder Erkrankungen in der Lage sind, hohe Leistungen zu erbringen (SMIDT et al. 1990). Hohe Leistungen sind somit nicht zwangsläufig an ein uneingeschränktes Wohlbefinden bzw. einen unbeeinträchtigten Gesundheitszustand gekoppelt. Die gleiche Argumentation kann laut BRADE (2001) bei der Bewertung von Höchstleistungen angeführt werden, da hierbei die Integrität körperlicher Funktionen aufgrund der Überschreitung der physiologischen Regulationsfähigkeit häufig nicht mehr gewährleistet ist.

Des Weiteren liegt laut KNIERIM (1998) keine Linearität zwischen der Tiergerechtigkeit und der Leistung vor, weshalb ab einem bestimmten Qualitätsniveau der Haltungsbedingungen keine Leistungssteigerungen durch zusätzliche Optimierungen bezüglich des Wohlbefindens mehr bewirkt werden können und umgekehrt.

Da sich laut SUNDRUM (1998) die Interpretation der leistungsorientierten Indikatoren aufgrund zahlreicher Einflüsse und Wechselbeziehungen sehr schwierig gestaltet und der Aussagegehalt der einzelnen Merkmale stark variiert, kann die quantitative Produktionsleistung nicht als ausreichender Kennwert für das Wohlbefinden des Tieres angesehen werden (DLG 2012c). Um validere Aussagen zu erhalten, schlagen verschiedene Autoren stattdessen eine Bewertung der Stabilität der Leistungen durch Persistenzwerte vor (SUNDRUM 1998, BRADE 2001, WILLEN 2004). Des Weiteren sollte eine Kombination mit anderen, die Aussagekraft erhöhenden Indikatoren (z.B. leistungsassoziierte Erkrankungen wie Mastitiden und Klauenerkrankungen) vorgenommen werden.

### 2.3.2 Etablierte Bewertungssysteme zur Tiergerechtheit

Seit 1980 wurden zahlreiche Bewertungskonzepte zur Tiergerechtheit entwickelt, die nach ihrer vorrangigen Bezugsbasis unterschieden werden können. Während tierbezogene Beurteilungskonzepte das Ergehen der Tiere in ihrer Haltungsumgebung direkt erfassen, basieren die indirekten haltungsbezogenen Konzepte aufgrund der besseren Praktikabilität vorrangig auf bautechnischen und managementspezifischen Kriterien (WILLEN 2004).

In der neueren Literatur werden sogenannte „On-Farm Welfare Assessment“ Systeme beschrieben, die für die Beurteilung der Tiergerechtheit in kommerziellen Praxisbetrieben herangezogen werden können. Dabei können die Systeme je nach Verwendungszweck auch als Qualitätssicherungssysteme oder Monitoringsysteme eingesetzt werden (RÜTZ 2010).

Im Folgenden wird ein Überblick über einige wichtige Bewertungsschemata gegeben.

#### Bedarfsdeckungs- und Schadensvermeidungskonzept

Das von TSCHANZ (1981) entwickelte Bedarfsdeckungs- und Schadensvermeidungskonzept stellt den Grundstein für alle nachfolgenden Konzepte zur Bewertung der Tiergerechtheit dar.

Bei diesem tierbezogenen Konzept wird vorausgesetzt, dass eine erfolgreiche Auseinandersetzung des Tieres mit der Umwelt und sich selbst nur durch die beiden grundsätzlichen Funktionen des Verhaltens, die sogenannte Bedarfsdeckung und Schadensvermeidung, ermöglicht werden kann. Die Bedarfsdeckung wird von TSCHANZ (1981) als der Bedarf an Stoffen und Reizen definiert, die für den Selbstaufbau sowie den Selbsterhalt benötigt werden. Die Ausbildung und Erhaltung art- und rassespezifischer Merkmale kann allerdings nur bei gleichzeitiger Gelegenheit zur Schadensvermeidung realisiert werden.

Liegen dem Tier hinreichende Möglichkeiten zur Bedarfsdeckung und Schadensvermeidung vor, ist laut TSCHANZ (1981) von einer tiergerechten Haltung auszugehen. So werden in diesem Konzept Abweichungen vom Normalverhalten zur Bewertung der Tiergerechtheit herangezogen, wozu laut KNIERIM (1998) allerdings die Festlegung von Referenzwerten notwendig wird.

Das Bedarfsdeckungs- und Schadensvermeidungskonzept ist aufgrund des enormen Zeitaufwandes und der notwendigen Einweisung von Fachleuten nicht für einzelbetrieblichen Einsatz in der landwirtschaftlichen Praxis geeignet und wird daher vor allem für gutachterliche Tätigkeiten angewendet (ANDERSSON u. SUNDRUM 1997).

### Methoden Ekesbo

Das tierbezogene Bewertungskonzept von EKESBO (1984) verwendet insbesondere Integumentschäden als Indikatoren für direkte und indirekte Einflüsse der Umgebung auf das Tier (TROXLER 1998). Um möglichst sichere Rückschlüsse auf die Tiergerechtigkeit der Haltungsbedingungen ziehen zu können, wird eine exakte Definition, Erfassung und Auswertung der einzelnen Befunde erforderlich. Dazu werden regelmäßige klinische Befunderhebungen in der Praxis, Sektionsbefunde, Erhebungen am Schlachtkörper sowie die zusätzliche Einbeziehung ethologischer und physiologischer Indikatoren angestrebt. Durch diese umfassende Betrachtungsweise können auch Aussagen zur Entstehung sowie zum Verlauf von Erkrankungen und Schäden geschlussfolgert werden (TROXLER 1998).

Aufgrund dieser Gesichtspunkte stellt die „Methode Ekesbo“ laut TROXLER (1998) eine „gesamtheitliche Beurteilungsmethode“ dar, die für eine einzelbetriebliche Beurteilung von Stallsystemen in der Praxis sehr geeignet scheint.

### Checklisten und Ampelsystem

Checklisten stellen die einfachste Form der Überprüfung der Haltungsbedingungen dar (BARTUSSEK 1990). Diese orientieren sich bei der Bewertung an Mindestanforderungen, welche im Rahmen gesetzlicher Verordnungen oder Markenprogrammen vorliegen können.

IRPS (1995) nimmt in seinem Bewertungssystem eine Erweiterung der Checklisten vor. Dabei erfolgt die Beurteilung einzelner Haltungskriterien durch die Vergabe von Ampelfarben, weshalb das Konzept auch als „Ampelsystem“ (IRPS 1995) bezeichnet wird. Das Ampelsystem ist laut SUNDRUM et al. (1994) geeignet, um Schwachstellen im jeweiligen Haltungssystem aufzuzeigen. Problematisch ist allerdings die geringe Bandbreite von Beurteilungsmöglichkeiten, da in der Regel nur Alternativfragen (ja/nein) abgefragt werden.

### Tiergerechtheitsindex

Der ursprünglich von BARTUSSEK (1985) entwickelte Tiergerechtheitsindex (TGI), der für die Tierarten Rinder, Schweine, Legehennen und Kälber vorliegt, wird häufig zur Bewertung der Tiergerechtigkeit in Praxisbetrieben verwendet.

Bei diesem Konzept werden anhand eines Erhebungsbogens fünf definierte Einflussbereiche des Rindes (Bewegungsmöglichkeit, Sozialkontakt, Bodenbeschaffenheit, Stallklima und Betreuungsintensität) erfasst. Die hierzu vorliegenden Einzelkriterien werden anhand einer Punktvergabe beurteilt, wobei die erreichten Punkte schließlich zu einem Index addiert wer-

den. Bei der Bewertung entspricht eine höhere Punktzahl einer tiergerechteren Haltungsumgebung.

Das Konzept zeichnet sich laut BARTUSSEK (1985) durch die gute Praktikabilität der Erhebung aus, welche durch die Integration der Bedarfsgrößen in ein Gesamtkonzept erreicht wird. Daher sieht der Autor den TGI als wichtiges Instrument für die Beratung und als Orientierungshilfe für den Landwirt an.

Derzeit gibt es zwei Konzepte, die auf dem TGI von 1985 basieren. Hierzu zählen der TGI 35L (BARTUSSEK 1999) sowie der TGI 200/1994 (SUNDRUM et al. 1994). Diesen liegen sieben Einflussbereiche (Bewegungsverhalten, Nahrungsaufnahmeverhalten, Sozialverhalten, Ruheverhalten, Komfortverhalten, Hygiene und Betreuung) zugrunde, wobei sich allerdings die Anzahl der Erhebungskriterien unterscheidet.

Der Nachteil der Konzepte liegt darin begründet, dass nur wenige tierbezogene Indikatoren in die Bewertung einbezogen werden. Laut HÖRNING (2001) fehlen im TGI somit ausreichend direkte Indikatoren zur Beurteilung des Wohlbefindens.

### *Cows and more – Was die Kühe uns sagen...*

Um die produktionstechnische Beratung in der Milchviehhaltung weiter zu optimieren, hat die Landwirtschaftskammer NRW eine standardisierte Schwachstellenanalyse für die Bereiche Haltung und Management in Liegeboxenlaufställen entwickelt.

Mit Hilfe dieses Beratungsangebotes wird es Produktionsberatern ermöglicht, bestehende Defizite und Probleme im Stall anhand von ausgewählten tierbezogenen Verhaltens- und Erscheinungsparametern aufzudecken und wichtige Ansätze zur Optimierung der Haltungsbedingungen herauszuarbeiten (PELZER et al. 2007).

Zwecks Erstellung der Datengrundlage für das Expertensystem wurden in einem Pilotprojekt in 66 nordrhein-westfälischen Liegeboxenlaufstallbetrieben tierbezogene Kriterien, bauliche Aspekte sowie Funktionsmaße der Haltungsumwelt und Managementmaßnahmen erfasst, um diese in einer statistischen Analyse auszuwerten (vgl. Kapitel 3 Material und Methoden).

Die einzelbetriebliche Bewertung basiert somit zum einen auf einem Vergleich der Ergebnisse mit definierten Referenzwerten (Benchmarking), zum anderen werden die ermittelten Zusammenhänge zwischen Tier und Haltungsumwelt genutzt (vgl. PELZER et al. 2008, DAHLHOFF et al. 2009).

### Animal Welfare Quality Project

Welfare Quality ist ein europäisches Forschungsprojekt, das die Integration des Tierschutzes in die Nahrungsmittelproduktion behandelt. In diesem von der EU finanzierten Projekt sollen praktische tierartbezogene Strategien zur Verbesserung des Tierschutzes sowie zuverlässige Systeme für die Kontrolle landwirtschaftlicher Betriebe entwickelt werden. Daneben spielt auch die Verbraucher- und Marktforschung eine große Rolle.

Bei der Entwicklung von Beurteilungssystemen wurden die vier Grundsätze der Haltung, Fütterung, Gesundheit und des artgemäßen Verhaltens zur Verbesserung des Tierschutzes definiert. Diesen werden zwölf Kriterien bzw. Anforderungen zugeordnet: 1. kein Hunger, 2. kein Durst, 3. bequemes Ruhen, 4. angemessene Körpertemperatur, 5. genügend Platz, 6. keine körperlichen Schäden, 7. keine Krankheiten, 8. keine Schmerzen, 9. Sozialverhalten, 10. artgemäße Verhaltensweisen, 11. gute Mensch-Tier-Beziehung, 12. keine negativen Emotionen. Bei den ausgewählten Kriterien wurde das Ergehen des Tieres in den Vordergrund gestellt, so dass die anschließende Beurteilung relativ unabhängig vom Haltungssystem durchgeführt wird (WELFARE QUALITY 2009).

Die Beurteilungssysteme wurden für die Nutztierarten Milchkühe, Mastrinder, Mastkälber, Sauen, Mastschweine, Legehennen und Broiler entwickelt. Für jede Nutztierart wurden im Rahmen der zwölf Kriterien 30 bis 50 verschiedene tierbezogene Messgrößen, aber auch Kriterien der Haltungsumwelt und des Managements festgelegt (WELFARE QUALITY 2009). Die Systeme wurden in mehr als 700 landwirtschaftlichen Betrieben in neun europäischen Ländern getestet. In verschiedenen Untersuchungen wurde die Relevanz, Reproduzierbarkeit und Praktikabilität der Messgrößen untersucht.

Die von einem unabhängigen Normierungsinstitut zusammengefassten Protokolle zur Beurteilung des Tierschutzes können nicht nur zur Beurteilung des Befindens des Tieres herangezogen werden, sondern ermöglichen auch Rückmeldung und Beratung für die Betriebe und unterstützen somit den Zugang zu höherwertigen Märkten. Des Weiteren dienen sie auch der Verbraucherinformation (WELFARE QUALITY 2009).

### Kuhsignale

Der Begriff „Kuhsignale“ beschreibt einen von der Firma Vetvice erarbeiteten Praxisleitfaden, dessen Ziel darin besteht, praktischen Milchviehaltern und Tierärzten eine Anleitung zur Erkennung von Krankheiten, Verbesserung des Wohlbefindens und Optimierung der Leistung von Milchkühen zur Verfügung zu stellen. Der in Buchform veröffentlichte Leitfaden (HULSEN 2004) hat in der praktischen Milchviehhaltung in den letzten Jahren zunehmend

an Bedeutung gewonnen. Für Tierärzte besteht zudem die Möglichkeit, die Anwendung der Inhalte in einem Trainingscenter zu erlernen.

Das Konzept (HULSEN 2004) basiert auf der zielgerichteten Beobachtung der Tiere, an die sich die Analyse der Ursachen im Stall und die Durchführung von Verbesserungsmaßnahmen anschließen. Dazu werden Risikogruppen (z.B. frischgekalbte Kühe) sowie die damit verbundenen gesundheitlichen Risiken (z.B. Gebärmutterentzündung, Euterentzündung, Milchfieber) bestimmt, wobei verschiedene Indikatoren als „Kuhsignale“ fungieren (z.B. Fieber, Schwellung, kalte Ohren). Zudem wird die Haltungsumwelt in Risikoorte (z.B. Fressgitter, Liegeboxen) eingeteilt und Risikomomente (z.B. Trockenstellen, Futterwechsel, Wetterumschlag) festgelegt.

Gemäß der natürlichen Bedürfnisse und Anforderungen der Kühe (Bewegungsvorgänge, Rangordnung, Verdauung, Milchentzug) werden Vorschläge zur Kontrolle der Tiere in der Weide- und Stallhaltung, beim Melken sowie zur Fütterungskontrolle zusammengestellt. Als Managementinstrumente dienen verschiedene praxisnahe Scores und Beurteilungsschemata (Lahmheitsscore, Klauenbeurteilung, Verschmutzungsbeurteilung, Pansenbeurteilung, Körperkonditionsbewertung, Kotbewertung, Strukturprüfung des Futters, Zitzenbeurteilung, Sprunggelenksbewertung).

#### *Bewertungsrichtlinien der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft*

Gemäß § 13a des deutschen Tierschutzgesetzes (TierSchG 2006) wurden im Rahmen des Fachausschusses „Tiergerechtigkeit“ der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft Anforderungen an freiwillige Prüfverfahren formuliert, die in zukünftigen Gebrauchswertprüfungen von Stalleinrichtungen berücksichtigt werden sollen (DLG 2012c).

Das Ziel der Prüfung von Stalleinrichtungen ist es, eine nachvollziehbare Einschätzung der Tiergerechtigkeit eines Prüfgegenstandes zu erhalten. Als allgemeine Vorgehensweise schlagen die Autoren eine Überprüfung des Tierverhaltens in Spontan- oder Wahlversuchen sowie eine Untersuchung der Tiergesundheit in Form von pathologischen Parametern und körperlichen Zuständen der Tiere vor (DLG 2012c). Zudem können gegebenenfalls einzelne Kriterien der Physiologie, der Leistung und der Hygiene hinzugezogen werden.

In einem Kriterienkatalog wurden für die vier Nutztierarten Rind (einschließlich Kälber), Pferd, Schwein und Huhn spezifische Prüfkriterien aus den neun Funktionskreisen des Verhaltens zusammengestellt (DLG 2012c), die je nach vorliegender Fragestellung ausgewählt werden können. Der Prüfkriterienkatalog stellt somit eine Orientierungshilfe für neue Prüfverfahren dar.

Für den Ort der praktischen Prüfung werden Forschungseinrichtungen, Lehr- und Versuchsanstalten und Praxisbetriebe empfohlen, wobei die sichere Einhaltung der Rahmenbedingungen einschließlich Dokumentation und Kontrolle des Prüfungsablaufes vorausgesetzt sein muss (DLG 2012c). Das bei der Prüfung eingesetzte Personal sollte gründlich eingewiesen werden und über die notwendige fachliche und methodische Qualifikation verfügen. Weiterhin sollten die verwendeten Untersuchungsmethoden auf anerkannt wissenschaftlichen Prinzipien beruhen (DLG 2012c).

### Weitere Konzepte zur Bewertung der Tiergerechtheit

In den 1980er und 1990er Jahren wurden weitere Bewertungskonzepte zur Tiergerechtheit entwickelt, die vor allem auf ethologischen Parametern basieren. Dazu zählen zum einen die Konzepte von KOHLI und KÄMMER (1985) sowie SCHLICHTING und SMIDT (1987), die in Bewertungsschritten von „uneingeschränkt möglich“ bis „nicht möglich“ beurteilen, inwieweit die Tiere verschiedene Verhaltensweisen aus den einzelnen Funktionskreisen in ihrer Haltungsumwelt ausüben können.

Zum anderen liegt ein von ZEEB (1985) entwickeltes und durch BOCK (1990) modifiziertes Bewertungsschema zur Tiergerechtheit vor, das aufgrund der Einbeziehung von bautechnischen und tierhalterischen Kriterien als integriertes Beurteilungsschema angesehen werden kann (ANDERSSON u. SUNDRUM 1997). Die Bewertung orientiert sich dabei an für die einzelnen Bereiche festgelegten Grenzwerten und erfolgt nach einem 3-Punkte-Schema, welches eine Einteilung in „gut“, „problematisch“ und „nicht zumutbar“ vorsieht.

Ein Konzept, das ausschließlich auf pathologischen Indikatoren basiert, und deshalb nicht für eine integrierte Beurteilung verwendet werden kann (ANDERSSON u. SUNDRUM 1997), ist das Bewertungskonzept von SMIDT (1990). Die im Betrieb festgestellten pathologischen Befunde werden mit Punkten bewertet und zusätzlich gewichtet. Die Gesamtbeurteilung erfolgt abschließend in den vier Kategorien „ohne Bedeutung bzgl. Tierschutzrelevanz“, Tierschutzrelevanz gegeben“, „bedenklich“ und „Tierquälerei“.

Das einzelbetriebliche Konzept von CAPDEVILLE und VEISSIER (2001) wurde in Anlehnung an die Ausführungen des FARM ANIMAL WELFARE COUNCILS (1992) zu den „five freedoms“ (Vermeidung von Hunger und Durst, Diskomfort, Schmerzen, Verletzungen und Krankheiten, Angst und Stress; sowie Möglichkeit, das Normalverhalten auszuführen) entwickelt. Das Konzept enthält 49 überwiegend tierbezogene Parameter (Gesundheitskennzahlen, Body Condition Score, Sauberkeit, Verletzungen und Verhalten), berücksichtigt aber auch haltungsbezogene Kriterien inklusive des Faktors Landwirt sowie der Mensch-Tier-Beziehung. Die Methode kann laut CAPDEVILLE und VEISSIER (2001) genutzt werden, um



---

Zusammenhänge zwischen den Haltungsbedingungen und dem Wohlbefinden der Tiere herauszufinden. Ebenso kann diese im Rahmen eines Qualitätssicherungs-Programms als einzelbetriebliches Bewertungssystem verwendet zu werden.

Bei dem von BRACKE et al. (2001) entwickelten Konzept handelt es sich um ein computer-gestütztes Expertensystem, das haltungs- und managementbezogene Einflussfaktoren auf die Tiere, verschiedene Gewichtungsfaktoren und wissenschaftliche Erkenntnisse zusammenfasst. Als Ergebnis wird ein Tiergerechtigkeitsscore zur Bewertung der Haltungsbedingungen ermittelt.

### 3 MATERIAL UND METHODEN

#### 3.1 Inhalte der einzelbetrieblichen Schwachstellenanalyse

Anhand einer Erfassungssystematik sollten ausgewählte Verhaltens- und Erscheinungsparameter sowie umfassende bautechnische und managementspezifische Kriterien von nordrhein-westfälischen Milchviehbetrieben systematisch und objektiv erfasst werden. Die auf diese Art gewonnenen tier-, haltungs- und managementbezogenen Daten stehen als Datengrundlage für das Expertensystem zur Verfügung.

Wie Abb. 4 zeigt, basiert die Schwachstellenanalyse zum einen auf einem Vergleich des Einzelbetriebes mit verschiedenen Referenzwerten (Benchmarking). Hierzu zählen Ziel-, Richt- und Grenzwerte sowie Referenzbereiche, die unter Analyse der Fachliteratur sowie eigener statistischer Auswertungen des Datenpools definiert werden sollten. Zum anderen sollen ermittelte Zusammenhänge zwischen Tier, Haltungsumwelt und Management genutzt werden, um Ursachen für eventuelle Beeinträchtigungen der Tiere zu identifizieren.

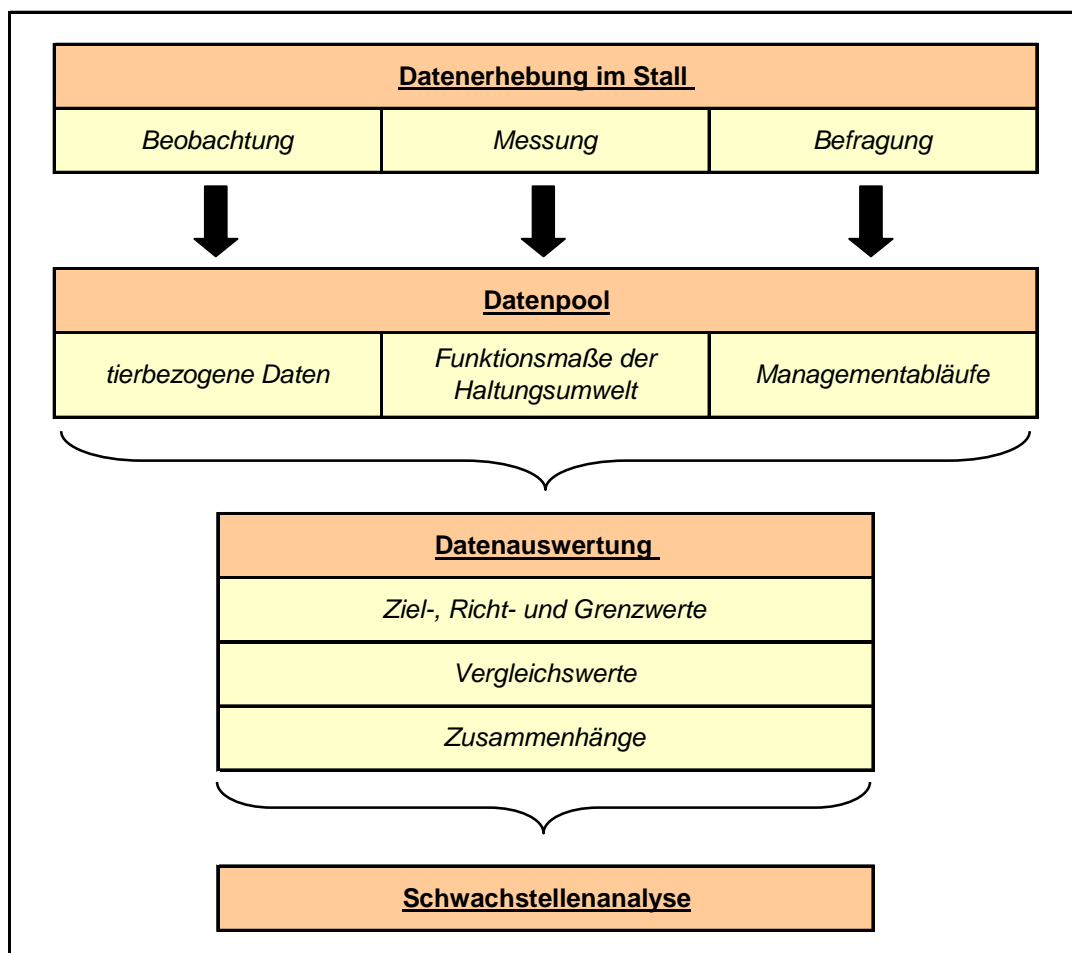


Abb. 4: Inhalte und Arbeitsschritte der Schwachstellenanalyse im „Cows and more“- Projekt (Quelle: DAHLHOFF et al. 2009)

## 3.2 Auswahl der Untersuchungsbetriebe und Datenerhebung

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde für die Entwicklung der Schwachstellenanalyse eine Praxisuntersuchung in Form einer groß angelegten Felderhebung angestrebt. Die Daten sollten zur Überprüfung der im Vorfeld aufgestellten Hypothesen über mögliche Ursache-Wirkungsbeziehungen zwischen den tierbezogenen Merkmalen und den Haltungsbedingungen verwendet werden.

Vor der Durchführung der Felderhebung wurde im Oktober 2006 als Qualitätssicherungsmaßnahme eine Schulung mit allen beteiligten Anwendern durchgeführt. Dabei wurden zunächst die Ziele des Projektes und die geplanten Forschungsvorhaben erläutert. Zudem wurde die Erfassungssystematik einschließlich der verwendeten Parameter vorgestellt. Um eine einheitliche, objektive und vollständige Datenerhebung zu gewährleisten, wurden ausführliche Anleitungsbögen (inkl. Definitionen, Bilderreihen usw.) zur korrekten Antwortdokumentation an die durchführenden Berater ausgeteilt. In einem umfangreichen praktischen Test übten diese gemeinsam die Anwendung der tierbezogenen Scores und Bonitierungs-schemata im Milchviehstall des LZ Haus Riswick der Landwirtschaftskammer NRW in Kleve. Im Anschluss daran erfolgte in einem vorher ausgewähltem Praxisbetrieb ein von allen Beratern durchgeführter Pretest der gesamten Erfassungssystematik, der zum einen zur Sicherstellung einer einheitlichen Erhebung und zum anderen zur Überprüfung der Anwendbarkeit in der landwirtschaftlichen Praxis diente. In einer Abschlussbesprechung wurden die vorgestellten und erprobten Erfassungsbögen kritisch diskutiert, was in einigen Punkten zu einer teilweisen Revision bestimmter Merkmale führte. Die nach diesen Vorgaben geringfügig veränderten Erfassungsbögen stellten die Grundlage für die später durchgeführte Felderhebung dar (siehe Abschnitt 3.3).

Die Auswahl der Untersuchungsbetriebe erfolgte durch die teilnehmenden Berater. Als Vorgabe wurde eine ausschließliche Berücksichtigung von Liegeboxenlaufstall-Betrieben festgelegt. Die Beschränkung auf Liegeboxenlaufstallsysteme erfolgte zum einen deshalb, da durch die Trennung und Gestaltung der Funktionsbereiche im Vergleich zur Haltung auf der Weide oder im Tret- bzw. Tieflaufstall stärkere Beeinträchtigungen der Tiere erwartet werden (HÖRNING 2003, WILLEN 2004), deren Auftreten sich zur Untersuchung kausaler Zusammenhänge zwischen Tier und Haltungsbedingung und zur Aufdeckung von Schwachstellen besonders eignet. Zum anderen gilt der Liegeboxenlaufstall in der modernen Milchviehhaltung als etabliertes Stallsystem, welches in den nordrhein-westfälischen Arbeitskreisen besonders stark vertreten ist und daher in der Beratung besondere Berücksichtigung findet.

Um möglichst homogene Datensätze zu erhalten und somit die spätere Datenauswertung zu erleichtern, wurde als weitere Richtlinie für die Betriebsauswahl vorgegeben, nur Betriebe mit einer innerhalb des Stalles einheitlich vorliegenden Haltungstechnik in die Untersuchung

aufzunehmen. Des Weiteren durften in den untersuchten Ställen in den letzten sechs Monaten keine neuen Aufstallungen installiert worden sein, damit eine ausreichende Gewöhnung der Tiere sichergestellt werden konnte.

In der Erhebung wurden ausschließlich die laktierenden Kühe der Betriebe sowie deren Haltungsbedingungen untersucht. Kamen innerhalb eines Betriebes mehrere Leistungsgruppen laktierender Kühe vor, sollten diese getrennt voneinander betrachtet werden.

Die Felderhebung umfasste die Monate Januar bis März des Jahres 2007 und wurde von zwölf geschulten Bestandsbetreuern der Landwirtschaftskammer NRW durchgeführt. Dieser Zeitraum (Stallhaltungsperiode) wurde gewählt, um eine Beeinflussung der Ergebnisse durch einen möglichen Weidegang auszuschließen. Insgesamt wurden 66 Liegeboxenlaufstallbetriebe erfasst, wobei die Herdengröße im Mittel 80 Kühe betrug und die durchschnittliche 305-Tage-Herdenmilchleistung bei 9080 kg lag. Nähere Angaben zu den untersuchten Betrieben sind in Abschnitt 4.2 aufgeführt.

Die einzelbetriebliche Erfassung wurde von jeweils zwei Beratern gemeinsam durchgeführt, wobei diese je nach Gruppengröße und Stallsystem eine Zeitdauer zwischen zwei und drei Stunden in Anspruch nahm.

Im Rahmen der Felderhebung war eine einmalige Erfassung jedes Betriebes vorgesehen. Diese einmalige Datenaufnahme erschien ausreichend, da davon ausgegangen wurde, dass bei relativ vielen Tieren haltungsbedingte Störungen auftreten und diese aufgrund der konstanten baulichen und haltungstechnischen Risikofaktoren auch über einen längeren Zeitraum bestehen bleiben würden.

Nach Beendigung der Felderhebung wurden in einer Abschlussbesprechung im Mai 2007 die Erfahrungen der teilnehmenden Berater zusammengestellt. Die eingesetzte Erfassungssystematik wurde bezüglich der Gütekriterien Validität, Objektivität und Praktikabilität kontrovers diskutiert. In Verbindung mit der Sichtung auf Vollständigkeit und Plausibilität der erhobenen Daten konnten die Erfassungssystematik überprüft und methodische sowie inhaltliche Schwachstellen aufgedeckt werden.

### **3.3 Erfassungssystematik der Schwachstellenanalyse**

#### **3.3.1 Aufbau der Erfassungssystematik**

Die Erfassungssystematik dient zur Durchführung der Schwachstellenanalyse für die Bewertung von Haltung und Management in Liegeboxenlaufställen. Dazu wurden Kriterienbereiche ausgewählt, denen in der Fachliteratur eine hohe Relevanz für die Bewertung von Haltung und Management zugeschrieben wird. Hierzu war ein umfangreiches Wissen über den Ein-

fluss der Haltungsbedingungen auf das Tier, die komplexen Wechselbeziehungen des Tier-Umwelt-Gefüges sowie die Ursachen von auftretenden Problemen erforderlich. Des Weiteren sollte eine gute Praktikabilität der Indikatoren in Form einer leichten Erhebbarkeit und eines günstigen Aufwand-Nutzen-Verhältnisses vorliegen. Ebenso sollten die verwendeten Indikatoren den Anforderungen an die Gütekriterien „Validität“, „Objektivität“ und „Reliabilität“ genügen.

Wie in Abb. 5 dargestellt, wurden als Resultat dieser Überlegungen qualitative und quantitative Indikatoren aus den Kriterienbereichen des Verhaltens und der Erscheinung der Milchkühe ausgewählt. Um eine vollständige und multifaktorielle Bewertung der Haltungsbedingungen in Form eines integrierten Bewertungssystems zu gewährleisten, erfolgte eine Kombination dieser direkten tierbezogenen mit baulichen, technischen sowie management-spezifischen Indikatoren.

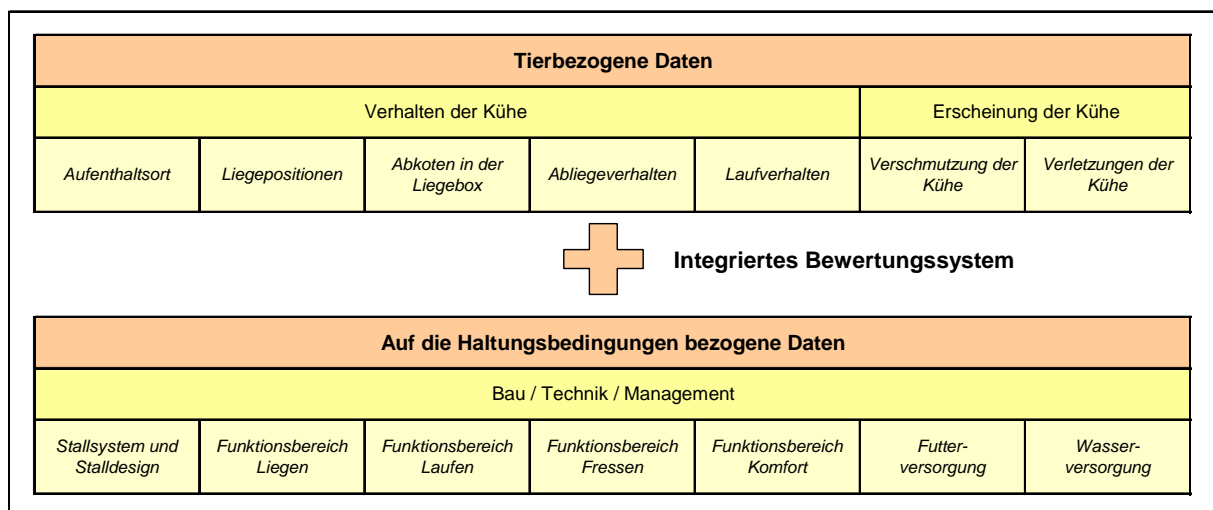


Abb. 5: Schematische Darstellung zum Aufbau und Ablauf der Erfassungssystematik (vgl. DAHLHOFF et al. 2014)

Für die Verhaltensbeobachtungen sowie die Bonitierungen der Tiererscheinung wurde eine festgelegte Mindestanzahl an durchzuführenden Bonitierungen vorgeschrieben. Diese Festlegung wurde sowohl in Form einer mindestens einzuhaltenden absoluten Zahl als auch ein auf die Herdengröße bezogener Prozentsatz für Betriebe mit einer Herdengröße über einhundert Tieren angegeben, um auch bei größeren Tierzahlen eine ausreichende Bezugsbasis zu erlangen.

Als Fixpunkt für den Beginn der Datenerfassung wurde der Zeitpunkt der Fütterung zugrunde gelegt, da die Fütterung in der Stallhaltung als „Zeitgeber“ für die tagesperiodische Rhythmik der Kühe fungiert (BOGNER u. GRAUVOGL 1984, HILLMANN 2008). Durch diese Festlegung wurde das Ziel verfolgt, eine einheitliche Bezugsbasis der erhobenen tierbezogenen

Daten zu schaffen, tageszeitliche Einflüsse auf das Tierverhalten auszuschließen und somit eine hohe Datenqualität sicherzustellen.

Da in der Fachliteratur keine zeitlichen Richtwerte für die Erfassung von tierbezogenen Daten vorzufinden sind, musste bei der Festlegung auf Erfahrungswerte zurückgegriffen werden. Diese beruhen auf einer im Vorfeld des Projektes erfolgten, kammerinternen Untersuchung sowie auf dem im Rahmen der Qualitätssicherungsmaßnahmen durchgeführten Pretest. In beiden Fällen erwies sich die Zeitspanne ab der dritten Stunde nach der Fütterung geeignet, um einen reibungslosen Ablauf der Verhaltensbeobachtungen zu gewährleisten.

Damit eine Beeinträchtigung des gewohnten Verhaltensablaufes ausgeschlossen werden kann, beginnt die Erfassungssystematik mit der Beobachtung des Verhaltens (vgl. Abb. 5), die zunächst vom Futtertisch aus durchgeführt wird. Diesen Beobachtungen schließen sich die Bonitierungen der Tiererscheinung sowie die Erfassung der Merkmale der Haltungsumwelt an, deren erfolgreiche Umsetzung im Wesentlichen nicht von einer zeitlichen Vorgabe abhängt.

### **3.3.2 Verwendete Indikatoren**

#### **3.3.2.1 Haltungs- und managementbezogene Indikatoren**

Die Kriterien der Haltungstechnik, des Managements sowie der Mensch-Tier-Beziehung stellen laut WILLEN (2004) wichtige indirekte Indikatoren für eine Beurteilung der Tiergerechtigkeit dar. Um deren Validität zu erhöhen, sollten diese laut WINCKLER et al. (2003) enge Beziehungen zu den tierbezogenen Indikatoren aufweisen. Insgesamt zeichnen sich die Kriterien durch eine hohe Reliabilität sowie eine gute Umsetzbarkeit unter Praxisbedingungen aus.

Von besonderer Bedeutung sind vor allem jene Kriterien der Haltungsbedingungen, die als Einflussgrößen auf die Tiergerechtigkeit angesehen werden. Dazu gehören laut WINCKLER et al. (2002) unter anderem die Raumstruktur, das Flächen- und Raumangebot, die Boden- und Liegeflächenqualität, die Sozialstruktur, das Nahrungsangebot, Einrichtungen zur Körperpflege und das Melken.

Wie Tab. 2 zeigt, sind die Kriterien in der Schwachstellenanalyse gemäß ihrer Zuordnung zum jeweiligen Funktionsbereich zu Kriterienbereichen zusammengefasst. Diese enthalten eine Vielzahl von baulichen, technischen und managementspezifischen Indikatoren. Dadurch wird eine detaillierte Erfassung der Gestaltung der Funktionsbereiche, der Ausführung der jeweiligen Einrichtungselemente sowie deren exakte Funktionsabmessungen und der auf dem Betrieb durchgeführten Managementmaßnahmen ermöglicht. Der Kriterienbereich der

Futter- bzw. Wasserversorgung zielt unter Berücksichtigung der eingesetzten Verfahrenstechnik vor allem auf die Belange des Fütterungsmanagements ab.

Tab. 2: Überblick über die Kriterienbereiche der haltungs- und managementbezogenen Indikatoren

Kriterienbereiche	Betriebsstammdaten	Stallsystem	Funktionsbereich Liegen	Funktionsbereich Laufen	Funktionsbereich Fressen	Funktionsbereich Körperpflege	Futter- und Wasserversorgung
Inhalte	Betriebsdaten	Herdengröße	Liegeboxensystem	Bodenart	Fressgitterart	Bürstenausführung	Futtertischgestaltung
	Rassen	Anzahl Liegeboxen	Liegeboxengestaltung	Bodenausführung	Fressgitterausführung	Standort der Bürsten	Fütterungssystem
	Fütterungsgruppen	Anzahl Fressplätze	Boxeneinstreu	Reinigung der Laufflächen	Trogaufkantung		Fütterungsmanagement
	Milchleistung	Stallstruktur	Boxenpflege	Klauenbäder			Tränkeaufkantung

### 3.3.2.2 Tierbezogene Indikatoren

#### 3.3.2.2.1 Aufenthaltsort / Tätigkeit

Bei der Erfassung des Aufenthaltsortes bzw. der Tätigkeit aller Kühe einer Herde drei Stunden nach der Fütterung wird zwischen den Kategorien „Fressgitter (Fressen)“, „Futtergang (Laufen/Stehen)“, „Boxengang (Laufen/Stehen)“, „Stehen mit zwei Beinen in der Liegebox“, „Stehen mit vier Beinen in der Liegebox“, „Liegen in der Liegebox“ und „Liegen auf der Lauffläche“ unterschieden.

Nach Angaben des Fachausschusses für Tiergerechtigkeit der DLG (DLG 2012b) sollte sich der überwiegende Teil der Kühe nach Abschluss der Hauptfutteraufnahme liegend in den Boxen befinden. In verschiedenen Untersuchungen konnte ermittelt werden, dass in den Liegeboxen oder in den Laufgängen stehende sowie auf den Spalten liegende Tiere auf eine mangelhafte Gestaltung des Liegebereiches sowie suboptimale Haltungsbedingungen hindeuten. So werden verlängerte Stehzeiten in der Liegebox als Folge einer unzureichenden Liegeplatzqualität sowie einer unterdimensionierten Boxengestaltung angesehen (vgl. u.a. HÖRNING 2003). Ebenso greifen SZUCS et al. (1995) in ihren Untersuchungen zur Liegeplatzqualität auf die Ermittlung des Zeitanteils und der prozentualen Verteilung von Liegen, Stehen und Fressen der Kühe zurück.

So soll die Bestimmung des Aufenthaltsortes zum einen zur Ermittlung der Akzeptanz der Liegeboxen dienen. Zum anderen sollen anhand der Verteilung der Tiere im Stall Rückschlüsse auf suboptimale Aspekte der Haltungsbedingungen (Gestaltung des Lauf- und Fressbereiches, Belegungsdichte der Fressgitter) gezogen werden.

### **3.3.2.2 Liegepositionen**

Neben der Erfassung des Aufenthaltsortes sollen auch die Liegepositionen aller liegenden Kühe in die Bewertung einbezogen werden.

Generell kann laut KÄMMER und SCHNITZER (1975) zwischen 26 verschiedenen Liegeformen unterschieden werden, welche jeweils den vier Gruppen „lang/schmal“, „lang/breit“, „kurz/schmal“ und „kurz/breit“ zugeordnet werden können. Im Rahmen der Erfassungssystematik wurde jedoch auf eine einfach abgrenzbare, für die Beurteilung von Haltung und Management zweckmäßige Unterscheidung in „Brustlage“, „gestrecktes Vorderbein“, „gestrecktes Hinterbein“, „totale Seitenlage“ und „Schlafposition“ zurückgegriffen (vgl. PELZER et al. 2007, DLG 2012b).

Durch eine unzureichende Boxengestaltung bezüglich der Dimensionierung sowie der Liegeflächenqualität können Beeinträchtigungen der Tiere auch bei der Einnahme unterschiedlicher Liegepositionen hervorgerufen werden (HÖRNING 2003). Daher scheint eine Betrachtung der Referenzwertabweichungen in der Qualität und Quantität unterschiedlicher Liegepositionen (KÄMMER u. SCHNITZER 1975) geeignet, um Schwachstellen im Boxenmanagement herauszustellen.

Die „Brustlage“ wird in der Literatur auch als Ausgangsruhe- bzw. Bereitschaftsstellung bezeichnet, die folgendermaßen definiert ist: Während die Vorderextremitäten bei gleichzeitig aufliegender Brust in den Karpalgelenken eingewinkelt sind, liegt die Hinterhand seitlich geneigt auf einer Hinterextremität, wobei die andere Hinterextremität mit eingewinkelterm Tarsalgelenk am Körper anliegt (vgl. HÖRNING 2003). Somit können alle Extremitäten im Sinne einer kurzen/schmalen Liegeposition als eingeklappt angesehen werden.

Die zweite Kategorie wird zusammenfassend als „Gestrecktes Vorderbein“ bezeichnet, wobei diese sowohl die Streckung einer als auch beider Vorderextremitäten berücksichtigt (vgl. HÖRNING 2003). Vorderbeinstreckungen treten laut ANDREAE et al. (1982) in über 90 Prozent der Fälle in Kombination mit Hinterbeinstreckungen auf.

Kongruent dazu werden in der Kategorie „Gestrecktes Hinterbein“ die Streckungen einer oder beider Hinterextremitäten bonitiert. Laut ANDREAE et al. (1982) ist der Begriff der vollständigen Hinterbeinstreckung innerhalb einer Winkelabmessung von 45° bis 90° Grad definiert (vgl. HÖRNING 2003). Die in der Literatur als unvollständige Hinterbeinstreckung bezeichnete Winkelung von unter 45° Grad wird in unserem Zusammenhang als angelegte Hinterextremität angesehen und daher nicht in dieser Kategorie bonitiert.

Die „Totale Seitenlage“ wird in der Literatur verschiedentlich als gestreckte, flache oder entspannte Seitenlage bezeichnet. Hierbei werden alle vier Gliedmaßen vom flach liegenden



Körper weggestreckt, weshalb diese Liegeposition einen erheblichen Platz zur Seite benötigt, welcher in den üblichen Liegeboxen kaum zur Verfügung steht (SAMBRAUS 1978).

Die fünfte Kategorie stellt die „Schlafposition“ dar, bei welcher der Hals des Tieres zu einer Körperseite gewendet ist und der Kopf auf die Flanke oder den Boden gestützt wird (RIST et al. 1992). Diese Liegeposition nehmen Rinder nur während des Tiefschlafes ein.

### **3.3.2.2.3 *Abkoten in der Liegebox***

Das Abkoten der Kühe in der Liegebox soll anhand der Anzahl der Kotverschmutzungen in den Liegeboxen bonitiert werden. Hierbei wird zwischen den Indikatoren „Verschmutzung der Box mittig am Boxenende“, welche auf ein im Stehen abkotendes Tier hinweisen können, und „Verschmutzung der Box unter dem Liegeboxenbügel“ als Merkmal eines im Liegen stattgefundenen Abkotvorgangs unterschieden. Laut BARTUSSEK et al. (2008) kommt das Abkoten im Liegen bei gesunden Milchkühen mit ausreichend Platz zum artgemäßen Aufstehen und Abliegen selten vor. Dagegen finden 30 % aller Abkotvorgänge unmittelbar nach Beendigung der Liegeperiode statt.

Bei der Erfassung sollen lediglich frische, nach der letzten Reinigung aufgetretene Verschmutzungen durch Kot berücksichtigt werden, so dass alte, noch erkennbare Kotverschmutzungen nicht in die Bonitierung miteinbezogen werden. Hierbei sind Mehrfachnennungen innerhalb einer Liegebox möglich.

### **3.3.2.2.4 *Abliegeverhalten***

Das Abliegeverhalten stellt laut WINCKLER et al. (2003) ein wichtiges Kriterium für die Bewertung der Tiergerechtigkeit der Haltungsbedingungen dar. Da es in Liegeboxenlaufställen durch eine suboptimale Boxengestaltung und eine unzureichende Liegeplatzqualität zu Beeinträchtigungen der Tiere beim Abliegen und somit auch zu einer verzögerten Abliegedauer kommen kann (HÖRNING 2003), wurde diese als Indikator des Abliegeverhaltens ausgewählt, um derartige Schwachstellen im Liegebereich aufzudecken.

In der Literatur liegen zwei Definitionen für den Begriff der Abliegedauer vor: Zum einen wird diese als „Zeitraum vom Beginn des Einknickens der Vordergliedmaßen bis zum kompletten Liegen“ und zum anderen als „Dauer nach dem Betreten der Liegebox mit vier Beinen bis zum vollständigen Liegen“ beschrieben (HÖRNING 2003). Im Rahmen der Schwachstellenanalyse wurde auf die letztgenannte Definition zurückgegriffen, da diese auch die Phasen der Abliege Vorbereitung (Abliegelatenz) umfasst.

In Anlehnung an verschiedene Untersuchungen zur Abliegedauer in unterschiedlichen Haltungssystemen (vgl. BOCKISCH 1991, KROHN u. MUNKSGAARD 1993, HÖRNING 2003, u.A.) wurde für die Erfassungssystematik eine Einteilung der Abliegedauer in die Zeitintervalle „< 30 Sekunden“, „30 bis 60 Sekunden“ und „> 60 Sekunden“ (vgl. PELZER u. ANNEKEN 2007) vorgenommen. Dabei erfolgten die Messungen auf den Betrieben grundsätzlich mittels Stoppuhr.

Für den Indikator der „Abliegedauer“ liegen in der Literatur keine Richtwerte bezüglich einer Mindestanzahl an durchzuführenden Beobachtungen auf einzelbetrieblicher Ebene vor. Daher wurde eine zweckmäßig erscheinende Beobachtungsanzahl von mindestens zehn Kühen bzw. bei Betrieben mit einer Herdengröße von über einhundert Tieren von mindestens zehn Prozent der Herde festgelegt. Bei dieser Festlegung wurde neben dem von der Erfassung ausgehende Zeitaufwand auch der für eine Bewertung der Gesamtherde notwendige Bedarf an Einzelergebnissen berücksichtigt.

### **3.3.2.2.5 Laufverhalten**

Durch die Beobachtung des Laufverhaltens sollen im Rahmen der Schwachstellenanalyse Rückschlüsse auf die Rutschfestigkeit und Trittsicherheit des Untergrundes gezogen werden.

Da Rinder auf rutsch- und trittsicheren Laufflächen in der Regel einen zügigen Gang mit erhobenen Kopf aufweisen (BENZ 2002, BERGSTEN 2004), erscheinen die miteinander gekoppelten Parameter der Gehgeschwindigkeit, der Schrittlänge und der Kopfhaltung als zweckmäßige Indikatoren zur Bewertung der Laufflächen. Jedoch erwies sich sowohl die Messung der Gehgeschwindigkeit als auch der Schrittlänge in der praktischen Durchführung im Rahmen des Pretests als nicht realisierbar. Als Resultat wurde für die Schwachstellenanalyse nur die Kopfhaltung als Indikator beibehalten, welche als „Hals-Widerristlinie“ definiert ist und in °Grad Winkelmaß zur horizontalen Rückenlinie angegeben wird.

In der Literatur wird grundsätzlich zwischen einer tiefen und einer hohen Kopfhaltung unterschieden. Dabei weist eine tiefe Kopfhaltung laut CLACKSON und WARD (1991) auf eine unzureichende Kontrolle des Untergrundes sowie eine Verlagerung des Körperschwerpunktes zwecks Erhöhung der Rutschsicherheit hin, während bei einer hohen Kopfhaltung von einem ausreichendem Vertrauen der Kühe in die Lauffläche ausgegangen werden kann (SOMMER 1985).

Die von SOMMER (1985) festgelegte Grenzmarke zwischen hoher und tiefer Kopfhaltung von < und > 20° Grad horizontal zur Rückenlinie wurde in der Erfassungssystematik beibehalten. Dabei wurde die Kopfhaltung von den Beobachtern entweder frei geschätzt oder mittels einer zu diesem Zweck angefertigten Metallkonstruktion gemessen.

Bei der Erfassung durften ausschließlich zielgerichtet laufende Tiere berücksichtigt werden, um eine Orientierung der Tiere auf den Boden ausschließen zu können (SOMMER 1985). Des Weiteren waren lahrende oder in der Lokomotionsfähigkeit eingeschränkte Tiere von der Bonitierung der Kopfhaltung auszuschließen.

Kongruent zum Indikator der Abliegedauer wurde für die einzelbetriebliche Erfassung eine Mindestanzahl von zehn Kühen bzw. bei Betrieben mit einer Herdengröße von über einhundert Tieren von mindestens zehn Prozent der Herde aufgestellt.

### **3.3.2.2.6 Verschmutzung der Kühe**

Die Bewertung der Sauberkeit von Milchkühen kann laut WINCKLER et al. (2003) als wichtiges Instrument zur Beurteilung der Tiergerechtigkeit der Haltungsbedingungen angesehen werden, da starke Verschmutzungen von Haarkleid und Haut von erheblicher Bedeutung für das Wohlbefinden der Tiere sein können (HÖRNING 2003; vgl. auch DLG 2012c). Die Autoren der Tierschutzleitlinie für die Milchkuhhaltung (LAVES 2007) weisen in diesem Zusammenhang darauf hin, dass kotverschmutzte Tiere gesundheitlichen Risiken wie Euterentzündungen, Parasitenbefall sowie Hauterkrankungen ausgesetzt sind.

So kann anhand des Verschmutzungszustandes der Tiere zum einen ein erster Eindruck über den Zustand des Haltungssystems gewonnen werden, zum anderen werden laut WILLEN (2004) konkrete Hinweise auf eine suboptimale Gestaltung des Liege- sowie Laufbereiches gegeben, da diese durch das erhebliche Auftreten von Kot und Harn besondere Problembereiche darstellen.

Zur Bewertung des Verschmutzungszustandes der Kühe liegen in der Literatur verschiedene Bonitierungs-schemata vor. Eine sehr häufig verwendete Systematik stellt dabei der von FAYE und BARNOUIN (1985) entwickelte fünfstufige Sauberkeitsindex dar, wobei WINCKLER et al. (2003) für dessen Verwendung eine Beschränkung auf starke und dauerhafte Verschmutzungen empfehlen, da diese Schäden oder andere Erkrankungen nach sich ziehen können.

Da Verschmutzungen bestimmter Körperregionen in der Regel auf unmittelbare Einflüsse durch Haltung und Management zurückzuführen sind, berücksichtigt der für das Projekt entwickelte Hygienescore (vgl. PELZER et al. 2007, DLG 2012b) nicht nur starke und dauerhafte Verschmutzungen mit negativen Auswirkungen auf die Tiergesundheit, sondern auch Verfärbungen des Fells, die bereits auf Schwachstellen im Hygienemanagement hinweisen können.

Tab. 3: Beschreibung des verwendeten Hygienescores (Quelle: PELZER et al. 2007)

Körperpartien	Scorenoten
K 1 Hinterhand	1 sauber
K 2 Kreuz	2 leicht verfärbt / vereinzelt Spritzer
K 3 Bauch / Euter	3 stark verfärbt / Flecken / viele Spritzer
K 4 Schwanz	4 Anhaftungen von Kot
K 5 Schwanzquast	5 Klutenbildung
K 6 Sitzbein	6 starke Klutenbildung
K 7 Unterbein	

Wie in Tab. 3 dargestellt, sieht der Hygienescore die Bonitierung von sieben Körperregionen vor, wobei eine Betrachtung der rechten Körperhälfte festgelegt wurde. Für die Körperregion „Unterbein“ wurde die Bewertung der Hinteransicht zugrunde gelegt.

Anhand einer sechsstufigen Skala werden die Verschmutzungen der einzelnen Körperregionen hinsichtlich der Verfärbung des Fells und der Intensität von Kotbehauptungen eingestuft, so dass ein annähernd linear ansteigender Verlauf der Einstufung vorliegt.

In Anlehnung an die Vorgaben von WLCEK (1994) wurde für die Bonitierung der Sauberkeit der Kühe eine Mindestanzahl von 20 Tieren bzw. bei Betrieben mit einer Herdengröße von über einhundert Tieren von mindestens 20 % der Herde festgelegt.

### **3.3.2.2.7 Verletzungen der Kühe**

Haltungsbedingte pathologische Veränderungen wie Schäden des Integuments, Abschürfungen und Umfangsvermehrungen der Gelenke werden in der Literatur als Technopathien bezeichnet. Als häufige Ursachen für diese Verletzungen können unter anderem unzureichende Abmessungen der Liegeboxen (KÖBRICH 1993) und damit verbundenes Anschlagen an die Liegeboxenabtrennungen (LIVESEY et al. 2002), harte Liegeflächen (BOCKISCH et al. 1999), glatte Laufgänge (BOXBERGER 1983), beschädigte Stalleinrichtungen oder Entmistungsschieber genannt werden.

Zur Erfassung von haltungsbedingten Schäden wurde im Rahmen der Schwachstellenanalyse das von der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft (DLG) entwickelte Bonitierungsschema für die Gelenksgesundheit ausgewählt (REUBOLD 2003) und entsprechend den Anforderungen an die Bewertung von Haltung und Management modifiziert.

Dem ursprünglichen Schema liegen fünf Gliedmaßenbereiche zugrunde, welche beim Abliegen und Aufstehen sowie während des Liegens in besonderer Weise exponiert sind. Hierzu

zählen bei den Vorderextremitäten das Karpalgelenk sowie die vordere Fessel, bei den Hinterextremitäten werden das Knie, das Tarsalgelenk sowie die hintere Fessel berücksichtigt. Dieser Auflistung wurden die drei Körperstellen des Widerrists, der Wirbelsäule und der Wamme hinzugefügt, da dort durch eine suboptimale Fressplatz- und Liegeboxengestaltung bedingte Verletzungen auftreten können.

Tab. 4: Modifiziertes DLG-Bonitierungsschema für die Gelenksgesundheit (Quelle: eigene Darstellung, nach REUBOLD 2003)

Schadensklasse	Befund
0	ohne Befund
1	haarlose Stellen
2	hautlose Stellen
3	Umfangsvermehrungen, gedeckt
4	Umfangsvermehrungen, offen

Wie Tab. 4 zeigt, erfolgt die Bewertung der acht Körperstellen mittels fünf Schadensklassen. Anders als beim ursprünglichen Bewertungsschema entfällt bei haar- und hautlosen Stellen die Größenunterscheidung zwischen  $<$  und  $>$  2 cm sowie die Angabe der Schadensqualität, da diese Spezifizierungen zum einen für die Bewertung nicht zweckmäßig und zum anderen der zeitliche Mehraufwand sowie die erhöhten fachlichen Anforderungen in der praktischen Durchführung nicht realisierbar sind.

Kongruent zu den im Rahmen des Hygienescores erläuterten Vorgaben wurde die Mindestanzahl der Bonitierungen auf 20 Kühe bzw. bei Betrieben mit einer Herdengröße von über einhundert Tieren auf mindestens 20 % der Herde festgelegt.

### 3.4 Statistische Auswertung der Daten

Im Vorfeld der statistischen Auswertung der Daten wurden mittels Mind-Mapping verschiedene Hypothesen über mögliche Ursache-Wirkungsbeziehungen zwischen den tier-, haltungs- und managementbezogenen Parametern formuliert.

Die Auswahl der geeigneten statistischen Verfahren zur Hypothesenüberprüfung erfolgte anhand der einschlägigen Fachliteratur (u.a. BACKHAUS et al. 2006, BORTZ et al. 2008).

Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Softwarepaket SPSS 16.0 für Windows.

Zur Evaluierung der Bonitierungsschemata für die Verschmutzung und die Verletzungen der Kühe wurden Untersuchungen zur Beobachterübereinstimmung durchgeführt. Zur Überprüfung der Reliabilität des Hygienescores wurde der „Intra-Claas-Korrelationskoeffizient“ verwendet, der die Varianz in den erhobenen Daten berücksichtigt. Bezüglich der Verletzungen der Tiere wurde als Übereinstimmungsmaß das Nominalskalen-Kappa ausgewählt, das eine Konkordanzanalyse bei mehrstufigen nominalen Merkmalen ermöglicht.

Zur Darstellung der Ist-Situation der untersuchten Betriebe wurde auf deskriptive Methoden (arithmetischer Mittelwert, Standardabweichung und Spannweiten) zurückgegriffen.

Zur Festlegung der verschiedenen Referenzwerte (Vergleichswerte, Ziel-, Richt- und Grenzwerte) für die tierbezogenen Indikatoren wurden unter Voraussetzung der Normalverteilung zum einen die aus dem Datenpool generierten Mittelwerte sowie die Wertebereiche der einfachen Standardabweichung verwendet. Zum anderen wurden die Viertelwerte ( $Q_{0,25}$ ,  $Q_{0,5}$  - und  $Q_{0,75}$ -Quartile) der Datenverteilungen ermittelt, wobei die Ergebnisse der 25 % besten und der 25 % schlechtesten Betriebe als Referenz herangezogen wurden. Zur Einschätzung der Einhaltung der Referenzwerte in vergleichbaren Praxisbetrieben wurden die entsprechenden Perzentile der jeweiligen Indikatoren angegeben.

Für die Überprüfung der Zusammenhänge zwischen tier-, haltungs- und managementbezogenen Kriterien wurden verschiedene statistische Verfahren angewendet:

Um Mittelwertvergleiche durchführen zu können, wurden die Daten zunächst mittels Kolmogoroff-Smirnov-Test auf Normalverteilung ( $p \leq 0,05 = \text{normalverteilt}$ ) und mittels Levene-Test auf Homogenität der Varianzen ( $p \leq 0,05 = \text{homogen}$ ) geprüft. Waren beide Voraussetzungen erfüllt, erfolgte der Mittelwertvergleich bei zwei unabhängigen Untergruppen mittels T-Test bzw. bei mehr als zwei unabhängigen Untergruppen mittels Varianzanalyse. Bei dieser wurde als Post-Hoc-Test der Scheffé-Test ausgewählt, mit dem der gesamte, mit allen möglichen Einzelvergleichen verbundene Hypothesenkomplex auf dem  $\alpha$ -Niveau der Varianzanalyse abgesichert werden kann. Bei nicht-normalverteilten Daten wurde bei zwei unabhängigen Stichproben der Mann-Whitney-U-Test und bei mehr als zwei unabhängigen Stichproben der Kruskal-Wallis-Test durchgeführt.

Um Zusammenhänge zwischen nominalen Merkmalen aufzudecken und zu untersuchen, wurde als statistische Methode die Kontingenzanalyse ausgewählt. Diese ermöglichte es, im Rahmen einer Kreuztabellierung mittels Chi-Quadrat-Test ( $\chi^2$ -Unabhängigkeitstest) systematische Zusammenhänge zwischen den Merkmalen herauszustellen.

Beziehungen zwischen zwei metrischen Merkmalen wurden durch Korrelationen nach Pearson und bei nicht normalverteilten Daten nach Spearman's Roh untersucht. Die Höhe des Korrelationskoeffizienten wurde für die Einschätzung eines möglichen Zusammenhangs fol-

gendermaßen eingeteilt:  $r < 0,2$  = sehr gering,  $r < 0,5$  = gering,  $r < 0,7$  = mittel,  $r < 0,9$  = hoch und  $r > 0,9$  sehr hoch.

Um den Einfluss mehrerer Faktoren auf eine Zielvariable überprüfen zu können, wurde als multivariate statistische Methode das „Allgemeine Lineare Modell – univariat“ (ALM) verwendet. Dieses Verfahren integriert die Vorteile der Varianz- und Regressionsanalyse, so dass sowohl der Einfluss von diskreten, als auch von metrisch unabhängigen Variablen auf die abhängige Zielvariable sowie etwaige Interaktionen zwischen den diskreten Variablen untersucht werden können. In der vorliegenden Arbeit wurden die Verhaltensparameter und die Kriterien des Hygienescores als abhängige Variablen, die diskreten Handlungs- und Managementkriterien als feste Faktoren und die metrischen Funktionsabmessungen der Haltungsumwelt als Kovariaten eingegeben. Zur Voraussetzungserfüllung wurden die geforderte Normalverteilung und Varianzhomogenität der Residuen überprüft.

Bei allen Untersuchungen wurde für das Signifikanzniveau eine errechnete Irrtumswahrscheinlichkeit von höchstens 5 % festgelegt. Dabei wurde auf folgende Einteilung zurückgegriffen:  $p \leq 0,001$  \*\*\* = höchst signifikant,  $p \leq 0,01$  \*\* = hoch signifikant,  $p \leq 0,05$  \* = signifikant (nach BORTZ et al. 2008). Zudem wurde aufgrund der sehr großen Streuungen der Daten der Felderhebung eine Irrtumswahrscheinlichkeit von höchstens 1 % ( $p \leq 0,1$ ) als tendenziell signifikant bezeichnet (vgl. BOCKISCH 1991, BARTUSSEK et al. 1999, HÖRNING 2003).

Die grafische Ergebnisdarstellung erfolgte zur Verdeutlichung der Verteilung metrischer Daten sowie der festgestellten Unterschiede zwischen den einzelnen Untergruppen bei diskreten Merkmalen durch Boxplots. Dabei markiert die schwarze Linie im Kasten den Medianwert, wobei sich innerhalb des Kastens 50 % der beobachteten Werte befinden. Zudem werden eventuelle Ausreißer mittels Kreisen und aufgetretene Extremwerte mittels Sternchen gekennzeichnet.

Um die Beziehungen zwischen zwei metrischen Variablen grafisch aufzuzeigen, wurden Streudiagramme mit entsprechender Regressionsgeraden unter Angabe des Bestimmtheitsmaßes  $R^2$  (Stärke der Korrelation) verwendet. Für die Betrachtung mehrerer metrischer Einflussfaktoren wurde auf eine tabellarische Darstellung des korrigierten  $R^2$  und der festgestellten Signifikanz zurückgegriffen.

## 4 ERGEBNISSE

### 4.1 Voruntersuchung zur Reliabilität

Zur Evaluierung der beiden Bonitierungsschemata zur Verschmutzung und den Verletzungen der Kühe waren Voruntersuchungen zur Klärung der Reliabilität notwendig, da bei diesen unscharfe Grenzen vorlagen und somit durch verschiedene Beobachter unterschiedliche subjektive Einschätzungen zu erwarten waren.

Wie von den Mitgliedern des Fachausschusses für Tiergerechtigkeit der DLG empfohlen (DLG 2012c), verfolgt die Wiederholbarkeitsprüfung dabei zum einen das Ziel, die Übereinstimmung der Beurteilungen mehrerer Beobachter bereits vor der Durchführung der Untersuchung rechnerisch zu überprüfen und somit die Aussagekraft der Ergebnisse sicherzustellen. Zum anderen soll die Eignung bzw. die Durchführbarkeit in der Praxis getestet werden, da davon auszugehen ist, dass die beiden Scores im praktischen Einsatz auch von ungeschulten Beratern und/oder Landwirten als Managementhilfe verwendet werden.

Im Rahmen der Wiederholbarkeitsprüfung wurden drei Testdurchläufe in verschiedenen Praxisbetrieben durchgeführt. An der Prüfung nahmen sowohl geschulte und erfahrene Anwender als auch unerfahrene Beobachter teil, die die Bonitierungsschemata vorher nicht kannten. Vor der Bonitierung wurde eine Einweisung der beteiligten Beobachter anhand von jeweils drei Beispielkühen vorgenommen, bei der die Definitionen der einzelnen Kategorien erläutert wurden. Im ersten und dritten Testdurchlauf wurden von vier unterschiedlichen Beobachtern jeweils 40 Tiere bonitiert, wobei in beiden Fällen zwei erfahrene und zwei unerfahrene Beobachter zur Verfügung standen. Der zweite Durchlauf beinhaltete die Bonitur von 20 Tieren durch zwei ungeschulte und einen geschulten Beobachter.

#### 4.1.1 Hygienescore für die Verschmutzung der Kühe

Da es sich bei dem eingesetzten Hygienescore um eine sechsstufige Rating-Skala handelt, die wie eine Intervallskala behandelt werden kann, wurde als Übereinstimmungsmaß der häufig im Rahmen von Reliabilitätsstudien eingesetzte „Intra-Claas-Korrelationskoeffizient“ (FLEISS u. COHEN 1973) ausgewählt. Zur Berechnung wird die Varianz zwischen ( $\sigma_{zw}^2$ ) und innerhalb ( $\sigma_{in}^2$ ) der einzelnen Bonituren herangezogen.

Der Intraklassen-Korrelationskoeffizient kann als Reliabilität der Urteile eines beliebigen Beobachters ( $r_1$ ) und als Reliabilität der über alle beteiligten Beobachter zusammengefassten Urteile ( $r_k$ ) interpretiert werden.



Eine akzeptable Übereinstimmung erfordert einen Intraklassen-Korrelationskoeffizienten von über 0,7, wobei die folgende Einteilung zugrunde gelegt wird:  $r < 0,2$  = sehr gering,  $r < 0,5$  = gering,  $r < 0,7$  = mittel,  $r < 0,9$  = hoch,  $r > 0,9$  = sehr hoch.

Wie Abb. 6 zu entnehmen ist, wiesen die festgestellten Verschmutzungsintensitäten eine recht hohe Streuung auf, welche durch die Berücksichtigung verschiedener Körperregionen und Tiere erklärt werden kann. Die Varianz innerhalb der einzelnen Bonituren, also zwischen den Beobachtern, fiel dagegen gering aus, was sich in den Übereinstimmungswerten widerspiegelt (vgl. Tab. 5).

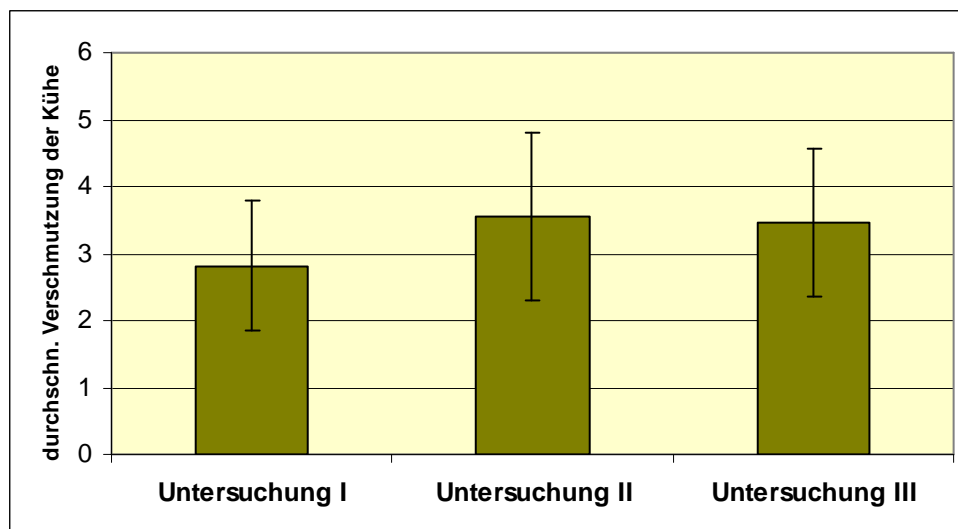


Abb. 6: Von den Beobachtern vorgenommene, durchschn. Bewertung der Verschmutzung der Kühe mittels Hygienescore innerhalb der drei Untersuchungen

Im ersten Durchlauf wurden durchschnittlich 58,3 % der Fälle übereinstimmend bonitiert. Unter Berücksichtigung der Varianzen lag die Reliabilität eines beliebigen Beobachters mit  $r_1 = 0,730$  im mittleren Bereich. Wie weiterhin in Tab. 5 aufgeführt, war die Reliabilität der über alle Beobachter zusammengefassten Urteile in einem sehr hohen Bereich angesetzt. Das bedeutet, dass die Durchschnittsbeobachtungen von vier zufällig ausgewählten anderen Beobachtern zu  $r_k = 0,915$  mit den in der Untersuchung vorgenommenen Bonitierungen korrelieren. In der zweiten Untersuchung lag eine 64,5 %-ige durchschnittliche Übereinstimmung vor. Die Intraklassen-Korrelationen fielen mit  $r_1 = 0,802$  und  $r_k = 0,924$  hoch bzw. sehr hoch aus. Der Anteil durchschnittlicher Übereinstimmungen war in der dritten Untersuchung mit 47,7 % im Vergleich zu den beiden ersten Tests etwas niedriger, wobei die Reliabilitäten unter Berücksichtigung der in der Untersuchung vorkommenden Varianzen mit  $r_1 = 0,680$  im mittleren und für  $r_k = 0,895$  im hohen Bereich lagen.

Tab. 5: Ergebnisse der Wiederholbarkeitsprüfung zum Hygienescore mittels Intra-Claas-Korrelationskoeffizient

<b>Evaluierung des Hygienescores (Interrater-Reliabilität)</b>			
	<b>Untersuchung I</b>	<b>Untersuchung II</b>	<b>Untersuchung III</b>
Anz. Beobachter	4	3	4
Anz. Tiere	40	20	40
Anz. Bonituren	280	140	280
<b>"Intra-Claas"- Korrelationskoeffizient</b>			
$\sigma^2_{zw}$	3,036	4,108	3,677
$\sigma^2_{in}$	0,257	0,312	0,386
$r_1$	0,730	0,802	0,680
$r_k$	0,915	0,924	0,895

Mittels einer gesonderten Betrachtung der Übereinstimmung von jeweils zwei Beobachtern sollte festgestellt werden, ob Unterschiede zwischen erfahrenen und unerfahrenen Beobachtern existieren. Für die Paarvergleiche wurde als Übereinstimmungsmaß das Kardinalskalen-Kappa (COHEN 1968) verwendet, welches die Grundlage für die Intra-Klassen-Korrelation bildet und daher äquivalent zu dieser eingesetzt werden kann (RAE 1988). Bei der Berechnung werden die Abweichungen der Urteile gewichtet und die Übereinstimmung als Konkordanzmaß  $\kappa$  (weighted-kappa) angegeben.

In allen drei Untersuchungen konnten keine nennenswerten Unterschiede in der Höhe der Übereinstimmung zwischen den verschiedenen Beobachtern ermittelt werden, d.h. weder zwischen ausschließlich geschulten oder ungeschulten, noch zwischen geschulten und ungeschulten Beobachtern. Die weighted-kappa-Werte lagen in der ersten Untersuchung zwischen  $\kappa = 0,51$  und  $0,60$  (mittelmäßige Übereinstimmung), im zweiten Durchlauf zwischen  $\kappa = 0,63$  und  $0,72$  (gute Übereinstimmung) und in der letzten Untersuchung zwischen  $\kappa = 0,47$  und  $0,58$  (mittelmäßige Übereinstimmung). Dabei erwiesen sich alle Beobachterübereinstimmungen als höchst signifikant ( $p \leq 0,001^{***}$ ).

Im Rahmen der Evaluierung des Hygienescores wurde neben der Beobachterübereinstimmung auch die Konsistenz der Urteile untersucht. Dazu wurde vier Beobachtern unwissentlich zweimal dasselbe Tier in zeitlichem Abstand zueinander vorgestellt. Die wiederholte Bonitur der einzelnen Körperregionen ergab, dass die Urteilskonsistenz zwischen  $r_k = 0,76$  und  $0,95$  in einem hohen bis sehr hohen Übereinstimmungsbereich lag. Die besten Werte hatten

mit  $r_k = 0,95$  und  $r_k = 0,85$  zwei erfahrene Anwender, zwei ungeschulte Personen wiesen niedrigere Korrelationskoeffizienten von  $r_k = 0,80$  und  $r_k = 0,76$  auf.

#### 4.1.2 Bewertungsschema für die Verletzungen der Kühe

Durch das Bonitierungsschema zu den Verletzungen der Kühe werden nominalskalierte Daten erzeugt, die in fünf Kategorien eingeteilt sind. Um die Beobachterübereinstimmung zu überprüfen, wurde das Nominalskalen-Kappa von COHEN (1960) verwendet, das eine Konkordanzanalyse bei mehrstufigen nominalen Merkmalen ermöglicht. Bei der Beurteilung spielt die Höhe der Abweichungen keine Rolle und wird nicht gewichtet. Bei der Berechnung wird der über den Zufall hinausgehende, tatsächlich aufgetretene Anteil konkordanter Urteile sowie der über den Zufall hinausgehende, theoretisch mögliche Anteil konkordanter Urteile berücksichtigt. Zur Überprüfung der Signifikanz der Beobachterübereinstimmung nach dem Nominalskalen-Kappa wird dessen Varianz errechnet und ein u-Test durchgeführt.

Neben der allgemeinen Konkordanz wurde auch die Höhe der Übereinstimmung in jeder einzelnen Urteilskategorie ermittelt. Dabei stellt das Konkordanzmaß  $\kappa$  das gewichtete Mittel aller kategorienspezifischen  $\kappa$ -Werte dar.

Die Bewertung des Konkordanzmaßes wurde nach folgendem Schema vorgenommen:

$\kappa < 0,4$  = geringe Übereinstimmung,  $\kappa = 0,4$  bis  $0,6$  = mittelmäßige/moderate Übereinstimmung,  $\kappa = 0,6$  bis  $0,8$  = gute Übereinstimmung,  $\kappa > 0,8$  = ausgezeichnete Übereinstimmung (nach LANDIS u. KOCH 1977, GREVE u. WENTURA 1997).

Abb. 7 stellt die Einschätzung der Verletzungen der Kühe in den drei Untersuchungen unter Berücksichtigung aller Körperregionen und aller teilnehmenden Beobachter dar. Dabei machte die Kategorie 0 (ohne Befund) mit 66,9 %, 80,2 % und 79,1 % jeweils den größten Anteil an den Bonituren aus. Haarlose und hautlose Stellen (Befundklassen 1 und 2) sowie gedeckte Umfangsvermehrungen (Befundklasse 3) kamen zwischen den Untersuchungen auf konstantem Niveau vor. Offene Umfangsvermehrungen (Befundklasse 4) traten in Untersuchung I mit einem geringen Anteil von 0,7 % auf, wohingegen diese in Untersuchung II gar nicht bonitiert wurden. Untersuchung III brachte einen Anteil von 3,2 % hervor.

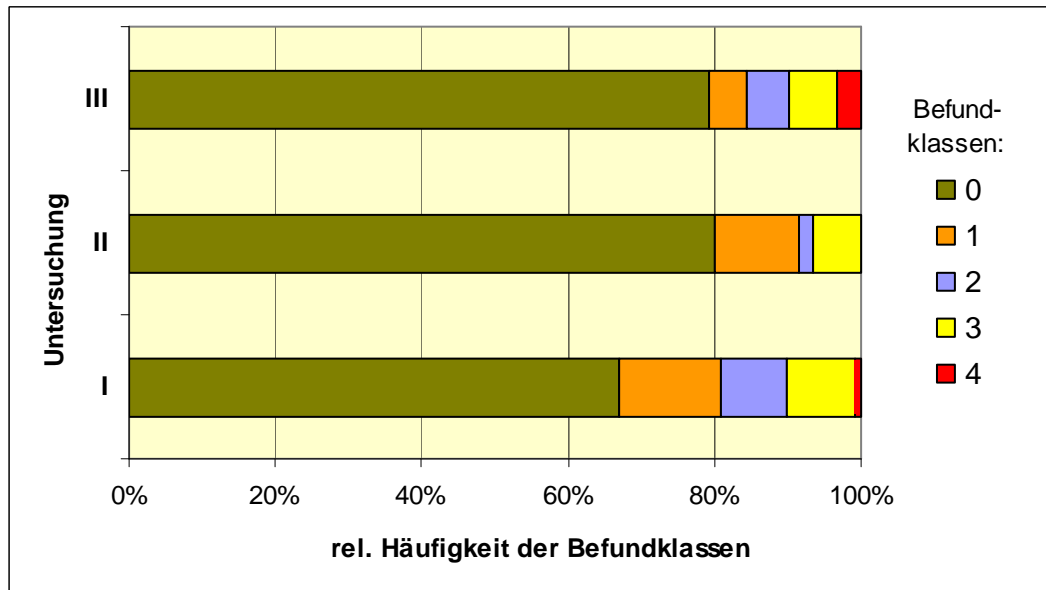


Abb. 7: Von den Beobachtern vorgenommene Einteilung der Befundklassen zu den Verletzungen der Kühe innerhalb der drei Untersuchungen

Tab. 6 zeigt die Ergebnisse der Evaluierung des Bewertungsschemas für die Verletzungen der Kühe. Beim ersten Test wurde eine durchschnittliche Übereinstimmung von  $p_0 = 74,5 \%$  erreicht, wobei der über den Zufall hinausgehende, tatsächlich aufgetretene Anteil konkordanter Urteile bei  $26,5 \%$  lag. Zusammen mit dem über den Zufall hinausgehenden, theoretisch möglichen Anteil konkordanter Urteile von  $52,0 \%$  ergibt sich ein mittelmäßiges Konkordanzmaß von  $\kappa = 0,510$ , welches als höchst signifikant getestet wurde. Zwischen den einzelnen Urteilkategorien wurden die höchsten Übereinstimmungen in der Befundklasse 4 (Umfangvermehrungen offen) mit  $\kappa = 0,590$  und in der Befundklasse 0 (kein Befund) mit  $\kappa = 0,576$  ermittelt.

Die zweite Untersuchung ergab eine hohe durchschnittliche Übereinstimmung von  $90,2 \%$  und eine zufällige Übereinstimmung von  $66,4 \%$ . Folglich lagen der Anteil überzufällig konkordanter Urteile bei  $23,8 \%$  und der theoretisch mögliche Anteil überzufälliger Übereinstimmungen bei  $33,6 \%$ . Demnach fiel das Konkordanzmaß mit  $\kappa = 0,709$  im Vergleich zum ersten Testdurchlauf höher aus und wies eine gute Übereinstimmung auf, die ebenfalls als höchst signifikant getestet wurde ( $p \leq 0,001$ ). In der Befundklasse 0 wurde eine sehr gute Übereinstimmung ermittelt, ebenso wurden in den Schadenskategorien 1 und 3 gute Ergebnisse erzielt (vgl. Tab. 6). Die Kategorie 2 wies lediglich eine geringe Konkordanz auf, die Kategorie 4 wurde in der Untersuchung nicht bonitiert.

In der dritten Untersuchung lag der Anteil aller konkordanten Urteile bei  $85,1 \%$ . Die theoretisch möglichen, überzufälligen Übereinstimmungen betragen  $36,1 \%$ , allerdings kam lediglich ein Anteil von  $21,2 \%$  an tatsächlichen überzufälligen Übereinstimmungen zustande. Die daraus resultierende mittelmäßige Konkordanz von  $\kappa = 0,586$  wurde mittels u-Test als höchst

signifikant getestet ( $p \leq 0,001$ ). Zwischen den Urteilkategorien gab es in Befundklasse 0 die beste Konkordanz ( $\kappa = 0,769$ ), dagegen wurde in der Befundklasse 1 ein sehr geringer  $\kappa$ -Wert von 0,281 ermittelt. Die übrigen Kategorien wiesen eine mittelmäßige Übereinstimmung auf.

Tab. 6: Ergebnisse der Wiederholbarkeitsprüfung zwischen mehreren Beobachtern zum Bonitierungsschema für Integumentschäden mittels Nominalskalen-Kappa

<b>Evaluierung des Bonitierungsschemas für Integumentschäden (Interrater-Reliabilität)</b>			
	<b>Untersuchung I</b>	<b>Untersuchung II</b>	<b>Untersuchung III</b>
Anz. Beobachter	4	3	4
Anz. Tiere	40	20	40
Anz. Bonituren	320	160	320
<b>Nominalskalen-Kappa</b>			
<b>P<sub>o</sub></b>	0,745	0,902	0,851
<b>P<sub>e</sub></b>	0,480	0,664	0,639
<b>κ</b>	0,510 ***	0,709 ***	0,586 ***
<b>Nominalskalen-κ für jede Urteilkategorie</b>			
<b>Befundklasse 0</b>	0,576 ***	0,828 ***	0,769 ***
<b>Befundklasse 1</b>	0,432 ***	0,624 ***	0,281 ***
<b>Befundklasse 2</b>	0,517 ***	0,387 ***	0,467 ***
<b>Befundklasse 3</b>	0,438 ***	0,644 ***	0,473 ***
<b>Befundklasse 4</b>	0,590 ***	/	0,524 ***
P <sub>o</sub> = Anteil durchsch. Übereinstimmung, P <sub>e</sub> = Anteil zufällige Übereinstimmung $\kappa = (P_o - P_e) / (1 - P_e)$ , wobei $P_o - P_e$ = Anteil überzufällige Übereinstimmung und $1 - P_e$ = Anteil überzufällige, theoretisch mögliche Übereinstimmung			

In den drei Untersuchungen konnten bei den Paarvergleichen geringfügige Unterschiede zwischen erfahrenen und unerfahrenen Anwendern festgestellt werden. Im ersten Durchlauf lagen die nominalen Kappa-Werte zwischen  $\kappa = 0,45$  und 0,67. Dabei schnitt die Auswertung der beiden geschulten Beobachter am besten ab ( $\kappa = 0,67$ ), die der beiden ungeschulten dagegen am schlechtesten ( $\kappa = 0,45$ ). Die Werte der Gegenüberstellung von geschulten und

ungeschulten Beobachtern lagen bei  $\kappa = 0,46, 0,48, 0,49$  und  $0,53$ . In der zweiten Untersuchung wurden höhere Konkordanzen zwischen  $\kappa = 0,68$  und  $0,75$  erreicht. In der dritten Untersuchung streuten die Werte zwischen  $\kappa = 0,45$  und  $0,72$ , wobei anhand dieser Ergebnisse keine Unterschiede bezüglich Erfahrung der Beobachter ausgemacht werden konnten. In allen drei Untersuchungen wurde eine weit überzufällige Übereinstimmung ermittelt (Untersuchung 1 und 3:  $p \leq 0,001^{***}$ , Untersuchung 2:  $p \leq 0,01^{**}$ ).

Im Rahmen der Evaluierung des Bonitierungsschemas für die Verletzungen der Kühe wurde, wie beim Hygienescore, zusätzlich zur Beobachterübereinstimmung auch die Urteilkonsistenz untersucht. Dazu wurde drei Beobachtern unwissentlich zweimal dasselbe Tier in zeitlichem Abstand zueinander vorgestellt. Die zweimaligen Bonituren der einzelnen Körperregionen ergaben durchschnittliche Übereinstimmungen von 100 %, 87,5 % und 62,5 %. Entsprechend wurden Kappa-Werte von  $\kappa = 0,49, 0,74$  sowie einer vollständigen Konkordanz von 1 ermittelt, die allesamt als überzufällige Übereinstimmungen signifikant geprüft wurden ( $p \leq 0,01^{**}$  bzw.  $p \leq 0,05^*$ ). Die beste sowie die schlechteste Urteilkonsistenz wurden jeweils von einem ungeschulten Beobachter erzielt. Der erfahrene Anwender belegte mit einer dennoch hohen Übereinstimmung den mittleren Platz.

## 4.2 Ist-Situation in den untersuchten Betrieben

### 4.2.1 Haltungs- und managementbezogene Daten

#### Betriebsdaten und Stallstruktur

In den 66 untersuchten Liegeboxenlaufstall-Betrieben wurden durchschnittlich 80 Kühe ( $79,9 \pm 28,5$ ) der Rasse Deutsche Holstein schwarz- bzw. rotbunter Züchtung gehalten. Abb. 8 stellt die Verteilung der in den Betrieben vorliegenden Herdengrößen dar.

Alle Betriebe waren an die Milchleistungskontrolle angeschlossen. Im Rahmen der Untersuchung wurde bei 32 Betrieben die aktuelle 305-Tage-Herdenmilchleistung erfasst, die mit durchschnittlich rund 9080 kg ( $s = \pm 1092$ ) ein insgesamt hohes Leistungsniveau aufwies. Allerdings konnte zwischen den Betrieben eine große Spannweite von 4419 kg festgestellt werden.

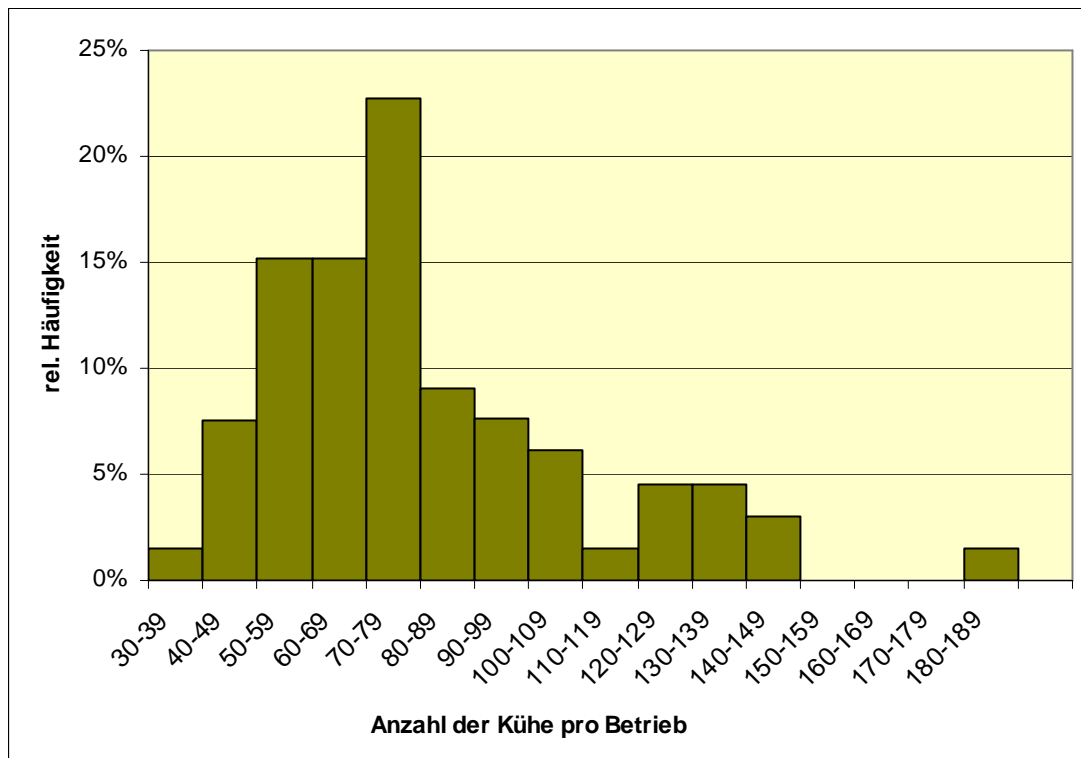


Abb. 8: Verteilung der in der Untersuchung vorliegenden Herdengrößen

Bezüglich des Stalldesigns waren die Milchkühe vor allem in klassischen dreireihigen (38,5 %) oder vierreihigen (35,4 %) Boxenlaufställen untergebracht. Dabei herrschten die Kombinationen aus einer bzw. zwei Einzel- und einer Doppelreihe vor.

Die Belegung lag in den untersuchten Betrieben bezüglich des Tier-Liegebox-Verhältnisses durchschnittlich bei 1 zu 1,01 ( $s = \pm 0,155$ ), so dass 50,0 % der Betriebe eine mind. ausgeglichene Besatzdichte aufwiesen. Bei den Fressplätzen war die Belegung in den untersuchten Betrieben zu 64,6 % nicht ausgeglichen (Mittelwert des Tier-Fressplatz-Verhältnisses: 1 zu 0,91;  $s = \pm 0,23$ ), wobei Minimalwerte von 1 zu 0,5 vorlagen (entspricht einem Fressplatz für zwei Tiere).

### Funktionsbereich Liegen

In der vorliegenden Untersuchung wurden die Tiere am häufigsten in Hochboxensystemen gehalten (42,4 %), Tiefboxen und hochverlegte Tiefboxen waren gleichstark vertreten (jeweils 24,2 %). Daneben kamen in geringfügigem Umfang (9,2 %) auch Betriebe mit mehreren Boxensystemen vor.

In 24 der 66 untersuchten Betriebe waren die Liegeboxen mit einem Kopfrohr ausgestattet. Als Liegeboxenabtrennung wurden in 48 Betrieben freitragende Boxenbügel vorgefunden. Pilzbügel kamen dagegen nur in 12 Betrieben vor, die restlichen Betriebe hatten beide Bü-

gelarten installiert. In 45 Betrieben wurden Bugbegrenzungen als Steuerungselemente eingesetzt, und zwar in 24 Betrieben als abgerundete Bugschwellen und in 19 Betrieben als Bugbretter. In den übrigen zwei Betrieben lagen sonstige Ausführungen vor.

Tab. 7 stellt die durchschnittlichen Funktionsabmessungen der vorgefundenen Liegeboxen, untergliedert in die Gesamtuntersuchung und die verschiedenen Boxensysteme, dar. Dabei konnten zwischen den Boxensystemen keine signifikanten Unterschiede bei den einzelnen Funktionsabmessungen festgestellt werden.

Tab. 7: In der Gesamtuntersuchung und in verschiedenen Boxensystemen ermittelte, durchschn. Liegeboxenmaße

Funktionsabmessungen	Gesamtuntersuchung	Hochboxen	Tiefboxen	hochverlegte Tiefboxen
Gesamtlänge der Liegebox	241,9 cm (± 14,7)	244,9 cm (± 16,5)	237,1 cm (± 14,6)	245,4 cm (± 9,2)
effektive Länge der Liegefläche	179,8 cm (± 10,5)	179,3 cm (± 6,7)	182,0 cm (± 12,0)	176,8 cm (± 10,6)
Boxenbreite	112,6 cm (± 4,3)	112,2 cm (± 5,1)	113,3 cm (± 3,5)	113,4 cm (± 3,9)
Höhe des Kopfrohrs	81,2 cm (± 18,7)	76,9 cm (± 22,8)	81,7 cm (± 2,9)	84,1 cm (± 20,6)
Höhe des Nackenriegels	113,5 cm (± 8,5)	114,5 cm (± 6,3)	114,4 cm (± 11,8)	111,9 cm (± 9,5)
horizontaler Abstand des Nackenriegels zur Kotsufe	162,4 cm (± 12,0)	164,6 cm (± 9,8)	159,5 cm (± 13,7)	158,0 cm (± 12,7)
Länge hinter der Bugbegrenzung	62,4 cm (± 18,7)	67,4 cm (± 19,8)	55,1 cm (± 18,0)	67,6 cm (± 17,5)
Höhe der Bugbegrenzung	17,4 cm (± 5,6)	16,6 cm (± 5,6)	17,9 cm (± 6,9)	16,3 cm (± 4,4)
Höhe des Liegeboxenbügels	55,2 cm (± 10,7)	53,7 cm (± 10,1)	60,1 cm (± 12,3)	52,2 cm (± 9,6)
Höhe der Kotstufe	24,8 cm (± 6,5)	22,7 cm (± 3,5)	26,1 cm (± 7,7)	27,8 cm (± 6,1)
Gefälle der Box	/	2,75 % (± 0,97) (Spannweite 0-5)	25 % Gefälle vorhanden	69,2 % Gefälle vorhanden
<i>Mittelwerte und Standardabweichungen, keine sign. Unterschiede zwischen den Boxensystemen</i>				

In den 28 untersuchten Hochboxensystemen wurden zu gleichen Teilen die Bodenbeläge „Weichbett“ und „Matratze“ (jeweils 8 Betriebe) eingesetzt. Einfache Gummimatten sowie mehrere Belagsarten wurden in jeweils 5 Betrieben vorgefunden. Zwei Betriebe verzichteten ganz auf einen Liegeboxenbelag. Die Stärken der Beläge schwankten mit einem Mittelwert von 26,0 (± 16,2) mm zwischen 4 und 50 mm. Das Durchschnittsalter der Beläge lag bei 8,6 (± 3,7) Jahren.

Als Einstreumaterial für Hochboxen diente in den untersuchten Betrieben vor allem Sägemehl bzw. Strohmehl (7 Betriebe) sowie gehäckseltes Stroh (6 Betriebe). Diese Materialien



wurden häufig auch mit Kalk gemischt (4 bzw. 5 der untersuchten Betriebe). Nur ein Betrieb verwendete keinerlei Einstreu, in den übrigen Betrieben wurden sonstige Mischungen eingesetzt. Die organische Abdeckung im hinteren Drittel des Hochboxenbelags war in über der Hälfte der Betriebe (53,1 %) nur lückenhaft ausgeprägt. Die restlichen Betriebe hatten zu etwa gleichen Teilen eine vollständige (21,4 %) oder nur vereinzelte (25,0 %) organische Abdeckung des Bodenbelags vorzuweisen.

In den 16 Tiefboxenbetrieben kam sechsmal die Strohkalkmatratze zum Einsatz, in 5 Betrieben lagen klassische Strohmistmatratzen vor. Sägemehlschüttungen und die Mischung aus Sägemehl und gehäckseltem Stroh wurden in jeweils 2 Betrieben eingesetzt. Auf einem anderen Betrieb bestand die Tiefboxenfüllung aus losem gehäckseltem Stroh.

In den 16 Betrieben, die mit hochverlegten Tiefboxen ausgestattet waren, wurden am häufigsten Strohmistmatratzen, Sägemehlschüttungen und Mischungen aus Sägemehl und gehäckseltem Stroh (jeweils 3 Betriebe) eingesetzt. Des Weiteren lag in zwei Betrieben eine Strohkalkmatratze vor. Die restlichen Betriebe hatten andere Materialien und Mischungen im Einsatz.

Die Häufigkeit der Boxenreinigung ergab bei den 66 Betrieben insgesamt ein einheitliches Bild, wonach 62 Betriebe ihre Boxen zweimal pro Tag oder häufiger reinigten. Bezüglich des Abstreuens feuchter Stellen in der Liegebox ergab sich für den zweimaligen Rhythmus eine etwas geringere Häufigkeit von 84,2 % der Betriebe. Weitere 5,3 % streuten einmal täglich ab, die restlichen Betriebe streuten dagegen weniger als jeden zweiten Tag (3,5 %) bzw. weniger als dreimal wöchentlich (7,0 %) ein.

### Funktionsbereich Laufen

Bei der Auswertung der Laufflächengestaltung wurden nur die Betriebe berücksichtigt, in denen eine einheitliche Ausführung im gesamten Stallbereich vorlag. Deswegen beziehen sich die nachfolgenden Angaben auf 51 Betriebe.

44 Betriebe waren mit Spaltenboden und 7 Betriebe mit planbefestigtem Boden ausgestattet. Als Bodenmaterial wurde in 49 Betrieben ausschließlich Beton eingesetzt. Von den zwei verbleibenden Betrieben hatte der eine Betrieb die planbefestigten Laufflächen mit Gummibelägen aus Bahnenware ausgelegt. Der andere Betrieb verwendete Gussasphalt als Bodenmaterial für die Planbefestigung.

Die Oberflächenstruktur des Betonbodens wurde auf einem Großteil der Betriebe nicht verändert. Zur Erhöhung der Rutschsicherheit waren die Flächen insgesamt in 6 Betrieben mit einer Besenstrich-Behandlung versehen, in 8 Betrieben gefräst und in 4 Betrieben geschnitten. In den Betrieben mit Spaltenböden als Laufflächengestaltung waren diese in 14 Fällen

aufgearbeitet, wobei eine annähernde Gleichverteilung der Behandlungsmethoden vorlag. Bei der Planbefestigung wurden von 5 Betonböden 4 bearbeitet, wobei in einem Betrieb eine Besenstrich-Aufräufung und in 3 Betrieben gefräste Oberflächen vorlagen. Das durchschnittliche Alter der Laufflächen bzw. der letzten Sanierung lag bei 10,49 ( $\pm$  6,66) Jahren und reichte von 1 bis 26 Jahren.

In 37 Betrieben waren die eingesetzte Spaltenart und in 34 Betrieben auch die Spaltenabmessungen im gesamten Stallbereich identisch. So wurde in einem Großteil der Betriebe (70,3 %) Flächenspalten verwendet. Bezüglich der Spaltenabmessungen betrugen die Auftrittsbreiten hauptsächlich 10 und 13 cm, wobei die Spannweite zwischen 8 und 16 cm reichte. Bei den Schlitzweiten waren vorrangig Abmessungen von 3,5 und 4 cm vertreten. Dabei kamen die Kombinationen der Auftritts- und Schlitzweiten von 9 und 3,5 cm, 10 und 3,5 cm und 13 und 3,5 cm besonders häufig vor.

In den 45 Betrieben, die eine einheitliche Laufflächenreinigung aufwiesen, wurde eine näherungsweise Gleichverteilung von stationären Schiebern, Schleppern und Handarbeit festgestellt. In 11 Betrieben waren stationäre Schieberanlagen zur Reinigung der Fress- und Laufgänge installiert, wobei 10 von diesen auf planbefestigten Böden liefen. Der Einsatz von Schleppern erfolgte in 10 Betrieben, und zwar ausschließlich auf Spaltenboden. Die Handreinigung wurde neunmal festgestellt und ebenfalls fast nur in Betrieben mit Spaltenböden durchgeführt. Nur in einem Fall wurde mit dieser Methode auch ein planbefestigter Stallbereich gereinigt. Kombinationsgeräte mit der Doppelnutzung aus Laufflächenreinigung und Liegeboxeneinstreu wurden in 4 Betrieben eingesetzt. Dagegen reinigten 11 Betriebe ihre Laufflächen gar nicht. Ein Verzicht der Reinigung wurde aufgrund des Selbstreinigungseffektes nur in Betrieben mit Spaltenbodenausstattung verzeichnet.

6 der 11 eingesetzten stationären Schieberanlagen waren mit einem Reinigungsintervall von über zehnmal pro Tag eingestellt, die restlichen 5 Anlagen lief zwischen vier- und neunmal täglich. Schlepper und Kombigeräte wurden ein- bis dreimal pro Tag zur Reinigung eingesetzt. Das Abschieben der Laufflächen von Hand wurde in fast allen Betrieben ebenfalls ein- bis dreimal täglich vorgenommen, nur ein Betrieb reinigte die Laufflächen jeden zweiten Tag.

Für 50 Betriebe konnte über die gemessene Länge und Breite der einzelnen Gänge die Gesamtgröße der Lauf- und Bewegungsflächen berechnet werden, was wiederum zur Berechnung der Kennzahl „m<sup>2</sup> Lauffläche pro Tier“ genutzt wurde. Demnach stand jedem Tier im Mittel der Betriebe 3,87 m<sup>2</sup> ( $\pm$  1,26) Lauffläche zur Verfügung. Dabei lag, je nach vorliegendem Stalldesign, eine Spannweite zwischen 2,08 und 7,38 m<sup>2</sup> / Tier vor.

Bezüglich der Klauengesundheitsprophylaxe gaben 35 der 65 ausgewerteten Betriebe an, Klauenbäder durchzuführen. Dabei wurden vor allem monatliche, zweiwöchentliche und wö-

chentliche Rhythmen bevorzugt. Bei den eingesetzten Mitteln handelte es sich hauptsächlich um Kupfer-Sulfat-Lösungen.

### Körperpflegeeinrichtungen

Zur Körperpflege der Tiere wurden in 60 der 66 untersuchten Betriebe Kuhputzbürsten eingesetzt. Die Anzahl der installierten Bürsten lag bei durchschnittlich 1,32 ( $\pm 0,79$ ) Bürsten pro Betrieb, wobei eine Spannweite von 0 bis 4 eingesetzten Bürsten vorlag. Dabei fiel die Ausstattung in Abhängigkeit zur Herdengröße in den einzelnen Betrieben sehr unterschiedlich aus. Im Mittel der Betriebe teilten sich 55 Tiere eine Bürste.

Die am häufigsten eingesetzten Bürstenarten waren zum einen die rotierende Diagonalbürste (35,7 %) und zum anderen die Kombination aus senkrecht und waagrecht angeordneten, fest installierten Bürstenteilen (26,2 %).

Als Standort für die Bürsten wurden vor allem die Fressgänge (44,2 % aller eingesetzten Bürsten) sowie die Durchgänge (36,0 %) bevorzugt. Dagegen wurden die Laufgänge seltener zur Anbringung einer Bürste verwendet (18,6 %), zudem hatte ein einziger Betrieb seine Bürste im Wartebereich angebracht.

### Funktionsbereich Fressen

Die Kennzeichen des Funktionsbereichs Fressen wurden für 52 einheitlich ausgestaltete Betriebe ausgewertet.

In der vorliegenden Untersuchung wurden als Fressgitterart hauptsächlich das Scheren-Fressgitter (43 Betriebe) und das Palisadengitter sowie das einfache Nackenrohr (jeweils 4 Betriebe) eingesetzt, ein weiterer Betrieb nutzte ein Diagonal-Fressgitter.

In 46 Betrieben war bei den Fressgittern eine Fixiermöglichkeit der Tiere vorgesehen. Weiterhin wiesen die Fressgitter in 7 Betrieben eine Neigung zum Futtertisch auf. Als Trogaufkantung wurden vor allem Beton (54,7 %) und Holz (30,2 %) verwendet.

Die durchschnittlichen Funktionsabmessungen der Fressgitter sowie deren Standardabweichungen sind in Tab. 8 dargestellt. Für das einfache Nackenrohr wurde eine Fressplatzbreite von 65 cm angenommen.

Tab. 8: In der Untersuchung ermittelte, durchschn. Funktionsabmessungen der Fressgitter

<b>Funktionsabmessungen</b>	<b>Mittelwert (sd)</b>
Höhe des Nackenrohrs	145,8 cm (± 10,7)
Oberkante des Brustrohrs	63,7cm (± 6,3)
Höhe Trogaufkantung vom Futtertisch	36,7 cm (± 9,4)
Futtertischniveau über Lauffläche	22,6 cm (± 12,3)
Fressplatzbreite	65,3 cm (± 3,0)
Kopfweite	28,2 cm (± 7,5)

### Futtermversorgung

Zusätzlich zur Fressplatzgestaltung wurden auch fütterungstechnische Kriterien erhoben. Die Oberfläche des Futtertisches war bei einem Großteil der 66 Betriebe aus Beton (30 Betriebe), mit Fliesen versehen (15 Betriebe) oder mit Epoxydharz (17 Betriebe) beschichtet. Der Zustand der Oberfläche wurde dabei zu 89,2 % als glatt bezeichnet.

Bezüglich des Fütterungsmanagements gaben 48 der Betriebe an, einmal täglich zu füttern, die restlichen Betriebe fütterten die Tiere zweimal täglich bzw. ein Betrieb führte eine dreimalige Fütterung durch. Die anfallenden Futterreste wurden in 60 Betrieben mindestens einmal am Tag entsorgt, so dass ein besenreiner Futtertisch zur Fütterung vorlag.

Als Fütterungstechnik standen vor allem Futtermischwagen (80,3 %), aber auch Futtermittelwagen (12,1 %) und vereinzelt Siloblocksneider (3,0 %) zur Verfügung. Dabei wurde in 15 der untersuchten Betriebe eine Totale Mischration und in 17 Betrieben eine Teilmischration vorgelegt. In 28 Betrieben wurden die Tiere ausschließlich über die Kraffutterstation mit Kraffutter versorgt. Beim Einsatz von Kraffutterstationen stand eine Station durchschnittlich 27,8 (± 6,15) Tieren zur Verfügung, wobei eine große Spannweite von 20 bis 50 Tieren pro Station festgestellt werden konnte.

### Wasserversorgung

Bezüglich der Wasserversorgung standen den Tieren in den 66 untersuchten Betrieben im Durchschnitt 4 (± 2,2) Tränkestellen zur Verfügung, in Abhängigkeit zu der jeweiligen Her-

den Größe wurden umgerechnet 22,6 Tiere pro Tränke verzeichnet. Dabei waren etwa gleich viele Trogtränken wie Einzeltiertränken vorhanden.

58,5 % der installierten Tränken waren in den Durchgängen untergebracht, davon ein Großteil (60,1 %) als Trogtränken. In den Fressgängen waren dagegen eher Einzeltränken installiert (61,5 % gegen 38,5 % Trogtränken). Die Laufgänge und auch der Wartebereich dienten eher weniger als Standort für die Wasserversorgung (9,5 bzw. 2,3 % der installierten Tränken). In diesen Bereichen waren mehr Einzeltränken als Trogtränken vorzufinden.

Die Reinigung der Tränken wurde in den meisten Betrieben im wöchentlichen Rhythmus (57,7 %) durchgeführt. Bei der Unterscheidung der Reinigungsintervalle untergliedert nach den verschiedenen Tränkearten fällt auf, dass die Einzelplatztränken in vielen Fällen wesentlich seltener gereinigt wurden als Trogtränken.

Als weitere Kennzahl wurde die verfügbare Trogtränkenlänge pro Tier berechnet. Diese lag im Mittel der Betriebe bei 5,60 ( $\pm 2,35$ ) cm pro Tier, wobei die Werte zwischen 1,67 cm und 11,27 cm streuten.

#### **4.2.2 Tierbezogene Daten (Vergleichswerte)**

Die deskriptiv ausgewerteten, tierbezogenen Daten stellen die Ist-Situation der untersuchten Tiere in den Betrieben dar und sollen im Expertensystem als Vergleichswerte für die einzelbetriebliche Schwachstellenanalyse genutzt werden (Benchmarking).

##### Laufverhalten

Das Laufverhalten wurde anhand des Indikators der Kopfhaltung horizontal zur Rückenlinie gemessen, wobei eine Unterteilung der Abwinkelung unter 20° und über 20° Grad Winkelmaß vorgenommen wurde. Insgesamt wurden 717 laufende Tiere bonitiert, die Ergebnisse wurden als relative Häufigkeiten der beiden Kategorien dargestellt.

Als Mittelwert der 66 Betriebe wurde für die Kopfhaltung unter 20° Grad eine Häufigkeit von 81,8 % errechnet, folglich ergab sich für den Komplementärfall, also das Laufen mit einer Kopfhaltung über 20° Grad, ein durchschnittlicher Wert von 18,2 %. Die in den einzelnen Betrieben gemessenen Häufigkeiten erstreckten sich von 0 bis 100 Prozent, so dass die Standardabweichung in beiden Fällen einen Wert von  $sd = \pm 20,5$  % ergab.

### Abliegeverhalten

Das Abliegeverhalten wurde durch die Indikatoren der definierten Abliegedauer „ $\leq 30$  Sekunden“, „zwischen 30 und 60 Sekunden“ und „ $\geq 60$  Sekunden“ dargestellt. Insgesamt wurden 578 Abliegevorgänge bonitiert, welche für jeden Untersuchungsbetrieb als einzelbetriebliche Häufigkeiten zusammengefasst wurden.

Abb. 9 zeigt die in der Untersuchung ermittelten Durchschnittswerte der obigen Kategorien von 64 ausgewerteten Betrieben, wobei die starke Streuung der Häufigkeiten in den einzelnen Betrieben deutlich wird. So wurde auch bei diesem Indikator eine maximale Spannweite der Häufigkeiten von 0 bis 100 % festgestellt.

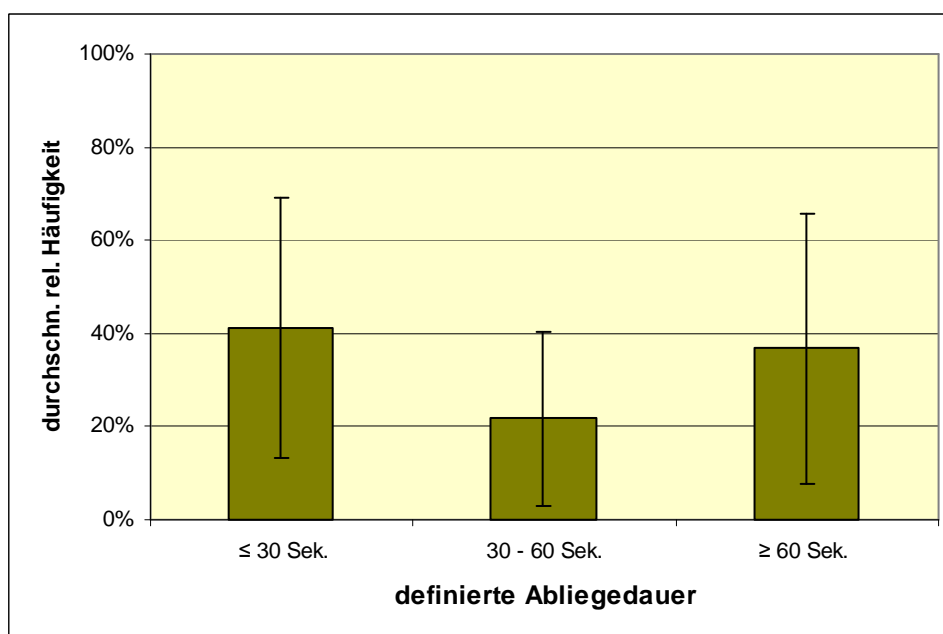


Abb. 9: Durchschn. rel. Häufigkeiten der in den untersuchten Betrieben ermittelten definierten Abliegedauern (Mw und sd)

### Aufenthaltort bzw. Tätigkeit der Tiere

In Tab. 9 sind die durchschnittlichen Häufigkeiten der Aufenthaltsorte der Kühe drei Stunden nach der Fütterung von 62 ausgewerteten Betrieben dargestellt, wobei insgesamt 4616 Kühe bonitiert wurden. Zudem werden die Standardabweichungen sowie Minimal- und Maximalwerte der untersuchten Betriebe angegeben. Dabei lassen die großen Spannweiten vermuten, dass zwischen den Betrieben erhebliche Unterschiede vorlagen.

Tab. 9: Durchschnittswerte der Aufenthaltsorte der Kühe drei Stunden nach der Fütterung in den untersuchten Betrieben

Aufenthaltsort / Aktivität der Kühe	Mittelwert (sd)	Minimal- / Maximalwert
Fressgitter (Fressen)	22,8 % (± 9,4)	2,7 - 48,9 %
Futtergang (Stehen / Laufen)	6,4 % (± 4,9)	0,0 - 26,2 %
Boxengang (Stehen / Laufen)	5,1 % (± 5,0)	0,0 - 25,0 %
Stehen mit 2 Beinen in der Box	7,4 % (± 4,3)	0,0 - 23,6 %
Stehen mit 4 Beinen in der Box	4,4 % (± 4,0)	0,0 - 16,5 %
Liegen in Liegebox	53,6 % (± 10,9)	26,1 - 82,1 %
Liegen auf Lauffläche	0,2 % (± 0,7)	0,0 - 3,1 %

### Liegepositionen

In 62 Betrieben wurden insgesamt 2398 Liegepositionen erfasst und den Kategorien entsprechend in einzelbetriebliche Häufigkeiten umgerechnet. Abb. 10 fasst die in den Betrieben festgestellten Häufigkeiten der einzelnen Liegepositionen zusammen. In der Auswertung wird deutlich, dass die Tiere am häufigsten Brustlagen einnahmen und auch Hinterbeinstreckungen häufig durchgeführt wurden.

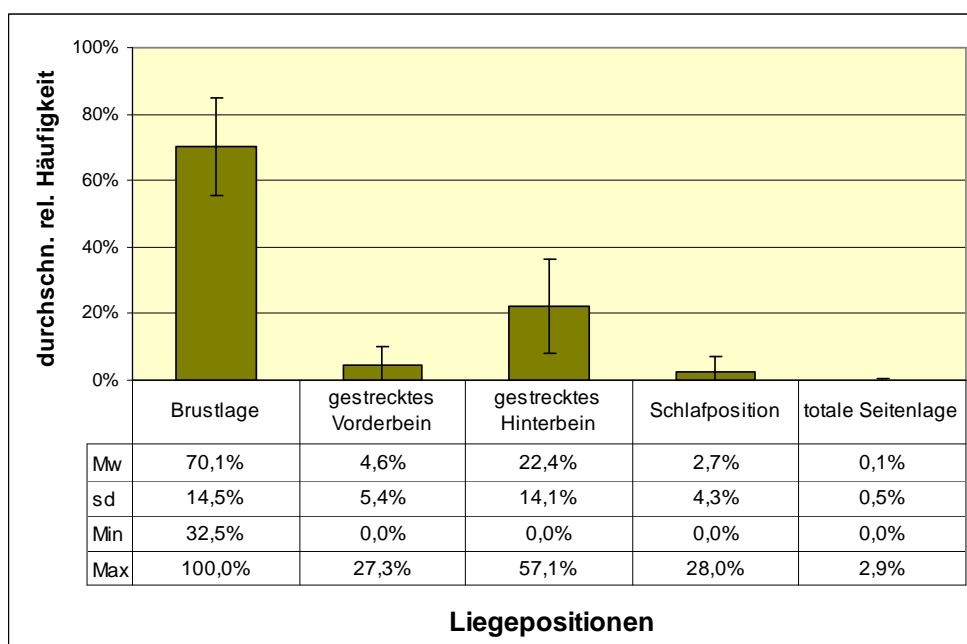


Abb. 10: In der Untersuchung festgestellte durchschn. rel. Häufigkeiten der einzelnen Liegepositionen der Kühe (Mw, sd, Min., Max.)

Die hohen Standardabweichungen und zum Teil großen Spannweiten der Daten machen deutlich, dass extreme Schwankungen der einzelbetrieblichen Werte vorliegen müssen. Dabei fiel auf, dass bestimmte Liegepositionen in den untersuchten Betrieben häufig nicht auftraten (Minimalwert 0,0 %). So konnten in 5 Betrieben keine Hinterbein- und in 24 Betrieben keine Vorderbeinstreckungen beobachtet werden. Die Schlafposition wurde in 34 Betrieben nicht beobachtet. Des Weiteren wurde die Liegeposition „totale Seitenlage“ in der Untersuchung nur in drei Betrieben festgestellt, wobei die Häufigkeiten innerhalb der drei Herden ähnliche Werte aufwiesen (2,1 %, 2,4 % und 2,9 %).

Abkoten in der Liegebox

In der vorliegenden Untersuchung wurden insgesamt 5305 Liegeboxen bezüglich ihrer Kotverschmutzung bonitiert. Im Mittel der 66 Betriebe waren insgesamt 15,6 (± 11,9) % aller vorhandenen Boxen verschmutzt. Dabei traten Spannweiten des Anteils verschmutzter Boxen von 0,0 % bis 59,0 % auf, wobei nur ein Betrieb keinerlei Verschmutzungen aufzuweisen hatte.

Bei der Gesamtverschmutzung wurde weiterhin zwischen dem Anteil mittiger und dem Anteil seitlicher Kotverschmutzungen unterschieden. Mittige Verschmutzungen wurden durchschnittlich zu 5,9 (± 4,4) % und seitliche Verschmutzungen zu 9,7 (± 7,0) % festgestellt.

Verschmutzung der Kühe

Der Verschmutzungszustand der Kühe wurde anhand des Hygienescores (Scorenoten 1 bis 6) an sieben Körperregionen der rechten Körperhälfte bonitiert. Im Rahmen der Auswertung der Untersuchungsbetriebe wurden die Mittelwerte der jeweiligen Körperregionen von insgesamt 1351 bonitierten Kühe gebildet, welche zusammen mit den Standardabweichungen in Tab. 10 dargestellt sind. Dabei wird ersichtlich, dass die Regionen Schwanz, Schwanzquast und Unterbein die höchsten Mittelwerte und somit die durchschnittlich stärksten Verschmutzungen aufwiesen.

Tab. 10: In der Untersuchung festgestellte Mittelwerte zum Verschmutzungszustand der einzelnen Körperregionen der mittels Hygienescore bonitierten Kühe

Körperregion	Hinterhand	Kreuz	Euter / Bauch	Schwanz	Schwanzquast	Sitzbein	Unterbein
Mittelwert (sd)	2,89 (± 1,12)	2,30 (± 0,80)	2,43 (± 0,93)	3,24 (± 1,17)	3,56 (± 1,26)	2,83 (± 1,14)	3,44 (± 1,12)



Abb. 11 stellt die in der Untersuchung vorliegende Verteilung der Verschmutzungsintensitäten innerhalb der verschiedenen Körperregionen gegenüber.

Die Hinterhand wies in fast 70 % der Fälle Verfärbungen und Spritzer (Scorenote 2 und 3) auf. Im Bereich des Kreuzes waren sogar 82 % der Tiere verfärbt, wogegen die Anzahl der sauberen Tiere (Scorenote 1) aber etwas höher ausfiel als bei der Hinterhand (11,9 % zu 5,8 %).

Die Körperregionen Euter und Bauch waren zu 12,2 % sauber, demgegenüber hatten aber genauso viele Tiere (12,4 %) Anhaftungen von Kot und Klutenbildung (Scorenoten 4, 5 und 6) in diesem Bereich zu verzeichnen.

Im Bereich des Schwanzes lagen bei 22,1 % der Tiere Kotanhaftungen und zu weiteren 16,6 % Klutenbildung vor. Nur 3 % der Schwänze waren dagegen als sauber anzusehen. Auch beim Schwanzquast zeigte sich ein ähnliches Bild: 25,6 % der Quaste waren verkotet bzw. verklutet, dagegen waren lediglich 1,3 % ohne Verschmutzungen.

Die Sitzbeine der Tiere wiesen zu 65,4 % Verfärbungen oder Spritzer und zu 27,3 % Kot- oder Klutenanhaftungen auf.

Die Unterbeine waren nur zu einem sehr geringeren Anteil von 0,7 % in sauberem Zustand. Häufig konnten jedoch Kotanhaftungen (24,1 %) und auch Klutenbildungen (19,7 %) beobachtet werden.

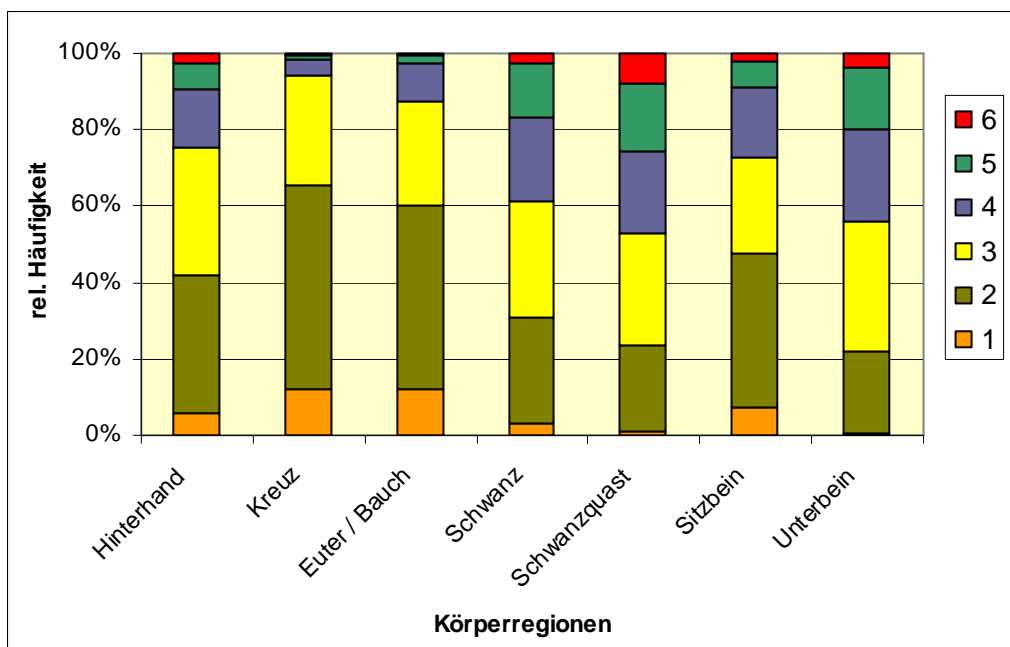


Abb. 11: In der Untersuchung festgestellte rel. Häufigkeiten der verschiedenen Verschmutzungsintensitäten (Scorenoten 1 bis 6) der einzelnen Körperregionen der Tiere

Verletzungen der Kühe

Der Verletzungszustand der Tiere wurde anhand von 5 Schadensklassen (Scorenote 0 bis 4) bonitiert. Die Bonitur erfolgte bei 1348 Tieren an acht Körperstellen der rechten Körperseite.

In der vorliegenden Untersuchung stellten sich die Karpal- und Tarsalgelenke sowie die Wirbelsäule als die am häufigsten verletzten Körperstellen heraus. Die Verteilung der Befunde ist in Abb. 12 dargestellt. Während die Regionen Wirbelsäule und Karpalgelenk auf 87,1 % bzw. 78,0 % befundfreie Bonituren kamen, konnten die Tarsalgelenke lediglich zu 46,8 % als befundfrei eingestuft werden. Dabei waren die Wirbelsäulen vor allem durch haarlose Stellen (5,0 %) und gedeckte Umfangsvermehrungen (6,6 %) belastet. Bei den Karpalgelenken zeigte sich indes ein ähnliches Bild (haarlos Stellen: 14,5 %; gedeckte Umfangsvermehrungen: 6,0 %). Die Tarsalgelenke waren zu 30,9 % durch haar- und zu 12,5 % durch hautlose Stellen gekennzeichnet. Umfangsvermehrungen traten dort zu 9,7 % auf.

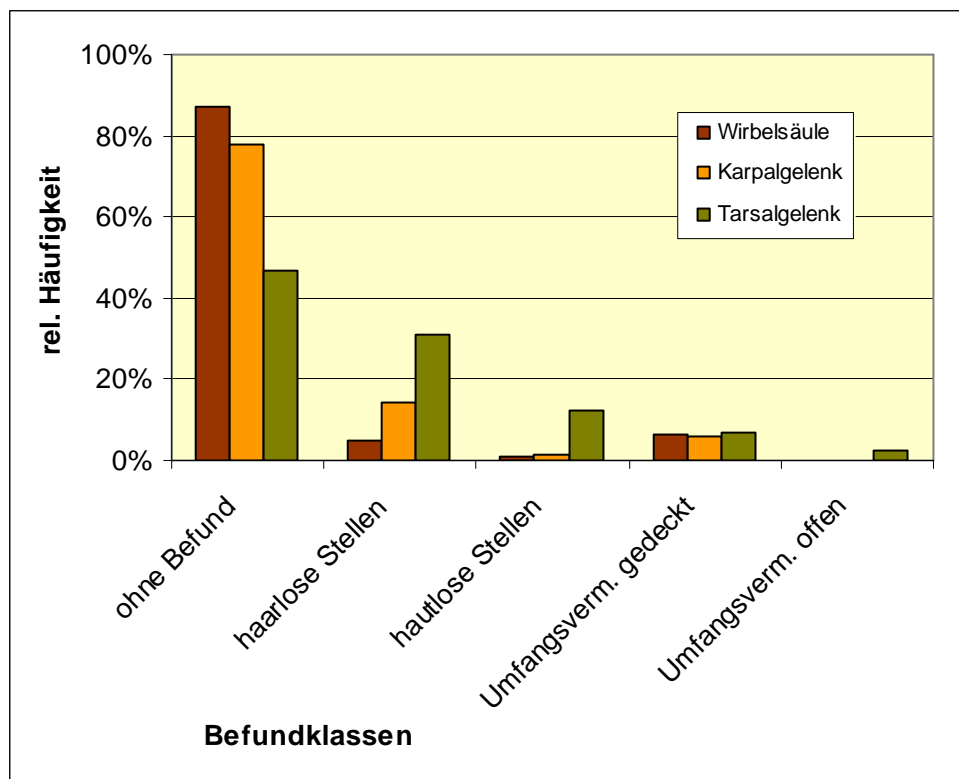


Abb. 12: In der Untersuchung festgestellte rel. Häufigkeiten der Befunde an den Körperregionen der Wirbelsäule sowie des Karpal- und Tarsalgelenkes der Kühe

Neben diesen Körperregionen wurden auch die Wamme, die vordere und hintere Fessel, das Knie und der Widerrist der Tiere bonitiert.

Die Körperregion der Wamme wurde dabei zu 97,9 % ohne besonderen Befund eingestuft. Lediglich 1,9 % der Tiere wiesen dort haarlose Stellen auf, die übrigen Einstufungen entfielen auf vereinzelte hautlose Stellen sowie gedeckte Umfangsvermehrungen.

Ein ähnliches Bild ergab sich auch bei der Auswertung der Ergebnisse zur vorderen und hinteren Fessel: Diese waren zu 97,3 % bzw. 96,7 % befundfrei und hatten 2,2 % bzw. 2,3 % haarlose Stellen aufzuweisen.

Beim Knie traten Verletzungen mit einer Häufigkeit von 5,4 % auf, wovon 3,6 % haar- und 1,4 % hautlose Stellen sowie 0,3 % gedeckte und 0,1 % offene Umfangsvermehrungen waren.

Im Bereich des Widders wurden bei 7,2 % der Tiere Befunde festgestellt, darauf entfielen 4,7 % haarlose und 0,1 % hautlose Stellen sowie 2,3 % gedeckte und 0,1 % offene Umfangsvermehrungen.

### 4.3 Referenzwerte für die Schwachstellenanalyse

Zur Beurteilung der einzelbetrieblichen Situation mittels Benchmarking wurden im Rahmen der Schwachstellenanalyse für die tierbezogenen Indikatoren verschiedene Referenzwerte festgelegt (nach PELZER et al. 2011b):

Der *Zielwert* wird in diesem Zusammenhang als anzustrebender, nach bisherigen Erkenntnissen vermeintlicher Idealzustand definiert. Durch die Einhaltung bzw. Überschreitung des Zielwertes ist die Voraussetzung zur Vermeidung von Beeinträchtigungen der Tiere erfüllt, so dass keine weiteren Verbesserungen in der Haltungsbedingung angestrebt werden müssen.

Der *Richtwert* kann im engeren Sinne als Orientierungswert interpretiert werden, dessen Einhaltung empfohlen wird, um Beeinträchtigungen der Tiere zu vermindern. Dabei wurden bedeutsame Effekte erzielt, dennoch sind weitere Verbesserungen in Richtung Zielwert möglich.

Der *Grenzwert* dient zur Einhaltung von Mindestanforderungen an die Haltungsbedingungen und stellt die Grenze zwischen einem akzeptablen und einem nicht akzeptablen Ergebnis dar. Die festgelegten Grenzwerte dürfen je nach Ausprägung des Merkmals nicht über- oder unterschritten werden, da sonst negative Auswirkungen auf die Tiergerechtigkeit erwartet werden können. In diesen Fällen sind weitreichende Verbesserungen der Haltungsbedingungen unbedingt erforderlich.

Für bestimmte Kriterien wurden zusätzlich zu den aufgeführten klassischen Referenzwerten *Referenzbereiche* mit oberem und unterem Referenzwert sowie einem Richtwert festgelegt. Diese Vorgehensweise erscheint sinnvoll, wenn sowohl ein vermehrtes als auch verringertes Auftreten bestimmter Verhaltensweisen auf Defizite innerhalb der Haltungsbedingungen hinweisen können.

Die Festlegung der Werte erfolgte anhand fachlicher Überlegungen (unter Berücksichtigung der in der Literatur festgelegten Zielwerte) sowie unter Hinzuziehung statistischer Verfahren. Dazu diente der aus der Felderhebung vorliegende Datenpool als Vergleichsgruppe. Als statistische Kennzahlen wurden die Mittelwerte und Standardabweichungen sowie die Quartile der tierbezogenen Indikatoren verwendet:

Die Mittelwerte und Standardabweichungen wurden bereits in Abschnitt 4.2.2 dargestellt. Zur Aufdeckung von Schwachstellen wurde für normalverteilte Daten der Wertebereich der einfachen Standardabweichung herangezogen, der rund 68 % aller vorkommenden Werte beinhaltet, und als Normalbereich für die Schwachstellenanalyse festgelegt.

Daneben wurden auch die Quartile ( $Q_{0,25}$ ,  $Q_{0,5}$  und  $Q_{0,75}$ ), also die Viertelwerte der vorgegebenen Datenverteilungen, berücksichtigt, unterhalb derer ein Anteil von 25 %, 50 % und 75 % der Verteilung liegt (Unterschreitungsanteil). Hierdurch konnten die 25 % besten und die 25 % schlechtesten Betriebe der Untersuchung als Referenz ermittelt werden.

Die Betrachtung unterschiedlicher Quantile (Quartile sowie Perzentile) bringt zudem den Vorteil, dass die in der Untersuchung vorgefundenen Ergebnisse der tierbezogenen Indikatoren in Bezug auf vergleichbare Boxenlaufställe angegeben werden. Dadurch kann eine annähernde Einschätzung der Einhaltung der Referenzwerte in Praxisbetrieben vorgenommen werden. Die statistisch ermittelten Werte wurden zugunsten der besseren Praktikabilität zu einfach zu handhabenden Kennzahlen zusammengefasst.

Eine Übersicht über alle für die verschiedenen tierbezogenen Indikatoren festgelegten Referenzwerte findet sich im Anhang (siehe Abb. 30).

### **4.3.1 Verhaltensparameter der Kühe**

#### Kopfhaltung

Für eine hohe Kopfhaltung (unter 20° Grad zur horizontalen Rückenlinie) wird als Zielwert eine Häufigkeit von 100 %, ein Richtwert von  $\geq 80$  % und ein Grenzwert von  $\geq 60$  % der bonitierten Tiere festgelegt. Komplementär ergibt sich für eine niedrige Kopfhaltung (über 20° Grad zur horizontalen Rückenlinie) ein Zielwert von 0 %, ein Richtwert von  $\leq 20$  % und ein Grenzwert von  $\leq 40$  %. In der Untersuchung konnten die Zielwerte von 25 % der Betriebe erreicht werden.

### Abliegedauer

Für eine Aussage zur Tiergerechtheit eignen sich vorrangig die Indikatoren einer Abliegedauer von unter 30 Sekunden sowie von über 60 Sekunden.

Aufgrund fachlicher Gesichtspunkte wird für eine schnelle Abliegedauer von unter 30 Sekunden ein Zielwert von 100 % der Tiere angenommen. Als Richtwert wird eine Häufigkeit von  $\geq 70$  % und als Grenzwert eine Häufigkeit von  $\geq 40$  % festgelegt.

Dementsprechend ist aus fachlicher Sicht eine langsame Abliegedauer von über 60 Sekunden mit einem Zielwert von 0 % zu versehen. Für den Richtwert wird eine Häufigkeit von  $\leq 10$  % und für den Grenzwert von  $\leq 30$  % der bonitierten Tiere angenommen.

Um eine praxisnahe, realistische Einschätzung des Abliegeverhaltens in Liegeboxenlaufställen zu erhalten, wurden die Grenzwert-Vorgaben so festgelegt, dass diese statistisch von etwa 50 % der Untersuchungsbetriebe erfüllt wurden.

PELZER et al. (2011b) legten in ihrer Bewertungsmatrix für die hier definierte Abliegedauer unter 60 Sekunden einen Zielwert von 95 %, als Richtwert wurde eine Häufigkeit von 90 bis 95 % angegeben. Als unerwünschte Abweichung definieren die Autoren einen Anteil von unter 80 %.

### Aufenthaltort der Kühe

Aufgrund der vielfältigen Abhängigkeiten der Indikatoren des Aufenthaltsortes untereinander und deren unterschiedlichen Bewertbarkeit erscheint es sinnvoll, neben den empfohlenen Richtwerten zusätzlich Referenzbereiche festzulegen. Diese geben den akzeptablen Wertebereich an und sollten weder unter- noch überschritten werden.

Wie Tab. 11 verdeutlicht, sollte das Liegen in der Liegebox mit einem Anteil von etwa 60 % beobachtet werden. Zudem wurde ein Referenzbereich von 50 bis 75 % festgelegt, da ein zu geringer Tieranteil auf Schwachstellen im Liegebereich und eine unzureichende Synchronisierung der Ruhephase hinweisen kann. Ein sehr hoher Anteil an liegenden Tieren kann dagegen durch Probleme der Tiere beim Aufstehen und Abliegen sowie eine inaktive, lethargische Herde verursacht werden.

Für das Stehen der Kühe im Fressgitter wird ein Richtwert von 22 % angegeben, wobei die einzelbetrieblichen Beobachtungswerte von 15 bis 30 % schwanken dürfen. Der Aufenthalt im Fress- oder Laufgang sollte zu 6 % bzw. 5 % beobachtet werden. Dabei sollen die Tiere die Gänge vor allem als Verkehrsflächen (zum Futtertisch bzw. zu den Liegeboxen) sowie zur Auslebung ihres natürlichen Bewegungsdrang nutzen. Ein dauerhafter Aufenthalt in den Laufgängen (und damit verbunden der übermäßige Kontakt der Klauen zu den feuchten

Laufflächen), beispielsweise aufgrund einer zu geringen Akzeptanz der Liegeboxen, sollte vermieden werden.

Das Stehen der Kühe in den Liegeboxen sowohl mit zwei als auch mit vier Beinen wurde jeweils mit einem Höchstwert von 7 % versehen, wobei Richtwerte von 3 bzw. 4 % empfohlen werden. Je nach einzelbetrieblicher Situation sollten optimalerweise keine dauerhaft in den Boxen stehenden Kühe beobachtet werden, da sowohl die (korrekt eingestellten) Steuerungselemente der Liegebox als auch ein hoher Komfort der Liegefläche die Tiere zum baldigen Ablegen verleiten sollten. Dem Indikator „Liegen auf der Lauffläche“ wurde sowohl ein Richtwert als auch ein Referenzbereich von 0 % zugeschrieben, da dieses Verhalten grundsätzlich als unakzeptabler Zustand in einer Haltungsbedingung angesehen wird.

Bezüglich des Liegens in der Liegebox sowie des Aufenthaltes am Fressgitter und im Fressgang wurden die Werte von etwa 68 % der untersuchten Betriebe erfüllt, bei den Indikatoren „Aufenthalt im Boxengang“, „vierbeiniges Stehen in der Liegebox“ und „Liegen auf der Lauffläche“ waren es sogar über 75 % der Betriebe. Der Referenzbereich für das Stehen in der Liegebox mit zwei Beinen konnte laut Median-Quantil von 50 % der Betriebe eingehalten werden.

Tab. 11: Im Rahmen der Schwachstellenanalyse festgelegte Richtwerte und Referenzbereiche zu den Indikatoren des Aufenthaltsortes der Kühe

Aufenthaltsort	Richtwert	Referenzbereich
Liegen in Liegebox	60%	50 - 75 %
Fressgitter (Fressen)	22%	15 - 30 %
Fressgang (Stehen/Laufen)	6%	2 - 10 %
Boxengang (Stehen/Laufen)	5%	0 - 7 %
Stehen mit 2 Beinen in Box	3%	0 - 7 %
Stehen mit 4 Beinen in Box	4%	0 - 7 %
Liegen auf Lauffläche	0%	0%

In der Literatur finden sich zu einigen der Indikatoren ebenfalls Richtwertangaben. So legten ZEEB (1985) und BOCK (1990) in ihrem Bewertungsschema zur Beurteilung tiergerechter Laufställe für Milchvieh einen Sollwert für die Anzahl der gleichzeitig liegenden Tiere von 80 % fest, da während der Hauptruhezeit der höchste Grad der Synchronisierung des Rinder-

verhaltens festgestellt werden soll (ZEEB u. BMMERT 1984). Des Weiteren schlägt BOCK (1990) für außerhalb der Liegebox liegende Tiere einen Sollwert von  $< 5\%$  vor, da hierbei auch Anpassungsschwierigkeiten von neu in die Herde hinzugekommenen Tieren berücksichtigt werden müssen.

Die Autoren des DLG-Merkblattes 381 (DLG 2012b) geben an, dass der Anteil der drei Stunden nach der Fütterung liegenden Kühe bei  $2/3$  der Herde liegen sollte. Zudem sollte der Anteil der mit zwei oder vier Beinen auf der Liegefläche stehenden Tiere weniger als  $20\%$  betragen (DLG 2012b).

PELZER et al. (2011b) empfehlen für das Kriterium „Stehen in der Liegebox“ umgerechnet einen Zielwert von  $< 6\%$  für den Boxenkontakt mit vier Beinen und  $< 1\%$  für den Boxenkontakt mit zwei Beinen. Weiterhin wird die stärkste unerwünschte Abweichung mit  $8\%$  bzw.  $3\%$  angegeben (PELZER et al. 2011b).

### Liegepositionen der Kühe

Ebenso wie beim Aufenthaltsort der Kühe wurde auch bei der Bewertung der Häufigkeit der Liegepositionen auf die Kombination von Richtwerten mit entsprechenden Referenzbereichen zurückgegriffen. Diese sind in Tab. 12 dargestellt.

Tab. 12: Im Rahmen der Schwachstellenanalyse festgelegte Richtwerte und Referenzbereiche zu den unterschiedlichen Liegepositionen

Liegepositionen	Richtwert	Referenzbereich
Brustlage	65%	55 - 80%
gestr. Vorderbein	7,5%	5 - 15 %
gestr. Hinterbein	20%	10 - 35 %
Schlafposition	5%	3 - 7 %
totale Seitenlage	2,5%	1 - 3 %

Die Brustlage sollte zu  $65\%$  eingenommen werden, wobei der akzeptable Wertebereich zwischen  $55$  und  $80\%$  liegt. In der Untersuchung konnten über  $50\%$  der Betriebe den Referenzbereich einhalten.

Für die Festlegung der Werte der nicht-normalverteilten Daten der Vorderbeinstreckungen wurden sowohl die Ergebnisse aller  $62$  untersuchten Betriebe als auch die Ergebnisse der  $38$  Betrieben betrachtet, die überhaupt Vorderbeinstreckungen zu verzeichnen hatten. Da Vor-

derbeinstreckungen zur Entspannung der Gelenke eingenommen werden, sollten diese im Einzelbetrieb zu einem Anteil von 5 % bis 15 % auftreten, wobei ein Richtwert von 7,5 % festgelegt wird. Diesen Wert überschreiten zum einen 25 % der 62 Gesamtbetriebe, zum anderen stellt er den Mittelwert aus den 38 Betrieben dar, die Tiere mit Vorderbeinstreckungen zu verzeichnen hatten. Des Weiteren wurden der untere Referenzwert von 5 % aus dem Gesamtmittelwert aller Betriebe und der obere Referenzwert von 15 % aus den Daten der 25 % besten Betriebe mit Vorderbeinstreckungen abgeleitet.

Hinterbeinstreckungen sollen in Anlehnung an den Wertebereich der einfachen Standardabweichung zu 20 % vorkommen, wobei die Werte zwischen 10 % und 35 % schwanken können.

Die Liegeposition „Schlafposition“ unterliegt ebenfalls nicht der Normalverteilung, so dass die Einteilung der Referenzwerte nach der gleichen Vorgehensweise wie bei den Vorderbeinstreckungen erfolgt (unterer Referenzwert nach Gesamtmittelwert; oberer Referenzwert in Anlehnung an die 25 % höchsten Häufigkeiten an Schlafpositionen; Richtwert in Anlehnung an  $Q_{0,25}$ -Quartil der Gesamtbetriebe und  $Q_{0,5}$ -Quartil der Betriebe mit Schlafpositionen).

Die totale Seitenlage, die als sehr platzaufwändige Entspannungslage nur selten eingenommen werden kann, konnte nur in 3 Betrieben überhaupt beobachtet werden. Der untere Referenzwert von 1 % ergibt sich aus dem Anspruch, eine minimale Anzahl dieser Position in jedem Betrieb feststellen zu können. Der obere Referenzwert von 3 % richtet sich nach dem in der Untersuchung gemessenen Maximalwert für die totale Seitenlage. Der Richtwert von 2,5 % stellt den mittleren Anteil an Tieren mit totalen Seitenlagen in den drei Betrieben dar.

PELZER et al. (2011b) verwendeten in ihrer Untersuchung ebenfalls die hier definierten Liegepositionen und kamen zu ähnlichen Richtwerten und unerwünschten Abweichungen („Brustlage: < 50 % bzw. > 70 %; „gestrecktes Vorderbein“ / „gestrecktes Hinterbein“: beide > 15 % bzw. < 5 / 8 %; „Schlafposition“ / „totale Seitenlage“: beide > 5 % bzw. 0 %).

#### Abkoten in der Liegebox

Das Kriterium wurde durch die Häufigkeit der Gesamtverschmutzungen der Liegeboxen, aufgeteilt in die Anteile an seitlichen und mittigen Verschmutzungen, dargestellt. Auch bei diesen Indikatoren erscheint die Vorgabe eines Referenzbereiches mit Richtwert sinnvoll, da sowohl fehlende als auch zu häufige Verschmutzungen auf Beeinträchtigungen der Tiere schließen lassen können.

Tab. 13 stellt die entsprechenden Referenzwerte dar, die sich an den Quartilen der nicht normalverteilten Indikatoren orientieren. Dabei konnten die Vorgaben der Referenzbereiche



in allen drei Fällen laut Interquartilsabstand ( $Q_{0,25} - Q_{0,75}$ ) von etwa 50 % der untersuchten Boxenlaufstallbetriebe erfüllt werden.

Tab. 13: Im Rahmen der Schwachstellenanalyse festgelegte Richtwerte und Referenzbereiche zu den Indikatoren der Liegeboxenverschmutzung

Liegeboxen- verschmutzung	Richtwert	Referenzbereich
gesamt	12%	5 - 20 %
mittig	5%	1 - 7 %
seitlich	7%	4 - 13 %

In der Literatur finden sich im DLG-Merkblatt 381 (DLG 2012b) zur Gesamtliegeboxenverschmutzung ähnliche Richtwerte: So sollte die Anzahl der Liegeboxenverschmutzungen zwischen den Melkzeiten nach Angabe der Autoren zwischen 10 % und max. 20 % liegen.

### 4.3.2 Erscheinungsparameter der Kühe

#### Verschmutzung der Kühe

Bezüglich der Sauberkeit der Kühe wird auf eine klassische Einteilung der Referenzwerte in Zielwert, Richtwert und Grenzwert zurückgegriffen.

Zunächst wurden für jede Körperregion vor allem die Quartile sowie Mittelwerte der untersuchten Herden betrachtet und aus deren Kombination die entsprechenden Referenzwerte abgeleitet.

Da eine separate Festlegung der Referenzwerte für jede einzelne Körperregion für die Durchführung der Schwachstellenanalyse wenig praktisch erschien, wurden einheitliche Werte für alle Körperregionen angestrebt, wobei diese den Mittelwert der jeweiligen Körperregion darstellen. Für die im Hygienescore enthaltenen sieben Körperregionen gelten daher folgende Referenzwerte:

Tab. 14: Im Rahmen der Schwachstellenanalyse festgelegte Referenzwerte für den Hygienescore

Hygienescore	Zielwert	Richtwert	Grenzwert
7 Körperregionen	≤ 2,4	≤ 2,9	≤ 3,4

Bei den Körperregionen der Hinterhand und des Sitzbeines konnte der Zielwert in der Untersuchung von 25 % der Betriebe eingehalten werden. Des Weiteren unterschritten insgesamt 50 % der Betriebe den Richtwert. Bezüglich der Körperregionen des Kreuzes und des Euter-Bauch-Bereiches erfüllten über 50 % der Betriebe die Vorgabe des Zielwertes. Bei den deutlich häufiger und stärker verschmutzten Körperregionen des Schwanzes bzw. Quastes sowie des Unterbeins konnte die Vorgabe des Grenzwertes dagegen nur von rund 50 % der untersuchten Betriebe eingehalten werden.

Verletzungen der Kühe

Zur Bewertung des Verletzungszustandes der Kühe wurden für die acht Körperregionen Richt- und Grenzwerte festgelegt, die die maximal zulässige Verletzungshäufigkeit in den einzelnen Schadenskategorien angeben (siehe Tab. 15).

Als Zielvorgabe (Zielwert) wird für alle Körperregionen eine vollständige Befundfreiheit von 100 % der bonitierten Tiere gefordert.

Tab. 15: Im Rahmen der Bewertung der Verletzungen der Kühe festgelegte Richt- und Grenzwerte der unterschiedlichen Befundklassen für die einzelnen Körperregionen

Körperregion	Richtwert	Grenzwerte (maximal zulässige Verletzungshäufigkeit)			
	ohne Befund	haarlos	hautlos	gedeckte Umf.	offene Umf.
Wamme	≥ 98%	≤ 2%	0%	0%	0%
Karpalgelenk	≥ 85%	≤ 15%	0%	0%	0%
Fessel vorne	≥ 98%	≤ 2%	0%	0%	0%
Widerrist	≥ 95%	≤ 5%	0%	0%	0%
Wirbelsäule	≥ 95%	≤ 5%	0%	0%	0%
Knie	≥ 95%	≤ 5%	0%	0%	0%
Tarsalgelenk	≥ 75%	≤ 15%	≤ 5%	≤ 5%	0%
Fessel hinten	≥ 98%	≤ 2%	0%	0%	0%

Für die Körperregionen der Wamme sowie die vordere und hintere Fesseln wird ein Richtwert von mind. 98 % Befundfreiheit festgelegt, wobei haarlose Stellen zu maximal 2 % vorkommen dürfen. Diese Vorgaben konnten bei der Wamme in über 80 %, bei der vorderen Fessel in bis zu 75 % und bei der hinteren Fessel in über 85 % der untersuchten Betriebe eingehalten werden.

Die Regionen Widerrist, Wirbelsäule und Knie sollen eine Befundfreiheit von mindestens 95 % und einen Anteil an haarlosen Stellen von maximal 5 % aufweisen. Bezüglich Widerrist und Knie konnten die Vorgaben in über 80 % der Betriebe eingehalten werden. Für die häufiger und von stärkeren Verletzungen betroffene Körperregion der Wirbelsäule (bspw. hervorgerufen durch falsche Positionierung des Nackenrohrs am Fressgitter oder des Nackenriegels in der Liegebox) konnte der Richtwert dagegen nur zu 64 % erfüllt werden.

Die Referenzwerte für die stark exponierten Karpal- und Tarsalgelenke der Kühe weichen aufgrund der insgesamt höheren Verletzungshäufigkeit und –intensität deutlich von den Vorgaben der anderen Körperregionen ab. So kann beim Karpalgelenk die geforderte Befundfreiheit von mindestens 85 % statistisch nur von rund 50 % der Betriebe eingehalten werden. Zudem konnten beim Tarsalgelenk nur knapp 25 % der Betriebe den Richtwert zur Befundfreiheit und nur 50 % der Betriebe die Grenzwertvorgaben zu den haarlosen Stellen und gedeckten Umfangsvermehrungen einhalten.

In verschiedenen Untersuchungen wurden die extremen Belastungen der Karpal- und Tarsalgelenke der Milchkühe und die damit verbundenen hohen Verletzungshäufigkeiten herausgestellt (vgl. KÖGLER et al. 2004, u.A.). So stellte REUBOLD (2002) in seiner Untersuchung von 30 Praxisbetrieben bei 9,5 bis 15,2 % der Tiere geringgradige Gelenkveränderungen sowie 2,0 bis 8,8 % mittelgradige Verletzungen, vor allem am Tarsalgelenk, fest. Die festgelegten Referenzwerte stimmen gut mit den oben beschriebenen Werten überein, so dass es sich voraussichtlich um eine praxisnahe, realisierbare Festlegung der Anforderungen handelt.

## 4.4 Haltungs- und managementbedingte Einflussfaktoren auf die Kühe

Im Vorfeld der statistischen Auswertung wurden den einzelnen Verhaltens- und Erscheinungsparametern in einem Mind-Mapping (Expertenbefragung der Produktionsberater der Landwirtschaftskammer NRW) verschiedene haltungs- und managementbezogene Kriterien zugeordnet, die einen Einfluss auf die Tiere erwarten ließen (vgl. Kap. 3.4).

Um diese als potentielle Einflussfaktoren zu identifizieren, wurden zunächst verschiedene monofaktorielle Auswertungsmethoden angewendet. Zudem wurden zur Aufdeckung gemeinsamer Ursachen die Zusammenhänge zwischen den verwendeten tierbezogenen Indikatoren herausgestellt.

Um mögliche multifaktorielle Einflüsse aufzudecken, wurden die bei den univariaten Analysen festgestellten Einflussfaktoren mittels Allgemeinen Linearen Modell (ALM) auf gegenseitige Wechselwirkungen untersucht.

### 4.4.1 Funktionsbereich Liegen

Da diesem Funktionsbereich eine besonders hohe Bedeutung für die Tiere zukommt, wurde das Hauptaugenmerk der Untersuchung auf die tiergerechte Gestaltung des Liegebereichs gelegt. Dabei erfolgte die statistische Auswertung nach den Aspekten der Liegeflächenqualität, der Liegeboxenausstattung sowie der Liegeboxendimensionierung.

#### Liegeflächenqualität

##### Boxensystem

Bezüglich der Liegeflächenqualität konnte das Kriterium der Boxenart als häufiger Einflussfaktor herausgestellt werden.

Mittels Varianzanalyse ( $p = 0,002^{**}$ ) wurde festgestellt, dass in Betrieben, die mit Hochboxen ausgestattet waren, häufiger langsame Abliegevorgänge ( $> 60$  Sek.) der Kühe zu beobachten waren als in Betrieben mit hochverlegten Tiefboxen oder Tiefboxen. Aufgrund der hohen negativen Korrelation (Pearson:  $r = -0,782$ ,  $p = 0,000^{***}$ ) der beiden Indikatoren „Abliegedauer  $< 30$  Sek.“ und „Abliegedauer  $< 60$  Sek.“ konnte diese Beobachtung in umgekehrter Weise auch für schnelle Abliegedauern bestätigt werden ( $p = 0,003^{**}$ ).

Abb. 13 stellt die in der Untersuchung festgestellten Unterschiede der Anteile der Abliegedauern der Kühe zwischen den Boxensystemen dar.

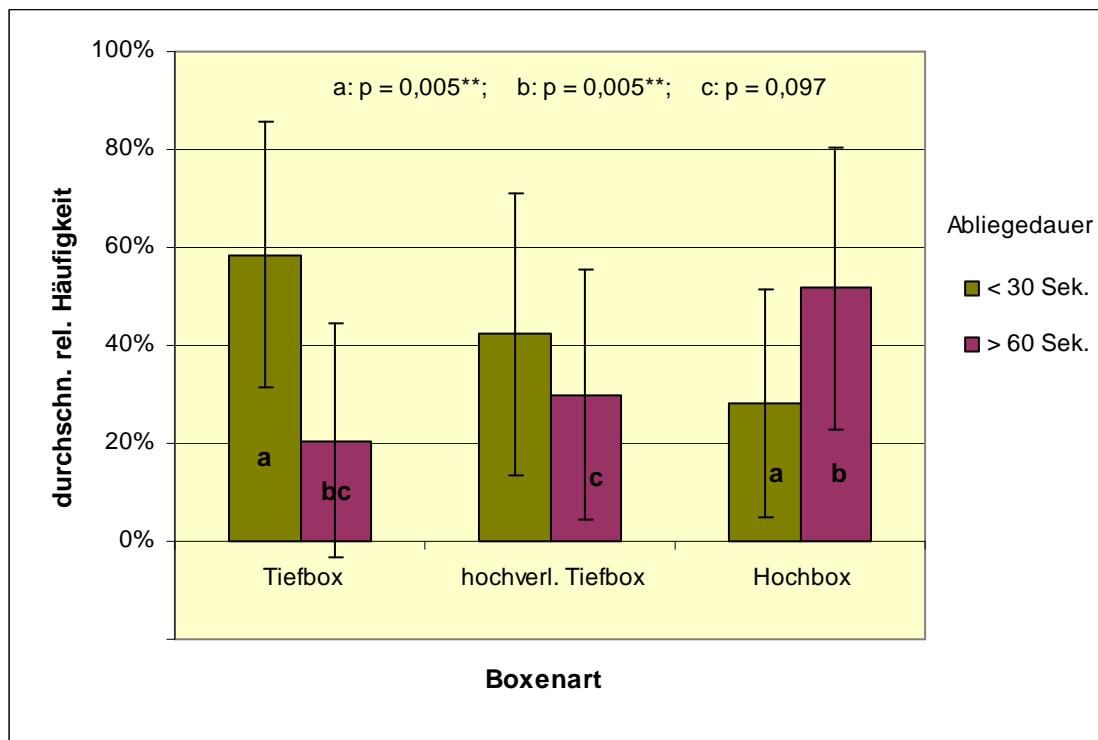


Abb. 13: Durchschn. rel. Häufigkeiten der Abliegedauern „< 30 Sek.“ und „> 60 Sek.“ in Betrieben mit unterschiedlichen Boxensystemen

Zudem konnte für die Indikatoren der Abliegedauer ein Zusammenhang (Pearson) mit dem Anteil der Kühe, die mit vier Beinen in der Liegebox standen, nachgewiesen werden. Je mehr Tiere eine schnelle Abliegedauer aufwiesen, desto weniger Tiere standen mit vier Beinen in den Boxen ( $r = -0,438$ ;  $p = 0,000^{***}$ ) und umgekehrt für langsame Abliegedauern ( $r = 0,588$ ;  $p = 0,000^{***}$ ). Erwartungsgemäß wurden somit in Hochboxenbetrieben mehr in den Liegeboxen stehende Tiere festgestellt als in Betrieben mit hochverlegten Tiefboxen bzw. Tiefboxen (Mw: 6,8 % zu 2,0 % bzw. 1,4 %). Mittels Varianzanalyse konnte die Boxenart somit auch bei diesem Indikator als höchstsignifikanter Einflussfaktor bestätigt werden ( $p = 0,000^{***}$ ), wobei die Unterschiede zwischen den Betrieben im Scheffé-Test mit einer Signifikanz von jeweils  $p = 0,000^{***}$  getestet wurden.

Des Weiteren beeinflusste die Boxenart den Anteil der Liegepositionen „Brustlage“ sowie „gestrecktes Hinterbein“. Wie Abb. 14 verdeutlicht, bestand zwischen dem Auftreten der beiden Liegepositionen ein starker negativer Zusammenhang.

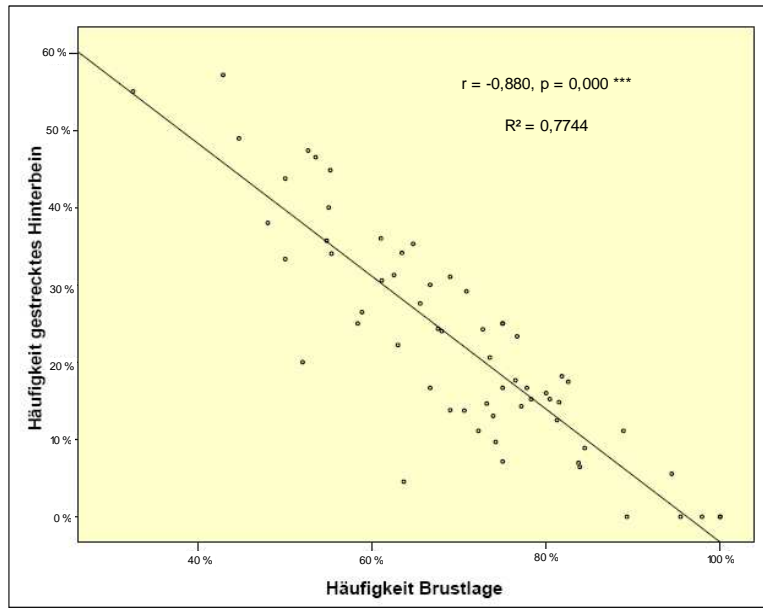


Abb. 14: Zusammenhang (Pearson) zwischen dem Auftreten der Liegepositionen „Brustlage“ und „gestrecktes Hinterbein“ der Kühe

So nahmen die Tiere laut Varianzanalyse ( $p = 0,037^*$ ) in Betrieben mit Tiefboxenausstattung häufiger Brustlagen ein als in Betrieben mit hochverlegten Tiefboxen bzw. Hochboxen. Dagegen waren Hinterbeinstreckungen in diesen Betrieben tendenziell häufiger zu beobachten als in Tiefboxenbetrieben ( $p = 0,072$ ). Wie Abb. 15 zeigt, unterschieden sich die einzelnen Boxensysteme in beiden Fällen laut Scheffé-Test aber nicht signifikant voneinander.

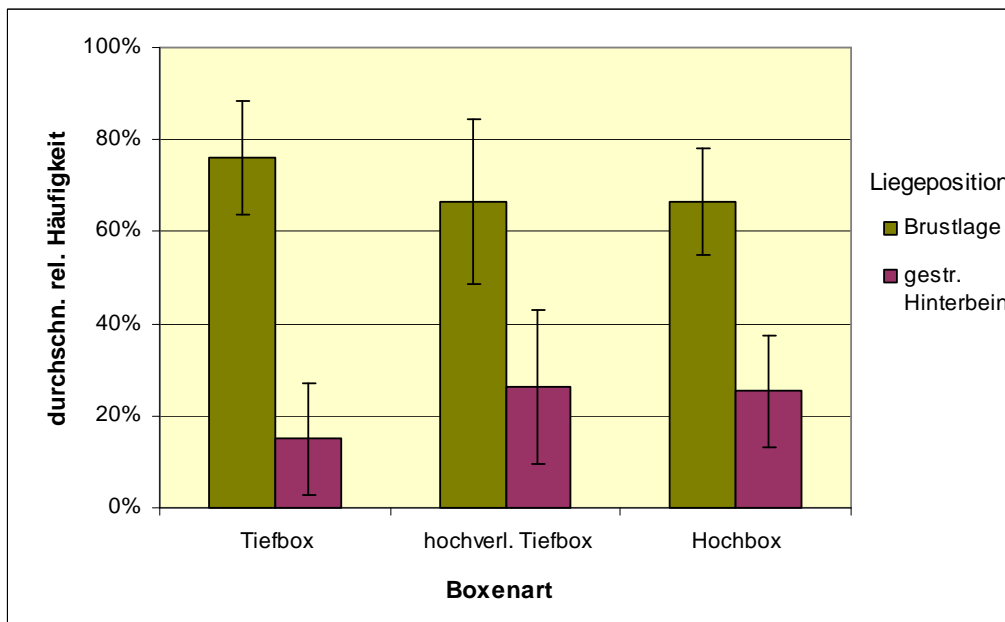


Abb. 15: Durchschn. rel. Häufigkeiten der Liegepositionen "Brustlage" und "gestrecktes Hinterbein" in Betrieben mit unterschiedlichen Boxensystemen

Zudem stellte sich das installierte Boxensystem in der varianzanalytischen Auswertung der Verschmutzungsmittelwerte bei mehreren Körperregionen (Hinterhand, Euter/Bauch, Schwanz, Quast und Unterbein) als Einflussfaktor heraus. Wie in Abb. 16 dargestellt, zeigten die Tiere in Hochboxenbetrieben durchschnittlich stärkere Verschmutzungen der genannten Körperregionen als diejenigen Tiere, die in Tiefboxen bzw. hochverlegten Tiefboxen gehalten wurden. Dabei lagen die Unterschiede zwischen den Betrieben mit Hochboxen und Tiefboxen bzw. Hochboxen und hochverlegten Tiefboxen häufig im signifikanten Bereich.

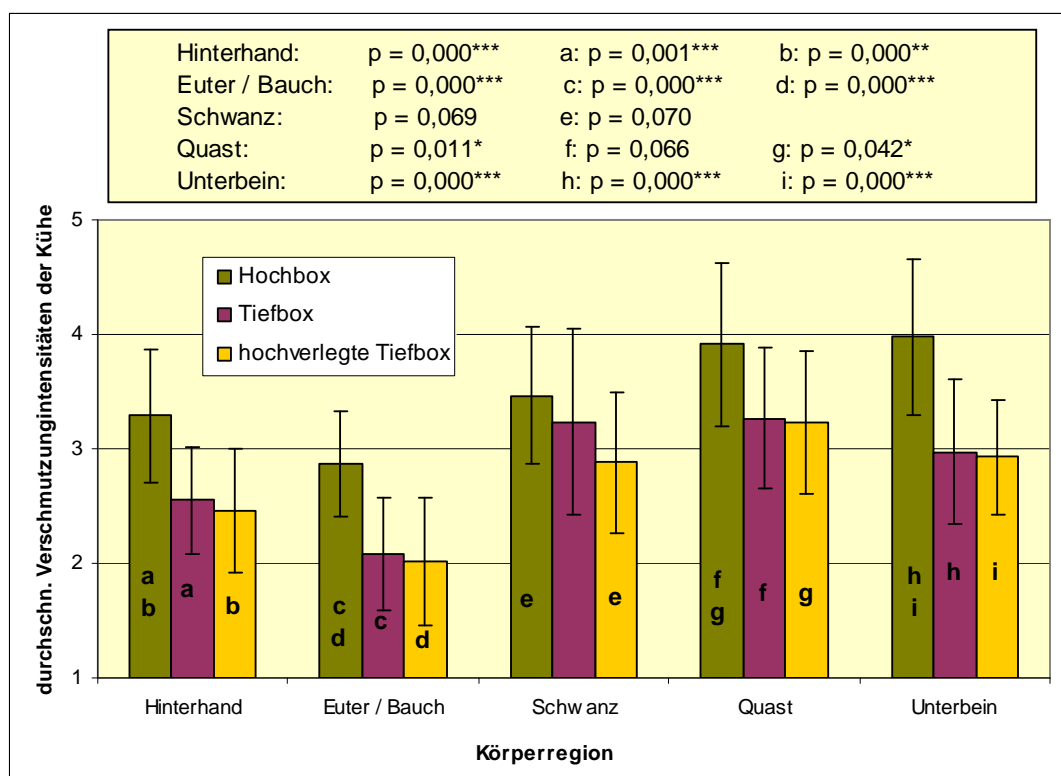


Abb. 16: Durchschn. Verschmutzungsintensitäten verschiedener Körperregionen in Betrieben mit unterschiedlichen Boxensystemen

Bei weiterführender Analyse der Verschmutzungsmittelwerte wurde festgestellt, dass zwischen den untersuchten Körperregionen positive, hochsignifikante Korrelationen bestanden (vgl. Tab. 16). Die ausschließlich positiven Wirkungsrichtungen ließen darauf schließen, dass Verschmutzungen häufig an mehreren Körperregionen gleichzeitig zu finden waren. So waren steigende Verschmutzungen an einer Körperstelle häufig auch mit einem Anstieg der Verschmutzung anderer Körperregionen verbunden, weshalb von gleichen Einflussfaktoren ausgegangen werden kann.

Tab. 16: Korrelationen der Verschmutzungsmittelwerte der untersuchten Körperregionen

Körperregion	Hinterhand	Kreuz	Euter/Bauch	Schwanz	Quast	Sitzbein	Unterbein
Hinterhand	1,000	0,567	0,729	0,521	0,349	0,502	0,662
		0,000***	0,000***	0,000***	0,004**	0,000***	0,000***
Kreuz		1,000	0,633	0,307	0,178	0,591	0,455
			0,000***	0,012*	0,152	0,000***	0,000***
Euter/Bauch			1,000	0,343	0,334	0,479	0,687
				0,005**	0,006**	0,000***	0,000***
Schwanz				1,000	0,352	0,615	0,483
					0,004**	0,000***	0,000***
Quast					1,000	0,032	0,536
						0,798	0,000***
Sitzbein						1,000	0,360
							0,003**
Unterbein							1,000

Korrelationen nach Pearson  
 erste Zeile: Korrelationskoeffizient  
 zweite Zeile: Signifikanzniveau  
 \*\*\* = höchst signifikant  
 \*\* = hoch signifikant  
 \* = signifikant

Bezüglich der Verletzungen der Kühe konnte die Boxenart als Einflussfaktor auf den Zustand der Tarsalgelenke herausgestellt werden. Im Rahmen der varianzanalytischen Auswertung konnte zum einen beobachtet werden, dass in Hochboxen gehaltene Tiere häufiger Verletzungen der Tarsalgelenke aufwiesen als diejenigen, die in Tiefboxen bzw. in hochverlegten Tiefboxen gehalten wurden ( $p = 0,000^{***}$ ). Zum anderen zeigte die einzelwertbezogene Kontingenzanalyse ( $p = 0,000^{***}$ ), dass die Verletzungsgrade der bonitierten Tarsalgelenke in den einzelnen Boxensystemen unterschiedlich verteilt waren. Demnach waren die Häufigkeiten an hautlosen Stellen sowie an offenen Umfangsvermehrungen der Tarsalgelenke bei Tieren in Hochboxenbetrieben deutlich erhöht (vgl. Abb. 17).

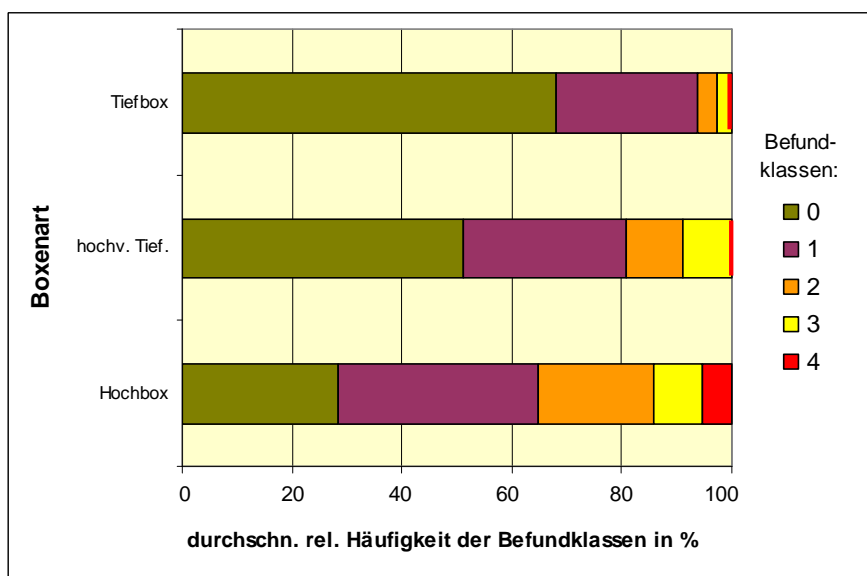


Abb. 17: Durchschn. rel. Häufigkeiten der Befundklassen der bonitierten Tarsalgelenke der Kühe in Betrieben mit unterschiedlichen Boxensystemen



Diese Ergebnisse zum Einfluss der Boxenart werden auch durch die Korrelationen zwischen den Indikatoren der Abliegedauer der Kühe und der Verletzung ihrer Tarsalgelenke bekräftigt, wonach in Betrieben mit Hochboxen mehr langsame Abliegedauern („> 60 Sek.“) und weniger befundfreie Tarsalgelenke ( $r = -0,519$ ,  $p = 0,000^{***}$ ) der Tiere und in Betrieben mit hochverlegten Tiefboxen bzw. Tiefboxen mehr schnelle Abliegedauern („< 30 Sek.“) und mehr befundfreie Tarsalgelenke ( $r = 0,433$ ,  $p = 0,000^{***}$ ) der Tiere festgestellt werden konnten.

### Hochboxenbelag

In Hochboxenbetrieben konnte der eingesetzte Liegeflächenbelag mittels Varianzanalyse als Einflussfaktor auf die Liegepositionen der Brustlage ( $p = 0,045^*$ ) sowie des gestreckten Hinterbeins ( $p = 0,085$ ) herausgestellt werden. Bei Betrachtung der unterschiedlichen Beläge fiel auf, dass niedrigere Anteile an Brustlagen sowie höhere Anteile an Hinterbeinstreckungen in der Reihenfolge: kein Hochboxenbelag, Gummimatte, Weichbett und Matratze vorkamen, wobei sich die Alternativen nicht signifikant voneinander unterschieden (vgl. Abb. 18).

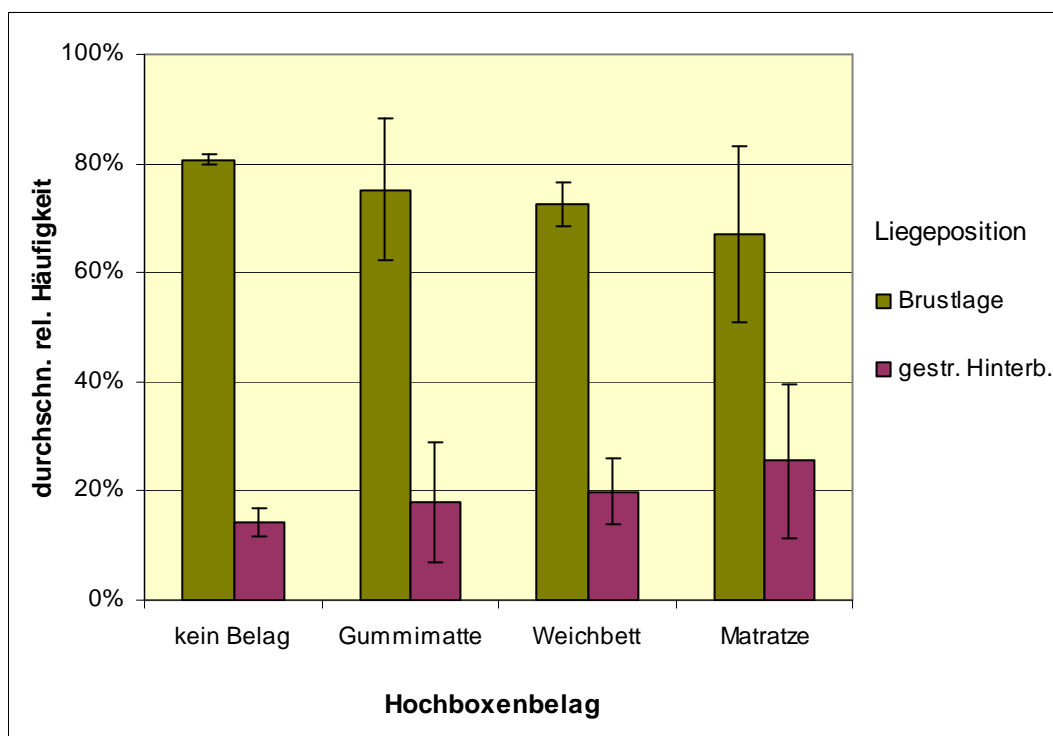


Abb. 18: Durchschn. rel. Häufigkeiten der Liegepositionen „Brustlage“ und „gestrecktes Hinterbein“ in Betrieben mit unterschiedlichen Hochboxenbelägen

Zudem konnte mittels Kruskal-Wallis-Test ein tendenzieller Einfluss des Hochboxenbelages auf die Verletzungshäufigkeit der vorderen Fesseln herausgestellt werden ( $p = 0,073$ ). Die höchsten Verletzungshäufigkeiten kamen in Betrieben vor, die keinen Hochboxenbelag in-

stalliert hatten (Mw: 12,5 %), wobei sich diese signifikant von Betrieben mit Matratzen (Mw: 1,7 %,  $p = 0,036^*$ ) bzw. mit Weichbetten (Mw: 1,6 %,  $p = 0,036^*$ ) unterschieden. Die Tiere, die in Hochboxen mit einfachen Gummimatten gehalten wurden, hatten eine mittlere Verletzungshäufigkeit der vorderen Fessel von 4,3 % zu verzeichnen.

Des Weiteren wurde in einer Kontingenzanalyse ein höchstsignifikanter Zusammenhang ( $p = 0,000^{***}$ ) zwischen dem Hochboxenbelag und den einzelnen Verletzungsgraden der Tarsalgelenke der Kühe festgestellt. Dabei wurden in Hochboxenbetrieben ohne Liegeflächenbelag die höchsten Verletzungshäufigkeiten von 87,5 % der untersuchten Tarsalgelenke erreicht. Außerdem wiesen Tiere, die in Liegeboxen mit einfachen Gummimatten gehalten wurden, die meisten gedeckten (15,7 %) und offenen Umfangsvermehrungen (7,9 %) der Tarsalgelenke auf.

In Hochboxenbetrieben bestand zusätzlich ein signifikanter Zusammenhang des Alters der Hochboxenbeläge mit dem Anteil der auf den Laufflächen liegenden Tiere (Spearman:  $r = 0,485$ ,  $p = 0,014^*$ ), wonach der Anteil dieser in Betrieben mit älteren Liegeflächenbelägen erhöht war.

#### Organische Abdeckung des Hochboxenbelags

Die organische Abdeckung des hinteren Drittels des Hochboxenbelages stellte sich als weiterer Einflussfaktor sowohl auf die Verschmutzungsintensitäten als auch auf die Verletzungshäufigkeiten einzelner Körperregionen heraus.

So wurde mittels Varianzanalyse eine Beeinflussung der Verschmutzungsintensität der Körperregionen der Hinterhand ( $p = 0,051$ ) sowie des Euter-Bauch-Bereiches ( $p = 0,045^*$ ) festgestellt. Dabei wurden in Betrieben, deren Hochboxen nur vereinzelt, d.h. unter 50 % mit organischer Abdeckung dauerhaft bedeckt waren, die durchschnittlich höchsten Verschmutzungsintensitäten der genannten Körperregionen ermittelt (vgl. Abb. 19).

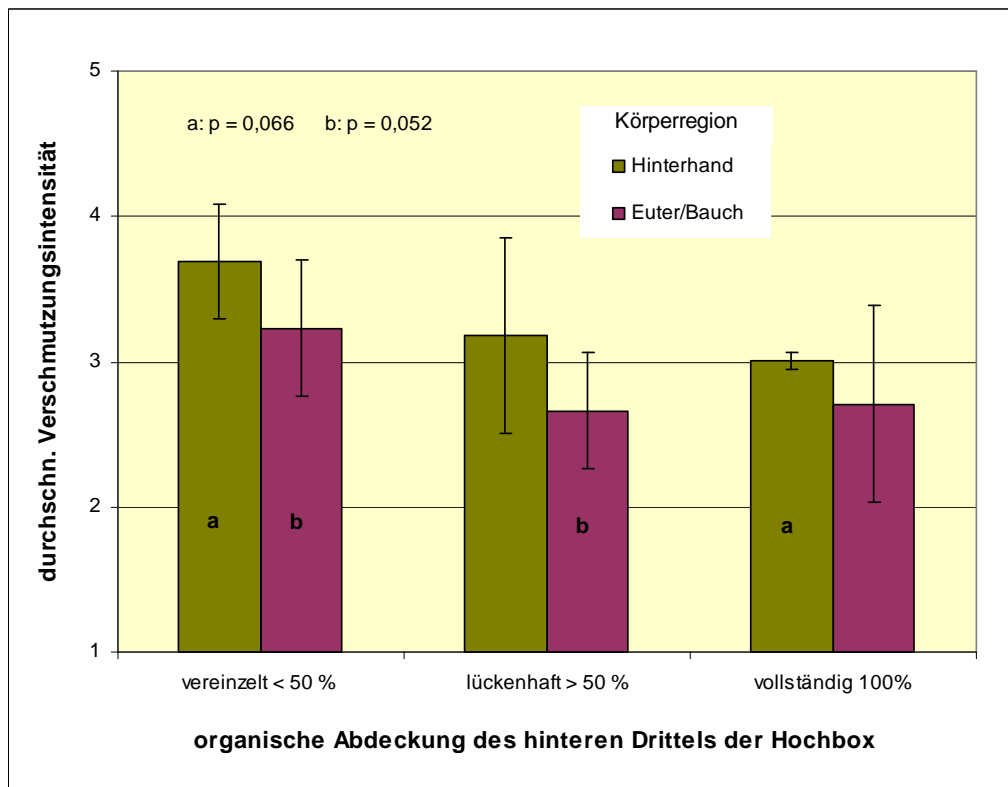


Abb. 19: Durchschn. Verschmutzungsintensitäten der Körperregionen Hinterhand und Euter/Bauch in Betrieben mit unterschiedlicher Ausbildung der organischen Abdeckung der Hochboxen

Zudem konnte bezüglich des Verletzungsrisikos ein Einfluss der organischen Abdeckung auf die Häufigkeit der Befunde im Bereich der hinteren Fessel sowie des Knies (Kruskal-Wallis:  $p = 0,005^{**}$  und  $p = 0,091$ ) festgestellt werden. Dabei lagen die höchsten Verletzungshäufigkeiten in Betrieben mit vereinzelt (< 50 %) abgedeckten Hochboxen vor, wobei diese sich signifikant von den Bonitierungsergebnissen aus Betrieben mit einer lückenhaften (> 50 %) Bedeckung unterschieden (Mw hintere Fessel: 14,3 % zu 0,3 %,  $p = 0,009^{**}$  und Mw Knie: 17,9 % zu 5,3 %,  $p = 0,047^{*}$ ). Dabei bestand zwischen den Verletzungshäufigkeiten dieser beiden Körperregionen ein schwacher, aber hochsignifikanter Zusammenhang von  $r = 0,368$  (Spearman:  $p = 0,002^{**}$ ), wonach bei zunehmender Anzahl an Knieverletzungen eine erhöhte Verletzungshäufigkeit der hinteren Fessel zu erwarten war und umgekehrt.

### Tiefboxeneinstreu

In den Betrieben, die mit Tiefboxen bzw. hochverlegten Tiefboxen ausgestattet waren, konnte ein hochsignifikanter Einfluss der Einstreu auf die langsame Abliegedauer ( $p = 0,005^{**}$ ) herausgestellt werden. Wie Abb. 20 verdeutlicht, wurden in Betrieben, die Sägemehlschüttungen oder Strohmatratzen einsetzen, im Mittel die niedrigsten Anteile an langsamen

Abliegevorgängen beobachtet, wogegen in Betrieben mit sonstigen Einstreumaterialien die höchsten Anteile vorkamen. Dieselbe Verteilung ergab sich in umgekehrter Reihenfolge auch für den Indikator der schnellen Abliegedauer, wobei dieser in der Varianzanalyse nicht signifikant getestet wurde ( $p = 0,113$ ).

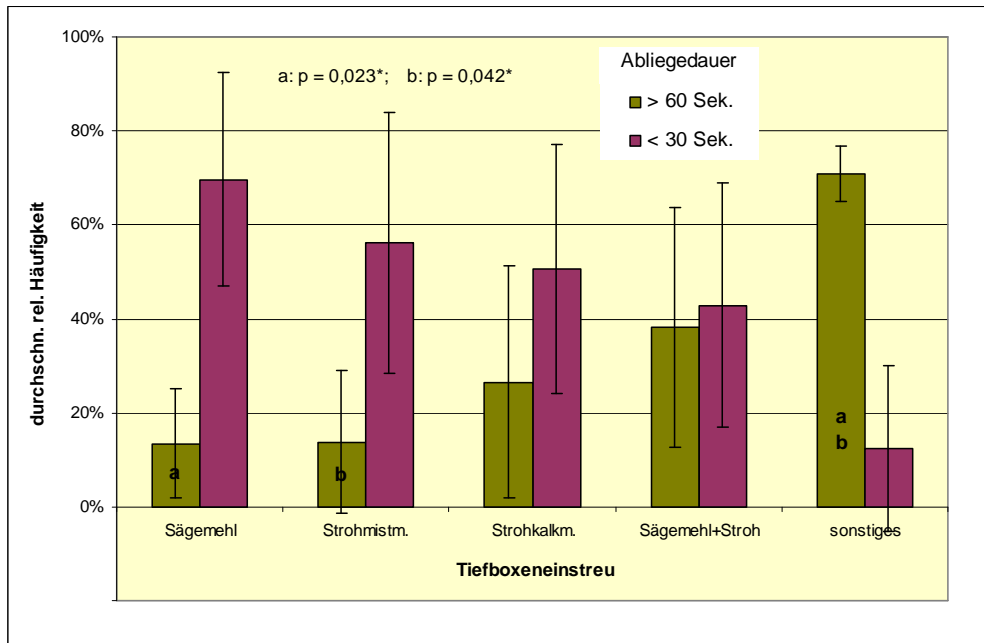


Abb. 20: Durchschn. rel. Häufigkeiten der Abliegedauern „< 30 Sek.“ und „> 60 Sek.“ in Betrieben mit unterschiedlicher Tiefboxeneinstreu

Des Weiteren beeinflusste die Tiefboxeneinstreu laut Kruskal-Wallis-Test auch den Anteil der drei Stunden nach der Fütterung liegenden Tiere ( $p = 0,042^*$ ). In Betrieben mit den Einstreuvarianten Strohalkmatratze sowie sonstigen Einstreumaterialien waren die niedrigsten Anteile an liegenden Tieren zu beobachten (Mw: 47,4 % bzw. 48,5 %). Die Häufigkeiten stiegen in der Reihenfolge Strohmistmatratze, Mischung aus Sägemehl und gehäckseltem Stroh und Sägemehlschüttung an (Mw: 54,4 %, 60,1 % und 61,3 %). Dabei konnten signifikante Unterschiede zwischen der Strohalkmatratze und Sägemehlschüttungen ( $p = 0,003^{**}$ ) sowie der Mischung aus Sägemehl und gehäckseltem Stroh ( $p = 0,005^{**}$ ) herausgestellt werden.

Diese Beobachtungen lassen sich auch durch die Wirkungsrichtungen der Beziehungen zwischen schneller (< 30 Sek.) und langsamer (> 60 Sek.) Abliegedauer und dem Anteil der liegenden Tiere bestätigen, die statistisch aber nicht exakt abgesichert werden konnten (Pearson:  $r = 0,215$ ,  $p = 0,099$  und  $r = -0,228$ ,  $p = 0,079$ ). Danach lagen bei zunehmender Häufigkeit an schnellen Abliegevorgängen drei Stunden nach der Fütterung mehr Tiere in den Boxen, wie es beispielsweise in Tiefboxenbetrieben mit Sägemehlschüttungen der Fall ist. Dagegen konnten in Betrieben, die sonstige Einstreumaterialien einsetzten, vermehrt langsame Abliegevorgänge und ein geringerer Anteil an liegenden Tieren beobachtet werden.

### Liegeboxenausstattung

#### Bugbegrenzung

In der Untersuchung konnte die Art der Bugbegrenzung als Einflussfaktor auf die Liegepositionen „Brustlage“ ( $p = 0,077$ ) sowie „gestrecktes Vorderbein“ ( $p = 0,030^*$ ) herausgestellt werden. Demnach wurden in der Reihenfolge: keine Bugbegrenzung, Bugschwelle, Bugbrett, sonstige Ausführungen (z.B. Beton) niedrigere Anteile an Brustlagen (Mw: 64,4 %, 69,6 %, 76,0 %, 77,7 %) und höhere Anteile an Vorderbeinstreckungen (Mw: 6,7 %, 5,3 %, 2,6 %, 0,0 %) bei den Tieren beobachtet.

Dabei unterschieden sich die Häufigkeiten der Vorderbeinstreckungen bei den einzelnen Alternativen wie folgt signifikant voneinander: keine Bugbegrenzung zu Bugbrett sowie zu sonstigen Ausführungen ( $p = 0,028^*$  bzw.  $p = 0,082$ ) und Bugschwelle zu Bugbrett sowie zu sonstigen Ausführungen ( $p = 0,034^*$  bzw.  $p = 0,095$ ). Dadurch wird deutlich, dass die zur Entspannung der Gelenke eingenommene Streckung der Vorderbeine für die Tiere wesentlich vereinfacht wird, wenn die Liegeboxen keine oder eine abgerundete Bugbegrenzung aufweisen. Dagegen behindern Bugbretter sowie Betonkanten die Einnahme dieser Liegeposition erheblich.

#### Liegeboxenabtrennung

Des Weiteren beeinflusste die Art der Liegeboxenabtrennung die Anteile der drei Stunden nach der Fütterung in den Liegeboxen stehenden Kühe: Laut Varianzanalyse kam der Liegeboxenabtrennung demnach für die Häufigkeit des Stehens in der Liegebox mit zwei Beinen ein signifikanter ( $p = 0,034^*$ ) und für die Häufigkeit des Stehens in der Liegebox mit vier Beinen ein tendenziell signifikanter ( $p = 0,059$ ) Einfluss zu.

Wie Abb. 21 zu entnehmen ist, wurden in Betrieben, die freitragende Liegeboxenbügel installiert hatten, weniger Tiere stehend mit zwei Beinen und mehr Tiere stehend mit vier Beinen in den Liegeboxen beobachtet als in Betrieben, deren Abtrennungen Stützen im Liegebereich aufwiesen oder die beide Arten einsetzten.

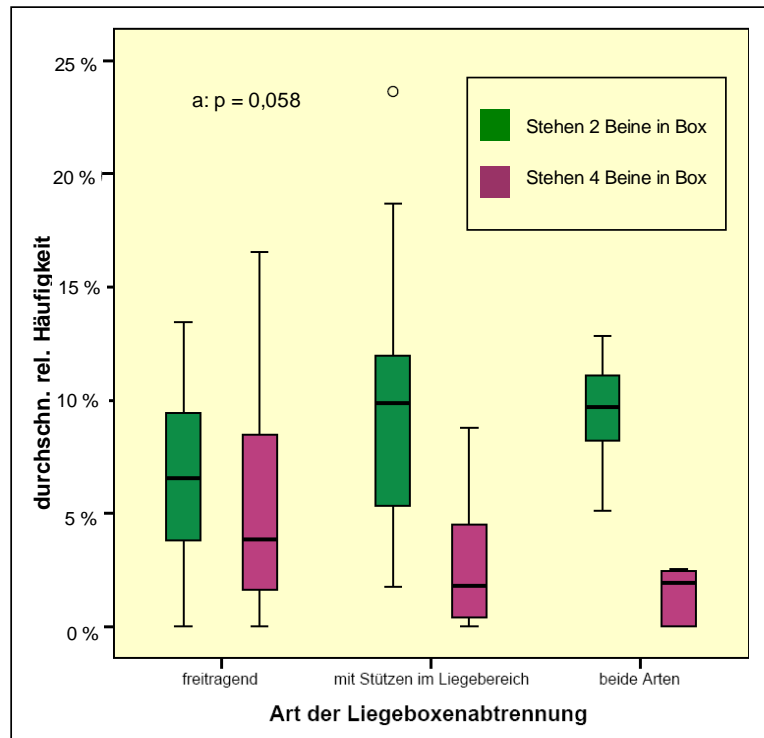


Abb. 21: Durchschn. rel. Häufigkeiten der drei Stunden nach der Fütterung in den Liegeboxen stehenden Kühe in Betrieben mit unterschiedlichen Liegeboxenabtrennungen

Liegeboxendimensionierung

Um den Einfluss der Dimensionierung der Liegeboxen auf das Verhalten und die Erscheinung der Kühe herauszustellen, wurden zum einen Korrelationen der einzelnen Funktionsmaße mit den tierbezogenen Indikatoren ermittelt.

Zum anderen wurden wichtige Funktionsmaße der Liegebox gemäß den Empfehlungen der DLG (2012a) bzw. den in der landwirtschaftlichen Praxis vorkommenden Standardmaßen in Größenkategorien unterteilt (vgl. Tab. 17) und entsprechenden Mittelwertvergleichen unterzogen.

Tab. 17: Wichtige Funktionsmaße der Liegebox und deren Einteilung in Größenkategorien

Funktionsmaße der Liegebox	Größenkategorien
Liegeflächenlänge	< 180 cm; ≥ 180 cm
Höhe des Nackenriegels	< 115 cm; ≥ 115 cm
horizontaler Abstand des Nackenriegels zur Kotstufe	< 160 cm; 160 - 170 cm; ≥ 170 cm
Boxenbreite	< 115 cm; ≥ 115 cm

### Liegeflächenlänge

So konnte mittels varianzanalytischer Auswertung ein Einfluss der Liegeflächenlänge der Liegeboxen auf die Indikatoren der Abliegedauern „< 30 Sek.“ und „> 60 Sek.“ herausgestellt werden: Wie Abb. 22 zeigt, wurden in Betrieben, die Liegeboxen mit Liegeflächenlängen von über 180 cm aufzuweisen hatten, durchschnittlich mehr schnelle ( $p = 0,034^*$ ) und tendenziell weniger langsame Abliegevorgänge ( $p = 0,083$ ) der Kühe beobachtet als in Betrieben mit kürzeren Liegeflächen.

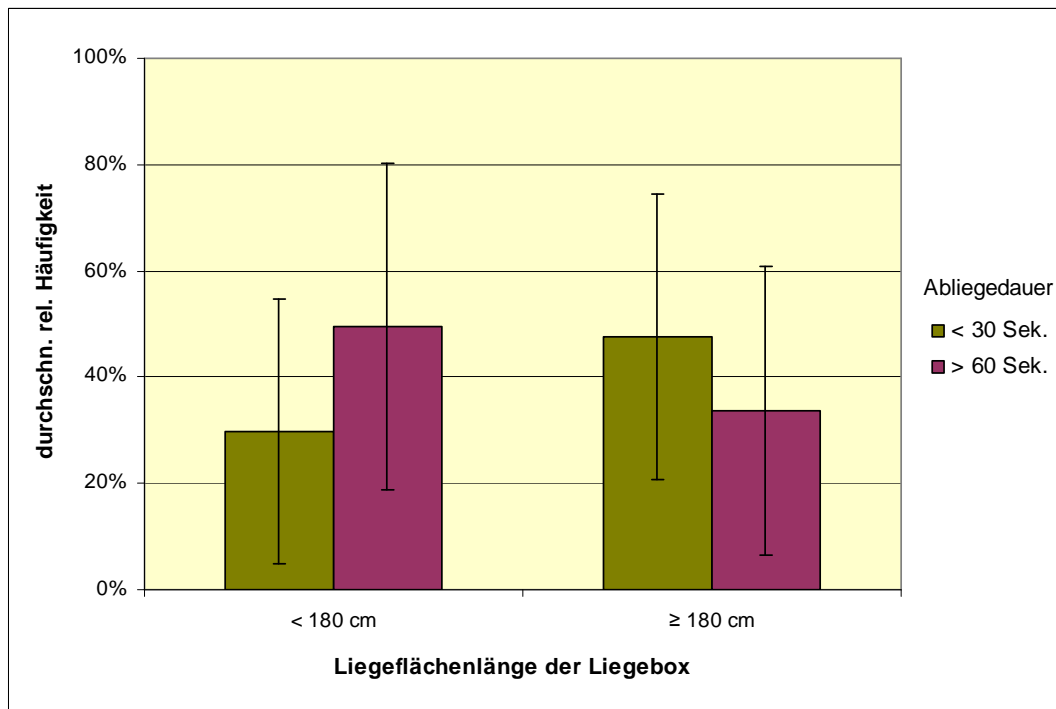


Abb. 22: Durchschn. rel. Häufigkeiten der Abliegedauern „< 30 Sek.“ und „> 60 Sek.“ in Betrieben mit Liegeflächenlängen der Liegeboxen von < und  $\geq$  180 cm

Zum anderen konnte eine hochsignifikante negative Korrelation zwischen der Liegeflächenlänge der Liegeboxen und dem Anteil der auf den Laufflächen liegenden Tiere ermittelt werden (Spearman:  $r = -0,453$ ,  $p = 0,003^{**}$ ). In Anlehnung an diesen Zusammenhang wurde die kategorisierte Liegeflächenlänge mittels Mann-Whitney-U-Test ( $p = 0,017^*$ ) als signifikanter Einflussfaktor bestätigt, wonach in Betrieben mit Liegeflächenlängen unter 180 cm vermehrtes Liegen der Tiere außerhalb der Box festgestellt werden konnte (Mw: 5,6 % zu 1,2 % bei Liegeflächenlängen  $\geq$  180 cm).

Des Weiteren spielte die Liegeflächenlänge der Liegeboxen auch für die Häufigkeit der Vorderbeinstreckungen der Kühe eine Rolle. Diese waren in Betrieben mit längeren Liegeflächen über 180 cm signifikant häufiger anzutreffen als in Betrieben mit kürzeren Liegeflächen unter 180 cm (Mw: 5,2 % vs. 2,0 %;  $p = 0,044^*$ ).

Wie Abb. 23 zeigt, spielte die Liegeflächenlänge der Liegeboxen auch für die Verschmutzungsintensitäten der Körperregionen der Hinterhand, des Kreuzes sowie des Schwanzquastes eine Rolle. In allen drei Fällen waren die durchschnittlichen Verschmutzungen in Betrieben mit großzügigeren Liegeflächenlängen über 180 cm geringer als in Betrieben mit kürzeren Liegeflächen. Die Unterschiede wurden für die Regionen der Hinterhand sowie des Kreuzes als tendenziell signifikant ( $p = 0,087$  und  $p = 0,085$ ) bestätigt. Für die Verschmutzung des Schwanzquastes konnte in einer Kontingenzanalyse eine höchstsignifikante Abhängigkeit der einzelnen Verschmutzungsgrade ( $p = 0,001^{***}$ ) zur Länge der Liegefläche festgestellt werden.

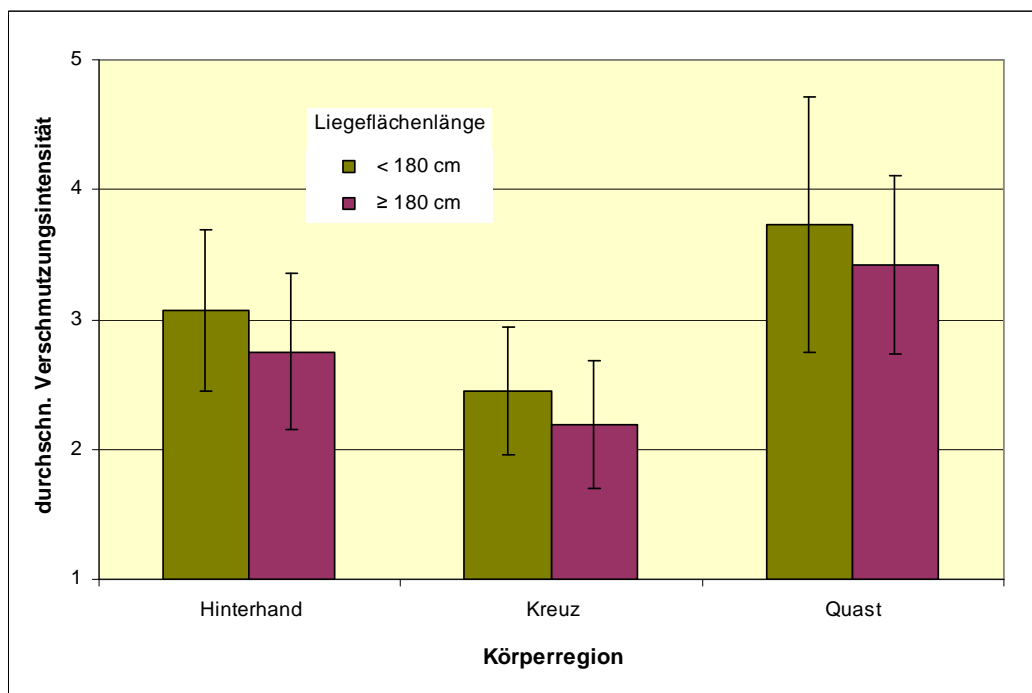


Abb. 23: Durchschn. Verschmutzungsintensitäten der Körperregionen Hinterhand, Kreuz und Schwanzquast in Betrieben mit unterschiedlichen Liegeflächenlängen

### Nackenriegelpositionierung

Als weitere Einflussfaktoren auf das Verhalten der Tiere wurden die Abmessungen des Nackenriegels herausgestellt.

Laut Varianzanalyse beeinflusste die Nackenriegelhöhe den Indikator der schnellen Abliegedauer „< 30 Sek.“ ( $p = 0,033^*$ ), wonach in Betrieben mit installierten Nackenriegelhöhen von über 115 cm häufiger schnelle Abliegevorgänge der Kühe beobachtet wurden als in Betrieben mit niedrigeren Nackenriegelhöhen (Mw: 50,94 % vs. 35,72 %).

Weiterhin stellte sich der horizontale Abstand des Nackenriegels zur Kotstufe als Einflussfaktor auf die Indikatoren des Stehens mit zwei bzw. vier Beinen in der Liegebox heraus. Zum



einen konnten signifikante Korrelationen (Pearson:  $r = -0,417$ ,  $p = 0,001^{***}$  und  $r = 0,308$ ,  $p = 0,015^*$ ) ermittelt werden, wonach mit zunehmenden Nackenriegelabstand weniger Tiere mit zwei Beinen bzw. mehr Tiere mit vier Beinen in der Liegebox standen. Zum anderen wurden diese Zusammenhänge auch in der varianzanalytischen Auswertung bestätigt ( $p = 0,016^*$  und  $p \leq 0,038^*$ ), wobei sich zwischen den einzelnen Kategorien teilweise signifikante Unterschiede ergaben (vgl. Abb. 24).

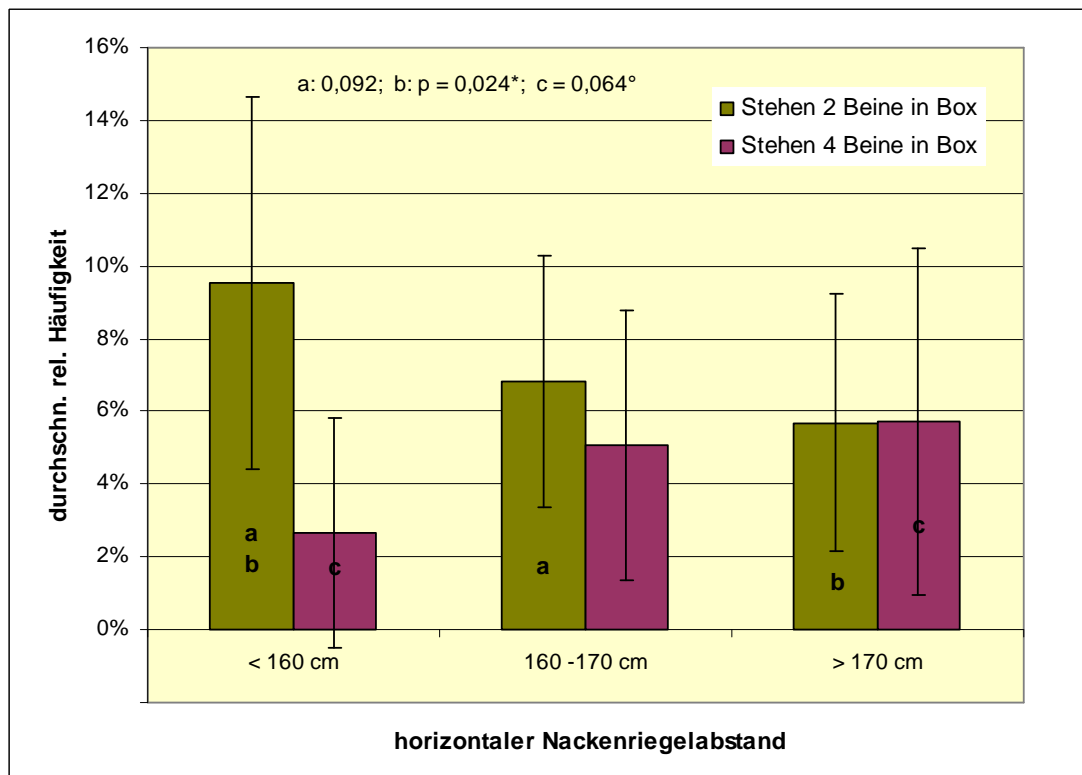


Abb. 24: Durchschn. rel. Häufigkeiten der drei Stunden nach der Fütterung in den Liegeboxen stehenden Tiere in Betrieben mit unterschiedlichen horizontalen Nackenriegelabständen

### Höhe des Kopfrohrs

Als weiterer tendenzieller Einflussfaktor auf das Verhalten der Tiere konnte die Höhe des Kopfrohrs herausgestellt werden: Während für den Anteil der drei Stunden nach der Fütterung liegenden Kühe eine positive Korrelation ermittelt wurde, die aber nicht als signifikant bestätigt werden konnte (Pearson:  $r = 0,378$ ,  $p = 0,197$ ), lag für den Anteil der mit vier Beinen in den Liegeboxen stehenden Kühe eine negative Korrelation im signifikanten Bereich vor (Pearson:  $r = -0,504$ ,  $p = 0,047^*$ ). So nahm mit steigender Höhe des Kopfrohrs der Anteil an liegenden Kühen zu, wogegen weniger Kühe mit vier Beinen in den Boxen standen. Diese Beobachtung konnte auch durch die schwache negative Korrelation zwischen den beiden Indikatoren (Pearson:  $r = -0,299$ ,  $p = 0,018^*$ ) bestätigt werden.

### Boxenbreite

Als weitere Funktionsabmessung der Liegebox beeinflusste die Boxenbreite die Verletzungshäufigkeit der Wirbelsäule laut Mann-Withney-Test zwar nicht signifikant ( $p = 0,138$ ), allerdings konnten deutliche Unterschiede zwischen den beiden vorgegebenen Größenkategorien festgestellt werden. Während in Betrieben mit einer Liegeboxenbreite von unter 115 cm eine durchschnittliche Verletzungshäufigkeit der Wirbelsäule von 20,4 % festgestellt wurde, waren in Liegeboxen mit einer Breite größer gleich 115 cm lediglich 5,5 % der bonitierten Wirbelsäulen verletzt. So kann davon ausgegangen werden, dass die Tiere in breiteren Boxen im Liegen weniger mit den seitlichen Liegeboxenbügeln in Berührung kamen als in schmaleren Boxen.

## **4.4.2 Funktionsbereich Laufen**

In der statistischen Auswertung konnten für den Funktionsbereich Laufen verschiedene Einflüsse bezüglich der Laufflächengestaltung herausgestellt werden:

Entgegen der Erwartungen aus der Hypothesenformulierung konnten für die Indikatoren der horizontalen Kopfhaltung beim Laufen ( $< 20^\circ$  und  $> 20^\circ$ ) keine eindeutigen Einflussfaktoren aus dem Funktionsbereich Laufen ermittelt werden. Dieser Umstand wird sowohl den geringen Stichprobenumfängen in den einzelnen Merkmalskategorien als auch dem schwachen Aussagegehalt des Indikators geschuldet sein.

So konnte in der Untersuchung lediglich bezüglich der unterschiedlichen Bodenarten die Tendenz ( $p \leq 0,198$ ) beobachtet werden, dass auf Spaltenboden gehaltene Kühe häufiger eine tiefe Kopfhaltung aufwiesen als diejenigen, die in Betrieben mit planbefestigten Laufflächen gehalten wurden (Mw: 21,0 % vs. 10,0 %), wobei für eine hohe Kopfhaltung der Umkehrschluss galt.

Zudem hatte die Bodenart laut Varianzanalyse auch einen tendenziellen Einfluss ( $p = 0,133$ ) auf die Verschmutzungsintensität der Unterbeine, wonach in Betrieben mit Spaltenböden im Mittel geringere Verschmutzungswerte dieser Körperregion festgestellt wurden als in Betrieben, die mit planbefestigten Böden ausgestattet waren (Mw: 3,39 vs. 3,91). Diese Beobachtung konnte mittels Kontingenzanalyse bestätigt werden ( $p = 0,000^{***}$ ), wonach 43,3 % der auf Spaltenböden gehaltenen Tiere an den Unterbeinen Anhaftungen von Kot oder Kluten aufwiesen. In Betrieben mit Planbefestigung waren es dagegen 58,5 %.

Zudem korrelierten die Verschmutzungsmittelwerte des Unterbeins mit den in den Spaltenboden-Betrieben vorgefundenen Schlitzweiten (Spearman:  $-0,466$ ,  $p = 0,005^{**}$ ). Erwartungsgemäß bestätigte dieser negative Zusammenhang, dass aufgrund des höheren Selbstreini-

gungseffektes der Laufflächen bei zunehmender Schlitzweite geringere Verschmutzungsin-  
tensitäten der Unterbeine festgestellt wurden.

#### Laufflächenreinigung

Bezüglich der Sauberkeit der Laufflächen wurde die Hypothese aufgestellt, dass die Häufig-  
keit der Laufflächenreinigung einen Einfluss auf die Rutschfestigkeit des Bodens und somit  
auch auf das Laufverhalten der Kühe haben könnte. Diese Vermutung konnte anhand der  
vorliegenden Daten zwar nicht statistisch abgesichert werden ( $p = 0,182$ ), dennoch war er-  
kennbar, dass der Anteil der Tiere mit tiefen Kopfhaltungen in Betrieben, die stationäre  
Schieberanlagen installiert hatten und kurze Reinigungsintervalle aufwiesen, am geringsten  
ausfiel. In Betrieben mit manuellen Reinigungsmethoden und längeren Reinigungsintervallen  
waren dagegen mehr Kühe mit tiefen Kopfhaltungen beim Laufen zu verzeichnen. Die Be-  
triebe, in denen keine Reinigung der Laufflächen vorgenommen wurde (Spaltenböden),  
lagen dagegen im mittleren Wertebereich.

### **4.4.3 Funktionsbereich Fressen**

Für den Funktionsbereich Fressen konnten im Rahmen der statistischen Auswertung ver-  
schiedene Kriterien der Fressgitterdimensionierung sowie des Fütterungsmanagements als  
Einflussfaktoren herausgestellt werden.

#### Fressgitterdimensionierung

Bezüglich der Abmessungen der installierten Fressgitter konnten lediglich Tendenzen ( $r = \sim$   
 $0,3$ ;  $p < 0,15$ ) für die Beeinflussung des Tierverhaltens festgestellt werden. So war der Anteil  
der im Fressgitter stehenden Tiere bei zunehmender Höhe des Nackenrohrs erhöht. Dies-  
elbe Beobachtung konnte bei größeren Fressplatzbreiten festgestellt werden.

Dagegen konnte für die Höhe des Nackenrohrs eine höchstsignifikante Korrelation mit der  
Verletzungshäufigkeit des Widerrists ermittelt werden (Spearman:  $r = 0,435$ ,  $p = 0,000^{***}$ ),  
wonach bei zunehmender Installationshöhe ein höherer Anteil an verletzungsfreien Widerris-  
ten festgestellt wurde.

### Fütterungsmanagement

Die Häufigkeit der Futtevorlage beeinflusste die Anteile der drei Stunden nach der Fütterung im Fressgitter stehenden sowie der in den Liegeboxen liegenden Tiere (innerhalb der insgesamt sieben verschiedenen Aufenthaltsorte).

Wie Abb. 25 zeigt, waren die beiden Indikatoren negativ miteinander korreliert, wonach bei zunehmendem Anteil im Fressgitter stehender Tiere ein niedrigerer Anteil an liegenden Tieren beobachtet werden konnte und umgekehrt.



Abb. 25: Zusammenhang (Pearson) zwischen dem Anteil der im Fressgitter stehenden Tiere und dem Anteil der in den Liegeboxen liegenden Tiere

Weiterhin stellte sich in der Varianzanalyse ( $p = 0,108$ ) heraus, dass bei mehrmaliger Fütterung am Tag (Anschieben des Futters) tendenziell weniger Tiere im Fressgitter beobachtet werden konnten als bei ein- oder zweimaliger Fütterung (Mw: 10,3% vs. 24,2 % vs. 19,8 %). Entsprechend der Wirkungsrichtung der oben genannten Korrelation wurden dagegen mehr in den Boxen liegende Tiere festgestellt (Mw: 82,1 % vs. 53,1 % vs. 52,8 %,  $p = 0,028^*$ ). Diese Beobachtungen lassen den Rückschluss zu, dass in Betrieben, die eine ganztägige Futtevorlage gewährleisten, die Futteraufnahmezeiten für die Tiere gleichmäßiger über den Tag verteilt sind, als in Betrieben, in denen das Futter hauptsächlich zu den Fütterungszeiten zur Verfügung steht.

#### 4.4.4 Multivariate Auswertung

Die vorgestellte einfaktorielle Auswertung der tierbezogenen Daten ließ multifaktorielle Einflüsse vermuten, welche anhand des Allgemeinen Linearen Modells (ALM) herausgestellt werden sollten. Dabei wurden ausgewählte Indikatoren zur Feststellung der Liegeboxenakzeptanz berücksichtigt. Allerdings weist HÖRNING (2003) darauf hin, dass die multivariate Analyse mittels ALM nicht ermöglicht, den genauen Anteil, d.h. die Einflussstärke der jeweiligen Merkmale aufzudecken.

Da zwischen den Boxen- und Stallmerkmalen keine bzw. nur sehr niedrige Beziehungen (Korrelationen) bestanden und es in der Praxis kaum komplett unabhängige Varianten von Stallbauten gibt (HÖRNING 2003), ist in diesem Fall davon auszugehen, dass im durchgeführten ALM keine Multikollinearität (wenn starke Korrelationen zwischen den erklärenden Variablen vorliegen, was auf Fehlspezifikationen des zugrunde liegenden Modells hinweist) als Einschränkung für die multivariate Analyse besteht.

Tab. 18: Mittels Allgemeines Lineares Modell (ALM) ermittelte Einflussfaktoren auf die Indikatoren der Abliegedauer der Kühe

Indikator	Bestimmtheitsmaß	Signifikanzniveau				
		korr. Modell	Boxenart	Boxenabtrennung	Liegeflächenlänge	Nackenriegelhöhe
Abliegedauer < 30 Sek.	korr. R <sup>2</sup>	0,000***	0,000***	0,083	0,102	0,128
	0,596					
	Interaktionen					
	Boxenart x Boxenabtr.	Boxenart x Liegeflächenl.	Boxenart x Nackenriegelh.	Boxenabtr. x Liegeflächenl.	Boxenabtr. x Nackenriegelh.	Liegeflächenl. x Nackenriegelh.
	0,000***		0,005**	0,085		
Abliegedauer > 60 Sek.	korr. R <sup>2</sup>	0,001**	0,002**	0,203	0,084	
	0,548					
	Interaktionen					
	Boxenart x Boxenabtr.	Boxenart x Liegeflächenl.	Boxenart x Nackenriegelh.	Boxenabtr. x Liegeflächenl.	Boxenabtr. x Nackenriegelh.	Liegeflächenl. x Nackenriegelh.
	0,001***	0,192	0,000***	0,174		
Signifikanzniveau nur Werte > 0,2						

Wie in Abb. 18 dargestellt, wurden für die Indikatoren der Abliegedauer die in der univariaten Auswertung festgestellten Einflüsse der Boxenart sowie der Liegeflächenlänge mittels ALM bestätigt. Als weiterer Einflussfaktor konnte die Art der Liegeboxenabtrennung herausgestellt werden, wonach in Betrieben mit freitragenden Boxenbügeln mehr schnelle und weniger langsame Abliegevorgänge beobachtet werden konnten als in Betrieben, deren Liegeboxen-

abtrennungen Stützen im Liegebereich aufwiesen (Mw: 44,4 % vs. 19,7 %; Mw: 33,8 % vs. 60,1 %). Zudem wurden hoch- bis höchstsignifikante Wechselwirkungen zwischen der Boxenart und der Boxenabtrennung sowie der Höhe des Nackenriegels festgestellt.

So wurden in Hochboxen, deren Abtrennungen Stützen im Liegebereich aufwiesen, die durchschnittlich niedrigsten Häufigkeiten an schnellen (Mw: 0,0 %) und die durchschnittlich höchsten Häufigkeiten an langsamen (Mw: 90,0 %) Abliegevorgängen beobachtet, gefolgt von Betrieben mit hochverlegten Tiefboxen (Mw: 13,3 % und 57,2 %). Bezüglich der Nackenriegelhöhe konnten in Hochboxen mit geringer Abmessung (< 115 cm) die niedrigsten Anteile (Mw: 19,7 %) und in Tiefboxen mit großzügigerer Abmessung (≥ 115 cm) die höchsten Anteile (Mw: 62,1 %) an schnellen Abliegevorgängen der Kühe beobachtet. Die Beobachtung konnte umgekehrt auch für langsame Abliegevorgänge festgestellt werden (Mw: 53,3 % und 11,1 %).

Anhand des ausgewählten Modells konnte für die beiden Indikatoren über die Hälfte der Varianz erklärt werden (korrigiertes Bestimmtheitsmaß über 0,5).

Zur Aufdeckung multifaktorieller Einflüsse auf die Liegeposition „Brustlage“ wurde ebenfalls ein multivariates Modell angewendet.

Wie Tab. 19 zeigt, konnte für den Indikator der „Brustlage“ der bereits in der univariaten Analyse festgestellte Einfluss der Bugbegrenzung bestätigt werden. Zudem stellten sich als weitere Einflussfaktoren die Art der Liegeboxenabtrennung sowie die Funktionsabmessung der Liegeflächenlänge heraus. Ebenso ergab sich eine tendenziell signifikante Wechselwirkung zwischen der Liegeboxenabtrennung und der Bugbegrenzung, wonach Tiere, die in Liegeboxen mit geringerem verfügbarem Platzangebot (Liegeboxenabtrennung mit Stützen im Liegebereich, Bugbrett) gehalten wurden, durchschnittlich häufiger Brustlagen (zu Ungunsten anderer, entspannter Liegepositionen) einnahmen (Mw: 82,0 %) als diejenigen in Liegeboxen mit größerem verfügbarem Platzangebot (freitragende Bügel, Bugschwelle; Mw: 71,4 %). Anhand dieses Modells konnte etwa ein Drittel der Varianz erklärt werden.

Tab. 19: Mittels Allgemeines Lineares Modell (ALM) ermittelte Einflussfaktoren auf den Indikator „Brustlage“

Indikator	Bestimmtheitsmaß	Signifikanzniveau					
		korr. Modell	Boxenart	Boxenabtrennung	Bugbegrenzung	Boxenabtr. x Bugbegr.	Liegeflächenlänge
Brustlage	0,304	0,038*		0,059	0,085	0,097	0,026*
Signifikanzniveau nur Werte > 0,2							

Wie in Tab. 20 dargestellt, lag für den Indikator des „Anteils der mit zwei Beinen in den Liegeboxen stehenden Tiere“ ein Modell bezüglich der Liegeboxendimensionierung vor.

Dabei wurden die bereits in der univariaten Analyse festgestellten Einflussfaktoren des Nackenriegelabstandes, der Art der Liegeboxenabtrennung sowie zusätzlich des Kopfrohrs bestätigt. Zudem ergaben sich signifikante Wechselwirkungen zwischen der Art der Liegeboxenabtrennung und dem Einsatz eines Kopfrohrs sowie dem horizontalem Nackenriegelabstand zur Kotstufe.

Tab. 20: Mittels Allgemeines Lineares Modell (ALM) ermittelte Einflussfaktoren der Liegeboxendimensionierung auf den Indikator des „Stehens in der Liegebox mit zwei Beinen“

Indikator	Bestimmtheitsmaß	Signifikanzniveau					
		korr. Modell	Boxenabtrennung	Kopfrohr	Nackenriegelabstand	Boxenbreite	
Stehen mit 2 Beinen in der Box	korr. R <sup>2</sup>	0,467	0,000***	0,163	0,106	0,022*	0,004**
	Interaktionen						
		Boxenabtr. x Kopfrohr	Boxenabtr. x Nackenriegela.	Boxenbr. x Nackenriegela.			
		0,016*	0,030*	0,004**			

So wurden in den Betrieben, die Liegeboxen mit freitragendem Boxenbügel und ohne Kopfrohr installiert hatten, durchschnittlich weniger mit zwei Beinen in den Boxen stehende Tiere beobachtet (Mw: 7,0 %) als in Betrieben, deren Liegeboxen mit Kopfrohren sowie Abtrennungen mit Stützen im Liegebereich ausgestattet waren (Mw: 12,1 %). Dieselbe Beobachtung bestätigte sich in Betrieben, deren Liegeboxen freitragende Bügel und größere Nackenriegelabstände aufwiesen (Mw: 5,7 %), gegenüber solchen mit Stützen im Liegebereich sowie geringeren Nackenriegelabständen (Mw: 16,8 %). Zusätzlich wurde ein hochsignifikanter Einfluss der Boxenbreite sowie deren Wechselwirkung mit dem Nackenriegelabstand festgestellt. Demnach war der Anteil der mit zwei Beinen in den Liegeboxen stehenden Tiere in Betrieben mit enger eingestellten Liegeboxen durchschnittlich höher (Mw: 10,1 %) als in Betrieben mit großzügigerer Boxeneinstellung (Mw: 7,4 %).

Die dargestellten Ergebnisse zeigen, dass anhand der multivariaten Verfahren vor allem die in der univariaten Analyse festgestellten Einflüsse bestätigt werden konnten. Insgesamt wurden jedoch weniger Einflüsse als bei der monofaktoriellen Auswertung festgestellt.

## 4.5 Erfolgskontrolle der Schwachstellenanalyse

Um den Nutzen des Beratungsangebotes herauszustellen, sollte die Schwachstellenanalyse einschließlich der daraus abgeleiteten Handlungsempfehlungen und Optimierungsvorschläge abschließend validiert werden. Dazu wurde anhand von Nachbonitierungen in zwei ausgewählten Milchviehbetrieben untersucht, ob sich nach Veränderung der bemängelten haltungs- bzw. managementbedingten Kriterien eine Verbesserung der Verhaltens- und Erscheinungsparameter der Kühe einstellte.

### Untersuchungsbetrieb 1

Im ersten Untersuchungsbetrieb lag ein dreireihiger Offenfrontstall vor, in dem 95 laktierende Kühe im Hochboxensystem gehalten wurden.

Da seit der Errichtung des Stalls im Jahr 1995 keine Modernisierung der Produktionstechnik durchgeführt worden war, wurden in den Liegeboxen erwartungsgemäß veraltete, zu kleine Funktionsabmessungen festgestellt (Gesamtlänge der Liegebox: 245 cm, Länge der Liegefläche: 175 cm, Boxenbreite: 110 cm, Nackenriegelhöhe: 107 cm, Abstand des Nackenriegels zur Kotstufe: 160 cm). Zudem waren die Boxen mit einem konventionellen freitragenden Boxenbügel ausgestattet, wobei jedoch auf den Einsatz eines Kopfrohrs sowie einer Bugbegrenzung verzichtet wurde. Als Hochboxenbelag diente eine Matratze, die bei Bedarf mit Kalk eingestreut wurde. Bezüglich der Stallbelegung war das Tier-Liegebox-Verhältnis annähernd ausgeglichen.

Die Laufflächen des Stalls bestanden aus ebenfalls nicht sanierten Flächenspalten (Auftrittsbreite: 9 cm, Schlitzweit: 3,5 cm), welche zweimal täglich mit Hilfe eines Abschiebefahrzeuges gereinigt wurden. Im Fressbereich wurde als Fressgitter-Ersatz ein einfaches Nackenrohr vorgefunden.

Die erste Schwachstellenanalyse wurde im Mai 2008 durchgeführt und stellte erhebliche Probleme bezüglich der Akzeptanz der Liegeboxen, des Laufverhaltens der Kühe, der Euterhygiene sowie der Tarsalgelenksverletzungen heraus. Zur Verbesserung der Haltungsbedingungen wurden dem Betrieb eine Anpassung der Boxenabmessungen an die Richtwerte der DLG (DLG 2012a; vgl. auch Abb. 3), der Einsatz eines neuen Boxenbelages, ein verbessertes Einstreumanagement sowie die Sanierung der Laufflächen empfohlen.

Der Betrieb setzte zwei der Handlungsempfehlungen um, indem zum einen ein DLG-geprüftes Weichbett als Liegeflächenbelag eingebaut wurde und die Liegeboxen zum anderen zweimal täglich mit Sägespänen eingestreut wurden, wobei gelegentlich Kalk als Unter-



schicht verwendet wurde. Jedoch blieben die Anpassung der Boxenabmessungen sowie die Laufflächensanierung aufgrund eines anstehenden Neubaus aus. Nachdem die Maßnahmen über 8 Monate im Betrieb etabliert waren, erfolgte im April 2010 eine zweite Schwachstellenanalyse, bei der folgende Veränderungen der tierbezogenen Ergebnisse festgestellt wurden:

Beim ersten Besuch wurde dem Betrieb eine unzureichende Akzeptanz der Liegeboxen attestiert. Diese äußerte sich zum einen im Kriterium der Abliegedauer der Kühe. Wie in Abb. 26 dargestellt, wurde der im Rahmen der Schwachstellenanalyse festgelegte Grenzwert von  $\geq 40\%$  schnelle Abliegedauer ( $< 30$  Sek.) zunächst deutlich unterschritten, wobei  $85,7\%$  (Grenzwert  $\leq 30\%$ ) der Tiere sogar länger als 60 Sekunden für den Abliegevorgang benötigten. Im zweiten Bonitierungstermin wurde der Orientierungswert für schnelle Abliegedauern dagegen deutlich überschritten ( $\geq 70\%$ ). Diese Veränderung des Indikators um die 2,5 fache Referenz-Standardabweichung lässt auf eine deutliche, nicht zufallsbedingte Verbesserung schließen. Bezüglich der langsamen Abliegedauer über 60 Sekunden konnte beim zweiten Termin der Zielwert von  $0\%$  erreicht werden, die restlichen Tiere benötigten akzeptable 30 bis 60 Sekunden für ihren Abliegevorgang.

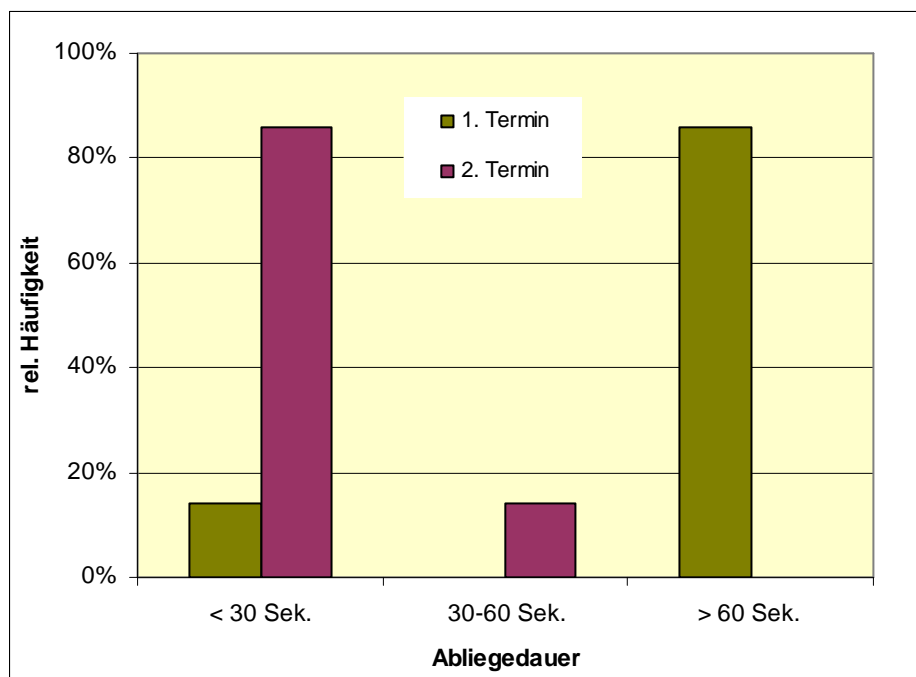


Abb. 26: Im 1. und 2. Bonitierungstermin festgestellte rel. Häufigkeiten der verschiedenen Abliegedauern der Kühe im Untersuchungsbetrieb 1

Des Weiteren wurden bei drei Indikatoren des Aufenthaltsortes der Kühe veränderte Häufigkeiten festgestellt (vgl. Abb. 27). Dabei konnte der Anteil der in den Liegeboxen stehenden Tiere vom ersten auf den zweiten Termin deutlich um jeweils mehr als eine Referenz-Standardabweichung verringert werden, wobei beide Werte vorher oberhalb des festgelegten

Referenzbereichs (0-7 %) lagen. Zudem wurde der Anteil der liegenden Tiere ebenfalls um 1,3 Referenz-Standardabweichungen über den Referenzbereich (50-75 %) hinaus erhöht.

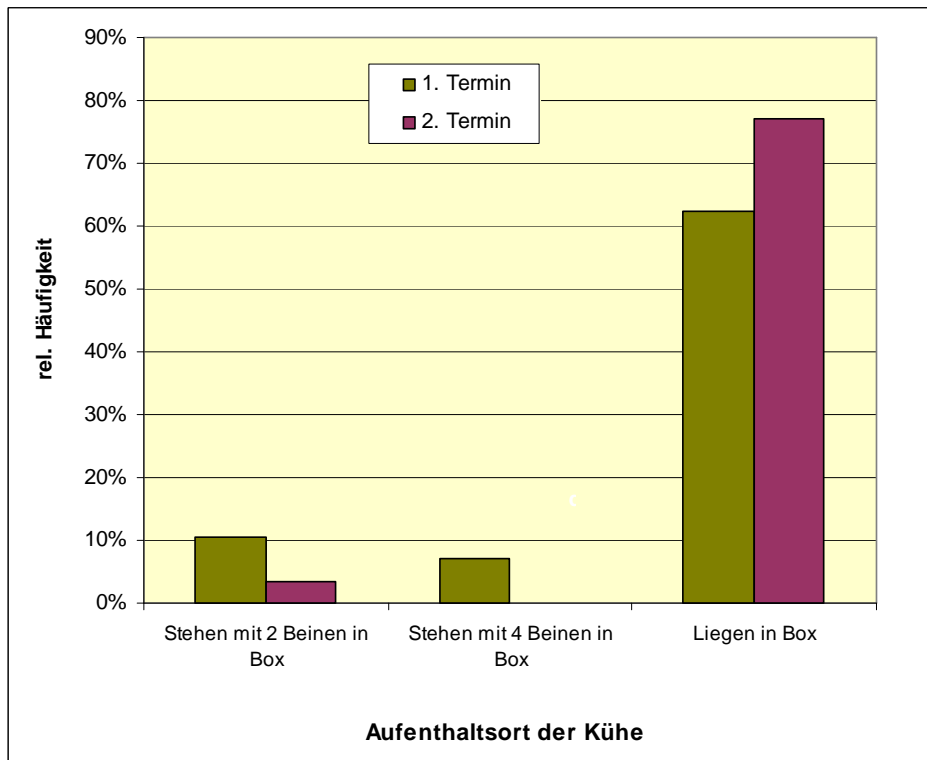


Abb. 27: Im 1. und 2. Bonitierungstermin festgestellte rel. Häufigkeiten der verschiedenen Aufenthaltsorte der Kühe drei Stunden nach der Fütterung im Untersuchungsbetrieb 1

Bezüglich der Einnahme unterschiedlicher Liegepositionen konnten beim zweiten Bonitierungstermin vermehrt Vorderbeinstreckungen festgestellt werden. Die Häufigkeit konnte von 6,0 % auf 11,1 % gesteigert werden. Diese Steigerung entspricht fast der Referenz-Standardabweichung von 5,5 % und kann daher als deutliche Verbesserung angesehen werden.

Die im ersten Bonitierungstermin festgestellte durchschnittliche Verschmutzungsintensität der Euter von 3,4 stellte aus hygienischer Sicht ein besonderes Problem dar. Während der Grenzwert im ersten Termin gerade erreicht werden konnte ( $\leq 3,4$ ), wurde im zweiten Termin eine wesentliche Verbesserung (durchschn. Scorenote: 2,35) bis zum Unterschreiten des Zielwertes ( $\leq 2,4$ ) erreicht.

Bezüglich des Zustandes der Tarsalgelenke der Tiere konnte vor allem der Anteil an schweren Verletzungen wesentlich reduziert werden. Während im ersten Termin 10,5 % gedeckte und 26,3 % offene Umfangsvermehrungen an den Tarsalgelenken bonitiert wurden, kamen im zweiten Termin keine gedeckten Umfangsvermehrungen und nur noch 5 % offene Umfangsvermehrungen vor. Dennoch konnte der angegebene Zielwert von 0 % Umfangsvermehrungen damit noch nicht erfüllt werden.

Die Indikatoren des Laufverhaltens der Kühe zeigten indes eine Verschlechterung zwischen den beiden Terminen an. Im ersten Termin konnte der festgelegte Grenzwert von über 60 % hohen Kopfhaltungen noch eingehalten werden (68,4 %). Dagegen lag der Anteil der Kühe, die mit hohen Kopfhaltungen liefen, im zweiten Termin nur noch bei 36,4 %, was einer Veränderung von mehr als einer Referenz-Standardabweichung entspricht. Diese deutliche Verschlechterung des beobachteten Laufverhaltens lässt möglicherweise auf die weiterhin abnehmende Qualität der Laufflächen schließen.

### Untersuchungsbetrieb 2

Im zweiten Untersuchungsbetrieb wurden 160 laktierende Kühe in zwei Leistungsgruppen gehalten. Dafür stand ein 3+4-reihiger Boxenlaufstall (Baujahr 1999) zur Verfügung, wobei in der Untersuchung die niederleistende Gruppe (80 Tiere) auf der vierreihigen Stallseite berücksichtigt wurde. Als Boxensystem waren Hochboxen installiert, die sich durch den Einsatz eines flexiblen Nackenriegels (Nackenband) charakterisierten. Die Boxenabmessungen entsprachen weitestgehend den Richtwerten der DLG (vgl. DLG 2012a) (Gesamtlänge der Liegebox: 250 cm, Länge der Liegefläche: 180 cm, Höhe des Nackenbandes: 114 cm, Abstand des Nackenbandes zur Kotstufe: 160 cm, Höhe der Bugschwelle: 9 cm, Boxenbreite: 112 cm). Zudem waren die Liegeboxen mit einem 75 cm hohen Kopfrohr ausgestattet. Als Boxenbelag diente eine ebenfalls 1999 installierte Kuhmatratze, die mit Strohmehl eingestreut wurde.

Die Laufflächengestaltung kennzeichnete sich durch Flächenspalten (Auftrittsbreite: 10 cm, Schlitzweite: 3,5 cm), die im Jahr 2005 mittels Rillenschnitt saniert wurden. Zwecks Laufflächenreinigung kam im zweistündigen Rhythmus eine stationäre Schieberanlage zum Einsatz. Im Fressbereich standen Selbstfangfressgitter zur Verfügung, die gemäß der vierreihigen Aufstallung zu einem Tier-Fressplatz-Verhältnis von 1 zu 0,6 führten.

Die Bonitierungen erfolgten im April 2008 sowie im März 2010. Im Rahmen der ersten Schwachstellenanalyse wurde als Handlungsempfehlung zum einen die Verbesserung der Liegeflächenqualität, beispielsweise durch den Einsatz eines neuen Liegeflächenbelages, ausgesprochen. Zum anderen sollte das niedrig angebrachte Kopfrohr herausgenommen werden. Der Betrieb kam beiden Empfehlungen nach. Zusätzlich zum neuangeschafften Weichbett wurde die Einstreu von Strohmehl auf separierte Feststoffe aus der Gülle mit Kalkunterschicht umgestellt. Des Weiteren sollte auch aufgrund des unausgeglichene Tier-Fressplatz-Verhältnisses eine zweimal tägliche Fütterung eingeführt werden. Diese Umstellungen erfolgten bereits ein Jahr vor der zweiten Bonitur, so dass genügend Eingewöhnungszeit für die Tiere vorlag. Im Funktionsbereich Laufen waren keine haltungs- und ma-

nagementbezogenen Verbesserungen notwendig, da bezüglich des Laufverhaltens positive Ergebnisse (Anteil hoher Kopfhaltungen > 80 %) erzielt wurden.

Für die Indikatoren der Abliegedauer wurden sehr deutliche Verbesserungen erzielt (vgl. Abb. 28). Während im ersten Termin keine Tiere mit Abliegedauern unter 30 Sekunden beobachtet werden konnten, wurde der Richtwert ( $\geq 70\%$ ) im zweiten Termin deutlich in Richtung Zielwert überschritten. Zudem lag der Anteil an langsamen Abliegedauern nur noch bei 14,3 % und damit unter dem geforderten Grenzwert von  $\leq 30\%$ .

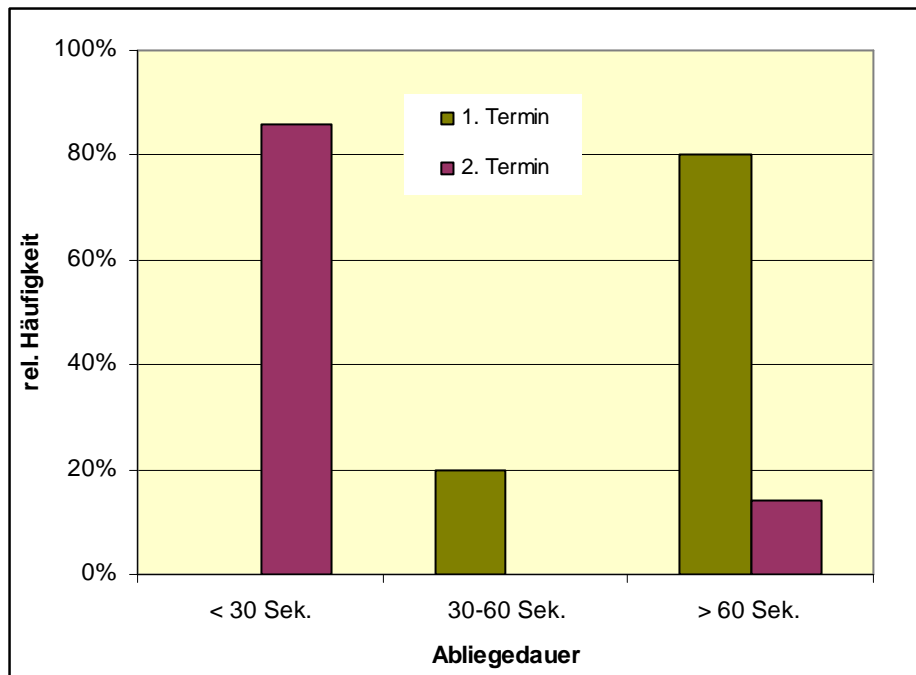


Abb. 28: Im 1. und 2. Bonitiertermin festgestellte rel. Häufigkeiten der verschiedenen Abliegedauern der Kühe im Untersuchungsbetrieb 2

Wie Abb. 29 zeigt, konnte die verbesserte Akzeptanz der Liegeboxen auch anhand der Indikatoren des Aufenthaltsortes der verdeutlicht werden. So wurde der Anteil der Kühe, die mit zwei Beinen in den Liegeboxen standen, leicht verringert. Des Weiteren fiel der zunächst oberhalb des Referenzbereiches liegende Anteil der Kühe, die mit vier Beinen in den Liegeboxen standen, um 1,5 Referenz-Standardabweichungen ab, so dass beide Merkmale bei der zweiten Bonitierung auf gleich niedrigem Niveau lagen. Zudem stieg der Anteil der liegenden Tiere um zwei Referenz-Standardabweichungen und kann damit als deutliche positive Veränderung gewertet werden.

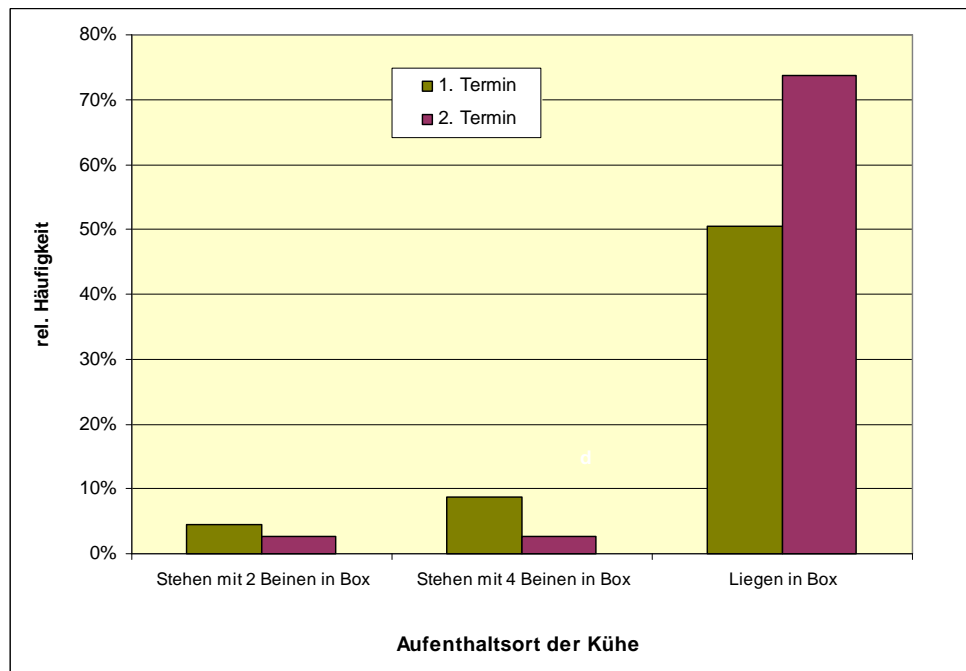


Abb. 29: Im 1. und 2. Bonitieringstermin festgestellte rel. Häufigkeiten der verschiedenen Aufenthaltsorte der Kühe im Untersuchungsbetrieb 2

Wie auch schon im ersten Untersuchungsbetrieb beobachtet wurde, nahmen die Vorderbeinstreckungen im Liegen zwischen den beiden Terminen deutlich zu. Der zunächst niedrige Anteil von 2,1 % konnte nach Verbesserung der Liegeflächenqualität auf 21,2 % gesteigert werden, wobei diese Zunahme der 3,5-fachen Referenz-Standardabweichung entspricht.

Bezüglich der Verletzungsintensitäten der Tarsalgelenke waren im Rahmen des ersten Termins alle bonitierten Gelenke verletzt, wobei 5 % gedeckte und 25 % offene Umfangsvermehrungen vorlagen. Dagegen konnten im zweiten Termin die Hälfte der bonitierten Gelenke als befundfrei eingestuft werden. Des Weiteren lagen keine Umfangsvermehrungen mehr vor, so dass für beide Merkmale (gedeckt und offen) der Zielwert von 0 % erreicht werden konnte.

Bezüglich des Fütterungsmanagements bewirkte die Umstellung von einmaliger zu zweimaliger täglicher Fütterung eine Reduzierung der im Fressgitter stehenden Tiere. Während im ersten Termin knapp 29 % aller Tiere drei Stunden nach der Fütterung im Fressgitter standen, lag der Anteil im zweiten Termin bei 18,4 %. Obwohl beide Ergebnisse damit im angegebenen Referenzbereich liegen, wird die Reduzierung des Anteils in diesem Einzelfall aufgrund des geringen Tier-Fressplatz-Verhältnisses und der gesteigerten Liegeboxenakzeptanz (gleichzeitig höherer Anteil an bereits liegenden Tieren) als Verbesserung gewertet.

## 5 DISKUSSION

Das Ziel dieser Arbeit war es, eine Schwachstellenanalyse für die Bereiche Haltung und Management in Liegeboxenlaufställen im Sinne eines Expertensystems weiterzuentwickeln. Für die Datenerfassung lagen ausgewählte Verhaltens- und Erscheinungsparameter der Milchkühe vor, die eine hohe Relevanz zur Beurteilung der Haltungsbedingungen aufweisen sollten.

Als Basis für das Expertensystem wurden zum einen verschiedene Referenzwerte zum Vergleich mit den einzelbetrieblichen Ergebnissen festgelegt. Zum anderen wurden Zusammenhänge zwischen Tier, Haltungsumwelt und Management ermittelt und somit Einflussfaktoren für die Beeinträchtigungen der Tiere herausgestellt, wodurch Rückschlüsse auf die Validität der verwendeten Indikatoren gezogen werden können. Des Weiteren wurden für einige der eingesetzten Scores Wiederholbarkeitsprüfungen durchgeführt, um ausreichende Reliabilitäten für den Einsatz in der Praxis sicherzustellen.

Im diesem Kapitel sollen zunächst die eigenen Ergebnisse mit verschiedenen Literaturwerten verglichen und mögliche Unterschiede diskutiert werden. Abschließend wird eine Gesamtbewertung der entwickelten Schwachstellenanalyse hinsichtlich der Eignung der verwendeten Indikatoren (Validität, Reliabilität, Praktikabilität) sowie ihres Nutzens im Rahmen der produktionstechnischen Beratung angestrebt.

### 5.1 Inhaltliche Bewertung der Schwachstellenanalyse

Um die Tiergerechtigkeit von Liegeboxenlaufställen für Milchkühe beurteilen zu können, mussten im Rahmen der Schwachstellenanalyse qualitative und quantitative Mindestanforderungen an die Haltungsbedingungen gestellt werden. Dazu wurden für die verwendeten tierbezogenen Indikatoren verschiedene Referenzwerte festgelegt. Die Festlegung erfolgte sowohl auf der Grundlage des vorliegenden Datenmaterials aus 66 Liegeboxenlaufstallbetrieben als auch unter Berücksichtigung entsprechender Literaturangaben.

HÖRNING (2003) weist bezüglich der Festlegung von Grenzwerten darauf hin, dass Grenzziehungen zwischen akzeptablen und nicht akzeptablen Zustand vor allem bei quantitativen Einflussfaktoren wissenschaftlich schwierig zu begründen sind, da fließende Übergänge vorliegen und somit kein klarer „Cut-Off-Point“ besteht (MENDL 1991). Daher stehen verschiedene wissenschaftliche Ansätze für Grenzziehungen zur Verfügung, z.B. der Vergleich mit einem Referenzsystem, die Berücksichtigung der Standardabweichung (vgl. KÄMMER 1980, GRAF 1986, KOHLI 1987, OERTLI et al. 1994, OERTLI et al. 1995) oder die Festlegung

eines pauschalen Grenzwertes (MILLER 1991, BAMMERT et al. 1993). In der vorliegenden Arbeit wurde vor allem auf die Mittelwerte, deren Standardabweichungen sowie die Quartile der Datenverteilungen zurückgegriffen (eine Übersicht über alle festgelegten Referenz- sowie Vergleichswerte (Abb. 30) findet sich im Anhang).

Eine weitere Grundlage für das Expertensystem stellte die Ermittlung von Ursachen (Einflussfaktoren) für die Beeinträchtigungen der Tiere, vor allem im Liegebereich, dar. Dazu erfolgte eine umfangreiche statistische Auswertung des Datenpools mittels verschiedener multivariater Analysemethoden.

Bei der Interpretation der Ergebnisse musste berücksichtigt werden, dass es sich um eine epidemiologische Untersuchung (Felderhebung) handelte, in der keine standardisierten Versuchsbedingungen vorlagen, sondern vielzählige Einflussfaktoren in den Praxisbetrieben vorherrschten (vgl. BOCKISCH 1991, HÖRNING 2003). Die Vorteile dieser Art von Untersuchung liegen darin, dass nicht nur einige wenige Einflussfaktoren untersucht werden können, sondern komplexe Zusammenhänge vorliegen. Aufgrund der Komplexität der aus bekannten und nicht bekannten Einflussfaktoren kann es bei der Auswertung zu Problemen kommen.

So konnten einige der vermuteten Zusammenhänge zwischen Tier und Haltungsumwelt entgegen den Erwartungen statistisch nicht abgesichert werden, weil beispielsweise große Schwankungen zwischen den Betrieben bestanden oder zu geringe Stichprobengrößen bei den einzelnen Merkmalen vorlagen. Daher wurden in der vorliegenden Untersuchung auch nicht-signifikante Ergebnisse berücksichtigt, bei denen sich allerdings ein tendenzieller Zusammenhang ( $p \geq 0,1$ ) erkennen ließ (vgl. HÖRNING 2003). Aufgrund der Besonderheit des Datenmaterials bestand zudem die Möglichkeit von Überlagerungseffekten (additive Effekte), da die verschiedenen Aspekte der Haltungsbedingungen innerhalb eines Stalls nie völlig unabhängig voneinander wirken. Um solche Effekte weitestgehend auszuschließen, wurden die Korrelationen zwischen den verschiedenen Stallmerkmalen ermittelt. Diese lagen im niedrigen Bereich und ließen in Hinblick auf die multivariate Auswertung nicht auf eine Multikollinearität der Merkmale (starke Korrelationen zwischen den erklärenden Variablen, die auf Fehlspezifikationen des zugrunde liegenden Modells hinweisen) schließen.

Um die Eignung der verwendeten Indikatoren inhaltlich zu bewerten, soll zunächst eine Überprüfung deren Validität (Aussagefähigkeit) vorgenommen werden. Hierzu sollen die ermittelten Einflussfaktoren sowie die Ergebnisse aus der Erfolgskontrolle Rückschlüsse auf die Relevanz der Indikatoren bezüglich der Bewertung von Haltung und Management geben. Zudem soll anhand der beschriebenen Referenz- und Vergleichswerte sowie Literaturangaben aus anderen Felderhebungen analysiert werden, ob eine praxisnahe und zugleich tier-schutzorientierte Festlegung gelungen ist.

### Laufverhalten

Zur Bewertung des Laufverhaltens wurde in der Untersuchung der Indikator einer hohen (bzw. tiefen) Kopfhaltung der laufenden Kühe als Zeichen für einen sicheren Gang auf rutsch- und trittsicheren Laufflächen (BENZ 2002) verwendet. Da in der Literatur keine Grenzwert-Angaben zu diesem Indikator vorliegen, wurden hier statistische Werte generiert. Der festgelegte Zielwert konnte von 25 %, der Richtwert von über 50 % der untersuchten Betriebe eingehalten werden.

In der Untersuchung konnte die Tendenz beobachtet werden, dass auf Spaltenböden gehaltene Kühe beim Laufen häufiger eine tiefe Kopfhaltung aufwiesen als Kühe auf planbefestigten Laufflächen. Weitere Einflussfaktoren zur Spezifizierung (z.B. Material oder Oberflächenstruktur) konnten aufgrund der geringen Stichprobengrößen in den einzelnen Merkmalsausprägungen bzw. der fehlenden Validität des Indikators nicht festgestellt werden. Bezüglich der Laufflächenreinigung wirkten sich kurze Reinigungsintervalle in Betrieben mit stationären Schieberanlagen tendenziell günstig auf den Anteil tiefer Kopfhaltungen aus, welcher Sachverhalt aber ebenfalls nicht statistisch abgesichert werden konnte.

Vor diesem Hintergrund weist HERRMANN (2006) darauf hin, dass nicht das Laufflächensystem an sich für ein sicheres Laufverhalten sowie ein störungsfreies Komfort- und Brunstverhalten entscheidend ist (HERRMANN 1997, BENZ 2002). Vielmehr wird dessen einwandfreie Funktionsfähigkeit vor allem durch eine entsprechende Oberflächenbeschaffenheit sowie eine korrekte Bewirtschaftung mit zügiger Ableitung von Kot und Harn gewährleistet (KILIAN et al. 2006).

WLCEK und HERRMANN (1996) verwendeten in ihrer Untersuchung zur Rutschfestigkeit verschiedener Stallfußböden ebenfalls den Indikator der Kopfhaltung der Tiere in Verbindung mit deren Gehgeschwindigkeit. Dabei stellten die Autoren fest, dass beide Parameter unter Praxisbedingungen nicht zur Beurteilung der Rutschfestigkeit geeignet sind.

Aus den oben genannten Gründen ist von einer Aufnahme des Indikators „Kopfhaltung der laufenden Kühe“ in das Expertensystem in der untersuchten Form aufgrund der unzureichenden Validität für die Bewertung der Laufflächen abzuraten. Die Autoren des DLG-Merkblatts 381 zur Tierbeobachtung (DLG 2012b) schlagen dagegen vor, verschiedene Indikatoren aus dem Funktionskreis Fortbewegungsverhalten zu berücksichtigen (stark vorwärts gerichtete Laufgeschwindigkeit, lange Schrittlänge von ca. 80 cm, hohe Kopfhaltung mit grader Rückenlinie, Lahmheiten der Kühe < 15%).



### Abliegeverhalten

In der Literatur hat sich der Indikator der Abliegedauer als wichtiges Instrument zur Bewertung des Liegebereichs innerhalb der verschiedenen Bewertungssysteme etabliert (vgl. HÖRNING 2003, WINCKLER et al. 2003, u.A.). In der vorliegenden Untersuchung wurde die Abliegedauer der Kühe als Zeitraum vom Betreten der Liegefläche bis zum kompletten Liegen definiert.

In der Literatur finden sich hierzu verschiedene Untersuchungen. Die übliche Abliegedauer auf der Weide (gemessen ab Einknicken des Vorderbeins) wird bei mehreren Autoren mit einem Zeitbedarf von 5 bis 7 Sekunden angegeben (BOCKISCH 1991, KROHN u. MUNKSGAARD 1993, SAMBRAUS et al. 2000), wobei die vorausgegangene Platzkontrolle weitere 6 bis 8 Sekunden benötigt (KOHLI 1987, KROHN u. MUNKSGAARD 1993). HÖRNING (2003) konnte in einem Vergleich verschiedener Boxenlaufställe unter Berücksichtigung der einzelnen Abliegephasen Abliegedauern von 57 Sekunden (veraltete Liegeböxengestaltung), 48 Sekunden (Standardliegeböxen) und 46 Sekunden (optimierte Liegeböxengestaltung) feststellen.

Da in der Literatur häufig mit gemessenen, absoluten Werten (Abliegedauer in Sekunden) und nur selten mit Kategorien gearbeitet wird (vgl. ANNEKEN 2006), wurden keine konkreten Sollwerte für die Abliegedauer gefunden. Der hier festgelegte Zielwert für die Abliegedauer der Kühe unter 30 Sekunden orientiert sich an den Ergebnissen des Referenzsystems Weide. Die Festlegung des Richt- und Grenzwertes erfolgte so, dass etwa 50 % der untersuchten Betriebe diese Vorgaben einhalten konnten.

Der Indikator der Abliegedauer sollte Hinweise auf die Liegeflächenqualität und somit auch auf die Akzeptanz der Liegebox geben. So wurde in der Untersuchung ein Einfluss der Boxenart und speziell der Tiefboxeneinstreu auf die Abliegedauer der Kühe festgestellt, wonach Tiefboxen mit Strohmatratzen oder Sägemehlschüttungen schnellere Abliegevorgänge der Kühe begünstigten.

In der Literatur werden ähnliche Beobachtungen beschrieben. So beobachteten OERTLI et al. (1995) bei Kühen in eingestreuten Hochboxen längere Abliegedauern als in gleich gestalteten Tiefboxen. REITER et al. (2006b) stellten in einem Versuch heraus, dass die Abliege-vorbereitung in Tiefboxen im Sekundenbereich, in Hochboxen dagegen im Minutenbereich lag, wobei der eigentliche Abliegevorgang bei beiden Systemen gleich viel Zeit in Anspruch nahm. In einem Vergleich von Strohmatratzen und Weichbettsystemen konnten DUSEL et al. (2006) ebenfalls eine verkürzte Abliegezeit in den Liegeboxen mit Strohmatratzen feststellen. HÖRNING (2003) ermittelte in seiner Untersuchung in Betrieben mit Hochboxenausstattung durchschnittlich längere Abliegedauern der Kühe als in Betrieben mit Tiefboxen.

In diesem Zusammenhang weist HÖRNING (2003) darauf hin, dass die Boxenart bzw. der Boxenboden nicht den alleinigen Grund für Unterschiede im Tierverhalten darstellen können. Zwar gelten Tiefboxen mit losen Schüttungen oder festen Strohmatratzen laut REITER (2006) allgemein als tiergerechteste Liegeboxen. Da diese allerdings sich täglich ändernden Bedingungen und Schwankungen, z.B. in der Zusammensetzung unterliegen, erfordert diese Bewirtschaftungsform sehr hohe Ansprüche an die Pflege und Betreuung (DUSEL et al. 2006). Da bspw. Weichbetten in Hochboxen den Vorteil bieten, dass deren Weichheit gleichwertig bleibt, stellen diese laut DUSEL et al. (2006) bei guter Pflege keine Kompromisslösung, sondern eine echte Alternative zur Tiefbox dar. Auch DRISLER et al. (2006) geben zu Bedenken, dass der Liegekomfort vor allem durch das Boxenmanagement, d.h. eine kontinuierliche Boxenpflege, vorgegeben wird. Diese Erfahrungen stellten auch REITER et al. (2006b) in einem Vergleich zwischen Hoch- und Tiefboxen fest, wonach die Tiere bei schlechter werdendem Pflegezustand der Tiefboxen zum einen häufiger zu den konstanten Hochboxen wechselten. Zum anderen verschlechterten sich in unzureichend gepflegten Tiefboxen einige Indikatoren wie die Abliege Vorbereitung, die Dauer der Liegeperioden und die Gesamt Liegedauer.

Als weitere Einflussfaktoren auf die Abliegedauer wurden bezüglich der Boxenabmessungen die Liegeflächenlänge und die Positionierung des Nackenriegels und weiterhin die Art der Boxenabtrennung ermittelt und in der multivariaten Auswertung (ALM) bestätigt. HÖRNING et al. (2001) ermittelten einen Zusammenhang zwischen zunehmender Boxenlänge und kürzeren Abliegedauern. In ihrer Untersuchung stellten HÖRNING und TOST (2002) ebenfalls fest, dass die Abliegeverhaltensweisen von der Boxenabtrennung, den Boxenmaßen, der Strohmenge und dem Nackenriegelabstand beeinflusst wurden. So kam es in größeren Liegeboxen mit weicherem Boden und großzügigeren Abtrennungen zu weniger Behinderungen des Ruheverhaltens und längeren Liegezeiten (HÖRNING 2003). BARTUSSEK et al. (1999) beobachteten in ihrer Untersuchung einen Einfluss der Nackenriegelhöhe sowie dessen Abstand auf die Abliegevorgänge der Kühe, wonach eine großzügigere Einstellung zur Verkürzung der Abliegedauern führte. HÖRNING (2003) stellte für die Nackenriegelhöhe sowie dessen horizontalen Abstand eine negative Korrelation mit der Dauer vom Betreten der Box bis zum Abliegen fest. Als Begründung führt HÖRNING (2003) an, dass ein ungünstig angebrachter Nackenriegel die Zeit bis zum Abliegen eventuell verzögert, beim Abliegen aber keinen Einfluss auf das Verhalten der Kuh mehr hat.

Die aufgeführten Untersuchungen lassen bezüglich der Beeinträchtigung des Abliegeverhaltens deutliche Parallelen zu den eigenen Ergebnissen erkennen. So führte in der Erfolgskontrolle eine Verbesserung der Liegeflächenqualität bezüglich des Bodenbelags und der Einstreu in beiden nachbonitierten Betrieben zu einer Verbesserung der Ergebnisse bei den Abliegedauern. Zudem wurden Korrelationen der Abliegedauer mit anderen wichtigen tierbe-

zogenen Indikatoren (Verletzung der Tarsalgelenke, Anteil der liegenden Kühe, Anteil der in den Boxen stehenden Kühe) ermittelt. Aus diesen Gründen kann auf eine hohe Validität des Indikators, d.h. eine gute Aussagefähigkeit für die Bewertung der Liegeboxen geschlossen werden.

### Aufenthaltort

Für das Kriterium des Aufenthaltsortes der Kühe drei Stunden nach der Fütterung wurden sieben Indikatoren verwendet, die die Kühe nach ihrer jeweiligen Tätigkeit einteilen. Dabei scheinen einige der Indikatoren („Liegen in Liegebox“, „Stehen mit 2 Beinen in Box“, „Stehen mit 4 Beinen in Box“ sowie „Liegen auf Lauffläche“) von höherer Relevanz für die Bewertung der Haltungsbedingungen zu sein, da diese in ähnlicher Form in verschiedenen anderen Untersuchungen der einschlägigen Fachliteratur verwendet wurden.

### Liegen in der Liegebox

Der Indikator „Anteil der drei Stunden nach der Fütterung in den Liegeboxen liegenden Kühe“ findet sich in der Literatur in ähnlichen Ausprägungen und wird dabei häufig zur Bewertung der Liegeboxen eingesetzt. So können zwei Indices genannt werden, die laut RÜTZ (2010) Hinweise auf die Akzeptanz der Liegeboxen geben können: Zum einen beschreibt der „Cow-Comfort-Index“ die Anzahl der liegenden Kühe im Verhältnis zur Gesamtzahl (NORDLUND et al. 2004) und ist somit dem verwendeten Indikator inhaltlich sehr ähnlich. Weiterhin stellt der „Stall-Usage-Index“ den Anteil der liegenden Kühe an der Gesamtzahl der Kühe, die kein Futter aufnehmen, dar (COOK et al. 2004). Die Autoren der Tierschutzleitlinie (LAVES 2007) geben eine erweiterte Definition des Indikators an. So soll die Eignung von Liegeboxen dadurch abgeschätzt werden können, ob in den Ruhezeiten mindestens 80 % der Kühe korrekt positioniert in den Liegeboxen liegen und dabei mindestens 50 % der liegenden Tiere wiederkäuen. Im DLG-Merkblatt 381 (DLG 2012b) zur Tierbeobachtung wird der Liegeboxenindex nach COOK et al. (2004) mit den angegebenen Zielwerten ebenfalls berücksichtigt.

Wie bei allen Indikatoren des Kriteriums „Aufenthaltort der Kühe drei Stunden nach der Fütterung“ wurden die empfohlenen Richtwerte sowie deren Referenzbereiche statistisch in Anlehnung an die Quartile der Datenverteilungen generiert und nach fachlichen Überlegungen festgelegt. Dadurch sollten die unterschiedlichen Bewertungsmöglichkeiten der einzelnen Indikatoren bei Über- oder Unterschreiten des akzeptablen Wertebereichs berücksichtigt werden.

So sollen sich drei Stunden nach der Fütterung ein Großteil der Kühe liegend in den Liegeboxen befinden (Richtwert 60 %, Referenzbereich 50 % bis 75 %). Denselben Indikator verwenden die Autoren des DLG-Merkblattes 381 (2012b), wonach sich drei Stunden nach der Futtervorlage 2/3 der Kühe liegend in den Boxen befinden sollten. Diese Werte decken sich mit den Angaben von HAIDN et al. (2005), die von einem durchschnittlichen Anteil von 30 bis 70 % (im Mittel 50 %) am Tag liegender Tiere ausgehen. Ebenso gehen WIERENGA et al. (1985) davon aus, dass in den Hauptruhephasen im Anschluss an die Hauptfresszeiten mehr als 50 % der Kühe einer Herde in den Boxen liegen. BOCK (1990) gibt in seinem Bewertungssystem einen Sollwert von 80 % gleichzeitig liegender Tiere in der Hauptruhephase an. HÖRNING (2003) ermittelte in einem Vergleich verschiedener Boxenlaufställe (veraltete, Standard-, optimierte Boxengestaltung) für die durchschnittliche Anzahl liegender Tiere Häufigkeiten von 52,2 %, 54,3 % und 59,4 % sowie für die maximalen Anzahl liegender Tiere Häufigkeiten von 63,4 %, 72,1 % und 79,5 %. Diese Werte stimmen mit den oben beschriebenen Referenzwerten gut überein. Dennoch ist für diesen Indikator eine Referenzwertfestlegung schwierig, da ein höher Wert nicht nur auf einen verbesserten Liegekomfort und eine hohe Herdensynchronität, sondern auch auf Probleme der Tiere beim Aufstehen und Abiegen sowie eine inaktive Herde (infolge von Krankheiten oder Einschränkungen der Bewegungsfähigkeit) hinweisen könnte. Durch die gesonderte Erfassung weiterer Indikatoren (z.B. Abliegedauer, Liegepositionen, in den Liegeboxen stehende Tiere, Laufverhalten) können die Werte sicher interpretiert und Beeinträchtigungen der Tiere herausgestellt werden (vgl. DLG 2012b).

Aufgrund der eigenen Ergebnisse sowie den Angaben aus der Literatur lässt sich abschließend eine hohe Aussagefähigkeit des Indikators bezüglich der Akzeptanz des Liegebereichs prognostizieren.

### Stehende Tiere

Bezüglich der Indikatoren „Stehen im Fressgitter“, „Stehen im Fressgang bzw. Boxengang“ sowie „Stehen mit zwei oder vier Beinen in der Liegebox“ lagen in der Literatur keine Vergleichswerte für die Referenzwertfestlegung vor. Zwar wurden die Indikatoren teilweise in verschiedenen Untersuchungen verwendet (u.a. WIERENGA u. HOPSTER 1990, BARTUSSEK et al. 1999, TUCKER et al. 2005, FREGONESI et al. 2007, GALINDO et al. 2000), allerdings zielten diese vor allem auf die Aspekte des sozialen Verhaltens, die Auswirkungen von Überbelegungen sowie den Einfluss von Lahmheiten ab.

So wurden in der eigenen Untersuchung für den Anteil der im Fressgitter stehenden Kühe die installierten Nackenrohrhöhen der Fressgitter sowie die Fressplatzbreiten als tendenzielle

Einflussfaktoren festgestellt. Zudem konnte bei mehrmaliger Fütterung am Tag eine geringere Belegung des Fressgitters drei Stunden nach der Fütterung beobachtet werden. Ebenso stellten HUZZEY et al. (2006) in ihrer Untersuchung fest, dass das Fressplatzdesign sowie dessen Management das Fressverhalten der Tiere beeinflusste. Dabei bewirkten größere Fressplatzbreiten sowohl einen Anstieg der Gesamtfresszeit der Kühe am Tag als auch einen Rückgang von Rankämpfen und aggressiven Interaktionen. HUZZEY et al. (2006) schlussfolgerten daher, Überbelegungen am Futtertisch zu vermeiden, um die Zugänglichkeit für die Tiere zu erhöhen und somit Rankämpfe zu minimieren. Die Autoren des DLG-Merkblattes 381 zur Tierbeobachtung schlagen vor, als Indikatoren für die Bewertung des Fressbereiches eine gleichmäßige Belegung der Fressplätze, Futterwerfen und wartende Kühe in zweiter Reihe zum Fressgitter zu berücksichtigen (DLG 2012b).

Für die Indikatoren des Stehens in der Liegebox konnten in der eigenen Untersuchung verschiedene Einflussfaktoren und Zusammenhänge festgestellt werden:

So wurden Zusammenhänge zwischen dem Anteil der in den Liegeboxen stehenden Kühe und der Abliegedauer der Kühe sowie der Boxenart nachgewiesen. Diese Beobachtung beschrieben auch DUSEL et al. (2006), die in ihrer Untersuchung ein verringertes Stehen vor dem Hinlegen sowie eine verkürzte Abliegedauer der Kühe in Tiefboxen im Vergleich zu Hochboxen feststellten. In Anlehnung an den oben genannten Einfluss der Boxenart sei hier auf eine Untersuchung von OERTLI et al. (1994) hingewiesen, die mit zunehmender Bodenstärke der Liegebox längere Stehzeiten der Tiere in den Liegeboxen beobachteten.

Weiterhin beeinflusste die Art der Liegeboxenabtrennung die Häufigkeiten der in den Liegeboxen stehenden Kühe. Das vermehrte Stehen in den Liegeboxen könnte dadurch begründet werden, dass sich die Tiere aufgrund erwarteter Schmerzen beim Anstoßen an die Stützen nicht direkt hinlegen. HÖRNING (2003) empfiehlt, keine Hindernisse im hinteren Boxenbereich zu verwenden, um ein Anschlagen der Hinterhand weitestgehend zu vermeiden.

Zudem hatte der horizontale Abstand des Nackenriegels einen Einfluss auf die Häufigkeit der mit zwei bzw. vier Beinen in den Liegeboxen stehenden Tiere. Kongruent zu den eigenen Beobachtungen kamen auch TUCKER et al. (2005) in einem Wahlversuch unter anderem zu dem Ergebnis, dass verschiedene Nackenriegelabstände bei konstanter Höhe dazu führten, dass bei geringerem Abstand weniger Tiere mit vier Beinen in den Liegeboxen standen, wogegen der Anteil der mit zwei Beinen in den Liegeboxen stehenden Kühe größer war als in Liegeboxen mit größerem Nackenriegelabstand. Daher schlussfolgerten die Autoren auf der Grundlage ihrer Untersuchung, dass eine restriktive Einstellung des Nackenriegels das ungehinderte Stehen der Kühe in der Liegebox verhindert, wodurch die Liegefläche allerdings sauber gehalten wird (TUCKER et al. 2005). Übereinstimmend dazu konnte ANONYM (2002) in seiner Untersuchung in Liegeboxen mit größeren Nackenriegelabständen längere

Stehzeiten der Tiere mit vier Beinen in den Liegeboxen feststellen, wodurch auch die Verschmutzung der Liegeboxen zunahm. Vor diesem Hintergrund wird empfohlen, die negativen Effekte eines restriktiv eingestellten Nackenriegels durch eine komfortable Laufflächengestaltung zu entschärfen, wenn beispielsweise durch das unvollständige Stehen der Kühe in der Liegebox ein erhöhtes Risiko für Klauenerkrankungen vorliegt (TUCKER et al. 2005).

Bezüglich weiterer Einflussfaktoren auf die Stehzeiten der Kühe in den Liegeboxen beobachteten GALINDO et al. (2000), dass vor allem rangtiefe oder lahme Tiere häufiger mit zwei Beinen in den Liegeboxen standen. Zum anderen wiesen BARTUSSEK et al. (1999) auf einen Einfluss der Tiergröße hin, wonach mittelgroße und große Tiere länger mit der Hinterhand außerhalb der Box standen als kleine Kühe.

Wie auch die eigenen Ergebnisse zeigen, schlussfolgert HÖRNING (2003) auf der Grundlage verschiedener Literaturangaben, dass längere Stehzeiten der Kühe in den Liegeboxen oder in den Gängen auf Mängel in der Liegeplatzqualität schließen lassen und zusätzlich ein größeres Risiko für Klauenerkrankungen bergen können (vgl. GALINDO et al. 2000).

Daher scheinen für die genannten Indikatoren hohe Validitäten bezüglich der Tiergerechtheit und eine gute Eignung für die Bewertung der Haltungsbedingungen vorzuliegen.

#### Außerhalb der Boxen liegende Kühe

Der Indikator „Anteil der auf den Laufflächen liegenden Tiere“ soll Hinweise auf eine fehlende Akzeptanz der Liegeboxen geben. Verschiedene Autoren weisen darauf hin, dass die Relevanz dieses Indikators bezüglich der Tiergerechtheit sehr hoch ist, wobei verkürzte Liegezeiten der Tiere, höhere Tierverschmutzungen, höhere Verletzungsraten sowie eine verschlechterte Eutergesundheit die Folgen sein können (vgl. OERTLI et al. 1994, HÖRNING 2003). In ihrer Untersuchung stellten OERTLI et al. (1994) fest, dass in Tiefboxenbetrieben im Gegensatz zu einstreulosen Hochboxenbetrieben keine im Gang liegenden Tiere beobachtet werden konnten. In der eigenen Untersuchung wurde ein Zusammenhang mit dem Alter des Liegeflächenbelags in Hochboxenbetrieben festgestellt, wonach der Anteil der „Ganglieger“ bei zunehmendem Alter erhöht war. O'CONNELL et al. (1993) und ANONYM (1997) wiesen zudem auf einen Einfluss der Boxenmaße hin, wonach in Betrieben mit größeren Liegeboxen weniger auf dem Gang liegende Tiere beobachtet werden konnten als in Betrieben mit knappen Boxenmaßen. Zudem finden sich in der Literatur verschiedene Einflussfaktoren wie die Nackenriegelposition (ALBRIGHT et al. 1988), Überbelegung des Stalls (WIERENGA u. HOPSTER 1990) sowie der Einsatz einer automatischen Schieberanlage (O'CONNELL et al. 1993).

Für den Anteil der auf dem Laufgang liegenden Kühe innerhalb eines Stalls werden in der Literatur verschiedene Werte beobachtet (5 % bei DAELEMANS et al. 1981; 8 % bei O'CONNELL et al. 1993). In der eigenen Untersuchung wurden Anteile von 0 bis 3 % festgestellt. Da die Tierschutzrelevanz dieses Indikators als sehr hoch eingeschätzt wird, wurde der Grenzwert bei 0 % festgelegt.

### Liegepositionen

In der Literatur finden sich neben einigen Zielwerten ebenfalls Angaben zum Vorkommen der unterschiedlichen Liegepositionen in den verschiedenen Haltungssystemen.

Zu den Liegepositionen, die in der Literatur häufig untersucht werden, gehören vor allem die Bein Streckungen sowie die Seitenlage. In einer der ersten Untersuchungen zum Liegeverhalten der Kühe auf der Weide untersuchten KÄMMER und SCHNITZER (1975) die Häufigkeiten der in vier Gruppen eingeteilten Liegeformen der Rinder (kurz/lang, schmal/breit). Kurze Liegepositionen mit untergeschlagenen Vorderbeinen wurden mit einer Häufigkeit von 85 % beobachtet, Vorderbeinstreckungen kamen von 15 % der Tiere eingenommen. Des Weiteren führten die Kühe Hinterbeinstreckungen als breite Liegeposition mit einer Häufigkeit von 65 % aus (KÄMMER 1980). Zudem lag der Anteil an gestreckten Seitenlagen in natürlicher Umgebung bei 1 % (KÄMMER 1980). Auf dieser Grundlage legte KÄMMER (1981) für die Häufigkeiten verschiedener Liegepositionen erste Grenzwerte fest (Vorderbeinstreckungen:  $\geq 10$  % der Tiere; Hinterbeinstreckungen:  $\geq 50$  % der Tiere).

ANDREAE et al. (1982) stellten in Liegeboxenlaufställen bei den Tieren durchschnittlich 8,6 % Vorderbeinstreckungen sowie 1,1 % gestreckte Seitenlagen fest. KONRAD und FURSCHÜSS (1999) konnten in einem Systemvergleich in den untersuchten Liegeboxenlaufställen durchschnittlich 9,4 % Vorderbeinstreckungen der Kühe ermitteln. HÖRNING (2001) stellte in einem Systemvergleich fest, dass bei in Liegeboxenlaufställen gehaltenen Kühen weniger Hinterbein- und Vorderbeinstreckungen sowie gestreckte Seitenlagen vorkamen als in Systemen mit freien Liegeflächen, da diese arttypischen Ruhepositionen in Boxensystemen nicht in vollem Umfang ausgeführt werden können. Zudem verglich HÖRNING (2003) Boxenlaufställe mit veralteter, Standard- und optimierter Boxengestaltung und konnte einen Anstieg der Verhaltensbeeinträchtigungen der in den Standardboxen und vor allem in den veralteten Boxen gehaltenen Kühe feststellen (Vorderbeinstreckungen: 15,0 %, 21,4 %, 32,8 %; Hinterbeinstreckungen: 36,5 %, 45,2 %, 55,9 %, gestreckte Seitenlage: 2,6 %, 8,3 %, 17,6 %). In einer Untersuchung von KEIL et al. (2004) in 12 Laufstallbetrieben wurden bei nur 3 % der Kühe Vorderbeinstreckungen sowie bei 27 % der Kühe Hinterbeinstreckungen vorgefunden. Die in den verschiedenen Untersuchungen vorgefunden Werte lassen trotz der

zum Teil unterschiedlichen Definitionen der Liegepositionen Parallelen zu den eigenen Ergebnissen und Referenzwerten erkennen.

In der eigenen Untersuchung konnte ein Einfluss der Boxenart auf das Auftreten der Liegepositionen „Brustlage“ sowie „gestrecktes Hinterbein“ ausgemacht werden, wonach Brustlagen bei in Hochboxen gehaltenen Tieren seltener und Hinterbeinstreckungen dafür häufiger vorkamen als in Tiefboxenbetrieben. In einer Untersuchung von OERTLI et al. (1995) konnten in Hochboxen ebenfalls mehr Hinterbeinstreckungen als in Tiefboxen festgestellt werden, wodurch die Sprunggelenke möglicherweise aufgrund einer zu harten Kunststoffmatte entlastet werden sollten. Ebenso ist es möglich, dass eine Muldenbildung in den Tiefboxen vermehrte Hinterbeinstreckungen verhinderte. Entgegen dieser Argumentation wurden innerhalb der untersuchten Hochboxenbetriebe bei keinerlei oder härteren Belägen höhere Anteile an Brustlagen und geringere Anteile an Hinterbeinstreckungen beobachtet. Diese Beobachtung bestätigt eine Untersuchung von WANDEL und JUNGBLUTH (1997), die bei Kühen auf Kuhmatratzen mehr angewinkelte Hinterbeine feststellen konnten als bei Kühen, die in Hochboxen mit Gummimatten lagen. Als mögliche Erklärung könnte angeführt werden, dass auf weichen Matten eine Gewichtsverteilung nicht notwendig ist, um den Druck auf die Gelenke zu verteilen und im Gegenzug auf harten Böden ein Ausstrecken unangenehm ist.

Weiterhin konnte in der eigenen Untersuchung die Art der Bugbegrenzung als Einflussfaktor auf die Liegepositionen herausgestellt werden. Waren in den Liegeboxen keine Bugbegrenzungen oder runde Ausführungen vorhanden, wurden bei den Kühen mehr Vorderbeinstreckungen und weniger Brustlagen beobachtet als in Betrieben, deren Liegeboxen mit Brettern oder betonierten Bugbegrenzungen ausgestattet waren. Ebenso beeinflusste die Liegeflächenlänge die Häufigkeit der Liegeposition der Vorderbeinstreckung, die in längeren Boxen vermehrt vorkam, da diese Liegeposition vor allem Platz nach vorne benötigt (HÖRNING 2003). Im Allgemeinen Linearen Modell (ALM) konnten diese Einflüsse bestätigt werden, zusätzlich wurde die Art der Liegeboxenabtrennung als weiterer Einflussfaktor herausgestellt, so dass in Liegeboxen mit eingeschränktem Platzangebot (Stützen im Liegebereich, Bugbrett) ein höherer Anteil an Brustlagen bei den Tieren beobachtet wurden. HÖRNING (2003) ermittelte in seiner Untersuchung Korrelationen zwischen den Boxenmaßen und den verschiedenen Verhaltensweisen. So stellte er unter anderem positive Korrelationen der Boxenlänge mit den Vorder- und Hinterbeinstreckungen sowie der gestreckten Seitenlage fest. Zudem beobachtete er in Liegeboxen mit freitragenden Boxenbügeln mehr Vorderbeinstreckungen sowie gestreckte Seitenlagen als in Boxen mit Pilzbügeln, was auf einen geringeren Komfort und eingeschränkte Möglichkeiten zur Verhaltensausübung hinweisen kann (HÖRNING 2003).



Die eigenen Ergebnisse entsprechen in hohem Maß den Angaben aus der Literatur. Die festgestellten Einflussfaktoren lassen auf eine gute Aussagefähigkeit der verschiedenen Liegepositionen für die Beurteilung der Liegeboxen schließen. Dennoch bleibt zu erwähnen, dass die Intention der Beinstreckungen der Tiere nicht immer zweifelsfrei geklärt werden kann. So können diese einzelfallabhängig sowohl als positiver Anzeiger („Entspannungsposition“) fungieren als auch negative Zustände (z.B. Entlastung der Gelenke bei geringer Liegeflächenqualität) anzeigen.

#### Abkoten in der Liegebox

Die beiden Indikatoren zur Verschmutzung der Liegeboxen mittig bzw. seitlich am Boxenende sollten Hinweise auf eine suboptimale Boxengestaltung und damit verbundene Probleme der Kühe beim Abliegen und Aufstehen geben. Zusätzlich sollten diese den Hygienezustand der Liegeboxen widerspiegeln. Allerdings konnten in der Untersuchung keine eindeutigen Zusammenhänge mit der Liegebereichsgestaltung bzw. der Verschmutzung der Kühe festgestellt werden. Ebenso finden sich in der Literatur keine Vergleichswerte bezüglich der Abkotvorgänge der Kühe in den Liegeboxen oder der Verschmutzungshäufigkeit der Liegeboxen. Lediglich im DLG-Merkblatt 381 zur Tierbeobachtung (DLG 2012b) wird gefordert, die Abkotvorgänge der Kühe im Liegen sowie während deren Aufenthaltes im Melkstand zu beobachten. Zudem wird ein Grenzwert von < 20% verschmutzten Liegeboxen festgelegt.

Insgesamt wird die Eignung der verwendeten Indikatoren für die Bewertung der Haltungsumwelt aufgrund der nicht ausreichenden Validitäten als gering eingestuft.

#### Verschmutzung der Kühe

Zur Erfassung des Verschmutzungszustandes der Kühe wurde ein sechsstufiger Hygiene-score verwendet, der sowohl leichte Verfärbungen des Fells als auch starke und dauerhafte Verschmutzungen der Tiere berücksichtigt (vgl. PELZER et al. 2007, DLG 2012b). Auf dieser Grundlage sollen Schwachstellen im Hygienemanagement des Betriebes herausgestellt werden.

Die Grenzwerte wurden einheitlich für alle bonitierten Körperregionen nach fachlichen Gesichtspunkten unter Berücksichtigung der Untersuchungsergebnisse festgelegt (Zielwert:  $\leq 2,4$ ; Richtwert:  $\geq 2,9$ ; Grenzwert:  $\geq 3,4$ ).

In der Literatur liegen verschiedene Untersuchungen zur Bewertung der Verschmutzungsintensitäten von Milchkühen vor. WHAY et al. (2003) erfassten in 53 englischen Milchviehbetrieben die Verschmutzungsanteile der einzelnen Körperregionen der Kühe: So wurden 47 % mittel und stark verschmutzte Hinterbeine der untersuchten Kühe festgestellt. Zudem wurden

die Euter der Tiere mit einer Häufigkeit von knapp 20 % und die Hinterhände zu 12 % als leicht verschmutzt eingestuft. RÜTZ (2010) verwendete in ihrer Untersuchung einen fünfstufigen Verschmutzungsscore (Scorenote 1 bis 5) und fand für die Körperregionen der Hintergliedmaße sowie des Euters Mittelwerte von 2,4 bzw. 1,8 heraus, die sie als Grenzwerte für ihr Bewertungssystem festlegte.

In der eigenen Untersuchung beeinflusste die installierte Boxenart die Verschmutzungsintensität verschiedener Körperregionen. Auch HÖRNING (2003) stellte in seiner Untersuchung fest, dass in Tiefboxen gehaltene Kühe schmutziger waren als diejenigen, die in Hochboxensystemen gehalten wurden. Als Erklärung gibt er vor allem die in der Untersuchung vorliegenden großzügigeren Abmessungen der Tiefboxen an, die ein höheres Verschmutzungsrisiko für die Tiere bedeuten (HÖRNING 2003). Da in der eigenen Untersuchung keine signifikanten Unterschiede zwischen den Abmessungen der verschiedenen Boxensysteme festgestellt werden konnten, könnte eine mögliche Erklärung das aufwendigere Boxenmanagement der Tiefboxen und das bei unsachgemäßer Pflege erhöhte Risiko verschmutzter Liegeflächen. ENGELHARDT und BLUM (1998) stellten bezüglich der Sauberkeit der Kühe keine Unterschiede zwischen eingestreuten Hochboxen und Tiefboxen fest, jedoch waren Tiere aus nicht eingestreuten Hochboxen deutlich schmutziger. Auch OERTLI et al. (1995) wiesen auf die höheren Tierverschmutzungen bei einstreuloser Bewirtschaftung von Hochboxen hin. Für die Körperregionen der Hinterhand sowie des Euter-Bauch-Bereiches wurde in der eigenen Untersuchung in Hochboxenbetrieben ein negativer Einfluss einer geringen organischen Abdeckung der Liegefläche festgestellt, welche auf ein Defizit im Bereich der Boxenpflege und vor allem des Einstreumanagements hinweist. So kommen auch PACHE et al. (1998) zu dem Schluss, dass die Sauberkeit von Hochboxen durch regelmäßiges Einstreuen verbessert wird.

Zudem wurden die Verschmutzungsintensitäten der Hinterhand, des Kreuzes sowie des Schwanzquastes der Tiere von der Liegeflächenlänge der Liegebox beeinflusst, wonach bei großzügigeren Boxenlängen geringere Verschmutzungen festgestellt wurden. HÖRNING (2003) stellte in seiner Untersuchung ebenfalls die Boxenlänge als Einflussfaktor auf den Verschmutzungsindex heraus. ZERZAWY (1989) konnte ebenfalls eine bessere Sauberkeit der Tiere bei zunehmender Boxenlänge feststellen. Die Autoren der Tierschutzleitlinie für die Milchkuhhaltung (LAVES 2007) weisen darauf hin, dass gerade bei großen Tieren, die die Liegefläche überragen, das Problem besteht, dass der Schwanz häufig in den Laufgang ragt, wo er einem erhöhten Verschmutzungs- und Verletzungsrisiko (durch Tritte oder Schieber-einrichtungen) ausgesetzt ist.

RÜTZ (2010) empfiehlt, die Erfassung der Tierverschmutzung in Bewertungssysteme aufzunehmen, da diese eine gute Möglichkeit bietet, die Hygiene der Haltungsumwelt einzuschät-

zen. In ihrer Untersuchung konnte sie zudem einen Zusammenhang zwischen der Beurteilung der Tierverschmutzung und der Einschätzung der Tiergerechtheit eines Stalles feststellen (RÜTZ 2010), so dass eine hohe Validität der Indikatoren erwartet werden kann.

### Verletzungen der Kühe

Die Verletzungshäufigkeiten der Kühe wurden mit Hilfe des modifizierten DLG-Bewertungsschemas für die Gelenksgesundheit erfasst (Scorenoten 0 bis 4). Da die Erhebung von Integumentschäden als wichtiges Instrument zur Beurteilung der Haltungsbedingungen gilt, liegen hierzu zahlreiche Untersuchungen vor, die zwar mit unterschiedlichen Bonitierungsschemata arbeiten, aber dennoch gute Vergleichswerte für die eigenen Untersuchungsergebnisse darstellen.

In der vorliegenden Untersuchung stellten sich die bonitierten Tarsal- und Karpalgelenke sowie die Wirbelsäulen der Kühe als die am häufigsten verletzten Körperstellen heraus (durchschnittliche Befundhäufigkeiten 53,2 %, 28,0 % und 12,9 %), wobei Umfangsvermehrungen als schwere Verletzungen (Scorenoten 3 und 4) mit Anteilen von 9,7 %, 6,0 % und 6,6 % vorlagen.

Diese Ergebnisse wurden der Grenzwertziehung zu Grunde gelegt. Neben der Tierschutzrelevanz wurde hierbei auch berücksichtigt, dass die Einhaltung der Richtwerte für mind. 50 % der Referenzbetriebe möglich sein sollte. Schwere Verletzungen wie Umfangsvermehrungen haben jedoch aus Tierschutzgründen einen einzuhaltenden Grenzwert von 0 %.

Schon KÄMMER und SCHNITZER (1975) fanden in ihrer Untersuchung in 28 Boxenlaufställen bei 30 % der Kühe Verletzungen verschiedener Schwere an unterschiedlichen Körperregionen. ZERZAWY (1989) ermittelte in 15 Boxenlaufställen bei 95 % der Kühe Liegestellen am Karpalgelenk sowie bei 34 % der Kühe Liegestellen am Tarsalgelenk, Umfangsvermehrungen kamen zu 22 % bzw. 9 % vor. In einer Untersuchung von KÖBRICH (1993) wurden in 19 Boxenlaufställen Integumentschäden der Kühe beurteilt. 85 % der Kühe wiesen an den Karpalgelenken und 70 % der Kühe an den Tarsalgelenken Verletzungen auf. Des Weiteren wurden Umfangsvermehrungen zu 4,1 % bzw. 2,6 % festgestellt. Als weitere Untersuchung kann eine Bonitur in 20 Boxenlaufställen von SCHAUB et al. (1999) genannt werden, in der ebenfalls die Tarsal- und Karpalgelenke zu den am häufigsten verletzten Körperregionen gehörten. WINCKLER und WILLEN (2002) fanden in 22 Boxenlaufställen an den bonitierten Sprunggelenken der Kühe einen Anteil von 66,4 % haarlose Stellen. Die eigenen Ergebnisse korrespondieren gut mit den in der Literatur festgestellten Werten.

Die vorliegende Untersuchung zeigt, dass die Verletzungshäufigkeit sowie -intensität der Tarsalgelenke sowohl von der Boxenart als auch im Speziellen vom eingesetzten Hochbo-

xenbelag beeinflusst wurden. So kamen in Betrieben mit Hochboxenausstattung häufiger schwere Sprunggelenksverletzungen vor, vor allem wenn kein Liegeflächenbelag bzw. lediglich einfache Gummimatten als Boxenbelag vorhanden waren. Diese Beobachtung konnte auch für die Verletzungshäufigkeiten der vorderen Fesseln gemacht werden.

In den Untersuchungen von SCHAUB et al. (1999) und WECHSLER et al. (2000) stellten die Karpal- sowie Tarsalgelenke in einem Vergleich von Strohmatratzen und verschiedenen Hochboxenbelägen ebenfalls die am meisten verletzten Gelenke dar. Während bei den Karpalgelenken keine signifikanten Unterschiede zwischen den Systemen festgestellt werden konnten, lag die Verletzungshäufigkeit der Tarsalgelenke in Hochboxen mit Liegematten höher als in Tiefboxen mit Strohmatratzen. SCHAUB et al. (1999) schlussfolgerten, dass sich die Qualität der Liegefläche am stärksten an den Tarsalgelenken bemerkbar mache. Hierbei müssten neben der Qualität der Liegefläche auch Faktoren wie Art und Menge der Einstreu, Pflegehäufigkeit der Liegefläche und die Gestaltung der Boxen berücksichtigt werden (SCHAUB et al. 1999). OERTLI et al. (1995) verglichen Strohmatratzen und Kunststoffmatten in gleich gestalteten Boxen und stellten nach dem Aufenthalt der Kühe auf der Kunststoffmatte mehr haarlose Stellen sowie verkrustete Wunden an deren Tarsal- und Karpalgelenken vor. Auch KÖBRICH (1993) fand in Liegeboxen ohne Belag mehr Liegestellen und Umfangsvermehrungen der Tarsal- und Karpalgelenke als bei Strohhäckseinstreu oder auf Gummimatten mit Sägemehleinstreu. WHAY et al. (2003) fanden in ihrer Studie mit 53 Milchviehbetrieben Sprunggelenksverletzungen der Kühe am häufigsten in Hochboxenbetrieben mit einfacher Gummimatte und am wenigsten in Betrieben mit Tiefboxenaufstallung.

In einem Vergleich verschiedener Boxentypen konnte HÖRNING (2003) in Betrieben mit Hochboxen mehr Verletzungen der Tiere als in Betrieben mit Tiefboxen und in veralteten Liegeboxen mehr Verletzungen als in Standard- und optimierten Liegeboxen feststellen. Ebenso wurden bei höherer Einstreumenge der Liegeboxen weniger Verletzungen beobachtet (HÖRNING 2003).

Ebenso untersuchten KÖGLER et al. (2004) die Auswirkungen verschiedener Liegeboxenbeläge sowie Einstreumaterialien in Hoch- und Tiefboxen auf die Gesundheit von Gliedmaßen-gelenken nach dem DLG-Bonitierungsschema (REUBOLD 2003). Dabei konnten in beiden Liegeboxensystemen Schäden aller Kategorien gefunden werden, wobei in Tiefboxen mit Strohmatratze sowie in eingestreuten Hochboxen weniger und leichtere Schäden auftraten. Auch hier zeigte sich, dass das Tarsalgelenk das strapazierteste Gelenk war und vor allem von der Qualität der Einstreu beeinflusst wurde.

BUCHWALDER et al. (2000) stellten in ihrer Untersuchung einen geringeren Liegekomfort in Hochboxen mit herkömmlichen Gummimatten als in Hochboxen mit weichen Liegematten sowie in Tiefboxen mit Strohmatratze als in Tiefboxen mit loser Stroheinstreu fest. Dieser

äußerte sich unter anderem in längeren Abliegevorgängen sowie einem erhöhten Anteil von Integumentschäden an den Körperregionen des Karpalgelenks sowie des Knies (BUCHWALDER et al. 2000). In der eigenen Untersuchung konnte ein Zusammenhang zwischen den Indikatoren der Abliegedauer und der Verletzungshäufigkeit der Tarsalgelenke festgestellt werden, den auch HÖRNING (2003) bestätigte ( $r = 0,705$ ). Die Korrelationen lassen darauf schließen, dass mit zunehmenden Verhaltensproblemen auch die Verletzungsrate deutlich ansteigt (HÖRNING 2003).

Ein weiteres Verletzungsrisiko bestand für die Körperregionen der hinteren Fessel sowie des Knies in Hochboxenbetrieben zudem durch eine geringe organische Abdeckung des Liegeboxenbelages. KÖGLER et al. (2004) geben ebenfalls ein erhöhtes Verletzungsrisiko für die hinteren Fesseln an, da diese einer besonderen Beanspruchung beim Abliegen und Liegen ausgesetzt sind. Als Ursachen für Verletzungen nennt er vor allem die Boxenkante bei Hochboxen sowie die Kotschwelle in Tiefboxen (KÖGLER et al. 2004). Zwar spielt die Einstreu für die Vermeidung des Drucks beim Abliegen der Tiere im Gegensatz zur Härte des Belages keine Rolle (KÖGLER et al. 2004), dennoch kann die durch Einstreu entstandene organische Abdeckung des Hochboxenbelages zu einer Verhinderung des Ausrutschens und somit zur Rutschfestigkeit beim Abliegen führen, wodurch Verletzungen minimiert werden. REUBOLD (2002) weist auf der Grundlage seiner Untersuchung darauf hin, dass durch eine erhöhte Feuchtigkeit und Verschmutzung des hinteren Boxenbereiches vermehrte Veränderungen am Sprunggelenk hervortreten.

Die Boxenbreite beeinflusste die Verletzungshäufigkeit der Wirbelsäule der Kühe tendenziell, so dass in schmalen Liegeboxen durchschnittlich mehr Verletzungen dieser Körperregion festgestellt werden konnten als in breiteren Liegeboxen. HÖRNING et al. (2005) konnten in einem Systemvergleich in Liegeboxen mit starren Liegeboxenabtrennungen vermehrte schmerzhafte Kontakte der Kühe mit diesen während des Abliegens und Aufstehens beobachten. Des Weiteren lagen die Kühe in über 40 % der Fälle unter den seitlichen Abtrennungen oder hatten Kontakt mit den starren Seitenabtrennungen (HÖRNING et al. 2005). Da diese Kontakte Verletzungen der Wirbelsäule hervorrufen können, könnte auch die Breite der Liegebox einen Einfluss auf die Verletzungshäufigkeit haben. So stellten HÖRNING et al. (2001) bei zunehmender Boxenbreite weniger Anschlagen der Kühe an die Boxenabtrennung sowie kürzere Abliege- und Aufstehvorgänge der Tiere fest.

Zudem wurde in der eigenen Untersuchung ein Zusammenhang zwischen der Höhe des Nackenrohrs im Fressgitter mit der Verletzungshäufigkeit des Widerrists der Kühe nachgewiesen. MOLZ (1989) und ZERZAWY (1989) machten ähnliche Beobachtungen und stellten für Schäden im Nacken-/Widerristbereich der Kühe falsch eingestellte bzw. zu niedrige Nackenriegel als Einflussfaktoren heraus. KÖBRICH (1993) wies in ihrer Untersuchung einen

Einfluss der Fressgitterhöhen auf die Verletzungshäufigkeit im Nacken-/Widerristbereich nach, wonach bei niedrigen Fressgitterhöhen von unter 1,35 m mehr Verletzungen auftraten. Ebenso stellte HÖRNING (2003) fest, dass die Verletzungen des Nacken-Widerristbereichs der Tiere vermutlich durch ein zu niedriges Fressgitter hervorgerufen wurden.

Die Ausführungen zeigen, dass zahlreiche Wechselwirkungen zwischen den Verletzungen der Tiere und der Ausgestaltung der Haltungsumwelt bestehen. Daher weisen diese direkten tierbezogenen Indikatoren eine hohe Validität für die Bewertung der Qualität der Haltungsbedingungen auf. Mehrere Autoren (vgl. SCHAUB et al. 1999, RÜTZ 2010) weisen in diesem Zusammenhang darauf hin, dass vor allem der Zustand der Tarsalgelenke der Kühe direkte Hinweise auf die Qualität des Liegebereichs gibt und diesem Indikator somit eine besondere Bedeutung zukommt.

## **5.2 Methodische Bewertung der Schwachstellenanalyse**

Nachdem die in der Schwachstellenanalyse verwendeten Indikatoren im ersten Abschnitt inhaltlich nach ihrer Aussagefähigkeit für die Bewertung der Haltungsbedingungen (Validität) bewertet wurden, soll nun eine methodische Überprüfung vorgenommen werden. Diese umfasst die Gütekriterien der Objektivierbarkeit (klare Abgrenzung/Eindeutigkeit der Indikatoren), der Reliabilität (Wiederholbarkeit der Bonitierungsergebnisse zwischen den Beobachtern) sowie der Praktikabilität (Durchführbarkeit in der Praxis). Als Zielstellung kann demnach eine schnelle, einfache und sichere Datenerfassung formuliert werden.

Die Einschätzung der Gütekriterien basierte vor allem auf den in der Felderhebung gemachten Erfahrungen, die in einer Abschlussbesprechung der durchführenden produktionstechnischen Berater zusammengefasst und im Nachgang evaluiert wurden. Zudem wurden die Reliabilitäten der beiden Bewertungsschemata zur Beurteilung der Verschmutzungen sowie Verletzungen der Kühe statistisch ausgewertet. Des Weiteren wurden entsprechende Literaturangaben zur Eignung der Indikatoren berücksichtigt.

### Laufverhalten

Die Indikatoren einer hohen bzw. tiefen Kopfhaltung der Tiere können die vorgegebenen Gütekriterien nicht erfüllen, da eine objektive Einschätzung unter Praxisbedingungen nicht möglich ist. So kann davon ausgegangen werden, dass die Bonitierung nicht nach den vorgegebenen beiden Kategorien erfolgte, sondern eher eine subjektive Einschätzung für einen sicheren oder unsicheren Gang der Kühe auf den Laufflächen darstellt. Aufgrund der unzu-

reichenden Objektivierbarkeit der Indikatoren kann auch von einer schlechten Wiederholbarkeit der Ergebnisse ausgegangen werden.

Bezüglich der Praktikabilität bestand häufig das Problem, dass die von den Tieren zurückgelegten Strecken für die Beurteilung zu kurz waren oder sich deren Kopfhaltung während des Laufens veränderte. So konnte der Forderung von SOMMER (1985), die Bewertung an der überwiegend beibehaltenen Kopfhaltung auszurichten, nicht nachgekommen werden, wenn das Tier nur einige Schritte lief. Zudem wurde die Kopfhaltung der Tiere stark von äußeren Einflüssen aus der Umgebung, z.B. durch andere Tiere, den Beobachter oder Geräusche, bestimmt. Somit kann ebenfalls von einer unzureichenden Praktikabilität ausgegangen werden.

### Abliegeverhalten

Für die Indikatoren der Abliegedauer wurde eine in der Literatur gängige Definition gewählt (vgl. HÖRNING 2003), die eine Erfassung vom Futtertisch aus und somit eine gute Durchführbarkeit unter Praxisbedingungen ermöglichte. Der Zeitraum des Abliegens wurde dabei nicht in absoluten Werten gemessen, sondern in die Kategorien „< 30 Sek.“, „30 bis 60 Sek.“ und „> 60 Sek.“ eingeteilt. Aufgrund der klaren Abgrenzung der Zeitintervalle kann von einer guten Reliabilität der Indikatoren ausgegangen werden. Allerdings ließ die statistische Auswertung des Datenpools darauf schließen, dass vor allem den Anteilen an schnellen sowie langsamen Abliegedauern erhöhte Aussagekraft zukommt. Deshalb sollte überlegt werden, ob die Einteilung nur noch binär erfolgt (z.B. Anteile der Kühe mit Abliegedauern unter bzw. über 60 Sek; vgl. PELZER et al. 2011b, DLG 2012b) oder absolute Werte genommen werden. Für die letzt genannte Methode schätzt HÖRNING (2003) in seiner Felderhebung die Reliabilität und Praktikabilität des Indikators der Abliegedauer ebenfalls als sehr hoch ein.

Ferner wurden in der eigenen Untersuchung 10 Abliegevorgänge (bzw. 10 %) pro Herde beobachtet. Um die Auswertbarkeit der Daten zu erhöhen und somit Zusammenhänge mit bestimmten Stallvariablen besser aufdecken zu können, sollte in Anlehnung an verschiedene Untersuchungen (vgl. WECHSLER et al. 2000, BUCHWALDER et al. 2000, HÖRNING 2003) eine Erhöhung der Stichproben auf mind. 20 Abliegevorgänge (bzw. 20 % der Herde) in Erwägung gezogen werden.

### Aufenthaltort

Dem Kriterium des Aufenthaltsortes liegen sieben Indikatoren zugrunde, die alle Tiere einer Herde bezüglich ihrer Tätigkeit drei Stunden nach der Fütterung einteilen.

Da die Kategorisierung der Indikatoren in eindeutiger Weise vorgenommen wurde, kann grundsätzlich von einer hohen Objektivität der Erfassung und somit einer guten Wiederholbarkeit der Ergebnisse ausgegangen werden.

Die Erfassung erfolgte zu Beginn des Betriebsbesuches vom Futtertisch aus. Dabei wurde der Zeitaufwand für die Registrierung der Tiere mittels Strichliste in der Regel als gering eingestuft. Dennoch konnte es in Einzelfällen zu Schwierigkeiten bei der Beobachtung der Tiere kommen, wenn beispielsweise sehr unübersichtliche Ställe vorlagen oder erhebliche Ortsveränderungen der Tiere innerhalb des Stalls während der Erhebung auftraten.

### Liegepositionen

Die vielfältigen Ausprägungen der Liegeformen der Rinder wurden zu fünf Kategorien zusammengefasst. Als Orientierungshilfe für die durchführenden Berater standen eindeutige Definitionen der Liegepositionen mit einer entsprechenden Bilderreihe zur Verfügung (siehe DLG 2012b).

Um die Liegepositionen eindeutig erkennen zu können, wurde die Erhebung zwischen den Liegeboxenreihen im Stall vorgenommen. Dieser Umstand wirkte sich im Allgemeinen nicht negativ auf den Verbleib der liegenden Tiere aus, so dass eine hohe Anzahl an Beobachtungen verzeichnet werden konnte.

In der Abschlussbesprechung der produktionstechnischen Berater wurde das Bonitierungs-schema durchgängig als sehr gut anwendbar eingestuft. Zudem wurde der benötigte Zeitaufwand als gering angegeben, so dass eine einfache, sichere und schnelle Erhebung der Tiere gewährleistet war.

So stellte auch HÖRNING (2003) in seiner Untersuchung eine sehr gute Durchführbarkeit der Indikatoren der Liegepositionen fest. Bezüglich der Reliabilitäten unterschied er zwischen den Liegepositionen der Vorderbeinstreckungen (mittlere Reliabilität), der Hinterbeinstreckungen (geringe Reliabilität) und der gestreckten Seitenlagen (hohe Reliabilität). In der eigenen Untersuchung kam es während der Datenerfassung ebenfalls vereinzelt zu Problemen bei der Differenzierung von vollständigen und unvollständigen Hinterbeinbeinstreckungen.



### Abkoten in der Liegebox

Bei der vorliegenden Einordnung der Liegeboxenverschmutzung in mittige und seitliche Kotverschmutzungen, die nach der letzten Boxenreinigung aufgetreten sind, kam es in der Felderhebung häufig zu Zuordnungsproblemen, so dass die Objektivität und somit auch die Reliabilität der verwendeten Indikatoren herabgesetzt sind.

Die Erhebbarkeit der Boxenverschmutzungen wurde in freien Liegeboxen als praktikabel eingestuft. Lediglich bei belegten Boxen wurde diese Praktikabilität vereinzelt eingeschränkt, wenn Verschmutzungen durch das in der Box liegende Tier nicht direkt erkennbar waren.

### Verschmutzung der Kühe

In der Schwachstellenanalyse liegt ein aus sechs Kategorien bestehendes Scoring vor (PELZER et al. 2007, DLG 2012b), der ein (annähernd) linear ansteigendes Bewertungsspektrum von keinerlei Verschmutzungen über Verfärbungen bis hin zu verschiedenen Intensitäten von Kotanhaftungen aufweist. Die Beschreibungen der einzelnen Scorenoten (Definitionen und Bilderreihe) wurden von den durchführenden Beratern als leicht verständlich und nachvollziehbar eingestuft.

Die Reliabilität des Hygienescores wurde im Rahmen einer Voruntersuchung statistisch ermittelt. Dabei konnte eine hohe bis sehr hohe Interrater-Reliabilität von  $r = 0,895$  bis  $r = 0,915$  festgestellt werden, wobei keine Unterschiede zwischen erfahrenen und ungeschulten Anwendern vorlagen. In der Literatur finden sich für das von FAYE und BOUNIN (1985) entwickelte Bewertungsschema ähnliche Werte bei HAIDN et al. (1996), die Inter-Observer-Reliabilitäten von 0,8 bis 0,9 herausstellten, sowie bei DE ROSA et al. (2002) mit einem Kendall's Koeffizienten von  $W = 0,877$ .

Bei der praktischen Durchführung war ein erheblicher Zeitaufwand für die Bonitierung der Tiere notwendig. Hierzu trug zum einen die Vielzahl der zu bonitierenden Körperregionen bei, weshalb eine Reduzierung auf besonders relevante Körperstellen, deren Verschmutzung eine hohe Aussagekraft für die Bewertung von Haltung und Management hat, bedacht werden muss. RÜTZ (2010) empfiehlt, die Verschmutzungen lediglich am Euter sowie den Hintergliedmaßen zu erfassen.

Zum anderen gab es einen hohen organisatorischen Aufwand, wenn die Tiere nicht im Fressgitter fixiert werden konnten und somit während der Bonitierung frei im Stall herumlaufen. Aufgrund des hohen Bonitierungsaufwandes wird die Praktikabilität des Hygienescores als mittelmäßig eingestuft.

### Verletzungen der Kühe

Für die Bewertung der Verletzungen der Kühe wurde ein auf der Grundlage des „DLG-Bonitierungsschemas für die Gelenksgesundheit“ abgewandeltes Bewertungsschema verwendet, das fünf Schadensklassen an acht Körperstellen beinhaltet.

Auch für dieses Schema wurden die Reliabilitäten statistisch mittels Nominalskalen-Kappa untersucht, wonach in den drei Untersuchungsdurchgängen moderate bis gute Übereinstimmungen von  $k = 0,510$  bis  $k = 0,709$  ermittelt werden. Zwischen unerfahrenen und erfahrenen Beurteilern gab es geringfügige Unterschiede.

Laut SPYCHER et al. (2002) ist die gute Wiederholbarkeit neben einer einfachen und schnellen Erfassung ein weiterer Vorteil der Integumentschädenbeurteilung. Dagegen weist HÖRNING (2003) darauf hin, dass es in der Literatur keine konkreten Angaben zu Wiederholbarkeiten für Verletzungsbonituren gibt.

Die Praktikabilität des Bewertungsschemas ist wegen des hohen Erhebungsaufwand, kongruent zum Hygienescore, als mittelmäßig einzustufen. Um diesen zu senken, ist auch hier eine Reduzierung auf besonders relevante Körperregionen (Karpal- und Tarsalgelenk, Wirbelsäule, Widerrist) zu überdenken. So schlägt RÜTZ (2010) vor, lediglich die Tarsalgelenksbonitierung aufgrund ihrer relativ einfachen Erfassbarkeit und der hohen Aussagekraft in Bewertungssysteme einzubinden.

## **5.3 Schlussfolgerungen**

Zur Beurteilung der Haltungsbedingungen in Liegeboxenlaufställen für Milchkühe wurde eine Schwachstellenanalyse („On-Farm Welfare Assessment“) entwickelt, durch die Optimierungsmöglichkeiten in den Bereichen Haltung und Management aufgedeckt werden sollten. Als Grundlage für das Expertensystem wurde ein Datenpool aus 66 nordrhein-westfälischen Milchviehbetrieben angelegt, der neben ausgewählten Verhaltens- und Erscheinungsparametern auch umfassende bautechnische und managementspezifische Kriterien enthielt.

Die einzelbetriebliche Schwachstellenanalyse soll als dreistufiger Prozess durchgeführt werden (vgl. RÜTZ 2010). Der erste Schritt beinhaltet ein Benchmarking, in dem die einzelbetrieblichen, tierbezogenen Ergebnisse mit definierten Vergleichs- und Referenzwerte verglichen werden (eine Übersicht über diese findet sich im Anhang, vgl. Abb. 30). Im zweiten Schritt erfolgt die Identifizierung potentieller Risikofaktoren, die zu Beeinträchtigungen der Tiere führen können. Dazu wurden auf Grundlage des Datenpools Zusammenhänge zwischen Tier, Haltungsumwelt und Management ermittelt. Der dritte Schritt der Schwachstel-

lenanalyse besteht darin, die bemängelten Kriterien der Haltungsbedingungen im Sinne der Tiergerechtheit zu verbessern (vgl. WHAY 2007).

Um die Schwachstellenanalyse zu evaluieren, wurde zunächst die Eignung direkten, tierbezogenen Indikatoren hinsichtlich der Gütekriterien der Validität (Aussagefähigkeit), Objektivierbarkeit (Eindeutigkeit), Reliabilität (Wiederholbarkeit) sowie Praktikabilität (Durchführbarkeit) überprüft. Tab. 21 fasst die Bewertungen zusammen.

Tab. 21: Zusammenfassende Einschätzung zur Eignung der tierbezogenen Indikatoren hinsichtlich der Gütekriterien Validität, Reliabilität und Praktikabilität

Kriterien und Indikatoren	Validität	Reliabilität	Praktikabilität
Laufverhalten: Kopfhaltung	-	-	-
Abliegeverhalten: Abliegedauer	+	+	+
Aufenthaltsorte der Kühe	+	+	o
Liegepositionen der Kühe in der Box	o	o	+
Abkoten in der Liegebox	-	-	o
Verschmutzung der Kühe	+	+	o
Verletzungen der Kühe	+	o	o
- = geringes ... o = mittleres ... + = hohes ... .. Niveau			

Wie in zahlreichen Untersuchungen beschrieben (vgl. u.a. WINCKLER et al. 2003, HÖRNING 2003, RÜTZ 2010), stellten sich auch in der eigenen Untersuchung vor allem die Indikatoren der Abliegedauer sowie die Erscheinungsparameter der Kühe als geeignete Managementinstrumente für die Bewertung der Tiergerechtheit heraus.

Dabei fungierte die Abliegedauer als wichtiger Anzeiger für potentielle Beeinträchtigungen der Kühe im Liegebereich. Neben der hohen Aussagekraft hinsichtlich einer suboptimalen Boxengestaltung (Boxenlänge, Nackenriegelposition, seitliche Abtrennung) sowie einer unzureichenden Liegeflächenqualität (Boxensystem und Einstreu) bestanden zudem Vorteile bezüglich einer schnellen, sicheren und einfachen Erhebbarkeit. Um sichere Rückschlüsse auf das Abliegeverhalten der Herde ziehen zu können, sollten mind. 20 % der Tiere bonitiert werden.

Ebenso erwiesen sich die Bonitierungschemata für die Verschmutzung sowie die Verletzungen der Kühe als sehr geeignet, um die Qualität der Haltungsbedingungen einschätzen zu können. Dabei zeigte der Verschmutzungszustand der Körperregionen der Hinterhand,

des Euter-/Bauchbereiches sowie des Schwanz (-quastes) Einflüsse des Boxensystems bzw. der Liegeflächengestaltung an. Die Verschmutzung der Unterbeine wurde zusätzlich von der Laufflächengestaltung beeinflusst. Bezüglich der Verletzungen der Kühe wiesen fast alle bonitierten Körperstellen hohe Validitäten auf. Der Zustand der Karpal- und Tarsalgelenke, des Knies sowie der Fesseln der Kühe hing vor allem von der Liegeflächenqualität (Boxensystem, Hochboxenbelag und dessen organische Abdeckung) ab, die Verletzungshäufigkeit des Widerrists wurde von der Nackenrohrhöhe der Fressgitter und die der Wirbelsäule von der seitlichen Abtrennung der Liegebox und der Boxenbreite beeinflusst.

In Hinblick auf die variierenden Validitäten innerhalb der beiden Scores erscheint eine Konzentration auf besonders exponierte Körperstellen sinnvoll (Verschmutzung: Hinterhand, Bauch/Euter, Schwanz(-quast), Unterbein; Verletzungen: Karpal- und Tarsalgelenk, Widerrist, Wirbelsäule). Dadurch könnte zudem der Erhebungsaufwand gesenkt und die Praktikabilität erhöht werden.

Die Reliabilitäten der beiden Scores wurden in einer Voruntersuchung statistisch überprüft. Bei der Bonitierung der Verletzungen der Tiere kamen mitunter unterschiedliche Einschätzungen zum Schweregrad des Befundes zustande, da hierfür teilweise veterinärmedizinisches Hintergrundwissen erforderlich war. Auf Grundlage der statistischen Auswertung wurde die Reliabilität insgesamt als hinreichend (mittlerer Wertebereich) eingestuft. Dagegen wies der Hygienescore aufgrund seiner guten Zugänglichkeit hohe Wiederholbarkeiten auf.

Die Indikatoren des Aufenthaltsortes gaben einen guten Überblick über die Verteilung der Kühe innerhalb des Stalls sowie deren Aktivitäten drei Stunden nach der Fütterung. Für die Bewertung der Haltungsbedingungen wiesen sie zuweilen unterschiedliche Validitäten auf. So waren vor allem die Anteile der in den Liegeboxen sowie auf den Laufflächen liegenden Kühe von Bedeutung und konnten Hinweise auf die Akzeptanz des Liegebereichs geben. Zusammen mit dem Anteil der im Fressgitter stehenden Kühe konnten Rückschlüsse auf das Fütterungsmanagement gezogen werden (Häufigkeit der Futtervorlage und Abmessungen der Fressgitter). Zudem zeigten die Anteile der in den Liegeboxen stehenden Kühe Defizite bezüglich der Boxenabmessungen (Nackenriegelpositionierung, Boxenbreite) sowie der Einrichtungselemente (seitliche Abtrennungen, Kopfrohr) der Liegeboxen auf. Durch die hohe Reliabilität des Kriteriums und die hinreichende Praktikabilität (vor allem in gut einzusehenden Ställen mit gerader Achse) erscheint das Kriterium ebenfalls als sehr geeignet für die einzelbetriebliche Schwachstellenanalyse.

Die Bonitierung der verschiedenen Liegepositionen erwies sich in den untersuchten Praxisbetrieben als sehr praktikabel. Zudem wurde die Reproduzierbarkeit der Indikatoren insge-

samt als hinreichend eingestuft, wobei vor allem die Vorderbeinstreckungen sowie gestreckte Seitenlagen der Kühe sicher erkannt werden konnten (vgl. HÖRNING 2003).

In der Felderhebung bestimmte vor allem die Liegeflächenqualität (Boxensystem, Hochboxenbelag) das Vorkommen der unterschiedlichen Liegepositionen. Dagegen hing der Anteil der Vorderbeinstreckungen der Tiere von der Art der installierten Bugbegrenzungen sowie der Liegeflächenlänge der Boxen ab. Aufgrund der Ergebnisse wurde die Aussagefähigkeit der Indikatoren für die Beurteilung der Liegeboxen als hoch eingeschätzt. Da die Intention für die Einnahme einzelner Liegepositionen aber je nach betrieblicher Situation variieren kann, wird die Validität im mittleren Wertebereich eingestuft.

Insgesamt können die Indikatoren der Liegepositionen als gut geeignet zur Verwendung in der Schwachstellenanalyse bewertet werden.

Dagegen können die Indikatoren der Kopfhaltung der Kühe beim Laufen sowie des Abkotens in der Liegebox (indirekt gemessen über die verschiedenen Verschmutzungen in den Liegeboxen) in derzeitiger Form als nicht geeignet für die Bewertung der Haltungsbedingungen angesehen werden. Neben den geringen Aussagefähigkeiten der Indikatoren konnten auch bei den Wiederholbarkeiten Defizite festgestellt werden. Lediglich die Bonitierung der Boxenverschmutzungen im Stall wies eine zufriedenstellende Praktikabilität auf.

Zur Bewertung der Laufflächenqualität könnten eventuell andere, nicht tierbezogene Parameter verwendet werden (z.B. Überprüfung der Rutschfestigkeit mittels SRT-Messung (HAIDN et al. 2005) oder Stiefeltest (KNIERIM u. WINCKLER 2002)). Alternativ schlagen die Autoren des DLG-Merkblattes 381 (DLG 2012b) den Einsatz von Sensoren (Aktivitätsmesser, Schrittzähler oder Lagesensoren) zur objektiven Bewertung der Fortbewegung der Tiere vor.

### Beratungseignung

Zur Validierung der im Rahmen der Schwachstellenanalyse getätigten Beratungsaussagen fanden Nachbonitierungen zweier Untersuchungsbetriebe statt. Dabei wurde untersucht, ob sich nach Optimierung eines bemängelten haltungs- bzw. managementbedingten Kriteriums eine Verbesserung der Verhaltens- und Erscheinungsparameter einstellte und somit ein Nutzen des neuen Beratungsangebotes festgestellt werden konnte.

In der ersten Analyse konnten anhand des Vergleichs der Betriebsdaten mit den definierten Referenzwerten in beiden Hochboxenbetrieben Schwachstellen im Liegebereich festgestellt werden, die sich in einer unzureichenden Akzeptanz der Liegeboxen, verzögerten Abliegevorgängen und hohen Verletzungshäufigkeiten der Kühe widerspiegeln. Als Handlungs-

empfehlungen wurden unter anderem die Anschaffung neuer Liegeboxenbeläge sowie die Etablierung einer regelmäßigen Einstreu ausgesprochen.

Nach Umsetzung der Beratungsempfehlungen konnten in einem zweiten Bonitieringstermin wesentliche Verbesserungen bei den erfassten tierbezogenen Indikatoren festgestellt werden. So wurden mehr schnelle Abliegevorgänge der Kühe beobachtet. Zudem stieg die Häufigkeit der drei Stunden nach der Fütterung liegenden Tiere deutlich an, wogegen die Anteile der in den Liegeboxen stehenden Tiere abnahm. Bei den Liegepositionen wurden von den Kühen vermehrt Vorderbeinstreckungen eingenommen. Ebenso zeigte sich eine Verbesserung der Euterhygiene sowie der Tarsalgelenksgesundheit.

### Gesamtbewertung und Ausblick

Abschließend lässt sich folgern, dass die Indikatoren der Abliegedauer, des Aufenthaltsortes, der Liegepositionen sowie der Verschmutzungen und Verletzungen der Kühe aufgrund ihrer hohen Aussagefähigkeiten sehr geeignet erscheinen, um haltungs- und managementbezogenen Schwachstellen, vor allem im Liegebereich, aufzudecken. Dabei kann die Praktikabilität in einigen Fällen durch Reduktion auf besonders relevante Indikatoren weiter erhöht werden.

Um bei der Beurteilung der Haltungsbedingungen auch den Funktionsbereich Laufen berücksichtigen zu können, sollten als wertvolle Ergänzung zum Expertensystem einfache Zusatzmerkmale für die Laufflächenbeschaffenheit integriert werden.

Somit ermöglicht die vorgestellte Schwachstellenanalyse im Rahmen der produktionstechnischen Beratung neben der Erfassung der Ist-Situation der Herde, den Vergleich der einzelbetrieblichen Werte mit den definierten Referenzwerten sowie die Identifizierung der Risikofaktoren für Beeinträchtigungen der Tiere. Um eine qualitativ hochwertige Datenerfassung zu gewährleisten und Erhebungsfehler zu vermeiden, sollten regelmäßige Schulungen und Erfahrungsaustausche der durchführenden Berater stattfinden (OFNER et al. 2002).

Die nachfolgende Aufgabe zur Weiterentwicklung des Expertensystems besteht darin, zu überprüfen, ob die festgelegten Referenzwerte des Expertensystems sowie die daraus abgeleiteten Empfehlungen in den untersuchten Betrieben zu den gewünschten Erfolgen geführt haben bzw. in weiteren Praxisbetrieben zukünftig führen werden. Dabei sollte ebenfalls untersucht werden, welche Bedeutung der Höhe der Abweichung von den vorgegebenen Referenzwerten für die Formulierung verschiedener Handlungsempfehlungen zukommt. Nach der Evaluierung der Referenzwerte könnten die aus der Analyse der einzelbetrieblichen Daten abgeleiteten Handlungsempfehlungen in einem Maßnahmenkatalog standardisiert und somit für alle untersuchten Betriebe und durchführenden Berater vereinheitlicht werden.

Die ausgearbeitete Schwachstellenanalyse soll im Rahmen der produktionstechnischen Beratung der Landwirtschaftskammer NRW verwendet werden. Zusätzlich zu diesem Anwendungsgebiet wäre eine Verwendung des gesamten Bewertungssystems oder einzelner Scores als Managementinstrumente für den Landwirt denkbar (vgl. PELZER 2008), um einen regelmäßigen, objektiven Überblick über den Zustand der Tiere und der Haltungsbedingungen zu erhalten (Monitoringfunktion).

Da das deutsche Tierschutzgesetz seit Anfang des Jahres 2014 betriebliche Eigenkontrollen zur Beurteilung der Haltungsbedingungen durch den Landwirt vorsieht (TierSchG 2006), könnte das System nach entsprechender Bearbeitung auch für diesen Zweck genutzt werden.

## 6 ZUSAMMENFASSUNG

In Liegeboxenlaufställen für Milchkühe kann es durch eine suboptimale Gestaltung der einzelnen Funktionsbereiche und ein nicht ordnungsgemäßes Management zu Beeinträchtigungen der Tiere kommen. Um die in vielen Milchviehbetrieben häufig noch ungenutzten Reserven in den Bereichen Haltung und Management zu mobilisieren, sollten die Haltungsbedingungen gezielt auf die natürlichen Bedürfnisse der Kühe ausgerichtet werden (JONES 1990). Durch eine stärkere Berücksichtigung der Haltungsansprüche der Tiere werden zum einen wichtige Schritte zur Sicherstellung der Tiergerechtigkeit unternommen. Zum anderen bietet eine tiergerechte Gestaltung der Haltungsumwelt auch unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten vielfältige Vorteile (WINCKLER 2005), die sich in einer erhöhten Leistungsbereitschaft der Tiere, einer möglichen Verbesserung der Tiergesundheit und des Wohlbefindens und zudem in einer höheren Verbraucherakzeptanz widerspiegeln.

Bisher zielt die Bewertung der Qualität der Haltungsbedingungen in Praxis und Beratung häufig nur auf bauliche Aspekte und spezielle Funktionsmaße ab. Um die produktionstechnische Beratung zu optimieren, wurde von der Landwirtschaftskammer NRW eine Schwachstellenanalyse für die Bereiche Haltung und Management in Liegeboxenlaufställen entwickelt, die auf der objektiven und systematischen Erfassung von Verhaltens- und Erscheinungsparameter der Milchkühe basiert und eine standardisierte Bewertung der Haltungsbedingungen ermöglicht (vgl. PELZER et al. 2007).

Das Ziel dieser Arbeit besteht darin, die vorliegende Schwachstellenanalyse im Sinne eines Expertensystems weiterzuentwickeln. Hierzu wurde in einer Felderhebung ein Datenpool aus 66 nordrhein-westfälischen Milchviehbetrieben angelegt. Dieser enthielt neben umfassenden bautechnischen und managementspezifischen Kriterien vor allem ausgewählte tierbezogene Indikatoren zum Verhalten der Kühe (Laufverhalten, Abliegeverhalten, Aufenthaltsorte, Liegepositionen, Abkoten in der Liegebox) sowie zu deren Erscheinung (Verschmutzung und Verletzungen der Tiere).

Die einzelbetriebliche Schwachstellenanalyse sollte als dreistufiger Prozess durchgeführt werden (vgl. PELZER et al. 2007, RÜTZ 2010). Im ersten Schritt wurde ein Benchmarking etabliert, in dem die einzelbetrieblichen, tierbezogenen Ergebnisse mit definierten Vergleichs- und Referenzwerte (Ziel-, Richt- und Grenzwerte) verglichen werden. Diese wurden anhand fachlicher Überlegungen sowie unter Hinzuziehung statistischer Verfahren festgelegt. Dazu diente der aus der Felderhebung vorliegende Datenpool als Vergleichsgruppe.

Für das Expertensystem sollten neben den verschiedenen Referenzwerten auch potentielle Risikofaktoren für Beeinträchtigungen der Kühe herausgestellt werden. Dazu wurden im zweiten Schritt auf Grundlage des Datenpools Zusammenhänge zwischen Tier, Haltungs-



umwelt und Management ermittelt und mit entsprechenden Angaben aus der Fachliteratur verglichen.

Für den wichtigen Funktionsbereich Liegen konnten verschiedene Einflussfaktoren auf das Verhalten und die äußere Erscheinung der Tiere herausgestellt werden. So hatten zum einen die Faktoren der Liegeflächenqualität in Form des installierten Boxensystems, der Liegeboxeneinstreu sowie des verwendeten Boxenbelages Einfluss auf die Abliegedauer und die eingenommenen Liegepositionen der Kühe sowie deren Verschmutzungs- und Verletzungsgrad an verschiedener Körperstellen. Bezüglich der Liegeboxenausstattung waren die Steuerungselemente der Liegebox (seitliche Liegeboxenabtrennung, Kopfrohr, Bugschwelle) für Beeinträchtigungen der Kühe von Bedeutung, wonach in ungünstig gestalteten Liegeboxen bei den unterschiedlichen Varianten langsamere Abliegevorgänge, mehr in den Liegeboxen stehende Tiere bzw. weniger Vorderbeinstreckungen festgestellt werden konnten. Bei der Liegeboxendimensionierung stellten sich vor allem die Abmessungen der Liegeflächenlänge, die Boxenbreite sowie die Positionierung des Nackenriegels als wichtige Einflussfaktoren auf Verhalten und Erscheinung der Kühe heraus. So beeinflusste die Nackenriegelpositionierung u.a. die Anteile der in den Liegeboxen stehenden Kühe.

Der dritte Schritt der Schwachstellenanalyse bestand darin, die bemängelten Kriterien der Haltungsbedingungen im Sinne der Tiergerechtigkeit zu verbessern. Zur Validierung der im Rahmen der Schwachstellenanalyse getätigten Beratungsaussagen fanden daher stichprobenartige Nachbonitierungen zweier Untersuchungsbetriebe statt. Dabei konnten nach Optimierung der bemängelten haltungs- und managementbedingten Kriterien wesentliche Verbesserungen bei den jeweiligen Verhaltens- und Erscheinungsparametern festgestellt werden.

Um die Schwachstellenanalyse abschließend zu evaluieren, wurde die Eignung der verwendeten, tierbezogenen Indikatoren hinsichtlich der Gütekriterien der Validität (Aussagefähigkeit), Reliabilität (Wiederholbarkeit) sowie Praktikabilität (Durchführbarkeit) überprüft. Zur Qualitätssicherung wurden in einer Voruntersuchung für einige der verwendeten Scores statistische Auswertungen der Reliabilitäten durchgeführt. Nach abschließender Bewertung erschienen die Kriterien der Abliegedauer, des Aufenthaltsortes, der Liegepositionen sowie der Verschmutzungen und Verletzungen der Kühe aufgrund ihrer hohen Aussagefähigkeiten sowie der guten Reliabilitäten besonders geeignet, um haltungs- und managementbezogene Schwachstellen, vor allem im Liegebereich, aufzudecken.

Diese Ergebnisse lassen zusammen mit der erfolgreichen Umsetzung der Schwachstellenanalyse aus den Nachuntersuchungen auf einen hohen Nutzen des Beratungssystems schließen.

## 7 LITERATURVERZEICHNIS

ALBRIGHT, J.L.; S.R. CREEL u. C.W. KOONS (1988):

Behaviour modification of cow refusal to use free stalls (cubicles) in dairy housing.

In: Appl. Anim. Behav. Sci. 21, 378-379

ALLERS, U. (2001):

Hochboxen zu Tiefboxen umbauen?

In: top agrar 6/2001, R6 – R8, Landwirtschaftsverlag Münster

ANDERSSON, R. und A. SUNDRUM (1997):

Methoden zur Bewertung der Tiergerechtheit auf betrieblicher Ebene.

In: Beurteilung der Tiergerechtheit von Haltungssystemen.

In: KTBL-Schrift 377, 92-98, Darmstadt

ANDREAE, U.; R. REGIER u. D. SMIDT (1982):

Anpassung der Ruhepositionen von Milchkühen an die Bedingungen des Anbinde- und Liegeboxenlaufstalls.

In: KTBL-Schrift 281, Darmstadt

ANNEKEN, R. (2006):

Auswirkungen des Umbaus von Hochboxen zu Hochtiefboxen bei Milchkühen.

FH Osnabrück, Fakultät für Agrarwissenschaften, Diplomarbeit

ANONYM (1997):

Environmental conditions in loose and tethered housing.

In: Norw. Buskap 49, 14-15

ANONYM (2002):

Assessment of animal welfare at farm or group level.

In: 2nd Int. Workshop, 4.-6.9.2002, Bristol, Abstracts of presentations and posters,

Univ. Bristol, School Vet. Sci.

BACKHAUS, K; B. ERICHSON; W. PLINKE u. R. WEIBER (2006):

Multivariate Analysemethoden – Eine anwendungsorientierte Einführung.

11. Auflage 2006, Springer Verlag, Berlin

BAMMERT, J.; I. BIRMELIN; B. GRAF; K. LOEFFLER; D. MARX; U. SCHNITZER; B. TSCHANZ u. K. ZEEB (1993):

Bedarfsdeckung und Schadensvermeidung - ein ethologisches Konzept und seine Anwendung für Tierschutzfragen.

In: Tierärztl. Umschau 48, 269-280

BARTUSSEK, H. (1990):

Tiergerechtheit von Haltungssystemen. Checkliste Milchkühe – Anbindehaltung.

BAL Gumpenstein, Österreich-Irdning

BARTUSSEK, H.; B. KRIMBERGER; K. KRIMBERGER; A. STEINWIDDER; J. ZAINER u. E. ZEILER (1999):

Auswirkungen unterschiedlicher Nackenriegellage in Liegeboxen auf Verhalten und Verschmutzung von Milchkühen.

In: Tierhaltung und Tiergesundheit. 14. IGN-Tagung, 6. Freiland-Tagung, Wien, 38-41

BARTUSSEK, H.; V. LENZ; E. OFNER-SCHRÖCK; H. WÜRZL u. W. ZORTEA (2008):

Rinderstallbau.

4. Auflage, Leopold Stocker Verlag, Graz, Stuttgart

BENZ, B. (2002):

Elastische Beläge für Betonspaltenböden in Liegeboxenlaufställen.

Universität Hohenheim, Dissertation agr.

BENZ, B.; H. WANDEL u. T. JUNGBLUTH (2001):

Entwicklung weicher Laufflächen und deren Einfluss auf Lokomotion und Klauengesundheit.

In: 5. Int. Tag. Bau, Technik & Umwelt in der landw. Nutztierhaltung, Inst. Landtechnik, Univ. Hohenheim, 182-187

BENZ, B.; T. JUNGBLUTH u. H. WANDEL (2002):

Elastische Laufflächen im Milchviehstall.

In: Landtechnik 57, 156-157

BERGSTEN, C. (2004):

Lameness and claw lesions influenced by stall environment and cow comfort.

In: 23<sup>rd</sup> World Buiatrics Congress, 11.-16. July 2004, Québec, Canada

BICKERT, W.G.; B. HOLMES; K. JANNI; D. KAMMEL; R. STOWELL u. J. ZULOWICH (2000):

Dairy freestall – housing and equipment.

In: Midwest Plan Service 7, Ames Iowa

BLESSING, M. u. T. RICHTER (2000):

Geneigte Liegeflächen versus Boxenabtrennungen zur Steuerung der Liegeposition von Rindern in Liegeboxen.

In: KTBL-Schrift 391, 120-128, Darmstadt

BOCK, C. (1990):

Zur Beurteilung tiergerechter Laufställe für Milchvieh.

In: KTBL-Schrift 339, Darmstadt

BOCKISCH, F.-J. (1991):

Quantifizierung von Interaktionen zwischen Milchkühen und deren Haltungsumwelt als Grundlage zur Verbesserung von Stallsystemen und ihrer ökonomischen Bewertung.

Habilitations-Schrift, Justus-Liebig-Universität Giessen, Verlag der Feber'schen Universitätsbuchhandlung, Giessen, 1991

BOCKISCH, F.-J.; S. REUSCH u. K. STERNEMANN (1999):

Beurteilung von Milchkühen in Ein- und Mehrflächenlaufställen als Verbesserungsgrundlage für die Gestaltung von Lauf- und Liegeflächen.

In: 4.Tagung Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, Freising, 201-206

BOGNER, H. u. GRAUVOGL, A. (Hrsg.), (1984):

Verhalten landwirtschaftlicher Nutztiere.

Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 1984.

BORELL, E. von (1999):

Ist Wohlbefinden ein Produktionsfaktor?

In: Züchtungskunde 71, 473-481

BORELL, E. von (2002):

Haltungsansprüche von Rindern und Pferden.

Symposium "Aktuelle Aspekte der Rinder- und Pferdezucht", Halle, 01.02.2002.

In: Archiv Tierzucht (Archives of Animal Breeding), Dummerstorf 45 Sonderheft, 80-94

BORTZ, J.; G.A. LIENERT u. K. BOEHNKE (2008):

Verteilungsfreie Methoden in der Biostatistik.

3. Auflage, 2008, Springer-Verlag, Berlin

BOXBERGER, J. (1983):

Wichtige Verhaltensparameter von Kühen als Grundlage zur Verbesserung der Stalleinrichtung.

In: Forschungsber. Agrartechn. 80, TUM-Weihenstephan; Habilitations-Schrift agr.

BOXBERGER, J.; K. KEMPKENS u. K. LUDWIG (1986):

Digitalisiertes Bewegungsverhalten von Kühen als Grundlage zur Verbesserung der Stalleinrichtung.

In: Tierärztl. Umschau 41, 926-932

BRACKE, M.B.M.; J.H.M. METZ u. B.M. SPRUJT (2001):

Development of a decision support system to assess farm animal welfare.

In: Acta Agric. Scand. 30, 17-20

BRADE, W. (2001):

Tiergerechte Milchrinderhaltung - Definition, Anforderungen und Kriterien.

In: Praktischer Tierarzt 8, 588-594

BRANDES, C. (1999):

Kuhkomfort ist Voraussetzung für hohe Leistungen.

In: Fütterung der 10.000-Liter-Kuh – Erfahrungen und Empfehlungen für die Praxis.

Arbeiten der DLG 196, Frankfurt, 127-158

BRANDES, C. (2006):

Das ABC des Kuhkomforts.

Innovationsteam, Wendorf; zu beziehen als Download [www.innovationsteam.com](http://www.innovationsteam.com)

BRINKMANN, J. u. C. WINCKLER (2004):

Influence of the housing system on lameness prevalence in organic dairy farming.

In: Proc. 13<sup>th</sup> International Symposium on Lameness in Ruminants, 11.-15.02.2004, Maribor, Slowenien, 166-167

BROOM, D.M. (1986):

Indicators of poor welfare: Concepts and measurement.

In: Br. Vet. J. 142, 524-526

BROOM, D.M. (1991):

Assessing welfare and suffering.

In: Behav. Processes 25, 117-123

BUCHWALDER, T.; B. WECHSLER; R. HAUSER; J. SCHAUB u. K. FRIEDLI (2000):

Liegeplatzqualität für Kühe im Boxenlaufstall im Test.

In: Agrarforschung 7, 292-296

CAPDEVILLE, J. u. I. VEISSIER (2001):

A method for assessing welfare in loose housed dairy cows at farm level, focusing on animal observations.

In: Anim. Sci, Suppl. 30, 63-68

CLACKSON, D.A. u. W.R. WARD (1991):

Farm tracks, stockman's herding and lameness in dairy cattle.

In: Vet. Rec. 129, 511-512

COHEN, J. (1960):

A coefficient of agreement for nominal scales.

In: Educational and Psychological Measurement 20, 37-46

COHEN, J. (1968):

Weighted kappa: Nominal scale agreement with provision for scaled disagreement or partial credit.

In: Psychological Bulletin 1968, 213-220

COOK, N.B.; T.B. BENNETT u. K.V. NORDLUND (2004):

Using indices of cow comfort to predict stall use and lameness

In: Proceedings of the 13th International Ruminant Lameness Symposium, Maribor, Slowenien, 162-164

DAELEMANS J.; A. MATON u. J. LAMBRECHT (1981):

The appraisal of some cubicle floors by cows.

In: Proceedings of the Commission Internationale du Genie Rural seminar, Aberdeen 1981. Farm Buildings Information Centre, 231-235

DAHLHOFF, K.; A. PELZER; H. CIELEJEWSKI; W. BÜSCHER u. O. KAUFMANN (2009):  
Ergebnisse zur Schwachstellenanalyse für die Bereiche Haltung und Management in Liegeboxenlaufställen im Rahmen des Projektes „Cows and more“.

In: 9. Tagung: Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, Berlin 2009, Proc., 374-380

DAHLHOFF, K.; A. PELZER u. W. BÜSCHER (2009):

Einfluss der Boxengestaltung auf das Liegeverhalten von Milchkühen in Liegeboxenlaufställen.

In: Landtechnik 64, 426-428

DAHLHOFF, K; W. BÜSCHER u. A. PELZER (2014):

Beratung von Milchvieh haltenden Betrieben auf der Grundlage von Verhaltens- und Erscheinungsparameter ihrer Milchkühe.

In: 34. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik in der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft e.V., 24.-25.02.2014, derzeit in Druck

DE ROSA, G.; C. TRIPALDI; F. NAPOLITANO; F. SALTALAMACCHIA; F. GRASSO; V. BISENGA u. A. BORDI (2002):

Repeatability of some animal-related variables in dairy cows and buffaloes.

In: Anim. Welf. 12, 625-629

DEUTSCHE LANDWIRTSCHAFTS-GESELLSCHAFT E.V. (DLG) (2005):

Vermeidung von Wärmebelastungen für Milchkühe.

In: Merkblatt 336, DLG Frankfurt/Main, Fachber. Landtechnik, Fachausschuss für Technik in der tierischen Produktion

DEUTSCHE LANDWIRTSCHAFTS-GESELLSCHAFT E.V. (DLG) (2012a):

Planungshinweise zur Liegeboxengestaltung für Milchkühe.

In: Merkblatt 379, DLG Frankfurt/Main, Fachber. Landtechnik, Fachausschuss für Technik in der tierischen Produktion

DEUTSCHE LANDWIRTSCHAFTS-GESELLSCHAFT E.V. (DLG) (2012b):

Das Tier im Blick- Milchkühe.

In: Merkblatt 381, DLG Frankfurt/Main, Fachber. Landtechnik, Fachausschuss für Tiergerechtigkeit

DEUTSCHE LANDWIRTSCHAFTS-GESELLSCHAFT E.V. (DLG) (2012c):

Tiergerechtheit auf dem Prüfstand. Anforderungen an freiwillige Prüfverfahren gemäß § 13a TierSchG.

In: Merkblatt 383, DLG Frankfurt/Main, Fachber. Landtechnik, Fachausschuss für Tiergerechtheit

DE VRIES, T.J. u. M.A.G. VON KEYSERLINGK (2005):

Time of feed delivery affects the feeding and lying patterns of dairy cows.

In: J. Dairy Sci. 88, 625-631

DRISLER, M.; M. GAWORSKI; C. TUCKER u. D. WEARY (2006):

Cow comfort and stall maintenance.

In: University of British Columbia, Dairy education & research centre  
Research Reports Vol. 6 No.1

DUNCAN, I.J.H. (1996):

Animal welfare defined in terms of feelings.

In: Acta Agricultura Scandinavica 27, 29-35

DUSEL, G. u. S. BÜCH (2006):

Kuhkomfort im Boxenlaufstall – Vergleiche zweier Boxenbodenbeläge im Bezug auf das Annahmeverhalten von Milchkühen.

Internetausdruck vom 26.03.2009

[http://www.hofgut-neumuehle.de/pdfs/vers-rind\\_boxenlaufstall.pdf](http://www.hofgut-neumuehle.de/pdfs/vers-rind_boxenlaufstall.pdf)

EKESBO, I. (1984):

Methoden der Beurteilung von Umwelteinflüssen auf Nutztiere unter besonderer Berücksichtigung der Tiergesundheit und des Tierschutzes.

In: Tierärztl. Mschr. 71, 186-190

ENGELHARD, T. u. H. BLUM (1998):

Hochbox oder Tiefbox - welche ist besser?

In: top agrar 2/1998, R20 - R24, Landwirtschaftsverlag Münster

FARM ANIMAL WELFARE COUNCIL (1992):

FAWC updates the five freedoms.

In: Veterinary Record 17, 357



FAYE, B. und J. BARNOUIN (1985):

Objectivation de la propreté des vaches laitières et des stabulations – l'indice de propreté.  
Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix, INRA

In: Centre de recherches zootechniques et vétérinaires 59: 61-67

FLEISS, J.L. u. J. COHEN (1973):

The equivalence of weighted kappa and the intraclass correlation coefficient as measures of reliability.

In: Educational and Psychological Measurement 33, 613-619

FRASER, A.F. u. D.M. BROOM (1990):

Farm animal behaviour and welfare.

3. Aufl., Bailliere Tindall; London

FRASER, D. (2006):

Animal welfare assurance programs in food production: a framework for assessing the options.

In: Anim. Welf. 15, 93-104

FREGONESI, J.A.; C.B. TUCKER u. D.M. WEARY (2007):

Overstocking reduces lying time in dairy cows.

In: J. Dairy Sci. 90, 3349-3354

GALINDO, F.; D.M. BROOM u. P.G.G. JACKSON (2000):

A note on possible link between behaviour and the occurrence of lameness in dairy cows.

In: Appl. Anim. Behav. Sci. 67, 335-341

GRAF, B. (1986):

Bestimmung artspezifischer Verhaltensnormen - dargestellt am Beispiel von Merkmalen des Ausruhverhaltens von Mastrindern.

In: Z. Tierzücht. Züchtungsbiol. 103, 384-396

GREVE, W. u. D. WENTURA (1997):

Wissenschaftliche Beobachtung: Eine Einführung.

Beltz PVU Verlag, Weinheim

Haidn, B.; H. Schürzinger; A. Kramer; S. Christl u. S. Huber (1996):

Vergleich kostengünstiger und tiergerechter Laufställe für Milchvieh mit Einstreu.

In: Gelbes Heft 57, Bayer. Staatsmin. Ern. Landw. Forsten, München

Haidn, B.; M. Kilian; S. Enders u. J. MacuhoVA (2005):

Kuhkomfort unter besonderer Berücksichtigung des Stallklimas und der Laufflächen.

In: Perspektiven in der Milchviehhaltung, Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft 10, 31-52

Haley, D.B.; J. Rushen u. A.M. de Passille (2000):

Behavioural indicators of cow comfort: activity and resting behaviour of dairy cows in two types of housing.

In: Can. J. Anim. Sci. 80, 257-263

Herrmann, H.-J. (1997):

Einfluss unterschiedlicher Bodenausführung von Laufflächen auf das Verhalten und die Klauengesundheit von Kühen.

In: ALB-Bericht 65, Kassel

Herrmann, H.J. u. H. Reubold (2002):

Liegeboxengestaltung für Milchkühe im Hinblick auf Tiergerechtigkeit und Wirtschaftlichkeit.

In: DgFZ-Schriftenreihe 27, 25-31

Herrmann, H.-J. (2006):

Trends in der Milchviehhaltung.

In: Landtechnik 60, 362-363

Hillmann, E. (2008):

Womit verbringen Kühe im Laufstall ihre Zeit?

In: Wissenschaftliche Gesellschaft der Milcherzeugerberater e.V., 9. Jahrestagung Futterkamp, 14-19

Hörning, B. (1997):

Verhalten von Rindern und Konsequenzen für die artgemäße Haltung.

In: Fachgebiet Nutztierethologie/ Beratung Artgerechte Tierhaltung (Hrsg.): Ökologische Rinderhaltung. Witzenhausen, 11-30

Hörning, B. (2001):

The assessment of housing conditions of dairy cows in littered loose housing systems using three scoring methods.

In: Acta Agri. Scand. 30, 42-47

HÖRNING, B.; C. ZEITLMANN u. J. TOST (2001):

Unterschiede im Verhalten von Milchkühen im Liegebereich verschiedener Laufstallsysteme.

In: KTBL-Schrift 403, 153-162, Darmstadt

HÖRNING, B. und J. TOST (2002):

Multivariate Analyse möglicher Einflussfaktoren auf das Ruheverhalten von Milchkühen in Boxenlaufställen.

In: KTBL-Schrift 407, 139-151, Darmstadt

HÖRNING, B. (2003):

Nutztierethologische Untersuchungen zur Liegeplatzqualität in Milchviehlaufstallsystemen unter besonderer Berücksichtigung eines epidemiologischen Ansatzes.

Universität Kassel, Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften, Habilitations-Schrift

HÖRNING, B.; W. LINNE u. M. METZKE (2005):

Vergleich von vier Liegeboxenabtrennungen für Milchkühe.

In: KTBL-Schrift 441, 222-230, Darmstadt

HUGHES, J. (2000):

Cows and cubicles.

In: In Practice 22, 231-239

HULSEN, J. (2004):

Kuhsignale- Krankheiten und Störungen früher erkennen

Landwirtschaftsverlag Münster, 2004

HUZZEY, J.; T. DE VRIES u. M.A.G. VON KEYSERLINGK (2006):

Improving feed access through feed bunk design and management.

In: University of British Columbia, Dairy education & research centre,

Research Reports Vol. 6No.3

IRPS, H. (1985):

Die haltungstechnische Ausführung von Rinderstallungen unter Berücksichtigung ethologischer Erkenntnisse.

In: Inst.-Ber. 41, FAL Braunschweig-Völkenrode

JONES, G.A. (1990):

The dairy practitioners' opportunity to improve the cow's environment.

In: Bovine Practitioner 25, 71-72

KÄMMER, P. und U. SCHNITZER (1975):

Die Beurteilung von Liegeboxen - Stallbeurteilung am Beispiel des Ausruhverhaltens von Milchkühen.

KTBL, Darmstadt

KÄMMER, P. (1980):

Untersuchungen zur Tiergerechtheit und ihrer Bestimmung bei Boxenlaufstallhaltung von Milchkühen in der Schweiz.

Univ. Bern, Dissertation phil.-nat.

KÄMMER, P. (1981):

Tiergerechte Liegeboxen für Milchvieh.

In: KTBL-Arbeitspap. 58, Darmstadt

KEIL, N.M.; E. GISIGER u. M. STAUFFACHER (2004):

Evaluation von Liegeboxenabmessungen für Rindvieh aufgrund des Liegeverhaltens unterschiedlich großer Milchkühe.

In: KTBL-Schrift 431, Darmstadt, 115-121

KEELING, L. u. P. JENSEN (2002):

Behavioural disturbances, stress and welfare.

In: The ethology of domestic animals: an introductory text , 79-98

CAB International, Wallingford, UK

KILIAN, M; B. HAIDN u. H. STANZEL (2006):

Entwicklung einer neuen Methode zur Messung der Rutschfestigkeit von Laufflächen in Milchviehställen.

In: Artgerechte, umweltverträgliche und wettbewerbsfähige Tierhaltungsverfahren, Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft 15, 159-184

KNIERIM, U. (1998):

Wissenschaftliche Untersuchungsmethoden zur Beurteilung der Tiergerechtheit. In: Beurteilung der Tiergerechtheit von Haltungssystemen.

In: KTBL-Schrift 377, Darmstadt, 40-50

KNIERIM, U. (2002):

Grundsätzliche ethologische Überlegungen zur Beurteilung der Tiergerechtheit bei Nutztieren.

In: Dtsch. Tierärztl. Wschr. 109, 261-266

KNIERIM, U. u. C. WINCKLER (2002):

Checklisten zur Überprüfung der Haltungsbedingungen in Boxenlaufställen für Milchkühe.

In: 22nd World Biometrics Congress, 18.-23.08.2002, Hannover

Hrsg: Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Hannover

KNIERIM, U; D. HESSE; E. VON BORELL; H.J. HERRMANN; C. MÜLLER; H.W. RAUCH;  
N. SACHSER u. F. ZERBE (2003):

Voluntary animal welfare assessment of mass-produced farm animal housing equipment using a standardised procedure.

In: Anim. Welfare 12, 75-84

KOHLI, E. (1987):

Vergleich des Abliegeverhaltens von Milchkühen auf der Weide und im Anbindestall.

In: KTBL-Schrift 319, Darmstadt, 18-38

KOHLI, E. u. P. KÄMMER (1985):

Funktionelle Ethologie am Beispiel Rind: Die Beurteilung zweier Anbindehaltungssysteme aufgrund einer Indikatorenliste.

In: KTBL-Schr. 307, Darmstadt, 108-124

KÖBRICH, S. (1993):

Adspektorisch und palpatorisch feststellbare Schäden an Haut, Gelenken und Klauen bei Milchkühen in Abhängigkeit von der Boxengestaltung im Liegeboxenlaufstall unter Berücksichtigung der tierindividuellen Körpermaße.

Justus-Liebig-Universität Gießen, Diss. vet.-med.

KÖGLER, H.; B. HAIDN; H.-J. HERRMANN u. H. REUBOLD (2004):

Schäden am Integument – Einfluss von Einstreu auf die Gelenksgesundheit bei Milchkühen.

In: KTBL-Schrift 431, 154-160, Darmstadt

KONRAD, S. u. N. FÜRSCHUSS (1999):

Einfluss der Liegeflächengestaltung auf das Verhalten von Milchkühen.

In: Tierhaltung und Tiergesundheit. 14. IGN-Tagung, 6. Freiland-Tagung, Wien, 88-91

KROHN, C.C. und L. MUNKSGAARD (1993):

Behaviour of dairy cows kept in extensive (loose housing/pasture) or intensive (tie stall) environments. II. Lying and lying-down behaviour.

In: Appl. Anim. Behav. Sci. 37, 1-16

LANDIS, J.R. u. G.G. KOCH (1977):

The measurement of observer agreement for categorical data.

In: Biometrics 33, 159-174

LAVES (2007):

Tierschutzleitlinie für die Milchkuhhaltung.

Herausgegeben von: Niedersächsisches Ministerium für den ländlichen Raum, Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Hannover; Niedersächsisches Landesamt für Lebensmittelsicherheit und Verbraucherschutz, Tierschutzdienst, Oldenburg; Arbeitsgruppe Rinderhaltung; zu beziehen über Download von [www.laves.niedersachsen.de](http://www.laves.niedersachsen.de)

LIVESEY, C.T.; C. MARSH; J.A. METCALF u. R.A. LAVEN (2002):

Hock injuries in cattle kept in straw yards or cubicles with rubber mats or mattresses.

In: Vet. Rec. 150, 677 - 679

LK NRW (2012):

NRW Bauschrift Milchviehhaltung – Beratungsempfehlungen für den Bau und die Ausstattung von Milchviehställen.

Herausgegeben von: Landwirtschaftskammer NRW, Referat 24 – Energie, Bauen, Technik, Münster

LUTZ, B. (2000):

Kuhkomfort als Voraussetzung für hohe Leistungen (Stallklima, Haltung, Bewegung).

In: 27. Viehwirtsch. Fachtagung, BAL Gumpenstein, Irnding, Österreich, 27-30

LORZ, A. u. E. METZGER (1999):

Tierschutzgesetz - Kommentar.

5. Auflage, Verlag Ch. Beck

MARTEN, F. u. J. WOLF (1999):

Einfluss verschiedener Bodenbeläge auf die Liegedauer von Milchkühen.

In: Milchpraxis 37, 90-94

MENDL, M. (1991):

Some problems with the concept of a cut-off point for determining when an animal's welfare is at risk.

In: Appl. Anim. Behav. Sci. 31, 139-146

METZNER, R.G. (1976):

Kennwerte für tiergemäße Versorgungseinrichtungen des Kurzstandes für Fleckviehkühe.  
TUM Weihenstephan, Dissertation agr.

MILLER, F. (1991):

Checklisten in der Milchviehhaltung.  
Univ. München, Dissertation vet.-med.

MOLZ, C. (1989):

Beziehungen zwischen haltungstechnischen Faktoren und Schäden beim Milchvieh in Boxenlaufställen.  
Univ. München, Dissertation vet.med.

MÜLLEDER, C; S. WAIBLINGER u. J. TROXLER (2004):

Analyse der Einflussfaktoren auf Tiergerechtheit, Tiergesundheit und Leistung von Milchkühen im Boxenlaufstall.  
In: Ländlicher Raum 6/2004

NIVES, M. u. M. AMON (1996):

Einfluss von Haltungssystemen und Betriebsgröße auf Verletzungen und Milchproduktion von Kühen.  
In: KTBL-Schrift 373, Darmstadt, 148-159

NORDLUND, K.V.; N.B. COOK u. G.R. OETZEL (2004):

Investigation strategies for laminitis problem herds.  
In: J. Dairy Sci. 87, 27-35

O'CONNELL, J.; P. GILLER u. W.J. MEANEY (1993):

Weanling training and cubicle usage as heifers.  
In: Appl. Anim. Behav. Sci. 37, 185-195

OERTLI, B.; P. JAKOB u. K. FRIEDLI (1994):

Erarbeitung der Grundlagen zur Prüfung von Bodenbelägen im Boxenlaufstall für Milchkühe auf Tiergerechtheit (Projekt Milchviehhaltung BVet 014.90.3).  
Schlussbericht, FAT, Tänikon

OERTLI, B.; J. TROXLER u. K. FRIEDLI (1995):

Der Einfluss einer Kunststoffmatte als Bodenbelag in den Liegeboxen auf das Liegeverhalten von Milchkühen.  
In: KTBL-Schrift 370, Darmstadt, 118-127

OFNER, E.; T. AMON; B. AMON; M. LINS u. J. BOXBERGER (2002):

Untersuchungen zur Beurteilungsqualität des Tiergerechtheitsindex TGI 35 L/1996 für Rinder.

In: KTBL-Schrift 407, Darmstadt, 152-158

PACHE, S.; K. KRUSCHEL u. G. SCHNEIDER (1998):

Kuh-Matratzen - wo Kühe gerne kuscheln.

In: top agrar 11/1998, R18 - R20, Landwirtschaftsverlag Münster

PELZER, A. u. N. KRAFT (2004):

Liegeboxenabtrennungen für Kühe.

In: Landtechnik 4, 238

PELZER, A. u. R. ANNEKEN (2007):

Umbau Hochboxen zu Tiefboxen.

In: Milchpraxis 2/2007, 86

PELZER, A.; H. CIELEJEWSKI; K. BAYER; W. BÜSCHER u. O. KAUFMANN (2007):

„Cows and more – Was die Kühe uns sagen. Bonitieren – Bewerten – Beraten mit System.“

In: 8. Tagung: Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, Bonn, 2007

PELZER, A. (2008):

Trends bei Bau und Ausrüstung von Milchviehställen.

In: Landtechnik 63, 322-323

PELZER, A.; K. BAYER; H. CIELEJEWSKI; W. BÜSCHER u. O. KAUFMANN (2008):

„Cows and more – Erste Ergebnisse.“

In: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung. KTBL-Schrift 471, Darmstadt, 212-214

PELZER, A. (2011a):

Liegeboxenmanagement.

In: DLZ Agrarmagazin Primus Rind, 7/2011, 16

Deutscher Landwirtschaftsverlag, Hannover

PELZER, A.; O. KAUFMANN; H. RICHTER u. E. HAMPEL (2001b):

Entwicklung eines mehrdimensionalen Bewertungssystems zur objektiven Bestimmung der Tiergerechtheit unter besonderer Berücksichtigung tierbezogener Kriterien und Indikatoren.

In: 10. Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, Kiel, 2011



REITER, K.; S. TUTSCH u. A. KOßMANN (2006):

Tiergerechtheit der Haltungssysteme.

In: Artgerechte, umweltverträgliche und wettbewerbsfähige Tierhaltungsverfahren, Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft 15, 37-50

REITER, K.; N. PARTES u. A. KOßMANN (2006a)

Einfluss von Laufflächenbelägen auf das Verhalten und die hygienischen Bedingungen bei Milchkühen.

Internetausdruck vom 26.03.2009

<http://www.lfl.bayern.de/ith/rind/20589/index.php?context=/lfl/itt/>

REITER, K.; A. KOßMANN u. M. ABRIEL (2006b)

Einfluss des Pflegezustandes von Liegeboxen auf das Liegeverhalten bei Milchkühen.

Internetausdruck vom 26.03.2009

<http://www.lfl.bayern.de/ith/rind/23806/index.php?context=/lfl/itt/tierhaltung/>

REUBOLD, H (2002):

Darauf fühlt sich die Kuh sauwohl – Kuhmatratzen im DLG-Test.

In: DLG Test Landwirtschaft, 2/2002, 22-25

REUBOLD, H. (2003):

Signum-Test. / Bewertung der Tiergerechtheit von Liegeboxen.

In: Vet.-Med. Report 27, Sonderausgabe V1, 14-16

RICHTER, T. (2001):

Trittsicherheit von Stallfußböden aus Beton.

In: Bauen für die Landwirtschaft 3/2001, 13-17

Hrsg: Beton Marketing Deutschland GmbH

RIST, M.; I. SCHRAGEL; B. HÖRNING; E. BOEHNKE u. M. SCHNEIDER (2000):

Artgemäße Rinderhaltung – Grundlagen und Beispiele aus der Praxis.

3. Auflage, Deukalin Verlag, Hamburg

RUCKEBUSCH, Y. und L. BUENO (1978):

An analysis of ingestive behaviour and activity of cattle under field conditions.

In: Appl. Anim. Ethol. 4, 301 – 313

RÜTZ, A. (2010):

Untersuchung verschiedener Parameter auf ihre Eignung zur Bewertung der Tiergerechtheit von Laufställen für Milchkühe im Rahmen eines On-farm welfare assessment.

Ludwig-Maximilians-Universität München; Dissertation vet.-med.

RUSHEN, J. (2001):

Assessing the welfare of dairy cattle.

In: J. App. Anim. Welf. Sci. 4, 223-234

RULQUIN, H. und J.P. CAUDAL (1992):

Effects of lying or standing on mammary blood flow and heart rate of dairy cows.

In: Ann. Zootechn. 41, 101

SAMBRAUS, H.H. (1978):

Spezielle Ethologie - Rind.

In: Nutztierethologie, das Verhalten landwirtschaftlicher Nutztiere - eine angewandte Verhaltenskunde für die Praxis.

Parey Verlag, Hamburg und Berlin, 49-127

SAMBRAUS, H.H., G. THALLER und S. KURZ (2000):

Liege- und Komfortverhalten von Milchkühen bei der Freiheitsanbindung.

In: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung.

KTBL-Schrift 391, Darmstadt, 111-119

SAMBRAUS, H.H.; H. SCHÖN u. B. HAIDN (2002):

Tiergerechte Haltung von Rindern.

In: Umwelt- und tiergerechte Haltung von Nutz-, Heim und Begleittieren.

Blackwell Wissenschaftsverlag, Berlin, 281-332

SCHAUB, J.; K. FRIEDLI u. B. WECHSLER (1999):

Weiche Liegematten für Milchvieh-Boxenlaufställe. Strohmatratzen und sechs Fabrikate von weichen Liegematten im Vergleich.

In: Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik, FAT Berichte 529

SCHLICHTING, M.C. und D. SMIDT (1987):

Merkmale des Ruheverhaltens als Indikator zur Beurteilung von Haltungssystemen bei Rind und Schwein.

In: KTBL-Schr. 319, Darmstadt, 56-68

SCHNITZER, U. (1971):

Abliegen, Liegestellungen und Aufstehen beim Rind im Hinblick auf die Entwicklung von Stalleinrichtungen für Milchvieh.

In: KTBL-Bauschrift 10, Frankfurt/M.

SINGH, S.S.; W.R. WARD; J.W. HUGHES; K. LAUNTENBACH u. R.D. MURRAY (1994):

Behaviour of dairy cows in a straw yard in relation to lameness.

In: Vet. Rec. 135, 251-253

SCHRADE, S. u. M. ZÄHNER (2008):

Einstreu in Liegeboxen für Milchvieh. Kompost und Feststoffe aus der Separierung von Gülle als Alternative zur Stroh-Mist-Matratze.

In: Schweizerische Eidgenossenschaft, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon, ART-Berichte 699

SCHRADER, L.; KEIL, N.M.; RÖLLI, D. u. F. NYDEGGER (2002):

Einfluss eines erhöhten Tier-Fressplatzverhältnisses auf das Verhalten von Milchkühen unterschiedlichen Ranges im Laufstall.

In: KTBL-Schrift 407, Darmstadt, 17-22

SMIDT, D. (1990):

Tierschutz in der Rinder- und Schweinehaltung.

In: Landbauforsch. Völkenrode 40, 138-156

SOMMER, T. (1985):

Untersuchungen zur Tiergerechtheit paraxisüblicher Gestaltung von Laufflächen für Milchvieh im Boxenlaufstall.

Universität Bern, Ethologische Station Hasli, Zoologisches Institut, Lizentiatsarbeit

SPYCHER, B.; G. REGULA; B. WECHSLER u. J. DANUSER (2002):

Health and welfare of dairy cows in different housing programs.

In: Schweiz. Arch. Tierheilkd. 144, 591-530

SUNDRUM, A.; R. ANDERSSON u. G. POSTLER (Hrsg.) (1994):

Tiergerechtheitsindex 200-1994.

Köllen Druck und Verlag GmbH, Bonn

SUNDRUM, A. (1998):

Zur Beurteilung der Tiergerechtheit von Haltungsbedingungen landwirtschaftlicher Nutztiere.

In: Dtsch. Tierärztl. Wschr. 105, 65-72

SUNDRUM, A.; B. KULIG; K. RÜBESAM; K. SCHRÖDER u. A. FARKE (2002):

Zur Bedeutung der Futterstruktur bei der Fütterung von Mastbullen.

In: Artgerechte Tierhaltung in der modernen Landwirtschaft– Diskussion neuer Erkenntnisse.  
Schr.-Reihe Landw. Rentenbank 17, Frankfurt/M.; 161-195

SZUCS, E.; I. ACS; A. CSIBA u. K. UGRY (1995):

The role of group size in developing housing management of dairy cows. II. Ethological aspects.

In: Acta Agron. Hung. 43, 127-144

TierSchG (2006):

Deutsches Tierschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 18. Mai 2006, das zuletzt durch den Artikel 4 Absatz 90 des Gesetzes vom 7. August 2013 geändert worden ist.

TierSchNutzV (2006):

Verordnung zum Schutz landwirtschaftlicher Nutztiere und anderer zur Erzeugung tierischer Produkte gehaltener Tiere bei ihrer Haltung: Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung - vom 22. August 2006 in der aktuellen Fassung

TROXLER, J. (1998):

Angewandte Prüfungsmethoden.

In: Beurteilung der Tiergerechtheit von Haltungssystemen.

KTBL-Schrift 377, 51-54, Darmstadt

TSCHANZ, B (1981):

Verhalten, Bedarfsdeckung und Bedarf bei Nutztieren

In: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung.

KTBL-Schrift 281, Darmstadt

TUCKER, C.B.; D.M. WEARY u. D. FRASER (2005):

Influence of neck-rail placement on free-stall preference, use, and cleanliness.

In: J. Dairy Sci. 88, 2730-2737

WAIBLINGER, S.; U. KNIERIM u. C. WINCKLER (2001):

Development of an on-farm welfare assessment system in dairy cows using an epidemiological approach.

In: Anim. Sci., Suppl. 30, 73-77

WANDEL, H. u. T. JUNGBLUTH (1997):

Bewertung neuer Liegeboxenkonstruktionen.

In: Landtechnik 52, 266-267

WEARY, D.M. u. I. TASZKUN (2000):

Hock lesions and free-stall design.

In: J. Dairy Sci. 83, 697-702

WECHSLER, B.; J. SCHAUB; K. FRIEDLI u. R. HAUSER (2000):

Behaviour and leg injuries in dairy cows kept in cubicle systems with straw bedding or soft lying mats.

In: Appl. Anim. Behav. Sci. 69, 189-197

WELFARE QUALITY (2009):

Assessment protocol for cattle.

Quality consortium, Lelystad, The Netherlands, 2009

Bezogen über: [www.welfarequality.net](http://www.welfarequality.net)

WHAY, H.R.; D.C.J. MAIN; L.E. GREEN u. A.J.F. WEBSTER (2003):

Assessment of the welfare of dairy cattle using animal-based measurements: direct observations and investigation of farm records.

In: Vet. Rec. 153, 197-202

WHAY, H.R. (2007):

The journey to animal welfare improvement.

In: Anim. Welf. 16, 117-122

WIERENGA, H.K. (1984):

The social behaviour of dairy cows: some differences between pasture and cubicle system.

In: UNSHELM, J., G. van PUTTEN und K. ZEEB: Proc. Int. Cong. Applied Ethology in Farm Animals. KTBL, Darmstadt, 135-138

WIERENGA, H.K.; J.H.M. METZ u. H. HOPSTER (1985):

The effect of extra space on the behaviour of dairy cows kept in a cubicle house.

In: ZAYAN, R.: Social space for domestic animals. Dordrecht: M. Nijhoff, 160-170

WIERENGA, H.K. u. H. HOPSTER (1990):

The significance of cubicles for the behaviour of dairy cows.

In: Appl. Anim. Behav. Sci. 26, 309-337

WILLEN, S. (2004):

Tierbezogene Indikatoren zur Beurteilung der Tiergerechtheit in der Milchviehhaltung-  
methodische Untersuchungen und Beziehungen zum Haltungssystem.

Tierärztliche Hochschule Hannover, Dissertation vet.-med.

WINCKLER, C. u. G. BREVES (1997):

Leiden und Schäden - Ansätze zur Erfassung.

In: Dtsch. Tierärztl. Wschr. 104, 43-46

WINCKLER, C. u. S. WILLEN (2002):

Influence of the housing system on lying behaviour and hock lesions in dairy cattle.

In: Proc. 22nd World Buiatrics Congress, Hannover, 17

WINCKLER, C.; J. CAPDEVILLE; G. GEBRESENBET; B. HÖRNING; U. ROIHA; M. TOSI u.  
S. WAIBLINGER (2002):

Selection of parameter for on-farm welfare assessment protocols in cattle and buffalo. In:  
Assessment of animal welfare at farm or group level.

In: 2nd Int. Workshop, Univ. Bristol

WINCKLER, C.; J. CAPDEVILLE; G. GEBRESENBET; B. HÖRNING; U. HOLMA; M. TOSI;  
S. WAIBLINGER (2003):

Auswahl von Parametern zur Beurteilung der Tiergerechtheit bei Rindern im Praxisbetrieb

In: 6.Tagung Bau, Technik, Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, KTBL Darm-  
stadt, Vechta

WINCKLER, C. (2005):

Tiergerechte Milchviehhaltung – wichtiger Faktor für Gesundheit, Leistung und Wohlbefin-  
den.

In: 32. Viehwirtschaftliche Fachtagung 2005, Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für  
Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein, Österreich-Irdning

WLCEK, S. (1994):

Einflüsse auf die Funktionsfähigkeit von Tretmistställen für Milch- und Mutterkühe.

In: Landtechn. Schriftenr. 198, Wien

WLCEK, S. u. H.-J. HERRMANN (1996):

Verhaltensbeobachtungen bei Milchkühen zur Ermittlung der Trittsicherheit von Stallfußbö-  
den.

In: KTBL-Schrift 373, Darmstadt, 160-168

WREN, G. (1997):

Gordon Jones: Identify bottlenecks on clients' dairies.

In: Bovine Veterinarian 2, 6-13

ZEEB, K. (1985):

Zur Beurteilung von Haltungssystemen für Rinder aus ethologischer Sicht.

In: Tierärztl. Umschau 40, 752-758

ZEEB, K. (1987):

Das Verhalten freilebender Rinder.

In: Swiss Vet 4, 9-18

ZEEB, K. und J. BAMMERT (1985):

Zur Synchronisation des Rinderverhaltens unter verschiedenen Haltungsbedingungen.

In: Züchtungskunde 57, 348-356

ZERZAWY, B. (1989):

Haltungsbedingte, adspektorisch und palpatorisch erfassbare Krankheiten und Abgangsur-sachen von Milchkühen in Abhängigkeit von den Stallverhältnissen im Liegeboxenlaufstall.

Justus-Liebig-Universität Gießen, Dissertation vet.-med.

## 8 ANHANG

Zu Kapitel 4.3 Referenzwerte für die Schwachstellenanalyse

Kriterium	Indikator	Zielwert	Richtwert	Grenzwert	Vergleichswert
<b>Laufen</b>	hohe Kopfhaltung < 20°	100%	≥ 80%	≥ 60%	81,8% ± 20,5%
<b>Abliegen</b>	Abliegedauer > 30 Sek.	100%	≥ 70%	≥ 40%	41,4% ± 27,8%
<b>Aufenthaltsort</b>	Liegen in Box	60%	Referenzbereich: 50 - 75 %		53,6% ± 10,9%
	Stehen im Fressgitter	22%	Referenzbereich: 15 - 30 %		22,8% ± 9,4%
	Stehen im Fressgang	6%	Referenzbereich: 2 - 10 %		6,4% ± 4,9%
	Stehen im Boxengang	5%	Referenzbereich: 0 - 7 %		5,1% ± 5,0%
	Stehen 2 Beine in Box	3%	Referenzbereich: 0 - 7 %		7,4% ± 4,3%
	Stehen 4 Beine in Box	4%	Referenzbereich: 0 - 7 %		4,4% ± 4,0%
	Liegen auf Lauffläche	0%	0%		0,2% ± 0,7%
<b>Liegepositionen</b>	Brustlage	65%	Referenzbereich: 55 - 80 %		70,1% ± 14,5%
	gestr. Vorderbein	7,5%	Referenzbereich: 5 - 15 %		4,6% ± 5,4%
	gestr. Hinterbein	20%	Referenzbereich: 10 - 35 %		22,4% ± 14,1%
	Schlafposition	5%	Referenzbereich: 3 - 7%		2,7% ± 4,3%
	totale Seitenlage	2,50%	Referenzbereich: 1 - 3 %		0,1% ± 0,5%
<b>Boxenverschmutzung</b>	gesamt	12%	Referenzbereich: 5 - 20 %		15,6% ± 11,9%
	mittig	5%	Referenzbereich: 1 - 7 %		5,9% ± 4,4%
	seitlich	7%	Referenzbereich: 4 - 13 %		9,7% ± 7,0%
<b>Sauberkeit der Kühe</b>	7 Körperregionen	≤ 2,4	≤ 2,9	≤ 3,4	2,30 bis 3,56
<b>Integumentschäden</b>	Wamme	Befundfreiheit Richtwert: ≥ 98 %			97,9% ± 5,4%
	Carpus	Befundfreiheit Richtwert: ≥ 85 %			78,2% ± 22,6%
	Fessel vorne	Befundfreiheit Richtwert: ≥ 98 %			97,3% ± 5,9%
	Widerrist	Befundfreiheit Richtwert: ≥ 95 %			92,7% ± 17,4%
	Wirbelsäule	Befundfreiheit Richtwert: ≥ 95 %			87,2% ± 21,7%
	Knie	Befundfreiheit Richtwert: ≥ 95 %			94,6% ± 9,8%
	Tarsus	Befundfreiheit Richtwert: ≥ 75 %			46,3% ± 27,9%
	Fessel hinten	Befundfreiheit Richtwert: ≥ 98 %			96,7% ± 11,7%

Abb. 30: Gesamtübersicht über die für das Benchmarking festgelegten Referenz- und Vergleichswerte der tierbezogenen Indikatoren