

Aus dem Physiologischen Institut  
der Tierärztlichen Hochschule Hannover

und dem Forschungs- und Studienzentrum für  
Veredelungswirtschaft Weser-Ems  
der Georg-August-Universität Göttingen  
Fakultät für Agrarwissenschaften

---

**Tierbezogene Indikatoren zur Beurteilung der Tiergerechtigkeit in der  
Milchviehhaltung – methodische Untersuchungen und  
Beziehungen zum Haltungssystem**

INAUGURAL-DISSERTATION

Zur Erlangung des Grades einer  
Doktorin der Veterinärmedizin  
(Dr. med. vet.)

durch die Tierärztliche Hochschule Hannover

Vorgelegt von

Stefanie Willen

aus Lönningen

Hannover 2004

Wissenschaftliche Betreuung: Prof. Dr. G. Breves  
Univ.-Prof. Dr. C. Winckler

1. Gutachter: Prof. Dr. G. Breves
2. Gutachter: Univ.-Prof. Dr. J. Hartung

Tag der mündlichen Prüfung: 26. November 2004

## Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis .....	IV
Abbildungsverzeichnis .....	VI
Tabellenverzeichnis .....	VII
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>1</b>
<b>2 Literaturübersicht .....</b>	<b>3</b>
2.1 Bewertung der Tiergerechtheit in der Milchviehhaltung.....	3
2.1.1 Begriffsbestimmungen .....	3
2.1.2 Indikatoren zur Beurteilung der Tiergerechtheit.....	5
2.1.3 Tierbezogene Beurteilungskonzepte .....	10
2.1.4 An den Haltungsbedingungen orientierte Bewertungsmethoden/-konzepte.....	13
2.2 Lahmheiten.....	14
2.2.1 Bedeutung von Lahmheiten für Wohlbefinden und Wirtschaftlichkeit.....	14
2.2.2 Formen von Lahmheit .....	16
2.2.3 Risikofaktoren für die Entstehung von Lahmheiten .....	17
2.2.4 Auftretenshäufigkeit von Lahmheiten in der Milchviehhaltung.....	20
2.2.5 Lahmheitserkennung im Praxisbetrieb.....	21
2.3 Integumentschäden.....	22
2.3.1 Begriff der Integumentschäden .....	22
2.3.2 Ursachen/Risikofaktoren für Integumentschäden .....	23
2.3.3 Bedeutung und Auftretenshäufigkeit von Integumentschäden .....	24
2.4 Liegeverhalten.....	25
2.4.1 Funktionskreis Liegeverhalten.....	25
2.4.2 Untersuchungen zum Liegeverhalten.....	27
2.4.3 Methoden zur Erfassung des Liegeverhaltens .....	28
<b>3 Material und Methoden.....</b>	<b>30</b>
3.1 Methodische Untersuchungen zur Beurteilung des Lahmheitsgrades .....	30
3.1.1 Beurteilungsschema .....	30
3.1.2 Reliabilität des Schemas hinsichtlich Klauenläsionen.....	31
3.1.3 Wiederholbarkeit der Gangbeurteilung zwischen verschiedenen Beobachtern....	33
3.1.4 Wiederholbarkeit der Gangbeurteilung.....	33
3.2 Methodische Untersuchungen zum Liegeverhalten.....	33

3.2.1	Aufbau und Funktionsweise des verwendeten Datenloggers .....	34
3.2.2	Pilotstudie zur Validierung der Lagesensoren .....	34
3.3	Datenerhebung in Praxisbetrieben .....	35
3.3.1	Untersuchungsbetriebe und Zeitplan .....	35
3.3.2	Tierbezogene Parameter .....	37
3.3.2.1	Gangbeurteilung .....	37
3.3.2.2	Anwendung der Datenlogger/Lagesensoren zur Erfassung des Liegeverhaltens .....	37
3.3.2.3	Integumentschäden .....	38
3.3.2.4	Verschmutzungsindex .....	40
3.3.3	Technische Parameter des Haltungssystems und Managementfaktoren .....	41
3.4	Statistische Auswertung .....	43
<b>4</b>	<b>Ergebnisse .....</b>	<b>44</b>
4.1	Evaluierung des Schemas zur Lahmheits-/Gangbeurteilung .....	44
4.1.1	Korrelationen zwischen Gangnote und Klauenläsionsindizes .....	44
4.1.2	Wiederholbarkeit zwischen mehreren Beobachtern .....	45
4.2	Methodische Untersuchungen zum Liegeverhalten .....	47
4.2.1	Validierung der Lagesensoren/Datenlogger im Boxenlaufstall .....	47
4.2.2	Validierung im Tretmiststall .....	50
4.3	Wiederholbarkeit ausgewählter tierbezogener Parameter .....	51
4.3.1	Wiederholbarkeit der Gangbeurteilung innerhalb der Erhebungsjahre (Stallhaltungperiode) .....	51
4.3.2	Integumentschäden .....	54
4.3.3	Tierschmutzung .....	61
4.4	Einfluss von Faktoren des Haltungssystems auf ausgewählte tierbezogene Faktoren .....	63
4.4.1	Liegeverhalten .....	63
4.4.2	Lahmheiten .....	67
4.4.3	Integumentschäden in Verbindung mit Haltungsfaktoren .....	71
4.4.4	Tierschmutzung in Verbindung mit Haltungsfaktoren .....	80
<b>5</b>	<b>Diskussion .....</b>	<b>84</b>
5.1	Methodische Untersuchungen .....	84
5.1.1	Schema zur Lahmheits-/Gangbeurteilung .....	84
5.1.2	Validierung der automatischen Erfassung des Liegeverhaltens .....	87
5.2	Wiederholbarkeit ausgewählter tierbezogener Parameter der Tiergerechtigkeit .....	89
5.2.1	Gangbeurteilung .....	90
5.2.2	Integumentschäden .....	91

5.2.3	Tierverschmutzung.....	93
5.3	Einfluss von Faktoren des Haltungssystems auf ausgewählte tierbezogene Faktoren .....	95
5.3.1	Liegezeiten .....	96
5.3.2	Lahmheiten.....	98
5.3.3	Integumentschäden in Verbindung mit Haltungsfaktoren .....	103
5.3.4	Tierverschmutzung in Verbindung mit Haltungsfaktoren .....	106
5.4	Schlussfolgerungen .....	108
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung.....</b>	<b>110</b>
<b>7</b>	<b>Summary.....</b>	<b>113</b>
<b>8</b>	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>116</b>
	<b>Anhang</b>	
	<b>A Tabellenanhang</b>	
	<b>B Materialanhang</b>	

**Abkürzungsverzeichnis**

Abb.:	Abbildung
$\Delta$ :	Abweichung
bes.:	besonders
bzw.:	beziehungsweise
ca.:	circa
cm:	Zentimeter
d:	Tag
d.h.:	das heißt
Dg:	Durchgang
DLG:	Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft e.V.
$\emptyset$ :	Durchmesser
et al.:	et alii (und andere)
etc.:	et cetera
Feb:	Februar
Fh:	Fersenhöcker
ggr.:	geringgradig
gs:	gegenständig
Gs:	Gesamtscore
h:	Stunde
HF:	Holstein-Friesian
Hgldm.:	Hintergliedmaße
hgr.:	hochgradig
J:	Jahr
Jan:	Januar
Kap.:	Kapitel
kg:	Kilogramm
Lh:	Lahmheit
Max:	Maximalwert
mgr.:	mittelgradig
min:	Minute
Min:	Minimalwert
mind.:	mindestens
mittl.:	mittlere
Mw:	Mittelwert
n:	Anzahl
Nr.:	Nummer
n.s.:	nicht signifikant
Okt:	Oktober
p:	Irrtumswahrscheinlichkeit
%:	Prozent
$r_s$ :	Korrelationskoeffizient nach Spearman
s:	Sekunde
sd:	Standardabweichung
s.a.:	siehe auch

s.o.:	siehe oben
T:	Tarsus
Tab.:	Tabelle
TV:	Verdickung am Tarsus
TGI:	Tiergerechtheitsindex
TMR:	totale Mischration
u.a.:	unter anderem
u.ä.:	und ähnlichem
v.a.:	vor allem
vgl.:	vergleiche
VK:	Variationskoeffizient
vs:	versus
Vdglm.:	Vordergliedmaße
ws:	wandständig
z.B.:	zum Beispiel
zit.:	zitiert
z.T.:	zum Teil
≥:	größer/gleich
≤:	kleiner/gleich

**Abbildungsverzeichnis**

Abb. 1: Bevorzugte Regionen für Integumentschäden beim Rind .....	22
Abb. 2: Zonen der Sohle und des Ballens; 1: Weiße Linie im Zehenbereich, 2: abaxiale Weiße Linie, 3: abaxiale Wand-Ballen-Verbindung, 4: Sohle-Ballen-Übergang, 5: Spitze der Sohle, 6: Ballen (GREENOUGH u. VERMUNT 1991) .....	31
Abb. 3: Lagesensor/Datenlogger (55 x 50 x 33 mm); Befestigung mittels elastischer Binde unterhalb des Tarsalgelenks .....	38
Abb. 4: verschiedene Verschmutzungsgrade an fünf Körperregionen (nach FAYE u. BARNOUIN 1985); 0: sauber, 0,5: ggr. verschmutzt, 1: mgr. verschmutzt, 1,5: stark verschmutzt, 2: hgr. verschmutzt (mehr als 1 cm Dicke).....	40
Abb. 5: Beziehung zwischen Gangnote und Klauenläsionsindex (Hintergliedmaßen, Sohle und Ballen) für 206 untersuchte Kühe ( $r_s = 0,39$ , $p = 0,000$ ).....	45
Abb. 6: Prozentualer Anteil an Tieren innerhalb der Gangbeurteilungsklassen 1 - 5 in drei Herden, ermittelt von je drei Beobachtern (durchschnittlicher, minimaler und maximaler Wert) .....	46
Abb. 7: Anteil klinisch lahmer Kühe (Gangnote $\geq 3$ ) im 1. Jahr (1./2. Dg), n = 12 Betriebe .....	52
Abb. 8: Anteil klinisch lahmer Kühe (Gangnote $\geq 3$ ) im 2. Jahr (3./4. Dg), n = 12 Betriebe .....	52
Abb. 9: Mittlere Anzahl Schäden je betroffenes Tier vom Schweregrad $\geq 2$ am Tarsus (T) außen, 1. bis 4. Durchgang (Dg), n = 9 Betriebe .....	55
Abb. 10: Mittlere Anzahl Schäden je betroffenes Tier vom Schweregrad $\geq 3$ am Tarsus (T) außen, 1. bis 4. Durchgang (Dg), n = 9 Betriebe .....	56



**Tabellenverzeichnis**

Tab. 1: Indikatoren zur Bewertung der Tiergerechtigkeit (verschiedene Quellen).....	5
Tab. 2: Angaben zur Liegezeitdauer (Beobachtungszeitraum 24 h) in der Literatur.....	7
Tab. 3: Gangbeurteilungsschema (modifiziert nach SPRECHER et al. 1997, WHAY et al. 1997) .....	30
Tab. 4: Bewertungsschema für die Beurteilung von Klauenläsionen .....	32
Tab. 5: Kenngrößen der untersuchten Betriebe.....	36
Tab. 6: Zeitplan der Untersuchungen (X: Erhebungen; (X): Nacherhebungen) .....	37
Tab. 7: Beurteilungsschema für die Integumentschäden.....	39
Tab. 8: Beurteilungsschema für Umfangsvermehrungen.....	39
Tab. 9: Technische Parameter der untersuchten Haltungssysteme (s.a. Anhang).....	41
Tab. 10: Angaben zum Management und zur Fütterung.....	43
Tab. 11: Spearman-Rank-Korrelationskoeffizienten für Gangnoten und Klauenläsionsindizes auf Basis aller untersuchten Kühe, n = 206 Kühe .....	44
Tab. 12: Spearman-Rank-Korrelationskoeffizienten für Gangnoten und Klauenläsionsindizes auf Basis der durchschnittlichen Betriebswerte, n = 10 Betriebe.....	45
Tab. 13: Kreuztabelle für die Ergebnisse hinsichtlich Gangbeurteilung an 136 Kühen durch zwei Beobachter.....	46
Tab. 14: Vergleich der Gesamtliegezeit aus den Video- und Loggeraufzeichnungen anhand der Mittelwerte (Mw) bei verschiedenen Messintervallen im Boxenlaufstall .....	47
Tab. 15: Vergleich der Anzahl der Liegeperioden aus den Video- und Loggeraufzeichnungen anhand der Mittelwerte (Mw) bei verschiedenen Messintervallen im Boxenlaufstall .....	48
Tab. 16: Gesamtliegedauer und Anzahl der Liegeperioden nach Befestigung der Datenlogger an Hinter- (Hgldm.) und Vordergliedmaße (Vgldm.), n = 5 Kühe (bereinigte Daten) im Boxenlaufstall.....	49
Tab. 17: Gesamtliegedauer und Anzahl der Liegeperioden nach Befestigung der Datenlogger an der linken und an der rechten Hintergliedmaße (Hgldm.), n = 5 Kühe (bereinigte Daten) im Boxenlaufstall.....	50
Tab. 18: Gesamtliegedauer und Anzahl der Liegeperioden nach Befestigung der Datenlogger an den rechten Hintergliedmaßen (Hgldm.) von Kühen eines Tretmiststalls, n = 6 Kühe (bereinigte Daten) .....	51
Tab. 19: Spearman-Rank-Korrelationskoeffizienten für die Prävalenz der klinischen Lahmheit (Gangnote $\geq 3$ ) zwischen dem 1. und 2. bzw. 3. und 4. Untersuchungsdurchgang (Dg), n = 12 bzw. 29 Betriebe.....	53

Tab. 20: Spearman-Rank-Korrelationskoeffizienten für die Prävalenz der Gangnoten 1-5 zwischen dem 1. und 2. bzw. 3. und 4. Untersuchungsdurchgang (Dg), n = 12 bzw. 29 Betriebe .....	53
Tab. 21: Mittelwert (Mw), Minimalwert (Min) und Maximalwert (Max) bezüglich Anteil Tiere mit Schäden bzw. mittlere Anzahl Schäden je betroffenes Tier am äußeren Tarsus (T) innerhalb der Untersuchungsjahre; alle Kühe aus 4 Durchgängen (Dg) bzw. Kühe, die in allen 4 Durchgängen untersucht wurden, n = 9 Betriebe .....	55
Tab. 22: Spearman-Rank-Korrelationskoeffizienten für den Anteil Tiere mit Schäden bzw. mittlere Anzahl Schäden je betroffenes Tier, Tarsus (T) außen, innerhalb der Untersuchungsjahre und für Mittelwerte aus den Jahren 1/2; alle Kühe aus 4 Durchgängen (Dg) bzw. Kühe, die in allen 4 Dg untersucht, n = 9 Betriebe ....	57
Tab. 23: Mittelwert (Mw), Minimalwert (Min) und Maximalwert (Max) bezüglich Anteil Tiere mit Schäden bzw. mittlere Anzahl Schäden je betroffenes Tier am äußeren Fersenhöcker (Fh) innerhalb der Untersuchungsjahre; alle Kühe aus 4 Durchgängen (Dg) bzw. Kühe, die in allen 4 Durchgängen untersucht wurden, n = 11 Betriebe .....	58
Tab. 24: Spearman-Rank-Korrelationskoeffizienten für den Anteil Tiere mit Schäden bzw. mittlere Anzahl Schäden je betroffenes Tier, Fersenhöcker (Fh) außen, innerhalb der Untersuchungsjahre und für Mittelwerte aus den Jahren 1/2; alle Kühe aus 4 Durchgängen (Dg) bzw. Kühe, die in allen 4 Dg untersucht wurden, n = 11 Betriebe .....	59
Tab. 25: Mittelwert (Mw), Minimalwert (Min) und Maximalwert (Max) bezüglich Anteil Tiere mit Schäden bzw. mittlere Anzahl Schäden je betroffenes Tier am inneren Fersenhöcker (Fh) innerhalb der Untersuchungsjahre; alle Kühe aus 4 Durchgängen (Dg) bzw. Kühe, die in allen 4 Durchgängen untersucht wurden, n = 11 Betriebe .....	59
Tab. 26: Spearman-Rank-Korrelationskoeffizienten für den Anteil Tiere mit Schäden bzw. mittlere Anzahl Schäden je betroffenes Tier, Fersenhöcker (Fh) innen, innerhalb der Untersuchungsjahre und für Mittelwerte aus den Jahren 1/2; alle Kühe aus 4 Durchgängen (Dg) bzw. Kühe, die in allen 4 Dg untersucht wurden, n = 11 Betriebe .....	60
Tab. 27: Spearman-Rank-Korrelationskoeffizienten für den Anteil Tiere mit mittel- (mgr.) und hochgradigen (hgr.) Schwellungen bzw. mittlere Anzahl Schwellungen am Tarsus (T) je betroffenes Tier, 1. bis 4. Durchgang (Dg) bzw. Mittelwerte aus den Untersuchungsjahren 1 und 2, n = 12 bzw. 29 Betriebe .....	61
Tab. 28: Spearman-Rank-Korrelationskoeffizienten für den mittleren Verschmutzungscore (mittl. Vs) sowie den Anteil Kühe mit Verschmutzungen für die Zonen 1 bis 4 (Zone 1: Hinteransicht, Zone 2: Euter, Zone 3: Unterbauch, Zone 4: Oberschenkel); 1. bis 4. Durchgang (Dg), n = 12 bzw. 29 Betriebe.....	62
Tab. 29: Mittelwert (Mw), Standardabweichung (sd), Minimalwert (Min) und Maximalwert (Max) bezüglich Liegedauer (in 24 h), differenziert nach Haltungssystemen, n = 28 Betriebe .....	63

Tab. 30: Mittelwert (Mw), Standardabweichung (sd), Minimalwert (Min) und Maximalwert (Max) bezüglich Anzahl und Dauer der Liegeperioden und Anzahl der Liegeblöcke (in 24 h), differenziert nach Haltungssystemen, n = 28 Betriebe.....	64
Tab. 31: Spearman-Rank-Korrelationskoeffizienten für Parameter des Liegeverhaltens und Haltungskriterien von Boxenlaufställen, n = 21 Betriebe.....	65
Tab. 32: Spearman-Rank-Korrelationskoeffizienten für mittlere Boxenmaße (Mw der Abmessungen wand- und gegenständiger Boxen) und Parameter des Liegeverhaltens, n = 21 Betriebe .....	66
Tab. 33: Mittelwert (Mw), Standardabweichung (sd), Minimalwert (Min) und Maximalwert (Max) bezüglich Prävalenz der Lahmheit (Gangnote $\geq 3$ , Gangnote = 3, Gangnote = 4+5) differenziert nach Haltungssystemen, n = 29 Betriebe.....	67
Tab. 34: Spearman-Rank-Korrelationskoeffizienten für Parameter des Liegeverhaltens und Prävalenz der Lahmheit, n = 28 Betriebe.....	69
Tab. 35: Spearman-Rank-Korrelationskoeffizienten für Prävalenz der Lahmheit und Bodenbeschaffenheit, n = 29 Betriebe .....	70
Tab. 36: Mittelwert (Mw), Standardabweichung (sd), Minimalwert (Min) und Maximalwert (Max) für die Auftretenshäufigkeit von Schäden am lateralen Tarsus, differenziert nach Haltungssystemen, n = 29 Betriebe .....	72
Tab. 37: Mittelwert (Mw), Standardabweichung (sd), Minimalwert (Min) und Maximalwert (Max) für die Auftretenshäufigkeit von Schäden am medialen Tarsus, differenziert nach Haltungssystemen, n = 29 Betriebe .....	73
Tab. 38: Mittelwert (Mw), Standardabweichung (sd), Minimalwert (Min) und Maximalwert (Max) für die Auftretenshäufigkeit von Schäden am lateralen Fersenhöcker, differenziert nach Haltungssystemen, n = 29 Betriebe.....	74
Tab. 39: Mittelwert (Mw), Standardabweichung (sd), Minimalwert (Min) und Maximalwert (Max) für die Auftretenshäufigkeit von Schäden am medialen Fersenhöcker, differenziert nach Haltungssystemen, n = 29 Betriebe.....	75
Tab. 40: Spearman-Rank-Korrelationskoeffizienten für Maße gegenständiger (gs) Boxen und Prävalenz von Schäden an Tarsus (T) und Fersenhöcker (Fh) außen und innen, n = 17 Betriebe .....	76
Tab. 41: Spearman-Rank-Korrelationskoeffizienten für Maße wandständiger (ws) Boxen und Prävalenz von Schäden an Tarsus (T) und Fersenhöcker (Fh) außen und innen, n = 20 Betriebe .....	78
Tab. 42: Spearman-Rank-Korrelationskoeffizienten für mittlere Boxenmaße und Prävalenz von Schäden an Tarsus (T) und Fersenhöcker (Fh) außen und innen, n = 21 Betriebe.....	79
Tab. 43: Mittelwert (Mw), Standardabweichung (sd), Minimalwert (Min) und Maximalwert (Max) für den Anteil an Kühen mit mindestens mittelgradigen Verschmutzungen (Score $\geq 1$ ) an Euter und Unterbauch, differenziert nach Haltungssystemen, n = 29 Betriebe.....	80

Tab. 44: Mittelwert (Mw), Standardabweichung (sd), Minimalwert (Min) und Maximalwert (Max) für den Anteil an Kühen mit mindestens mittelgradigen Verschmutzungen ( $\text{Score} \geq 1$ ) an Ober-, Unterschenkel und Hinteransicht, differenziert nach Haltungssystemen, n = 29 Betriebe .....	81
Tab. 45: Spearman-Rank-Korrelationskoeffizienten für Maße gegenständiger (gs), wandständiger (ws) Boxen sowie für mittlere Boxenmaße und Anteil der Kühe mit mindestens mittelgradigen Verschmutzungen ( $\text{Score} \geq 1$ ) an Euter, Unterbauch, Ober-, Unterschenkel und Hinteransicht, n = 18, 20 bzw. 21 Betriebe .....	82

## 1 Einleitung

Mit zunehmendem Interesse des Verbrauchers an Produkten aus tiergerechter Haltung steigt der Bedarf an Bewertungssystemen hinsichtlich Tiergerechtheit auf Betriebsebene; sei es zur Kontrolle von Haltungsprogrammen, zur Zertifizierung von Produktlabeln oder zur Schwachstellenanalyse im Rahmen einer Betriebsberatung.

Die Konzipierung eines Systems zur Bewertung von Tiergerechtheit auf Betriebsebene (sogenanntes „On-farm welfare assessment“-Protokoll) gestaltet sich jedoch schwierig, da eine tiergerechte Haltungsumgebung von zahlreichen Faktoren beeinflusst wird. Daraus resultieren einerseits methodische Probleme bei der Erfassung und Auswertung relevanter Daten, andererseits müssen die verschiedenen Faktoren nach ihrer Bedeutung im Hinblick auf die Tiergerechtheit gewichtet werden. Aus diesem Grund konzentrierten sich bislang die meisten Bewertungskonzepte auf die Messung haltungsbezogener Faktoren, deren Erhebung als schnell, einfach und zuverlässig gilt (WAIBLINGER et al. 2001).

Aus der Natur des heute akzeptierten Tiergerechtheitsbegriffs (KNIERIM 2002) ergibt sich jedoch, dass ein Bewertungssystem in erster Linie auf Indikatoren basieren sollte, die den Zustand des Tieres in seiner Haltungsumgebung widerspiegeln. Diese sogenannten tierbezogenen Indikatoren müssen valide, zuverlässig erhebbar und, besonders im Hinblick auf den Zeitaufwand, praktikabel in der Durchführung auf Betriebsebene sein.

Für die praxisanwendbare Beurteilung der Tiergerechtheit in der Milchviehhaltung wurde bisher eine Reihe von tierbezogenen Indikatoren wie Lahmheit, Verletzungen oder verschiedene ethologische Parameter vorgeschlagen (z.B. CAPDEVILLE u. VEISSIER 2001). Eine Zusammenfassung dieser Indikatoren in ein einheitliches Erhebungsprotokoll ist bislang nur ansatzweise erfolgt (z.B. WHAY et al. 2003b), und viele Untersuchungen beschränken sich auf Teilgebiete (HÖRNING 2003).

Aus methodischer Sicht liegen darüber hinaus für viele Verhaltenskriterien keine mit vertretbarem Zeitaufwand verbundene Erhebungsverfahren vor. Auch Angaben zur Reliabilität tierbezogener Indikatoren, wie z.B. die Übereinstimmung zwischen verschiedenen Beobachtern, liegen nur vereinzelt vor. Weiterhin stellt sich die Frage nach der Wiederholbarkeit im Jahreslauf, da die Erhebungen im Gegensatz zu den meisten haltungsbezogenen Indikatoren nur eine Momentaufnahme darstellen (RUSHEN 2003, WINCKLER et al. 2003).

Die vorliegende Arbeit hatte daher zum Ziel, die tierbezogenen Parameter Lahmheit, Liegeverhalten, Integumentschäden und Verschmutzungszustand im Hinblick auf

- Validität (hier: Gangbeurteilung zur Lahmheitserfassung)
- Reliabilität
- Erfassbarkeit im Praxisbetrieb sowie
- Beziehungen zum Haltungssystem

für die Beurteilung der Tiergerechtigkeit in der Milchviehhaltung zu untersuchen.

Die Grundlage für diese Untersuchungen bildeten Erhebungen während zwei aufeinanderfolgenden Stallhaltungsperioden in 29 Praxisbetrieben in Nordwestdeutschland (Liegeboxenlaufställe und Tiefstreusysteme).

Diese Arbeit soll einen Beitrag zur Entwicklung eines tierbezogenen, praxisorientierten und wissenschaftlich anerkannten Systems zur Beurteilung von Tiergerechtigkeit liefern und die Integration der hier untersuchten tierbezogenen Parameter in ein „On-farm welfare assessment“-Protokoll unterstützen. Gleichzeitig können vergleichende Aussagen über den Zustand der untersuchten Tiere in verschiedenen Haltungssystemen getroffen werden.

## 2 Literaturübersicht

### 2.1 Bewertung der Tiergerechtheit in der Milchviehhaltung

#### 2.1.1 Begriffsbestimmungen

Bei der Beschäftigung mit der einschlägigen Literatur wird deutlich, dass es im Hinblick auf den deutschen Begriff Tiergerechtheit im englischen Sprachraum keine Begriffsentsprechung gibt. Diesen Unterschieden in der Begrifflichkeit liegen aber auch unterschiedliche Sichtweisen des englischen und deutschen Sprachraums bezüglich Tiergerechtheit zugrunde. Während in der englischsprachigen Literatur das Tier und sein Zustand im Mittelpunkt stehen und dies auch durch die Bezeichnung „*animal welfare*“ zum Ausdruck kommt, beschreibt der deutsche Begriff „Tiergerechtheit“ die Haltungsbedingungen und bezieht sich damit nur mittelbar auf die darin lebenden Tiere. (Aufgrund der fehlenden direkten Übersetzbarkeit wird im Folgenden fallweise der Begriff „*welfare*“ verwendet.)

In der englischsprachigen Literatur bestehen zwei grundlegende Zugänge zu „*animal welfare*“. Nach BROOM (1996) ist „*welfare*“ eines Individuums als sein Zustand im Hinblick auf die Bewältigung der jeweiligen Umweltbedingungen zu verstehen („The welfare of an animal is its state as regards its attempts to cope with its environment.“). Im Mittelpunkt steht also das biologische Funktionieren eines Tieres, und der Zustand des Individuums beinhaltet dabei das Ausmaß der erfolgreichen oder nicht erfolgreichen Auseinandersetzung des Tieres mit der Umwelt sowie die damit verbundenen Gefühle (BROOM 1996). „*Animal welfare*“ variiert dabei auf einer Skala von sehr gut bis sehr schlecht und kann nach Meinung des Autors genau bewertet werden (BROOM 1988, 1996). Die Überforderung eines Tieres im Hinblick auf die Anpassungsfähigkeit an die Umwelt äußert sich z.B. in herabgesetzter Fitness und Lebenserwartung, beeinträchtigtem Wachstum, verminderter Fruchtbarkeit, Abweichungen im Verhalten, Verletzungen und Krankheiten (BROOM 1991).

Diesem Ansatz steht die von DUNCAN (1996) formulierte Definition gegenüber, dass „*animal welfare*“ einzig von den Gefühlen abhängig ist („Feeling is what welfare is all about.“). Duncans Argumentation basiert auf der Ansicht, dass man den Begriff „*welfare*“ nur sinnvoll bei Tieren anwenden kann, die fähig sind, zu fühlen. Ein Gefühl bezeichnet dabei „eine spezifische, dem Tier bewusste Aktivität in einem sensorischen System“ (DUNCAN 1996) und kann in positive (Vergnügen) und negative Zustände (Leiden) differenziert werden: „*welfare*“ hat daher einzig mit diesen bewussten Zuständen zu tun und zwar mit der Abwesenheit von Leiden und (wahrscheinlich) mit der Anwesenheit von Vergnügen (DUNCAN 1996).

Die Bewertung der „*welfare*“ eines Tieres anhand seiner Gefühle hält DUNCAN (1996) für ebenso schwierig wie unerlässlich und weist auf die Notwendigkeit hin, Methoden zu finden, mit denen man herausfindet, was die Tiere unter den gegebenen Haltungsbedingungen fühlen, bevor andere Indikatoren zur Beurteilung von „*animal welfare*“ herangezogen werden.

In der deutschsprachigen Literatur bezieht sich dagegen - wie bereits oben erwähnt - der Begriff der Tiergerechtigkeit in erster Linie auf die Haltungsbedingungen des Tieres.

Nach SUNDRUM (1998) sind Haltungsbedingungen dann tiergerecht, „wenn sie den spezifischen Eigenschaften der in ihnen lebenden Tiere Rechnung tragen, indem die körperlichen Funktionen nicht beeinträchtigt, die Anpassungsfähigkeit der Tiere nicht überfordert und essentielle Verhaltensmuster der Tiere nicht so eingeschränkt und verändert werden, dass dadurch Schmerzen, Leiden oder Schäden entstehen.“. Wie auch bei BROOM (1996) spielt das biologische Funktionieren eines Tieres in seiner Haltungs Umgebung also eine zentrale Rolle, wird aber eher als Indikator für die Qualität der Haltungs Umgebung herangezogen.

Eine weitergehende Definition wird von KNIERIM (2002) vorgeschlagen. Neben der Vermeidung negativ zu bewertender Zustände wie Schmerzen, Leiden oder Schäden gehört demnach auch die Sicherung des Wohlbefindens zur Tiergerechtigkeit. KNIERIM (2002) definiert Tiergerechtigkeit daher als Kriterium, mit dem beschrieben wird, in welchem Maß bestimmte Umweltbedingungen dem Tier die Voraussetzungen zur Vermeidung von Schmerzen, Leiden oder Schäden sowie zur Sicherung von Wohlbefinden bieten. Eine Beurteilung der Tiergerechtigkeit kann dabei lediglich ein Maß für die Wahrscheinlichkeit bzw. das Risiko ergeben, dass Tiere sich wohl befinden oder Schmerzen, Leiden oder Schäden erleben. KNIERIM (2002) betont weiterhin, dass sich die Beurteilung nicht nur auf die Einschätzung der Haltungs Umgebung bezieht, sondern auch das Ergehen des Tieres als Maßstab herangezogen werden muss.



## 2.1.2 Indikatoren zur Beurteilung der Tiergerechtigkeit

Das Ergehen von Tieren kann bisher nicht direkt erfasst, Befindlichkeiten wie Schmerzen, Leiden und Wohlbefinden können, anders als z.B. Schäden, nicht direkt gemessen werden. Es müssen daher mithilfe messbarer Indikatoren Rückschlüsse auf diese Befindlichkeiten gezogen werden (BROOM 1991, ALBAN u. AGGER 1997, WINCKLER u. BREVES 1997).

In der Literatur findet sich eine Vielzahl von Indikatoren zur Beurteilung der Tiergerechtigkeit, die grundsätzlich in tierbezogene (= direkte) und haltungsbezogene (= indirekte) Parameter differenziert werden (Tab. 1). Während Uneinigkeit besteht, inwiefern haltungsbezogene Parameter zur Beurteilung der Tiergerechtigkeit herangezogen werden können (BARTUSSEK 2001, WAIBLINGER et al. 2001), herrscht Übereinstimmung darin, dass möglichst mehrere Indikatoren bei der Beurteilung berücksichtigt werden sollten (RUSHEN u. DE PASSILLÉ 1992, KNIERIM 1998, ALBAN et al. 2001).

Tab. 1: Indikatoren zur Bewertung der Tiergerechtigkeit (verschiedene Quellen)

Indikator zur Bewertung der Tiergerechtigkeit	Beispiele
<b>tierbezogen (direkt)</b>	
ethologisch	Abweichungen vom Normalverhalten
physiologisch	Herzfrequenz, Hormonkonzentrationen
pathologisch	Lahmheiten, Integumentschäden
leistungsorientiert	Milchleistung, Fruchtbarkeit
<b>haltungsbezogen (indirekt)</b>	
Haltungstechnik	Stalltyp, Boxenabmessungen, Flächenangebot
Management	Fütterung, Weidegang, Besatzdichte
Mensch-Tier-Beziehung	Umgang mit Tieren

### Tierbezogene Parameter

Das *Verhalten* stellt wahrscheinlich die ersten Versuche eines Tieres dar, suboptimale Haltungsbedingungen zu bewältigen und zwar noch bevor das Wohlbefinden beeinträchtigt ist (KEELING u. JENSEN 2002). Somit stehen Indikatoren für die Bewertung der Tiergerechtigkeit zur Verfügung, die empfindlicher sind als andere Indikatoren wie z.B. Schäden am Tier oder Krankheiten (DAWKINS 1998). KNIERIM et al. (2003) räumen den ethologischen Indikatoren den größten Stellenwert unter den Bewertungsparametern ein und richten dabei das Augenmerk besonders auf das Ausmaß an Verhaltensabweichungen in der Haltungsumgebung. Die Erhebung der ethologischen Indikatoren ist allerdings zeitaufwändig, und es mangelt an verlässlichen, schnellen Methoden zur Erfassung (WAIBLINGER et al. 2001).

Als wichtiger ethologischer Indikator wird die Ausübung des Normalverhaltens angesehen. Unter dem Normalverhalten ist nach KEELING und JENSEN (2002) das Verhalten zu verstehen, das sich während der evolutionären Anpassung in der natürlichen Umgebung der jeweiligen Tierart entwickelt hat. Normales Verhalten hat eine große Bandbreite, bestimmte Verhaltensmuster sind allerdings spezifisch für einzelne Tierarten und sollten als solche erkannt werden, um sie von abweichendem Verhalten zu unterscheiden. Als Informationsquelle für das Normalverhalten von Nutztieren dienen Beobachtungen von Wildformen oder das Verhalten domestizierter Tiere in (semi-)natürlicher Umgebung (z.B. Beobachtung der Sozialstruktur einer (halb-)wildlebenden Rinderherde oder ungestörtes Abliege- und Aufstehverhalten von Milchvieh auf der Weide) (HÖRNING 2003). Durch letzteres können Einflüsse von Domestikation und Züchtung berücksichtigt werden.

Bei Abweichungen im Verhalten kann es sich um adaptive Modifikationen des Verhaltens oder aber um erfolglose Anpassungsversuche handeln. In der Milchviehhaltung zeigen sich Abweichungen vom Normalverhalten z.B. in einem gestörten Abliege- und Aufstehverhalten in unzureichend gestalteten Liegeboxen (HÖRNING 2003). Ebenso können ein fehlendes oder deutlich herabgesetztes Komfort-, Explorations- und Spielverhalten, die Unterbrechung arttypischer täglicher Rhythmen sowie apathische Tiere auf eine Abweichung im Normalverhalten hindeuten (BAUM et al. 1998, zit. nach KNIERIM et al. 2003).

Ein weiteres typisches Beispiel für Abweichungen im Verhalten sind Stereotypen: repetitive Verhaltenssequenzen ohne offensichtliche Funktion (KEELING u. JENSEN 2002). Die Anzahl der Tiere, die in einer Haltungsumgebung stereotypes Verhalten zeigen und die Zeit, die die Tiere damit verbringen, sind wichtige Indikatoren zur Beurteilung von Tiergerechtigkeit und Wohlbefinden (BROOM, 1991).

Das Auftreten von Verhaltensabweichungen ist jedoch nicht zwangsläufig zum Zeitpunkt der Erfassung als Hinweis auf ein eingeschränktes Wohlbefinden und eine nicht tiergerechte Haltung zu interpretieren; gleichermaßen ist normales Verhalten der Tiere nicht mit uneingeschränktem Wohlbefinden und tiergerechter Haltung gleichzusetzen. Die Kombination mit anderen Parametern ist daher unerlässlich.

In der experimentellen tierschutzorientierten Forschung kommen weiterhin Präferenztests zur Anwendung. Im Präferenztest erhalten die Tiere die Möglichkeit, z.B. zwischen verschiedenen Haltungsformen oder angebotenen Ressourcen zu wählen; die Validität dieser Methode steigt mit zunehmender Spezifität der auszuwählenden Faktoren (RUSHEN u. DE PASSILLÉ 1992). Die Aussagekraft eines Präferenztests ist dennoch begrenzt. Die kurzfristige Entscheidung eines Tieres lässt nicht automatisch auf längerfristige positive Effekte schließen. Zudem ist zu bedenken, dass die Tiere nur zwischen den Möglichkeiten wählen können, die auch angeboten werden. Eine absolute Aussage ist folglich nicht möglich (DUNCAN 1978). Darüber hinaus beeinflussen verschiedene Parameter wie beispielsweise Alter und Erfahrungen der Tiere oder die Tageszeit das Testergebnis. Von entscheidender Bedeutung ist somit die genaue Kontrolle der Testbedingungen (KEELING u. JENSEN 2002). Die Aussagekraft des einfachen Wahlversuchs kann durch an der „economic demand theory“ orientierte Versuchsansätze (DAWKINS 1983, JENSEN et al. 2004) gesteigert werden, in denen die Tiere sich den Zugang zu einer Ressource erarbeiten müssen. Sind die Tiere bereit, einen hohen „Preis“ (z.B. häufiges Betätigen eines Schalters) zu zahlen, um Zugang zu einer Ressource zu erhalten, umso bedeutender ist dieses Angebot für sie (BROOM 1988, KEELING u. JENSEN 2002). Derartige Methoden sollen damit auch eine Differenzierung zwischen Bedürfnis und „Luxus“ ermöglichen.

Durch die Ermittlung *physiologischer Indikatoren* lassen sich Reaktionen von Tieren feststellen, die dem Untersuchenden durch das alleinige Beobachten der Tiere entgehen würden (FELL u. SHUT 1989). Auch chronische Belastungen können auf diese Weise ermittelt werden.

Die physiologischen Indikatoren, die zur Bewertung von Wohlbefinden und Tiergerechtigkeit herangezogen werden, stehen oftmals in Verbindung mit der Stressreaktion eines Tieres (z.B. Herzfrequenz, Kortikosteroidkonzentrationen) (KEELING u. JENSEN 2002). Zu den physiologischen Indikatoren zählen z.B. die Herzfrequenz der Tiere oder die Konzentration von Hormonen wie Adrenalin oder Kortisol im Blutplasma. Durch die Probenahmen kann es allerdings zu einer Beeinträchtigung der Tiere oder Verzerrungen der Ergebnisse kommen; dieser Effekt lässt sich durch nicht invasive Probeentnahmetechniken (Untersuchung von Speichel, Urin oder Kot) verringern.

Bei der Interpretation der Untersuchungsergebnisse ist allerdings zu berücksichtigen, dass eine physiologische Reaktion, die sich als Hormonveränderung äußert, nicht nur bei Belastungen des Tieres sondern beispielsweise auch bei körperlicher Arbeit, Stoffwechselfvorgängen u.a. auftritt, andere Faktoren wie tageszeitliche Schwankungen oder unterschiedliche Speichelflussraten spielen eine Rolle. Darüber hinaus passt sich der tierische Organismus einer chronischen Stresssituation an und zeigt dabei eine andere physiologische Reaktion als bei akutem Stress (WINCKLER u. BREVES 1997, KEELING u. JENSEN 2002).

Von Bedeutung ist auch, wie das gestresste Tier den Stressor wahrnimmt und ob es in der Lage ist, mit einem bestimmten Verhalten zu antworten. Schäden für das Tier entstehen nach Ansicht von JENSEN und TOATES (1997) dadurch, dass es das durch die Stressreaktion motivierte Verhalten nicht ausführen kann. Die Vorhersehbarkeit und Kontrollierbarkeit eines Stressors reduzieren darüber hinaus das Ausmaß an pathologischen Folgen für den Organismus (KEELING u. JENSEN 2002).

Die Beurteilung von Wohlbefinden und Tiergerechtigkeit anhand physiologischer Parameter ist daher nur unter Einbeziehung zusätzlicher Parameter, wie z.B. der Verhaltensbeobachtung, sinnvoll (KNIERIM 1998).

*Pathologische Parameter* setzen sich aus Mortalität, Morbidität und dem Auftreten haltungsbedingter Schäden (Technopathien/Integumentschäden), einschließlich Verletzungen aufgrund von Verhaltensstörungen oder sozialer Auseinandersetzungen, zusammen (KNIERIM et al. 2003).

Die Gesundheit eines Tieres ist eng mit seinem Wohlbefinden verknüpft. Leidet ein Tier unter Schmerzen oder unter einer Krankheit, so ist es in seinem Wohlbefinden eingeschränkt. Da aber die Grenze zwischen Gesundheit und Krankheit nicht immer eindeutig zu ziehen ist, und ein krankes Tier nicht zwangsläufig unter Schmerzen oder Unwohlsein leidet bzw. ein gesundes Tier sich nicht unbedingt wohl befindet, ist auch die Gesundheit eines Tieres nur einer von mehreren Faktoren bei der Bewertung von Wohlbefinden und Tiergerechtigkeit (KNIERIM 2002, KEELING u. JENSEN 2002). Die Erhebung gesundheitlicher Probleme erfordert erfahrene Diagnostik oder Langzeit-Aufzeichnungen bezüglich Krankheiten der Tiere im Betrieb, die wiederum unter mangelnder Sorgfalt, Fehler bei der Datenerhebung oder fehlender Behandlung kranker Tiere leiden können (WINCKLER et al. 2003).

Haltungsbedingte Schäden im Integument, wie beispielsweise haarlose Stellen, verschorfte oder offene Wunden, lassen sich verhältnismäßig leicht und an einer großen Anzahl von Tieren erheben und gelten als wichtige Indikatoren für den Gesundheitsstatus der Tiere und die Qualität ihrer Umgebung (ENEVOLDSEN et al. 1994). EWBANK (1986) bezeichnete die systematische Protokollierung dieser Schäden sogar als wahrscheinlich objektivste Bewertung des Wohlbefindens der Tiere.

Allerdings ist zu bedenken, dass die Zuordnung einer Ursache problematisch ist, da die Schäden am Tier oftmals multifaktorieller Natur sind, und eine Berücksichtigung sämtlicher Faktoren (z.B. Fütterung, Management, genetische Dispositionen für bestimmte Erkrankungen, vorherige Haltung) nicht zu realisieren ist (KNIERIM 1998). Andererseits deutet die Abwesenheit pathologischer Indikatoren nicht automatisch auf eine tiergerechte Haltung hin. Vielmehr sind pathologische Parameter als Hinweis auf eine massive und bereits länger andauernde Beeinträchtigung zu sehen (DLG 2000).

Der Verschmutzungszustand der Tiere ist nicht direkt als pathologischer Parameter anzusehen, soll aber in diesem Zusammenhang angeführt werden. Insbesondere starke Verschmutzungen stehen mit der Entstehung von Hautschäden, die von Haarverlust bis hin zu entzündeten Läsionen reichen, in Beziehung (WINCKLER et al. 2003, HÖRNING 2003).

*Leistungsorientierte Indikatoren* umfassen Leistungsmerkmale wie die Milchleistung, Fruchtbarkeit oder das Wachstum der Tiere, die verschiedenen Einflüssen (z.B. Rasse, Fütterung, Licht) unterliegen. Daher ist es für eine sinnvolle Interpretation dieser Faktoren bezüglich Wohlbefinden und Tiergerechtigkeit unerlässlich, einheitliche Untersuchungsbedingungen zu schaffen (z.B. einheitliche genetische Herkunft der Tiere, einheitliche Fütterung) (KNIERIM et al. 2003). Aber selbst unter einheitlichen Rahmenbedingungen sind die leistungsorientierten Indikatoren nur bedingt für die Bewertung der Tiergerechtigkeit tauglich.

Eine hohe Leistung eines Tieres ist nicht gleichbedeutend mit einem uneingeschränkten Wohlbefinden. Vielmehr ziehen hohe Leistungen auch Krankheiten nach sich (z.B. Mastitiden, Reproduktionsstörungen), die wiederum das Tier in seinem Wohlbefinden einschränken (KEELING u. JENSEN 2002). Erkrankte, in ihrem Wohlbefinden eingeschränkte Tiere können dennoch eine hohe Milchleistung erzielen (KLEE 1997).

Valide Aussagen im Hinblick auf beeinträchtigtes Wohlbefinden sind daher eher von schlechten Leistungen oder einem plötzlichen Einbruch in der Leistung zu erwarten.

### Haltungsbezogene Indikatoren

Den oben beschriebenen tierbezogenen Indikatoren stehen die *haltungsbezogenen Indikatoren* gegenüber, die neben der Haltungsumgebung bzw. -technik, das Management und die Mensch-Tier-Beziehung umfassen (RUSHEN u. DE PASSILLÉ 1992). Die Erhebung von Faktoren der Haltungsumgebung gestaltet sich überwiegend als einfach, schnell und verlässlich. Die Erfassung von Managementmaßnahmen und Parametern der Mensch-Tier-Beziehung ist dagegen schwieriger, und die Entwicklung verlässlicher Methoden befindet sich noch in einem relativ frühen Stadium (WAIBLINGER et al. 2001). Es ist jedoch zu bedenken, dass die haltungsbezogenen Indikatoren nur dann als indirekte Indikatoren für Wohlbefinden und Tiergerechtheit fungieren können, wenn signifikante Beziehungen zu den tierbezogenen, direkten Indikatoren erwiesenermaßen bestehen (WAIBLINGER et al. 2001, KNIERIM et al. 2003).

#### **2.1.3 Tierbezogene Beurteilungskonzepte**

Nach KNIERIM (2002) basiert eine valide Bewertung der Tiergerechtheit auf Indikatoren, die das Ergehen der Tiere in ihrer Haltungsumgebung erfassen. Im Folgenden werden einige tierbezogene Bewertungsmethoden vorgestellt.

Das Bedarfsdeckungs- und Schadensvermeidungskonzept (TSCHANZ 1981) liefert Ansatzpunkte zur Bewertung der Tiergerechtheit:

um Selbstaufbau und Selbsterhaltung, und damit die Ausbildung und Erhaltung art- und rassetypischer Merkmale, zu verwirklichen, besteht für die Tiere ein Bedarf an Stoffen und Reizen. Durch die Bedarfsdeckung werden dem Tier, bei Vorhandensein entsprechender Stoffe und Reize, Selbstaufbau und –erhaltung ermöglicht. Darüber hinaus funktionieren Selbstaufbau und –erhaltung nur bei gleichzeitiger Schadensvermeidung.

Bedarfsdeckung und Schadensvermeidung sind nach TSCHANZ (1981) die grundsätzlichen Funktionen des Verhaltens und ermöglichen dem Tier im Normalfall, sich erfolgreich mit der Umwelt und sich selbst auseinander zusetzen. Bei einer Abweichung vom Normalverhalten sind Bedarfsdeckung und Schadensvermeidung nur bedingt oder gar nicht möglich (TROXLER 1998).

Eine tiergerechte Haltung liegt nach TSCHANZ (1981) dann vor, wenn Bedarfsdeckung und Schadensvermeidung möglich sind, und das Tier sich seinem Typus gemäß entfalten und erhalten kann. Die Beurteilung ethologischer Parameter nach dem Konzept von Tschanz erfordert jedoch die Festlegung einer Verhaltensnorm (KNIERIM 1998) und setzt eine spezielle Schulung von Fachleuten sowie einen erheblichen Zeitaufwand voraus, so dass sich die Anwendung eher auf gutachterliche Tätigkeiten beschränkt (ANDERSSON u. SUNDRUM 1998). Für eine vollständige Bewertung der Tiergerechtigkeit ist überdies die Einbeziehung weiterer Indikatoren nötig.

Den Konzepten von KOHLI und KÄMMER (1984) sowie von SCHLICHTING und SMIDT (1987) liegen ebenfalls ethologische Parameter zur Bewertung von Haltungssystemen beim Milchvieh zugrunde. Dabei soll überprüft werden, ob die Tiere ihr Verhalten in ihrer Umgebung innerhalb verschiedener Funktionskreise, wie z.B. dem Sozial-, Ernährungs- oder Ausruhverhalten, ausüben können (Bewertung von „uneingeschränkt möglich“ bis „nicht möglich“). Die Konzepte dienen in erster Linie dem Vergleich verschiedener Haltungssysteme (z.B. Anbindehaltung im Vergleich zu Laufstallhaltung).

In den Konzepten von ZEEB (1985) und BOCK (1990) werden zusätzlich zu ethologischen Aspekten die Haltungstechnik und die Fähigkeiten des Tierhalters in die Bewertung mit einbezogen und nach einem 3-Punkte-Schema eingeteilt: „gut“, „problematisch“, „nicht zumutbar“. ANDERSSON und SUNDRUM (1998) weisen in diesem Zusammenhang darauf hin, dass zum einen die Überprüfung der Qualifikation des Tierhalters methodisch problematisch und zum anderen dieses Konzept verhältnismäßig zeitaufwändig ist.

Eine weitere Methode der tierbezogenen Bewertung von Tiergerechtigkeit stellt die „Methode Ekesbo“ dar (EKESBO 1984). Bei dieser Methode werden im Rahmen epidemiologischer Studien auf Praxisbetrieben bei der Beurteilung von Haltungssystemen klinische Befunde am Integument erhoben. Schäden am Integument gelten dabei als Indikatoren für Einflüsse aus der Umgebung der Tiere (TROXLER 1998). Die „Methode Ekesbo“ umfasst regelmäßige klinische Untersuchungen unter besonderer Berücksichtigung von Schäden u. ä. in verschiedenen Körperregionen, einschließlich der Befunde durch Tierarzt und Tierbetreuer. Hinzu kommen die Auswertung ethologischer und physiologischer Parameter sowie die Erfassung von Schäden am Schlachtkörper bzw. am obduzierten Tier.

Auch in einem Ansatz von SMIDT (1990) erfolgt die Bewertung der Tiergerechtheit anhand pathologischer Parameter. Zu den pathologischen Parametern zählen dabei die Tierverluste im Bestand, der allgemeine körperliche Zustand der untersuchten Tiere, Technopathien, Erkrankungen der Organsysteme, starker Parasitenbefall sowie pathologisch-klinische Laborbefunde. Die erhobenen Befunde werden mit Punkten bewertet; zusätzlich erfolgt eine Gewichtung durch Multiplikation einzelner Bereiche mit dem Faktor 2, 3 oder 5. Daraus werden die Gesamtbewertungen „ohne Bedeutung bezüglich Tierschutzrelevanz“, „Tierschutzrelevanz gegeben“, „bedenklich“ und „Tierquälerei“ abgeleitet.

ANDERSSON und SUNDRUM (1998) weisen darauf hin, dass die haltungsbedingten pathologischen Parameter zwar in enger Beziehung zur Tiergerechtheit stehen, eine Differenzierung von Schäden anderer Ursache aber problematisch ist. Aufgrund der alleinigen Einbeziehung der pathologischen Indikatoren in die Untersuchung ist auch dieses Konzept für eine integrierte Beurteilung der Tiergerechtheit wenig geeignet.

Ein jüngerer Ansatz zur Bewertung der Tiergerechtheit auf Betriebsebene von CAPDEVILLE und VEISSIER (2001) beruht überwiegend auf tierbezogenen Indikatoren. Dieses Konzept beinhaltet, auf Grundlage der „five freedoms“ (FARM ANIMAL WELFARE COUNCIL 1992), 44 tierbezogene Parameter (z.B. Bewegung, Verletzungen, Sozialverhalten) sowie fünf haltungsbezogene Parameter, denen wiederum jeweils zwei bis fünf Erscheinungsformen zugeordnet wurden. Die Bewertung der Erscheinungsformen dieser insgesamt 49 Parameter erfolgt auf einer Skala von A bis D (A: ausgezeichnet, B: korrekt, C: unzureichend, D: inakzeptabel), entsprechend einem sehr hohen, hohen, niedrigen bzw. sehr niedrigen Status bezüglich Tiergerechtheit. Die einzelnen Bewertungsstufen werden nach ihrer Zugehörigkeit zu den 49 Parametern und dann weiter nach Zugehörigkeit zu den „five freedoms“ zu Gesamtscores zusammengefasst. Diese Methode soll beispielweise im Rahmen einer Feldstudie zur Aufdeckung von Beziehungen zwischen Faktoren der Umgebung und dem Wohlbefinden oder auch bei der Zertifizierung von Milchviehbetrieben angewendet werden.

Die oben aufgeführten Methoden befassen sich mit der Bewertung der Tiergerechtheit von Haltungssystemen bzw. Praxisbetrieben; auf freiwilliger Basis erfolgt auch eine Beurteilung von Stalleinrichtungen bezüglich Wohlbefinden und Tiergerechtheit durch die Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft (DLG) anhand tierbezogener Indikatoren. Ein von der DLG gegründeter Fachausschuss „Tiergerechtheit“ liefert dabei die wissenschaftliche Basis für die Bewertung von Wohlbefinden und Tiergerechtheit.



Während in einigen Ländern (z.B. in der Schweiz) die Bewertung neuer Stalleinrichtungen bzw. kompletter Haltungssysteme (z.B. für Legehennen) obligatorisch erfolgt, gibt der §13a des deutschen Tierschutzgesetzes die Möglichkeit vor, Anforderungen an einen freiwilligen Test wie die DLG-Zertifizierung festzulegen. KNIERIM et al. (2003) sehen in einem standardisierten, folglich reproduzierbaren und auf Fachwissen gestützten Testverfahren wie der DLG-Prüfung die Möglichkeit, die Einrichtung von Haltungssystemen im Hinblick auf die Tiergerechtheit zu verbessern.

#### **2.1.4 An den Haltungsbedingungen orientierte Bewertungsmethoden/-konzepte**

Konzepte zur Beurteilung der Tiergerechtheit, die sich an den Haltungsbedingungen orientieren, verzichten weitgehend auf die Einbeziehung tierbezogener Parameter zugunsten der Praktikabilität auf den zu untersuchenden Betrieben und beschränken sich statt dessen auf bautechnische und managementbezogene Kriterien.

Die einfachste Form der Überprüfung von Haltungsbedingungen stellen Checklisten (BARTUSSEK 1990) dar. Diese Checklisten orientieren sich an Mindestanforderungen wie sie z.B. in der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung (Bundesgesetzblatt Teil 1, Nr. 54) in Deutschland oder in Markenprogrammen formuliert sind.

Eine Erweiterung der Checklisten stellt das sogenannte „Ampelsystem“ nach IRPS (1995) dar. Die Beurteilung einzelner Haltungsaspekte erfolgt dabei durch die Farben grün (= „erfüllt“), gelb (= „bedingt erfüllt“) und rot (= „nicht erfüllt“).

Ein System, das häufig zur Bewertung der Tiergerechtheit auf Praxisbetrieben herangezogen wird, ist der ursprünglich von BARTUSSEK (1985) entwickelte Tiergerechtheitsindex (TGI). Bei der Anwendung des TGI werden anhand eines Erhebungsbogens definierte Einflussbereiche (Rind: 5 Einflussbereiche, z.B. Bodenbeschaffenheit, Sozialkontakt) erfasst und verschiedene Einzelkriterien durch die Vergabe von Punkten beurteilt. Die in den einzelnen Einflussbereichen erreichten Punkte werden schließlich zu einem Index addiert. Für die Bewertung des Haltungssystems wird angenommen, dass eine höhere Punktzahl auch einer tiergerechteren Haltungsumgebung entspricht.

Mittlerweile existieren zwei Konzepte, die auf dem TGI von 1985 basieren: der TGI 35L (BARTUSSEK 1999, Höchstpunktzahl: 55,5, 30-40 Erhebungskriterien) und der TGI 200/1994 (SUNDRUM et al. 1994, Höchstpunktzahl: 200, 60-70 Erhebungskriterien). Die Grundkritik an diesen Bewertungskonzepten besteht zunächst darin, dass nur wenige tierbezogene Parameter enthalten sind und somit direkte Indikatoren zur Beurteilung des Wohlbefindens fehlen (HÖRNING 2001).

Darüber hinaus werden verschiedene Beurteilungskriterien (z.B. Weidegang) in mehreren Einflussbereichen erfasst und gehen damit mehrfach in die Bewertung ein; dies kann zu einer Verzerrung der Ergebnisse führen.

AMON et al. (2001) zufolge lag mit 94 % eine hohe Wiederholbarkeit des Gesamtscores des TGI 35L zwischen verschiedenen Untersuchenden vor, die einzelnen Bereiche des TGI 35L zeigten jedoch unterschiedliche Wiederholbarkeiten. So hatten objektiv messbare Kriterien (z.B. Fläche pro Tier) eine hohe Wiederholbarkeit, während subjektiv zu bewertende Kriterien (z.B. Pflege durch den Landwirt) nur in geringem Maße wiederholbar waren und dementsprechend häufiger erhoben werden mussten.

BRACKE et al. (2001; 2002 a, b) entwickelten ein computergestütztes Konzept („decision support system“) zur Bewertung der Tiergerechtigkeit von Haltungsbedingungen. Dieses System basiert auf verschiedenen Faktoren, die in Verbindung mit den Bedürfnissen der Tiere gebracht werden. Die Bedeutung dieser Faktoren für die Tiergerechtigkeit und ihre Gewichtung werden durch wissenschaftliche Erkenntnisse (Literaturauswertung, Expertenwissen) abgesichert. Um die Tiergerechtigkeit eines Haltungssystems zu beurteilen, werden Daten bezüglich Haltung und Management in das Computerprogramm eingegeben. Mithilfe des Programms wird durch die Einbeziehung dieser haltungs- und managementbezogenen Faktoren, der wissenschaftlichen Aussagen und der Gewichtungsfaktoren ein Tiergerechtigkeitsscore als abschließendes Ergebnis kalkuliert.

## **2.2 Lahmheiten**

### **2.2.1 Bedeutung von Lahmheiten für Wohlbefinden und Wirtschaftlichkeit**

Lahmheiten bei Milchkühen zählen neben Mastitiden und Reproduktionskrankheiten zu den wichtigsten Gesundheitsproblemen in der Milchproduktion (CHESTERTON et al. 1989, FRANKENA et al. 1990, ESSELMONT u. KOSSAIBATI 1996, FOURICHON et al. 2001). Nach JUNGE (1997) hat sich der Anteil der Kühe, die aufgrund von Klauen- und Gliedmaßenkrankungen aus der Herde ausscheiden, in den letzten fünfzehn Jahren nahezu verdoppelt. Zudem stellen Klauen- und Gliedmaßenkrankungen die dritthäufigste Abgangsursache für Milchkühe dar (Sterilität 19,6 %, Euterkrankheiten 15,2 %, Klauen/Gliedmaßenkrankungen 9,4 %) (ADR 2001).

Viele Gliedmaßenkrankungen sind bei Milchkühen mit beträchtlichen Schmerzen verbunden und von langer Dauer (HASSALL et al. 1993, ALBAN et al. 1996, DE ROSA et al. 2003). Lahmheiten stellen daher abhängig von Dauer und Schwere der Erkrankung eine der ernsthaftesten Beeinträchtigungen des Wohlbefindens dar (WEBSTER 2002).

Reduzierte Bewegungen und abnorme Haltungen weisen auf das Empfinden von Schmerzen hin (SINGH et al. 1993 a). Darüber hinaus zeigten Untersuchungen von WHAY et al. (1997, 1998), dass Läsionen an den Klauen, die mit Lahmheit einhergehen, eine anhaltende Hyperalgesie auslösen können.

Lahme Tiere unterscheiden sich in ihrem Verhalten von dem gesunder Kühe durch eingeschränkte Bewegungsfähigkeit. Lahme Kühe sind gegenüber ihren gesunden Herden-genossinnen besonders bei Überbelegung im Betrieb bei der Konkurrenz um Liege- und Fressplätze im Nachteil (GALINDO u. BROOM 2002).

Neben dem eingeschränkten Wohlbefinden führt Lahmheit beim Milchvieh zu hohen wirtschaftlichen Verlusten durch eine reduzierte Milch- und Fruchtbarkeitsleistung, hohe Abgangsraten und steigende Tierarztkosten (WARD 2001, LISCHER u. MÜLLING 2002).

KOSSAIBATI und ESSLEMONT (1997) geben einen Überblick über die Kosten verschiedener Krankheiten von Milchkühen in Großbritannien. Die Autoren unterscheiden dabei zwischen den direkten und den indirekten Kosten. Die direkten Kosten beinhalten die Behandlungskosten durch den Tierarzt, die Arzneimittelkosten, die Zeit, die der Betriebsleiter für das erkrankte Tier aufbringen muss, die reduzierte Milchleistung und die verworfene Milch im Laufe einer Behandlung. Hinzu kommen die indirekten Kosten durch Beeinträchtigung der Fruchtbarkeit, verlängerte Zwischenkalbezeit, erhöhte Anfälligkeit der betroffenen Tiere für andere Krankheiten und ein erhöhtes Risiko, vorzeitig aus der Herde auszuschneiden.

Der Großteil der finanziellen Verluste im Falle einer Lahmheit setzt sich nach Meinung der Autoren aus reduzierter Fruchtbarkeit/verlängerter Zwischenkalbezeit, hoher Remontierungsrate und verringerter Milchleistung zusammen. Die durchschnittlichen (direkten und indirekten) Kosten einer klinischen Lahmheit liegen demnach bei ca. 410 Euro je betroffene Kuh.

### 2.2.2 Formen von Lahmheit

Beim lahmdenden Tier wird zwischen einer Hangbein- und einer Stützbeinlahmheit unterschieden. Von einer gemischten Lahmheit spricht man, wenn beide Bewegungsphasen einer Gliedmaße gestört sind.

Bei der Hangbeinlahmheit ist die Hangphase, also das Abheben und Vorführen der erkrankten Gliedmaße, verkürzt. Zu einer Hangbeinlahmheit kommt es meistens bei Erkrankungen im proximalen Teil der Extremität, in Schulter, Hüfte oder Becken. Bei der Stützbeinlahmheit ist dagegen die Stützphase der erkrankten Gliedmaße, das Fußes und Abrollen, verkürzt. In den meisten Fällen ist die Ursache für die Stützbeinlahmheit im distalen Bereich, in den Klauen, zu suchen. Eine gemischte Lahmheit kann zum einen durch krankhafte Veränderungen in proximalen Gliedmaßenabschnitten, besonders aber auch durch Schädigungen zwischen Ellbogen- und Karpalgelenk und zwischen Knie- und Sprunggelenk hervorgerufen werden. Liegt der Sitz der Erkrankung im proximalen Teil der Gliedmaße, können krankhafte Veränderungen der Knochen, etwa Zusammenhangstrennungen, Umfangsvermehrungen oder stoffwechselbedingte Osteopathien, die Ursache sein (DIRKSEN 1990).

Daneben bedingen auch Schäden an Muskeln, Sehnen und Nerven, wie z.B. Verletzungen, Entzündungen oder Lähmungen, eine Lahmheit der betroffenen Gliedmaße. Schließlich besteht die Möglichkeit, dass pathologische Veränderungen am Gelenkapparat (z.B. Entzündungen, Luxationen) für eine Lahmheit verantwortlich sind (DIRKSEN 1990).

Lahmheit bei Milchkühen hat ihren Ursprung allerdings zum überwiegenden Teil in den Klauen. Etwa 90 % der Lahmheiten beim Milchvieh bestehen aufgrund von Unterfuß-erkrankungen, Schädigungen an den oberen Bereichen der Gliedmaße sind von untergeordneter Bedeutung (LISCHER u. MÜLLING 2002, VERMUNT 2004).

Dabei kommt es im Bereich der Hinterfüße häufiger zu Lahmheiten als an den Vorderfüßen, und die Außenklauen sind stärker betroffen als die Innenklauen (TOUSSAINT RAVEN 1989, MURRAY et al. 1996, O'CALLAGHAN et al. 2002). Etwa 75 % aller Klauenläsionen der Hintergliedmaße finden sich an der lateralen Klaue (VERMUNT 2004). Nach TOUSSAINT RAVEN (1989) sind die hinteren Außenklauen, bedingt durch Bau und Funktion des Unterfußes, einer laufend wechselnden Belastung ausgesetzt, wohingegen die Belastung der Innenklauen viel gleichmäßiger ist. Begünstigt durch den schwankenden Gang eines Rindes auf der Hinterhand mit Schiefstellung des Beckens, kommt es zu einer Überbelastung der Außenklaue, die durch einen harten Stallboden verstärkt wird (SOHRT 1999).

WEBSTER (2002) vertritt dagegen die Auffassung, dass der Gang der Kühe durch Schmerzen bzw. auch durch Unbehagen an den lateralen Hinterklauen beeinflusst wird. Kühe, deren Euter sich peripartal und in der Früh lactation ausdehnt, belasten die lateralen Hinterklauen mit mehr Gewicht.

Die Überbelastung der Außenklaue führt auf Dauer zu einem vermehrten Hornwachstum und damit zu einer Vergrößerung der Außenklaue (Umfangsvermehrung der Klaue, Zunahme der Wandhöhe, Verdickung des Sohlen- und Ballenhorns) (TOUSSAINT RAVEN 1989, KÜMPER 1997). Die höhere Klaue hat mehr Gewicht zu tragen, ein vermehrtes Hornwachstum wird wiederum angeregt, nach TOUSSAINT RAVEN (1989) ein Teufelskreis („Circulus vitiosus“).

Im Folgenden werden in Anlehnung an SHEARER und VAN AMSTEL (2002) einige der wichtigsten Unterfußkrankungen, die mit Lahmheiten einher gehen können, aufgelistet:

Nicht infektiöse bzw. sekundär infektiöse Klauenerkrankungen: Pododermatitis aseptica diffusa (Klauenrehe), Pododermatitis septica (septische Klauenlederhautentzündung, Veränderungen an der Weißen Linie), Pododermatitis solearis circumscripta septica in typischer Lokalisation („Rusterholzsches Sohlengeschwür“), Hyperplasia interdigitalis (Limax, Tylom)

Infektiöse Klauenerkrankungen: Dermatitis digitalis (Mortellaro'sche Krankheit, „Erdbeerkrankheit“), Dermatitis interdigitalis (Fäule), Phlegmona interdigitalis (Zwischenklauennekrose, „Zwischenklauenpanaritium“)

### **2.2.3 Risikofaktoren für die Entstehung von Lahmheiten**

Lahmheit gilt als ein multifaktorielles Geschehen (LEONARD et al. 1994, GALINDO u. BROOM 2000, WARD 2001, VERMUNT 2004). Grundsätzlich lassen sich die Risikofaktoren für Lahmheit in Faktoren der Umgebung (externe Faktoren) und tierbezogene Faktoren (interne Faktoren) differenzieren.

Von besonderer Bedeutung sind externe Faktoren, die das Verhalten von Kühen beeinflussen, wie beispielsweise Einstreu und Design von Liegeboxen. Kühe in Liegeboxen mit hartem Untergrund neigen nach WARD (2001) vermehrt zu Lahmheiten und weisen kürzere Liegezeiten auf als Kühe in gut eingestreuten Liegeboxen oder Tiefstreuställen.

FAULL et al. (1996) ermittelten signifikante Beziehungen zwischen dem Auftreten von Lahmheit und dem Design der Liegeboxen. Mit zunehmender Höhe der Boxenkante stieg beispielweise das Verletzungsrisiko für die Kühe, insbesondere beim Verlassen der Boxen. Bei hoher Boxenkante standen die Kühe zudem oftmals lediglich mit den Vordergliedmaßen in den Boxen, so dass die sich im Laufgang befindlichen Hinterfüße stark belastet wurden. Dagegen lagen Kühe in ausreichend großen und gut eingestreuten Boxen länger und litten seltener unter Lahmheiten, wobei besonders eine ausreichende Liegeboxenlänge von Bedeutung ist (VERMUNT 2004).

Bei der Haltung in Liegeboxenlaufställen treten häufig Schwierigkeiten beim Benutzen ungünstig dimensionierter Liegeboxen auf, etwa durch Behinderungen beim Ablegen und Aufstehen, so dass die Tiere nur für kurze Zeit liegen oder die Benutzung der Boxen verweigern (Spaltenlieger). Dieses Verhalten kann längerfristig zur Ausbildung von Klauenschäden führen (O'CONNELL et al. 1989, SINGH et al. 1993 a). In Strohställen ist diese Problematik aufgrund der überwiegend uneingeschränkt zugänglichen Liegefläche dagegen nicht von Bedeutung (SINGH et al. 1994).

Insbesondere verlängerten Stehzeiten, bedingt durch die hier aufgeführten Risikofaktoren, wird besondere Bedeutung für die Entstehung von Lahmheiten zugesprochen (BERGSTEN u. FRANK 1996, GALINDO u. BROOM 2000, WARD 2001). So wiesen beispielsweise in einer Studie von SINGH et al. (1993 b) Kühe mit längeren Stehzeiten vermehrt Hämorrhagien an der Klauensohle auf, die prädisponierend für Lahmheit sein können.

Auch die Beschaffenheit der Lauffläche beeinflusst die Klauengesundheit. So beeinträchtigt die Haltung auf Beton die Klauengesundheit stärker als eine weiche Bodenoberfläche, wie z.B. Stroh (LEONARD et al. 1994, VERMUNT 2004). Dies wird auch durch neuere technische Entwicklungen wie Gummiauflagen im Laufbereich bestätigt, die zu einer signifikanten Verbesserung der Klauengesundheit gegenüber herkömmlichen Betonspaltenböden führen und das Verhalten der Kühe positiv beeinflussen (BENZ 2002).

Auch rutschige oder zu raue Böden üben einen negativen Effekt auf die Klauengesundheit aus (FAULL et al. 1996, VERMUNT 2004). Auf rutschigen Böden steigt das Verletzungsrisiko für Kühe, zu raue Böden führen zu einer verstärkten Abnutzung und Beschädigung des Klauenhorns.

Als weiterer externer Risikofaktor für das Auftreten von Lahmheiten gilt die Klauenpflege. MANSON und LEAVER (1988 b) stellten in ihren Untersuchungen zwar eine signifikante Reduktion von Lahmheiten durch nach den Empfehlungen von TOUSSAINT RAVEN (1985) durchgeführte Klauenpflege (sogenannte funktionelle Klauenpflege) fest. Falls jedoch durch unsachgemäße Klauenpflege die Belastbarkeit der Sohle gegenüber statischen und mechanischen Kräften reduziert und die stoßdämpfenden Eigenschaften des Ballens beschädigt werden, steigt das Risiko für das Auftreten von Lahmheit (WEBSTER 2002).

Zu den tierbezogenen (internen) Risikofaktoren für das Auftreten von Lahmheiten zählen Verhalten und Alter der Kühe, die Konformation der Klauen sowie metabolische Faktoren (Ernährung).

Da in der Regel nicht alle Tiere eines Bestandes Lahmheiten aufweisen, scheinen einige Kühe in derselben Umgebung empfindlicher für Klauenläsionen zu sein als andere. Es wird vermutet, dass dem Verhalten der Tiere, insbesondere dem Liege- und Stehverhalten, eine entscheidende Bedeutung zukommt (GALINDO et al. 2000). So verbringen z.B. rangniedere Tiere weniger Zeit im Liegen und entsprechend mehr Zeit stehend auf hartem Untergrund bzw. halb in den Liegeboxen und halb auf den Laufgängen stehend und entwickeln häufiger Lahmheiten als ranghöhere Tiere; dieser Umstand ist besonders bei Überbelegung im Stall von Bedeutung (WIERENGA 1990, GALINDO u. BROOM 2000).

Für Erstkalbinnen besteht ein erhöhtes Risiko, an Lahmheit zu erkranken. Dabei spielen Stress und Hormonveränderungen durch das Abkalben sowie die neue Umgebung, das Eingliedern in die Herde mit ranghöheren Tieren und die plötzliche Ernährungsumstellung eine Rolle (GREENOUGH u. VERMUNT 1991, LEONARD et al. 1996). Untersuchungen von TARLTON et al. (2002) lassen den Schluss zu, dass der stützende Bindegewebsapparat der Klaue um den Kalbezeitpunkt und in den ersten Wochen der Laktation hormonell bedingt erschlafft.

Die Konformation des Stützapparates der Klaue steht im Mittelpunkt der Hypothese, die LISCHER und MÜLLING (2002) formulierten. Demnach führen eine Lockerung des Bindegewebes sowie Konsistenzveränderungen in den stoßdämpfenden Fettkissen unterhalb des Klauenbeines zum Absinken des Klauenbeines. Durch das Absinken kommt es zu Gewebekompressionen in Sohle oder Ballen mit einer Schädigung der hornproduzierenden Zellen und zur Ausbildung von Läsionen, die im weiteren Verlauf mit Lahmheit einher gehen können.

Ist die äußere Klauenkonformation beschädigt, beispielsweise durch Läsionen im Ballenbereich oder durch Aufweichen in nasser Umgebung, treten vermehrt Schäden an der Klaue auf (PHILLIPS u. SCHOFIELD 1994).

In zahlreichen Studien wird die Bedeutung der Ernährung im Lahmheitsgeschehen der Milchkühe untersucht. MANSON und LEAVER (1988 b, 1989) konnten eine Beziehung zwischen einer hohen täglichen Krafftutteraufnahme (besonders leicht fermentierbare Kohlenhydrate) und einem erhöhten Auftreten von Lahmheiten nachweisen, wohingegen eine vermehrte Fütterung von Raufutter einen positiven Effekt auf die Klauengesundheit zu haben scheint (KELLY u. LEAVER 1990).

Die Verdauung leicht fermentierbarer Kohlenhydrate kann mit einer erhöhten Säureproduktion und einem Absterben von Mikroorganismen im Pansen einher gehen. Dabei freigesetzte Endotoxine können die Durchblutung der Klauen behindern. Raufutter dagegen vermehrt den Speichelfluss, und der Bikarbonatgehalt des Speichels trägt zur Neutralisierung der Säuren im Pansen bei (WARD 2001).

WEBSTER (2002) bestreitet dagegen eine herausragende Rolle der Fütterung im Lahmheitsgeschehen, da die Lahmheitsproblematik trotz Verbesserungen im Fütterungsmanagement in der frühen Laktation während der letzten Jahre weitgehend unverändert blieb. Dagegen kann auch die durch die Verfütterung von Futtermitteln mit geringem Trockensubstanzgehalt bedingte dünnflüssigere Kotkonsistenz eine aggressive Wirkung auf das Klauen- und Ballenhorn haben (WEBSTER 2001).

#### **2.2.4 Auftretenshäufigkeit von Lahmheiten in der Milchviehhaltung**

In verschiedenen europäischen Studien wird von einer jährlichen Inzidenz von Lahmheit von 25 bis 30 % in den Milchviehbeständen berichtet (WHITAKER et al. 1983, DIJKHUIZEN 1987, FAYE u. LESCOURRET 1989). Die Ermittlung der jährlichen Inzidenz von Lahmheit beruht beispielweise auf der systematischen Protokollierung tierärztlicher Behandlungen oder auf Erhebungen in Praxisbetrieben, wobei der Großteil dieser Erhebungen aus Großbritannien stammt.

In jüngeren Studien bezifferten CLARKSON et al. (1996) die jährliche Inzidenz von Lahmheit in britischen Herden mit 54,6 %. Untersuchungen von KOSSAIBATI und ESSLEMONT (1997) ergaben eine durchschnittliche Inzidenz von 16,8 %, allerdings bei einer großen Spannbreite von 1,7 % bis 34,3 % innerhalb der untersuchten Betriebe. In einer französischen Studie betrug die jährliche Lahmheitsinzidenz durchschnittlich 10,9 % (FOURICHON et al. 2001).

LISCHER und MÜLLING (2002) stellten fest, dass jährlich etwa ein Drittel der Kühe von Lahmheit betroffen sind, HEDGES et al. (2001) kamen dagegen mit 69 % auf eine deutlich höhere jährliche Inzidenz.



In mehreren Studien wurde die Lahmheitsprävalenz mittels (unterschiedlicher) Gangbeurteilungssysteme erfasst: CLARKSON et al. (1996) sowie WHAY et al. (2003 b) ermittelten eine durchschnittliche Prävalenz von etwa 20 %, WINCKLER und BRILL (2004) von 45 %, BIELFELDT et al. (2003) dagegen von nur 10 %. In zwei holländischen Studien (FRANKENA et al. 1990, SMITS et al. 1992) lag die Prävalenz klinischer Lahmheit lediglich zwischen 1 und 2 %; bis zu 96 % der untersuchten Tiere wiesen aber Anzeichen subklinischer Lahmheit in Form von Läsionen an den Klauen auf.

Die große Bandbreite der epidemiologischen Angaben bezüglich Inzidenz und Prävalenz der Lahmheit liegt vermutlich in den regionalen und methodischen Unterschieden zwischen den einzelnen Studien begründet (Dauer der Studie, Anzahl der untersuchten Herden, unterschiedliche Bedingungen auf den landwirtschaftlichen Betrieben, verschiedene Gangbeurteilungssysteme, verschiedene Methoden der Datenauswertung). Basieren die Angaben zur Inzidenz beispielsweise nur auf den Fällen, die tierärztlich behandelt wurden, ist die tatsächliche Inzidenz der Lahmheit im Betrieb meist höher.

### **2.2.5 Lahmheitserkennung im Praxisbetrieb**

Da in der vorliegenden Arbeit nicht die klinische Diagnostik von Lahmheiten im Vordergrund steht, sondern vielmehr die Einschätzung der Lahmheitssituation in Praxisbetrieben, werden hier verschiedene Systeme vorgestellt, die zur Lahmheitserfassung in Praxisbetrieben entwickelt wurden. Diese Systeme bestehen in den meisten Fällen aus der Beurteilung der Lokomotion, der Gewichtsverteilung zwischen Gliedmaßen, der Kopf- und Rückenhaltung sowie dem Verhalten der Tiere.

Weite Verbreitung hat das Scoringsystem von MANSON und LEAVER (1988 a) gefunden, das 9 Stufen (0-5 in Halbschritten) unterscheidet und neben der Bewegung, der Führung der Gliedmaßen und der Empfindlichkeit der Klauen hinsichtlich Art des Fußens auch das Verhalten der Kühe berücksichtigt. Als klinisch lahm gelten dabei Tiere mit einem Score von  $\geq 3$ . WARD (2001) erwähnte ein nach MANSON und LEAVER (1988 a) modifiziertes und vereinfachtes 7-Punkte-System, das ebenfalls eine Beurteilung der Lokomotion und des Verhaltens der untersuchten Kühe beim Wenden bzw. beim Aufstehen beinhaltet.

PHILLIPS und SCHOFIELD (1994) reduzierten das Bewertungssystem von Manson und Leaver auf ein 4-Punkte-System, berücksichtigten aber ebenfalls Lokomotion und Verhalten der Kühe.

Neben der Lokomotion spielen in dem 5-Punkte-Scoringsystem von SPRECHER et al. (1997) bzw. in dem 6-Punkte-System von LISCHER et al. (2000) auch die Haltung des Rückens und die Gewichtsverteilung bei der Bewertung der Lahmheit eine Rolle.

Während die oben genannten Autoren neben der Lokomotion auch das Verhalten der Kühe bzw. die Rückenhaltung und Gewichtsverteilung in die Beurteilung der Lahmheit berücksichtigen, bezieht das 4-Punkte-System von BREUER et al. (2000) die Lokomotion sowie die Kopfhaltung ein. Das 5-Punkte-Scoringsystem von WELLS et al. (1993) ist einfacher aufgebaut und beschränkt sich auf die Bewertung der Lokomotion ebenso wie das 4-Punkte-Scoringsystem von WHAY et al. (2003 b). Eine Aufstellung der verschiedenen Bewertungsmethoden ist dem Anhang zu entnehmen.

## 2.3 Integumentschäden

### 2.3.1 Begriff der Integumentschäden

Unter Integumentschäden versteht man Schäden in der Körperdecke (Integumentum commune) eines Tieres. Dieses setzt sich aus der Haut und ihren Sonderbildungen wie den Haaren, Horn, Klauen, Drüsen u.a. zusammen.

Veränderungen im Integument reichen von kaum sichtbarem Haarverlust und Verdickung der Haut (Hyperkeratose) über offene Wunden mit Exsudat bis hin zu Nekrose und Entzündung von Muskeln oder sogar Knochen (ENEVOLDSEN et al. 1994).

Schäden im Integument befinden sich beim Rind hauptsächlich an hervortretenden Stellen wie den Hüft-, Sitz- und Fersenhöckern. An Karpal- und Tarsalgelenken beobachtet man zudem häufig Liegestellen und Umfangsvermehrungen (Abb. 1).

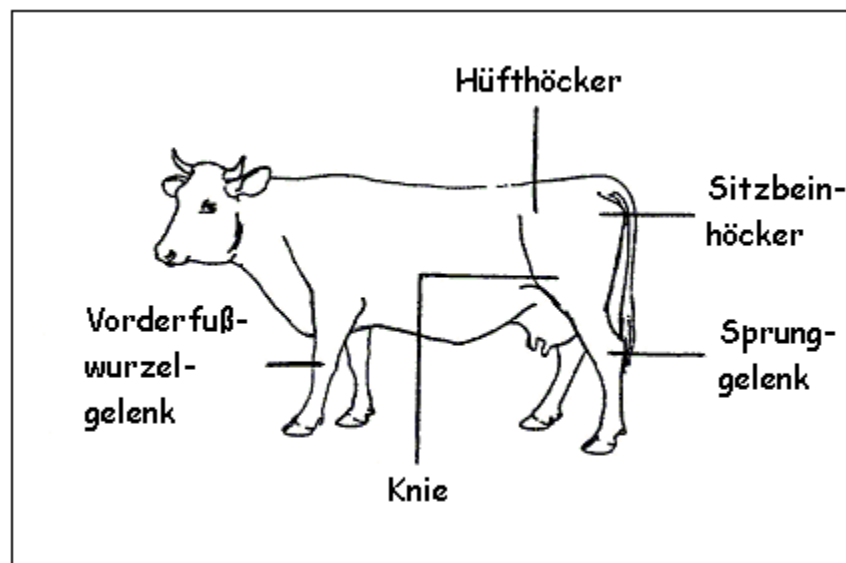


Abb. 1: Bevorzugte Regionen für Integumentschäden beim Rind

### 2.3.2 Ursachen/Risikofaktoren für Integumentschäden

Hinsichtlich der Ursachen für Integumentschäden spielt beim Rind die Haltungstechnik in Form der Stalleinrichtung und ihrer Ausführung die größte Rolle. Haltungsbedingte pathologische Veränderungen (Technopathien) können beispielsweise durch unzureichende Abmessungen der Liegeboxen (KÖBRICH 1993) und damit verbundenes Anschlagen an Liegeboxenabtrennungen (LIVESEY 2002), harten Liegeuntergrund (BOCKISCH et al. 1999), zu glatte Laufgänge (BOXBERGER 1983) oder beschädigte Stalleinrichtungen hervorgerufen werden. Eine weitere Verletzungsquelle können in Laufställen mit planbefestigtem Boden die Schieber zum Entmisten der Gänge darstellen (DIETZ et al. 1971, zit. nach STERNEMANN 1999).

Nach ENEVOLDSSEN et al. (1994) sind neben den (technischen) Haltungsbedingungen auch bestimmte Kuhcharakteristika und das Management bei der Entstehung von Integumentschäden von Bedeutung. So sehen die Autoren z.B. die Anzahl von Abkalbungen als prädisponierenden Faktor an, da Kühe verschiedener Altersklassen unterschiedliche Körpergewichte haben und unterschiedlichen Managementbedingungen unterliegen. Je älter die Tiere sind, umso länger sind sie zudem den Haltungsbedingungen ausgesetzt. Kühe mit hoher Milchleistung weisen zudem mehr Integumentschäden auf als leistungsschwächere Tiere. Dies wird mit einem höheren Gewichtsverlust bei hoher Leistung und entsprechend stärker hervortretenden Körperpartien mit weniger Fettauflagerungen erklärt. BUSATO et al. (2000) stellten fest, dass Tiere mit einer guten Körperkondition weniger Schäden im Integument aufwiesen und vermuteten, dass sich Tiere mit schlechter Körperkondition zum einen aufgrund der fehlenden schützenden Fettschicht häufiger verletzen und sich zum anderen eventuell häufiger bewegen und damit einer erhöhten Verletzungsgefahr ausgesetzt sind.

Auch die Jahreszeit scheint als Risikofaktor eine Rolle zu spielen. In den Monaten Januar bis März wiesen Milchkühe in einer Untersuchung von ENEVOLDSSEN et al. (1994) die wenigsten Integumentschäden auf. Nach Meinung der Autoren blieb den Landwirten in den restlichen Monaten des Jahres aufgrund einer höheren Arbeitsbelastung weniger Zeit für Stallarbeit (z.B. geringere Einstreumenge in den Boxen) und Beobachtung der Tiere.

Als weiterer tierbezogener Einflussfaktor für das Auftreten von Integumentschäden ist auch die Be- bzw. Enthornung der Tiere anzusehen. In behornten oder auch teilweise enthornten Herden kann unter Umständen ein Teil der Integumentschäden auf Verletzungen durch die behornten Tiere zurückzuführen sein. Typische Lokalisationen für diese Verletzungen sind Unterbauch und Schulter. Das Verletzungsrisiko durch behornnte Kühe hängt jedoch eng mit dem Herdenmanagement und der Mensch-Tier-Beziehung im Betrieb zusammen; bei Optimierung dieser Faktoren lassen sich auch behornnte Kühe in der Herde halten, ohne dass die Anzahl der verletzungsbedingten Hautläsionen steigt (MENKE et al. 1999).

Auch Hauterkrankungen können zu Schäden im Integument führen. Zu den häufigsten Hauterkrankungen in Milchviehbeständen zählt die durch Chorioptes-Milben verursachte Schwanzräude (STERNEMANN 1999), die sich als Dermatitis unterschiedlichen Grades am Schwanzansatz manifestiert. In der Regel sind mehrere Tiere eines Bestandes von der Schwanzräude betroffen. Auch die Trichophytie, verursacht durch Hautpilze der Gattung Trichophyton (bes. Trichophyton verrucosum), spielt als infektiöse Hautkrankheit in Kuhherden eine Rolle. Charakteristisch für die Trichophytie sind runde, markstückgroße haarlose Hautbezirke, besonders an Kopf und Hals, die sich im weiteren Verlauf ausbreiten (HOFMANN 1992).

Schäden im Integument können weiterhin durch einen Transport, besondere Pflegemaßnahmen (Scheren, Waschen) oder nach Applikation bestimmter Arzneimittel (Desinfektionsmittel, Ektoparasitika, Antimykotika u.a.) verursacht sein.

### **2.3.3 Bedeutung und Auftretenshäufigkeit von Integumentschäden**

Schäden im Integument sind als wichtiger Indikator für den Gesundheitsstatus der Tiere und die Qualität ihrer Umgebung anzusehen (ENEVOLDSEN et al. 1994). Neben der Beeinträchtigung des Wohlbefindens und damit einhergehender möglicher Leistungsminderung können Integumentschäden wie Hautverletzungen oder parasitär bedingte Veränderungen auch eine verminderte Lederqualität zur Folge haben und somit weitere wirtschaftliche Verluste verursachen (GRÜNDER 1990, HAGENLOCHER u. SCHROER 1990).

In einigen Feldstudien wurde die Prävalenz von Integumentschäden in Praxisbetrieben mit verschiedenen Haltungssystemen untersucht. In Tiefstreusystemen treten Integumentschäden an den Gliedmaßen in geringer Anzahl auf. So lag der Anteil an Kühen mit Schäden an den Tarsalgelenken bei dieser Haltungsform in einer Studie von BOCKISCH et al. (1999) bei nur 2 %. Auch HÖRNING (2003) fand insgesamt nur sehr wenig Integumentschäden in Tiefstreusystemen, die erhobenen Veränderungen waren überwiegend geringgradig.

WECHSLER et al. (2000) stellten fest, dass durchschnittlich 90 % der Kühe, die in Liegeboxen mit Komfortmatratzen lagen, Schäden an den Gliedmaßen aufwiesen, gegenüber 40 % Kühe in Liegeboxen mit einer Strohmatratze.

WEARY und TASZKUN (2000) ermittelten mit durchschnittlich 92 % annähernd die gleiche Prävalenz für Läsionen an den Sprunggelenken bei Kühen, die auf Komfortmatratzen lagen; demgegenüber wiesen Kühe in Liegeboxen mit Einstreu eine mittlere Prävalenz von 70 % (Sägemehl) bzw. 24 % (Sand) auf. BUSATO et al. (2000) ermittelten dagegen in einer vorwiegend in Anbindeställen durchgeführten Studie (95 % der untersuchten Betriebe) eine deutlich niedrigere Prävalenz von Gelenksveränderungen in Höhe von 12 % (Einstreu auf hartem Untergrund) bzw. 10 % (Strohmatratze).

## **2.4 Liegeverhalten**

### **2.4.1 Funktionskreis Liegeverhalten**

Das Liegeverhalten nimmt innerhalb des Zeitbudgets von Milchkühen einen hohen Stellenwert ein (WIERENGA u. HOPSTER 1990).

Dem eigentlichen Liegen geht die olfaktorische Kontrolle des Liegeplatzes voraus. Das Ablegen erfolgt in einer typischen Bewegungsabfolge: die Kuh versammelt ihre Füße unter dem Rumpf und beugt die Vorderbeine, um sich dann auf den Karpalgelenken niederzulassen. Dann wird das Hinterbein der Liegeseite hinter den Vorderfuß der Gegenseite gestellt, beide Hinterbeine werden gleichzeitig gebeugt, und das Tier lässt sich auf die Oberschenkel fallen.

Es nimmt nun die physiologische „Brust-Seitenlage“ ein. Die Vorderbeine befinden sich unter dem Brustkorb, während die Hinterbeine nach einer Seite hin vom Körper weg zeigen (SAMBRAUS 1971, KROHN u. MUNKSGAARD 1993). Dabei wird keine Körperseite besonders bevorzugt (SAMBRAUS 1971).

Rinder können neben der bevorzugten „Brust-Seitenlage“ verschiedene Ruhepositionen einnehmen (HÖRNING 2003). Dazu gehören Vorderbeinstreckungen, Hinterbeinstreckungen und die gestreckte Seitenlage, bei der alle vier Gliedmaßen senkrecht vom Körper weggestreckt sind. Die gestreckte Seitenlage wird nur selten und nur für wenige Minuten eingenommen.

Beim Aufstehen holen die Tiere zunächst Schwung, indem sie Kopf und Hals weit nach vorn unten strecken, richten dann zügig die Hinterhand auf, um anschließend die Vorderbeine aufzustellen (SAMBRAUS 1971).

Unter bestimmten Bedingungen weicht das Liegeverhalten der Kühe von der physiologischen Bewegungsabfolge ab. Das „Hinterhandabliegen“, wie es dem normalen Verhalten von Pferden entspricht, kann bei Kühen beobachtet werden, die z. B. Schmerzen im Karpalbereich haben, auf einer zu harten, unbequemen Liegefläche ruhen oder die durch Anbindung in ihrem Verhalten behindert werden. Ein abruptes Abknicken der Hintergliedmaßen beim Absenken kann u.a. auf eine schmerzhafte Erkrankung der Klauen hinweisen (DIRKSEN 1990).

Um ungehindert mit raumgreifender Kopfbewegung aufzustehen, ist ein ausreichendes Platzangebot im Kopfbereich notwendig. Ist dieser Platz nicht vorhanden, z.B. bei zu kurzen, häufig wandständigen Liegeboxen oder ungünstig angebrachten Nasenriegeln, können die Tiere nicht mit gestrecktem Hals Schwung holen. Statt nun die Hinterbeine zügig aufzustellen, wird pferdeartiges Aufstehen (zuerst Aufrichten der Vorderhand) gezeigt. In seltenen Fällen können dieser Verhaltensabweichung auch Bewegungsstörungen an den Hintergliedmaßen zugrunde liegen (DIRKSEN 1990, HÖRNING 2003).

Eine verlängerte Karpalstützphase zeigt sich z.B. bei Schmerzen im Gliedmaßenbereich, wie bei der Klauenrehe oder bei Abzessen in der Lederhaut. Seltener wird auch eine „hundesitzige Stellung“ bei Rindern beobachtet. (DIRKSEN 1990).

## 2.4.2 Untersuchungen zum Liegeverhalten

Die Angaben in der Literatur über die durchschnittliche tägliche Liegedauer von Milchkühen reichen von 6,8 h bis zu 13 h in 24 h (Tab. 2). Der untere aufgeführte Wert wurde von SINGH et al. (1993 a) in Liegeboxen ohne Einstreu gegenüber 9,6 h im Tiefstreuastall ermittelt. WIERENGA und HOPSTER (1990) gaben dagegen eine durchschnittliche Liegezeit von 13 h in Boxen mit tiefer Sägemehleinstreu an. Kühe, die sowohl Zugang zur Weide als auch zu einem Tiefstreuastall hatten, erreichten unabhängig vom gewählten Bereich eine tägliche Liegedauer von annähernd 10 h und bevorzugten im Sommer die Weide und im Winter die eingestreute Liegefläche im Stall als Liegeplatz (KROHN et al. 1992).

In einer jüngeren Studie von WECHSLER et al. (2000) wurden Liegezeiten von durchschnittlich 11,6 h in Liegeboxen mit Strohunterlage und 10,8 bis 11,4 h in Boxen mit verschiedenen Typen von Komfortmatratzen ermittelt. BUCHWALDER et al. (2000) gaben eine durchschnittliche Liegedauer von 10 h auf harten Gummimatten an.

Tab. 2: Angaben zur Liegezeitdauer (Beobachtungszeitraum 24 h) in der Literatur

Dauer Liegezeit (h)	Einflussfaktor	Autor
6,8	Liegebox ohne Einstreu	Singh et al. 1993a
9,4	Weide, Erstkalbinnen	Singh et al. 1993b
9,6	Strohstall	Singh et al. 1993a
10,0	Weide	Krohn et al. 1992
10,0	Eingestreute Liegefläche	Krohn et al. 1992
10,0	harte Gummimatte	Buchwalder et al. 2000
10,2	Weide, adulte Kühe	Singh et al. 1993b
10,8-11,4	Liegeboxen mit Komfortmatratzen	Wechsler et al. 2000
11,6	Liegeboxen mit Strohunterlage	Wechsler et al. 2000
13,0	Liegeboxen mit Sägemehleinstreu	Wierenga und Hopster 1990

Die Bandbreite der Angaben zur durchschnittlichen Liegedauer verdeutlicht, dass das Liegeverhalten der Kühe von verschiedenen Faktoren beeinflusst wird. Tiere, die auf der Weide gehalten werden, folgen einem gleichmäßigen Rhythmus von Ruhe und Aktivität, der vom Sonnenauf- und -untergang bestimmt wird. Bei der Stallhaltung dagegen ist dieser Wechsel von Ruhe und aktiven Phasen abhängig vom Zeitpunkt der Fütterung (SAMBRAUS 1971).

Die Gesamtliegezeit der Kühe verteilt sich auf etwa 10 Liegeperioden in 24 h (BUCHWALDER et al. 2000), KROHN und MUNKSGAARD (1993) nannten dagegen 15 bis 25 Liegeperioden mit einer Dauer von wenigen Minuten bis zu mehr als 3 h. SINGH et al. (1993 b) ermittelten auf der Weide längere und gleichmäßigere Liegeperioden als in einstreulosen Liegeboxen (Mw 6,1 vs. 9,6 Liegeperioden in 24 h, adulte Kühe). Die ermittelte durchschnittliche Anzahl an Liegeperioden in Tiefstreusystemen betrug dagegen 10,3 (SINGH et al. 1994).

Die Haltung von Kühen in zu kleinen, unbequemen Boxen hindert die Tiere an der Ausübung eines normalen Liegeverhaltens. Diese Boxen werden von den Kühen weniger akzeptiert, die Tiere liegen zum Teil nur halb in den Boxen und auf den Laufwegen; die Liegezeit verkürzt sich (WIERENGA u. HOPSTER 1990). Eine weiche Einstreu verbessert dagegen die Akzeptanz der Liegeboxen und führt zu einer längeren Ruhezeit in den Boxen (VERMUNT 2004).

Neben der Haltung können auch andere Faktoren wie beispielsweise Laktation und Östrus das Liegeverhalten beeinflussen (WIERENGA u. HOPSTER 1990):

Erstkalbinnen zeigen besonders zu Beginn der Laktation eine verkürzte Liegezeit (SINGH et al. 1993 b, LEONARD et al. 1994), wobei verschiedene Faktoren wie die Gewöhnung an Liegeboxen oder die soziale Rangordnung innerhalb der Herde eine Rolle spielen.

Brünstige Tiere liegen seltener und für kürzere Zeit als ihre Artgenossinnen (SAMBRAUS 1971).

### **2.4.3 Methoden zur Erfassung des Liegeverhaltens**

Die meisten Untersuchungen zum Liegeverhalten von Kühen beruhen auf der Verhaltensbeobachtung mittels Time-sampling auf der Basis von Direktbeobachtungen oder von Videoaufzeichnungen (z.B. KROHN et al. 1992).

Die dabei verwendeten Intervalle zwischen den Beobachtungszeitpunkten bewegen sich in der Regel in einem Bereich von 15 min (SINGH et al. 1993 a, b, 1994) bis 30 min (LEONARD et al. 1994). Neben Beobachtungen über einen Zeitraum von mindestens 24 h liegen auch Untersuchungen zum Liegeverhalten in Praxisbetrieben über kürzere Zeiträume vor (HÖRNING 2003; bis 8 h je Betrieb per Direktbeobachtung).



Demgegenüber findet die kontinuierliche Erfassung der Zeitbudgets, überwiegend aus Gründen des Arbeitszeitaufwands, eher selten Anwendung. So ermittelten BREITENBAUMER und BARTUSSEK (1999) anhand von Videoaufzeichnungen kontinuierlich die Verhaltensaktivitäten von Kühen im Tretmist- und Liegeboxenlaufstall über jeweils eine Woche.

Neben den verschiedenen Methoden der Verhaltensbeobachtung wurden alternative Verfahren entwickelt, um eine automatisierte Erfassung des Liegeverhaltens z.B. mittels Sensoren, die an Kühen angebracht werden, zu ermöglichen.

Ein Bewegungs- und ein Lagesensor sind Hauptbestandteil des sogenannten Ethorekorders (Ethosys®). Diese ermöglichen die Differenzierung von Bewegung, Bewegung mit gesenktem Kopf sowie von Fressen und Wiederkauen. Die Aufzeichnung der Sensorimpulse erfolgt im Sekundentakt, und im Abstand von 10 min werden die Daten in einem Speicher im Halsband gesichert. Bei Benutzung der Tränke lösen die Kühe durch einen Bewegungsmelder die Übertragung der gespeicherten Daten per Funk auf eine fest installierte Station aus. Von dort können sie über ein Notebook ausgelesen werden. Ethosys® wurde bei Nutztieren u.a. für langfristige Untersuchungen an Mutterkühen in ganzjähriger Außenhaltung eingesetzt (BAROW u. GERKEN 1997).

HAUSER et al. (1999) stellten einen selbstentwickelten Liegesensor vor, der das Stehen und Liegen von Kühen in der Stallhaltung erfassen soll. Der Sensor befindet sich in Form eines Druckgebers und eines Druckwellenschalters an der Innenseite eines Gurtes, der um die Brust einer Kuh geschnallt wird. Der Druckschalter ist mit einem Datenlogger (Tinytag®) verbunden, der die entsprechenden Impulse (Zustand „geschlossen“ für Stehen und Zustand „offen“ für Liegen) in frei wählbaren Zeitabständen abspeichert. Die Auswertung der Daten erfolgt mit Hilfe der Steuerungs- und Auswertungssoftware des Loggers (Tinytalk®, OTLM Software).

In einer Studie von HOPSTER et al. (2000) zur automatischen Erfassung des Liegeverhaltens von Milchkühen wurden die Liegeboxen mit elektronischen Receivern, Antennen und je zwei photoelektrischen Zellen ausgestattet. Die jeweilige Kombination von Signalen zeigt dabei an, ob die Box belegt ist und ob eine Kuh steht oder liegt. Die Tieridentifikation in den Boxen erfolgte über einen Transponder am Halsband. Die Boxen werden in regelmäßigen Abständen gescannt, die dabei aufgenommenen Daten gespeichert und anschließend automatisch geprüft und bearbeitet.

### 3 Material und Methoden

#### 3.1 Methodische Untersuchungen zur Beurteilung des Lahmheitsgrades

##### 3.1.1 Beurteilungsschema

Die Beurteilung der Lokomotion erfolgte mit Hilfe eines nach SPRECHER et al. (1997) und WHAY et al. (1997) modifizierten Einstufungssystems. Dazu wurden die Kühe während der Fortbewegung jeweils von der Seite und von hinten auf den Lauf- und Fressgängen beobachtet (Spaltenböden und planbefestigte Laufgänge). Liegende Kühe wurden aufgetrieben und zu einem späteren Zeitpunkt erfasst. Die Beurteilung einer Kuh nahm etwa eine Minute in Anspruch und wurde stets von derselben Person durchgeführt. Die Skala des verwendeten Gangbeurteilungssystems reichte dabei von 1 bis 5 (Tab. 3).

Kühe mit einem Score von 3 bis 5 wurden als klinisch lahm angesehen.

Tab. 3: Gangbeurteilungsschema (modifiziert nach SPRECHER et al. 1997, WHAY et al. 1997)

Score	Kriterium
1 (normal)	Gang unbeeinträchtigt
2 (unregelmäßiger Gang)	klammer Gang, vorsichtiges Fußten
3 (ggr. lahm)	verkürzter Schritt mit einer Gliedmaße
4 (mgr. lahm)	verkürzter Schritt mit mehreren Gliedmaßen oder deutliche Entlastung einer Gliedmaße
5 (hgr. lahm)	eine Gliedmaße wird nicht belastet oder extremes Widerstreben, mehrere Gliedmaßen zu belasten

### 3.1.2 Reliabilität des Schemas hinsichtlich Klauenläsionen

Im ersten Erhebungsjahr (1998/99) wurde das Lahmheitsbeurteilungssystem im Hinblick auf die Korrelation mit klinischen Befunden an den Klauen der Kühe überprüft. Zu diesem Zweck wurden auf zehn Betrieben bei insgesamt 206 Kühen die Befunde an den Klauen während der routinemäßigen Klauenpflege (durch einen professionellen Klauenpfleger oder den Tierhalter) protokolliert. Dabei erfolgten auf fünf der zehn Betriebe diese Befunderhebungen zweimal. Die Gangbeurteilung wurde bei allen Tieren jeweils am Tag vor der Klauenpflege durchgeführt.

Für die Befunderhebung wurde jede Klaue in sechs Zonen eingeteilt (GREENOUGH u. VERMUNT 1991).

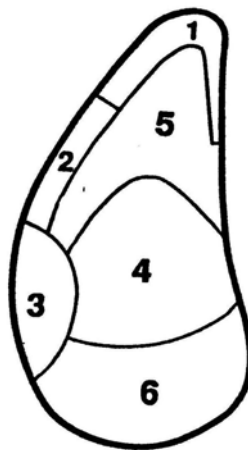


Abb. 2: Zonen der Sohle und des Ballens; 1: Weiße Linie im Zehenbereich, 2: abaxiale Weiße Linie, 3: abaxiale Wand-Ballen-Verbindung, 4: Sohle-Ballen-Übergang, 5: Spitze der Sohle, 6: Ballen (GREENOUGH u. VERMUNT 1991)

Auf einem Erhebungsbogen wurden Verfärbungen und Läsionen an der Sohle und weißen Linie sowie Erosionen am Ballen für jede Zone vermerkt und nach ihrem Schweregrad bewertet.

Hautirritationen, die bei der Digitalen Dermatitis auftreten, wurden protokolliert und ebenfalls in verschiedene Schweregrade unterteilt. Zusätzlich wurde das Auftreten von Zwischenklauengeschwulsten (Limax) registriert. Tabelle 4 zeigt das Bewertungsschema für die Beurteilung der Klauenläsionen.

Tab. 4: Bewertungsschema für die Beurteilung von Klauenläsionen

	Grad der Veränderung					
	0	1	2	3	4	5
<b>Sohle/ Weiße Linie</b>	normal	ggr. Verfärbung	mgr. Verfärbung	hgr. Verfärbung	Exposition der Lederhaut	Ulzeration der Lederhaut
<b>Ballen</b>	keine Erosion	ggr. Erosion	mgr. Erosion	hgr. Erosion		
<b>Digitale Dermatitis</b>	normal	ggr. Haut- irritation	Haut- schwellung mit Exsudat	Haut nicht mehr intakt		

Um den relativen Schweregrad der einzelnen Klauenläsionen zu berücksichtigen, wurden die Werte geometrisch angepasst (0 = 0, 1 = 1, 2 = 2, 3 = 4, 4 = 8, 5 = 16; OFFER et al. 1997).

Durch Addierung der Einzelbefunde wurden Indizes für Sohle/Weiße Linie und Ballen sowie für den Sohlen/Weiße Linie-Ballenbereich inklusive Digitaler Dermatitis gebildet. Die Indizes wurden sowohl nur für die Klauen der Hintergliedmaßen als auch für die Klauen aller vier Gliedmaßen berechnet.

Die statistische Analyse der Beziehungen zwischen Gangnote und den Indizes für Klauenläsionen wurde mit Hilfe der Spearman-Rank-Korrelationsanalyse sowohl für alle Einzeltiere (n = 206) als auch innerhalb der einzelnen Betriebe und auf Grundlage der Herdenmittelwerte durchgeführt.

### **3.1.3 Wiederholbarkeit der Gangbeurteilung zwischen verschiedenen Beobachtern**

Zur Überprüfung der Wiederholbarkeit des Gangbeurteilungssystems wurde das Beurteilungsschema von insgesamt vier Beobachtern an 147 Kühen auf vier verschiedenen Betrieben angewandt. Dazu beurteilten jeweils drei Untersuchende die Lokomotion der Kühe eines Betriebes. Aus den Daten wurde der Grad der Übereinstimmung (index of concordance, MARTIN u. BATESON 1991) bzw. der Anteil von Abweichungen um 0, 1 und 2 Einheiten ermittelt.

### **3.1.4 Wiederholbarkeit der Gangbeurteilung**

Im ersten Untersuchungsjahr wurde in dreizehn der 30 Betriebe und im zweiten Jahr in allen 30 Betrieben die Gangbeurteilung jeweils zu Beginn und gegen Ende der Stallhalteperiode durchgeführt. Aus den erhobenen Befunden wurden die Prävalenzen der einzelnen Lahmheitsgrade und insbesondere der klinischen Lahmheit (Gangnote  $\geq 3$ ) in den Betrieben mit je zwei Untersuchungsdurchgängen pro Stallhaltungsperiode ermittelt. Mittels Spearman-Rank-Korrelationsanalyse wurden dann Beziehungen zwischen der Lahmheitsprävalenz zu verschiedenen Untersuchungszeitpunkten untersucht.

## **3.2 Methodische Untersuchungen zum Liegeverhalten**

Es war auch ein Ziel des Projektes, eine hinsichtlich des erforderlichen Zeitaufwands vertretbare Methode zur (automatisierten) Erfassung des Liegeverhaltens (Stehen/Liegen) in Praxisbetrieben zu entwickeln. In diesem Zusammenhang erwies sich die Verwendung von Lagesensoren in Kombination mit miniaturisierten Datenloggern als vielversprechend.

### 3.2.1 Aufbau und Funktionsweise des verwendeten Datenloggers

Die Funktionsweise der hier verwandten Geräte beruhte auf der unterschiedlichen Position der Gliedmaßen von Kühen im Liegen (Gliedermaße in horizontaler Position) und im Stehen (Gliedermaße in vertikaler Position). Dazu wurde ein mit einem Spannungsausgang versehener Neigungsschalter mit einem Miniaturdatenlogger (Tinytag®, Fa. Gemini Data Loggers (UK) ltd.) verbunden. Bei Überschreiten eines kritischen Winkels von 45° durch die Winkelung einer Gliedermaße während des Ablegens oder Aufstehens einer Kuh setzt dieser Neigungsschalter ein Spannungssignal in 0 (Liegen) bzw. 1 (Stehen) um. Diese Signale werden von dem Datenlogger in vorher festgelegten Intervallen registriert.

Mithilfe der Datenlogger können bis zu 16.092 Daten gespeichert werden. Das Intervall der Datenaufnahme ist zwischen einer Sekunde und zehn Tagen frei wählbar. Vor der Befestigung des Loggers am Tier wird der Logger über ein Verbindungskabel per Notebook programmiert. So können neben der Bezeichnung des jeweiligen Betriebes das Intervall der Datenaufnahme sowie die Start- und Endzeit der Datenaufnahme eingegeben werden. Dabei ist es möglich, die Startzeit bis zu 45 Tage zu verzögern.

Mit einer speziellen Software (OTLM, Fa. Gemini Data Loggers (UK) ltd.) wurden die gesammelten Daten schließlich ausgelesen. Die weitere Datenverarbeitung erfolgte mit dem Tabellenkalkulationsprogramm Excel. Durch die Anwendung eines Makros wurden fehlerhafte Daten korrigiert (Daten  $< 0,5 = 0$ ; Daten  $> 0,5 = 1$ ). Des Weiteren wurde festgelegt, Liegeereignisse nur ab einer Dauer von 60 s bzw. Stehphasen von mind. 30 s zu berücksichtigen. Diese ebenfalls mit Hilfe eines Makros durchgeführte Korrektur war erforderlich, da einzelne „falsche“ Werte durch Bewegungen der Gliedermaßen wie z.B. Anheben des Beins beim Lecken im Euterbereich auftreten konnten.

### 3.2.2 Pilotstudie zur Validierung der Lagesensoren

Die mittels Lagesensoren/Datenloggern gewonnenen Daten wurden anhand von Videoaufzeichnungen validiert. Zunächst wurden elf zufällig ausgewählte Tiere aus einem Boxenlaufstall mit Spaltenboden in ein separates Abteil verbracht. Die Lagesensoren wurden unterhalb der Tarsalgelenke befestigt. Die Datenaufnahme erfolgte über einen Zeitraum von 48 h in folgenden Zeitintervallen: 120 s (4 Tiere), 30 s (4 Tiere) und 11 s (3 Tiere). Zusätzlich wurden fünf Kühe mit je vier Datenloggern unterhalb der Tarsal- bzw. der Karpalgelenke ausgestattet, um so die Anbringung der Logger an den Vorder- und Hintergliedmaßen sowie zwischen der rechten und der linken Gliedermaße zu vergleichen.

Anschließend wurden in einem Tretmiststall sechs Tiere von der Herde getrennt und in einem isolierten Abteil per Videokamera beobachtet. Die Sensoren wurden jeweils unterhalb der Tarsalgelenke angebracht. In einem 11-Sekunden-Intervall wurden die Daten während 24 h erfasst.

Parallel zur Datenerfassung über die Datenlogger fanden Time-lapse-Videoaufzeichnungen im 24-h-Modus statt. Die Auswertung der Videoaufzeichnungen erfolgte kontinuierlich mit dem Softwarepaket The Observer (Fa. Noldus, NL); dabei wurde in die Verhaltensweisen Liegen bzw. restliches Verhalten unterschieden.

Die Tiere ließen sich jeweils durch auffällige Merkmale (Fellzeichnung) oder durch eine Markierung voneinander unterscheiden.

### **3.3 Datenerhebung in Praxisbetrieben**

#### **3.3.1 Untersuchungsbetriebe und Zeitplan**

Die Grundlage der Untersuchung bilden Erhebungen in 30 Milchviehbetrieben in Nordwestdeutschland in zwei Untersuchungsjahren (1998/99; 1999/2000). Die Betriebe gehörten überwiegend zum Kundenstamm zweier Tierarztpraxen. Außerdem wurden Hinweise von Klauenpflegern bei der Ermittlung von Betrieben mit alternativen Haltungsformen (z.B. Tretmiststall) berücksichtigt.

Bei den untersuchten Betrieben handelte es sich um 22 Boxenlaufställe mit Spaltenboden oder planbefestigter Lauffläche, sechs Tretmistställe sowie zwei Zwei-Flächensysteme mit freier eingestreuter Liegefläche. Die Betriebe hatten eine durchschnittliche Herdengröße von 46 Kühen der Rasse Deutsche Holstein schwarz- bzw. rotbunte Zuchtrichtung. Die Kühe waren enthornt. 28 der Herden erhielten im Sommerhalbjahr ganztägig oder stundenweise Weidegang. Alle Betriebe waren der Milchleistungskontrolle angeschlossen. Nähere Angaben zu den Betrieben finden sich in der folgenden Tabelle 5.

Tab. 5: Kenngrößen der untersuchten Betriebe

Haltungssystem	Herden- größe		Herden- alter (Jahre)		Milch- leistung (kg)		Stallalter (Jahre)		Anzahl Arbeits- kräfte	
	Mw <sup>1</sup>	sd	Mw <sup>2</sup>	sd	Mw <sup>3</sup>	sd	Mw <sup>4</sup>	sd	Mw	sd
<b>Betriebe gesamt</b> (n = 30)	46	11	4,9	0,4	8158	766	8	5	1,3	0,4
<b>Boxenlaufställe</b> (n = 22)	48	9	4,9	0,5	8288	528	9	6	1,4	0,4
<b>Tiefstreusysteme</b> (n = 8)	39	14	5,1	0,2	7800	1182	4	2	1,3	0,4

<sup>1</sup> durchschnittliche Herdengröße aus beiden Untersuchungsjahren

<sup>2</sup> durchschnittliches Herdenalter aus beiden Untersuchungsjahren

<sup>3</sup> durchschnittliche Milchleistung (kg) aus beiden Untersuchungsjahren

<sup>4</sup> bezogen auf das Untersuchungsjahr 2000

Die Identifizierung der Kühe fand mithilfe von Ohrmarken oder Kaltbrand-Nummern statt. Aus technischen und organisatorischen Gründen konnten nicht alle Kühe der Herden in die Untersuchungen mit einbezogen werden. Der Anteil der pro Herde untersuchten Kühe richtete sich dabei nach dem jeweils erhobenen Merkmal. So wurden stets alle Tiere der Herde auf den Grad der Verschmutzung hin untersucht. Das Einstufungssystem zur Gangbeurteilung wurde bei durchschnittlich 98 % der Kühe einer Herde angewandt. Der durchschnittliche Anteil einer Herde, bei dem Schäden im Integument erfasst wurden, lag bei 94 %.

Im ersten Untersuchungsjahr fand in 13 der 30 Betriebe und im zweiten Jahr in allen 30 Betrieben jeweils eine Wiederholung der Datenerhebung statt. In die Auswertung gingen allerdings Daten von zwölf bzw. 29 Betrieben ein, da im ersten Untersuchungsjahr in einem Betrieb die Umstellung auf ein neues Haltungssystem erst kurz vor Beginn der Erhebungen stattfand und ein weiterer Betrieb (Liegeboxenlaufstall mit Strohmatratze) keiner Vergleichsgruppe hinsichtlich Haltungssystem zugeordnet werden konnte.

Die Betriebsbesuche erfolgten jeweils in der ersten (Oktober bis Januar) bzw. zweiten Hälfte der Stallhaltungsperiode (Februar bis Mai). Alle Untersuchungen wurden stets von derselben Person durchgeführt.

Alle haltungstechnischen und managementbezogenen Daten wurden im ersten Untersuchungsdurchgang aufgenommen. Bei den Wiederholungsuntersuchungen wurden dann mögliche Veränderungen von Haltung und Management erfasst. In Tabelle 6 ist der zeitliche Verlauf der verschiedenen Untersuchungsschwerpunkte dargestellt.

Die tierbezogenen Parameter wurden, soweit nicht anders angegeben, bei insgesamt 4333 Kühen (Summe aller Untersuchungszeitpunkte) erhoben.



Tab. 6: Zeitplan der Untersuchungen (X: Erhebungen; (X): Nacherhebungen)

Untersuchungen	Winterhalbjahr 1998/1999		Winterhalbjahr 1999/2000	
	Okt-Jan	Feb-Mai	Okt-Jan	Feb-Mai
Methodische Untersuchungen Lahmheit	X	X	-	-
Wiederholbarkeit zwischen Beobachtern	-	X	-	-
Liegeverhalten	-	-	-	X
Lahmheit	X	X	X	X
Integument	X	X	X	X
Verschmutzung	X	X	X	X
Technische Parameter/Managementfaktoren	X	(X)	(X)	(X)

### 3.3.2 Tierbezogene Parameter

#### 3.3.2.1 Gangbeurteilung

Die Einstufung des Lahmheitsgrads mittels Gangbeurteilung erfolgte wie in Kap. 3.1.1 beschrieben und fand jeweils nach der morgendlichen Fütterung statt.

#### 3.3.2.2 Anwendung der Datenlogger/Lagesensoren zur Erfassung des Liegeverhaltens

Neben der Bewertung der Lahmheit mithilfe des oben beschriebenen Gangbeurteilungsschemas in allen Untersuchungsdurchgängen wurden im zweiten Jahr mithilfe von Datenloggern/Lagesensoren in insgesamt 28 Betrieben Untersuchungen zum Liegeverhalten der Kühe durchgeführt. In einem Betrieb erhielten die Kühe schon frühzeitig Weidegang, so dass die Anbringung der Sensoren nicht mehr möglich war. Der Besitzer einer weiteren Herde stimmte der Anbringung der Datenlogger nicht zu.

Das Ziel bei der Anwendung der Datenlogger in Praxisbetrieben war die 48-stündige Erfassung des Liegeverhaltens (Differenzierung Stehen/Liegen). Dazu wurden pro Betrieb jeweils acht bis zehn klinisch gesunde Kühe stichprobenartig ausgewählt und mit Loggern an der Hintergliedmaße versehen. Dabei handelte es sich um Tiere verschiedener Alters- und Leistungsstufen.

Die Datenlogger befanden sich in einer feuchtigkeits- und schmutzabweisenden gepolsterten Tasche und wurden mit Hilfe einer selbsthaftenden elastischen Binde unterhalb des Tarsalgelenks befestigt (Abb. 3). Über eine Dauer von 48 h betrug das Aufzeichnungsintervall 11 s.

Mit den so gewonnenen Daten wurden die Gesamtliegedauer, die Anzahl der Liegeperioden und –blöcke, die durchschnittliche Dauer der Liegeperioden sowie die Synchronität des Liegeverhaltens berechnet. Dabei wurden zwei Liegeperioden, die durch Stehphasen von weniger als 10 min getrennt waren, als ein Liegeblock betrachtet. Das Merkmal Synchronität bezieht sich auf den durchschnittlichen Anteil gleichzeitig liegender Kühe.

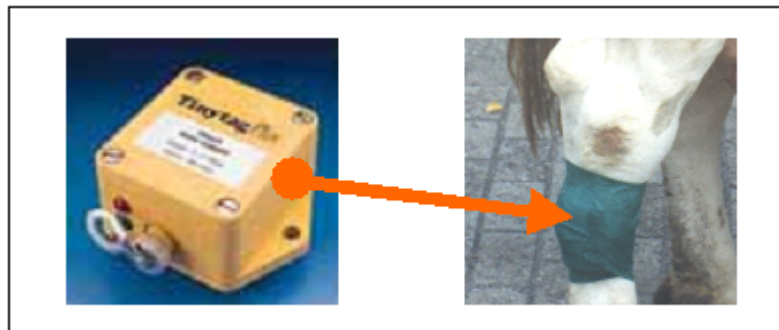


Abb. 3: Lagesensor/Datenlogger (55 x 50 x 33 mm); Befestigung mittels elastischer Binde unterhalb des Tarsalgelenks

### 3.3.2.3 Integumentschäden

Zur Erfassung von Veränderungen des Integuments der Kühe wurden bei jeder Kuh folgende Körperregionen auf Schäden hin untersucht: Tarsal- und Karpalgelenke, Fersenhöcker, Sitzbein- und Hüfthöcker, Knie, Schulter und Flanke, Kreuzbein, Schwanzansatz, Rücken und Nacken. In die Auswertung einbezogen wurden letztendlich die Befunde an den Tarsalgelenken und den Fersenhöckern, da an den restlichen Körperregionen insgesamt nur wenig Befunde erhoben wurden.

Die Differenzierung der Veränderungen erfolgte nach dem Schweregrad (Tab. 7).

Tab. 7: Beurteilungsschema für die Integumentschäden

Grad	Kriterium
0	normal
1	teilweise haarlos
2	haarlos/Hyperkeratose
3	haarlos und gerötet
4	exsudative Prozesse, Wunden, Ulzera

Neben Schäden des Integuments wurden auch Umfangsvermehrungen an den oben genannten Körperregionen aufgezeichnet und als gering-, mittel- oder hochgradig klassifiziert (Tab. 8).

Tab. 8: Beurteilungsschema für Umfangsvermehrungen

Grad	Kriterium
1	ggr. Umfangsvermehrung
2	mgr. Umfangsvermehrung
3	hgr. Umfangsvermehrung

Die erhobenen Befunde bildeten die Grundlage für die Berechnung des Anteils betroffener Tiere sowie von Schadenshäufigkeiten je Lokalisation auf Betriebsebene. Dabei wurden die Befunde für die jeweils rechte und linke Seite der untersuchten Körperregionen zusammengefasst.

### 3.3.2.4 Verschmutzungsindex

Um einen Anhaltspunkt über den Verschmutzungsgrad der einzelnen Kühe zu bekommen, wurden die Tiere mit Hilfe eines Schemas von FAYE und BARNOUIN (1985) eingestuft. Dazu wurden verschiedene Körperregionen der jeweils linken Körperhälfte bewertet (Hinteransicht, Euter, Unterbauch, Oberschenkel des Hinterbeins und Unterschenkel des Hinterbeins; Berücksichtigung des Unterschenkels erst ab dem zweiten Untersuchungsdurchgang) und die Verschmutzung in unterschiedliche Grade eingeteilt (Abb. 4). Die Beurteilung der Verschmutzung erfolgte, im Gegensatz zu Faye und Barnouin, allerdings unter Verwendung von Halbnoten.

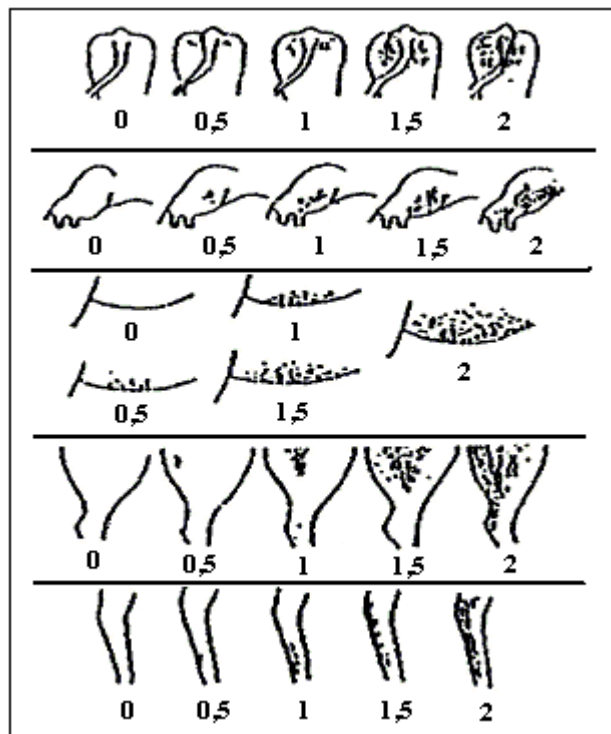


Abb. 4: verschiedene Verschmutzungsgrade an fünf Körperregionen (nach FAYE u. BARNOUIN 1985); 0: sauber, 0,5: ggr. verschmutzt, 1: mgr. verschmutzt, 1,5: stark verschmutzt, 2: hgr. verschmutzt (mehr als 1 cm Dicke)

Auf Betriebsebene wurden mittlere Verschmutzungsscores für die einzelnen Körperregionen sowie die Anteile verschmutzter Tiere (Grad  $\geq 1$ ) berechnet. Weiterhin wurden mittlere Gesamtverschmutzungsscores für die einzelnen Betriebe ermittelt.

### 3.3.3 Technische Parameter des Haltungssystems und Managementfaktoren

Im ersten Untersuchungsjahr wurden die technischen Parameter des Haltungssystems (Tab. 9) aufgenommen und bei Bedarf in den folgenden Untersuchungsdurchgängen ergänzt.

Tab. 9: Technische Parameter der untersuchten Haltungssysteme (s.a. Anhang)

Technische Parameter	Beschreibung
Stalltyp	Boxenlaufstall, Tretmiststall, Zwei-Flächensystem
Lauffläche	Spalten (Auftrittsbreite, Spaltenweite), planbefestigt, Kombination planbefestigt/Spalten
Liegefläche	Boxen, freie Liegefläche
Liegeboxen	Anzahl, Typ (Hoch- und Tiefbox), wandständig, gegenständig
Boxenabmessungen	Länge, Breite, Abstand Nackenriegel-Kante, Abstand Nasenriegel-Kante, Höhe Nasenriegel, Höhe Nackenriegel, Niveau Box
Seitenbegrenzung der Boxen	Abstand Seitenbegrenzung-Boden, Typ (freischwingend, Pilz, Eigenbau)
Bodenbelag der Box	Gummimatte, Komfortmatratze, Strohmistmatratze, Einstreu/Beton
Einstreukomfort Box	Polsterung (> 5 cm), mittel (3-5 cm), nein (< 3 cm)
Zustand der Liegefläche	sauber, mittel, verschmutzt
Fressplätze	Anzahl, Abmessungen (Fressplatzbreite, Krippenbodenniveau), Fressgitterneigung, Anzahl der Kraftfutterstationen
Fressgitter	Typ: Selbstfang Schere, Selbstfang Palisaden, Parallelogramm, ohne
Tränke	Abmessungen (cm pro Tier), Position im Stall (Zugänglichkeit)
Lüftung	Typ: Trauf-First, Zwangslüftung, Offenstall/Windschutznetze
Licht	Fenster-Bodenflächenverhältnis

Dabei wurden zunächst die Maße der gesamten Stallfläche sowie der Lauf- und Liegeflächen protokolliert. Die Haltungssysteme wurden allgemein in Boxenlaufställe (n = 22 Betriebe) und Tiefstreusysteme (Tretmistställe, n = 6; Zwei-Flächensysteme, n = 2) eingeteilt. Eine weitere Differenzierung der Boxenlaufställe erfolgte nach dem Bodenbelag ihrer Liegeflächen in Betriebe mit Gummimatten (n = 11), Betriebe mit Komfortmatratzen (n = 5) und Betriebe mit Einstreu auf Betonuntergrund (n = 6). Bei den Liegeboxen wurden zudem Hoch- und Tiefboxen unterschieden, die Anzahl der Boxen sowie der Anteil wand- und gegenständiger Boxen festgehalten. Die Boxenlänge und -breite wurde ausgemessen, ebenso wie der Abstand von Nasen- und Nackenriegel zur hinteren Liegeflächenbegrenzung und die Höhe des Boxenniveaus bei den Hochboxen. Die Seitenbegrenzungen der Liegeboxen wurden in freischwingende Abgrenzungen, Pilzbügel und von den Landwirten selbst konstruierte Abtrennungen unterteilt. Zusätzlich wurde der Abstand der Seitenbegrenzung zum Boden gemessen.

Des Weiteren wurde beispielsweise die Art (Spaltenboden, planbefestigte Lauffläche bzw. Kombination) und Beschaffenheit der Laufflächen in den Betrieben beurteilt. Die Lauffläche wurde dazu in verschiedene Zonen eingeteilt: Fressgang, Laufgang, Warteraum, Melken und Auslauf. Die Bodenbeschaffenheit in den einzelnen Zonen wurde in Anlehnung an FAULL et al. (1996) nach folgendem Schema bewertet: 1 = sehr glatt, 2 = glatt, 3 = griffig, 4 = rau und 5 = zerstörte Oberfläche/Löcher. Da die Laufflächen der untersuchten Betriebe keine zerstörte Oberfläche bzw. Löcher aufwiesen, lag hier eine mehr oder weniger ordinale Skala vor. Aus den einzelnen Befunden wurden Mittelwerte zur Bodenbeschaffenheit gebildet.

Anhand eines einheitlichen Fragebogens konnten zudem Angaben zum Management (Besatzdichte, Nutzung spezieller Einrichtungen wie z.B. einer Abkalbebox, Weidemanagement, Klauenpflegemaßnahmen, Angaben zur Betriebsorganisation etc.) und zur Fütterung erfasst werden (Tab. 10).

Herden- und einzeltierbezogene Angaben zu Leistungshöhe, Milchinhaltstoffen, Gehalt der Milch an somatischen Zellen, Abgangsraten und -ursachen wurden aus den Milchleistungskontrolldaten übernommen.

Die Erhebungsbögen zur Aufnahme der haltungs- und managementbezogenen Faktoren befinden sich im Anhang.

Tab. 10: Angaben zum Management und zur Fütterung

Management und Fütterung	Beschreibung
Herdengröße	aktuelle und maximale Herdengröße
Spezielle Einrichtungen	Abkalbebox
Weidegang	ganz- oder halbtags, stundenweise, kein Weidegang
Klauenpflegemaßnahmen	regelmäßige Klauenpflege, Klauenbad
Angaben zur Betriebsorganisation	Einführung von Färsen in die Herde, Unterbringung trockenstehender und brünstiger Kühe
Futtermvorlage	TMR, Pseudo-TMR, klassisch, Selbstfütterung sowie Verwendung von Raufutter

### 3.4 Statistische Auswertung

Die statistischen Berechnungen wurden mit dem Softwarepaket SPSS 11.5 für Windows durchgeführt.

Zusammenhangsüberprüfungen (z.B. Untersuchungen zur Wiederholbarkeit innerhalb und zwischen Untersuchungsjahren, Korrelationen zwischen Klauenläsionsindizes und Gangnote, Korrelationen zwischen Parametern des Liegeverhaltens und Lahmheitsprävalenz) wurden aufgrund des Datentyps (z.B. Gangnoten; vgl. Kap. 3.1.1) und häufig nicht vorliegender Normalverteilung mittels Spearman-Rank-Korrelationsanalyse durchgeführt. Grundsätzlich wurden Korrelationen ab einem Koeffizienten von 0,4 als aussagekräftige Zusammenhänge bewertet. Die häufig kleine Stichprobengröße ließ jedoch nicht immer eine statistische Absicherung bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von  $p < 0,05$  zu.

Zum Vergleich verschiedener Haltungssysteme kamen mit dem Mann-Whitney-U-Test (Vergleich von zwei unabhängigen Stichproben) und dem Kruskal-Wallis-Test (Vergleich mehrerer unabhängiger Stichproben) zwei nicht parametrische Tests zur Anwendung. Mit dem Wilcoxon-Test wurden zwei verbundene Stichproben verglichen. So wurden Mittelwertsunterschiede zwischen Haltungssystemen/Liegeflächenbeschaffenheit in der Prävalenz von Lahmheiten, Integumentschäden und Tierverschmutzung oder für verschiedene Parameter des Liegeverhaltens überprüft.

Die Ergebnisse galten bei einer errechneten Irrtumswahrscheinlichkeit von unter 5 % als signifikant (Signifikanzniveau von 5 %).

( $p \leq 0,001$ \*\*\* = hoch signifikant,  $p \leq 0,01$ \*\* = signifikant,  $p \leq 0,05$ \* = schwach signifikant,  $p > 0,05$  = nicht signifikant)

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Evaluierung des Schemas zur Lahmheits-/Gangbeurteilung

In allen Untersuchungsgängen wurde die Lokomotion der Kühe anhand eines 5-Punkte-Schemas beurteilt (siehe Kap. 3.1.1). Um dieses Beurteilungskonzept zu evaluieren, wurde es auf Übereinstimmung mit klinischen Befunden an den Klauen überprüft, die im ersten Untersuchungsjahr (1998/1999) bei insgesamt 206 Kühen in zehn Betrieben während der Klauenpflege erhoben wurden.

Die Wiederholbarkeit des Gangbeurteilungssystems wurde durch die simultane Beurteilung der Lokomotion von 147 Kühen aus vier Betrieben von je drei Untersuchenden überprüft.

#### 4.1.1 Korrelationen zwischen Gangnote und Klauenläsionsindizes

Die Beziehungen zwischen Gangnote und den Indizes der Klauenläsionen wurden mithilfe von Spearman-Rank-Korrelationsanalysen sowohl auf Basis aller untersuchten Kühe als auch innerhalb der einzelnen Betriebe und für die Herdendurchschnittswerte ermittelt. In Tabelle 11 sind die Korrelationen und Signifikanzen bezogen auf die 206 individuellen Kühe dargestellt. Betrachtet man zunächst die Sohle/Ballen-Region der Klauen an den Hintergliedmaßen, so bestand unter Berücksichtigung der 206 untersuchten Kühe eine positive Korrelation von  $r_s = 0,39$ . Abbildung 5 macht deutlich, dass nicht alle Kühe, die bei der Untersuchung als klinisch lahm (Gangnote  $\geq 3$ ) beurteilt wurden, auch schwerwiegende Befunde an den Klauen aufwiesen. Dagegen wurden alle Kühe mit einem hohen Klauenläsionsindex auch als klinisch lahm eingestuft.

Wurden die Klauenläsionen aller vier Gliedmaßen einbezogen (Tab. 11), erhöhte sich die Korrelation nur unwesentlich ( $r_s = 0,40$ ). Bei Berücksichtigung der durch Digitale Dermatitis verursachten Veränderungen stiegen die Korrelationskoeffizienten sowohl für die Hintergliedmaßen ( $r_s = 0,50$ ) als auch für alle vier Gliedmaßen ( $r_s = 0,47$ ) an. Alle Korrelationen waren hochsignifikant.

Tab. 11: Spearman-Rank-Korrelationskoeffizienten für Gangnoten und Klauenläsionsindizes auf Basis aller untersuchten Kühe, n = 206 Kühe

n = 206 Kühe	Klauenläsionsindex			
	Klauen der Hintergliedmaßen		Klauen aller vier Gliedmaßen	
	Sohle/Ballen	Sohle/Ballen + Digitale Dermatitis	Sohle/Ballen	Sohle/Ballen + Digitale Dermatitis
Gangnote	0,39 p=0,000	0,50 p=0,000	0,40 p=0,000	0,47 p=0,000



Die Auswertung der Daten innerhalb der einzelnen Betriebe ergab eine deutliche Variation der einzelnen Korrelationskoeffizienten ( $r_s = -0,24 - 0,77$ ).

Bei Durchführung der Korrelationsanalyse auf Basis der durchschnittlichen Betriebswerte für Lahmheiten und Läsionen bewegten sich die Korrelationen zwischen  $r_s = 0,75$  und  $r_s = 0,78$  (Tab. 12).

Tab. 12: Spearman-Rank-Korrelationskoeffizienten für Gangnoten und Klauenläsionsindizes auf Basis der durchschnittlichen Betriebswerte,  $n = 10$  Betriebe

n = 10 Betriebe	Klauenläsionsindex			
	Klauen der Hintergliedmaßen		Klauen aller vier Gliedmaßen	
	Sohle/Ballen	Sohle/Ballen + Digitale Dermatitis	Sohle/Ballen	Sohle/Ballen + Digitale Dermatitis
<b>Gangnote</b>	0,75 p=0,013	0,78 p=0,008	0,77 p=0,009	0,75 p=0,013

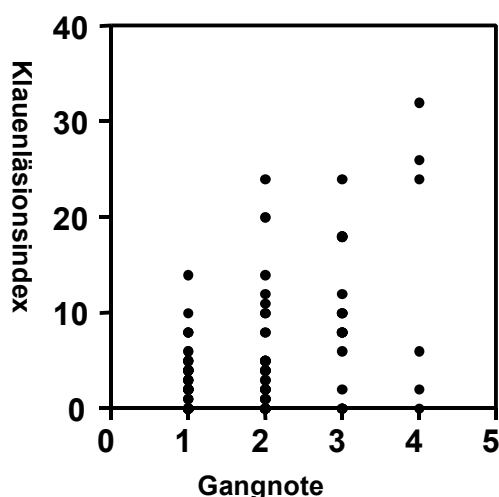


Abb. 5: Beziehung zwischen Gangnote und Klauenläsionsindex (Hintergliedmaßen, Sohle und Ballen) für 206 untersuchte Kühe ( $r_s = 0,39$ ,  $p = 0,000$ )

#### 4.1.2 Wiederholbarkeit zwischen mehreren Beobachtern

Bei insgesamt 147 beurteilten Kühen stimmten drei Beobachter im Durchschnitt in 68 % (63 – 74 %) der Fälle in der vergebenen Gangnote überein. Bei 30 % (25 – 34 %) der untersuchten Kühe unterschieden sich die erteilten Gangnoten um eine Einheit, während Differenzen von zwei Einheiten in 2 % (1 – 3 %) der Aufzeichnungen auftraten.

Nahezu zwei Drittel dieser Abweichungen (62 %) traten innerhalb der Gangnote 1 und 2 auf. Tabelle 13 stellt dazu exemplarisch eine Kreuztabelle der Gangnoten, die von zwei Beobachtern erteilt wurden, dar.

Tab. 13: Kreuztabelle für die Ergebnisse hinsichtlich Gangbeurteilung an 136 Kühen durch zwei Beobachter

		Untersuchender 2				
		1	2	3	4	5
Untersuchender 1	1	42	12	2	-	-
	2	12	49	5	-	-
	3	-	6	-	1	-
	4	-	-	-	5	-
	5	-	-	-	1	1

Auf Betriebsebene wurde als Maß für die Wiederholbarkeit zwischen mehreren Beobachtern darüber hinaus der prozentuale Anteil der Tiere innerhalb der einzelnen Gangbeurteilungsklassen, protokolliert von drei Beobachtern, herangezogen.

In Abbildung 6 sind die diesbezüglichen durchschnittlichen, minimalen und maximalen Werte für die drei Herden dargestellt. Die Befunde der Untersuchenden variierten nur geringfügig, wobei die Abweichungen in den meisten Fällen in Verbindung mit subklinischen Befunden (Gangnoten 1 und 2) standen.

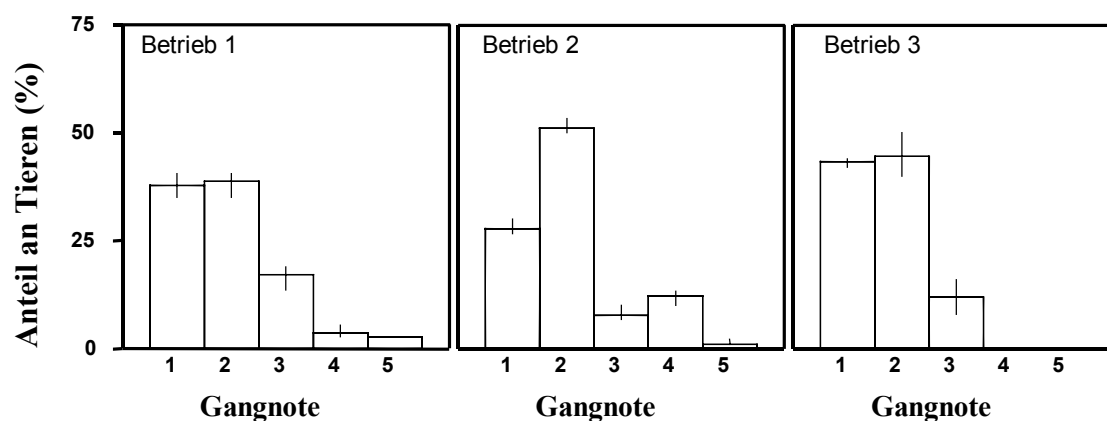


Abb. 6: Prozentualer Anteil an Tieren innerhalb der Gangbeurteilungsklassen 1 – 5 in drei Herden, ermittelt von je drei Beobachtern (durchschnittlicher, minimaler und maximaler Wert)

## 4.2 Methodische Untersuchungen zum Liegeverhalten

### 4.2.1 Validierung der Lagesensoren/Datenlogger im Boxenlaufstall

#### Übereinstimmung mit Videoaufzeichnungen

An insgesamt elf Kühen eines Boxenlaufstalls wurden Datenlogger an der rechten Hintergliedmaße angebracht. Jeweils vier der Datenlogger registrierten die Position des Lagesensors in Intervallen von 120 bzw. 30 s. Drei weitere Datenlogger hatten ein Messintervall von 11 s. Die Datenaufzeichnung erfolgte über einen Zeitraum von 48 h; anschließend wurden die Gesamtliegedauer und die Anzahl der Liegeperioden ermittelt. Die Auswertung erfolgte sowohl vor als auch nach Fehlerkorrektur durch ein Makro (siehe Kap. 3.2.1).

Kontinuierlich ausgewertete Videoaufzeichnungen dienten zur Validierung der Loggerdaten. Zum Vergleich der verschiedenen Messintervalle wurden die Mittelwerte der einzelnen Logger je Messintervall in den Tabellen 14 und 15 gegenübergestellt.

Tab. 14: Vergleich der Gesamtliegezeit aus den Video- und Loggeraufzeichnungen anhand der Mittelwerte (Mw) bei verschiedenen Messintervallen im Boxenlaufstall

Logger-intervall	Dauer Liegezeit							
	Unkorrigierte Daten				Korrigierte Daten			
	Mw aus 3 Loggerintervallen				Mw aus 3 Loggerintervallen			
	Liegezeit Video (h/24h)	Liegezeit Logger (h/24h)	$\Delta$ Liegezeit	$\Delta$ Liegezeit (%)	Liegezeit Video (h/24h)	Liegezeit Logger (h/24h)	$\Delta$ Liegezeit	$\Delta$ Liegezeit %
120 s (n = 4)	11,92	11,93	0,01	0,08	11,92	11,93	0,01	0,08
30 s (n = 4)	9,59	9,63	0,04	0,42	9,59	9,60	0,01	0,10
11 s (n = 3)	9,69	9,71	0,02	0,21	9,69	9,70	0,01	0,10

Durch die Anwendung des Makros (Eliminierung einzelner falsch positiver Werte) wurde die Abweichung in der Gesamtliegezeit im Vergleich zwischen Video- und Loggerdaten gesenkt (Tab. 14). Die Abweichungen der korrigierten Daten waren mit durchschnittlich 0,08 % bzw. 0,10 % unabhängig von den einzelnen Messintervallen sehr gering. Die Abweichung in der Gesamtliegezeit lag mit maximal 0,42 % im 30-Sekunden-Intervall allerdings auch in der unkorrigierten Fassung nur unwesentlich höher.

Analog zum Abgleich der Gesamtliegedauer zwischen Video- und Loggeraufzeichnungen wurde bezüglich Anzahl der Liegeperioden verfahren (Tab. 15). Ohne die Anwendung des Makros wurde beim 30-Sekunden-Intervall gegenüber den Referenzwerten aus der Videoauswertung die größte Abweichung ermittelt (Überschätzung um durchschnittlich 1,25 Liegeperioden). Auch hier führte die Anwendung eines Makros zu einer größeren Übereinstimmung zwischen Video- und Loggerdaten. Eine vollständige Übereinstimmung wurde bei korrigierten Daten bei einem 11-Sekunden-Intervall erzielt. In der Hauptuntersuchung wurde daher mit einem 11-Sekunden-Intervall aufgezeichnet; dies ermöglichte die Abdeckung eines Zeitraums von 48 h.

Tab. 15: Vergleich der Anzahl der Liegeperioden aus den Video- und Loggeraufzeichnungen anhand der Mittelwerte (Mw) bei verschiedenen Messintervallen im Boxenlaufstall

Logger- intervall	Anzahl der Liegeperioden					
	Unkorrigierte Daten			Korrigierte Daten		
	Mw aus 3 Loggerintervallen			Mw aus 3 Loggerintervallen		
	Anzahl Perioden Video (n/24h)	Anzahl Perioden Logger (n/24h)	$\Delta$ Anzahl Perioden	Anzahl Perioden Video (n/24h)	Anzahl Perioden Logger (n/24h)	$\Delta$ Anzahl Perioden
120 s (n = 4)	9,63	9,38	-0,25	9,63	9,38	-0,25
30 s (n = 4)	9,38	10,63	1,25	9,38	9,25	-0,13
11 s (n = 3)	8,50	8,83	0,33	8,50	8,50	0,00

#### Anbringung der Datenlogger an Vorder- bzw. Hintergliedmaße

Nachdem die oben beschriebenen Ergebnisse eine gute Übereinstimmung der Video- und Loggerdaten bei Anbringung der Lagesensoren an der rechten Hintergliedmaße zeigten, stellte sich die Frage, ob die Sensoren auch an den Vorderbeinen befestigt werden können. Bei den folgenden Ergebnissen handelt es sich um Daten, die in einem 11-Sekunden-Intervall erhoben und per Makro bereinigt wurden.

Dazu wurden zusätzlich fünf Kühe im Boxenlaufstall mit je vier Datenloggern ausgestattet, um so den Vergleich zwischen der Anbringung an der Hinter- und Vordergliedmaße und anschließend zwischen der Anbringung an der rechten und linken Hintergliedmaße zu ziehen. Für den Vergleich von Vorder- und Hintergliedmaße wurden jeweils die Mittelwerte der Loggerdaten von der linken und rechten Hinter- bzw. Vordergliedmaße gebildet (Tab. 16).

Die Abweichungen in der Liegezeit zwischen Vorder- und Hintergliedmaßen betragen durchschnittlich 0,59 %. Hinsichtlich der Anzahl an Liegeperioden lagen beim Vergleich der Anbringung an Vorder- und Hintergliedmaße relativ große Abweichungen vor. Bei vier der fünf Tiere ergab die Erfassung an der Vordergliedmaße bis 6,5 Liegeperioden mehr als die Referenzmessung an der Hintergliedmaße.

Tab. 16: Gesamtliegedauer und Anzahl der Liegeperioden nach Befestigung der Datenlogger an Hinter- (Hgldm.) und Vordergliedmaße (Vgldm.), n = 5 Kühe (bereinigte Daten) im Boxenlaufstall

Kuhnr. (n = 5)	Dauer Liegezeit (h/24h)				Anzahl Liegeperioden (n/24h)		
	Logger Vgldm. (Mw)	Logger Hgldm. (Mw)	$\Delta$ Liege- zeit	$\Delta$ Liege- zeit (%)	Logger Vgldm. (Mw)	Logger Hgldm. (Mw)	$\Delta$ Anzahl Liege- perioden
1	9,31	9,25	-0,06	0,65	15,0	11,5	-3,5
2	13,64	13,85	0,21	1,52	19,5	13,0	-6,5
3	12,39	12,36	-0,03	0,24	12,0	11,0	-1,0
4	9,15	9,11	-0,04	0,44	12,5	11,0	-1,5
5	10,20	10,19	-0,01	0,10	11,0	11,5	0,5
Mw	10,94	10,95	-	0,59	14,0	11,6	2,6 <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Mittelwert des Betrages

#### Anbringung an rechter bzw. linker Hintergliedmaße

Mit einer durchschnittlichen Abweichung von 0,31 % in der Dauer der Liegezeit unterschieden sich die Daten bei der Anbringung an der linken und an der rechten Hintergliedmaße nur geringfügig. In einem Fall war die Anzahl der Liegeperioden, die von den Lagesensoren an der linken und an der rechten Gliedmaße aufgezeichnet wurde, gleich. Bei den restlichen vier Kühen unterschieden sich die Werte um eine bzw. um zwei Liegeperioden (Tab. 17).

Tab. 17: Gesamtliegedauer und Anzahl der Liegeperioden nach Befestigung der Datenlogger an der linken und an der rechten Hintergliedmaße (Hgliedm.), n = 5 Kühe (bereinigte Daten) im Boxenlaufstall

Kuhnr. (n = 5)	Dauer Liegezeit (h/24h)				Anzahl Liegeperioden (n/24h)		
	Logger linke Hgliedm.	Logger rechte Hgliedm.	$\Delta$ Liegezeit	$\Delta$ Liegezeit (%)	Logger linke Hgliedm.	Logger rechte Hgliedm.	$\Delta$ Anzahl Liegeperioden
1	9,23	9,27	0,04	0,43	11,0	12,0	1,0
2	13,86	13,85	-0,01	0,07	12,0	14,0	2,0
3	12,38	12,33	-0,05	0,40	11,0	11,0	0,0
4	9,09	9,13	0,04	0,44	12,0	10,0	-2,0
5	10,20	10,18	-0,02	0,20	11,0	12,0	1,0
Mw	10,95	10,95	-	0,31	11,4	11,8	1,2 <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Mittelwert des Betrages

#### 4.2.2 Validierung im Tretmiststall

Durch die Ausstattung von sechs Kühen in einem Abteil eines Tretmiststalls wurde die Validität der Lagesensoren durch den Vergleich von Videoaufzeichnungen mit den Loggerdaten in einem weiteren Haltungssystem überprüft. Die Sensoren wurden jeweils unterhalb des rechten Tarsalgelenks befestigt, die Datenaufzeichnung erfolgte alle 11 s über einen Zeitraum von 24 h.

Die durchschnittliche Abweichung in der Gesamtliegedauer zwischen Video- und Loggeraufzeichnungen lag mit 0,07 % (Tab. 18) in der gleichen Größenordnung wie bei Anbringung der Logger im Boxenlaufstall (vgl. Tab. 14).

In fünf Fällen ergaben die Video- und Loggeraufzeichnungen dieselbe Anzahl der Liegeperioden. Bei einem Tier unterschieden sich die Video- und Loggeraufzeichnungen um zwei Liegeperioden.

Tab. 18: Gesamtliegedauer und Anzahl der Liegeperioden nach Befestigung der Datenlogger an den rechten Hintergliedmaßen (Hgliedm.) von Kühen eines Tretmiststalls, n = 6 Kühe (bereinigte Daten)

Kuhnr. (n = 6)	Dauer Liegezeit (h/24h)				Anzahl Liegeperioden (n/24h)		
	Video	Logger	$\Delta$ Liegezeit	$\Delta$ Liegezeit (%)	Video	Logger	$\Delta$ Anzahl Liegeperioden
1	14,03	14,02	-0,01	0,07	8,0	8,0	0,0
2	15,36	15,35	-0,01	0,07	11,0	11,0	0,0
3	15,04	15,04	0,00	0,00	9,0	11,0	2,0
4	13,67	13,68	0,01	0,07	7,0	7,0	0,0
5	15,18	15,19	0,01	0,07	8,0	8,0	0,0
6	12,99	13,01	0,02	0,15	10,0	10,0	0,0
Mw	12,99	13,01	-	0,07	8,0	8,0	0,3

### 4.3 Wiederholbarkeit ausgewählter tierbezogener Parameter

#### 4.3.1 Wiederholbarkeit der Gangbeurteilung innerhalb der Erhebungsjahre (Stallhaltungsperiode)

Im ersten Untersuchungsjahr wurde in 13 der 30 Betriebe und im zweiten Jahr in allen 30 Betrieben die Lokomotion der Kühe innerhalb der Stallhaltungsperiode je zweimal beurteilt. Wie in Kapitel 3.3.1 beschrieben, gingen in die Auswertung Daten von zwölf bzw. 29 Betrieben ein.

In den Abbildungen 7 und 8 wird der Anteil klinisch lahmer Kühe (Gangnote  $\geq 3$ ) in den zwölf Betrieben, in denen die Gangbeurteilung an allen vier Untersuchungsterminen stattfand (insgesamt 575 Kühe), im ersten und zweiten Untersuchungsjahr dargestellt.

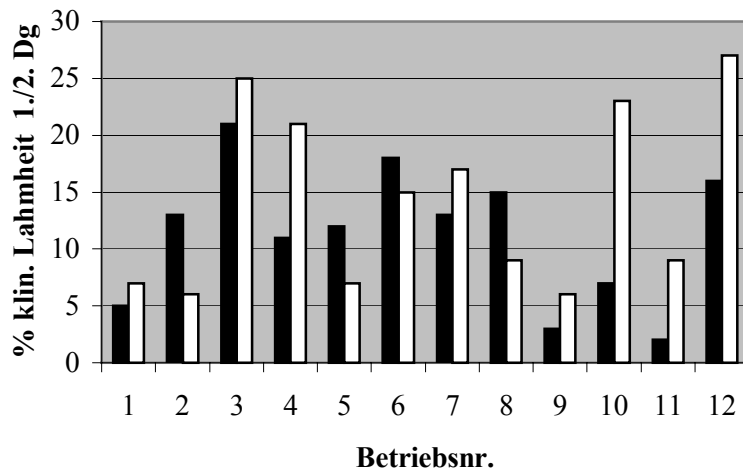


Abb.7: Anteil klinisch lahmer Kühe (Gangnote  $\geq 3$ ) im 1. Jahr (1./2. Dg), n = 12 Betriebe

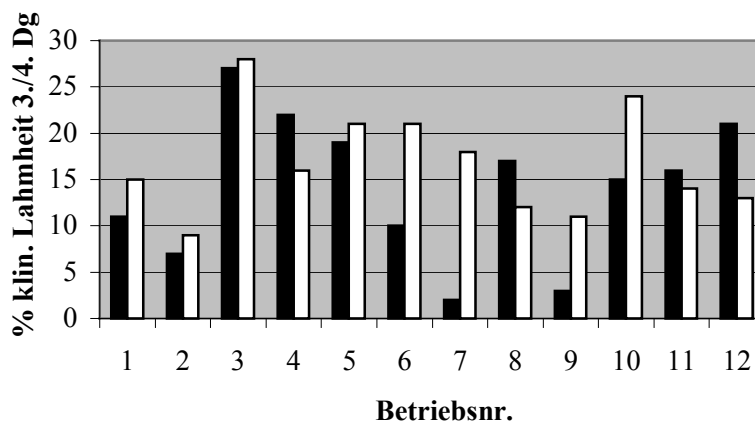


Abb. 8: Anteil klinisch lahmer Kühe (Gangnote  $\geq 3$ ) im 2. Jahr (3./4. Dg), n = 12 Betriebe

Die Prävalenz der klinischen Lahmheit reichte dabei von 2 % bis 27 % (Mw 13,0 %; sd 6,2) im ersten bzw. von 2 % bis 28 % (Mw 15,5 %; sd 5,7) im zweiten Jahr. In den meisten Betrieben lagen innerhalb eines Untersuchungsjahres deutliche Unterschiede in der Prävalenz vor. Der Anteil klinisch lahmer Tiere stieg in beiden Untersuchungsjahren in acht Fällen an, wohingegen die Prävalenz in den restlichen vier Betrieben abnahm.

Allerdings handelte es sich im zweiten Untersuchungsjahr zumindest teilweise um unterschiedliche Betriebe, die eine ansteigende Prävalenz der Lahmheit aufwiesen. Die aufgezeigten Unterschiede waren unabhängig von der Dauer der Zeitspanne, die zwischen dem ersten und dem zweiten, bzw. dem dritten und vierten Untersuchungstermin lag.

Die Betriebe mit dem höchsten Anteil an klinischer Lahmheit waren jedoch in beiden Jahren dieselben (Betriebsnummern 3, 10 und 12).



Im ersten Untersuchungsjahr ( $n = 12$  Betriebe) lag eine schwach positive, nicht signifikante Korrelation ( $r_s = 0,48$ ) vor (Tab. 19). Bei Berücksichtigung der größeren Stichprobe im zweiten Untersuchungsjahr war die Beziehung zwischen beiden Untersuchungsdurchgängen dagegen mit  $r_s = 0,59$  deutlicher und hoch signifikant ( $p = 0,001$ ). Die mittleren Lahmheitsprävalenzen in beiden Untersuchungsjahren waren nicht signifikant miteinander korreliert.

Tab. 19: Spearman-Rank-Korrelationskoeffizienten für die Prävalenz der klinischen Lahmheit (Gangnote  $\geq 3$ ) zwischen dem 1. und 2. bzw. 3. und 4. Untersuchungsdurchgang (Dg),  $n = 12$  bzw. 29 Betriebe

1./2. Dg: $n = 12$ Betriebe 3./4. Dg: $n = 29$ Betriebe	1./2. Dg	3./4. Dg	1./2. Jahr ( $n = 12$ Betriebe)
<b>Anteil Gangnote <math>\geq 3</math> (%)</b>	0,48 n.s.	0,59 $p=0,001$	0,27 n.s.

Die jeweiligen Anteile für die Gangnoten 1 bis 5 ließen im ersten Untersuchungsjahr keine eindeutigen Beziehungen erkennen (Tab. 20). Zwischen dem ersten und zweiten Durchgang lag lediglich für den Anteil hochgradig lahmer Tiere (Gangnote 5) eine signifikante Korrelation ( $r_s = 0,59$ ) vor; der Anteil an Tieren mit normalem Gang (Gangnote 1) war ebenfalls schwach positiv, aber nicht signifikant korreliert.

Tab. 20: Spearman-Rank-Korrelationskoeffizienten für die Prävalenz der Gangnoten 1 - 5 zwischen dem 1. und 2. bzw. 3. und 4. Untersuchungsdurchgang (Dg),  $n = 12$  bzw. 29 Betriebe

Anteil Gangnote 1 bis 5 (%) 1./2. Dg: $n = 12$ Betriebe; 3./4. Dg: $n = 29$ Betriebe									
Grad 1		Grad 2		Grad 3		Grad 4		Grad 5	
1./2. Dg	3./4. Dg	1./2. Dg	3./4. Dg	1./2. Dg	3./4. Dg	1./2. Dg	3./4. Dg	1./2. Dg	3./4. Dg
0,49 n.s.	0,76 $p=0,000$	0,24 n.s.	0,52 $p=0,004$	-0,13 n.s.	0,53 $p=0,003$	0,18 n.s.	0,67 $p=0,000$	0,59 $p=0,045$	0,37 $p=0,051$

Im zweiten Jahr (3. und 4. Dg, Tab. 20) bestanden die stärksten Beziehungen für die Gangnoten 1 und 4 ( $r_s = 0,76$  bzw.  $0,67$ ). Die Gangnoten 2, 3 und 5 waren mit Korrelationskoeffizienten von  $r_s = 0,37$  bis  $r_s = 0,53$  ebenfalls signifikant positiv korreliert.

### 4.3.2 Integumentschäden

In diese Auswertung gingen nur die Daten ein, die in jeweils vier Durchgängen pro Betrieb erhoben wurden, um so zum einen den Vergleich zwischen Stallsaisonanfang und –ende bzw. zwischen dem ersten und dem zweiten Untersuchungsjahr zu ermöglichen. In einem weiteren Schritt wurden nur die Daten von Kühen ausgewertet, die zu allen Erhebungszeitpunkten untersucht worden waren. Dabei standen bezüglich Integumentschäden am Tarsus noch ausreichende Stichprobengrößen (mindestens sieben Kühe pro Betrieb) von neun Betrieben (insgesamt 209 Kühe) bzw. für die Schäden am Fersenhöcker von elf Betrieben (insgesamt 237 Kühe) zur Verfügung (unterschiedliche Stichprobengrößen beruhen auf hochgradiger Verschmutzung in den beurteilten Regionen, wodurch die Befundaufnahme nicht immer möglich war). Um die Korrelationen auf Basis aller Kühe aus vier Untersuchungsdurchgängen mit den Korrelationen auf Basis der viermal untersuchten Kühe zu vergleichen, lag in beiden Fällen dieselbe Betriebszahl von neun bzw. elf Betrieben zugrunde.

Grundsätzlich wurden bei der Auswertung jeweils alle mindestens haarlosen Stellen (Schweregrad  $\geq 2$ ) bzw. alle entzündlichen Veränderungen (Schweregrad  $\geq 3$ : haarlos mit Rötung, exsudative Prozesse, Wunden, Ulzera) berücksichtigt. Es wurden sowohl der Anteil an Tieren mit den jeweiligen Integumentschäden sowie die mittlere Anzahl Schäden je Lokalisation berechnet.

#### Tarsalgelenke

Unter Einbeziehung aller untersuchten Kühe fielen die absoluten Werte zwischen erstem und zweitem Durchgang (Grad  $\geq 2$ ) leicht ab, während die Werte für Schäden von Grad  $\geq 3$  mehr oder weniger gleich blieben (Tab. 21). Dies galt sowohl für die Anteile an Tieren mit Schäden als auch für die mittlere Anzahl Schäden je betroffenes Tier. Die Werte unterschieden sich nicht signifikant zwischen dem ersten und zweiten bzw. dem dritten und vierten Durchgang (Wilcoxon-Test). Im zweiten Untersuchungsjahr stiegen die Werte dagegen an. Die Werte für die viermal untersuchten Kühe unterschieden sich nur unwesentlich.

Tab. 21: Mittelwert (Mw), Minimalwert (Min) und Maximalwert (Max) bezüglich Anteil Tiere mit Schäden bzw. mittlere Anzahl Schäden je betroffenes Tier am äußeren Tarsus (T) innerhalb der Untersuchungsjahre; alle Kühe aus 4 Durchgängen (Dg) bzw. Kühe, die in allen 4 Durchgängen untersucht wurden, n = 9 Betriebe

n = 9 Betriebe		T außen (alle Kühe)				T außen (4 x untersuchte Kühe)			
		1. Dg	2. Dg	3. Dg	4. Dg	1. Dg	2. Dg	3. Dg	4. Dg
<b>Anteil (%)</b> <b>Grad <math>\geq 2</math></b>	Mw	86	76	75	85	86	70	77	88
	Min	46	22	57	77	40	21	56	79
	Max	100	95	100	95	100	87	100	100
<b>Anteil (%)</b> <b>Grad <math>\geq 3</math></b>	Mw	47	51	27	48	46	47	26	48
	Min	27	20	18	25	13	7	13	27
	Max	65	73	43	70	58	70	48	71
<b>Mittlere</b> <b>Anzahl</b> <b><math>\geq 2</math> (n)</b>	Mw	1,60	1,34	1,29	1,49	1,60	1,20	1,33	1,54
	Min	0,58	0,30	0,98	1,36	0,53	0,25	0,96	1,32
	Max	2,02	1,85	1,90	1,68	2,04	1,61	1,88	1,81
<b>Mittlere</b> <b>Anzahl</b> <b><math>\geq 3</math> (n)</b>	Mw	0,69	0,71	0,40	0,70	0,65	0,66	0,39	0,72
	Min	0,31	0,22	0,22	0,40	0,13	0,07	0,17	0,41
	Max	1,12	1,07	0,65	1,04	1,05	1,09	0,76	1,19

In den Abbildungen 9 und 10 wird die mittlere Anzahl Schäden beider Schadenskategorien pro betroffenes Tier auf Betriebsebene (n = 9 Betriebe, alle untersuchten Kühe) graphisch dargestellt.

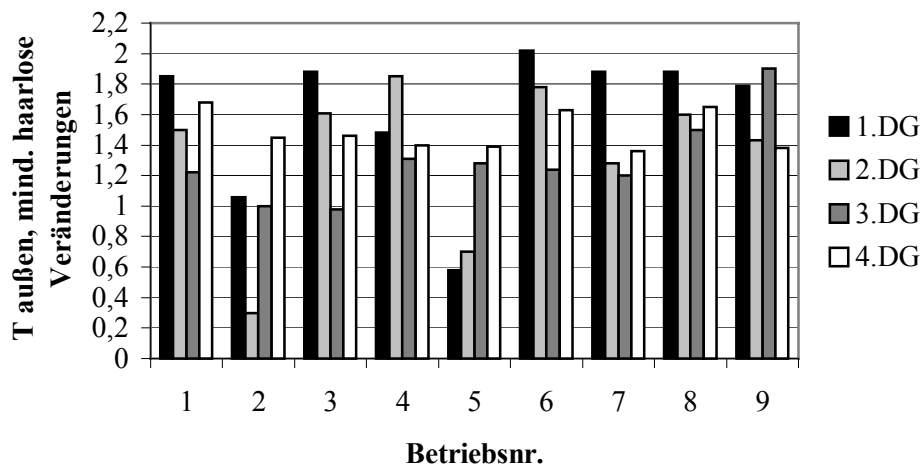


Abb. 9: Mittlere Anzahl Schäden je betroffenes Tier vom Schweregrad  $\geq 2$  am Tarsus (T) außen, 1. bis 4. Durchgang (Dg), n = 9 Betriebe

Der Wert von 2,02 im ersten Durchgang für Betrieb Nr. 6 (Abb. 9) bedeutet etwa, dass je betroffene Kuh im Durchschnitt 2,02 mindestens haarlose Stellen an den Tarsalgelenken vorlagen. Im Mittel wiesen die betroffenen Kühe zwischen 1,29 und 1,60 Schäden von Grad  $\geq 2$  auf (siehe Tab. 21). Im ersten Untersuchungsjahr war in nur zwei von neun Fällen der Schadensmittelwert im zweiten Durchgang (Ende der Stallperiode) größer als im ersten (Beginn der Stallperiode). Im zweiten Untersuchungsjahr waren es dagegen acht von neun Betrieben, die am Ende der Stallperiode einen höheren Wert aufwiesen.

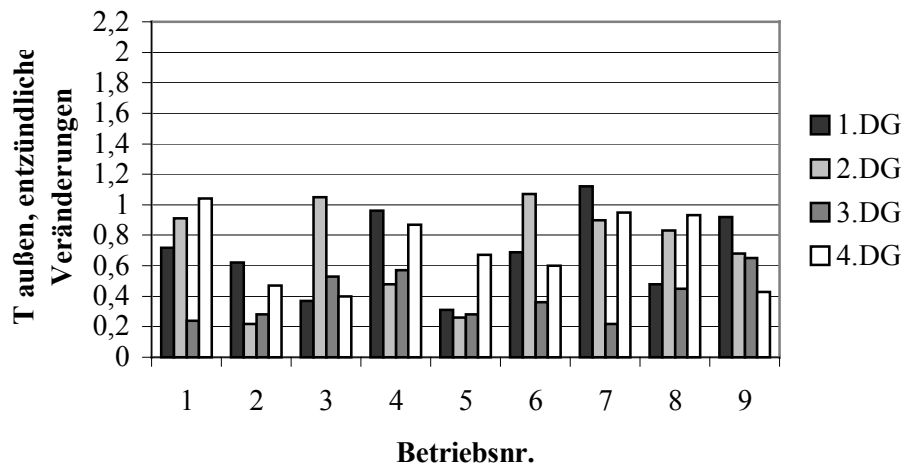


Abb. 10: Mittlere Anzahl Schäden je betroffenes Tier vom Schweregrad  $\geq 3$  am Tarsus (T) außen, 1. bis 4. Durchgang (Dg), n = 9 Betriebe

Ein etwas abweichendes Bild ergaben die Mittelwerte für entzündlich veränderte Schäden am Tarsalgelenk (Abb. 10). In vier von neun Betrieben war der Schadensmittelwert im zweiten Durchgang (Ende der Stallperiode) größer als im ersten (Beginn der Stallperiode). Im zweiten Untersuchungsjahr waren es dagegen sieben von neun Betrieben, die beim zweiten Untersuchungstermin einen höheren Wert aufwiesen. Die durchschnittliche Anzahl entzündeter Läsionen je betroffenes Tier lag in den einzelnen Durchgängen zwischen 0,40 und 0,71 (siehe Tab. 21).

Wie aus Tabelle 22 ersichtlich, bestanden nennenswerte Beziehungen für alle untersuchten Kühe lediglich für den Anteil Tiere mit mindestens haarlosen Stellen zwischen dem ersten und zweiten Durchgang ( $r_s = 0,55$ , n.s.) sowie zwischen dem ersten und zweiten Untersuchungsjahr ( $r_s = 0,61$ , n.s.). Die mittlere Anzahl entzündlich veränderter Schäden je betroffenes Tier war zwischen drittem und viertem Durchgang negativ korreliert ( $r_s = -0,58$ , n.s.).

Zwischen den Jahren ließen sich nur für die Anteile an betroffenen Tieren Beziehungen erkennen.

Innerhalb des ersten Jahres verstärkten sich die Korrelationen bezüglich Schäden von  $\text{Grad} \geq 2$  für die viermal untersuchten Kühe. Im zweiten Untersuchungsjahr lagen dagegen keine Beziehungen vor. Beim Anteil an Tieren mit Schäden von  $\text{Grad} \geq 3$  deutete sich ein Zusammenhang zwischen beiden Untersuchungsjahren an.

Tab. 22: Spearman-Rank-Korrelationskoeffizienten für den Anteil Tiere mit Schäden bzw. mittlere Anzahl Schäden je betroffenes Tier, Tarsus (T) außen, innerhalb der Untersuchungsjahre und für Mittelwerte aus den Jahren 1/2; alle Kühe aus 4 Durchgängen (Dg) bzw. Kühe, die in allen 4 Dg untersucht,  $n = 9$  Betriebe

n = 9 Betriebe	T außen (alle Kühe)			T außen (4 x untersuchte Kühe)		
	1./2. Dg	3./4. Dg	1./2. Jahr	1./2. Dg	3./4. Dg	1./2. Jahr
<b>Anteil (%) Grad <math>\geq 2</math></b>	0,55 n.s.	-0,03 n.s.	0,61 n.s.	0,64 n.s.	-0,15 n.s.	0,31 n.s.
<b>Anteil (%) Grad <math>\geq 3</math></b>	-0,13 n.s.	-0,32 n.s.	0,47 n.s.	-0,04 n.s.	-0,08 n.s.	0,45 n.s.
<b>Mittlere Anzahl <math>\geq 2</math> (n)</b>	0,50 n.s.	-0,12 n.s.	0,22 n.s.	0,62 n.s.	0,03 n.s.	0,17 n.s.
<b>Mittlere Anzahl <math>\geq 3</math> (n)</b>	0,08 n.s.	-0,58 n.s.	0,37 n.s.	0,27 n.s.	-0,08 n.s.	0,32 n.s.

### Fersenhöcker

Im Folgenden wird zwischen der lateralen und der medialen Seite der Fersenhöcker differenziert.

Sowohl bei allen als auch bei den viermal untersuchten Kühen stiegen die absoluten Werte bezüglich Anteil an Tieren mit Schäden bzw. mittlere Anzahl Schäden je betroffenes Tier an den lateralen Fersenhöckern für beide Schadenklassen jeweils zwischen dem ersten und zweiten und zwischen dem dritten und vierten Durchgang an (Tab. 23).

Tab. 23: Mittelwert (Mw), Minimalwert (Min) und Maximalwert (Max) bezüglich Anteil Tiere mit Schäden bzw. mittlere Anzahl Schäden je betroffenes Tier am äußeren Fersenhöcker (Fh) innerhalb der Untersuchungsjahre; alle Kühe aus 4 Durchgängen (Dg) bzw. Kühe, die in allen 4 Durchgängen untersucht wurden, n = 11 Betriebe

n = 11 Betriebe		Fh außen (alle Kühe)				Fh außen (4 x untersuchte Kühe)			
		1. Dg	2. Dg	3. Dg	4. Dg	1. Dg	2. Dg	3. Dg	4. Dg
<b>Anteil (%) Grad <math>\geq 2</math></b>	Mw	13	22	11	20	16	22	9	22
	Min	0	0	0	0	0	0	0	0
	Max	32	36	20	38	37	41	23	43
<b>Anteil (%) Grad <math>\geq 3</math></b>	Mw	10	16	5	15	11	16	4	16
	Min	0	0	0	0	0	0	0	0
	Max	21	31	11	32	26	30	14	29
<b>Mittlere Anzahl <math>\geq 2</math> (n)</b>	Mw	0,16	0,27	0,15	0,27	0,16	0,27	0,13	0,31
	Min	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Max	0,99	0,50	0,26	0,50	0,44	0,55	0,31	0,71
<b>Mittlere Anzahl <math>\geq 3</math> (n)</b>	Mw	0,12	0,19	0,06	0,20	0,13	0,18	0,05	0,19
	Min	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Max	0,21	0,40	0,40	0,43	0,30	0,41	0,14	0,33

Der Anteil an Tieren mit mindestens haarlosen Stellen reichte dabei von 11 % bis 22 % für alle untersuchten Tiere bzw. von 9 % bis 22 % für die viermal untersuchten Kühe. Der Anteil an Tieren mit entzündlich veränderten Läsionen rangierte von 5 % bis 16 % (alle Kühe) bzw. von 4 % bis 16 % (viermal untersuchte Kühe). Die Unterschiede in den Werten innerhalb beider Untersuchungsjahre waren jedoch nicht signifikant (Wilcoxon-Test).

Innerhalb des ersten Jahres lagen für alle untersuchten Kühe mittlere bis hohe signifikante Korrelationen bezüglich Schäden am lateralen Fersenhöcker vor ( $r_s = 0,67$  bis  $r_s = 0,89$ ) (Tab. 24). Im zweiten Jahr war dagegen nur noch der Anteil an Tieren mit mindestens haarlosen Stellen signifikant korreliert ( $r_s = 0,59$ ). Zwischen beiden Untersuchungsjahren konnten nur für die mindestens haarlosen Läsionen Beziehungen festgestellt werden ( $r_s = 0,62$ ,  $p = 0,040$ ;  $r_s = 0,50$ , n.s.).

Abgesehen vom Anteil an Tieren mit Schäden vom Grad  $\geq 2$  ergab sich innerhalb des ersten Jahres und zwischen beiden Untersuchungsjahren bezogen auf die viermal untersuchten Kühe ein ähnliches Bild; im zweiten Jahr bestanden dagegen keine Zusammenhänge.

Tab. 24: Spearman-Rank-Korrelationskoeffizienten für den Anteil Tiere mit Schäden bzw. mittlere Anzahl Schäden je betroffenes Tier, Fersenhöcker (Fh) außen, innerhalb der Untersuchungsjahre und für Mittelwerte aus den Jahren 1/2; alle Kühe aus 4 Durchgängen (Dg) bzw. Kühe, die in allen 4 Dg untersucht wurden, n = 11 Betriebe

n = 11 Betriebe	Fh außen (alle Kühe)			Fh außen (4 x untersuchte Kühe)		
	1./2. Dg	3./4. Dg	1./2. Jahr	1./2. Dg	3./4. Dg	1./2. Jahr
<b>Anteil (%) Grad <math>\geq 2</math></b>	0,67 p=0,024	0,59 p=0,054	0,62 p=0,040	0,31 n.s.	0,15 n.s.	0,68 p=0,021
<b>Anteil (%) Grad <math>\geq 3</math></b>	0,89 p=0,000	0,49 n.s.	0,35 n.s.	0,71 p=0,014	0,28 n.s.	0,40 n.s.
<b>Mittlere Anzahl <math>\geq 2</math> (n)</b>	0,68 p=0,021	0,35 n.s.	0,50 n.s.	0,69 p=0,019	-0,15 n.s.	0,52 n.s.
<b>Mittlere Anzahl <math>\geq 3</math> (n)</b>	0,86 p=0,001	0,45 n.s.	0,33 n.s.	0,74 p=0,009	0,22 n.s.	0,35 n.s.

Die absoluten Werte für die Schäden am medialen Fersenhöcker wiesen zwar insgesamt ein etwas niedrigeres Niveau auf, zeigten aber das gleiche Bild wie die absoluten Werte für die Schäden am lateralen Fersenhöcker und stiegen innerhalb beider Untersuchungsjahre an (Tab. 25); die Differenzen zwischen erstem und zweitem bzw. drittem und viertem Durchgang waren jedoch wiederum nicht signifikant.

Tab. 25: Mittelwert (Mw), Minimalwert (Min) und Maximalwert (Max) bezüglich Anteil Tiere mit Schäden bzw. mittlere Anzahl Schäden je betroffenes Tier am inneren Fersenhöcker (Fh) innerhalb der Untersuchungsjahre; alle Kühe aus 4 Durchgängen (Dg) bzw. Kühe, die in allen 4 Durchgängen untersucht wurden, n = 11 Betriebe

n = 11 Betriebe		Fh innen (alle Kühe)				Fh innen (4 x untersuchte Kühe)			
		1. Dg	2. Dg	3. Dg	4. Dg	1. Dg	2. Dg	3. Dg	4. Dg
<b>Anteil (%) Grad <math>\geq 2</math></b>	Mw	9	12	5	8	6	12	7	10
	Min	0	0	0	0	0	0	0	0
	Max	16	31	12	15	15	37	19	21
<b>Anteil (%) Grad <math>\geq 3</math></b>	Mw	8	12	5	7	6	12	6	9
	Min	0	0	0	0	0	0	0	0
	Max	16	31	12	15	15	37	15	20
<b>Mittlere Anzahl <math>\geq 2</math> (n)</b>	Mw	0,12	0,17	0,08	0,12	0,08	0,18	0,08	0,17
	Min	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Max	0,26	0,49	0,17	0,25	0,23	0,59	0,22	0,40
<b>Mittlere Anzahl <math>\geq 3</math> (n)</b>	Mw	0,12	0,17	0,07	0,10	0,08	0,17	0,08	0,14
	Min	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Max	0,26	0,49	0,17	0,24	0,23	0,59	0,19	0,40

Waren die Integumentschäden an der medialen Seite des Fersenhöckers lokalisiert, korrelierten, wie auch bei den Schäden am äußeren Fersenhöcker, die Werte auf Basis aller untersuchten Kühe deutlicher innerhalb des ersten Untersuchungsjahres (Tab. 26). Dies galt sowohl für den Anteil an Kühen mit Schäden als auch für die mittlere Anzahl Schäden am medialen Fersenhöcker vom Schweregrad  $\geq 2$  bzw.  $\geq 3$ ; die deutlich positiven und signifikanten Korrelationen lagen zwischen 0,76 und 0,86. Bezüglich des Anteils an Kühen mit mindestens haarlosen Stellen bestand darüber hinaus eine signifikante Korrelation zwischen dem dritten und dem vierten Durchgang ( $r_s = 0,68$ ,  $p = 0,020$ ).

Im Gegensatz zu den Veränderungen an den äußeren Fersenhöckern korrelierten alle Parameter für mediale Veränderungen zwischen Jahr 1 und Jahr 2 signifikant ( $r_s = 0,61$  bis  $r_s = 0,92$ ).

Tab. 26: Spearman-Rank-Korrelationskoeffizienten für den Anteil Tiere mit Schäden bzw. mittlere Anzahl Schäden je betroffenes Tier, Fersenhöcker (Fh) innen, innerhalb der Untersuchungsjahre und für Mittelwerte aus den Jahren 1/2; alle Kühe aus 4 Durchgängen (Dg) bzw. Kühe, die in allen 4 Dg untersucht wurden,  $n = 11$  Betriebe

n = 11 Betriebe	Fh innen (alle Kühe)			Fh innen (4 x untersuchte Kühe)		
	1./2. Dg	3./4. Dg	1./2. Jahr	1./2. Dg	3./4. Dg	1./2. Jahr
<b>Anteil (%) Grad <math>\geq 2</math></b>	0,76 p=0,007	0,68 p=0,020	0,92 p=0,000	0,42 n.s.	0,68 p=0,021	0,64 p=0,033
<b>Anteil (%) Grad <math>\geq 3</math></b>	0,81 p=0,002	0,45 n.s.	0,84 p=0,001	0,46 n.s.	0,55 n.s.	0,58 n.s.
<b>Mittlere Anzahl <math>\geq 2</math> (n)</b>	0,83 p=0,002	0,55 n.s.	0,87 p=0,000	0,47 n.s.	0,59 n.s.	0,53 n.s.
<b>Mittlere Anzahl <math>\geq 3</math> (n)</b>	0,86 p=0,001	0,51 n.s.	0,61 p=0,046	0,50 n.s.	0,53 n.s.	0,44 n.s.

Bei den insgesamt viermal untersuchten Kühen lagen demgegenüber im ersten Untersuchungsjahr deutlich schwächere nicht signifikante Korrelationen zwischen  $r_s = 0,42$  und  $r_s = 0,50$  vor. Die Korrelationen im zweiten Jahr ergaben dagegen ein ähnliches Bild wie die entsprechenden Korrelationen auf Basis aller untersuchten Kühe. Signifikante Beziehungen zwischen den Untersuchungsjahren bestanden lediglich für den Anteil an Tieren mit mindestens haarlosen Stellen.



### Schwellungen an den Tarsalgelenken

Die Ergebnisse der Spearman-Rank-Korrelationsanalyse bezüglich Schwellungen am Tarsalgelenk (Tab. 27) basieren für das erste Jahr auf den Daten aus zwölf und für das zweite Jahr auf den Daten aus 29 Betrieben.

Tab. 27: Spearman-Rank-Korrelationskoeffizienten für den Anteil Tiere mit mittel- (mgr.) und hochgradigen (hgr.) Schwellungen bzw. mittlere Anzahl Schwellungen am Tarsus (T) je betroffenes Tier, 1. bis 4. Durchgang (Dg) bzw. Mittelwerte aus den Untersuchungsjahren 1 und 2, n = 12 bzw. 29 Betriebe

Jahr1:n=12 Betriebe Jahr2:n=29 Betriebe	Mittelgradige Schwellung Tarsus			Hochgradige Schwellung Tarsus		
	1./2. Dg	3./4. Dg	1./2. Jahr n=12 Betriebe	1./2. Dg	3./4. Dg	1./2. Jahr n=12 Betriebe
<b>Anteil (%)</b>	0,76 p=0,004	0,61 p=0,001	0,93 p=0,000	0,27 n.s.	0,33 n.s.	0,25 n.s.
<b>Anzahl Befunde je Tier (n)</b>	0,73 p=0,007	0,60 p=0,001	0,83 p=0,001	0,27 n.s.	0,38 p=0,043	0,25 n.s.

Die Korrelationen für den Anteil an Tieren mit Schwellungen und für die Anzahl an Schwellungen je betroffenes Tier unterschieden sich nur geringfügig. Mittelgradige Umfangsvermehrungen an den Tarsalgelenken korrelierten signifikant positiv innerhalb des ersten bzw. zweiten Untersuchungsjahrs ( $r_s = 0,60$  bis  $r_s = 0,76$ ) (Tab. 27). Auch zwischen den Untersuchungsjahren bestanden positive, hoch signifikante Korrelationen ( $r_s = 0,93$  bzw.  $r_s = 0,83$ ).

Im Gegensatz zu den mittelgradigen Veränderungen ließ sich bei den hochgradigen Schwellungen der Tarsalgelenke nur im zweiten Untersuchungsjahr eine schwach positive, signifikante Korrelation bezüglich Anzahl Schwellungen je Tier feststellen ( $r_s = 0,38$ ).

#### 4.3.3 Tierverschmutzung

Den Ergebnissen bezüglich Tierverschmutzung in den untersuchten Betrieben liegen, wie auch den Ergebnissen in Kapitel 4.3.1 (Wiederholung der Gangbeurteilung), Daten zugrunde, die im ersten Jahr auf zwölf bzw. im zweiten Jahr auf 29 Betrieben erhoben wurden. Wie in Kap. 3.3.2.4 erläutert, wurde die Verschmutzung der Tiere durchgehend an allen vier Untersuchungsterminen an vier verschiedenen Körperregionen beurteilt.

Die Verteilung der Häufigkeit der Verschmutzung in den einzelnen Körperregionen ist der Tabelle im Anhang zu entnehmen.

Die vorliegenden Ergebnisse beziehen sich jeweils auf Herdendurchschnittswerte.

Die Korrelationskoeffizienten für den durchschnittlichen Verschmutzungsscore in den verschiedenen Körperzonen (Zone 1: Hinteransicht, Zone 2: Euter, Zone 3: Unterbauch, Zone 4: Oberschenkel) reichten im ersten Untersuchungsjahr von  $r_s = 0,27$  bis  $r_s = 0,88$ , im zweiten Untersuchungsjahr von  $r_s = 0,76$  bis  $r_s = 0,86$  (Tab. 28).

Während innerhalb des ersten Jahres der Verschmutzungsgrad in den Regionen Euter und Oberschenkel am stärksten korrelierte, waren im zweiten Jahr die Korrelationen für die Euterregion und für den Bereich Hinteransicht am deutlichsten. Die Korrelationen für die restlichen Regionen lagen ähnlich hoch.

Für den Anteil an Kühen mit Verschmutzungen im Bereich der Hinteransicht lag innerhalb des ersten Jahres eine signifikante positive Korrelation vor ( $r_s = 0,66$ ,  $p = 0,020$ ). Dagegen lagen die Korrelationen bezüglich Anteil an Kühen mit Verschmutzungen in den restlichen Regionen innerhalb beider Jahre niedriger als für den jeweiligen durchschnittlichen Verschmutzungsscore.

Tab. 28: Spearman-Rank-Korrelationskoeffizienten für den mittleren Verschmutzungsscore (mittl. Vs) sowie den Anteil Kühe mit Verschmutzungen für die Zonen 1 bis 4 (Zone 1: Hinteransicht, Zone 2: Euter, Zone 3: Unterbauch, Zone 4: Oberschenkel); 1. bis 4. Durchgang (Dg),  $n = 12$  bzw. 29 Betriebe

	1./2. Dg (n = 12 Betriebe)					3./4. Dg (n = 29 Betriebe)				
	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4	Zone 1-4	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4	Zone 1-4
<b>Mittl. Vs</b>	0,27 n.s.	0,61 p=0,036	0,46 n.s.	0,88 p=0,000	0,69 p=0,014	0,88 p=0,000	0,86 p=0,000	0,82 p=0,000	0,76 p=0,000	0,89 p=0,000
<b>Anteil Kühe(%)</b>	0,66 p=0,020	0,52 n.s.	0,22 n.s.	0,47 n.s.	0,67 p=0,017	0,70 p=0,000	0,80 p=0,000	0,73 p=0,000	0,54 p=0,002	0,84 p=0,000

Auch die Gesamtscores für die Verschmutzungen in den Zonen 1 bis 4 korrelierten signifikant innerhalb des ersten Untersuchungsjahres ( $r_s = 0,69$  bzw.  $r_s = 0,67$ ). Besonders deutlich und hoch signifikant waren die Korrelationen innerhalb des zweiten Jahres ( $r_s = 0,89$  bzw.  $r_s = 0,84$ ).

## 4.4 Einfluss von Faktoren des Haltungssystems auf ausgewählte tierbezogene Faktoren

### 4.4.1 Liegeverhalten

Im zweiten Untersuchungsjahr wurden mithilfe von Lagesensoren/Datenloggern in insgesamt 28 Betrieben Untersuchungen zum Liegeverhalten der Kühe durchgeführt. Die Tabellen 29 und 30 geben einen Überblick über Liegedauer, Anzahl und Dauer der Liegeperioden sowie Anzahl der Liegeblöcke, differenziert nach Haltungssystemen.

Tab. 29: Mittelwert (Mw), Standardabweichung (sd), Minimalwert (Min) und Maximalwert (Max) bezüglich Liegedauer (in 24 h), differenziert nach Haltungssystemen, n = 28 Betriebe

Haltungssystem	Liegedauer (h)			
	Mw	sd	Min	Max
alle Betriebe (n = 28)	10,5	0,9	9,2	12,5
Tiefstreusysteme (n = 7)	10,7	0,4	10,0	11,4
Liegeboxenlaufställe (n = 21)	10,4	1,0	9,2	12,5
<b>Boxenlaufställe differenziert nach Liegeuntergrund</b>				
Gummimatte (n = 11)	9,7 <sup>a</sup>	0,5	9,2	10,7
Komfortmatratze (n = 5)	11,5 <sup>b</sup>	1,0	10,1	12,5
Einstreu/Beton (n = 5)	10,8 <sup>b</sup>	0,8	9,7	11,7

<sup>a,b</sup> Werte innerhalb Spalten mit unterschiedlichen Buchstaben unterscheiden sich signifikant (Gummimatte/Komfortmatratze:  $p = 0,004$ , Gummimatte/eingestreuter Beton:  $p = 0,020$ , Mann-Whitney-U-Test)

Die Liegezeit unterschied sich nicht signifikant zwischen Tiefstreusystemen (Mw  $10,7 \pm 0,4$  h, mittl. Dauer  $\pm$  sd) und Boxenlaufställen (Mw  $10,4 \pm 1,0$  h; Tab. 29).

Bei differenzierter Betrachtung der einzelnen Liegeboxentypen ergaben sich jedoch signifikante Unterschiede. Kühe in Betrieben mit harten Gummimatten wiesen die kürzesten Liegezeiten auf (Mw 9,7 h), gefolgt von Betrieben mit Einstreu auf Betonuntergrund (Mw 10,8 h) und den Betrieben mit Komfortmatten in den Liegeboxen (Mw 11,5 h; Kruskal-Wallis-Test,  $p = 0,004$ ). Der paarweise Vergleich der einzelnen Boxentypen ergab signifikante Unterschiede zwischen den Betrieben mit Gummi- und Komfortmatratzen bzw. schwach signifikante Differenzen zwischen Betrieben mit Gummimatten und Betrieben mit eingestreuter Betonfläche ( $p = 0,004$  bzw.  $p = 0,020$ , Mann-Whitney-U-Test).

Die Zahl der Liegeperioden war in den Tiefstreusystemen nicht signifikant höher (Mw 10,2) als in den Liegeboxenlaufställen (Mw 9,6) (Tab. 30).

Betrachtet man die durchschnittliche Anzahl der Liegeperioden für die einzelnen Typen der Boxenlaufställe, so ergab sich ein einheitliches Bild. In den Betrieben mit eingestreutem Betonuntergrund verteilte sich die Liegezeit der Kühe auf durchschnittlich 9,4 Liegeperioden und in den Betrieben mit Gummimatten und Komfortmatratzen auf jeweils durchschnittlich 9,7 Liegeperioden. Es lagen keine signifikanten Unterschiede in der Anzahl der Liegeperioden zwischen den verschiedenen Belägen vor.

Tab. 30: Mittelwert (Mw), Standardabweichung (sd), Minimalwert (Min) und Maximalwert (Max) bezüglich Anzahl und Dauer der Liegeperioden und Anzahl der Liegeblöcke (in 24 h), differenziert nach Haltungssystemen, n = 28 Betriebe

Haltungssystem	Anzahl Liegeperioden (n)				Dauer Liegeperioden (h)				Anzahl Liegeblöcke (n)			
	Mw	sd	Min	Max	Mw	sd	Min	Max	Mw	sd	Min	Max
<b>alle Betriebe</b> (n = 28)	9,8	1,4	7,3	12,2	1,2	0,2	1,0	1,6	7,6	1,2	5,1	9,4
<b>Tiefstreusysteme</b> (n = 7)	10,2	1,0	9,2	11,8	1,2	0,2	1,0	1,5	7,5	1,1	5,7	9,0
<b>Liegeboxenställe</b> (n = 21)	9,6	1,5	7,3	12,2	1,2	0,2	1,0	1,6	7,6	1,2	5,1	9,4
<b>Boxenlaufställe differenziert nach Liegeuntergrund</b>												
<b>Gummimatte</b> (n = 11)	9,7	1,6	7,3	12,2	1,2	0,3	1,0	1,6	7,8	1,4	5,2	9,4
<b>Komfortmatratze</b> (n = 5)	9,7	1,2	8,6	11,6	1,3	0,1	1,1	1,5	8,0	0,2	7,9	8,3
<b>Einstreu/Beton</b> (n = 5)	9,4	1,6	7,9	11,5	1,3	0,1	1,1	1,4	6,9	1,1	5,1	7,8

Zwischen den Tiefstreusystemen und den Boxenlaufställen bestanden weiterhin keine Unterschiede in der durchschnittlichen Dauer der Liegeperioden (Mw 1,2 h, Tab. 30). Mit einer durchschnittlichen Dauer von 1,3 h waren die Liegeperioden in Betrieben mit Komfortmatratzen und eingestreuter Betonfläche nur unwesentlich länger als in Betrieben mit harten Gummimatten (Mw 1,2 h).

Die Anzahl der Liegeblöcke, also Liegephasen, die für max. 10 min unterbrochen wurden, war mit einer durchschnittlichen Anzahl von 7,5 bei den Tiefstreusystemen fast genauso hoch wie bei den Liegeboxenlaufställen mit durchschnittlich 7,6 Liegeblöcken.

Innerhalb der Boxenlaufställe war die Anzahl der Liegeblöcke in den Betrieben mit Komfortmatratzen am höchsten (Mw 8,0), gefolgt von den Betrieben mit Gummimatten (Mw 7,8) und, mit etwas größerem Abstand, von den Betrieben mit eingestreuter Betonfläche (Mw 6,9). Auch diese Differenzen waren nicht signifikant.

Bei der gesonderten Betrachtung der Beziehungen zwischen Kriterien der Haltungsumgebung oder des Herdenmanagements (Anzahl Boxen im Verhältnis zur Kuhzahl im Betrieb, Anzahl Fressplätze pro Kuh sowie die pro Tier zur Verfügung stehende Fläche) und den Liegeparametern in den 21 Boxenlaufställen (Tab. 31) zeigten sich keine signifikanten Zusammenhänge. Lediglich die Anzahl an Liegeboxen je Kuh zeigte eine schwach negative, nicht signifikante Beziehung zur Variabilität der Liegezeit ( $r_s = -0,41$ ).

Tab. 31: Spearman-Rank-Korrelationskoeffizienten für Parameter des Liegeverhaltens und Haltungskriterien von Boxenlaufställen, n = 21 Betriebe

n = 21 Betriebe	Parameter des Liegeverhaltens			
Haltungskriterien Boxenlaufställe	Liegezeit (h/24h)	Variations- koeffizient Liegezeit (%)	Anzahl Liege- perioden (n/24h)	Dauer Liege- perioden (h/24h)
<b>Boxen pro Kuh (n)</b>	0,22 n.s.	-0,41 n.s.	0,18 n.s.	-0,17 n.s.
<b>Fressplätze pro Kuh (n)</b>	-0,03 n.s.	0,02 n.s.	-0,05 n.s.	-0,06 n.s.
<b>Fläche pro Tier (m<sup>2</sup>)</b>	0,36 n.s.	-0,32 n.s.	0,35 n.s.	-0,19 n.s.

Darüber hinaus wurden die Liegeparameter anhand der Spearman-Rank-Korrelationsanalyse auf Zusammenhänge mit den verschiedenen Boxenmaßen untersucht. Dabei erfolgte eine Unterteilung der Liegeboxen nach ihrer Position im Stall in wand- (n = 20 Betriebe) und gegenständige Boxen (n = 17 Betriebe). Zusätzlich wurden in Anlehnung an HÖRNING (2003) die Mittelwerte aus den einzelnen Abmessungen beider Boxentypen gebildet (n = 21 Betriebe).

Für die Maße der Liegeboxen ergaben sich nur wenig eindeutige Beziehungen zu den Liegeparametern. Die Nackenriegelhöhe der gegenständigen Boxen war jedoch signifikant mit dem Variationskoeffizienten der Liegezeit korreliert ( $r_s = 0,74$ ,  $p = 0,001$ ). Schwach positiv korrelierten zudem der diagonale Nackenriegelabstand wandständiger Boxen mit der Anzahl der Liegeperioden ( $r_s = 0,39$ , n.s.).

Zusammenhänge zwischen den Mittelwerten der Abmessungen wand- und gegenständiger Boxen und den Liegeparametern lagen etwas häufiger vor (Tab. 32). Dabei zeigten sich schwach positive, signifikante Korrelationen zwischen der Nackenriegelhöhe und dem Variationskoeffizienten der Liegezeit ( $r_s = 0,50$ ) sowie zwischen der Boxenbreite und -fläche mit der Anzahl der Liegeperioden ( $r_s = 0,48$  bzw.  $r_s = 0,49$ ). Zwischen der Anzahl der Liegeperioden und dem diagonalen Nackenriegelabstand deutete sich ein schwach positiver Zusammenhang an ( $r_s = 0,38$ ).

Die Koeffizienten bezüglich Dauer der Liegeperioden und Boxenmaßen waren durchweg negativ, eindeutige Zusammenhänge lagen jedoch nicht vor.

Tab. 32: Spearman-Rank-Korrelationskoeffizienten für mittlere Boxenmaße (Mw der Abmessungen wand- und gegenständiger Boxen) und Parameter des Liegeverhaltens,  $n = 21$  Betriebe

n = 21 Betriebe		Mittlere Boxenmaße (Mw der Abmessungen wand- und gegenständiger Boxen)					
Liegeparameter	Mittlere Boxenlänge (cm)	Mittlere Boxenbreite (cm)	Mittlere Boxenfläche (m <sup>2</sup> )	Mittleres Boxenniveau (cm)	Mittlere Höhe Nackenriegel (cm)	Mittlerer horizontaler Abstand Nackenriegel-Kante (cm)	Mittlerer diagonaler Abstand Nackenriegel-Kante (cm)
Liegezeit (h/24h)	0,21 n.s.	-0,08 n.s.	0,16 n.s.	-0,14 n.s.	-0,15 n.s.	0,21 n.s.	0,30 n.s.
Variationskoeffizient Liegezeit (%)	0,13 n.s.	0,28 n.s.	0,19 n.s.	0,04 n.s.	0,50 p=0,022	0,02 n.s.	-0,11 n.s.
Anzahl Liegeperioden(n/24h)	0,48 p=0,027	0,14 n.s.	0,49 p=0,023	0,06 n.s.	-0,14 n.s.	0,29 n.s.	0,38 n.s.
Dauer Liegeperioden (h)	-0,27 n.s.	-0,13 n.s.	-0,33 n.s.	-0,17 n.s.	-0,17 n.s.	-0,08 n.s.	-0,15 n.s.
Anzahl Liegeblöcke (n/24 h)	0,34 n.s.	0,02 n.s.	0,36 n.s.	0,22 n.s.	0,02 n.s.	0,09 n.s.	0,14 n.s.

#### 4.4.2 Lahmheiten

In die Auswertung gingen Daten von 29 Betrieben aus dem zweiten Untersuchungsjahr ein.

##### Haltungssystem

Tabelle 33 beinhaltet zunächst eine Übersicht über das Auftreten klinischer Lahmheit (Gangnote  $\geq 3$ ), sowie über die Prävalenz geringgradiger Lahmheit (Gangnote = 3) bzw. mittel- und hochgradiger Lahmheit (Gangnote 4+5) in Tiefstreusystemen und Liegeboxenlaufställen.

Tab. 33: Mittelwert (Mw), Standardabweichung (sd), Minimalwert (Min) und Maximalwert (Max) bezüglich Prävalenz der Lahmheit (Gangnote  $\geq 3$ , Gangnote = 3, Gangnote = 4+5) differenziert nach Haltungssystemen, n = 29 Betriebe

Haltungssystem	Anteil klinisch lahm gesamt (Score $\geq 3$ ) (%)				Anteil ggr. lahm (Score = 3) (%)				Anteil mgr./hgr. lahm (Score 4+5) (%)			
	Mw	sd	Min	Max	Mw	sd	Min	Max	Mw	sd	Min	Max
<b>alle Betriebe</b> (n = 29)	12,5	7,3	0,0	28,5	7,8	4,6	0,0	16,5	4,7	4,3	0,0	17,5
<b>Tiefstreusysteme</b> (n = 8)	5,2*	5,9	0,0	15,5	4,3*	4,8	0,0	14,0	0,9*	1,7	0,0	5,0
<b>Liegeboxenställe</b> (n = 21)	15,3*	5,7	7,0	28,5	9,2*	0,8	2,0	16,5	6,1*	4,1	1,0	17,5
<b>Boxenlaufställe differenziert nach Liegeuntergrund</b>												
<b>Gummimatte</b> (n = 11)	16,0	7,1	7,0	28,5	8,1	4,1	2,0	16,5	7,9	4,7	1,0	17,5
<b>Komfortmatratze</b> (n = 5)	16,3	4,2	9,0	19,5	12,1	3,0	7,5	15,5	4,2	1,7	1,5	5,5
<b>Einstreu/Beton</b> (n = 5)	12,8	2,8	8,0	14,5	8,6	2,2	7,0	12,0	4,2	2,5	1,0	7,5

\* Werte innerhalb Spalten unterscheiden sich signifikant (Score  $\geq 3$ : p = 0,001; Score = 3: p = 0,008; Score 4+5: p = 0,001, Mann-Whitney-U-Test)

Der Anteil klinisch lahmer Kühe war in den Boxenlaufställen hoch signifikant höher als in den Tiefstreusystemen (Mw 15,3 % vs. Mw 5,2 %; p = 0,001, Mann-Whitney-U-Test). In den Boxenlaufställen mit Komfortmatratzen und Gummimatten als Unterlage in den Boxen traten klinische Lahmheiten mit 16,3 % bzw. 16,0 % etwa gleich häufig auf. Tiere aus Betrieben mit eingestreutem Beton litten dagegen mit einem durchschnittlichen Anteil von 12,8 % nicht signifikant seltener unter klinischer Lahmheit.

Die detaillierte Betrachtung der Ausprägungsgrade klinischer Lahmheit ergab, dass Kühe in Boxenlaufställen signifikant häufiger unter geringgradiger Lahmheit litten als in den Tiefstreusystemen (Mw 9,2 vs. Mw 4,3;  $p = 0,008$ , Mann-Whitney-U-Test). Innerhalb der Boxenlaufställe waren es die Betriebe mit Komfortmatratzen in den Liegeboxen, in denen die Prävalenz der geringgradigen Lahmheit am höchsten war (Mw 12,1 %). Dagegen traten geringgradige Lahmheiten in den Betrieben mit Gummimatten und mit Betonbelag seltener auf (Mw 8,1 % und 8,6 %). Diese Unterschiede innerhalb der drei Liegeboxentypen waren wiederum nicht signifikant.

Mittel- und hochgradige Lahmheiten kamen in den Tiefstreubetrieben mit durchschnittlich 0,9 % nur selten vor. Im Gegensatz dazu lag die Prävalenz in den Boxenlaufställen bei 6,1 %. Dieser Unterschied im Auftreten schwerwiegender Lahmheit zwischen den beiden Haltungssystemen war hoch signifikant ( $p = 0,001$ , Mann-Whitney-U-Test).

Die differenzierte Darstellung der verschiedenen Liegeboxentypen ergab im Vergleich zur Prävalenz geringgradiger Lahmheit ein abweichendes Bild. Mit durchschnittlich 7,9 % lag die Prävalenz der schwerwiegenden Lahmheiten in den Betrieben mit harten Gummimatten fast doppelt so hoch wie in den Betrieben mit Komfortmatratzen und eingestreuter Betonfläche (Mw jeweils 4,2 %). Diese Unterschiede innerhalb der Boxenlaufställe konnten jedoch nicht statistisch abgesichert werden.

### Liegeverhalten

Das Auftreten klinischer Lahmheit wurde anschließend mit Parametern des Liegeverhaltens in Beziehung gesetzt. Die in Tabelle 34 dargestellten Ergebnisse basieren auf Daten aus 28 Betrieben, die von klinisch nicht lahmen Fokustieren aufgenommen wurden.

Bezüglich Prävalenz für klinische Lahmheiten gesamt (Gangnote  $\geq 3$ ) bestanden keine signifikanten Beziehungen mit den Parametern Liegedauer, Anzahl Liegeperioden und –blöcke, durchschnittliche Dauer der Liegeperioden sowie Synchronität des Liegeverhaltens.

Lediglich der innerbetriebliche Variationskoeffizient der Liegezeit als Maß für die Variabilität des Liegeverhaltens innerhalb der Betriebe wies mit  $r_s = 0,41$  einen schwach signifikanten Zusammenhang ( $p = 0,029$ ) auf. Dies bedeutet, dass die Prävalenz klinischer Lahmheit in Betrieben mit einer größeren Streuung der Liegezeiten bei den gesunden/nicht lahmen Tieren höher war.



Tab. 34: Spearman-Rank-Korrelationskoeffizienten für Parameter des Liegeverhaltens und Prävalenz der Lahmheit, n = 28 Betriebe

n = 28 Betriebe	Parameter des Liegeverhaltens					
	Liegezeit (h/24h)	Variationskoeffizient Liegezeit (%)	Anzahl Liegeperioden (n/24h)	Dauer Liegeperioden (h)	Anzahl Liegeblöcke (n/24h)	Synchronität (Nacht 22:00-4:00) (%)
<b>Anteil klinisch lahm gesamt (Score <math>\geq 3</math>) (%)</b>	-0,26 n.s.	0,41 p=0,029	-0,25 n.s.	0,29 n.s.	-0,02 n.s.	-0,01 n.s.
<b>Anteil ggr. lahm (Score = 3) (%)</b>	0,04 n.s.	0,25 n.s.	0,06 n.s.	0,50 p=0,007	-0,15 n.s.	0,27 n.s.
<b>Anteil mgr./hgr. lahm (Score 4+5) (%)</b>	-0,47 p=0,011	0,47 p=0,013	-0,48 p=0,010	0,13 n.s.	0,02 n.s.	-0,21 n.s.

Eine differenziertere Betrachtung der Lahmheitsgrade ergab, dass der Anteil an geringgradig lahmen Tieren (Gangnote = 3) lediglich mit der durchschnittlichen Dauer der Liegeperioden signifikant ( $p = 0,007$ ) korreliert war. Die Prävalenz mittel- bis hochgradiger Lahmheit (Gangnoten 4+5) war jedoch neben dem Variationskoeffizienten der Liegezeit ( $r_s = 0,47$ ;  $p = 0,013$ ) auch mit der totalen Liegezeit ( $r_s = -0,47$ ;  $p = 0,011$ ) sowie der Anzahl der Liegeperioden korreliert ( $r_s = -0,48$ ;  $p = 0,010$ ).

#### Boxenabmessungen (Liegeboxenlaufställe)

Darüber hinaus wurde die Auftretenshäufigkeit klinischer Lahmheit in den 21 Boxenlaufställen anhand der Spearman-Rank-Korrelationsanalyse auf Zusammenhänge mit den verschiedenen Boxenmaßen untersucht (vgl. Kap. 4.4.1)

Es lagen keine signifikanten Zusammenhänge vor. Schwach positive Korrelationen bestanden lediglich zwischen dem Anteil klinischer Lahmheit gesamt und der Fläche ( $r_s = 0,41$ ) bzw. der Nackenriegelhöhe ( $r_s = 0,40$ ) sowie zwischen dem Anteil mittel- und hochgradiger Lahmheit und der Boxenlänge ( $r_s = 0,42$ ) wandständiger Boxen. Bei den Mittelwerten der Abmessungen aus wand- und gegenständigen Boxen zeigte lediglich der Anteil Lahmheit mit der Gangnote 4+5 eine schwach positive Korrelation mit dem Boxenniveau ( $r_s = 0,42$ , n.s.).

### Bodenbeschaffenheit

Neben den Boxenabmessungen wurde mit der Bodenbeschaffenheit ein weiterer Faktor des Haltungssystems auf mögliche Zusammenhänge mit der Prävalenz klinischer Lahmheit untersucht.

In 21 Betrieben wurde der Boden durchschnittlich als eher glatt beurteilt, in den restlichen acht Betrieben als eher griffig.

Von den 21 Betrieben mit glatter Lauffläche waren 19 Betriebe Boxenlaufställe, in zwei Fällen handelte es sich um Tiefstreusysteme. Sechs der acht untersuchten Tiefstreusysteme wiesen demnach eine griffige Lauffläche auf, während in nur zwei der insgesamt 21 Boxenlaufställe ein griffiger Boden vorlag.

Sowohl für den Anteil klinischer Lahmheit gesamt (Gangnote  $\geq 3$ ) als auch für die Anteile geringgradiger (Gangnote = 3) und mittel- und hochgradiger Lahmheit (Gangnote 4+5) ergaben sich signifikante negative Korrelationen mit dem durchschnittlichen Bodenbeschaffenheitsgrad (Tab. 35).

Mit einem Koeffizienten von  $r_s = -0,40$  ( $p = 0,032$ ) lag bezüglich Auftretenshäufigkeit geringgradiger Lahmheit allerdings nur eine schwach negative Korrelation vor. Deutlicher ausgeprägt waren die Korrelationen zwischen dem Anteil klinischer Lahmheit gesamt bzw. dem Anteil mittel- und hochgradiger Lahmheit und der Bodenbeschaffenheit ( $r_s = -0,49$  und  $r_s = -0,52$ ;  $p = 0,007$  bzw.  $0,004$ ).

Tab. 35: Spearman-Rank-Korrelationskoeffizienten für Prävalenz der Lahmheit und Bodenbeschaffenheit, n = 29 Betriebe

n = 29 Betriebe Prävalenz der Lahmheit	Bodenbeschaffenheit
Anteil klinisch lahm gesamt (Score $\geq 3$ ) (%)	-0,49 p=0,007
Anteil ggr. lahm (Score = 3) (%)	-0,40 p=0,032
Anteil mgr./hgr. lahm (Score 4+5) (%)	-0,52 p=0,004

## Klauenpflege

Die Befragung der Landwirte ergab, dass in 13 der 29 Betriebe regelmäßig, d.h. ein- bis zweimal im Jahr, eine Klauenpflege bei allen Kühen der Herde von professionellen Klauenpflegern (n = 11) bzw. durch den Betriebsleiter selbst (n = 2) durchgeführt wurde.

In den Betrieben mit regelmäßiger Klauenpflege ergab sich ein durchschnittlicher Anteil klinisch lahmer Kühe (Gangnote  $\geq 3$ ) von  $10,7 \pm 8,9$  % (mittl. Häufigkeit  $\pm$  sd) gegenüber  $14,0 \pm 5,4$  % in den Betrieben mit gelegentlicher Klauenpflege.

Der Anteil an geringgradiger (Gangnote = 3) sowie mittel- und hochgradiger Lahmheit (Gangnote 4+5) betrug  $6,7 \pm 5,2$  % und  $4,1 \pm 5,3$  % in den Betrieben mit regelmäßiger Klauenpflege bzw.  $8,8 \pm 3,9$  % und  $5,2 \pm 3,3$  % in den Betrieben mit gelegentlicher Klauenpflege. Diese Unterschiede konnten jedoch nicht statistisch abgesichert werden.

### **4.4.3 Integumentschäden in Verbindung mit Haltungsfaktoren**

#### Haltungssystem

Die Auswertung der Integumentschäden in Verbindung mit haltungsbezogenen Parametern beschränkte sich auf Schäden des Schweregrads  $\geq 2$  (mindestens haarlos) und  $\geq 3$  (entzündliche Veränderungen) im zweiten Untersuchungsjahr an den Tarsalgelenken und Fersenhöckern als den am häufigsten betroffenen Körperregionen.

Tabelle 36 stellt zunächst die Prävalenz der Schäden am äußeren Tarsalgelenk dar. Dabei wird deutlich, dass die Prävalenz der Schäden sowohl bei den mindestens haarlosen (Schweregrad  $\geq 2$ ) als auch bei den entzündeten Stellen (Schweregrad  $\geq 3$ ) in den Boxenlaufställen hoch signifikant höher war als in den Tiefstreusystemen (mindestens haarlose Stellen:  $77,8 \pm 10,6$  % vs.  $11,0 \pm 8,6$  %,  $p = 0,000$ ; entzündete Stellen:  $34,4 \pm 12,2$  % vs.  $7,4 \pm 7,0$  %,  $p = 0,000$ , Mann-Whitney-U-Test) (mittl. Häufigkeit  $\pm$  sd).

Die weitere Differenzierung der Boxenlaufställe nach dem Liegeuntergrund zeigte, dass die Schäden an den äußeren Bereichen der Sprunggelenke bei den Boxen mit Gummimatten (mindestens haarlose Stellen: 80,1 %; entzündete Stellen 37,1 %) und Komfortmatratzen (mindestens haarlose Stellen: 79,6 %; entzündete Stellen 35,0 %) annähernd gleich häufig zu beobachten waren, wohingegen die Prävalenz in den Boxen mit einem eingestreuten Betonboden um etwa 10 Prozentpunkte niedriger lag (mindestens haarlose Stellen: 70,6 %; entzündete Stellen 27,8 %). Die Unterschiede zwischen den einzelnen Boxenlaufställen waren nicht signifikant.

Insgesamt traten mindestens haarlose Stellen im Bereich der äußeren Tarsalgelenke in den Boxenlaufställen mehr als doppelt so häufig auf wie entzündliche Veränderungen ( $p = 0,000$ , Wilcoxon-Test). Dagegen unterschieden sich die Läsionen der Schweregrade  $\geq 2$  und  $\geq 3$  in den Tiefstreusystemen nicht signifikant.

Tab. 36: Mittelwert (Mw), Standardabweichung (sd), Minimalwert (Min) und Maximalwert (Max) für die Auftretenshäufigkeit von Schäden am lateralen Tarsus, differenziert nach Haltungssystemen,  $n = 29$  Betriebe

Haltungssystem	Häufigkeit (%) Schäden, Tarsus außen							
	Grad $\geq 2$				Grad $\geq 3$			
	Mw	sd	Min	Max	Mw	sd	Min	Max
<b>alle Betriebe</b> ( $n = 29$ )	59,3	31,9	0,0	90,6	26,9	16,4	0,0	60,9
<b>Tiefstreusysteme</b> ( $n = 8$ )	11,0*	8,6	0,0	25,3	7,4*	7,0	0,0	20,0
<b>Liegeboxenställe</b> ( $n = 21$ )	77,8*	10,6	45,7	90,6	34,4*	12,2	14,1	58,2
<b>Boxenlaufställe differenziert nach Liegeuntergrund</b>								
<b>Gummimatte</b> ( $n = 11$ )	80,1	6,3	71,0	90,6	37,1	11,2	18,8	52,5
<b>Komfortmatratze</b> ( $n = 5$ )	79,6	12,3	59,0	89,6	35,0	16,8	15,0	58,2
<b>Einstreu/Beton</b> ( $n = 5$ )	70,6	15,0	45,7	83,0	27,8	8,4	14,1	36,9

\* Werte innerhalb Spalten unterscheiden sich signifikant (Grad  $\geq 2$ :  $p = 0,000$ ; Grad  $\geq 3$ :  $p = 0,000$ , Mann-Whitney-U-Test)

Da Schäden an den medialen Bereichen der Tarsalgelenke mit einer durchschnittlichen Häufigkeit von nur 1,1 % in den Boxenlaufställen auftraten und in den Tiefstreusystemen im Rahmen dieser Untersuchungen praktisch nicht vorlagen (0,2 %) (Tab. 37), wurde auf eine weitere Differenzierung bezüglich des Haltungssystems verzichtet. Die Differenzen zwischen Boxenlaufställen und Tiefstreusystemen bezüglich der Schäden am medialen Tarsalgelenk waren schwach signifikant ( $p = 0,049$ , Mann-Whitney-U-Test).

Tab. 37: Mittelwert (Mw), Standardabweichung (sd), Minimalwert (Min) und Maximalwert (Max) für die Auftretenshäufigkeit von Schäden am medialen Tarsus, differenziert nach Haltungssystemen, n = 29 Betriebe

Haltungssystem	Häufigkeit (%) Schäden, Tarsus innen							
	Grad $\geq 2$				Grad $\geq 3$			
	Mw	sd	Min	Max	Mw	sd	Min	Max
<b>alle Betriebe</b> (n = 29)	0,9	1,2	0	3,8	0,8	1,1	0	3,8
<b>Tiefstreu-systeme</b> (n = 8)	0,2*	0,5	0	1,3	0,2*	0,5	0	1,3
<b>Liegeboxen-ställe</b> (n = 21)	1,1*	1,3	0	3,8	1,1*	1,2	0	3,8

\* Werte innerhalb Spalten unterscheiden sich signifikant (Grad  $\geq 2$ : p = 0,049; Grad  $\geq 3$ : p = 0,049, Mann-Whitney-U-Test)

Integumentschäden an den lateralen Bereichen der Fersenhöcker waren generell deutlich seltener festzustellen als an den Tarsalgelenken (Tab. 38). Mindestens haarlose Stellen an den äußeren Fersenhöckern traten aber immerhin bei 13,5 % der Kühe in den Boxenlaufställen und damit signifikant häufiger als in den Tiefstreu-systemen mit 5,4 % auf (p = 0,006, Mann-Whitney-U-Test). Die Auftretenshäufigkeit entzündlicher Veränderungen an der lateralen Seite der Fersenhöcker unterschied sich nicht signifikant zwischen Boxen- und Tiefstreu-systemen.

Die Unterscheidung der Boxenlaufställe hinsichtlich der Liegefläche zeigte ein etwas anderes Bild als zuvor bei den Schäden an den Tarsalgelenken. Mit einem Anteil von 16,2 % waren in den Betrieben mit Komfortmatratzen am häufigsten mindestens haarlose Stellen an den äußeren Fersenhöckern festzustellen, während diese Schäden in den Boxen mit harten Gummimatten und eingestreutem Betonbelag mit jeweils 12,6 % bzw. 12,7 % annähernd gleich häufig auftraten. Auch bei der Häufigkeit der entzündlichen Veränderungen wiesen die Betriebe mit Komfortmatratzen mit 11,5 % die höchsten Anteile auf, gefolgt von den Betrieben mit eingestreuter Betonfläche (8,0 %) und Gummimatten (6,9 %). Die Differenzen im Auftreten der Integumentschäden am lateralen Fersenhöcker zwischen den einzelnen Stallsystemen waren allerdings nicht signifikant.

In den Tiefstreu-systemen gab es keinen nennenswerten Unterschied in der Prävalenz haarloser und entzündeter Stellen. Bei den Boxenlaufställen unterschieden sich die Häufigkeiten der Schäden vom Schweregrad  $\geq 2$  und  $\geq 3$  dagegen signifikant (p = 0,000, Wilcoxon-Test).

Tab. 38: Mittelwert (Mw), Standardabweichung (sd), Minimalwert (Min) und Maximalwert (Max) für die Auftretenshäufigkeit von Schäden am lateralen Fersenhöcker, differenziert nach Haltungssystemen, n = 29 Betriebe

Haltungssystem	Häufigkeit (%) Schäden, Fersenhöcker außen							
	Grad $\geq 2$				Grad $\geq 3$			
	Mw	sd	Min	Max	Mw	sd	Min	Max
<b>alle Betriebe</b> (n = 29)	11,2	7,5	0	25,6	7,1	5,5	0	21,7
<b>Tiefstreusysteme</b> (n = 8)	5,4*	7,7	0	22,7	4,2	4,9	0	13,5
<b>Liegeboxenställe</b> (n = 21)	13,5*	6,2	1,6	25,6	8,3	5,4	1,6	21,7
<b>Boxenlaufställe differenziert nach Liegeuntergrund</b>								
<b>Gummimatte</b> (n = 11)	12,6	5,8	1,6	19,7	6,9	3,2	1,6	11,9
<b>Komfortmatratze</b> (n = 5)	16,2	9,4	3,0	25,6	11,5	8,8	2,0	21,7
<b>Einstreu/Beton</b> (n = 5)	12,7	3,1	8,9	17,3	8,0	4,9	1,9	15,0

\* Werte innerhalb Spalten unterscheiden sich signifikant (Grad  $\geq 2$ :  $p = 0,006$ , Mann-Whitney-U-Test)

Tabelle 39 stellt die Befunde an den inneren Fersenhöckern der untersuchten Kühe dar. Die Kühe, die in Tiefstreusystemen gehalten wurden, wiesen, wie auch an den medialen Regionen der Sprunggelenke, relativ selten pathologische Veränderungen im Integument des medialen Bereichs der Fersenhöcker auf.

In den Boxenlaufställen traten dagegen die Schäden an den inneren Fersenhöckern signifikant häufiger auf als im entsprechenden Bereich der Tarsalgelenke. Dies traf sowohl auf die mindestens haarlosen als auch die entzündlichen Veränderungen zu (Schweregrad  $\geq 2$ : 6,8 % vs. 1,1 %; Schweregrad  $\geq 3$ : 6,2 % vs. 1,1 %,  $p = 0,000$ , Wilcoxon-Test).

Die Häufigkeit mindestens haarloser bzw. entzündeter Veränderungen am medialen Fersenhöcker unterschied sich zudem signifikant zwischen Boxenlaufställen und Tiefstreusystemen (mindestens haarlose Stellen  $6,8 \pm 4,2$  % vs.  $0,1 \pm 0,3$  %; entzündete Stellen  $6,2 \pm 3,7$  % vs.  $0,1 \pm 0,3$  %,  $p = 0,000$ , Mann-Whitney-U-Test) (mittl. Häufigkeit  $\pm$  sd).

Die Unterteilung in verschiedene Boxenbeläge ergab, dass, wie auch bei den lateralen Regionen der Fersenhöcker, die meisten Läsionen in den Boxen mit Komfortmatratzen als Unterlage vorkamen (8,0 % bei den mindestens haarlosen Stellen, 7,6 % bei den entzündeten Stellen). Diese Unterschiede waren jedoch wiederum nicht signifikant.

Für die Häufigkeit mindestens haarloser und entzündeter Läsionen ergaben sich innerhalb der einzelnen Haltungssysteme keine signifikanten Unterschiede.

Tab. 39: Mittelwert (Mw), Standardabweichung (sd), Minimalwert (Min) und Maximalwert (Max) für die Auftretenshäufigkeit von Schäden am medialen Fersenhöcker, differenziert nach Haltungssystemen, n = 29 Betriebe

Haltungssystem	Häufigkeit (%) Schäden, Fersenhöcker innen							
	Grad $\geq 2$				Grad $\geq 3$			
	Mw	sd	Min	Max	Mw	sd	Min	Max
<b>alle Betriebe</b> (n = 29)	5,0	4,7	0	14,6	4,5	4,2	0	13,6
<b>2-Flächen-Systeme</b> (n = 8)	0,1*	0,3	0	0,8	0,1*	0,3	0	0,8
<b>Liegeboxenställe</b> (n = 21)	6,8*	4,2	0	14,6	6,2*	3,7	0	13,6
<b>Boxenlaufställe differenziert nach Liegeuntergrund</b>								
<b>Gummimatte</b> (n = 11)	6,5	5,2	0	14,6	5,7	4,5	0	13,6
<b>Komfortmatratze</b> (n = 5)	8,0	3,8	3,9	14,0	7,6	3,4	3,9	13,0
<b>Einstreu/Beton</b> (n = 5)	6,4	2,1	3,1	8,9	6,0	2,2	3,1	8,9

\* Werte innerhalb Spalten unterscheiden sich signifikant (Grad  $\geq 2$ : p = 0,000; Grad  $\geq 3$ : p = 0,000, Mann-Whitney-U-Test)

#### Boxenabmessungen (Liegeboxenlaufställe)

Die Spearman-Rank-Korrelationsanalyse hinsichtlich der durchschnittlichen Auftretenshäufigkeit von Integumentschäden (Schäden am lateralen und medialen Tarsus und Fersenhöcker) und den Boxenmaßen der wand- und gegenständigen Boxen sowie den mittleren Abmessungen beider Boxentypen (vgl. Kap. 4.4.1 und 4.4.2) ergab teilweise signifikante Korrelationen. Tabelle 40 enthält zunächst die Korrelationen zwischen den Abmessungen der gegenständigen Boxen und der Prävalenz der Schäden an den verschiedenen Lokalisationen.

Tab. 40: Spearman-Rank-Korrelationskoeffizienten für Maße gegenständiger (gs) Boxen und Prävalenz von Schäden an Tarsus (T) und Fersenhöcker (Fh) außen und innen, n = 17 Betriebe

mittlerer Anteil Schäden	Boxenmaße gegenständiger Boxen (n = 17 Betriebe)						
	Boxenlänge (cm)	Boxenbreite (cm)	Boxenfläche (m <sup>2</sup> )	Boxenniveau (cm)	Höhe Nackenriegel (cm)	Horizontaler Abstand Nackenriegel-Kante (cm)	Diagonaler Abstand Nackenriegel-Kante (cm)
<b>T außen Grad ≥ 2 (%)</b>	0,42 n.s.	-0,21 n.s.	0,21 n.s.	0,48 p=0,051	0,10 n.s.	0,53 p=0,028	0,49 p=0,046
<b>T außen Grad ≥ 3 (%)</b>	0,41 n.s.	-0,09 n.s.	0,19 n.s.	0,58 p=0,015	0,04 n.s.	0,35 n.s.	0,32 n.s.
<b>T innen Grad ≥ 2 (%)</b>	0,04 n.s.	-0,15 n.s.	0,06 n.s.	0,05 n.s.	-0,16 n.s.	0,35 n.s.	0,38 n.s.
<b>T innen Grad ≥ 3 (%)</b>	-0,03 n.s.	-0,12 n.s.	0,05 n.s.	0,00 n.s.	-0,12 n.s.	0,36 n.s.	0,39 n.s.
<b>Fh außen Grad ≥ 2 (%)</b>	0,15 n.s.	0,09 n.s.	0,12 n.s.	0,00 n.s.	-0,13 n.s.	0,20 n.s.	0,15 n.s.
<b>Fh außen Grad ≥ 3 (%)</b>	0,39 n.s.	-0,12 n.s.	0,17 n.s.	0,20 n.s.	0,11 n.s.	0,41 n.s.	0,42 n.s.
<b>Fh innen Grad ≥ 2 (%)</b>	-0,12 n.s.	0,29 n.s.	-0,09 n.s.	0,12 n.s.	-0,14 n.s.	0,25 n.s.	0,30 n.s.
<b>Fh innen Grad ≥ 3 (%)</b>	-0,07 n.s.	0,29 n.s.	-0,03 n.s.	0,19 n.s.	-0,07 n.s.	0,35 n.s.	0,38 n.s.

Signifikante positive Korrelationen bestanden zwischen dem Niveau der Boxen und dem Anteil an mindestens haarlosen sowie an entzündlich veränderten Stellen am lateralen Tarsus ( $r_s = 0,48$ ,  $p = 0,051$ ;  $r_s = 0,58$ ,  $p = 0,015$ ). Mit zunehmender Höhe der Boxenkante gegenüber dem Laufbereich lagen also mehr Schäden vor. Schwach positiv und signifikant waren die Beziehungen zwischen dem horizontalen sowie dem diagonalen Abstand des Nackenriegels von der Boxenkante und den mindestens haarlosen Schäden am lateralen Tarsus ( $r_s = 0,53$ ,  $p = 0,028$ ;  $r_s = 0,49$ ,  $p = 0,046$ ). Darüber hinaus bestand eine schwach positive Korrelation zwischen dem horizontalen Nackenriegelabstand und den entzündlich veränderten Stellen am lateralen Fersenhöcker ( $r_s = 0,41$ , n.s.).



Weiterhin lagen für den diagonalen Nackenriegelabstand schwach positive, nicht signifikante Korrelationen mit den Auftretenshäufigkeiten entzündlich veränderter Schäden am inneren Tarsus ( $r_s = 0,39$ ) und am äußeren Fersenhöcker vor ( $r_s = 0,42$ ).

Die Gesamtlänge der gegenständigen Boxen war positiv mit den Läsionen beider Schadensklassen an den lateralen Tarsalgelenken ( $r_s = 0,42$  und  $0,41$ ) und mit den entzündeten Stellen an den lateralen Fersenhöckern korreliert ( $r_s = 0,39$ ). Diese Beziehungen waren ebenfalls nicht signifikant.

Für die Boxenbreite und -fläche, sowie die Nackenriegelhöhe der gegenständigen Boxen wurden keine Beziehungen zu den Integumentschäden nachgewiesen.

Die Beziehungen zwischen den Boxenmaßen wandständiger Boxen und dem Auftreten von Schäden waren insgesamt nicht so ausgeprägt wie bei den gegenständigen Boxen (Tab. 41).

Schwach positive und signifikante Korrelationen traten nur bei den entzündlich veränderten Stellen am lateralen Fersenhöcker auf, und zwar mit der Boxenfläche ( $r_s = 0,45$ ) sowie dem horizontalen und diagonalen Nackenriegelabstand ( $r_s = 0,49$  und  $r_s = 0,50$ ).

Für die übrigen untersuchten Regionen ergaben sich einige schwach positive, nicht signifikante Korrelationen, insbesondere zwischen den Schäden beider Schadensklassen am lateralen Tarsalgelenk: mit der Fläche (Grad  $\geq 3$ :  $r_s = 0,39$ ), der Höhe des Nackenriegels (Grad  $\geq 2$ :  $r_s = 0,40$ ) sowie dem horizontalen ( $r_s = 0,43$  bzw.  $0,42$ ) und dem diagonalen Nackenriegelabstand ( $r_s = 0,41$  bzw.  $0,42$ ).

Abgesehen von einer schwach positiven Korrelation von  $r_s = 0,41$  (n.s.) zwischen dem Anteil an entzündlich veränderten Stellen am medialen Fersenhöcker und dem diagonalen Nackenriegelabstand, lagen keine weiteren Zusammenhänge vor.

Tab. 41: Spearman-Rank-Korrelationskoeffizienten für Maße wandständiger (ws) Boxen und Prävalenz von Schäden an Tarsus (T) und Fersenhöcker (Fh) außen und innen, n = 20 Betriebe

mittlerer Anteil Schäden	Boxenmaße wandständiger Boxen (n = 20 Betriebe)						
	Boxenlänge (cm)	Boxenbreite (cm)	Boxenfläche (m <sup>2</sup> )	Boxenniveau (cm)	Höhe Nackenriegel (cm)	Horizontaler Abstand Nackenriegel-Kante (cm)	Diagonaler Abstand Nackenriegel-Kante (cm)
<b>T außen</b> <b>Grad ≥ 2 (%)</b>	0,24 n.s.	0,35 n.s.	0,36 n.s.	0,14 n.s.	0,40 n.s.	0,43 n.s.	0,41 n.s.
<b>T außen</b> <b>Grad ≥ 3 (%)</b>	0,33 n.s.	0,23 n.s.	0,39 n.s.	0,30 n.s.	0,32 n.s.	0,42 n.s.	0,42 n.s.
<b>T innen</b> <b>Grad ≥ 2 (%)</b>	-0,24 n.s.	0,37 n.s.	-0,06 n.s.	-0,03 n.s.	-0,15 n.s.	0,05 n.s.	0,02 n.s.
<b>T innen</b> <b>Grad ≥ 3 (%)</b>	-0,22 n.s.	0,36 n.s.	-0,04 n.s.	-0,07 n.s.	-0,12 n.s.	0,07 n.s.	0,01 n.s.
<b>Fh außen</b> <b>Grad ≥ 2 (%)</b>	0,30 n.s.	0,16 n.s.	0,36 n.s.	-0,28 n.s.	0,15 n.s.	0,28 n.s.	0,30 n.s.
<b>Fh außen</b> <b>Grad ≥ 3 (%)</b>	0,39 n.s.	0,33 n.s.	0,45 p=0,047	-0,17 n.s.	0,28 n.s.	0,49 p=0,028	0,50 p=0,023
<b>Fh innen</b> <b>Grad ≥ 2 (%)</b>	0,01 n.s.	0,26 n.s.	0,14 n.s.	0,02 n.s.	-0,15 n.s.	0,25 n.s.	0,34 n.s.
<b>Fh innen</b> <b>Grad ≥ 3 (%)</b>	0,10 n.s.	0,27 n.s.	0,22 n.s.	0,03 n.s.	-0,04 n.s.	0,36 n.s.	0,41 n.s.

Die Auswertung der mittleren Boxenmaße (Tab. 42) ergab keine Korrelationen mit den Schäden am medialen Tarsus und mit den mindestens haarlosen Veränderungen am lateralen Fersenhöcker. Für die restlichen Regionen ergaben sich insgesamt eher schwach ausgeprägte positive Korrelationen mit den Boxenabmessungen, wie die jeweils schwach positiven und signifikanten Korrelationen zwischen dem Anteil mindestens haarloser und entzündeter Stellen am lateralen Tarsus und der Boxenlänge ( $r_s = 0,58$ ,  $p = 0,006$  und  $r_s = 0,45$ ,  $p = 0,041$ ) sowie der Boxenfläche ( $r_s = 0,53$ ,  $p = 0,013$  und  $r_s = 0,43$ ,  $p = 0,054$ ).

Zusätzlich bestand eine schwach positive Korrelation zwischen dem Anteil Schäden vom Grad  $\geq 2$  am lateralen Tarsus und dem horizontalen Abstand von Nackenriegel und Boxenkante ( $r_s = 0,40$ , n.s.). Der diagonale Nackenriegelabstand wies einen schwach positiven Zusammenhang mit den mindestens haarlosen Bereichen am medialen Fersenhöcker auf ( $r_s = 0,41$ , n.s.). Die Korrelationen zwischen den Schäden beider Schadensklassen am medialen Fersenhöcker und der Boxenbreite lagen darüber hinaus mit  $r_s = 0,39$  bzw.  $0,38$  knapp unter dem in Kap. 3.4 festgelegten Grenzwert von  $0,4$ . Gleiches galt für die Auftretenshäufigkeit von entzündlichen Veränderungen am lateralen Fersenhöcker und der Länge ( $r_s = 0,39$ ) bzw. Fläche ( $r_s = 0,38$ ) der Boxen.

Tab. 42: Spearman-Rank-Korrelationskoeffizienten für mittlere Boxenmaße und Prävalenz von Schäden an Tarsus (T) und Fersenhöcker (Fh) außen und innen, n = 21 Betriebe

mittlerer Anteil Schäden	Mittlere Boxenmaße (Mw der Abmessungen wand- und gegenständiger Boxen) n = 21 Betriebe						
	Boxenlänge (cm)	Boxenbreite (cm)	Boxenfläche (m <sup>2</sup> )	Boxenniveau (cm)	Höhe Nackenriegel (cm)	horizontaler Abstand Nackenriegel-Kante (cm)	diagonaler Abstand Nackenriegel-Kante (cm)
<b>T außen</b> Grad $\geq 2$ (%)	0,58 p=0,006	0,14 n.s.	0,53 p=0,013	-0,12 n.s.	0,32 n.s.	0,40 n.s.	0,31 n.s.
<b>T außen</b> Grad $\geq 3$ (%)	0,45 p=0,041	0,14 n.s.	0,43 p=0,054	0,11 n.s.	0,19 n.s.	0,13 n.s.	0,08 n.s.
<b>T innen</b> Grad $\geq 2$ (%)	-0,20 n.s.	0,18 n.s.	-0,08 n.s.	0,04 n.s.	-0,12 n.s.	0,18 n.s.	0,21 n.s.
<b>T innen</b> Grad $\geq 3$ (%)	-0,22 n.s.	0,17 n.s.	-0,11 n.s.	-0,01 n.s.	-0,10 n.s.	0,21 n.s.	0,23 n.s.
<b>Fh außen</b> Grad $\geq 2$ (%)	0,26 n.s.	0,13 n.s.	0,27 n.s.	-0,27 n.s.	-0,01 n.s.	0,27 n.s.	0,26 n.s.
<b>Fh außen</b> Grad $\geq 3$ (%)	0,39 n.s.	0,14 n.s.	0,38 n.s.	-0,17 n.s.	0,04 n.s.	0,23 n.s.	0,22 n.s.
<b>Fh innen</b> Grad $\geq 2$ (%)	-0,21 n.s.	0,39 n.s.	0,01 n.s.	0,01 n.s.	-0,21 n.s.	0,37 n.s.	0,41 n.s.
<b>Fh innen</b> Grad $\geq 3$ (%)	-0,17 n.s.	0,38 n.s.	0,04 n.s.	-0,03 n.s.	-0,18 n.s.	0,33 n.s.	0,36 n.s.

#### 4.4.4 Tierverschmutzung in Verbindung mit Haltungsfaktoren

##### Haltungssystem

Die in den Tabellen 43 und 44 dargestellten Ergebnisse beziehen sich auf den Anteil an Kühen, die mindestens mittelgradige Verschmutzungen (Score  $\geq 1$ ) in den einzelnen untersuchten Zonen aufwiesen (im Folgenden als „verschmutzt“ bezeichnet).

Tab. 43: Mittelwert (Mw), Standardabweichung (sd), Minimalwert (Min) und Maximalwert (Max) für den Anteil an Kühen mit mindestens mittelgradigen Verschmutzungen (Score  $\geq 1$ ) an Euter und Unterbauch, differenziert nach Haltungssystemen, n = 29 Betriebe

Haltungssystem	Anteil Kühe Verschmutzungsscore $\geq 1$ (%)							
	Euter				Unterbauch			
	Mw	sd	Min	Max	Mw	sd	Min	Max
<b>alle Betriebe</b> (n = 29)	23,7	25,1	0,0	86,7	24,2	26,3	0,9	89,1
<b>Tiefstreusysteme</b> (n = 8)	57,0*	18,7	34,9	86,7	59,2*	20,5	31,1	89,1
<b>Liegeboxenställe</b> (n = 21)	11,1*	12,1	0,0	50,6	10,9*	12,0	0,9	54,3
<b>Boxenlaufställe differenziert nach Liegeuntergrund</b>								
<b>Gummimatte</b> (n = 11)	12,2	14,8	0,0	50,6	12,7	15,3	1,2	54,3
<b>Komfortmatratze</b> (n = 5)	14,0	6,8	7,0	22,8	12,6	6,5	5,0	21,3
<b>Einstreu/Beton</b> (n = 5)	5,6	9,4	0,9	22,4	5,2	6,3	0,9	16,3

\* Werte innerhalb Spalten unterscheiden sich signifikant ( $p = 0,000$ , Mann-Whitney-U-Test)

In den Tiefstreusystemen waren die Euter der untersuchten Kühe hoch signifikant häufiger verschmutzt als in den Boxenlaufställen (Mw 57,0 % vs. 11,1 %,  $p = 0,000$ , Mann-Whitney-U-Test, Tab. 43).

Innerhalb der Boxenlaufställe lagen numerische jedoch nicht signifikante Mittelwertsunterschiede vor. So war der durchschnittliche Anteil verschmutzter Tiere in den Betrieben mit Komfortmatratzen (Mw 14,0 %) und Betrieben mit harten Gummimatten (Mw 12,2 %) höher als in Betrieben mit eingestreuter Betonunterlage (Mw 5,6 %).

Bezüglich Verschmutzungen am Unterbauch ergab sich ein ähnliches Bild wie am Euter.

Kühe aus Tiefstreusystemen waren mit durchschnittlich 59,2 % signifikant häufiger am Unterbauch verschmutzt als in Liegeboxenlaufställen (Mw 10,9 %,  $p = 0,000$ , Mann-Whitney-U-Test).

Die verschiedenen Liegeboxentypen wiesen keine signifikanten Unterschiede auf. Wie zuvor bei den Verschmutzungen am Euter traten auch hier die wenigsten Verschmutzungen in den Betrieben mit eingestreutem Betonuntergrund (Mw 5,2 %) gegenüber den Betrieben mit Komfortmatratzen (Mw 12,6 %) und harten Gummimatten (Mw 12,7 %) auf.

Verschmutzungen an den Ober- und Unterschenkeln lagen im Vergleich zu Euter und Unterbauch insgesamt häufiger vor (Tab. 44). Diese waren in den Tiefstreuställen signifikant häufiger als in den Liegeboxenlaufstallbetrieben (Oberschenkel: Mw 85,8 % vs. 51,8 %; Unterschenkel: 92,1 % vs. 58,0%;  $p = 0,000$ , Mann-Whitney-U-Test). Innerhalb der Boxenlaufställe ergaben sich wiederum keine signifikanten Unterschiede.

Nennenswerte signifikante Unterschiede bezüglich Verschmutzungen im Bereich der Hinteransicht lagen zwischen den einzelnen Haltungssystemen dagegen nicht vor (Tab. 44). Hier waren die Kühe in den Tiefstreusystemen mit durchschnittlich 57,5 % etwas häufiger verschmutzt als in den Boxenlaufställen mit durchschnittlich 49,0 %. Innerhalb der drei Liegeboxensysteme war der Anteil verschmutzter Tiere an der Hinteransicht annähernd gleich.

Tab. 44: Mittelwert (Mw), Standardabweichung (sd), Minimalwert (Min) und Maximalwert (Max) für den Anteil an Kühen mit mindestens mittelgradigen Verschmutzungen (Score  $\geq 1$ ) an Ober-, Unterschenkel und Hinteransicht, differenziert nach Haltungssystemen,  $n = 29$  Betriebe

Haltungssystem	Anteil Kühe Verschmutzungsscore $\geq 1$ (%)											
	Oberschenkel				Unterschenkel				Hinteransicht			
	Mw	sd	Min	Max	Mw	sd	Min	Max	Mw	sd	Min	Max
<b>alle Betriebe</b> ( $n = 29$ )	61,2	23,2	21,9	99,2	67,4	24,9	23,5	100,0	51,3	16,4	32,0	94,3
<b>Tiefstreusysteme</b> ( $n = 8$ )	85,8*	13,4	62,8	99,2	92,1*	7,5	76,2	100,0	57,5	22,8	32,1	94,3
<b>Liegeboxenställe</b> ( $n = 21$ )	51,8*	18,9	21,9	90,8	58,0*	22,6	23,5	97,3	49,0	13,2	34,6	82,4
<b>Boxenlaufställe differenziert nach Liegeuntergrund</b>												
<b>Gummimatte</b> ( $n = 11$ )	53,8	22,6	21,9	90,8	62,8	24,1	23,5	97,3	49,5	15,1	34,6	82,4
<b>Komfortmatratze</b> ( $n = 5$ )	52,9	15,3	32,6	72,2	58,5	20,3	32,8	85,4	49,3	12,5	35,0	65,4
<b>Einstreu/Beton</b> ( $n = 5$ )	46,4	14,6	31,0	68,0	46,9	21,8	23,9	73,2	47,5	12,1	37,1	67,7

\* Werte innerhalb Spalten unterscheiden sich signifikant (Ober- und Unterschenkel:  $p = 0,000$ , Mann-Whitney-U-Test)

### Boxenabmessungen (Liegeboxenlaufställe)

Tabelle 45 gibt die Korrelationskoeffizienten der Spearman-Rank-Korrelationsanalyse zwischen dem Anteil verschmutzter Kühe (mindestens Verschmutzungsgrad 1) und den Boxenmaßen wand- und gegenständiger Boxen sowie den mittleren Abmessungen beider Boxentypen wider.

Tab. 45: Spearman-Rank-Korrelationskoeffizienten für Maße gegenständiger (gs), wandständiger (ws) Boxen sowie für mittlere Boxenmaße und Anteil der Kühe mit mindestens mittelgradigen Verschmutzungen (Score  $\geq 1$ ) an Euter, Unterbauch, Ober-, Unterschenkel und Hinteransicht, n = 17, 20 bzw. 21 Betriebe

Anteil Kühe Score $\geq 1$ (%)	gs Boxenmaße n = 17 Betriebe			ws Boxenmaße n = 20 Betriebe			Mittlere Boxenmaße n = 21 Betriebe		
	Länge	Breite	Fläche	Länge	Breite	Fläche	Länge	Breite	Fläche
<b>Euter</b>	0,42 n.s.	0,39 n.s.	0,53 p=0,025	0,24 n.s.	0,33 n.s.	0,33 n.s.	0,42 n.s.	0,14 n.s.	0,46 p=0,036
<b>Unterbauch</b>	0,42 n.s.	0,33 n.s.	0,53 p=0,023	0,47 p=0,036	0,22 n.s.	0,45 p=0,045	0,49 p=0,025	0,05 n.s.	0,48 p=0,027
<b>Oberschenkel</b>	0,42 n.s.	0,31 n.s.	0,51 p=0,029	0,36 n.s.	0,36 n.s.	0,41 n.s.	0,28 n.s.	0,07 n.s.	0,35 n.s.
<b>Unterschenkel</b>	0,54 p=0,020	0,49 p=0,037	0,63 p=0,005	0,30 n.s.	0,38 n.s.	0,39 n.s.	0,19 n.s.	0,23 n.s.	0,34 n.s.
<b>Hinteransicht</b>	0,01 n.s.	0,48 p=0,042	0,19 n.s.	0,09 n.s.	0,01 n.s.	0,05 n.s.	0,18 n.s.	0,34 n.s.	0,34 n.s.

Betrachtet man zunächst den Anteil an Kühen, die mindestens mittelgradige Verschmutzungen am Euter aufwiesen, so lagen jeweils schwach positive, signifikante Korrelationen mit der Fläche der gegenständigen bzw. der mittleren Boxenmaße ( $r_s = 0,53$  bzw.  $0,46$ ) vor. Darüber hinaus bestanden schwach positive, allerdings nicht signifikante Korrelationen mit der Länge der gegenständigen und mittleren Boxenmaße ( $r_s = 0,42$ ) sowie mit der Breite der gegenständigen Boxen.

Bezüglich der dem Euter benachbarten Region Unterbauch ergaben sich neben den schwach positiven, signifikanten Korrelationen mit der Fläche der gegenständigen bzw. der mittleren Boxenmaße ( $r_s = 0,53$  bzw.  $0,48$ ) und den hier schwach signifikanten Korrelationen mit der Länge gegenständiger und mittlerer Boxenmaße ( $r_s = 0,49$ ) zudem schwach positive, signifikante Beziehungen mit der Länge und Fläche der wandständigen Boxen ( $r_s = 0,47$  bzw.  $0,45$ ). Zudem bestand, wie auch bei den Verschmutzungen am Euter, ein schwach positiver Zusammenhang zur Länge der gegenständigen Boxen ( $r_s = 0,42$ , n.s.).

Der Anteil Kühe mit mindestens mittelgradigen Verschmutzungen am Oberschenkel war schwach positiv und signifikant mit der Fläche der gegenständigen Boxen korreliert ( $r_s = 0,51$ ). Weitere positive Zusammenhänge zeichneten sich hier auch mit der Länge der gegenständigen Boxen bzw. mit der Fläche der wandständigen Boxen ab ( $r_s = 0,42$  bzw.  $0,41$ , n.s.).

Die Länge und Breite der gegenständigen Boxen waren schwach positiv und signifikant mit dem Anteil der am Unterschenkel mindestens mittelgradig verschmutzter Kühe korreliert ( $r_s = 0,54$  bzw.  $0,49$ ). Noch etwas deutlicher war diese Korrelation in Verbindung mit der Fläche der gegenständigen Boxen ( $r_s = 0,63$ ,  $p = 0,005$ ). Zudem deuteten sich Zusammenhänge mit der Breite und Fläche der wandständigen Boxen an ( $r_s = 0,38$  bzw.  $0,39$ ).

Abgesehen von einer schwach positiven, signifikanten Beziehung mit der Breite der gegenständigen Boxen ( $r_s = 0,48$ ) ergaben sich bezüglich Anteil an Verschmutzungen an der Hinteransicht keine erkennbaren Zusammenhänge mit den Boxenmaßen.

## **5 Diskussion**

### **5.1 Methodische Untersuchungen**

#### **5.1.1 Schema zur Lahmheits-/Gangbeurteilung**

Lahmheit verursacht Schmerzen und Unbehagen für die Kühe und wird deshalb als ernstes Problem für das Wohlbefinden beim Milchvieh angesehen. Als tierbezogener Parameter wurde Lahmheit wiederholt als essenzieller Bestandteil von Konzepten zur Beurteilung der Tiergerechtheit in der Praxis aufgeführt (RUSHEN 2003, WHAY et al. 2003 a). Ein Schwerpunkt dieser Arbeit lag daher auf der Evaluierung eines einfachen, im Rahmen der Bewertung von Tiergerechtheit auf Praxisbetrieben einsetzbaren Gangbeurteilungssystems im Hinblick auf Reliabilität und Wiederholbarkeit zwischen Beobachtern.

Dazu wurden zunächst die Gangnoten der untersuchten Tiere mit den Befunden an den Klauen, die während der Klauenpflege detailliert registriert wurden, in Beziehung gesetzt. Die Untersuchung von Klauen liefert zwar detaillierte pathologische Befunde, ist aber für die Einschätzung der Lahmheitssituation auf Betriebsebene zu aufwändig (WINCKLER et al. 2003).

Die Berechnung der Gesamtindizes für die Klauenläsionen basierte auf einer geometrischen Anpassung, relativ zur eingeschätzten Schwere der beobachteten Läsionen. Dieser Ansatz versucht, den vermutlich nicht linearen Beziehungen zwischen Art der Veränderung und der damit verbundenen Beeinträchtigung Rechnung zu tragen, und wurde bereits in anderen Studien verwendet (LEONARD et al. 1996, OFFER et al. 1997). Nichtsdestotrotz bleibt die „wahre“ relative Bedeutung von verschiedenen Läsionstypen nur schwer zu bestimmen.

In der vorliegenden Untersuchung bestanden signifikante Korrelationen zwischen den Gangnoten und dem Klauenläsionsindex, der auf Sohlen- und Ballenläsionen basierte. Die Einbeziehung der Vordergliedmaßen gegenüber der alleinigen Berücksichtigung der Hintergliedmaßen, verstärkte die Korrelationen nur unwesentlich ( $r_s = 0,40$  vs.  $r_s = 0,39$ ). Dieses Ergebnis stimmt mit klinischen Beobachtungen überein, dass die meisten Klauenläsionen an den Hinterfüßen lokalisiert sind (PHILIPOT et al. 1994).

Die Korrelationen stiegen jedoch an, wenn die Befunde für Digitale Dermatitis sowohl für die Hintergliedmaßen alleine als auch für die Vorder- und Hintergliedmaßen einbezogen wurden ( $r_s = 0,50$  bzw.  $r_s = 0,47$ ). Dies unterstreicht die Tatsache, dass die Digitale Dermatitis sowohl an den Vorder- als auch an den Hinterfüßen eine Rolle im Lahmheitsgeschehen spielt und deshalb von Bedeutung für das Wohlbefinden von Milchkühen ist.



Die in dieser Untersuchung ermittelten Korrelationen zwischen Gangnote und Klauenläsionen decken sich in der Größenordnung mit anderen Untersuchungen, wie beispielsweise von WHAY et al. (1997) ( $r_s = 0,48$ ) und O'CALLAGHAN et al. (2002) ( $r_s = 0,52$ ; jeweils Hintergliedmaßen). Auch bei LOGUE et al. (1994) erwies sich in einem varianzanalytischen Modell die Gangnote als hoch signifikante Kovariable auf einen Klauenläsionsindex.

Eine große Bandbreite verschiedener Klauenläsionen und Gliedmaßenerkrankungen ist ursächlich am Entstehen von Lahmheiten beteiligt (MURRAY et al. 1996). Diese Variation liefert eine Erklärung für die eher schwachen Korrelationen. Weiterhin muss die Sichtbarkeit von Läsionen am Boniturtermin nicht immer mit Lahmheit einhergehen. So gelten z.B. gelbliche Verfärbungen und leichte Hämorrhagien im Sohlenhorn als Zeichen einer subklinischen Klauenrehe ohne klinische Symptome (GREENOUGH u. VERMUNT 1991). Hämorrhagien als Folge einer möglicherweise schmerzhaften und von klinischer Lahmheit begleiteten Entzündung der Lederhaut werden zudem erst etwa zwei Monate nach Beginn der Entzündung in der Klauensohle sichtbar (BERGSTEN u. FRANK 1996). Dies könnte auch erklären, dass lahme Kühe nicht immer auch schwerwiegende Klauenläsionen aufwiesen. Zusätzlich ist, wie bereits erwähnt, zu beachten, dass Lahmheiten auch durch Krankheiten verursacht werden können, die ihren Sitz nicht in den Klauen sondern beispielsweise in den Knochen oder Gelenken haben.

Auf der anderen Seite wurden jedoch alle Kühe mit einem hohen Klauenläsionsindex als klinisch lahm eingestuft.

Der Gebrauchswert von Gangnoten liegt daher zunächst vor allem in der Funktion als Indikator von Schmerzreaktionen. Die Gangbeurteilung kann nicht als diagnostisches Mittel eingesetzt werden, um die Art der vorliegenden Läsion oder Krankheit zu identifizieren. Da Läsionen, die klinische Lahmheit hervorrufen, zu zusätzlicher Hyperalgesie führen (WHAY et al. 1998), liegt aber ein weiterer Zusammenhang mit der Bewertung des Wohlbefindens vor.

Über die Unterscheidung zwischen klinisch weitgehend unauffälligen und lahmen Tieren hinaus, sind für eine Beurteilung der Tiergerechtigkeit auch noch weitere Aspekte wichtig. Gangveränderungen, die durch ein mehrstufiges System erfasst werden, gehen vermutlich mit Veränderungen im Verhalten einher, die per se mit einer Beeinträchtigung des Wohlbefindens verbunden sein können. Im Gang beeinträchtigte Tiere sind vermutlich den Herausforderungen ihrer Haltungsumgebung weniger gewachsen als gesunde Herdengenossinnen; so kann eingeschränkte Beweglichkeit z.B. die Zugänglichkeit zu Ressourcen erschweren (GALINDO u. BROOM 2002).

Eine deutliche Variation an Korrelationskoeffizienten ergab die Auswertung der Daten auf der Basis der einzelnen Betriebe ( $r_s = -0,24$  bis  $0,77$ ). Demnach standen in einigen Betrieben die aktuellen Klauenläsionen in engem Zusammenhang zum Lahmheitsbild, in anderen Betrieben waren dagegen offensichtlich andere Ursachen für den veränderten Gang verantwortlich.

Lagen der Korrelationsanalyse auf der anderen Seite die durchschnittlichen Betriebswerte für die Prävalenz der Lahmheit und die Läsionen zugrunde, zeigten sich deutlichere Korrelationen ( $r_s = 0,75$  bis  $r_s = 0,78$ ) als bei der Auswertung auf der Basis individueller Kühe. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass die Berechnung von Mittelwerten aus Ordinaldaten statistisch gesehen fragwürdig ist.

Die Wiederholbarkeit zwischen verschiedenen Beobachtern wurde mit dem Ziel untersucht, subjektive Einflüsse bei der Bewertung von Lahmheit festzustellen. Die Bewertungen individueller Kühe, die von drei Untersuchenden durchgeführt wurden, unterschieden sich zwar bei fast einem Drittel der Kühe leicht, der Großteil der Abweichungen trat jedoch bei den Gangnoten 1 und 2 auf. Daher bedeuteten diese Abweichungen kein großes Risiko, klinisch lahme Fälle falsch zu beurteilen.

Eingeschränkte Übereinstimmung zwischen verschiedenen Beobachtern besonders im subklinischen Bereich (z.B. „unebener Gang“) wurden auch von BAADSGAARD und ENEVOLDSEN (1997) sowie von ENGEL et al. (2003) berichtet.

Auf Betriebsebene lagen nur marginale Unterschiede in den Ergebnissen der verschiedenen Untersuchenden vor. Hinzu kommt, dass klinisch lahme Tiere fast immer von allen Untersuchenden identifiziert wurden. Die Probleme bei der Differenzierung normaler und subklinisch lahmer Kühe demonstrieren jedoch die Grenzen der subjektiven Bewertung (WHAY et al. 1998). Bei der Anwendung eines Gangbeurteilungssystems mit mehr als fünf Klassen, wie z.B. dem Gangbeurteilungssystem von MANSON und LEAVER (1988 a), wäre die Wiederholbarkeit wahrscheinlich gesunken, da die Einführung einer größeren Anzahl von Klassen die Wahrscheinlichkeit von Uneinigkeit zwischen den Untersuchenden erhöht hätte.

Um ein möglichst unverfälschtes Bild von der Lokomotion der Kühe während der Anwendung auf Betrieben zu erhalten, wird empfohlen, die Gangbeurteilung direkt nach dem Aufstehen der Kühe zu vermeiden. Eine repräsentative Studie einer großen Gruppe sollte jedoch sicherlich Kühe einschließen, die den Großteil der Beobachtungszeit liegend verbringen, da lahme Kühe ausgedehnte Liegezeiten zeigen (SINGH et al. 1993 a).

Darüber hinaus ist es von Bedeutung, die Gangbeurteilung auf Haltungssysteme mit einer harten Bodenoberfläche in den Gängen oder Ausläufen zu beschränken. Auf weichen Böden (z.B. tief eingestreute Flächen, Weiden) ist die Evaluation der Lokomotion schwieriger, und Schmerzreaktionen werden nicht immer zum Ausdruck gebracht. Bei der Anwendung des Gangbeurteilungssystems in Tiefstreuställen können die Tiere daher nur während der Bewegung auf den befestigten Laufgängen sinnvoll beurteilt werden.

Alles in allem handelt es sich, unter Berücksichtigung der oben erwähnten Einschränkungen, bei dem hier verwendeten Gangbeurteilungssystem um eine praxisanwendbare Methode zur Bewertung von Lahmheit, die in ein Protokoll zur Beurteilung des Wohlbefindens von Milchkühen während eines Betriebsbesuches eingefügt werden könnte. Das Gangbeurteilungssystem verfügt insgesamt über eine gute Wiederholbarkeit zwischen verschiedenen Untersuchenden.

Gespräche im Rahmen der Betriebsbesuche zeigten, dass zwischen der Beurteilung der Tiere durch den Landwirt selbst und der tatsächlichen Gangnote Unterschiede lagen. Diese Beobachtung machten auch WHAY et al. (2003 b); demnach identifizierten die Landwirte weniger als 25 % der lahmen Tiere in einer Herde.

Eine Einführung der Landwirte in die Beurteilung der Lokomotion ihrer Tiere anhand eines Gangbeurteilungssystems wie es hier vorgestellt wurde, wäre somit sinnvoll, damit klinisch lahme Tiere in der Herde rechtzeitig erkannt werden. Das frühe Erkennen von Lahmheit ist nach VERMUNT (2004) essenziell, um die Schwere von Lahmheit zu minimieren. Nach seinen Angaben verlieren lahme Kühe, die sofort behandelt werden, weniger als 1 % ihres Laktationspotentials im Gegensatz zu den Kühen, deren Lahmheitszustand zwei bis drei Tage vernachlässigt wird (bis zu 20 % Verlust des Laktationspotentials).

### **5.1.2 Validierung der automatischen Erfassung des Liegeverhaltens**

Das Liegeverhalten wird als ein wichtiger ethologischer Indikator für das Wohlbefinden von Milchkühen erachtet (KROHN u. MUNKSGAARD 1993, HÖRNING 2003). Die hier vorgestellte Methode ermöglicht es, unter Verwendung von Lagesensoren Daten zum Liegeverhalten auf Praxisbetrieben zu gewinnen und die zeitaufwändige Beobachtung des Verhaltens der Kühe per Automatisierung praktikabel zu gestalten.

Die Validierung dieser Lagesensoren erfolgte durch den Abgleich mit Videoaufzeichnungen.

Bei Anwendung im Boxenlaufstall wiesen die an den Hintergliedmaßen befestigten Datenlogger unabhängig von den gewählten Messintervallen (11, 30 und 120 s) kaum Abweichungen (Dauer der Liegezeit: 0,08 % - 0,4 %; Anzahl der Liegeperioden: 0,25 - 1,25) von den Videoaufzeichnungen auf. Die Anwendung eines Makros zur Korrektur fehlerhafter Daten erhöhte dabei die Übereinstimmungen bezüglich Dauer der Liegezeit auf 99,9 %. Im Hinblick auf die Erfassung der Anzahl an Liegeperioden wurde durch die Datenkorrektur bei einem 11-Sekunden-Intervall eine exakte Übereinstimmung mit den Videodaten erzielt.

Auch HAUSER et al. (1999) gaben für einen in einem Brustgurt untergebrachten druckventilgesteuerten Liegesensor geringe Abweichungen gegenüber Videobeobachtungen von etwa 20 s pro Wechsel von „Liegen“ zu „Stehen“ und umgekehrt an. HOPSTER et al. (2000) erreichten dagegen mit einem lichtschrankengesteuerten Erfassungssystem nur eine Übereinstimmung von 93,7 % mit Videoaufzeichnungen.

Der Vergleich der Anbringung an Hinter- bzw. Vordergliedmaße sowie zwischen rechter und linker Hintergliedmaße erbrachte in beiden Fällen im Hinblick auf die Gesamtliegezeit nur geringe Abweichungen (< 1 %).

Insbesondere bei Anbringung an den Vordergliedmaßen zeigten allerdings einzelne Tiere recht große Abweichungen bezüglich Anzahl der Liegeperioden. Die Anbringung der Lagesensoren an den Hintergliedmaßen ist also aufgrund der größeren Verlässlichkeit der erhaltenen Daten zu empfehlen.

Bei Verwendung der Neigungsschalter im Tretmiststall ergab sich analog zu den Ergebnissen aus dem Boxenlaufstall hinsichtlich der Gesamtliegedauer ebenfalls eine sehr hohe Übereinstimmung von 99,9 % zwischen Loggerdaten und Videoauswertung. Das Gefälle der Liegefläche schien demnach keine Auswirkung auf die Funktionsweise des Loggers zu haben. In nur einem Fall verzeichnete der Datenlogger eine von den Videoaufzeichnungen abweichende Anzahl an Liegeperioden.

Der hier verwendete Lagesensor erwies sich bei Anbringung an der rechten Hintergliedmaße als zuverlässiges Instrument zur Erhebung von Liegedaten. Die Anwendung eines Makros bei der Datenauswertung verringert die Fehlerquote der erhobenen Daten. Der Einsatz dieser Methode ist auf Praxisbetrieben, und zwar sowohl in Boxenlaufställen als auch in Tiefstreusystemen wie Tretmistställen möglich, und wird durch die Kooperation der Landwirte, z.B. durch das frühzeitige Fixieren der Tiere im Fressgitter, wesentlich erleichtert. Mithilfe von selbsthaftenden elastischen Binden konnten die Sensoren sicher und für das Tier schonend an den Gliedmaßen angebracht werden. Bei hohen Außentemperaturen ist allerdings zu beachten, dass die Tasche mit dem Sensor aufgrund einer vermehrten Schweißbildung auf der Haut der Tiere scheuern kann.

## 5.2 Wiederholbarkeit ausgewählter tierbezogener Parameter der Tiergerechtigkeit

Die Wiederholbarkeit eines Parameters weist auf die relative Ähnlichkeit von Messungen hin, die zu verschiedenen Zeitpunkten an einem Tier erhoben wurden. Ist die Wiederholbarkeit gering, muss der Parameter mehrmals beurteilt werden, um ein verlässliches Ergebnis zu erhalten. Damit ist dieser Parameter dann allerdings als Bestandteil eines praxisbezogenen Systems zur Bewertung von Tiergerechtigkeit nur eingeschränkt geeignet oder gar ungeeignet (DE ROSA 2003).

Die in der vorliegenden Untersuchung gewählte Einstufung der Korrelationen ( $\geq 0,4$  = schwach,  $\geq 0,6$  = mittel,  $\geq 0,8$  = gut) ist mehr oder weniger willkürlich, ermöglicht aber vergleichende Aussagen zur Wiederholbarkeit verschiedener Parameter und wurde in ähnlicher Weise auch von DE ROSA et al. (2003) angewandt.

Neben der Höhe der Korrelation ist auch deren statistische Absicherung, die stark von der Stichprobengröße abhängt, von Bedeutung. Für die hier bearbeitete Fragestellung, nämlich die Wiederholbarkeit innerhalb einer Stallhaltungsperiode, ist allerdings die Höhe der Korrelation nicht unbedingt mit der tatsächlichen Wiederholbarkeit gleichzusetzen. Für die Beurteilung z.B. eines saisonalen Einflusses müssen vielmehr auch die absoluten Werte einbezogen werden. Bei guter Wiederholbarkeit im oben genannten Sinn bleiben auch die absoluten Werte, d.h. beispielsweise der jeweilige Anteil an Befunden, weitgehend unverändert. Liegen aber z.B. aufgrund eines saisonalen Effektes gleichgerichtete Veränderungen in allen Betrieben vor, sind die Werte zwischen den Untersuchungszeitpunkten zwar hoch korreliert, aber die Aussage über die absolute Höhe ist nicht wiederholbar. Einmalige Untersuchungen ergeben in diesem Fall kein repräsentatives Bild; dies wurde z.B. für die Lahmheitsprävalenz in britischen Milchviehherden gezeigt (CLARKSON et al. 1996, s.a. Kap. 5.2.1).

Für die Entscheidung, ob ein Parameter z.B. dennoch in ein „On-farm welfare assessment“-Protokoll einbezogen werden soll, sind aber noch weitere Aspekte zu berücksichtigen. Insbesondere bei länger anhaltenden Zuständen wie Lahmheiten oder Integumentschäden kann immerhin zuverlässig eine Aussage über einen gewissen Zeitraum über den Zustand im Betrieb getroffen werden. Es ist daher wichtig, entsprechende Hintergrundinformationen wie Angaben zur Wiederholbarkeit bei der Bewertung der Ergebnisse zu berücksichtigen.

### 5.2.1 Gangbeurteilung

CLARKSON et al. (1996) schlugen aufgrund von Erhebungen, die in ein- bis zweimonatigen Abständen im Laufe eines Jahres stattfanden und dabei einen Gesundungseffekt bezüglich Klauenkrankheiten während des Weidegangs nahe legten, vor, die Lahmheitsprävalenz von Kühen jeweils in der Mitte der Stallhaltungsperiode und der Weidehaltungsperiode zu bewerten, um eine repräsentative Aussage zur Lahmheitsprävalenz eines Betriebes zu erhalten. Auch BRUMMELMANN (2004) beschrieb eine Verbesserung der Lahmheitssituation in den Sommer- und Herbstmonaten.

Die hier ausgewerteten Daten zur Prävalenz der Lahmheit in den Betrieben, die an allen vier Terminen aufgesucht wurden, widersprechen allerdings der Annahme, dass im Anschluss an die Weidehaltungsperiode die Prävalenz in der folgenden Stallhaltungsperiode grundsätzlich ansteigt. Beim Großteil der Betriebe lagen substantielle, aber nicht gleich gerichtete Differenzen zwischen den Erhebungen vor, die innerhalb derselben Stallhaltungsperiode durchgeführt wurden. Auch die wiederholte Gangbeurteilung von DE ROSA et al. (2003) ergab heterogene Ergebnisse innerhalb der Betriebe. Andere Faktoren als die Jahreszeit, z.B. Überbelegung oder Umstellungen in der Fütterung (MANSON u. LEAVER 1988 b, 1989), könnten die recht große Variation bei der Prävalenz der Lahmheit verursachen. Deutlich wurde in diesem Zusammenhang aber auch, dass die Betriebe mit dem höchsten Anteil an klinischer Lahmheit in beiden Untersuchungsjahren dieselben waren.

Die Korrelationskoeffizienten für das erste Untersuchungsjahr basierten auf den Befunden aus 12 Betrieben und waren geringer ausgeprägt als die Koeffizienten für das zweite Jahr, denen Befunde aus 29 Betrieben zugrunde lagen.

Für die Erfassung der klinischen Lahmheit (Gangnote  $\geq 3$ ) lag mit  $r_s = 0,48$  für die erste bzw. mit  $r_s = 0,59$  für die zweite Stallhaltungsperiode eine schwache bis mittlere Wiederholbarkeit vor. In der Grundaussage werden damit die von GLATZ (2004) mit dem selben Gangbeurteilungsschema ermittelten Wiederholbarkeiten für Erhebungen, die in zweimonatigen Abständen erfolgten ( $r_s = 0,48$  bis  $0,78$ ,  $n = 8$  Betriebe), bestätigt.

Betrachtet man dagegen die Korrelationen bezüglich Anteil Gangnote 1 bis 5 zwischen dem ersten und dem zweiten Untersuchungsdurchgang, so lässt sich lediglich für den Anteil an Kühen mit normalem Gang bzw. für den Anteil an hochgradig lahmen Kühe von einer akzeptablen Wiederholbarkeit sprechen.

Im zweiten Untersuchungsjahr bewegten sich die Wiederholbarkeiten für die Anteile der Gangnoten 1 bis 4 ( $r_s = 0,52$  bis  $0,76$ ) im geringen bis mittleren Bereich.

Alles in allem erscheint die Betrachtung der einzelnen Gangnoten gegenüber dem Anteil an klinischer Lahmheit gesamt hinsichtlich ihrer Wiederholbarkeit nicht sinnvoll.

Für die Mittelwerte der Anteile klinischer Lahmheit aus beiden Untersuchungsjahren bestand keine Beziehung. Offenbar änderte sich die Situation innerhalb der Betriebe zwischen den Stallperioden sehr stark und nicht gleich gerichtet. Dieser Befund sollte allerdings nicht als Qualitätskriterium für das Erfassungssystem herangezogen werden, sondern macht die Bedeutung regelmäßiger Erhebungen (z.B. mindestens in Jahresabständen) deutlich.

### **5.2.2 Integumentschäden**

Schäden im Integument gelten als valide Indikatoren für ein eingeschränktes Wohlbefinden (WAIBLINGER et al. 2001, WINCKLER et al. 2003). Die Erhebung dieser pathologischen Befunde gestaltet sich einfach, ist innerhalb einer kurzen Zeitspanne an einer großen Anzahl Kühe möglich (pro Erhebung/Tier ca. 1-2 min) und zeichnet sich durch eine gute Wiederholbarkeit zwischen mehreren Untersuchenden aus (SPYCHER et al. 2002).

Basierend auf den Daten von vier Untersuchungsterminen wurden in der vorliegenden Untersuchung neben dem durchschnittlichen Anteil an Tieren mit Integumentschäden (mindestens haarlose bzw. mindestens entzündliche Veränderungen) auch die mittlere Anzahl Schäden je betroffenes Tier und Lokalisation (Tarsalgelenk und Fersenhöcker) berechnet (s.a. WEARY u. TASZKUN 2000, WECHSLER et al. 2000).

Da über den Erhebungszeitraum von zwei Jahren natürlich immer wieder Tiere aus den Herden ausschieden bzw. eingestellt wurden, waren die untersuchten Tiere nicht immer dieselben. Um aber die Wiederholbarkeit nicht nur auf Basis der durchschnittlichen Herdenwerte zu berechnen, wurden zusätzlich nur die Werte von Kühen, die tatsächlich viermal untersucht wurden, einbezogen. Diese Vorgehensweise hatte insgesamt eine relativ kleine Stichprobengröße und damit in der Korrelationsanalyse nur bei sehr engen Beziehungen eine statistische Absicherung zur Folge.

Der durchschnittliche Anteil an Kühen mit mindestens haarlosen Stellen am lateralen Tarsus lag in den einzelnen Durchgängen zwischen 75 und 86 %, der entsprechende Anteil entzündlich veränderter und vermutlich auch schmerzhafter Läsionen zwischen 27 und 51 %. Damit gehörten die Schäden am lateralen Tarsus wie auch bei WECHSLER et al. (2000) zu den häufigsten Befunden im Integument der untersuchten Kühe.

Demgegenüber lagen die durchschnittlichen Häufigkeiten der mindestens haarlosen und entzündlich veränderten Stellen an den lateralen Fersenhöckern im Bereich von 11 bis 22 % bzw. von 5 bis 16 % und an den medialen Fersenhöckern bei 5 bis 12 %. Die durchschnittliche Prävalenz von Schäden an den lateralen und medialen Fersenhöckern lag in kanadischen Laufstallbetrieben (WEARY u. TASZKUN 2000) dagegen höher und reichte von 5 bis 54 % bzw. von 3 bis 20 %.

Eine eindeutige jahreszeitlich bedingte Schwankung ließ sich bei den Schäden am Tarsus nicht ableiten, da z.B. innerhalb des ersten Jahres die mindestens haarlosen Stellen zum Ende der Stallhaltungsperiode abnahmen, die Werte für entzündlich veränderte Schäden sich jedoch kaum änderten. Zu diesem Ergebnis kam auch GLATZ (2004). Innerhalb des zweiten Jahres stiegen die Werte dagegen zum Ende der Stallhaltungsperiode an. Letzterer Befund spricht für einen positiven Einfluss des Weidegangs, der in fast allen untersuchten Betrieben durchgeführt wurde. Auch KEIL et al. (2004) stellten fest, dass mit zunehmender täglicher Auslaufdauer von Kühen aus Anbindehaltung das Vorkommen von Läsionen am Tarsalgelenk abnahm.

Das Auftreten von Integumentschäden wird neben der Saison aber auch von anderen Faktoren wie z.B. dem Ernährungs- oder Laktationszustand der Tiere beeinflusst (BUSATO et al. 2000). So neigen dünne Tiere möglicherweise aufgrund der fehlenden Fettschicht schneller zu Liegestellen. Vermehrte Schäden im Integument zu Beginn der Laktation können auch im Zusammenhang mit verlängerter Liegezeit auf ungeeignetem Untergrund während der späten Gravidität stehen.

Die Beziehungen innerhalb und zwischen den Untersuchungsjahren waren nur für die mindestens haarlosen Stellen mit – nicht signifikanten – Korrelationen zwischen  $r_s = 0,50$  und  $0,61$  insgesamt schwach bis mittel ausgeprägt.

Dagegen waren die mittelgradigen Schwellungen in diesem Bereich, basierend auf den Daten aus zwölf und 29 Betrieben, sowohl innerhalb beider Stallhaltungsperioden als auch zwischen beiden Untersuchungsjahren moderat bis gut wiederholbar ( $r_s = 0,60$  bis  $r_s = 0,93$ ). Bezüglich hochgradiger Schwellungen waren jedoch bei insgesamt geringen Häufigkeiten kaum Zusammenhänge zu erkennen.

Hinweise auf einen Gesundheitseffekt des Weidegangs ergaben sich hinsichtlich der Schäden am lateralen und medialen Fersenhöcker, die jeweils gegen Ende der ersten und der zweiten Stallhaltungsperiode anstiegen (vgl. KEIL et al. 2004).



Auch die Korrelationen innerhalb und zwischen den Untersuchungsjahren fielen insbesondere für Schäden am medialen Fersenhöcker deutlicher aus ( $r_s = 0,61$  bis  $r_s = 0,92$ ). Auch unter Berücksichtigung der geringen Stichprobengröße von elf Betrieben lässt sich also insgesamt von einer zufriedenstellenden Wiederholbarkeit der Integumentbefunde am Fersenhöcker sprechen.

Die Unterschiede in der Wiederholbarkeit von Schäden am Tarsus gegenüber Schäden am Fersenhöcker liegen möglicherweise in der betriebsindividuellen Entwicklung der Schäden am Tarsus begründet. Da die Liegefläche für die Entstehung dieser Integumentschäden wahrscheinlich der wichtigste Einflussfaktor ist, sprechen die uneinheitlichen Ergebnisse dafür, dass in einigen Betrieben die Qualität der Liegefläche verbessert und gepflegt, in anderen dagegen vernachlässigt wurde. Andererseits könnte auch von Bedeutung sein, dass die Schäden an den Tarsalgelenken einem größeren Einfluss durch die Einstreu unterlagen und somit z. B. aufgrund von Veränderungen in der Einstreu variabler waren. Mögliche Wechselwirkungen mit Effekten des Weidegangs ließen sich hier, im Gegensatz zu den Schäden an den Fersenhöckern, insgesamt nicht herausarbeiten.

Die bessere Wiederholbarkeit der Schäden am Fersenhöcker könnte auch auf einer schlechteren Abheilung dieser Läsionen beruhen, so dass die Befunde über einen längeren Zeitraum vorliegen. Die gute Wiederholbarkeit der Schäden am medialen Fersenhöcker zwischen den beiden Untersuchungsjahren weist darauf hin, dass diese Schäden nur wenig von Veränderungen im Betrieb von einer Stallhaltungsperiode zur nächsten beeinflusst werden. Auch die baulichen Gegebenheiten der Liegeboxen könnten eine Rolle spielen. So ist das Aufliegen der medialen Regionen des Fersenhöckers auf der hinteren Boxenkante wenig veränderlich.

Die Werte der viermal untersuchten Kühe waren zwar insgesamt etwas schwächer ausgeprägt als für alle untersuchten Kühe, zeigten aber tendenziell die gleichen Ergebnisse. Es lag also eher ein betriebsspezifischer als ein individueller Effekt vor. Somit ist eine Auswertung der Ergebnisse auf Betriebsebene gegenüber einer tierindividuellen Auswertung gerechtfertigt.

### **5.2.3 Tierverschmutzung**

Kot und Harn können eine schädigende Wirkung auf die Haut ausüben; unter starken Verschmutzungen bilden sich haarlose, gerötete und später auch entzündete Stellen (DLG 2000). Das Wohlbefinden der Tiere wird durch Juckreiz, Schmerzen, verminderte Fellfunktion in Bezug auf Thermoregulation und Keimabwehr sowie ein erhöhtes Risiko für Parasitenbefall beeinträchtigt (HÖRNING 2003, WINCKLER et al. 2003).

Auch das Mastitisrisiko kann erhöht sein (VALDE et al. 1997, DLG 2000, SCHREINER u. RUEGG 2003).

Der Verschmutzungszustand von Milchkühen lässt sich im Rahmen von Betriebserhebungen anhand des verwendeten Einstufungssystems (FAYE u. BARNOUIN 1985) einfach erheben. Er liefert damit einen ersten Eindruck über den Zustand des Haltungssystems, und (stärkere) Verschmutzungen gelten als Hinweis auf eine nicht optimale Gestaltung des Ruhe- oder Laufbereichs (DLG 2000).

Der Verschmutzungsgrad wurde in der vorliegenden Untersuchung für die Körperregionen Hinteransicht, Euter, Unterbauch, Oberschenkel sowie Unterschenkel ermittelt. Die Beurteilung der Regionen Hinteransicht, Euter, Unterbauch und Oberschenkel ermöglichte eine Differenzierung der untersuchten Betriebe. Dagegen lagen bei fast allen Tieren Verschmutzungen unterhalb der Sprunggelenke vor; daher wurde diese Zone nicht weiter berücksichtigt. Neben der Betrachtung der einzelnen oben genannten Zonen wurde ein Mittelwert gebildet, der als Gesamtscore in die Auswertung einging. Diese Methode wurde auch von KREBS et al. (2001) und DE ROSA et al. (2003) angewandt.

Sowohl für die durchschnittlichen Verschmutzungsscores der einzelnen Körperregionen, als auch für den Anteil an verschmutzten Kühe in den einzelnen Zonen lagen mäßige bis gute Korrelationen innerhalb der Untersuchungsjahre vor, wobei die Korrelationen im zweiten Jahr, basierend auf 29 Betrieben, deutlicher ausfielen (mittlerer Verschmutzungsscore:  $r_s = 0,76$  bis  $0,89$ ; Anteil verschmutzter Kühe:  $r_s = 0,54$  bis  $0,84$ ). Auch die Gesamtscores korrelierten signifikant.

SCHREINER und RUEGG (2003) erzielten ebenfalls gute Wiederholbarkeiten bei Verschmutzungen an Euter und Hintergliedmaßen. DE ROSA et al. (2003) und GLATZ (2004) ermittelten dagegen eine nur mäßige Wiederholbarkeit dieses Parameters. Bei einem Großteil der in dieser Studie untersuchten Betriebe spielten die von DE ROSA et al. (2003) genannten Einflussfaktoren wie die Wetterbedingungen oder die Häufigkeit des Einstreuwechsels offensichtlich keine große Rolle.

Von besonderer Bedeutung ist jedoch die gute Wiederholbarkeit der Verschmutzungen am Euter im zweiten Jahr, denn der Verschmutzungsscore am Euter ist signifikant mit dem Vorkommen pathogener Keime in der Euterregion verbunden (SCHREINER u. RUEGG 2003).

### **5.3 Einfluss von Faktoren des Haltungssystems auf ausgewählte tierbezogene Faktoren**

Grundsätzlich erfolgte eine Einteilung der Betriebe in Boxenlaufställe, die die häufigste Haltungsform in Nordwestdeutschland darstellen, und in Tiefstreusysteme. Tiefstreusysteme gelten zwar als tiergerechtere und kostengünstige Alternative zu Boxenlaufställen, konnten sich bisher aber wegen des höheren Arbeitsaufwandes und Problemen hinsichtlich Tierverschmutzung nicht in größerem Umfang durchsetzen (STERNEMANN 1999, HÖRNING 2003).

Verbindungen zwischen tierbezogenen Faktoren und Haltungsfaktoren wurden anhand von Korrelationen untersucht; diese Vorgehensweise wurde bisher mehrfach für epidemiologisch angelegte Felduntersuchungen in Milchviehbetrieben gewählt (HASKELL et al. 2003, HÖRNING 2003).

Unter anderem bildeten auch die Beziehungen zu den Liegeboxenabmessungen einen Schwerpunkt der Auswertung. Dabei wurde zunächst zwischen den wand- und gegenständigen Boxen sowie den Mittelwerten aus den Maßen beider Boxentypen differenziert. Diese Korrelationen spiegeln allerdings nur näherungsweise die tatsächliche Situation im Stall wider, da die untersuchten Kühe teilweise sowohl in wand- als auch in gegenständigen Boxen lagen und somit die tierbezogenen Indikatoren wie z.B. Liegeverhalten oder Integumentschäden in den meisten Fällen nicht direkt einem Liegeboxentyp zugeordnet werden können. Auf der anderen Seite ist es fraglich, wie aussagekräftig Korrelationen zwischen den mittleren Boxenabmessungen und tierbezogenen Faktoren sind.

In Anlehnung an die Vorgehensweise anderer Autoren (WEARY u. TASZKUN 2000, HÖRNING 2003) erfolgte die Auswertung allerdings dennoch sowohl differenziert nach Liegeboxentyp als auch hinsichtlich der Mittelwerte. Teilweise geht aus den Veröffentlichungen auch nicht hervor, welche Boxenmaße verwendet wurden (PHILIPOT et al. 1994, SPYCHER et al. 2002, BOWELL et al. 2003, HASKELL et al. 2003).

Zusätzlich ist zu bedenken, dass die Tiere aus Zeitgründen nicht vermessen wurden und damit auch keine Aussage zur relativen Größenabmessung der Liegeboxen in den 22 untersuchten Boxenlaufställen möglich ist. Die Länge der Boxen reichte von 2,25 bis 3,08 m (Mw 2,50 m, wandständige Boxen) bzw. von 2,27 bis 2,76 m (Mw 2,59 m, gegenständige Boxen); die Boxenbreite lag zwischen 1,06 und 1,20 m (Mw 1,12 m) für die wand- und zwischen 1,00 und 1,20 m (Mw 1,10 m) für die gegenständigen Boxen (s.a. Anhang). Damit unterschritten wahrscheinlich viele Betriebe die Empfehlungen für Holstein-Friesian-Kühe (BARTUSSEK et al. 1996).

### 5.3.1 Liegezeiten

Zur automatisierten Erfassung des Liegeverhaltens wurde zunächst eine repräsentative Stichprobe aus der Herde herangezogen, die Auswertung erfolgte dann aber nur für die Daten klinisch gesunder Tiere (v.a. hinsichtlich Lahmheiten). Dies war erforderlich, da Einschränkungen in der Lokomotion auch das Liegeverhalten beeinflussen können (WINCKLER u. BRILL 2004). Einerseits liegen lahme Kühe mitunter länger und vermehrt außerhalb der Liegeboxen und verbringen weniger Zeit mit Fressen (SINGH et al. 1993a, GALINDO u. BROOM 2002), andererseits könnten auch aufgrund von Schmerzen Abliege- und Aufstehvorgänge vermieden werden, so dass insgesamt eine kürzere Liegezeit bei lahmen Kühen resultiert.

In der vorliegenden Untersuchung ergaben sich keine signifikanten Unterschiede in der Dauer der Liegezeit zwischen den Tiefstreusystemen (Mw 10,7 h) und den Boxenlaufställen (Mw 10,4 h). Dieses Ergebnis steht im Widerspruch zu den Angaben von SINGH et al. (1993 a) und PHILLIPS und SCHOFIELD (1994), wonach Kühe in Tiefstreusystemen längere Liegezeiten aufwiesen als in Boxenlaufställen.

FREGONESI und LEAVER (2001) erzielten in einer experimentellen Studie widersprüchliche Ergebnisse. In einer ersten Untersuchung über wenige Wochen war die Liegezeit im Tiefstreusystem ebenfalls höher als im Boxenlaufstall, im zweiten längerfristigen Teil der Untersuchung konnten allerdings keine Unterschiede festgestellt werden. Die Autoren begründeten diese Ergebnisse mit der unterschiedlichen Anordnung der Liegefläche. Dadurch wird deutlich, dass neben der Beschaffenheit der Liegefläche auch noch andere Faktoren die Dauer der Liegezeit beeinflussen.

KONRAD und FÜRSCHUSS (1999) stellten ebenfalls in einem Tretmiststall eine geringere Liegedauer fest als in einem Boxenlaufstall. Eine mögliche Erklärung für dieses Ergebnis ist, dass Tiere in Tiefstreusystemen auf freier Liegefläche von ihren Artgenossinnen häufiger aufgescheucht werden (KROHN u. MUNKSGAARD 1993, HÖRNING 2003). Auch in dieser Untersuchung lag in den Tiefstreusystemen die höchste Anzahl an Liegeperioden vor.

Innerhalb der Liegeboxenlaufställe traten jedoch signifikante Unterschiede auf: unter Verwendung harter Gummimatten (Mw 9,7 h) lagen die Kühe insgesamt weniger im Vergleich zu Boxen mit eingestreutem Betonuntergrund (Mw 10,8 h) und Komfortmatratzen (Mw 11,5 h). Damit liegen die Ergebnisse im Rahmen der in der Literatur genannten Liegezeiten (6,8 bis 13 h in 24 h, vgl. Kap. 2.4.2). WECHSLER et al. (2000) ermittelten ähnliche Liegezeiten bezüglich Liegeboxen mit Komfortmatratzen, BUCHWALDER et al. (2000) bezüglich harter Gummimatten.

Nach HÖRNING (2003) wählen Rinder verformbare Liegeplätze, die eine gleichmäßige Druckverteilung für die bevorzugte Brust-Seitenlage mit unterschlagenen Vorderbeinen gewährleisten. Restriktive Abmessungen von Liegeboxen werden laut VERMUNT (2004) von Kühen toleriert, solange die Liegefläche weich gepolstert ist. Auch aus experimentellen Untersuchungen geht hervor, dass Rinder eindeutig tief eingestreute, verformbare Liegeflächen präferieren und auch tief mit Sägemehl eingestreute Boxen gegenüber geringgradig eingestreuten Boxen mit Komfortmatten bevorzugen (MANINNEN et al. 2002, TUCKER et al. 2003).

Erwartungsgemäß wiesen die Kühe in Betrieben mit Komfortmatratzen die höchste durchschnittliche Liegedauer auf, ein Hinweis auf erhöhten Komfort gegenüber Gummimatten und eingestreuter Betonfläche (MANINNEN et al. 2002). WECHSLER et al. (2000) stellten kaum Unterschiede in der Liegezeit für Liegeboxen mit Komfortmatratzen gegenüber Liegeboxen mit Strohmattentzen fest und bezeichneten beide Boxentypen im Hinblick auf den Komfort als gleichwertig.

Die Anzahl der Liegeperioden war zwar in den Tiefstreusystemen am höchsten (Mw 10,2), unterschied sich jedoch nicht signifikant von der Anzahl in den Boxenlaufstallbetrieben (Mw 9,6). Auch innerhalb der einzelnen Liegeboxensysteme zeigte sich ein recht einheitliches Bild hinsichtlich der Anzahl an Liegeperioden. Dasselbe galt für die Dauer der Liegeperioden, die in allen untersuchten Betrieben annähernd gleich lang war, sowie für die Anzahl der Liegeblöcke.

Die gesonderte Betrachtung der Beziehungen zwischen den Parametern des Liegeverhaltens und verschiedenen Haltungskriterien in den Boxenlaufställen ergab kaum signifikante Korrelationen. Der Variationskoeffizient der Liegezeit nahm jedoch mit abnehmender Liegeplatzverfügbarkeit (Anzahl Boxen pro Tier) zu. Auch wenn keine direkte Beeinflussung der durchschnittlichen Liegezeit vorlag, deutet dieser Befund darauf hin, dass bei knapperen Ressourcen (hier Liegeplätze) die Anpassungsfähigkeit der Tiere belastet ist. Selbst bei einem Kuh-Boxen-Verhältnis von 1:1 ist nicht immer gewährleistet, dass alle Kühe in der Herde einen Liegeplatz bekommen und ungestört ruhen können; es wird daher empfohlen, mehr Liegeplätze als Tiere in der Herde anzubieten (VERMUNT u. GREENOUGH 1997, GALINDO u. BROOM 2000).

Für die Gesamtdauer der Liegezeit ergaben sich keine Beziehungen zu den Haltungskriterien. FREGONESI und LEAVER (2001) ermittelten eine große tierindividuelle Variation in der Liegezeit und halten diese Variation für den wahrscheinlich sensibleren Indikator als die Dauer der Liegezeit.

Für den Variationskoeffizienten der Liegedauer und die Anzahl an Liegeperioden konnten positive Korrelationen zu verschiedenen Boxenmaßen aufgezeigt werden (Nackenriegelhöhe der gegenständigen Boxen, mittlere Nackenriegelhöhe, mittlere Boxenbreite und –fläche, diagonalen Nackenriegelabstand der wandständigen Boxen und mittlerer diagonalen Nackenriegelabstand). Mit zunehmenden, geräumigeren Boxenmaßen lag also eine größere innerbetriebliche Streuung in der Liegezeit sowie eine höhere Anzahl an Liegeperioden vor. Dieser scheinbar paradoxe Befund steht im Widerspruch zu den Ergebnissen von HÖRNING (2003), wonach mit steigenden Boxenmaßen Abweichungen vom normalen Liegeverhalten zurückgingen (z.B. ansteigende Liegesynchronität, abnehmende Verzögerungen beim Aufstehen und Abliegen). Auch TUCKER et al. (2004) stellten einen Anstieg in der Dauer der Liegezeit und einen Rückgang der Anzahl der Liegeperioden mit zunehmender Boxenbreite fest.

Angesichts der eher schwachen Beziehungen stellt sich die Frage, ob hier tatsächlich kausale Beziehungen oder lediglich Scheinkorrelationen vorliegen. Letzteres wird durch die oben zitierten gegensätzlichen Aussagen mehrerer anderer Untersuchungen unterstützt. Eine Klärung wäre am ehesten durch eine multivariate Analyse, in der auch Managementfaktoren berücksichtigt werden könnten, zu erzielen. Der Umfang der hier vorliegenden Untersuchung erlaubte jedoch nicht die Anwendung entsprechender statistischer Verfahren.

### **5.3.2 Lahmheiten**

In den Boxenlaufställen war der Anteil klinischer Lahmheit (Gangnote  $\geq 3$ ) mit durchschnittlich 15,3 % nahezu dreimal so hoch wie in den Tiefstreusystemen mit 5,2 %. Die Fälle geringgradiger Lahmheit (Gangnote = 3) traten in den Boxenlaufställen etwa doppelt so häufig auf wie in den Tiefstreusystemen, der entsprechende Anteil mittel- und hochgradiger Lahmheit (Gangnote 4+5) lag sogar um ein Sechsfaches höher; schwerwiegende Lahmheiten waren somit in den Tiefstreusystemen (Mw 0,9 %) nur von sehr untergeordneter Bedeutung.

Die hier ermittelte durchschnittliche Lahmheitsprävalenz lag damit unter den Angaben jüngerer Untersuchungen, die sich zwischen 20 % (WHAY et al. 2003 b) und 45 % (WINCKLER u. BRILL 2004) bewegten. Die Unterschiede in der Prävalenz beruhen vermutlich auf unterschiedlichen Methoden (z.B. verschiedene Gangbeurteilungssysteme) und Untersuchungsbedingungen (Bedingungen auf den Betrieben, Anzahl der untersuchten Herden, Studiendauer).

Ein signifikant höherer Anteil an klinischer Lahmheit in Boxenlaufställen gegenüber Tiefstreusystemen wurde wiederholt ermittelt (SOMERS et al. 2003, BRINKMANN et al. 2004). FREGONESI und LEAVER (2001) fanden dagegen in einer experimentellen Untersuchung keine Unterschiede im Auftreten von Lahmheiten in den beiden Haltungssystemen.

Da das Liegeverhalten (bzw. Stehverhalten) immer wieder im Zusammenhang mit dem Auftreten von Lahmheiten diskutiert wird (BERRY et al. 1998, GALINDO u. BROOM 2000), wurden die automatisch erfassten Parameter des Liegeverhaltens gesunder Tiere mit den ermittelten Prävalenzen in Beziehung gesetzt.

Bezüglich der Lahmheitsprävalenz ergab sich dabei nur mit dem Variationskoeffizienten der Liegezeit eine schwach signifikante positive Korrelation; das heißt in den Betrieben mit hoher Variabilität der Liegedauer lag auch ein hoher Anteil klinisch lahmer Tiere vor. Der Anstieg von Variationskoeffizienten gilt als Hinweis auf eine beeinträchtigte Adaption der Tiere an das Haltungssystem und kann damit auch auf ein beeinträchtigtes Wohlbefinden der Tiere deuten (FREGONESI u. LEAVER 2001, s.a. Kap. 5.3.1).

Interessante Beziehungen zeigten sich bei den Anteilen mittel- und hochgradiger Lahmheit, die zum einen ebenfalls mit zunehmender Streuung der Liegezeiten innerhalb eines Betriebes zunahmen. Zum anderen bestanden negative Korrelationen mit der totalen Liegezeit und der Anzahl der Liegeperioden. Mit wachsendem Anteil mittel- und hochgradig lahmer Tiere in den Betrieben nahmen die Dauer der Liegezeit und die Anzahl der Perioden demnach ab. Dieses Ergebnis stimmt mit der Annahme verschiedener Autoren überein (COLAMAINSWORTH 1989, SINGH et al. 1993 a, LEONARD et al. 1996), dass das Auftreten von Klauenläsionen und Lahmheiten durch verkürzte Liegezeiten prädisponiert wird, insbesondere bei lang andauerndem Stehen auf Betonboden (SINGH et al. 1993 b, VERMUNT 2004). Die Abnahme in der Anzahl der Liegeperioden könnte ein Hinweis auf Schwierigkeiten der lahmen Kühe beim Abliegen und Aufstehen sein (HÖRNING 2003).

Innerhalb der drei Liegeboxentypen traten keine signifikanten Differenzen in der Lahmheitsprävalenz auf. Insgesamt waren es jedoch die Betriebe mit harten Gummimatten (Mw 16,0 %) und Komfortmatratzen (Mw 16,3 %) in den Boxen, in denen die höchste Lahmheitsprävalenz vorlag. Insbesondere der hohe Anteil mittel- und hochgradiger Lahmheiten in Betrieben mit harten Gummimatten (Mw 7,9 %) weist auf die Bedeutung des Liegeuntergrunds auch für den Schweregrad von Lahmheiten hin.

Wie bereits erwähnt bevorzugen Kühe eine weiche, verformbare Liegefläche (TUCKER et al. 2003) und weisen dabei längere Liegezeiten und reduzierte Lahmheitsprävalenzen auf (VERMUNT 2004). Da die niedrige Lahmheitsprävalenz in den Tiefstreusystemen in dieser Untersuchung jedoch mit einer relativ kurzen Liegezeit einher ging, spielen neben dem Komfort der Liegefläche im Tiefstreustall vermutlich noch andere Faktoren eine Rolle. Da das Rind als Weichbodengänger mit einer an weichen Untergrund angepassten Klauenanatomie gilt, übt der weiche Untergrund im Tiefstreustall einen positiven Einfluss auf die Klauengesundheit aus (HÖRNING 2003). Auch die Einnahme bequemerer Liegepositionen in Verbindung mit entspannterem Liegen auf einer tief eingestreuten Liegefläche ohne restriktive Boxenabgrenzungen könnte einen günstigen Einfluss auf die Klauengesundheit der Kühe haben.

Auf der anderen Seite wiesen die Kühe aus den Betrieben mit Komfortmatratzen zwar die längsten Liegezeiten, gleichzeitig aber auch einen hohen Anteil an klinischer Lahmheit auf. Die Dauer der Liegezeit war hier offensichtlich ohne großen Einfluss auf die Prävalenz der Lahmheit. FAULL et al. (1996) stellten fest, dass Liegeboxen mit weichem Untergrund in gutem Zustand zwar (scheinbar) den größten Komfort bieten, bei Vernachlässigung aber dasselbe Risiko für das Auftreten von Lahmheiten darstellen wie Liegeboxen mit vergleichsweise hartem Untergrund. Andere Faktoren als die Beschaffenheit der Liegefläche üben also ebenfalls Einfluss auf das Auftreten von Lahmheiten aus. In einer Untersuchung von BRINKMANN und WINCKLER (2004) wurden Korrelationen zwischen dem Auftreten von Lahmheiten und Schäden an den Gliedmaßen festgestellt. Die Prävalenz von Integumentschäden war ebenfalls in Tiefstreusystemen deutlich niedriger als in Boxenlaufställen (vgl. Kap. 5.3.3).

Die Anteile klinischer Lahmheit waren nicht signifikant mit den verschiedenen Boxenmaßen korreliert. Dies kann vermutlich auf die Interaktion vieler Faktoren unter Praxisbedingungen zurückgeführt werden. Jeder Praxisbetrieb hat seinen eigenen „Faktorenmix“, so dass die Analyse eines Faktors eher einen Trend als eine statistische Signifikanz anzeigt (FAULL et al. 1996).



Derartige Trends konnten z.B. für Größenabmessungen der wandständigen Boxen wie Länge, Fläche und Nackenriegelhöhe und die Anteile an klinischer Lahmheit gesamt bzw. Anteile mittel- und hochgradiger Lahmheit aufgezeigt werden. Diese Korrelationen erscheinen erneut widersprüchlich (vgl. Kap. 5.3.1), da mit zunehmender Größe der Liegeboxen auch der Anteil an Lahmheit anstieg. Unzureichendes Design der Liegeboxen erhöht nach VERMUNT (2004) das Risiko für Lahmheiten. Zu kleine Liegeboxen behindern die Kühe beim Ablegen und Aufstehen, folglich meiden die Kühe diese Boxen und verbringen vermehrt Zeit im Stehen (SINGH et al. 1993 a).

Nachvollziehbar ist dagegen die positive Beziehung zwischen dem Anteil schwerwiegender Lahmheit und dem mittleren Boxenniveau, denn eine hohe Boxenkante bedeutet ein erhöhtes Verletzungsrisiko an den Gliedmaßen, etwa durch Abrutschen von der Kante, und damit auch eine erhöhte Wahrscheinlichkeit für die betroffenen Kühe, zu lahmen. FAULL et al. (1996) stellten fest, dass Kühe nur zögernd Liegeboxen mit hohen Kanten verließen. Einige Kühe rutschten unter offensichtlichem Unbehagen dabei ab. Standen die Kühe halb in den Boxen, so nahm mit zunehmender Kantenhöhe die Neigung des Rückens zu; damit muss möglicherweise mehr Gewicht von den Hintergliedmaßen getragen werden (FAULL et al. 1996, GALINDO et al. 2000).

Statt der Berücksichtigung einzelner Boxenmaße in der Korrelationsanalyse verwendete HÖRNING (2003) einen sogenannten Boxenindex, der sich aus verschiedenen Boxenvariablen zusammensetzte (Fläche, Nackenriegeldiagonalabstand, Einstreumengenklasse und Boxentrennung). Damit wird versucht, additive bzw. kompensatorische Effekte dieses Teils der Stalleinrichtung zu berücksichtigen. In der Regel werden durch einen solchen Index höhere Korrelationen mit der Zielvariablen erreicht (HÖRNING 2003). Dennoch wurde in der vorliegenden Untersuchung auf diese Vorgehensweise verzichtet, da zu wenig Erkenntnisse über tatsächliche Kompensationseffekte vorliegen und die Interpretation der erhaltenen Korrelationen hinsichtlich möglicher Kausalzusammenhänge noch schwieriger wird.

Die Beschaffenheit der Laufflächen als ein weiterer haltungsbezogener Faktor beeinflusste dagegen anscheinend die Auftretenshäufigkeit der klinischen Lahmheit. Die gesamte Lauffläche der Betriebe wurde in verschiedene Zonen eingeteilt und in Anlehnung an FAULL et al. (1996) subjektiv hinsichtlich Trittsicherheit und Rutschfestigkeit beurteilt; die Berechnung eines mittleren Gesamtscores je Betrieb erschien gerechtfertigt (vgl. Kap. 3.3.3).

Zwischen der Bodenbeschaffenheit und der Lahmheitsprävalenz bzw. den Anteilen an mittel- und hochgradiger Lahmheit bestanden negative, signifikante Korrelationen. Bezüglich der Auftretenshäufigkeit geringgradiger Lahmheit war diese Korrelation weniger ausgeprägt und nur schwach signifikant. Insgesamt lag in den Betrieben mit durchschnittlich eher glatter Lauffläche der Anteil an lahmen Tieren aber höher als in den Betrieben mit eher griffigem Boden. Auf glatten Laufflächen besteht ein erhöhtes Risiko für das Auftreten verletzungssträchtiger Ereignisse wie z.B. Ausrutschen (FAULL et al. 1996, VERMUNT 2004).

Die Befragung der Landwirte ergab, dass in 45 % der Betriebe (n = 13) eine regelmäßige Klauenpflege durchgeführt wurde, davon in elf Betrieben durch professionelle Klauenpfleger. Im Hinblick auf die Prävalenz der klinischen Lahmheit stellten sich aber keine signifikanten Unterschiede zu den Betrieben ein, wo die Klauen der Tiere nur nach Bedarf, etwa bei übermäßigem Wachstum der Klauen oder bei Lahmheiten, behandelt wurden.

Die Bedeutung der Klauenpflege wird in diesem Zusammenhang kontrovers diskutiert. Nach WARD (2001) verbessert Klauenpflege zwar die Form der Klauen, senkt aber nicht immer das Risiko für Lahmheiten. MANSON und LEAVER (1988 b) machten dagegen einen positiven Einfluss der Klauenpflege auf die Klauengesundheit geltend. Funktionelle Klauenpflege stellt durch die Korrektur des übermäßigen Hornwachstums die normale Funktion der Klaue wieder her und gewährleistet die richtige Gewichtsverteilung innerhalb und zwischen den Klauen. Darüber hinaus stimuliert die regelmäßige Klauenpflege das Wachstum von gesundem Horn (VERMUNT 2004). Andere Autoren sprechen sich für einen zurückhaltenden Einsatz der Klauenpflege nur bei signifikant zu lang gewachsenen Klauen und unter besonderer Vorsicht bei Kühen, die auf harten Böden laufen, aus (SHEARER u. VAN AMSTEL 2002, WEBSTER 2002). Nach BOCKISCH (1999) führt eine regelmäßige Klauenpflege nicht dauerhaft zu einer Reduzierung von Klauenschäden, sondern das Haltungssystem muss die Voraussetzungen für gesunde Klauen bieten.

In jedem Fall aber bietet die regelmäßige Klauenpflege den Landwirten die Möglichkeit, einen Überblick über den Zustand der Klauen innerhalb der Herde zu bekommen, und eventuell prophylaktische Maßnahmen zur Verbesserung der Klauengesundheit durchzuführen. Dagegen greift die Klauenpflege nach Bedarf erst dann ein, wenn klinische Symptome aufgetreten sind. Bei den lahmen Kühen verschlechtert sich dadurch die Prognose für eine Wiederherstellung der Klauengesundheit.

Nach Angaben der in der vorliegenden Untersuchung beteiligten Landwirte setzt sich das Konzept einer regelmäßigen Klauenpflege zunehmend durch; dies könnte auch ein Hinweis sein, dass die Lahmheitsproblematik in den Milchviehbeständen besser erkannt und ihr mehr Bedeutung zugemessen wird.

### 5.3.3 Integumentschäden in Verbindung mit Haltungsfaktoren

Die Befunde an den Tarsalgelenken und Fersenhöckern gehörten zu den häufigsten Schäden im Integument der untersuchten Kühe, und die Prävalenz der mindestens haarlosen bzw. entzündlich veränderten Läsionen der äußeren Tarsalgelenke war in den Boxenlaufställen signifikant höher als in den Tiefstreusystemen.

In den Liegeboxenlaufställen waren über ein Drittel der Tiere von entzündlichen Veränderungen am lateralen Tarsus betroffen (Mw 34,4 %). Bei weit über zwei Drittel der untersuchten Kühe war die Haut in den entsprechenden Regionen mindestens haarlos (Mw 77,8 %). Haarverlust bedeutet zwar keine Einschränkung im Wohlbefinden, ist aber ein Hinweis für eine leichte Abschürfung. Entzündungszeichen wie Rötungen sind jedoch relevant für das Wohlbefinden; es besteht Infektionsgefahr und letztendlich auch die Gefahr einer Gelenkentzündung (LIVESEY 2002).

Die Ergebnisse dieser Untersuchung stimmen mit Angaben von WEARY und TASZKUN (2000) überein, die in 20 Liegeboxenlaufställen bei 73 % der untersuchten Kühe mindestens eine Läsion im Bereich des Sprunggelenks ermittelten. Der Großteil dieser Kühe wies schwerwiegendere Läsionen am lateralen Tarsus auf. KREBS et al. (2001) stellten zwar nur bei einem Anteil von 36 % der untersuchten Kühe haarlose Veränderungen an den Tarsalgelenken fest, ermittelten aber mit 31,5 % annähernd den gleichen Anteil an entzündlich veränderten Stellen wie in dieser Untersuchung.

Interessanterweise zeigten die Komfortmatratzen, denen ein hohes Maß an Kuhkomfort zugesprochen wird, keine positiven Effekte auf die Prävalenz von Hautverletzungen. Bei Kühen, die auf Komfortmatratzen lagen, traten mit durchschnittlich 79,8 % mindestens haarlosen und 35,0 % entzündeten Läsionen ähnlich häufig Schäden an den lateralen Tarsalgelenken auf wie bei den Kühen aus Betrieben mit harten Gummimatten (Mw 80,1 % bzw. 37,1 %). Die Prävalenz der Schäden in den Betrieben mit eingestreutem Betonuntergrund war dagegen um etwa 10 % geringer. Bei einem Vergleich der Prävalenz von Schäden am Sprunggelenk in Betrieben mit Sand- bzw. mit Sägemehleinstreu sowie Komfortmatratzen in den Boxen (WEARY u. TASZKUN 2000) traten sogar durchschnittlich 91,7 % der erhobenen Läsionen bei Kühen auf, die auf Komfortmatratzen lagen.

Obwohl die Komfortmatratzen insgesamt eine weichere Unterlage bieten als die Gummimatten, scheint die (Kunststoff-)Oberfläche der Matten in den untersuchten Betrieben eine abrasive Wirkung an den Gelenken zu haben. Zudem werden Verschmutzungen auf harten Gummimatten und auf Komfortmatratzen, die in der Regel nicht eingestreut wurden, nicht so aufgesaugt wie auf einer gut eingestreuten Liegefläche und üben einen schädigenden Einfluss auf die Haut aus.

WECHSLER et al. (2000) stellten bei durchschnittlich 90 % der Kühe aus Betrieben mit geringgradig eingestreuten Komfortmatratzen gegenüber 40 % der Kühe aus Betrieben mit Strohmatratzen haarlose und kleine (< 2cm) entzündete Bereiche an den Gliedmaßen fest. Die Autoren schätzten diese Schäden jedoch als geringgradig und wahrscheinlich nicht schmerzhaft ein und beurteilten daraufhin den Einsatz weicher Komfortmatratzen als gleichwertig mit Strohmatten in den Liegeboxen, zumal hier keine Unterschiede im Liegeverhalten der Kühe festgestellt wurden. Außerdem muss berücksichtigt werden, dass in der Untersuchung von WECHSLER et al. (2000) die Komfortmatratzen zumindest mit „Minimaleinstreu“ betrieben wurden.

Da jedoch in dieser Studie über ein Drittel der Kühe aus Betrieben mit Komfortmatratzen höhergradige Läsionen an den lateralen Tarsalgelenken aufwiesen und gleichzeitig eine hohe Prävalenz klinischer Lahmheit vorlag, ist der Einsatz dieser Liegeunterlage kritisch zu sehen. Die relativ langen Liegezeiten in Betrieben mit Komfortmatratzen sind möglicherweise ein Hinweis auf eine relativ komfortable Liegefläche, so dass die Komfortmatratzen letztlich den harten Gummimatten vorzuziehen sind. In neueren DLG-Prüfberichten (REUBOLD 2002) gingen verschiedene Typen von Komfortmatratzen mit deutlich längeren Liegezeiten einher als harte Gummimatten. Die Prävalenz an Schäden, die überwiegend im Bereich des Sprunggelenks auftraten, lag zudem deutlich niedriger als in der vorliegenden Untersuchung (9,5 – 15,2 % haarlose Stellen; 2 - 8,8 % Hautabschürfungen und Schwellungen).

Die Auftretenshäufigkeit für Schäden in den medialen Bereichen des Tarsus war sowohl in den Boxenlaufställen als auch in den Tiefstreusystemen sehr gering. WEARY und TASZKUN (2000) kamen bei der Untersuchung in Boxenlaufställen zu demselben Ergebnis. Ein schwach signifikanter Unterschied zwischen beiden Haltungssystemen lag allerdings vor. Vermutlich haben diese Regionen weniger Kontakt mit der Liegefläche.

Innerhalb der drei Liegeboxentypen traten wiederum keine signifikanten Differenzen hinsichtlich der untersuchten Integumentveränderungen auf (vgl. Kap. 5.3.2). Insgesamt lag die Häufigkeit an Schäden jedoch in den Betrieben mit Komfortmatratzen in der Regel um einige Prozentpunkte höher.

Eine Ausnahme bildeten dabei die Anteile mindestens haarloser bzw. entzündeter Läsionen am medialen Fersenhöcker, die in den drei Haltungsformen annähernd gleich hoch waren.

Im Vergleich zu den vorliegenden Ergebnissen gaben WEARY und TASZKUN (2000) für Kühe auf Komfortmatratzen eine deutlich höhere Prävalenz für schwerwiegendere, d.h. entzündlich veränderte, Läsionen an den lateralen (Mw ca. 54 %) und medialen Fersenhöckern (Mw ca. 20 %) an.

Die hier beschriebenen Ergebnisse reflektieren auch den positiven Einfluss von Tiefstreuensystemen auf die Unversehrtheit des Integuments der untersuchten Kühe. Ein Grund dafür ist sicherlich die weiche Strohmattze, die schonender auf die exponierten Körperregionen wirkt als eine harte Liegefläche. Zum anderen können die Boxeneinrichtungen wie beispielsweise Seitenbegrenzungen, Nackenriegel oder Boxenkanten, ein erhöhtes Verletzungsrisiko für die Kühe in den Boxenlaufställen darstellen (HÖRNING 2003).

Die Prävalenz für Schäden am lateralen Tarsus betrug allerdings immerhin 11 % (Schweregrad  $\geq 2$ ) bzw. 7,4 % (Schweregrad  $\geq 3$ ) und war damit deutlich höher als bei BOCKISCH (1999), der eine Prävalenz haarloser Stellen von weniger als 0,5 % und eine Prävalenz schwerwiegenderer Schäden von 2 % ermittelte. Bei zunehmender Einstreumenge stellte BOCKISCH (1999) eine weitere Reduzierung der Läsionen fest.

Womöglich spielte in dieser Untersuchung die Qualität des Stroh auf der Liegefläche eine Rolle, und die Schäden entstanden z.B. durch eine feuchte und schmutzige Einstreu, durch zu kurz gehäckseltes Stroh oder durch einen hohen Anteil an groben Bestandteilen im Stroh.

Mit den Abmessungen der Liegeboxen ergaben sich mehrere positive Korrelationen, insbesondere mit der Länge, dem horizontalen und diagonalen Nackenriegelabstand der Boxen sowie, zu einem geringeren Anteil, mit der Gesamtfläche der verschiedenen Liegeboxentypen. Signifikant waren diese Korrelationen allerdings nur für die Schäden beider Schadensklassen am lateralen Tarsalgelenk und für die entzündeten Läsionen am lateralen Fersenhöcker, also für die Bereiche, die beim Ablegen, Aufstehen und insbesondere beim Liegen überwiegend mit der Boxeneinrichtung in Berührung kommen können.

Insgesamt gesehen stieg mit großzügigeren Boxenmaßen also der Anteil an Schäden an. Dieses Ergebnis steht im Widerspruch zu der Annahme, dass größere Boxen mit weniger Schäden am Tier einhergehen als kleinere, teilweise veraltete Boxen (WEARY u. TASZKUN 2000). Dagegen berichteten BUSATO et al. (2000) zumindest für Anbindeställe von ähnlich widersprüchlichen Ergebnissen bezüglich Standlänge und Anteil an Weichteilverletzungen.

Eine Ursache dafür könnte in der Nutzung der Liegeboxen durch die Tiere liegen. Möglicherweise lagen die Kühe auch in größeren Boxen im hinteren Boxenbereich und stießen mit Tarsalgelenken und Fersenhöckern an die Boxenkante. Die Aufklärung derartiger kausaler Zusammenhänge hätte u.a. umfangreiche ethologische Erhebungen erfordert, die im Rahmen der vorliegenden Untersuchung nicht durchgeführt werden konnten.

Eine weitere Erklärung für einen steigenden Anteil an Schäden in den großen Boxen könnte sein, dass sich auf einer längeren Liegefläche Kuhlen bildeten, so dass die Sprunggelenke und Fersenhöcker der Kühe in einem feuchten Milieu lagen und sich somit das Risiko für Läsionen an diesen Bereichen erhöhte.

#### **5.3.4 Tierverschmutzung in Verbindung mit Haltungsfaktoren**

In die Auswertung bezüglich Beziehungen zu Haltungsfaktoren gingen nur die mindestens mittelgradigen Verschmutzungen ein, da negative Effekte auf das Wohlbefinden der Kühe erst bei einer stärkeren Verschmutzung zu erwarten sind (FAYE u. BARNOUIN 1997, WINCKLER et al. 2003).

In den Bereichen Euter, Unterbauch, Ober- und Unterschenkel lag der Anteil an Kühen mit mindestens mittelgradigen Verschmutzungen in den Tiefstreusystemen signifikant höher als in den Boxenlaufställen.

Besondere Beachtung gilt dem Verschmutzungszustand des Euters. Wie bereits erwähnt können Verschmutzungen am Euter einen negativen Einfluss auf Eutergesundheit und Milchhygiene ausüben und sind daher auch aus wirtschaftlichen Gründen für den Landwirt von Bedeutung (HÖRNING 2003, SCHREINER u. RUEGG 2003). In den Tiefstreusystemen waren bei durchschnittlich 57 % der untersuchten Tiere die Euter mindestens mittelgradig verschmutzt, in den Boxenlaufställen demgegenüber nur durchschnittlich 11 %. Ein ähnliches Bild ergab sich für den Unterbauch.

Da die Kühe über die Strohfäche laufen und dabei abkoten bzw. verschmutztes Stroh verteilen (FREGONESI u. LEAVER 2001), ist die Liegefläche in Tiefstreusystemen mehr oder weniger gleichmäßig verschmutzt und schwieriger sauber zu halten.

Der Bereich der Liegefläche in den Liegeboxen, wo die Kuh mit Euter und Unterbauch aufliegt, kann dagegen relativ einfach sauber gehalten werden, die Kühe koten im Normalfall auf den Laufgang bzw. in den hinteren Teil der Box ab.

Innerhalb der Liegeboxenställe lagen die Verschmutzungen an Euter und Unterbauch in den Betrieben mit Komfortmatratzen und harten Gummimatten um einige Prozentpunkte höher als in den Betrieben mit eingestreuter Betonfläche. Hier trug wahrscheinlich der aufsaugende Effekt der Einstreu dazu bei, dass nur 5,6 % bzw. 5,2 % der Kühe aus diesen Betrieben Verschmutzungen an Euter und Unterbauch aufwiesen.

Die meisten Kühe waren im Bereich der Ober- und Unterschenkel verschmutzt. In den Tiefstreuställen waren mit einem Anteil von 85,8 % bzw. 92,1 % fast alle Tiere von Verschmutzungen in diesen Regionen betroffen. In den Liegeboxenlaufställen wies allerdings auch über die Hälfte der Tiere Verschmutzungen an den Hintergliedmaßen auf. Die Hintergliedmaßen kommen beim Liegen in direkten Kontakt mit der Liegefläche, die, wie bereits erwähnt, durch das Abkoten der Kühe zum Teil im hinteren Bereich verschmutzt ist.

Bezüglich der Verschmutzungen an der Hinteransicht ergaben sich dagegen nur geringfügige Unterschiede zwischen den verschiedenen Betriebssystemen (Tiefstreusystem: Mw 57,5 %; Boxenlaufstall: Mw 49 %). Der Bereich Hinteransicht kommt bei liegenden Kühen weniger mit der Liegefläche in Berührung. Die Verschmutzungen, von denen sowohl in den Tiefstreuals auch in den Boxenbetrieben etwa die Hälfte der Kühe betroffen war, rührten wahrscheinlich überwiegend vom Abkoten her und waren damit eher von der Kotkonsistenz als vom Haltungssystem abhängig.

Der hohe Anteil an verschmutzten Tieren, besonders auch mit Verschmutzungen am Euter, stellt einen Nachteil der Tiefstreusysteme gegenüber den Boxenlaufställen dar und bedeutet möglicherweise ein erhöhtes Mastitisrisiko für die Kühe (VALDE et al. 1997, DLG 2000). Diesbezügliche Auswertungen wurden für die untersuchten Betriebe jedoch nicht durchgeführt.

Durch die regelmäßige Einstreu mit sauberem, qualitativ gutem Stroh lassen sich Verschmutzungen allerdings reduzieren (MAIN et al. 2003).

Die Spearman-Rank-Korrelationsanalyse ergab einige, zum Teil signifikante Korrelationen zwischen dem Anteil an Kühen mit mindestens mittelgradiger Verschmutzung in den einzelnen Regionen und der Länge, Breite und Fläche der einzelnen Boxenabmessungen. Demnach stieg mit zunehmender Boxengröße der Anteil an Kühen mit Verschmutzungen. In Übereinstimmung mit diesem Ergebnis ermittelten TUCKER et al. (2004) eine Zunahme der Tierverschmutzung mit ansteigenden Boxenabmessungen, da die Tiere mit allen vier Füßen in den großen Boxen stehen und dadurch häufiger auf die Liegefläche abkoten.

## 5.4 Schlussfolgerungen

In der vorliegenden Untersuchung wurden mit dem Gangbeurteilungssystem und den Lagesensoren zur Erfassung des Liegeverhaltens zwei Methoden vorgestellt, die bei der Beurteilung tierbezogener Faktoren im Hinblick auf das Wohlbefinden von Tieren von Nutzen sind. Das Gangbeurteilungssystem erwies sich als valide, einfach und schnell durchzuführende Methode zur Einschätzung der Lahmheitssituation auf Praxisbetrieben und verfügte über eine gute Wiederholbarkeit zwischen verschiedenen Untersuchenden.

Bei Anbringung an einer Hintergliedmaße der Kühe konnten mit den Lagesensoren verlässliche Daten zum Liegeverhalten mit vergleichsweise geringem Aufwand in Praxisbetrieben erhoben werden.

Die Bedeutung der tierbezogenen Parameter Lahmheit und Integumentschäden für das Wohlbefinden von Kühen ist allgemein anerkannt (SPYCHER et al. 2002, WHAY et al. 2003b). Auch der Verschmutzungszustand der untersuchten Kühe kann Hinweise auf ein eingeschränktes Wohlbefinden liefern, ist dabei aber wahrscheinlich weniger relevant als Lahmheit und Integumentschäden (DE ROSA et al. 2003). Die in dieser Untersuchung durchgeführten tierbezogenen Messungen beruhten zum großen Teil auf subjektiven Bewertungen. Die Wiederholbarkeit derartiger Messungen ist daher ein entscheidendes Kriterium hinsichtlich Qualität der erhaltenen Daten (WHAY et al. 2003 a). In der vorliegenden Untersuchung wurde neben der Wiederholbarkeit zwischen verschiedenen Beobachtern bei der Gangbeurteilung überwiegend die Wiederholbarkeit innerhalb der Stallhaltungsperioden untersucht, die bei den hier untersuchten tierbezogenen Parametern ein heterogenes Bild zeigte:

die Wiederholbarkeit der klinischen Lahmheit innerhalb einer Stallhaltungsperiode erwies sich als schwach bis moderat, die Betrachtung einzelner Gangnoten erschien dagegen nicht sinnvoll. Schäden an den Tarsalgelenken wiesen eine deutlich schwächere Wiederholbarkeit auf als Läsionen an den Fersenhöckern. Der Verschmutzungsgrad der untersuchten Tiere zeichnete sich dagegen durch eine gute Wiederholbarkeit im Jahresverlauf aus.

Besonders für die Schäden an den lateralen Tarsalgelenken ist jedoch die zweimalige Erhebung innerhalb einer Stallhaltungsperiode für eine sicherere Einschätzung der durchschnittlichen Prävalenz zu empfehlen. Unter Hinweis auf die eingeschränkte Konstanz der Ergebnisse im Jahresverlauf ist dieser Parameter dennoch als Bestandteil eines praxisbezogenen Bewertungssystems geeignet, zumal die Erhebung einfach und wenig zeitaufwändig ist.



Die Bedeutung der Liegedauer von Kühen als Indikator für das Wohlbefinden ist, nach Auswertung der Loggerdaten, kritisch zu sehen. Die Tiere aus den Betriebssystemen, in denen die längsten Liegedauern gemessen wurden (Liegeboxen mit Komfortmatratzen), hatten gleichzeitig die höchste Prävalenz an klinischer Lahmheit und Schäden im Integument. Auch FREGONESI und LEAVER (2001) halten die Variation der Liegezeit für den wahrscheinlich besseren Indikator für das Wohlbefinden als die durchschnittliche Gesamtliegedauer. Die Synchronität des Liegeverhaltens in Verbindung mit Störungen im Sozialverhalten und Mangel an Komfort könnte ebenfalls ein möglicher Indikator sein (NIELSEN et al. 1997). Weitere Untersuchungen zu diesem Thema sind sicherlich nötig, beispielsweise zur Qualität des Ruhens und dem damit verbundenen Erholungsgrad der Kühe.

Abgesehen von einem steigenden Anteil an Kühen mit Verschmutzungen bei zunehmender Boxengröße (s.a. TUCKER et al. 2004), ergaben sich zwischen den tierbezogenen Indikatoren und den Boxenabmessungen als wichtigen haltungsbezogenen Faktor überwiegend widersprüchliche und von der Literatur abweichende Ergebnisse. Auch hier sind ergänzende Untersuchungen wünschenswert.

Im Hinblick auf Klauengesundheit und Auftreten von Integumentschäden der untersuchten Kühe wurden Vorzüge der Haltung in Tiefstreusystemen gegenüber den Liegeboxenlaufställen deutlich. Ein Nachteil der Tiefstreusysteme bestand jedoch in dem höheren Anteil an verschmutzten Kühen. Eine Gewichtung der verschiedenen Parameter, in diesem Fall die stärkere Verschmutzung mit wahrscheinlich erhöhtem Mastitisrisiko gegenüber gesunden Klauen und weitgehend unbeschädigtem Integument, gestaltet sich jedoch als schwierig (WAIBLINGER et al. 2001).

Die Ergebnisse dieser Arbeit sprechen für die Eingliederung der Parameter Lahmheit, Integumentschäden und Verschmutzung sowie – zumindest für wissenschaftliche Untersuchungen – des Liegeverhaltens in ein tierbezogenes, praxisorientiertes System zur Bewertung von Tiergerechtigkeit (vgl. auch BOWELL et al. 2003). Weitere Studien mit größeren Stichprobenzahlen sind jedoch wünschenswert, um die Ergebnisse abzusichern und insbesondere multifaktorielle Zusammenhänge aufdecken zu können.

## 6 Zusammenfassung

Stefanie Willen

Tierbezogene Indikatoren zur Beurteilung der Tiergerechtigkeit in der Milchviehhaltung – methodische Untersuchungen und Beziehungen zum Haltungssystem

Aufgrund des wachsenden Verbraucherinteresses an Produkten aus tiergerechter Haltung besteht zunehmend ein Bedarf an Systemen zur Bewertung von Tiergerechtigkeit in Praxisbetrieben. Ein solches „On-farm welfare assessment“-Protokoll sollte in erster Linie auf tierbezogenen Indikatoren basieren, die valide, zuverlässig erhebbar und praktikabel in der Durchführung auf Betriebsebene sein müssen.

Ziel dieser Arbeit war daher die Untersuchung ausgewählter tierbezogener Parameter zur Beurteilung der Tiergerechtigkeit in Milchviehbetrieben im Hinblick auf Validität, Reliabilität, Erfassbarkeit in Praxisbetrieben und Beziehungen zu Eigenschaften des Haltungssystems.

Diese Parameter umfassten Lahmheit, Liegeverhalten, Integumentschäden sowie den Verschmutzungszustand der Tiere.

Die Datenerhebung erfolgte in 29 Praxisbetrieben Nordwestdeutschlands (Liegeboxenlaufställe, Tiefstreusysteme) in zwei aufeinanderfolgenden Stallhaltungsperioden.

Zur **Erfassung von Lahmheiten** wurde ein 5-stufiges Gangbeurteilungssystem eingesetzt. Die Gangnoten korrelierten signifikant mit verschiedenen Klauenläsionsindizes in einem Bereich von  $r_s = 0,39$  bis  $0,50$  ( $n = 206$  Tiere). Die Wiederholbarkeit des Beurteilungssystems zwischen verschiedenen Beobachtern betrug 68 %, klinische Lahmheiten wurden fast ausnahmslos übereinstimmend identifiziert. Die Gangbeurteilung erwies sich als schnell durchzuführen und einfach in den Betriebsablauf zu integrieren.

Zur **automatisierten Erfassung des Liegeverhaltens** wurde ein mit einem miniaturisierten Datenlogger gekoppelter Lagesensor verwendet und in einer Pilotstudie anhand von Videoaufzeichnungen validiert. Sowohl im Liegeboxenlaufstall als auch im Tretmiststall erwies sich der Einsatz der Lagesensoren bei Befestigung an der Hintergliedmaße und Messintervallen zwischen 11 s und 120 s als zuverlässige und praktikable Methode zur Erfassung von Liegedauer (99,9 % Übereinstimmung) und Anzahl der Liegeperioden in Feldstudien.

Hinsichtlich der **Wiederholbarkeit der Parameter** Lahmheit, Integumentschäden und Tierverschmutzung innerhalb der Untersuchungsjahre (zweimalige Erhebung je Stallhaltungsperiode) ergab sich ein heterogenes Bild. So lagen bezüglich Lahmheitsprävalenz (Jahr 1:  $r_s = 0,48$ ,  $n = 12$  Betriebe; Jahr 2:  $r_s = 0,59$ ,  $n = 29$  Betriebe) und Auftretenshäufigkeit von Integumentschäden am Tarsalgelenk (z.B. Anteil Tiere mit entzündlichen Veränderungen: Jahr 1:  $r_s = -0,13$ ,  $n = 12$  Betriebe, Jahr 2:  $r_s = -0,32$ ,  $n = 29$  Betriebe) lediglich mäßige bis sehr schwache Wiederholbarkeiten vor. Ein gerichteter saisonaler Einfluss konnte nicht festgestellt werden. Eine zweimalige Erhebung dieser Parameter innerhalb einer Stallhaltungsperiode ist daher für eine sicherere Einschätzung der durchschnittlichen Prävalenz zu empfehlen.

Demgegenüber erwiesen sich mittelgradige Schwellungen des Tarsalgelenks (Anteil Tiere:  $r_s = 0,76$  bzw.  $0,61$ ) wie auch Integumentveränderungen am Fersenhöcker (Anteil Tiere:  $r_s = 0,35$  bis  $0,89$ ) oder der Verschmutzungszustand der Tiere (gesamt:  $r_s = 0,69$  bzw.  $0,89$ ; Euter:  $r_s = 0,61$  bzw.  $0,86$ ) als besser wiederholbar innerhalb einer Stallhaltungsperiode.

Insgesamt erscheint die Aufnahme der bearbeiteten tierbezogenen Indikatoren in ein „On-farm welfare assessment“-Protokoll aus wissenschaftlich-methodischer Sicht gerechtfertigt und ihre Erhebung im Praxisbetrieb machbar.

Im Hinblick auf **Beziehungen der untersuchten Parameter zum Haltungssystem** (Datengrundlage zweites Untersuchungsjahr) lag kein signifikanter Unterschied im Liegeverhalten (Dauer, Anzahl Liegeperioden u.a.) zwischen Liegeboxenlaufställen und Tiefstreusystemen vor. Innerhalb der Liegeboxenlaufställe wurden die längsten Liegezeiten in Betrieben mit Komfortmatratzen ( $11,5 \text{ h} \pm 1,0$ ;  $n = 5$  Betriebe) gegenüber herkömmlichen Gummimatten ( $9,7 \text{ h} \pm 0,5$ ;  $n = 11$  Betriebe) oder Einstreu auf Betonuntergrund ( $10,8 \text{ h} \pm 0,8$ ;  $n = 5$  Betriebe) ermittelt. Gleichzeitig war die Lahmheitsprävalenz in Liegeboxenlaufställen mit  $15,3 \% \pm 5,7$  ( $n = 21$  Betriebe) signifikant höher als in Tiefstreusystemen ( $5,2 \% \pm 5,9$ ,  $n = 8$  Betriebe). Gleichgerichtete signifikante Unterschiede bestanden für die Integumentveränderungen an Tarsalgelenk und Fersenhöcker.

Die durchschnittliche Liegedauer kann damit innerhalb eines Haltungssystems (hier Liegeboxenlaufstall) Hinweise auf den Komfort der Liegefläche geben, als integrativer Indikator für die Tiergerechtigkeit ist der Parameter allerdings kritisch zu betrachten. Möglicherweise stellt die innerbetriebliche Variation der Liegezeit einen geeigneteren Indikator dar, da mit steigender Variabilität der Liegedauer (gesunder Tiere) der Anteil klinisch lahmer Tiere anstieg ( $r_s = 0,41$ ,  $n = 28$  Betriebe).

Zwischen den Liegeboxenabmessungen als wichtigen haltungsbezogenen Faktoren und den untersuchten tierbezogenen Parametern ergaben sich nur wenige aussagekräftige Beziehungen. Da mit großzügigeren Abmessungen in der Regel höhere Schadensraten einhergingen, lagen in der Tendenz überwiegend scheinbar paradoxe Beziehungen vor (z.B. Anstieg der Lahmheitsprävalenz mit zunehmenden Boxenmaßen). Lediglich bezüglich Tierverschmutzung und Boxengröße traten erwartungsgemäß positive, signifikante Korrelationen auf ( $r_s = 0,45$  bis  $0,63$ ).

Der Zustand der untersuchten Tiere wurde im Hinblick auf Lahmheiten und Integumentschäden bei der Haltung in Tiefstreusystemen deutlich besser bewertet als bei der Haltung in Liegeboxenlaufställen. Dem steht jedoch ein relativ hoher Anteil verschmutzter Tiere (Anteil mittelgradig verschmutzter Tiere am Euter : 57 % vs. 11 %) und damit ein potentiell erhöhtes Mastitisrisiko gegenüber. Die Bewertung der Tiergerechtigkeit dieser Haltungssysteme hängt letztendlich von der Gewichtung der tierbezogenen Faktoren ab.

Die Ergebnisse dieser Arbeit unterstützen insgesamt die Weiterentwicklung eines tierbezogenen, praxisorientierten und wissenschaftlich anerkannten Bewertungssystems unter Einbeziehung der hier untersuchten tierbezogenen Indikatoren. Weitere Untersuchungen auf Praxisbetrieben mit größerer Stichprobenzahl sind wünschenswert.

## 7 Summary

Stefanie Willen

Animal-related indicators for assessing animal welfare in dairy cows - methodological investigations and relationships to housing systems

Due to the growing public concern for products of welfare-friendly origin, the need for on-farm welfare assessment systems has steadily increased during recent years. Such an on-farm welfare assessment-protocol should be primarily based on animal-related indicators which must be valid, reliable and feasible at farm level.

The objective of this study was therefore to investigate selected animal-related parameters for on-farm welfare assessment in dairy cattle with regard to validity, reliability and feasibility. Relationships of these animal-related parameters with environmental factors were also studied.

The parameters studied included lameness, lying behaviour, skin lesions as well as cleanliness of the animals.

Data were collected on 29 farms in northwestern Germany (cubicle loose housing and straw yard systems) during two successive housing periods.

Lameness was recorded using a five-point lameness scoring system. Locomotion scores significantly correlated with different claw lesion scores varying from  $r_s = 0,39$  to  $0,50$  ( $n = 206$  cows). Inter-observer repeatability of the lameness scoring system was 68 %, cases of clinical lameness were almost unanimously identified. The locomotion scoring system proved to be carried out quickly and was easy to integrate in the farm routines.

For automatic recording of lying behaviour, position sensors connected to miniaturised dataloggers were used and validated in a pilot study by means of video recordings. In both cubicle and straw yard (sloped floor) systems the data obtained from the position sensors (recording intervals 11 s to 120 s) reliably recorded total lying time (99,9 % agreement) and the number of lying bouts. The datalogger/position sensor system can be easily applied in field studies with minimised technical effort.

For the parameters lameness, skin lesions and cleanliness repeatability within housing period (two recordings) was heterogeneous. With regard to lameness prevalence (year 1:  $r_s = 0,48$ ,  $n = 12$  farms; year 2:  $r_s = 0,59$ ,  $n = 29$  farms) and occurrence of skin lesions at the hock joint (e.g. proportion of animals with inflamed alterations: year 1:  $r_s = -0,13$ ,  $n = 12$  farms; year 2:  $r_s = -0,32$ ,  $n = 29$  farms), repeatability ranged from moderate to very poor. However, a seasonal effect was not detected. The above mentioned parameters should therefore be recorded twice during the housing period in order to get better estimates of the mean prevalence.

In contrast, moderate swellings of the hock joint (proportion of animals:  $r_s = 0,76$  and  $0,61$  respectively) as well as skin lesions at the calcaneus (proportion of animals:  $r_s = 0,35$  to  $0,89$ ) and cleanliness scores (total:  $r_s = 0,69$  and  $0,89$  respectively; udder:  $r_s = 0,61$  and  $0,86$  respectively) showed a higher repeatability within a housing period.

Thus, inclusion of the examined animal-related parameters into an on-farm welfare assessment protocol seems to be justified from a scientific-methodological point of view and their recording in practice is feasible.

Regarding the relationships of the investigated parameters with the housing system (based on data from the second year) there was no significant difference in lying behaviour (e.g. lying time, number of lying bouts) between cubicle housed and straw yard housed herds. Within cubicle systems the highest lying times were recorded in farms with soft lying mats ( $11,5 \text{ h} \pm 1,0$ ;  $n = 5$  farms) compared to conventional rubber mats ( $9,7 \text{ h} \pm 0,5$ ;  $n = 11$  farms) or bedded concrete ( $10,8 \text{ h} \pm 0,8$ ;  $n = 5$  farms). However, lameness prevalence was significantly higher in cubicle systems ( $15,3 \% \pm 5,7$ ;  $n = 21$  farms) compared to straw yard systems ( $5,2 \% \pm 5,9$ ;  $n = 8$  farms). Corresponding significant differences were also found for skin lesions at the hock joint and the calcaneus.

Total lying time may therefore indicate lying comfort within a housing system (here: cubicle systems), but its role as integrative welfare indicator in dairy cattle has to be regarded critically. On the other hand, the variation of lying time within farms may provide a more appropriate indicator, since increasing variability of lying time (measured in healthy animals) was positively correlated with the lameness prevalence ( $r_s = 0,41$ ,  $n = 28$  farms).

With regard to cubicle dimensions, which represent an important environmental factor in dairy loose housing, only few significant relations with the investigated animal-related parameters were found. Since higher rates of lesions mostly came along with more ample space provision, these relations tended to be paradoxical (e.g. increase in lameness prevalence with increasing cubicle dimensions). However, as expected soiling of the animals and cubicle size were significantly positively correlated ( $r_s = 0,45$  to  $0,63$ ).

With regard to lameness and skin lesions, the animals' state was distinctly better in straw yard systems than in cubicle housing. However, the proportion of soiled animals (proportion of animals moderately soiled at the udder: 57 % vs. 11 %) was relatively high in straw yards, which potentially bears a higher risk of mastitis. A final judgement on the welfare state in these housing systems depends on the relative weight given to the animal-related indicators.

In conclusion, the results of this study support the further development of a feasible, scientifically based on-farm welfare assessment system including the animal-related indicators investigated in this study. Further on-farm investigations on larger sample sizes are desirable.

## 8 Literaturverzeichnis

ARBEITSGEMEINSCHAFT DEUTSCHER RINDERZÜCHTER E.V. (ADR) (2001):  
Rinderproduktion in der Bundesrepublik Deutschland 2000.  
ADR Bonn

ALBAN, L., J.F. AGGER u. L.G. LAWSON (1996):  
Lameness in tied Danish dairy cattle: the possible influence of housing systems, management,  
milk yield and prior incidents of lameness.  
Prev. vet. med. 29, 135-149

ALBAN, L., u. J.F. AGGER (1997):  
Health as a parameter for assigning dairy herd welfare: advantages and disadvantages.  
University College, Chester, Great Britain 1997, 120-128

ALBAN, L., A.K. ERSBØLL, T.W. BENNEDSGAARD u. P.F. JOHNSON (2001):  
Validation of welfare assessment methods at herd level: an example.  
Acta Agric. Scand., Sect. A, Animal Sci., Suppl. 30, 99-102

AMON, T., B. AMON, E. OFNER u. J. BOXBERGER (2001):  
Precision of assessment of animal welfare by the "TGI 35 L" Austrian needs index.  
Acta Agric. Scand., Sect. A, Animal Sci., Suppl. 30, 114-117

ANDERSSON, R., u. A. SUNDRUM (1998):  
Methoden zur Bewertung der Tiergerechtheit auf betrieblicher Ebene.  
In: Beurteilung der Tiergerechtheit von Haltungssystemen. KTBL-Schrift 377, 92-98

BAADSGAARD, N.P., u. C. ENEVOLDSEN (1997):  
A potential approach to support animal welfare promotion in a Danish veterinary practice  
context.  
In: Soc. for Vet. Epid. and Prev. Med., Chester, Great Britain 1997, Proc., 108-119

BAROW, U., u. M. GERKEN (1997):  
Untersuchungen zur automatisierten Verhaltenserfassung bei Mutterkühen in ganzjähriger  
Außenhaltung.  
In: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung. KTBL-Schrift 376, 110-119

BARTUSSEK, H. (1985):  
Vorschlag für eine Verordnung der Steiermärkischen Landesregierung für den Bereich der  
Intensivhaltung.  
Österr. Freiberufstierarzt 97, 4-15

BARTUSSEK, H. (1990):  
Tiergerechtheit von Haltungssystemen. Checkliste Milchkühe – Anbindehaltung.  
BAL Gumpenstein, Irndning



BARTUSSEK, H., M. TRITTHART, H. WÜZL u. W. ZORTEA (1996):  
Rinderstallbau. 2. Aufl.  
Leopold Stocker Verlag, Graz, Stuttgart

BARTUSSEK, H. (1999):  
A review of the animal needs index (ANI) for the assessment of the animals well-being in the housing systems for Austrian proprietary products and legislation.  
Livest. Prod. Sci. 61, 179-192

BARTUSSEK, H. (2001):  
An historical account of the development of the animal needs index ANI-35L as part of the attempt to promote and regulate farm animal welfare in Austria: an example of the interaction between animal welfare science and society.  
Acta Agric. Scand., Sect. A, Animal Sci., Suppl. 30, 34-41

BAUM S., H. BERNAUER-MÜNZ, C. BUCHHOLTZ, C. CRONJAEGER, M. EBEL, A. FEULNER, A.A. FINK, D. FEDDERSEN-PETERSEN, J. KORFF, C. MAISACK, G. MARTIN, H. MÜLLER, A. PERSCH, C. QUANDT, S. SCMITZ, G. TEUCHERT-NOODT, T. WINTERFELD, M. WOLFF u. B. ZIMMERMANN (1998):  
Workshop der Internationalen Gesellschaft für Nutztierhaltung (IGN) zum Thema „Leiden“, 30 Jan-1 Feb, Marburg.  
Der Tierschutzbeauftragte 2, 180-185  
zit. nach U. Knierim (2003)

BENZ B. (2002):  
Elastische Beläge für Betonspaltenböden in Liegeboxenlaufställen.  
Hohenheim, Univ., Diss.

BERGSTEN, C., u. B. FRANK (1996):  
Sole haemorrhages in tied primiparous cows as an indicator of periparturient laminitis: effects of diet, flooring and season.  
Acta. vet . scand. 37, 383-394

BERRY, R.J., D.N. LOGUE, M.C. APPLEBY, N.K. WARAN u. J.E. OFFER(1998):  
Relationship between hoof lesions and the behaviour of cubicle housed Holstein-Friesian cows.  
In: 10<sup>th</sup> International Symposium on Lameness in Ruminants, Lucerne, Switzerland 1998, Proc., 56-57

BIELFELDT, J., R. BADERTSCHER, K.-H. TÖLLE u. J. KRIETER (2003):  
Einfluss der Haltung auf die Klauengesundheit bei Milchkühen.  
In: Vortragstagung der DGfZ/GfT, Göttingen, Deutschland 2003, Proc., D18

BOCK, C. (1990):  
Zur Beurteilung tiergerechter Laufställe für Milchvieh.  
KTBL-Schrift 339

- 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: Bau, Technik und Umwelt in der Nutztierhaltung, Freising, Deutschland 1999, Proc., 201-206
- BOWELL, V.A., L.J. RENNIE, G. TIERNEY, A.B. LAWRENCE u. M.J. HASKELL (2003):  
 Relationships between building design, management system and dairy cow welfare.  
 Anim. Welf. 12, 547-552
- BOXBERGER, J. (1983):  
 Wichtige Verhaltensparameter von Kühen als Grundlage zur Verbesserung der Stalleinrichtung.  
 Weihenstephan, TUM, Habil.-Schr.
- BRACKE, M.B.M., J.H.M. METZ u. B.M. SPRUIJT (2001):  
 Development of a decision support system to assess farm animal welfare.  
 Acta Agric. Scand., Sect. A., Animal Sci., Suppl. 30, 17-20
- BRACKE, M.B.M., B.M. SPRUIJT, J.H.M. METZ u. W.G.P. SCHOUTEN (2002 a):  
 Decision support system for overall welfare assessment in pregnant sows A: Model structure and weighting procedure.  
 J. Anim. Sci. 80, 1819-1834
- BRACKE, M.B.M., J.H.M. METZ, B.M. SPRUIJT u. W.G.P. SCHOUTEN (2002 b):  
 Decision support system for overall welfare assessment in pregnant sows B: Validation by expert opinion.  
 J. Anim. Sci. 80, 1835-1845
- BREITENBAUMER, O., u. H. BARTUSSEK (1999):  
 Vergleich des Liegeverhaltens von Milchkühen und des Arbeitszeitbedarfs im Tretmiststall und Liegeboxenlaufstall.  
 In: Bau, Technik und Umwelt in der Nutztierhaltung, Freising, Deutschland 1999, Proc., 419-422
- BREUER, K., P.H. HEMSWORTH, J.L. BARNETT, L.R. MATTHEWS u. G.J. COLEMAN (2000):  
 Behavioural response to humans and the productivity of commercial dairy cows.  
 Appl. Anim. Behav. Sci. 66, 273-288
- BRINKMANN, J., u. C. WINCKLER (2004):  
 Influence of the housing system on lameness prevalence in organic dairy farming.  
 In: 13<sup>th</sup> International Symposium and 5<sup>th</sup> Conference on Lameness in Ruminants, Maribor, Slowenien 2004, Proc., 166-167

- BROOM, D.M. (1988):  
The scientific assessment of animal welfare.  
*Appl. Anim. Behav. Sci.* 20, 5-19
- BROOM, D.M. (1991):  
Animal welfare: Concepts and measurement.  
*J. Anim. Sci.* 69, 4167-4175
- BROOM, D.M. (1996):  
Animal welfare defined in terms of attempts to cope with the environment.  
*Acta. Agric. Scand., Sect. A, Animal Sci., Suppl.* 27, 22-28
- BRUMMELMANN, B. (2004):  
Lameness herd health in a veterinary practice during 7 years.  
In: 13<sup>th</sup> International Symposium and 5<sup>th</sup> Conference on Lameness in Ruminants, Maribor, Slowenien 2004, Proc., 167
- BUCHWALDER, T., B. WECHSLER, R. HAUSER, J. SCHAUB u. K. FRIEDLI (2000):  
Liegeplatzqualität für Kühe im Boxenlaufstall im Test.  
*Agrarforschung* 7, 292-296
- BUSATO, A., P. TRACHSEL u. J.W. BLUM (2000):  
Frequency of traumatic cow injuries in relation to housing systems in Swiss organic dairy herds.  
*J. Vet. Med. A* 47, 221-229
- CAPDEVILLE, J., u. I. VEISSIER (2001):  
A method of assessing welfare in loose housed dairy cows at farm level, focusing on animal observations.  
*Acta Agric. Scand., Sect. A, Animal Sci., Suppl.* 30, 62-68
- CHESTERTON, R.N., D.U. PFEIFFER, R.S. MORRIS u. C.M. TANNER (1989):  
Environmental and behavioural factors affecting the prevalence of foot lameness in New Zealand dairy herds – a case-control study.  
*N. Z. Vet. J.* 37, 135-142
- CLARKSON, M.J., D.Y. DOWNHAM, W.B. FAULL, J.W. HUGHES, F.J. MANSON, J.B. MERRITT, R.D. MURRAY, W.B. RUSSELL, J.E. SUTHERST u. W.R. WARD (1996):  
Incidence and prevalence of lameness in dairy cattle.  
*Vet. Rec.* 138, 563-567
- COLAM-AINSWORTH, P., G.A. LUNN, R.C. THOMAS u. R.G. EDDY (1989):  
Behaviour of cows in cubicles and its possible relationship with laminitis in replacement dairy heifers.  
*Vet. Rec.* 125, 573-575

- DAWKINS, M.S. (1983):  
Battery hens name their price: consumer demand theory and the measurements of ethological needs.  
*Anim. Behav.* 31, 1195-1205
- DAWKINS, M.S. (1998):  
Evolution and animal welfare.  
Quarterly review of *Biology* 73: 305-327
- DE ROSA, G., C. TRIPALDI, F. NAPOLITANO, F. SALTALAMACCHIA, F. GRASSO, V. BISEGNA u. A. BORDI (2003):  
Repeatability of some animal-related variables in dairy cows and buffaloes.  
*Anim. Welf.* 12, 625-629
- DIETZ, O., H. GÄNGEL u. K. KOCH (1971):  
Die Erhaltung der Gliedmaßen- und Klauengesundheit unter modernen Produktionsbedingungen.  
*Mh. Vet. Med.* 26, 241-246  
zit. nach K. Sternemann (1999)
- DIJKHUIZEN, A.A. (1987):  
Bedrijfseconomische schade van klauwgebreken is aanzienlijk (Betriebswirtschaftlicher Schaden durch Klauenerkrankungen ist beträchtlich).  
*Veehouderij* 72, 14-15
- DIRKSEN, G. (1990):  
Bewegungsapparat.  
In: G. DIRKSEN, H.D. GRÜNDER u. M. STÖBER (Hrsg.):  
Die klinische Untersuchung des Rindes / Gustav Rosenberger. 3. Aufl.  
Verlag Paul Parey, Berlin, Hamburg, 556-560
- DEUTSCHE LANDWIRTSCHAFTS-GESELLSCHAFT E.V. (DLG) (2000):  
Tiergerechtheit auf dem Prüfstand. Anforderungen an freiwillige Prüfverfahren gemäß § 13a TierSchG.  
In: Merkblatt 321. DLG, Fachber. Landtechnik, Fachausschuss für Tiergerechtheit und Ethologie
- DUNCAN, I.J.H. (1978):  
The interpretation of preference tests in animal behaviour.  
*Appl. Anim. Ethology* 4, 197-200
- DUNCAN, I.J.H. (1996):  
Animal welfare defined in terms of feelings.  
*Acta. Agric. Scand., Sect. A, Animal Sci., Suppl.* 27, 29-35

EKESBO, I. (1984):

Methoden der Beurteilung von Umwelteinflüssen auf Nutztiere unter besonderer Berücksichtigung der Tiergesundheit und des Tierschutzes.  
Wien. tierärztl. Monatsschr. 71, 186-190

ENEVOLDSEN, C., Y.T.GRÖHN u. I. THYSEN (1994):

Skin injuries on the body and thigh of dairy cows: associations with season, claw health, disease treatment and other cow characteristics.  
Acta. vet. scand. 35, 337-347

ENGEL, B., G. BRUIN, G. ANDRE u. W. BUIST (2003):

Assessment of observer performance in a subjective scoring system: visual classification of the gait of cows.  
J. Agric. Sci. 140, 317-333

ESSLEMONT, R.J., u. M.A. KOSSAIBATI (1996):

Incidence of production diseases and other health problems in a group of dairy herds in England.  
Vet. Rec. 139, 486-490

EWBANK, R.(1986):

Animal Welfare: Is an epidemiological approach possible?  
In: Soc. for Vet. Epid. and Prev. Med., Edinburgh, UK 1986, Proc., 92-96

FARM ANIMAL WELFARE COUNCIL (1992):

FAWC updates the five freedoms.  
Vet. Rec. 17, 357

FAULL, W.B., J.W. HUGHES, M.J. CLARKSON, D.Y. DOWNHAM, F.J. MANSON, J.B. MERRITT, R.D. MURRAY, W.B. RUSSELL, J.E. SUTHERST u. W.R. WARD (1996):

Epidemiology of lameness in dairy cattle: the influence of cubicles and indoor and outdoor walking surfaces.  
Vet. Rec. 139, 130-136

FAYE, B., u. J. BARNOUIN (1985):

Objectivation de la propreté des vaches laitières et des stabulations – l'indice de propreté.  
Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, INRA, 59, 61-67

FAYE, B., u. J. BARNOUIN (1997):

Condition d'utilisation de différentes types d'étables allaitantes.  
In : Documentation Observation Nr. 88051, Institut technique d'élevage bovin Nièvre, France

FAYE, B., u. F. LESCOURRET (1989):

Environmental factors associated with lameness in dairy cattle.  
Prev. vet. med. 7, 267-287

- FELL, C.R., u. D.A. SHUT (1989):  
Behavioural and hormonal response to acute surgical stress in sheep.  
Appl. Anim. Behav. Sci. 22, 283-294
- FOURICHON, C, F. BEAUDEAU, N. BAREILLE u. H. SEEGER (2001):  
Incidence of health disorders in dairy farming systems in western France.  
Livest. Prod. Sci. 68, 157-170
- FRANKENA, K., E.N. STASSEN, J.P. NOORDHUIZEN, J.O. GOELEMA, J. SCHIPPER,  
H. SMELT u. H. ROMKEMA (1990):  
Prevalence of lameness and risk indicators for digital dermatitis (Mortellaro disease) during  
pasturing and housing of dairy cattle.  
In: Soc. for Vet. Epid. and Prev. Med., London, Great Britain 1990, Proc., 107-118
- FREGONESI, J.A., u. J.D. LEAVER (2001):  
Behaviour, performance and health indicators of welfare for dairy cows housed in strawyard  
or cubicle systems.  
Livest. Prod. Sci. 68, 205-216
- GALINDO, F., u. D.M. BROOM (2000):  
The relationships between social behaviour of dairy cows and the occurrence of lameness in  
three herds.  
Res. Vet. Sci. 69, 75-79
- 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.  
Appl. Anim. Behav. Sci. 67, 335-341
- GALINDO, F., u. D.M. BROOM (2002):  
The effects of lameness on social and individual behaviour of dairy cows.  
J. App. Anim. Welf. Sci. 5, 193-201
- GLATZ, J (2004):  
Untersuchungen zur Wiederholbarkeit tierbezogener Parameter der Tiergerechtigkeit bei  
Milchkühen.  
Göttingen, Georg-August-Univ., Fak. Agrarwiss., Masterarbeit
- GREENOUGH, P.R., u. J.J. VERMUNT (1991):  
Evaluation of subclinical laminitis in a dairy herd and observations on associated nutritional  
and management factors.  
Vet. Rec. 128, 11-17
- GRÜNDER, H. D. (1990):  
Haare, Haut, Unterhaut, sichtbare Schleimhäute und Hörner.  
In: G. DIRKSEN, H.D. GRÜNDER u. M. STÖBER (Hrsg.):  
Die klinische Untersuchung des Rindes / Gustav Rosenberger. 3. Aufl.  
Verlag Paul Parey, Berlin, Hamburg, 142

- HAGENLOCHER, H., u. T. SCHROER (1990):  
Wirtschaftliche Bedeutung, Vermeidung und Behandlung von Hautschäden beim Rind.  
Prakt. Tierarzt 71, 5-23
- HASKELL, M.J., L.J. RENNIE, V.A. BOWELL, F. WEMELSFELDER u. A.B. LAWRENCE (2003):  
On-farm assessment of the effect of management and housing type on behaviour and welfare in dairy cattle.  
Anim. Welf. 12, 553-556
- HASSALL, S.A., W.R. WARD u. R.D. MURRAY (1993):  
Effects of lameness on the behaviour of cows during the summer.  
Vet. Rec. 132, 578-580
- HAUSER, R., J. SCHAUB u. K. FRIEDLI (1999):  
Sensor for recording the duration and frequency of cows resting behaviour.  
In: Bau, Technik und Umwelt in der Nutztierhaltung, Freising, Deutschland 1999, Proc., 261-266
- HEDGES, J. (2001):  
A longitudinal field trial of the effect of biotin on lameness in dairy cows.  
J. Dairy Sci. 84: 1969-1975
- HOFMANN, W. (1992):  
Organkrankheiten (einschließlich lokalisierter Infektionskrankheiten).  
In: Rinderkrankheiten Bd 1. Innere und chirurgische Erkrankungen.  
Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 92
- HÖRNING, B. (2001):  
The assessment of housing conditions of dairy cows in littered loose housing systems using three scoring methods.  
Acta Agric. Scand., Sect. A, Animal Sci., Suppl. 30, 42-47
- HÖRNING, B. (2003):  
Nutztierethologische Untersuchungen zur Liegeplatzqualität in Milchviehlaufstallsystemen unter besonderer Berücksichtigung eines epidemiologischen Ansatzes.  
Kassel, Univ., Fachber. Ökolog. Agrarwiss., Habil.-Schr.
- HOPSTER, H., J. T. N. VAN DER WERF u. H. J. BLOKHUIS (2000):  
Inter- and intra-individual variation in resting behaviour in dairy cows.  
In: 34<sup>th</sup> Int. Congress of the ISAE, Florianopolis, Brasil 2000, Proc., 143
- IRPS, H. (1995):  
Blockdiagramm Rinderhaltung. Eine Übersicht über die Auswahl von Haltungsverfahren mit dem Ziel, den einzelbetrieblichen Tier- und Umweltschutz durch staatliche Fördermittel wettbewerbsgerecht zu unterstützen.  
In: Postertagung Rinderhaltung, Witzenhausen, Deutschland, 1995

- JENSEN, M.B., L.J. PEDERSEN u. J. LADEWIG (2004):  
The use of demand functions to assess behavioural priorities in farm animals.  
*Anim. Welf.* 13, 27-32
- JENSEN, P., u. F.M. TOATES (1997):  
Stress as a state of motivational systems.  
*Appl. Anim. Behav. Sci.* 54, 235-243
- JUNGE, W. (1997):  
Einflussfaktoren auf die Klauengesundheit von Milchkühen.  
*Züchtungskunde* 69, 122-129
- KEELING, L., u. P. JENSEN (2002):  
Behavioural disturbances, stress and welfare.  
In: P. JENSEN, (Hrsg.): *The ethology of domestic animals: an introductory text.*  
CAB International, Wallingford, UK
- KEIL, N.M., T. WIEDERKEHR, B. WECHSLER u. K. FRIEDLI (2004):  
Effect of outdoor exercise on the incidence of hock lesions in tied dairy cows.  
In: *38<sup>th</sup> Int. Congress of the ISAE, Helsinki, Finland 2004, Proc.*, 140
- KELLY, E.F., u. J.D. LEAVER (1990):  
Lameness in dairy cattle and the type of concentrate given.  
*Anim. Prod.* 51, 221-227
- KLEE, W. (1997):  
Gesundheitliche Probleme wie Klauenerkrankungen, Lahmheiten, Mastitis und  
Stoffwechselerkrankungen.  
In: *Verwirklichung des Tierschutzes in der „Nutztier“-Haltung.* Bad Boll, Deutschland 1997,  
*Proc.*, 115-117
- KNIERIM, U. (1998):  
Wissenschaftliche Untersuchungsmethoden zur Beurteilung der Tiergerechtheit.  
In: *Beurteilung der Tiergerechtheit von Haltungssystemen.* KTBL-Schrift 377, 40-50
- KNIERIM, U. (2002):  
Basic ethological considerations concerning the assessment of husbandry conditions with  
regard to animal welfare.  
*Dtsch. tierärztl. Wochenschrift* 109, 261-266
- 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.  
*Anim. Welf.* 12, 75-84



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.  
Gießen, Justus-Liebig-Univ., Fachber. Veterinärmed., Diss.

KOHLI, P., u. P. KÄMMER (1984):

Funktionelle Ethologie am Beispiel Rind: Die Beurteilung zweier Anbindehaltungssysteme aufgrund einer Indikatorenliste.  
In: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung. KTBL-Schrift 307, 108-124

KONRAD, S., u. N. FÜRCHUSS (1999):

Einfluss der Liegeflächengestaltung auf das Verhalten von Milchkühen.  
In: Tierhaltung und Tiergesundheit. 14. IGN-Tagung, 6. Freiland-Tagung, Freiland-Verband, Wien, Österreich 1999, Proc., 88-91

KOSSAIBATI, M.A., u. R.J. ESSLEMONT (1997):

The costs of production diseases in dairy herds in England.  
Vet. J. 154, 41-51

KREBS, S, J. DANUSER u. G. REGULA (2001):

Using a herd health monitoring system in the assessment of welfare.  
Acta Agric. Scand., Sect. A, Animal Sci., Suppl. 30, 78-81

KROHN, C.C., L. MUNKSGAARD u. B. JONASEN (1992):

Behaviour of dairy cows kept in extensive (loose housing/pasture) or intensive (tie stall) environments. I. Experimental procedure, facilities, time budgets – diurnal and seasonal conditions.  
Appl. Anim. Behav. Sci. 34, 37-47

KROHN, C.C., u. L. MUNKSGAARD (1993):

Behaviour of dairy cows kept in extensive (loose housing/pasture) or intensive (tie stall) environments. II. Lying and lying-down behaviour.  
Appl. Anim. Behav. Sci. 37, 1-16

KÜMPER, H.(1997):

Biomechanische Grundlagen einer funktionellen Klauenpflege beim Rind.  
Prakt. Tierarzt 78, 880-888

LEONARD, F.C., J.M. O'CONNELL u. K.J. O'FARRELL (1994):

Effect of different housing conditions on behaviour and foot lesions in Friesian heifers.  
Vet. Rec. 134, 490-494

LEONARD, F.C., J.M. O'CONNELL u. K.J. O'FARRELL (1996):

Effect of overcrowding on claw health in first-calved Friesian heifers.  
Br. Vet. J. 152, 459-472

LISCHER, C.J., M. WEHRLE, H. GEYER, B. LUTZ u. P. OSSENT (2000):  
Heilungsverlauf von Klauenläsionen bei Milchkühen unter Alpenbedingungen.  
Dtsch. tierärztl. Wochenschrift 107, 255-261

LISCHER, C. J., u. C. K. W. MÜLLING (2002):  
New aspects on etiology and pathogenesis of laminitis in cattle.  
In: 22<sup>nd</sup> World Buiatrics Congress, Hannover, Germany 2002, Proc., 236-247

LIVESEY, C.T., S.A. MARSH, J.A. METCALF u. R.A. LAVEN (2002):  
Hock injuries in cattle kept in straw yards or cubicles with rubber mats or mattresses.  
Vet. Rec. 150, 677-679

LOGUE, D.N., J.E. OFFER u. J.J. HYSLOP (1994):  
Relationship of diet, hoof type and locomotion score with lesions of the sole and white line in dairy cattle.  
Anim. Prod. 59, 173-181

MAIN, D.C.J, H.R. WHAY, L.E. GREEN u. A.J.F. WEBSTER (2003):  
Effect of the RSPCA Freedom Food scheme on the welfare of dairy cattle.  
Vet. Rec. 153: 227-231

MANNINEN, E., A.M. DE PASSILLÈ, J. RUSHEN, M. NORRING u. H. SALONIEMI (2002):  
Preferences of dairy cows kept in unheated buildings for different kind of cubicle flooring.  
Appl. Anim. Behav. Sci. 75, 281-292

MANSON, F. J., u. J. D. LEAVER (1988 a):  
The influence of concentrate amount and clinical lameness in dairy cattle.  
Anim. Prod. 47, 185-190

MANSON, F. J., u. J. D. LEAVER (1988 b):  
The influence of dietary protein intake and of hoof trimming on lameness in dairy cattle.  
Anim. Prod. 47, 191-199

MANSON, F.J., u. J.D. LEAVER (1989):  
The effect of concentrate : silage ratio and of hoof trimming on lameness in dairy cattle.  
Anim. Prod. 49, 15-22

MARTIN, P., u. P. BATESON (1991):  
Measuring behaviour: an introductory guide. 2. Aufl.  
Cambridge University Press

MENKE, C., S. WAIBLINGER, D.W. FÖLSCH u. P.R. WIEPKEMA (1999):  
Social behaviour and injuries of horned cows in loose housing systems.  
Anim. Welf. 8, 243-258

MURRAY, R.D., D.Y. DOWNHAM, M.J. CLARKSON, W.B. FAULL, J.W. HUGHES, F.J. MANSON, J.B. MERRITT, W.B. RUSSELL, J.E. SUTHERST u. W.R. WARD (1996):  
Epidemiology of lameness in dairy cattle: description and analysis of foot lesions.  
Vet. Rec. 138, 586-591

NIELSEN, L.H., L. MORGENSEN, C. KROHN, J. HINDEHEDE u. J.T. SØRENSEN (1997):  
Resting and social behaviour of dairy heifers housed in slatted floor pens with different seized bedded lying areas.  
Appl. Anim. Behav. Sci. 54, 307-316

O'CALLAGHAN, K.A., R.D. MURRAY u. P.J. CRIPPS (2002):  
Behavioural indicators of pain associated with lameness in dairy cattle.  
In: 12<sup>th</sup> International Symposium on Lameness in Ruminants, Orlando, USA 2002,  
Proc., 309-312

O'CONNELL, J., P.S. GILLER u. W. MEANEY (1989):  
A comparison of dairy cattle utilisation of Dutch Comfort and Newton Rigg cubicles in winter housing.  
Ir. J. Agric. Res. 28, 123-132

OFFER, J.E., D.N. LOGUE u. D.J. ROBERTS (1997):  
The effect of protein source on lameness and solear lesion formation in dairy cattle.  
Anim. Sci. 65, 143-149

PHILIPOT, J.M., P. PLUVINAGE, I. CIMAROSTI, P. SULPICE u. F. BUGNARD (1994):  
Risk factors of dairy cow lameness associated with housing conditions.  
Vet. Res. 25, 244-248

PHILLIPS, C.J.C., u. S.A. SCHOFIELD (1994):  
The effect of cubicle and straw yard housing on the behaviour, production and hoof health of dairy cows.  
Anim. Welf. 3, 37-44

REUBOLD, H. (2002):  
Kuhmatratzen im DLG-Test.  
<http://www.dlg.org/de/landwirtschaft/landtechnik/archiv/022002/kuhmatratzen.html>  
besucht am: 24.08.04

RUSHEN, J., u. A.M. DE PASSILLÉ (1992):  
The scientific assessment of the impact of housing on animal welfare: a critical review.  
Can. J. Anim. Sci. 72, 721-743

RUSHEN, J. (2003):  
Changing concepts of farm animal welfare: bridging the gap between applied and basic research.  
Appl. Anim. Behav. Sci. 81, 199-214

- SAMBRAUS, H.H. (1971):  
Zum Liegeverhalten der Wiederkäuer.  
Züchtungskunde 43, 187-198
- SCHLICHTING, M.C., u. D. SMIDT (1987):  
Subkriterium Tierverhalten.  
In: Haltungssysteme Mastschweine. KTBL-Schrift 315, 104-123
- SCHREINER, D.A., u. P.L. RUEGG (2003):  
Relationship between udder and leg hygiene scores and subclinical mastitis.  
J. Dairy Sci. 86, 3460-3465
- SHEARER, J. K., u. S.R. VAN AMSTEL (2002):  
Claw health management and therapy of infectious claw diseases.  
In: 22<sup>nd</sup> World Buiatrics Congress, Hannover, Germany 2002, Proc., 258-267
- SINGH, S.S., W.R. WARD, K. LAUTENBACH u. R.D. MURRAY (1993a):  
Behaviour of lame and normal dairy cows in cubicles and in a straw yard.  
Vet. Rec. 133, 204-208
- SINGH, S.S., W.R. WARD, K. LAUTENBACH, J.W. HUGHES u. R.D. MURRAY (1993b):  
Behaviour of first lactation and adult dairy cows while housed and at pasture and its relationship with sole lesions.  
Vet. Rec. 133, 469-474
- SINGH, S.S., W.R. WARD, J.W. HUGHES, K. LAUTENBACH u. R.D. MURRAY (1994):  
Behaviour of dairy cows in a straw yard in relation to lameness.  
Vet. Rec. 135, 251-253
- SMIDT, D. (1990):  
Tierschutz in der Rinder- und Schweinehaltung.  
Landbauforschung Völkenrode 40, 138-156
- SMITS, M.C.J., K. FRANKENA, J.H.M. METZ u. J.P.T.M. NOORDHUIZEN (1992):  
Prevalence of digital disorders in zero-grazing dairy cows.  
Livest. Prod. Sci. 32: 231-244
- SOHRT, J. (1999):  
Ermittlung von Standardmaßnahmen in der Klauenpflege durch Untersuchungen über die Beziehung der anatomischen Innenstruktur zum Hornschuh an Klauen der Hintergliedmaße Deutsch Schwarzbunter Rinder mit Berücksichtigung von Reheveränderungen.  
Hannover, Tierärztl. Hochsch., Diss.
- SOMERS, J.G.C.J., K. FRANKENA, E.N. NOORDHUIZEN-STASSEN u. J.H.M. METZ (2003):  
Prevalence of claw disorders in dutch dairy cows exposed to several floor systems.  
J. Dairy Sci. 86, 2082-2093

SPRECHER, D. J., D.E. HOSTETLER u. J.B. KANEENE (1997):

A lameness scoring system that uses posture and gait to predict dairy cattle reproductive performance.

Theriogenology 47, 1179-1187

SPYCHER, B., G. REGULA, B. WECHSLER u. J. DANUSER (2002):

Health and welfare of dairy cows in different housing programs.

Schweiz. Arch. Tierheilkd. 144, 519-530

STERNEMANN, K. (1999):

Adspektorisch und palpatorisch feststellbare Schäden an Haut , Gelenken und schwerpunktmäßig an Klauen bei Milchkühen in Zweiflächen-Tief Laufställen mit perforiertem Laufgang und in Zweiflächen-Tretmistställen mit planbefestigtem Laufgang.

Gießen, Justus-Liebig-Univ., Fachber. Veterinärmed., Diss.

SUNDRUM, A., R. ANDERSSON u. G. POSTLER (1994):

Tiergerechtheitsindex – 200/1994. Ein Leitfaden zur Beurteilung von Haltungssystemen.

Köllen Verlag, Bonn

SUNDRUM, A. (1998):

Zur Beurteilung der Tiergerechtheit von Haltungsbedingungen landwirtschaftlicher Nutztiere.

Dtsch. tierärztl. Wochenschrift 105, 65-72

TARLTON J.F., D.E. HOLAH, K.M. EVANS, S. JONES, G.R. PEARSON u. A.J.F.

WEBSTER (2002):

Biomechanical and histopathological changes in the support structures of bovine hooves around the time of first calving.

Vet. J. 163, 196-204

TOUSSAINT RAVEN, E. (1985):

The principles of claw trimming.

Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract. 1, 93-107

TOUSSAINT RAVEN, E. (1989):

Cattle footcare and claw trimming. 3. Aufl.

Farming Press Books, Ipswich, UK

TROXLER, J. (1998):

Angewandte Prüfungsmethoden.

In: Beurteilung der Tiergerechtheit von Haltungssystemen. KTBL-Schrift 377, 51-54

TSCHANZ, B. (1981):

Verhalten, Bedarfsdeckung und Bedarf bei Nutztieren.

In: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung. KTBL-Schrift 281, 114-128

- TUCKER, C.B., D.M. WEARY u. D. FRASER (2003):  
Effects of three types of free-stall surfaces on preferences and stall usage by dairy cows.  
J. Dairy Sci. 86, 521-529
- TUCKER, C.B., D.M. WEARY u. D. FRASER (2004):  
Free-stall dimensions: effects on preference and stall usage.  
J. Dairy Sci. 87, 1208-1216
- VALDE J.P., D.W. HIRD, M.C. THURMOND u. O. OSTERAS (1997):  
Comparison of ketosis, clinical mastitis, somatic cell count, and reproductive performance  
between free stall and tie stall barns in Norwegian dairy herds with automatic feeding.  
Acta Vet. Scand. 38, 181-192
- VERMUNT, J.J., u. P.R. GREENOUGH (1997):  
Management and control of claw lameness – an overview.  
In: Lameness in cattle. 3. Aufl.  
W.B. Saunders Company, Philadelphia, 308-315
- VERMUNT, J.J. (2004):  
Herd lameness – a review, major causal factors, and guidelines for prevention and control.  
In: 13<sup>th</sup> International Symposium and 5<sup>th</sup> Conference of Lameness in Ruminants, Maribor,  
Slovenien 2004, Proc., 3-18
- WAIBLINGER, S., U. KNIERIM u. C. WINCKLER (2001):  
The development of an epidemiologically based on-farm welfare assessment system for use  
with dairy cows.  
Acta Agric. Scand., Sect. A, Animal Sci., Suppl. 30, 73-77
- WARD, W.R. (2001)  
Lameness in dairy cattle.  
Ir. Vet. J. 54, 129-139
- WEBSTER, J. (2001):  
Effects of housing and two forage diets on the development of claw horn lesions in dairy  
cows at first calving and in first lactation.  
Vet. J. 162, 56-65
- WEBSTER, J. (2002):  
Effect of environment and management on the development of claw and leg diseases.  
In: 22<sup>nd</sup> World Buiatrics Congress, Hannover, Germany 2002, Proc., 248-256
- WEARY, D.M., u. I. TASZKUN (2000):  
Hock lesions and free-stall design.  
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.  
*Appl. Anim. Behav. Sci.* 69, 189-197
- WELLS, S. J., A.M. TRENT, W.E. MARSH u. R.A. ROBINSON (1993):  
Prevalence and severity of lameness in lactating dairy cows in a sample of Minnesota and Wisconsin herds.  
*J. Am. Vet. Med. Assoc.* 202, 78-82
- WHAY, H. R., A.E. WATERMAN u. A.J.F. WEBSTER (1997):  
Associations between locomotion, claw lesions and nociceptive threshold in dairy heifers during the peri-partum period.  
*Vet. J.* 154, 155-161
- WHAY, H. R., A.E. WATERMAN, A.J.F. WEBSTER u. J.K. O'BRIEN (1998):  
The influence of lesion type on the duration of hyperalgesia associated with hindlimb lameness in dairy cattle.  
*Vet. J.* 156, 23-29
- WHAY, H.R., D.C.J. MAIN, L.E. GREEN u. A.J.F. WEBSTER (2003a)  
Animal-based measures for the assessment of welfare state of dairy cattle, pigs and laying hens: consensus of expert opinion.  
*Anim. Welf.* 12: 205-217
- WHAY, H.R., D.C.J. MAIN, L.E. GREEN u. A.J.F. WEBSTER (2003b)  
Assessment of the welfare of dairy cattle using animal-based measurements: direct observations and investigation of farm records.  
*Vet. Rec.* 153, 197-202
- WHITAKER, D.A., J.M. KELLY u. E.J. SMITH (1983):  
Incidence of lameness in dairy cows.  
*Vet. Rec.* 113, 60-62
- WIERENGA, H.K. (1990):  
Social dominance in dairy cattle and the influences of housing and management.  
*Appl. Anim. Behav. Sci.* 27, 201-229
- WIERENGA, H.K., u. H. HOPSTER (1990):  
The significance of cubicles for the behaviour of dairy cows.  
*Appl. Anim. Behav. Sci.* 26, 309-337
- WINCKLER, C., u. G. BREVES (1997):  
Leiden und Schäden – Ansätze zur Erfassung.  
*Dtsch. tierärztl. Wochenschrift* 104, 43-46

WINCKLER, C., J. CAPDEVILLE, G. GEBRESENBET, B. HÖRNING, U. ROIHA, M. TOSI u. S. WAIBLINGER (2003):

Selection of parameters for on-farm welfare-assessment protocols in cattle and buffalo.  
Anim. Welf. 12, 619-624

WINCKLER, C., u. G. BRILL (2004):

Lameness prevalence and behavioural traits in cubicle housed dairy herds – a field study.  
In: 13<sup>th</sup> International Symposium and 5<sup>th</sup> Conference of Lameness in Ruminants, Maribor, Slowenien 2004, Proc., 160-161

ZEEB, K. (1985):

Zur Beurteilung von Haltungssystemen für Rinder aus ethologischer Sicht.  
Tierärztl. Umsch. 40, 752-758



Die Ergebnisse aus Kapitel 4.1 (Evaluierung des Schemas zur Lahmheits-/Gangbeurteilung) wurden in der Acta Agric. Scand., Sect. A, Animal Sci., Suppl. 30 veröffentlicht.

WINCKLER, C., u. S. WILLEN (2001):

The reliability and repeatability of a lameness scoring system for use as an indicator of welfare in dairy cattle.

Acta Agric. Scand., Sect. A, Animal Sci., Suppl. 30, 103-107

## **A Tabellenanhang**

Tab. 1a: Prävalenz der Lahmheitsgrade 1-5 (%), 1. - 4. Durchgang (Dg), n = 12 Betriebe

Betriebs- nr.	Anteil Lahmheitsgrad 1 (%)				Anteil Lahmheitsgrad 2 (%)				Anteil Lahmheitsgrad 3 (%)				Anteil Lahmheitsgrad 4 (%)				Anteil Lahmheitsgrad 5 (%)			
	Durchgang				Durchgang				Durchgang				Durchgang				Durchgang			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	76	59	70	45	18	34	19	40	5	7	8	9	0	0	3	6	0	0	0	0
2	70	66	61	57	17	28	31	35	9	4	7	7	4	2	0	2	0	0	0	0
3	55	43	44	45	24	33	30	27	7	9	7	13	12	14	18	13	2	2	2	2
4	50	38	47	41	39	40	31	43	9	15	18	13	0	6	4	3	2	0	0	0
5	66	61	47	40	22	32	35	38	10	5	12	11	2	2	7	6	0	0	0	4
6	69	61	50	55	14	24	40	24	3	15	10	18	9	0	0	3	6	0	0	0
7	62	65	60	48	26	19	38	33	9	17	0	4	4	0	2	10	0	0	0	4
8	38	58	52	50	47	33	32	38	15	9	15	9	0	0	2	3	0	0	0	0
9	75	67	70	50	22	27	27	39	3	6	3	9	0	0	0	2	0	0	0	0
10	74	53	54	40	19	25	30	36	7	13	11	17	0	10	4	7	0	0	0	0
11	70	74	57	40	28	17	26	45	2	7	7	2	0	2	7	12	0	0	2	0
12	68	51	41	48	16	22	38	40	3	19	13	10	8	5	8	3	5	3	0	0

Tab. 2a: Häufigkeit der Verschmutzung an Hinteransicht (Zone 1), Euter (Zone 2), Unterbauch (Zone 3) und Oberschenkel (Zone 4), 1. - 4. Durchgang (Dg), n = 12 Betriebe

Betriebs- nr.	Anteil (%) Verschmutzung Zone 1				Anteil (%) Verschmutzung Zone 2				Anteil (%) Verschmutzung Zone 3				Anteil (%) Verschmutzung Zone 4			
	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.
	Dg	Dg	Dg	Dg	Dg	Dg	Dg	Dg	Dg	Dg	Dg	Dg	Dg	Dg	Dg	Dg
1	90	91	76	92	18	14	5	17	56	2	5	17	72	86	87	92
2	96	86	89	100	15	14	17	11	17	28	17	13	96	84	98	100
3	98	98	98	100	64	36	35	15	58	48	33	27	93	100	100	100
4	98	96	91	97	42	57	18	65	29	30	7	54	96	98	95	100
5	71	78	98	90	78	22	16	10	83	17	16	15	83	93	93	96
6	97	91	97	100	24	79	83	82	82	85	87	84	88	97	100	100
7	72	79	83	77	49	13	21	19	68	13	7	25	94	85	90	100
8	96	65	97	96	18	2	6	21	18	9	4	22	82	53	97	94
9	87	89	87	97	35	16	24	26	55	15	7	20	90	85	99	94
10	98	83	74	81	53	23	20	29	74	23	13	38	88	90	96	83
11	93	88	98	100	56	29	48	67	58	38	24	52	98	95	95	100
12	68	65	90	90	8	5	23	38	21	19	15	25	82	70	98	93

Tab. 3a: Angaben bezüglich Abmessungen (cm) wand- und gegenständiger Liegeboxen (ws/gs), Anteil wand- und gegenständiger Boxen (%) sowie Lauffläche (Spalten, planbefestigt, Kombination planbefestigt/Spalten), n = 22 Liegeboxenlaufställe

n=22 Betriebe	Boxenabmessungen (cm)						Anteil Boxen (%)		Lauf- fläche	Spaltenboden	
	Länge		Breite		Niveau				1=Spalten 2=plan 3=komb.	Spalten- weite (cm)	Auftritts- breite (cm)
	ws	gs	ws	gs	ws	gs	ws	gs			
1	255	260	110	110	18	19	40	60	1	3,5	13,5
2	240	270	115	110	22	22	44	56	1	4,0	13,0
3	236	263	110	110	7	7	43	57	3	3,5	11,0
4	225	240	107	104	15	15	39	61	1	3,5	15,0
5	236	227	110	110	15	12	39	61	1	3,5	15,0
6	308	-	120	-	11	-	100	-	2	-	-
7	225	-	110	-	30	-	100	-	1	4,0	9,0
8	-	276	-	110	-	20	-	100	1	3,0	14,0
9	244	-	115	-	17	-	100	-	1	3,0	8,0
10	228	260	115	115	18	18	41	59	1	3,5	12,0
11	275	-	110	-	25	-	100	0	3	4,0	9,0
12	245	270	110	110	23	23	52	48	3	4,0	8,0
13	255	260	113	113	21	20	42	58	1	4,0	8,0
14	255	256	110	100	19	19	40	60	1	4,0	13,0
15	260	240	110	110	7	7	39	61	1	3,5	16,0
16	232	261	113	110	17	16	46	54	1	4,0	11,0
17	249	250	106	110	7	7	71	29	1	4,0	13,0
18	274	265	112	110	14	14	45	55	1	4,0	14,0
19	260	268	115	110	15	16	41	59	1	4,0	15,0
20	250	266	115	110	18	18	43	57	1	4,0	14,0
21	260	272	120	120	20	20	42	58	1	3,5	10,0
22	247	254	115	105	10	13	81	19	1	3,5	9,0

Tab. 4a: Milchleistungsdaten (Mittelwerte aus beiden Untersuchungsjahren), n = 30 Betriebe

Betriebs- nr. <sup>1</sup>	Mw Herden- alter (Jahre)	Mw Milch- leistung (kg)	Mw Fett (%)	Mw Fett (kg)	Mw Eiweiß (%)	Mw Eiweiß (kg)	Mw Zwischen- kalbezeit (Tage)
1	5,3	8149	4,41	359	3,43	280	413
2	4,2	9636	3,99	385	3,34	322	389
3	4,2	8254	4,15	342	3,55	293	398
4	5,0	7977	4,27	341	3,37	269	386
5	5,3	6721	4,26	286	3,41	229	386
6	5,1	8137	4,39	358	3,40	277	406
7	5,1	8586	4,36	374	3,42	294	416
8	6,1	7691	4,18	322	3,18	245	400
9	4,9	7667	4,72	363	3,31	254	386
10	5,2	7957	4,45	354	3,39	270	397
11	4,7	8147	4,36	356	3,45	281	404
12	4,9	7906	4,13	326	3,28	259	460
13	5,0	8192	4,45	365	3,51	288	404
14	4,5	8389	4,22	354	3,58	300	390
15	4,3	8024	4,05	325	3,45	277	425
16	5,1	7494	4,02	301	3,36	252	432
17	4,9	9259	4,36	398	3,38	309	404
18	5,2	6664	4,22	281	3,40	227	374
19	5,7	7829	4,58	359	3,51	275	393
20	4,8	8337	4,21	351	3,42	285	380
21	5,0	9767	4,15	406	3,22	314	391
22	4,5	9306	4,38	408	3,44	320	381
23	5,0	7723	4,11	317	3,39	262	396
24	4,7	8059	4,23	341	3,33	269	377
25	4,3	8154	4,13	330	3,47	278	398
26	4,9	8573	4,48	384	3,50	300	422
27	5,3	8102	4,66	378	3,46	280	400
28	4,9	8343	4,45	361	3,38	274	401
29	5,1	9158	3,88	355	3,47	318	420
30	5,3	6555	4,03	262	3,32	216	402

1 bei den Betrieben mit der Nummer 4,5,9,12,18,21,29 und 30 handelt es sich um Tiefstreusysteme

## Gangbeurteilungssysteme im Überblick (chronologische Reihenfolge)

Tab. 5a: Gangbeurteilungssystem nach MANSON und LEAVER (1988)

Gangnote	Beschreibung
1,0	minimale Abduktion/Adduktion, regelmäßiger Gang, keine Empfindlichkeit der Klauen beim Fußen
1,5	ggr. Abduktion/Adduktion, regelmäßiger Gang, keine Empfindlichkeit der Klauen beim Fußen
2,0	Abduktion/Adduktion, unregelmäßiger Gang, evtl. Empfindlichkeit der Klauen beim Fußen
2,5	Abduktion/Adduktion, unregelmäßiger Gang, Empfindlichkeit der Klauen beim Fußen
3,0	ggr. Lahmheit, ohne Einfluss auf das Verhalten
3,5	offensichtliche Lahmheit, teilweise Schwierigkeiten beim Wenden, ohne Einfluss auf das Verhalten
4,0	offensichtliche Lahmheit, Schwierigkeiten beim Wenden, Verhalten beeinträchtigt
4,5	teilweise Schwierigkeiten beim Aufstehen, Schwierigkeiten beim Laufen, Verhalten beeinträchtigt
5,0	hgr. Schwierigkeiten beim Aufstehen, Schwierigkeiten beim Laufen, Verhalten erheblich beeinträchtigt

Tab. 6a: Gangbeurteilungssystem nach WELLS et al. (1993)

Gangnote	Beschreibung
0 (keine Lahmheit)	kein abnormer Gang erkennbar, Kuh geht ohne Widerwillen
1 (ggr. Lahmheit)	ggr. Abweichung vom normalen Gang, inkl. intermittierende ggr. Gangasymmetrie oder ggr. bi- oder quadrilaterale Einschränkung in der freien Bewegung
2 (mgr. Lahmheit)	mgr. und beständige Gangasymmetrie oder symmetrischer abnormer Gang, aber Kuh geht ohne kontinuierliches Antreiben
3 (hgr. Lahmheit)	deutliche Gangasymmetrie oder hgr. symmetrische Abnormalität
4 nicht gehfähig	Kuh liegt

Tab. 7a: Gangbeurteilungssystem nach PHILLIPS und SCHOFIELD (1994)

Gangnote	Beschreibung
1	perfekte Lokomotion mit ggr. Abduktion und Adduktion
2	unregelmäßiger Gang, aber nicht lahm
3	lahm, ohne Einfluss auf das normale Verhalten
4	lahm, Einfluss auf das normale Verhalten

Tab. 8a: Gangbeurteilungssystem nach SPRECHER et al. (1997)

Gangnote	Beschreibung
1 (normal)	Kuh steht und geht mit gerader Rückenlinie , normaler Gang
2 (ggr. lahm)	Kuh steht mit gerader Rückenlinie, aber entwickelt aufgezoene Haltung im Gehen, normaler Gang
3 (mgr. lahm)	aufgezogene Haltung im Stehen und Gehen, eingeschränkter Gang, verkürzter Schritt mit einer oder mehreren Gliedmaßen
4 (lahm)	permanente aufgezoene Haltung, fußt bedächtig Schritt für Schritt, Kuh bevorzugt eine oder mehrere Gliedmaßen
5 (hgr. lahm)	Kuh zeigt zusätzlich Unfähigkeit oder extremen Widerwillen, eine oder mehrere Gliedmaßen zu belasten

Tab. 9a: Gangbeurteilungssystem nach BREUER et al. (2000)

Gangnote	Beschreibung
0	nicht lahm
1 (leicht lahm)	leichtes Hinken, keine Auf- und Abbewegung des Kopfes
2 (lahm)	offensichtlich lahm, Auf- und Abbewegung des Kopfes
3 (sehr lahm)	Auf- und Abbewegung des Kopfes, Hochhalten der Gliedmaße für mehrere s

Tab. 10a: Gangbeurteilungssystem nach LISCHER et al. (2000)

Gangnote	Beschreibung
0	gleichmäßiger Gang
1	leichtes Nachaußenstellen der Gliedmaße
2	unregelmäßiger Gang
3	leichte Lahmheit, evtl. leicht aufgezogener Rücken
4	offensichtliche Lahmheit, Wendung beeinträchtigt, aufgezogener Rücken
5	hgr. Lahmheit mit Aufstehschwierigkeiten, stark aufgezogener Rücken

Tab. 11a: Gangbeurteilungssystem nach WARD (2001)

Gangnote	Beschreibung
1	normaler Gang
2	unregelmäßiger Gang, evtl. Empfindlichkeit der Klauen beim Fußen
2,5	unregelmäßiger Gang, Empfindlichkeit der Klauen beim Fußen
3	ggr. Lahmheit
3,5	offensichtliche Lahmheit
4	Schwierigkeiten beim Wenden
5	hgr. Schwierigkeiten beim Aufstehen

Tab. 12a: Gangbeurteilungssystem nach WHAY et al. (2003 b)

Gangnote	Beschreibung
0	intakter Gang
1	abnorme Fortbewegung, evtl. Empfindlichkeit der Klauen beim Fußen
2	lahm
3	hgr. lahm



## **B     Materialanhang**

## Erhebungen zum Stall

Name:

Stalltyp:  Boxenlaufstall     2-Flächen     Tretmist

1. Gesamtbewegungsfläche:

2. Laufgänge:

- Fläche
  - Anzahl der Sackgassen
  - Spaltenboden     planbefestigt     Kombination planbefestigt/Spalten
  - Spaltenweite:    Auftrittsbreite:
  - Bodenart:  Beton     Gussasphalt
  - Bodenbeschaffenheit: (1 = sehr glatt, 2 = glatt, 3 = griffig, 4 = rau, 5 = zerstörte Oberfläche/Löcher)
- Fressgang:    Laufgang:    Warteraum:    Melken:    Auslauf:

3. Liegefläche:  Liegeboxen     freie Liegefläche

Liegeboxen

- Anzahl: wandständig:    gegenständig:
- Boxentyp:  Hochbox     Tiefbox
- Bodenbelag:  Gummimatte     Komfortmatratze     Strohmistmatratze  
                   Einstreu/Beton
- Einstreukomfort:  Polsterung (> 5 cm)     mittel (3-5 cm)     nein (<3 cm)
- aktueller Zustand der Liegefläche:  sauber     mittel     verschmutzt

Boxenabmessungen (differenziert nach wand- und gegenständig)

- Niveau der Box:    Boxenbreite:    Boxenlänge:
- Höhe Nasenriegel:    Höhe Nackenriegel:
- Abstand Nasenriegel-Innenkante:    Abstand Nackenriegel-Innenkante:
- Bugschwelle:  ja     nein

Seitenbegrenzung der Boxen

- Abstand Seitenbegrenzung-Boden:
- Typ der Seitenbegrenzung:  freischwingend     Pilzbügel     Eigenbau

freie Liegefläche

- eingestreute Fläche
- Art und Menge der Einstreu

4. Fressplatz:

- Anzahl:
- Typ:  Selbstfang Schere     Selbstfang Palisaden     Parallelogramm  
       Nackenriegel

Abmessungen

- Fressplatzbreite
- Krippenbodenniveau

Fressgitterneigung:  ja     nein

Anzahl Kraftfutterstationen:

5. Tränken:

- Anzahl:
- Art:  Trog (Länge)     Zungentränke     Nippeltränke
- Position im Stall:

6. Melkplatz:

- Typ:  Tandem     Side-by-Side     Fischgrät
- Zugang zum Melkplatz:  Warteraum     Stufen

7. Lüftungssystem:

- Typ:  Trauf-First     Zwangslüftung     Offenstall/Windschutznetze

8. Lichtverhältnisse:

- Fenster-Bodenflächenverhältnis

9. Sonstiges:

- Scheuereinrichtungen:  ja     nein
- Lecksteine:  ja     nein

Abb. 1b:      Checkliste Erhebungen zum Stall



## **Danksagung**

Ich bedanke mich herzlich bei allen, die mich bei der Fertigstellung dieser Arbeit unterstützt haben.

Mein besonderer Dank gilt

Prof. Dr. Breves für die freundliche Betreuung der Arbeit von Seiten der Tierärztlichen Hochschule Hannover,

Univ.-Prof. Dr. Winckler für die sehr engagierte Betreuung der Arbeit, umfassende Hilfe, fortwährende Motivation und Unterstützung,

meinem Mann Jörg und unseren Söhnen Mathis und Lasse für viel Verständnis und Geduld,

meinen Eltern für ihre Unterstützung, besonders meiner Mutter für die liebevolle Betreuung,

den Landwirten für die freundliche Kooperation und Unterstützung bei der Datenerhebung in den Untersuchungsbetrieben.