

# Beobachtungen zur Liegeboxennutzung in zehn Milchviehbetrieben

Barbara Benz, Uwe Eilers, Hans-Jürgen Seeger

Die Liegeboxennutzung gilt als wichtiger Indikator für das Tierwohl bei Kühen. Es bestehen jedoch noch offene Fragen zu Liegepositionen sowie Forschungslücken bezüglich des Stehverhaltens. Daher wurden innerhalb der vorliegenden Studie mithilfe von Wildtierkameras Beobachtungen zur Liegeboxennutzung auf insgesamt zehn Milchviehbetrieben durchgeführt. Es stellte sich heraus, dass die Liegeboxen durchschnittlich zu 45 % belegt waren, wobei davon 5 % zum Stehen genutzt wurden. Die Stehnutzung der Liegeboxen nahm im Laufe des Nachmittags zu. Die Studie konnte keinen Zusammenhang zwischen dem Platzangebot im Stall und der Liegeboxennutzung feststellen. Die Betrachtung der Art der Stehnutzung in vier Betrieben zeigte, dass die Kühe überwiegend unvollständig in den Liegeboxen standen. Es wurde auch festgestellt, dass die Liegepositionen mit ausgestrecktem Vorderbein durchschnittlich zu 18 % vorkamen, wobei der Anteil nachmittags höher war als vormittags. Die tageszeitlichen Unterschiede bezüglich der Liegeboxennutzung könnten, sofern sie sich in weiteren Studien bestätigen, eine unterschiedliche Bewertung der Ergebnisse zum Beispiel im Rahmen von Tierwohlaudits rechtfertigen.

## Schlüsselwörter

Liegebox, Stehkomfort, Liegekomfort, Kuhkomfortindizes

Adäquate Liegezeiten gelten als anerkannter Tierwohlindikator für Milchkühe; bei dessen Interpretation müssen jedoch die Einflüsse der Haltungsbedingungen und des Managements beachtet werden (TUCKER et al. 2021). In einigen Bereichen bestehen noch offene Fragen. Aus dem Vergleich von Liegepositionen auf der Weide und im Stall ergeben sich beispielsweise Fragestellungen hinsichtlich der Tiergesundheit und des Tierwohls, wenn Liegepositionen von Kühen eingeschränkt werden (VAN ERP-VAN DER KOOIJ et al. 2019). Weiter bestehen Forschungslücken zum Stehverhalten von Kühen, dem nach Ansicht von TUCKER et al. (2021) genauso viel Aufmerksamkeit gebührt wie dem Liegeverhalten.

## Liege- und Stehverhalten in der Liegebox

Um Schwachstellen im Boxenmanagement zu identifizieren, hält DAHLHOFF (2014) die Betrachtung von Referenzwertabweichungen in Qualität und Quantität unterschiedlicher Liegepositionen für geeignet. Laterale Liegepositionen mit ausgestreckten Hintergliedmaßen werden generell als „breite“ Liegepositionen (engl. wide) zusammengefasst (VAN ERP-VAN DER KOOIJ et al. 2019). Bei Vorderbeinstreckungen wird nicht zwischen ein oder zwei ausgestreckten Vordergliedmaßen differenziert (HÖRNING et al. 2001, VAN ERP-VAN DER KOOIJ et al. 2019). PELZER et al. (2011) nennen Referenzwerte für die Liegeposition „Ausgestrecktes Vorderbein“. Dabei gelten als Zielwert 21 %, als Richtwert >15 % und als Grenzwert 10 bis 15 % der liegenden Kühe. Innerhalb der „Managementhilfe zur Beurteilung und Verbesserung des Tierwohls in der Milchviehhaltung“ gilt ein Anteil von > 10 % als optimal, 5 bis

10 % als suboptimal und < 5 % als nicht hinnehmbar (BENZ et al. 2021). Als Ursache für niedrige Anteile an Liegepositionen mit ausgestrecktem Vorderbein konnten PELZER et al. (2007) in einer Feldstudie in 55 Liegeboxenlaufställen den Einfluss einer 20 cm hohen Bugschwelle bzw. eines Bugbretts feststellen, welches die Möglichkeit zum Ausstrecken der Vorderbeine behinderte. Bei der Beobachtung der Liegepositionen auf der Weide und im Stall stellten VAN ERP-VAN DER KOOIJ et al. (2019) zwischen den Herden in Uruguay (eine Herde mit Ganzjahresvollweide) und den Niederlanden (25 Herden mit Sommerweidegang) Unterschiede fest, woraus die Autoren schlussfolgern, dass weitere Forschung zu einschränkenden Faktoren auf Liegepositionen notwendig ist.

Liegeboxen ohne Bugschwelle werden bei Untersuchungen von TUCKER et al. (2006) nicht nur von den Kühen präferiert, sondern sie liegen dort außerdem täglich 1,2 Stunden länger (Tucker et al. 2006). In feuchten Liegeboxen liegen Kühe hingegen kürzer (FREGONESI et al. 2007, CHEN et al. 2017) und kompensieren das reduzierte Liegen mit längerem unvollständigen (Perching) und vollständigem Stehen in den Liegeboxen (FREGONESI et al. 2007). Das Stehverhalten in der Liegebox wird außerdem durch die Positionierung des Nackensteuers beeinflusst, wobei Perching bei weniger restriktiven, weiter von der Kotkante entfernt positionierten, starren Nackensteuer ab- und das vollständige Stehen zunimmt (TUCKER et al. 2005, BERNARDI et al. 2009, FREGONESI et al. 2009). Allerdings verschlechtern sich Euter- und Liegeboxensauberkeit, wenn das Nackensteuer mit größerem Abstand zur Liegeboxenkante montiert ist (FREGONESI et al. 2009). Bei restriktivem Nackensteuer treten hingegen häufiger Lahmheiten auf (BERNARDI et al. 2009). Die Klauen von Kühen, welche unvollständig in der Liegebox stehen, sind verstärkt dem negativen Einfluss von Kot und Harn ausgesetzt, was dem Klauenhorn schadet (MÜLLING und BUDRAS 1998). Verschmutzungen der Gliedmaßen stellen einen Risikofaktor für Eutererkrankungen dar (SCHREINER et al. 2003). BENZ et al. (2020) registrieren bei einem flexiblen Nackensteuer eine höhere Wahrscheinlichkeit für das vollständige Stehen in der Liegebox gegenüber einem starren Nackenrohr und beschreiben zusätzlich, dass das Stehen insgesamt nachmittags zunimmt. ABADE et al. (2015) beobachten bei einer alternativen Liegeboxengestaltung ohne Trennbügel und Nackensteuer ebenfalls längeres vollständiges Stehen in den Liegeboxen. Als Richtwerte für das vollständige Stehen in der Liegebox nennt DAHLHOFF (2014) maximal 3 %, für das unvollständige Stehen maximal 4 % aller Tiere einer Herde bei der Erfassung des Aufenthaltsortes drei Stunden nach der Fütterung.

## Methoden zur Untersuchung des Liegeverhaltens

Automatisierte Verfahren zur Erfassung von Verhaltensparametern in Form von Transpondern mit Beschleunigungs- und Lagesensoren sind in Praxis und Forschung verbreitet (DARR and EPPERSON 2009, LEDGERWOOD et al. 2010, MATTACHINI et al. 2013). Diese Techniken bieten die Möglichkeit, Liegen, Stehen und Aktivität zu erfassen, wodurch quantitative Auswertungen möglich sind. Ferner existieren Systeme, um Kühe in Liegeboxen automatisch zu erkennen (PORTO et al. 2013, Enders et al. 2006) oder deren Aufenthaltsort im Stall mithilfe künstlicher Intelligenz zu verfolgen (FUENTES et al. 2023). Ortungssysteme sind dazu in der Lage, in Echtzeit Tiere individuell zu lokalisieren (WOLFGER et al. 2017). In stündlichen Zeitintervallen ausgewertete Bilder erlauben laut MATTACHINI et al. (2011) im Analysezeitraum 7 bis 14 Uhr und 19 bis 22 Uhr eine korrekte Interpretation von Liege-, Steh- und Fressverhalten, wobei zusätzliche Nachtstunden die Aussagequalität nicht verbessern und ein bis zwei Stunden nach den Melkzeiten ein starker Managementeinfluss festgestellt wird.

Direktbeobachtung ermöglicht eine differenzierte qualitative Beurteilung des Tierverhaltens, ist aber sehr zeitintensiv. Beispielsweise beansprucht die Beobachtung des teilweisen oder vollständigen Liegens außerhalb eines Liegebereiches innerhalb des „Welfare Quality® Protocol for dairy cattle“ insgesamt 120 Minuten. Dabei werden unterschiedliche Vorgehensweisen vorgeschlagen, sodass es optional möglich ist, mehr Segmente (mindestens 12) zu beobachten und dafür die einzelne Beobachtungszeit zu reduzieren. Zur Zeiteinsparung einzelne Parameter durch Vorhersagemodelle zu ersetzen, hat sich allerdings in Studien von DEVRIES et al. (2021) nicht bewährt.

Einmalige Beobachtungen im Sinne von Momentaufnahmen werden innerhalb von Tierwohl-Audits eingesetzt, daraus werden dann Indizes errechnet. COOK et al. (2005) empfehlen beispielsweise die Verwendung des Stall-Standing-Index (SSI = Anteil der stehenden Kühe von allen, die in Kontakt mit der Liegebox sind) zwei Stunden vor dem morgendlichen oder abendlichen Melken. Bei einem SSI-Wert größer 0,20 sollte eine genauere Untersuchung der Lahmheitsprävalenzen einer Herde einschließlich der Bewertung des Liegeboxendesigns erfolgen. ZAPF et al. (2015) schlagen vor, zweimal jährlich jeweils zur Mitte des Sommer- und Winterhalbjahres drei Stunden nach Futtervorlage den Anteil nicht vollständig auf dem Liegeplatz liegender Tiere zu erfassen. Die KTBL-Sonderveröffentlichung „Tierschutzindikatoren - Leitfaden für die Praxis“ (Brinkmann et al. 2016) konkretisiert dazu, dass die Art und Weise der Liegeplatznutzung nähere Informationen zu Schwachstellen gibt. So kann ein erhöhter Anteil an nicht liegenden Milchkühen auf eine zu geringe Anzahl an Fressplätzen hinweisen, Kühe, die unvollständig in der Liegebox stehen, können ein falsch positioniertes Nackensteuer anzeigen und Kühe, die mit vier Beinen in der Liegebox stehen und sich verzögert ablegen, mögliche Schwächen in der Liegeflächenqualität aufzeigen (BRINKMANN et al. 2016).

## Material und Methoden

Für die Untersuchungen standen zehn landwirtschaftliche Betriebe zur Verfügung. Alle Betriebe hatten zwischen 2018 und 2021 einen Milchviehstall neu- oder umgebaut und realisierten ein Tier-Liegeplatz-Verhältnis von 1 zu 1 sowie ein Tier-Fressplatz-Verhältnis von mindestens 1,2 zu 1. Alle Betriebe verfügten entweder über Futternachschieberoboter oder Futterbänder, weswegen innerhalb der vorliegenden Studie darauf verzichtet wurde, die Fütterungszeiten auf den Betrieben im Einzelnen mit zu erfassen. In die Stallkonzepte wurden innovative Maßnahmen zur Reduktion von Ammoniakemissionen und zur Optimierung des Tierwohls integriert (z. B. Laufflächenausführungen mit Harnableitung, erhöhte Fressstände, strukturierte Laufhöfe). Die Herdengrößen lagen zwischen 58 und 206 Tieren, die Jahresmilchleistung im Prüfjahr 2021 reichte von 4.300 bis 11.300 kg Milch. Bis auf einen Betrieb hatten alle Tiefboxen gebaut, die mit Ausnahme der Betriebe A und E (Güllefeststoffe) mit Stroh eingestreut wurden. In vier Betrieben wurde automatisch eingestreut. Die Betriebe A und E hatten einen schienengebundenen Einstreuroboter (Fa. JH Agro, Dänemark) und die Betriebe G und I ein Schneckenfördersystem (Fa. Schauer, Österreich) im Einsatz. Alle Liegeboxen waren zwischen 1,20 und 1,25 m breit und 2,60 bis 2,70 m lang. Die Nackensteuer waren mit Ausnahme vom Betrieb H (Modell Cow Welfare) flexibel ausgeführt und auf einer Höhe von ca. 0,9 m montiert. Acht Betriebe melkten automatisch, während der Betrieb G einen Tandemmelkstand und der Betrieb I ein Melkkarussell hatte (Tabelle 1).

Tabelle 1: Kennzahlen und baulich-technische Ausführungsdetails der Milchviehställe in den Untersuchungsbetrieben

Be- trieb	Bestand Milch- kühe	Rassen	Milchleistung in kg im Prüffahr 2021	Melk- system	Liege- boxen- typ	Einstreu- technik	Lauf- flächen- ausführung	Lauf- fläche je Kuh in qm <sup>1)</sup>	Gummilauf- flächen- anteil in %	Anzahl betrachteter Liegeboxen
A	148	SBT, FL, XFM	9.500	AMS	Tiefbox	automatisiert	planbefestigt	11,8	87	10
B	180	SBT, XFM, FL	9.700	AMS	Hochbox	mechanisiert	Spalten	7,0	93	10
C	165	FV, XFM	11.200	AMS	Tiefbox	mechanisiert	planbefestigt	5,9	55	10
D	146	SBT, RBT	10.300	AMS	Tiefbox	mechanisiert	planbefestigt	9,4	100	10
E	150	SBT, XFM	9.900	AMS	Tiefbox	automatisiert	planbefestigt	5,2	80	10
F	193	SBT, FM, RBT, FL, BV	6.900	AMS	Tiefbox	mechanisiert	planbefestigt	5,9	51	8
G	58	FL	4.300	Melk- stand	Tiefbox	automatisiert	planbefestigt	9,3	ohne <sup>2)</sup>	10
H	72	RBT, XMM, SBT	7.500	AMS	Tiefbox	mechanisiert	Spalten	4,2	79	7
I	236	FL, XFM	8.300	Melk- karussell	Tiefbox	automatisiert	planbefestigt	6,0	76	10
J	145	FL	11.300	AMS	Tiefbox	mechanisiert	planbefestigt	7,4	86	6

<sup>1)</sup> Lauffläche ohne Liegeboxen und erhöhte Fressstände, ggfs. inklusive Laufhof.

<sup>2)</sup> Eingestreute Lauffläche.

BV = Braunvieh, FL = Fleckvieh, SBT = Holstein-Schwarzbunt, RBT = Holstein-Rotbunt, XFM = Kreuzung Fleischrind x Milchrind, XMM = Kreuzung Milchrind x Milchrind

Die Datenerhebung fand zwischen dem 15.1.2021 und dem 5.4.2022 statt. Für die Auswertung wurden 8 bis 10 Stunden tagsüber an Tagen ohne Hitzestress herangezogen, wobei Hitzestress anhand des Temperatur-Humiditäts-Index (THI) nach ZIMBELMAN et al. (2009) definiert wurde, der unter 68 liegen muss (Formel:  $THI = (0,8 \times \text{Lufttemperatur}) + ((\text{relative Luftfeuchtigkeit} / 100) \times (\text{Lufttemperatur} - 14,4)) + 46,4$ ). Dies diente dazu, den bekannten Einfluss von Hitzestress auf das Verhalten von Milchkühen auszuschließen, wie von COOK et al. (2007) und HUT et al. (2022) dokumentiert. Dabei wurde der Vormittag als Zeitraum vor 12:00 Uhr und Nachmittag als Zeitraum nach 13:00 Uhr definiert.

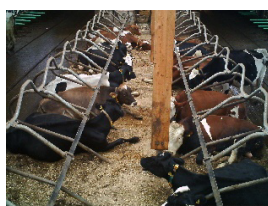
Die Datengrundlage bestand aus minütlichen Bildaufnahmen, welche am PC-Bildschirm systematisch ausgewertet wurden. Die Beobachtungen wurden zu Mittelwerten auf Stundenbasis zusammengefasst. Zur Beurteilung der Liegeboxennutzung wurde in jedem Betrieb ein Stallsegment mit 6 bis 10 Liegeboxen erfasst. Randboxen, die eine geringere Belegung erwarten lassen (ENDERS et al. 2006), wurden nicht mit einbezogen. Für die quantitative und qualitative Boxennutzung wurden zehn Parameter definiert (Tabelle 2).

Tabelle 2: Definition der Untersuchungsparameter zu Liegeboxennutzung und Liegepositionen

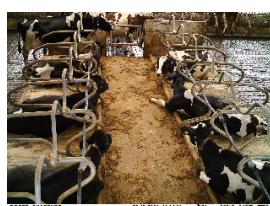
Parameter	Definition
Boxennutzung $BN_{total}$ (%)	Anteil genutzte von allen beobachteten Liegeboxen
Liegenutzung $LN_{total}$ (%)	Anteil zum Liegen genutzte von allen beobachteten Liegeboxen
Liegenutzung $LN_{rel}$ (%)	Anteil zum Liegen genutzte von allen genutzten Liegeboxen
Stehnutzung $SN_{total}$ (%)	Anteil zum Stehen genutzte von allen beobachteten Liegeboxen
Stehnutzung $SN_{rel}$ (%)	Anteil zum Stehen genutzte von allen genutzten Liegeboxen
Vollständiges Stehen in der Liegebox	Stehen mit allen vier Gliedmaßen innerhalb der Liegebox
Unvollständiges Stehen in der Liegebox	Stehen mit den Vorderfüßen in der Liegebox und mit den Hintergliedmaßen im Laufgang
Ausgestrecktes Vorderbein (%)	Anteil Liegepositionen mit mindestens einem ausgestreckten Vorderbein bei allen liegenden Kühen in den beobachteten Liegeboxen

Auf den vier automatisch melkenden Betrieben B, D, E, F konnten die Kameras so positioniert werden, dass ergänzend zur Beurteilung des Stehverhaltens (vollständig/unvollständig in der Liegebox) eine Auswertung der Liegepositionen mit ausgestrecktem Vorderbein möglich war (Abbildung 1).

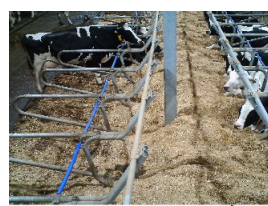
Somit teilt sich die Datengrundlage in einen allgemeinen Abschnitt zur Liegeboxennutzung (A) und einen Abschnitt zu Liegeboxennutzung inklusive Liegepositionen (B) auf (Tabelle 3).



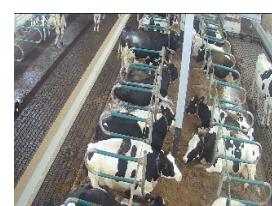
Parameter ausgestrecktes Vorderbein, Beispielbild aus Betrieb F



Parameter ausgestrecktes Vorderbein und unvollständiges Stehen S2, Beispielbild aus Betrieb B



Parameter ausgestrecktes Vorderbein und unvollständiges Stehen S2, Beispielbild aus Betrieb D



Parameter vollständiges Stehen S4, Beispielbild aus Betrieb E

Abbildung 1: Beispielbilder für die Parameter ausgestrecktes Vorderbein, unvollständiges (S2) und vollständiges Stehen (S4) aus den vier Betrieben B, D, E, F

Tabelle 3: Erhebung der Untersuchungsparameter innerhalb der beiden Untersuchungsabschnitte (A) und (B)

Untersuchungsabschnitt	Anzahl Betriebe	Anzahl Beobachtungstage	Untersuchungszeitfenster	Anzahl Beobachtungen	Parameter						
					Boxennutzung $BN_{total}$	Liegenutzung $LN_{total}$	Liegenutzung $LN_{rel}$	Stehnutzung $SN_{total}$	Stehnutzung $SN_{rel}$	Vollständiges/unvollständiges Stehen	Ausgestrecktes Vorderbein
(A)	10	5	8:00 bis 16:00 Uhr	23.132	x	x	x	x	x		
(B)	4	3	7:00 bis 17:00 Uhr	6.675	x		x		x	x	x

Die Wildtierkameras, welche für die Tierbeobachtung verwendet wurden, stammten von den Herstellern Dörr GmbH, Deutschland (SnapShot Limited 5.0s), Campark Electronics Co. LTD, China (T150) und Boly Media Communications Co., LTD, China (BG662-W4K). Die vorgestellte Studie lieferte aufgrund der Praxisbedingungen beschreibende Daten, die durch einfache statistische Tests abgesichert wurden. Die Daten zu den Parametern  $BN_{total}$ ,  $LN_{total}$ ,  $LN_{rel}$ ,  $SN_{total}$  und  $SN_{rel}$  waren nicht normalverteilt und es kam ein nichtparametrischer Test für die Paarvergleiche zum Einsatz (Wilcoxon-Test). Bei multiplen paarweisen Vergleichen wurde die  $\alpha$ -Fehlerkorrektur nach Bonferroni zur Adjustierung des Signifikanzniveaus durchgeführt. Die Daten zum Parameter „ausgestrecktes Vorderbein“ waren normalverteilt, sodass die paarweisen Mittelwertvergleiche mittels t-Test durchgeführt wurden. Zum Test auf Korrelation wurde der Kendall-Tau-Test angewandt. Die Verteilung von Häufigkeiten wurde bei binomen Datensätzen mit dem Binomialtest analysiert. Die statistischen Auswertungen wurden mit dem Programm R Version 4.2.1 und dem Paket R Commander durchgeführt. Als signifikant galt  $p < 0,05$ .

## Ergebnisse

### Untersuchungsabschnitt (A)

Die Liegeboxen wurden über den Beobachtungszeitraum von 8 Stunden hinweg durchschnittlich zu 40 % zum Liegen ( $LN_{total}$ , SD 24 %) und zu 5 % zum Stehen ( $SN_{total}$ , SD 8 %) genutzt, 55 % der Zeit waren sie nicht belegt. Die Boxennutzung ( $BN_{total}$ ) unterschied zwischen vormittags und nachmittags nicht (Wilcoxon-Test, p-Wert = 0,322). Der Anteil der zum Stehen genutzten Liegeboxen von den belegten Liegeboxen ( $SN_{rel}$ ) betrug im Mittel der Betriebe 11% (SD 3 %), dabei lag der Anteil nachmittags mit durchschnittlich 12 % (SD 1,1 %) um 26 % oberhalb des Wertes am Vormittag (10 %, SD 1,7 %). Bei den acht automatisch melkenden Betrieben betrug der Unterschied zwischen Vormittag und Nachmittag im Mittel 21 %, während der Unterschied bei den beiden konventionell melkenden Betrieben mit 85 % signifikant höher lag (Binomial-Test, p-Wert < 0,001). Im Verlauf des Beobachtungszeitraums von 8:00 bis 16:00 Uhr nahm der Anteil der Stehnutzung an der Liegeboxennutzung in den zehn Betrieben signifikant zu. Das bedeutet, es bestand eine positive Korrelation zwischen  $SN_{rel}$  und Uhrzeit (Kendall-Tau-Test, p-Wert = 0,032, tau = 0,643) (Abbildung 2).

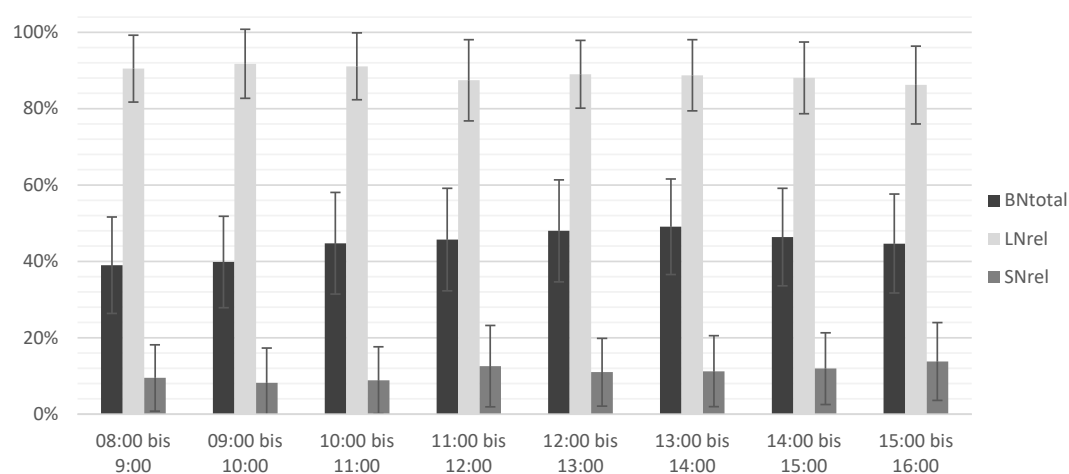


Abbildung 2: Art der Boxennutzung (Boxennutzung  $BN_{total}$ , relative Liegenutzung  $LN_{rel}$ , relative Stehnutzung  $SN_{rel}$ ) über acht Stunden zwischen 8:00 und 16:00 Uhr, Datengrundlage zehn Betriebe, fünf Tage/Betrieb, Stundenmittelwerte auf Basis minütlicher Beobachtungen (23.133 Beobachtungen insgesamt)

Die Analyse multipler Paarvergleiche ergab signifikante Unterschiede bezüglich des Parameters Boxennutzung zwischen den zehn Betrieben. Bei der relativen Liege- und Stehnutzung fiel vor allem der Betrieb B mit signifikanten Unterschieden zu sechs der neun anderen Betriebe auf (Wilcoxon-Test, p-Wert > 0,006 nach Bonferroni-Korrektur; Tabelle 4 und Tabelle 5).

Tabelle 4: Gegenüberstellung der Boxennutzung  $BN_{total}$ , Liegenutzung  $LN_{rel}$  und Stehnutzung  $SN_{rel}$  über acht Stunden zwischen 8:00 und 16:00 Uhr, Datengrundlage zehn Betriebe, fünf Tage/Betrieb, Stundenmittelwerte auf Basis minütlicher Beobachtungen (23.133 Beobachtungen insgesamt)

Betriebe	$BN_{total}$			$LN_{rel}$			$SN_{rel}$		
	Median	Min	Max	Median	Min	Max	Median	Min	Max
A	34 %	4 %	75 %	94 %	58 %	100 %	6 %	0 %	42 %
B	38 %	14 %	62 %	82 %	37 %	100 %	18 %	0 %	63 %
C	64 %	30 %	97 %	92 %	67 %	100 %	8 %	0 %	33 %
D	52 %	10 %	81 %	90 %	40 %	100 %	10 %	0 %	60 %
E	51 %	10 %	83 %	91 %	47 %	100 %	9 %	0 %	53 %
F	76 %	9 %	100 %	88 %	50 %	100 %	12 %	0 %	50 %
G	44 %	0 %	80 %	94 %	73 %	100 %	6 %	0 %	27 %
H	20 %	0 %	50 %	92 %	0 %	100 %	8 %	0 %	100 %
I	40 %	0 %	91 %	93 %	33 %	100 %	7 %	0 %	67 %
J	32 %	0 %	72 %	92 %	0 %	100 %	8 %	0 %	100 %

Tabelle 5: Signifikanzen bei Analyse der multiplen Paarvergleiche zur Boxennutzung  $BN_{total}$ , Liegenutzung  $LN_{rel}$  und Stehnutzung  $SN_{rel}$  in zehn Betrieben, Wilcoxon-Test mit p-Wert > 0,006 nach Bonferroni-Korrektur; n.s. = nicht signifikant

	Boxennutzung $BN_{total}$										Liegenutzung $LN_{rel}$										Stehnutzung $SN_{rel}$									
	B	C	D	E	F	G	H	I	J		B	C	D	E	F	G	H	I	J		B	C	D	E	F	G	H	I	J	
A	n.s.	*	*	*	*	n.s.	*	n.s.	*	A	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	A	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	
B		*	*	*	*	n.s.	*	n.s.	n.s.	B		*	*	*	*	*	n.s.	*	n.s.	B		*	*	*	*	*	n.s.	*	n.s.	
C			*	*	n.s.	*	*	*	*	C			n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	C			n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	
D				n.s.	*	n.s.	*	*	*	D				n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	D				n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	
E					*	*	*	*	*	E					n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	E					n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	
F						*	*	*	*	F						*	n.s.	n.s.	n.s.	F						*	n.s.	n.s.	n.s.	
G							*	n.s.	n.s.	G							n.s.	n.s.	n.s.	G							n.s.	n.s.	n.s.	
H								*	n.s.	H								n.s.	n.s.	H								n.s.	n.s.	
I									n.s.	I									n.s.	I									n.s.	

### Zusammenhang zwischen $BN_{total}$ , $SN_{rel}$ und Flächenangebot bzw. Gummibodenanteil im Stall

Es bestand keine Korrelation zwischen dem Flächenangebot im Stall und der Boxennutzung  $BN_{total}$ . Also wurden die Liegeboxen in Betrieben mit geringerer Lauffläche pro Kuh nicht häufiger genutzt (Kendall-Tau-Test, p-Wert = 0,601, tau = -0,156). Das Flächenangebot korrelierte außerdem nicht mit der Stehnutzung  $SN_{rel}$  (Kendall-Tau-Test, p-value = 0,291, tau = -0,289) und auch der Gummibodenanteil zeigte keinen Zusammenhang zur  $SN_{rel}$  (Kendall Tau-Test, p-value = 0,381, tau = 0,244).

### Untersuchungsabschnitt (B)

Insgesamt wurden die Liegeboxen in den vier Betrieben B, D, E und F im Beobachtungszeitraum durchschnittlich zu 55 % genutzt ( $BN_{total}$ , SD 20 %). Die Liegenutzung betrug im Mittel 86 % ( $LN_{rel}$ , SD 18 %) (Abbildung 3).

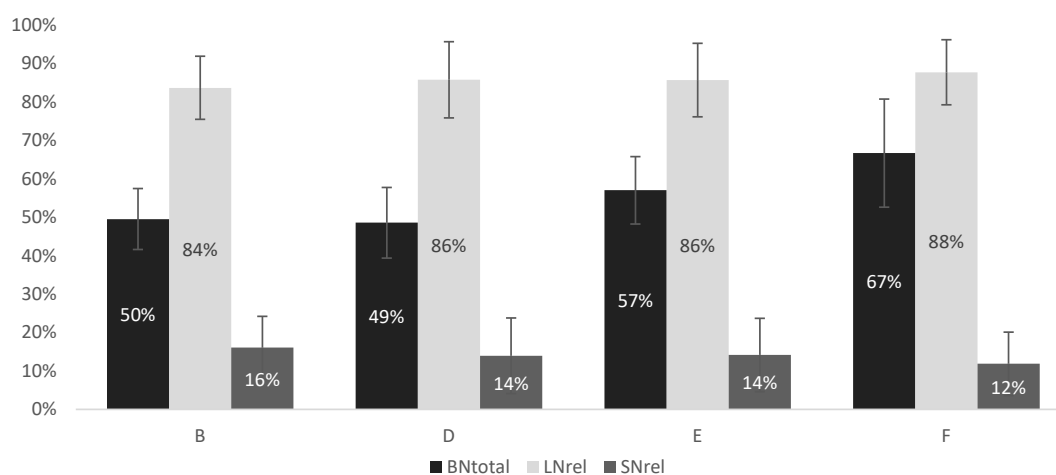


Abbildung 3: Durchschnittliche Boxennutzung über 10 Stunden zwischen 7:00 und 17:00 Uhr, Datengrundlage vier Betriebe mit AMS, drei Tage/Betrieb, Stundenmittelwerte auf Basis minütlicher Beobachtungen (6.675 Beobachtungen insgesamt)

Das Stehen fand im Mittel zu 92 % unvollständig (S2) in der Liegebox statt (SD 1,8 %). Bei durchschnittlich 8 % der Stehnutzungen standen die Kühe vollständig mit allen vier Gliedmaßen in der Liegebox (S4) (Abbildung 4).

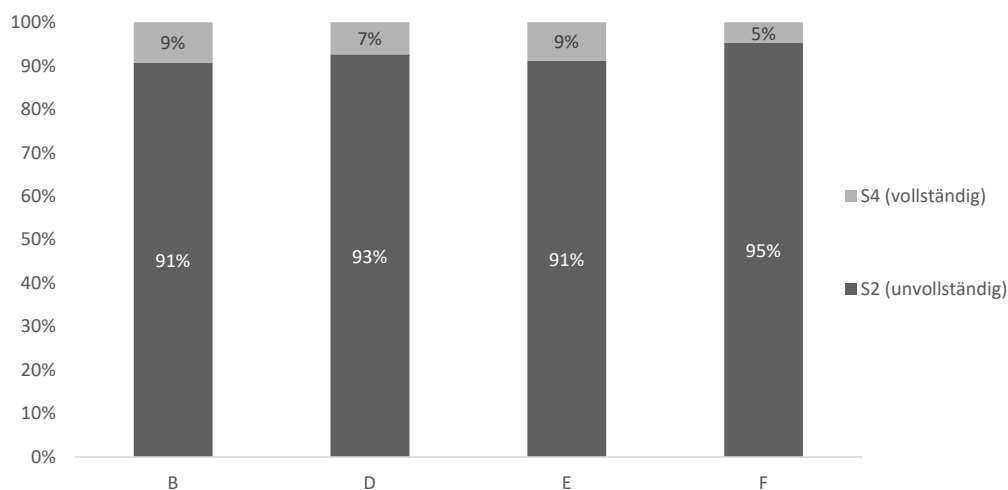


Abbildung 4: Anteil des vollständigen und unvollständigen Stehens innerhalb der Stehnutzung der Liegebox in vier Betrieben mit AMS, Datengrundlage: Stundenmittelwerte auf Basis minütlicher Beobachtungen zwischen 7:00 und 17:00 Uhr über jeweils drei Tage je Betrieb, insgesamt 6.675 Beobachtungen



Das unvollständige Stehen in der Liegebox (S2) nahm im Verlauf des Tages nicht zu (Kendall-Tau-Test, p-Wert = 0,445), das vollständige Stehen (S4) jedoch schon, das heißt, es korrelierte positiv mit der Uhrzeit (Kendall-Tau-Test, p-Wert = 0,010).

Die Boxennutzung der Betriebe unterschied sich lediglich zwischen Betrieb B und F. Hinsichtlich der Parameter Liegenutzung  $LN_{rel}$  und Stehnutzung  $SN_{rel}$  wurden keine Unterschiede gefunden. Das unvollständige Stehen in der Liegebox (S2) war in allen Betrieben vergleichbar, während das vollständige Stehen (S4) im Betrieb B signifikant häufiger beobachtet wurde (Tabelle 6 und Tabelle 7).

Tabelle 6: Gegenüberstellung der Boxennutzung  $BN_{total}$ , Liegenutzung  $LN_{rel}$ , Stehnutzung  $SN_{rel}$  sowie der Anteile an vollständigem und unvollständigem Stehen in vier Betrieben B, D, E und F

Betrieb	BN <sub>total</sub>			LN <sub>rel</sub>			SN <sub>rel</sub>			Anteil S2			Anteil S4		
	Median	Min	Max	Median	Min	Max	Median	Min	Max	Median	Min	Max	Median	Min	Max
B	53 %	23 %	74 %	87 %	38 %	97 %	13 %	3 %	62 %	11 %	1 %	62 %	1,3 %	0,0 %	5,8 %
D	48 %	11 %	81 %	88 %	0 %	100 %	12 %	19 %	100 %	10 %	0 %	100 %	0,4 %	0,0 %	6,1 %
E	56 %	24 %	83 %	88 %	40 %	99 %	12 %	13 %	60 %	11 %	1 %	60 %	0,5 %	0,0 %	8,2 %
F	79 %	11 %	99 %	89 %	67 %	97 %	10 %	7 %	33 %	9 %	3 %	33 %	0,4 %	0,0 %	3,0 %

Tabelle 7: Signifikanzen bei Analyse der multiplen Paarvergleiche zur Boxennutzung  $BN_{total}$ , Liegenutzung  $LN_{rel}$ , Stehnutzung  $SN_{rel}$  und den Anteilen an unvollständigem Stehen S2 und vollständigem Stehen S4 in der Liegebox in vier automatisch melkenden Betrieben, Wilcoxon-Test mit p-Wert > 0,017 nach Bonferroni-Korrektur (n.s. = nicht signifikant; \* = signifikant)

Boxennutzung BN				Liegenutzung LN <sub>rel</sub>				Stehnutzung SN <sub>rel</sub>				Anteil S2				Anteil S4			
Be- trieb	D	E	F	Be- trieb	D	E	F	Be- trieb	D	E	F	Be- trieb	D	E	F	Be- trieb	D	E	F
B	n.s.	n.s.	*	B	n.s.	n.s.	n.s.	B	n.s.	n.s.	n.s.	B	n.s.	n.s.	n.s.	B	*	*	*
D		n.s.	n.s.	D		n.s.	n.s.	D		n.s.	n.s.	D		n.s.	n.s.	D		n.s.	n.s.
E			n.s.	E			n.s.	E			n.s.	E			n.s.	E			n.s.

### Liegeposition mit ausgestrecktem Vorderbein

Die Liegeposition mit einem oder zwei ausgestreckten Vorderbeinen wurde durchschnittlich bei 18 % (SD 5,4 %) der Beobachtungen registriert, wobei es vormittags zwischen 8:00 und 12:00 Uhr mit im Schnitt 14 % (SD 4,4 %) signifikant weniger waren als nachmittags zwischen 13:00 und 18:00 Uhr mit durchschnittlich 21 % (SD 3,4 %), (t-test, p-Wert = 0,007) (Abbildung 5).

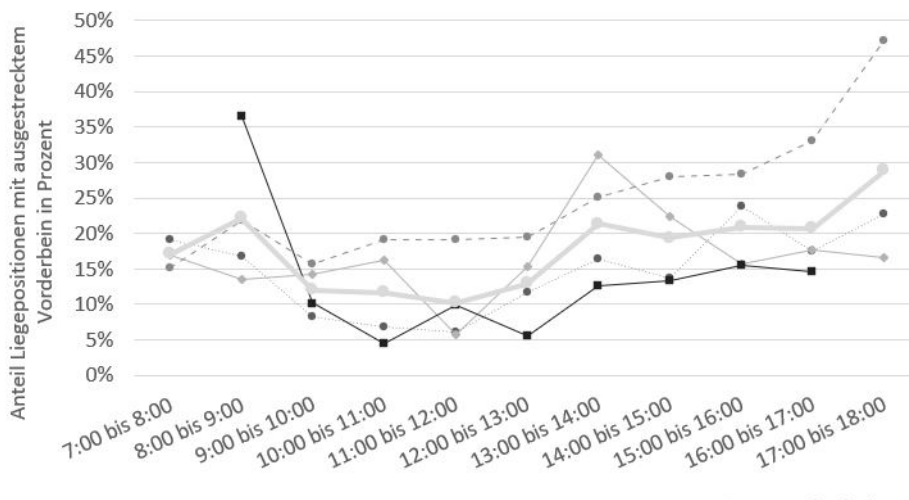


Abbildung 5: Tagesverlauf des Anteils an Liegepositionen mit ausgestrecktem Vorderbein in vier Betrieben mit AMS, Datengrundlage: minütliche Beobachtungen zwischen 7:00 und 18:00 Uhr über jeweils drei Tage je Betrieb, insgesamt 6.675 Beobachtungen

Eine signifiaknte Korrelation der Liegeposition mit ausgestrecktem Vorderbein zur Uhrzeit wurde allerdings nicht festgestellt (Kendall-Tau-Test, p-Wert = 0,218).

Auf Basis der einzelnen Betriebe zeigten sich Unterschiede bezüglich der Häufigkeit der Liegeposition mit ausgestrecktem Vorderbein, wobei sich lediglich der Betrieb E signifikant von allen anderen Betrieben unterschied (t-Test, 27 bis 33 Stundenwerte je Betrieb, Signifikanzniveau nach Bonferroni-Korrektur p-Wert < 0,017). Im Mittel wurden dort zu 25 % (SD 12 %) Liegepositionen mit ausgestrecktem Vorderbein beobachtet, während es auf den Betrieben B 15 % (SD 11 %), D 17 % (SD 13 %) und auf dem Betrieb F 13 % (SD 14 %) waren (Abbildung 6).

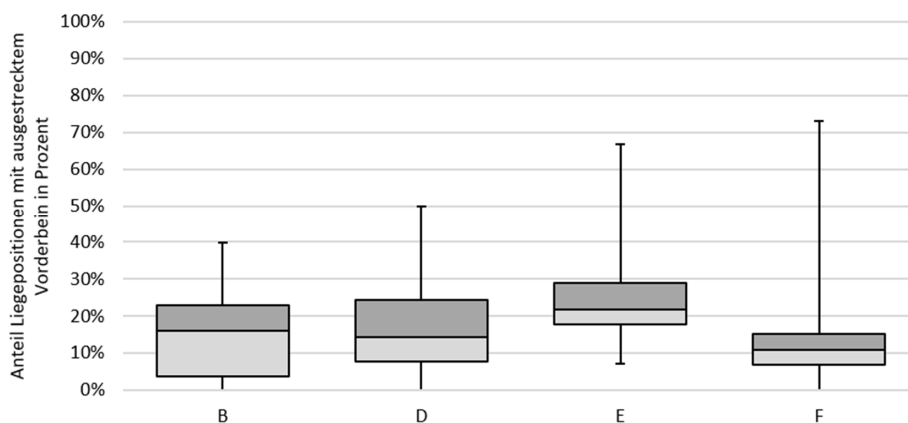


Abbildung 6: Darstellung der Anteile an Liegepositionen mit ausgestrecktem Vorderbein in vier Betrieben mit AMS, Datengrundlage: minütliche Beobachtungen zwischen 7:00 und 18:00 Uhr über jeweils drei Tage je Betrieb, insgesamt 6.675 Beobachtungen, Betrieb E unterscheidet sich signifikant von allen anderen Betrieben (paarweise Mittelwertvergleiche, t-Test, Signifikanzniveau nach Bonferroni-Korrektur p-Wert < 0,017)

## Diskussion

In den Untersuchungsbetrieben wurden die Liegeboxen vormittags gleich häufig genutzt wie nachmittags, die  $BN_{\text{total}}$  unterschied sich also nicht zwischen den Tageszeiten. Allerdings veränderte sich die Art und Weise der Nutzung, denn nachmittags war der Anteil stehender Kühe in den Liegeboxen höher als vormittags. Vergleicht man zur orientierenden Einordnung den Parameter relative Stehnutzung  $SN_{\text{rel}}$  mit dem Stall-Using-Index SSI (Cook et al. 2005), der allerdings nur einmal zwei Stunden nach dem Melken bei allen Boxen im Stall auf konventionell melkenden Betrieben erhoben wird, und nicht über mehrere Stunden, dann darf das Stehverhalten als unauffällig bewertet werden. Die  $SN_{\text{rel}}$  lag mit durchschnittlich 11 % in keinem der zehn Untersuchungsbetriebe oberhalb des für den SSI postulierten Schwellenwertes von 20 %, der Anlass zur genaueren Analyse von Lahmheitsprävalenzen und der Liegeboxenkonstruktion gäbe (Cook et al. 2020). Da tageszeitliche Unterschiede beobachtet wurden, ist ein Zusammenhang mit den Liegeboxeneinstellungen und des Managements der untersuchten Betriebe unwahrscheinlich. Das nachmittäglich vermehrte Stehen beobachteten auch BENZ et al. (2020), wobei die Autoren mutmaßten, dass die Euterfüllung vor der abendlichen Melkzeit mitverantwortlich für dieses Verhalten sein könnte. Von den zehn Untersuchungsbetrieben verfügten acht über automatische Melksysteme und wiesen mit +21 % relativer Stehnutzung einen geringeren Unterschied auf als die beiden konventionell melkenden Betriebe mit +85 %, sodass diese Vermutung zumindest teilweise unterstützt werden kann. Auch wenn weiterhin offene Fragen zu den Ursachen bestehen, kann in Übereinstimmung mit Cook (2005) festgehalten werden, dass es Unterschiede bei der Stehnutzung von Liegeboxen zwischen den Tageszeiten gibt, die es bei Beobachtungen und Bewertungen zu berücksichtigen gilt.

Die Art und Weise, wie Kühe in den Liegeboxen stehen, ist relevant für Klauen- und Eutergesundheit (BERNARDI et al. 2009, FREGONESI et al. 2009). In der vorliegenden Untersuchung standen die Kühe meist unvollständig in den Liegeboxen. Allerdings wurde bislang lediglich der Einfluss des Nackensteuers auf das unvollständige Stehen in Liegeboxen (Perching) untersucht, nicht aber der Einfluss der Laufflächenausführung. Sollte die Motivation der Kühe, vollständig innerhalb der Liegebox zu stehen, durch den verformbaren Untergrund der Liegebox begründet sein, dann wäre es nachvollziehbar, dass in Ställen mit verformbaren Laufflächenbelägen weniger Kühe vollständig in den Liegeboxen stehen. Dies könnte erklären, warum die Kühe innerhalb der vorliegenden Studie überwiegend unvollständig in den Liegeboxen standen, denn die Betriebe hatten zu einem hohen Anteil Gummilaufflächen installiert. Diese These wäre unter kontrollierten Bedingungen weiter zu überprüfen, unter den Praxisbedingungen der hier vorgestellten Studie war dies nicht möglich. Allerdings stellt sich ergänzend die Frage, ob es generelle Unterschiede hinsichtlich der Stehnutzung zwischen Hoch- und Tiefboxen gibt. In der vorliegenden Untersuchung gab es nur einen Betrieb mit Hochboxen. Dieser Betrieb hob sich tatsächlich bezüglich der Steh- und Liegenutzung von den anderen Betrieben ab und wies dabei gleichzeitig den höchsten Anteil an Tieren auf, die vollständig in der Liegebox standen.

Unter den gegebenen Untersuchungsbedingungen konnte kein Zusammenhang zwischen dem jeweiligen Platzangebot und der Boxennutzung ( $BN_{\text{total}}$ ) festgestellt werden. Dieser Frage wurde nachgegangen, weil es plausibel wäre, dass Liegeboxen als Rückzugsort mehr frequentiert werden, wenn insgesamt weniger Platz verfügbar ist. Bei Umbauten tritt diese Situation regelmäßig auf. Allerdings war der Stichprobenumfang mit zehn Betrieben gering, sodass weitere Studien diesen Aspekt erneut aufgreifen könnten.

Liegepositionen mit ausgestrecktem Vorderbein werden auf der Weide von 20 % der Kühe eingenommen (PELZER et al. 2007), was innerhalb der vier untersuchten Betriebe annäherungsweise ebenfalls erzielt wurde. Warum die Kühe nachmittags häufiger diese Liegeposition wählten, bleibt offen. Da mit dieser Liegeposition die Dauer der Gesamtliegezeit verknüpft ist (TUCKER et al. 2006), wäre es interessant, bei weiteren Untersuchungen zu Liegepositionen mit ausgestrecktem Vorderbein zusätzlich Liegezeiten mit zu berücksichtigen. Die paarweise Analyse der Anteile an Liegepositionen mit ausgestrecktem Vorderbein ergab, dass diese auf dem Betrieb E häufiger beobachtet wurden als auf den anderen Betrieben, die sich außerdem nicht voneinander unterschieden. Damit erzielte der Betrieb E den von PELZER et al. (2011) postulierten Zielwert von 21 %. Die Betriebe B und D lagen innerhalb des Richtwertes von 15 %, der vom Betrieb F leicht unterschritten wurde. Allerdings lagen die Werte in allen Betrieben höher als der Schwellenwert von 10 %, den die „Managementhilfe zur Beurteilung und Verbesserung des Tierwohls in der Milchviehhaltung“ (BENZ et al. 2021) angibt. So kann insgesamt geschlussfolgert werden, dass in keinem der vier Betriebe negative Abweichungen bezüglich der Liegepositionen mit ausgestrecktem Vorderbein beobachtet wurden.

## Schlussfolgerungen

Die vorliegende Untersuchung greift einige bisher wenig untersuchte Aspekte der Liegeboxennutzung auf, die in künftigen Arbeiten stärkere Beachtung finden sollten. So wurde beobachtet, dass Kühe Liegeboxen nachmittags vermehrt zum Stehen nutzten. Der höchste Anteil an Stehnutzung wurde in einem Betrieb mit Hochboxen beobachtet. Wurden die Boxen allerdings zum Liegen genutzt, dann war der Anteil an Liegepositionen mit ausgestrecktem Vorderbein nachmittags höher als vormittags. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass für Parameter der Liegeboxennutzung im Rahmen von Tierwohlaudits unterschiedliche Beobachtungszeitpunkte über angepasste Zielwerte berücksichtigt werden sollten. Gegebenenfalls könnte nach weiterer Überprüfung der hier vorgestellten Ergebnisse beispielsweise ein Korrekturfaktor (z. B. -25 %) für die Stehnutzung von Liegeboxen bei Beobachtungen am Nachmittag eingeführt werden.

## Literatur

- Abade, C.C.; Fregonesi, J.A.; von Keyserlingk, M.A.G.; Weary, D.M. (2015): Dairy cow preference and usage of an alternative freestall design. *Journal of Dairy Science* 98(2), S. 960-965, <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8527>
- Benz, B.; Eilers, U.; Stubenbord, J. (2021): Managementhilfe zur Beurteilung und Verbesserung des Tierwohls in der Milchviehhaltung. Infodienst - LAZBW Aulendorf - Q-Wohl-BW ([landwirtschaft-bw.de](http://landwirtschaft-bw.de)), Zugriff am 8.12.2023
- Benz, B.; Hiss, S.; Hubert, S.; Hartung, J. (2020): Flexibles Nackensteuer zur Steuerung der Liegeboxennutzung von Kühen – eine Pilotstudie. *Landtechnik* 75(2), S. 104-117, <https://doi.org/10.15150/lt.2020.3238>
- Bernardi, F.; Fregonesi, J.; Winckler, C.; Veira, D.M.; von Keyserlingk, M.A.G.; Weary, D.M. (2009): The stall-design paradox: Neck rails increase lameness but improve udder and stall hygiene. *Journal of Dairy Science* 92(7), S. 3074-3080, <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1166>
- Brinkmann, J.; Ivemeyer, S.; Pelzer, A.; Winckler, C.; Zapf, R. (2016): Tierschutzindikatoren: Leitfaden für die Praxis – Rind. Darmstadt, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL)
- Chen, J.M.; Stull, C.L.; Ledgerwood, D.N. Tucker, C.B. (2017): Muddy conditions reduce hygiene and lying time in dairy cattle and increase time spent on concrete. *Journal of Dairy Science* 100(3), S. 2090 - 2103, <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11972>
- Cook, N.B.; Bennett, T.B.; Nordlund, K.V. (2005): Monitoring Indices of Cow Comfort in Free-Stall-Housed Dairy Herds. *Journal of Dairy Science* 88 (11), S. 3876-3885, [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)73073-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)73073-3)

- Cook, N.B.; Mentink, R.L.; Bennett, T.B.; Burgi, K. (2007): The effect of heat stress and lameness on time budgets of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 90 (4), S. 1674–1682, <https://doi.org/10.3168/jds.2006-634>
- Dahlhoff, Katharina (2014): Beratung von milchviehhaltenden Betrieben auf der Basis von Verhaltens- und Erscheinungsparametern ihrer Milchkühe. Dissertation, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:5n-36578>
- Darr, M.; Epperson, W. (2009): Embedded sensor technology for real time determination of animal lying time. *Computers and Electronics in Agriculture* 66(1), S. 106–111, <https://doi.org/10.1016/j.compag.2009.01.004>
- Enders, S.; Macuhová, J.; Haidn, B. (2006): Einfluss des Stallklimas auf das Liegeverhalten von Milchkühen. *Landtechnik* 61(2), S. 94-95, <https://doi.org/10.1515/lt.2006.1066>
- Fregonesi, J.A.; Veira, D.M.; Keyserlingk, M.A.G.; Weary, D.M. (2007): Effects of Bedding Quality on Lying Behavior of Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* 90(12), S. 5468–5472, <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0494>
- Fregonesi, J.A.; von Keyserlingk, M.A.G.; Tucker, C.B.; Veira, D.M.; Weary, D.M. (2009): Neck-rail position in the free stall affects standing behavior and udder and stall cleanliness. *Journal of Dairy Science* 92(5), S. 1979-1985, <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1604>
- Fuentes, A.; Han, S.; Nasir, M.F.; Park, J.; Yoon, S.; Park, D.S. (2023): Multiview Monitoring of Individual Cattle Behavior Based on Action Recognition in Closed Barns Using Deep Learning. *Animals* 13, no. 12:2020, <https://doi.org/10.3390/ani13122020>
- Hut, P.R.; Scheurwater, J.; Nielen, M.; van den Broek, J.; Hostens, M.M. (2022): Heat stress in a temperate climate leads to adapted sensor-based behavioral patterns of dairy cows. *Journal of Dairy Science* 105 (8), S. 6909–6922, <https://doi.org/10.3168/jds.2021-21756>
- Hörning, B.; Tost, J. (2001): Multivariate Analyse möglicher Einflussfaktoren auf das Ruheverhalten von Milchkühen in Boxenlaufställen. In: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 2001, Darmstadt, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL)
- Ledgerwood, D.N.; Winckler, Ch.; Tucker, C.B. (2010): Evaluation of data loggers, sampling intervals, and editing techniques for measuring the lying behavior of dairy cattle, *Journal of Dairy Science* 93(11), S. 5129–5139, <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2945>
- Mattachini, G.; Antler, A.; Riva, E.; Arbel, A.; Provolo, G. (2013): Automated measurement of lying behaviour for monitoring the comfort and welfare of lactating dairy cows. *Livestock Science* 158(1-3), S. 145–150, <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2013.10.014>
- Mülling, Ch.; Budras, K.-D. (1998): Der Interzellularkitt (Membrane Coating Material, MCM) in der Rinderklaue. *Tierärztliche Mschr.* 85, S. 216-223
- Pelzer, A.; H. Cielejewski, H.; Bayer, K.; Büscher, W.; Kaufmann, O. (2007): Cows and more – Was die Kühe uns sagen. Bonitieren-Bewerten-Beraten mit System. 8. Tagung Bau, Technik, Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, 8. bis 10. Oktober 2007 in Bonn
- Pelzer, A.; Kaufmann, O.; Richter, H.; Hampel, E. (2011): Entwicklung eines mehrdimensionalen Bewertungssystems zur objektiven Bestimmung der Tiergerechtheit unter besonderer Berücksichtigung tierbezogener Kriterien und Indikatoren. 10. Tagung Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, 27. bis 29. September 2011 in Kiel
- Porto, S.; Arcidiacono, C.; Anguzza, U.; Cascone, G. (2013): A computer vision-based system for the automatic detection of lying behaviour of dairy cows in free-stall barns. *Biosystems Engineering* 115(2), S. 184–194, <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2013.03.002>
- Schreiner, D.A.; Ruegg, P.L. (2003): Relationship Between Udder and Leg Hygiene Scores and Subclinical Mastitis. *Journal of Dairy Science* 86(11), S. 3460-3465, [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73950-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73950-2)
- Tucker, C.; Jensen, M.; de Passillé, A.; Hänninen, L.; Rushen, J. (2021): Invited review: Lying time and the welfare of dairy cows. *Journal of Dairy Science* 104(1), S. 20–46, <https://doi.org/10.3168/jds.2019-18074>
- Tucker, C.B.; Weary, D.M.; Fraser, D. (2005): Influence of neck-rail placement on free-stall preference, use, and cleanliness. *Journal of Dairy Science* 88(8), S. 2730–2737, [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)72952-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)72952-0)
- Tucker, C.B.; Zdanowicz, G.; Weary, D.M. (2006): Brisket Boards Reduce Freestall Use. *Journal of Dairy Science* 89(7), S. 2603–2607, [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72337-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72337-2)

- Van Erp-van der Kooij, E.; Almalik, A.; Cavestany, D.; Roelofs, J.; van Eerdenburg, F. (2019): Lying Postures of Dairy Cows in Cubicles and on Pasture. *Animals* 183(9), <https://doi.org/10.3390/ani9040183>
- Wolfger, B.; Jones, B.; Orsel, K.; Bewley, J. (2017): Technical note: Evaluation of an ear-attached real-time location monitoring system. *Journal of Dairy Science* 100(3), S. 2219-2224, <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11527>
- Zapf, R.; Schultheiß, U.; Achilles, W.; Schrader, L.; Knierim, U.; Herrmann, H.-J.; Brinkmann, J.; Winckler, C. (2015): Indikatoren für die betriebliche Eigenkontrolle auf Tiergerechtigkeit – Beispiel Milchkühe. *Landtechnik* 70(6), S. 221-230, <https://doi.org/10.1515/lt.2015.2678>
- Zimbelman, R.; Rhoads, R.; Rhoads, M.; Duff, G.; Baumguard, L.; Collier, R. (2009): A Re-Evaluation of the Impact of Temperature Humidity Index (THI) and Black Globe Temperature Humidity Index (BGHI) on Milk Production in High Producing Dairy Cows. Tucson, The University of Arizona, S. 158-168

## Autoren

**Prof. Dr. Barbara Benz** ist Professorin in den Studiengängen Agrar- und Pferdewirtschaft an der Hochschule für Wirtschaft- und Umwelt Nürtingen-Geislingen, Neckarsteige 6-10, 72622 Nürtingen, E-Mail: [barbara.benz@hfwu.de](mailto:barbara.benz@hfwu.de)

**Uwe Eilers** ist Referent für Haltungssysteme und Rinderhaltung im ökologischen Landbau am Landwirtschaftlichen Zentrum für Rinderhaltung, Grünlandwirtschaft, Milchwirtschaft, Wild und Fischerei Baden-Württemberg (LAZBW), Atzenberger Weg 99, 88326 Aulendorf,

**Dr. Hans-Jürgen Seeger** ist Fachtierarzt für Rinder und Fachdienstleiter des Rindergesundheitsdienstes der Tierseuchenkasse Baden-Württemberg, Talstr. 17, 88326 Aulendorf

## Förderhinweis

Das Projekt wurde gefördert im Rahmen der Europäischen Innovationspartnerschaft „Landwirtschaftliche Produktivität und Nachhaltigkeit“ (EIP-AGRI). Die Fördermaßnahme war eine Maßnahme des Maßnahmen- und Entwicklungsplans Ländlicher Raum Baden-Württemberg 2014-2020 (MEPL III). Das Projekt wurde durch das Land Baden-Württemberg und über den Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des Ländlichen Raums (ELER) finanziert.