

Analyse der Aufenthalte von Kühen in einem Kammstall mit angegliedertem Laufhof mithilfe eines Ortungssystems

Barbara Benz, Uwe Eilers, Lisa Modrow, Hans-Jürgen Seeger

Ein Liegeboxenlaufstall kann entweder in Längs- oder Queraufstallung (Kammstall) ausgeführt werden. Auf einem neu gebauten Milchviehbetrieb mit automatischem Melksystem (AMS) und Spaltenboden wurde die Kammstallgeometrie gewählt und dadurch für die Kühe über fünf Gänge Zugang zu einem angegliederten Laufhof ermöglicht. Ein Ortungssystem bot die Möglichkeit, die Aufenthaltsorte der Kühe zu analysieren. Es wurde insbesondere der Frage nachgegangen, ob es eine Bevorzugung bestimmter Gänge gab und wie der Laufhof frequentiert wurde. Dabei stellte sich heraus, dass der äußere Gang, obwohl hier im Gegensatz zu den anderen Gängen nur eine Liegeboxenreihe angrenzte und er am weitesten vom Melksystem entfernt war, länger genutzt wurde. Für die Verbesserung von Emissionsschutz und Tierwohl könnte es interessant sein, zu prüfen, ob eine Anpassung der Gangbreiten in Kammställen vorteilhaft wäre.

Schlüsselwörter

Milchviehhaltung, Stallbau, Kammstallgeometrie, Tierverhalten

Tiergerechte Haltungssysteme sollen unter anderem Bewegungsmöglichkeiten, Strukturierung und unterschiedliche Klimazonen bieten (WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT FÜR AGRARPOLITIK BEIM BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT 2015). Hinsichtlich der Bodenbeschaffenheit bevorzugt der Weichbodengänger Rind verformbare Lauf- und Liegeflächen. Harte Böden belasten die Klauen erheblich und können sich negativ auf die Klauengesundheit auswirken (BENZ 2002, SOMERS et al. 2003, BERGSTEN 2004). Nach der Installation einer verformbaren Gummiauflage auf einen Betonspaltenboden verbesserte sich nicht nur der Klauenstatus der Herde, sondern darüber hinaus erhöhte sich die Aktivität der Kühe in einem Milchkuhstall mit Kammgeometrie bei nur zwei Meter breiten Liegeboxengängen und glich sich an das Niveau einer Vergleichsherde im zweireihigen Laufstall an (BENZ 2002). Rangniedere und jüngere Tiere müssen ausweichen und ihre Grundbedürfnisse wie Futter- und Wasseraufnahme oder Liegezeiten ausreichend lang befriedigen können (FRIETEN et al. 2021), wobei primipare Kühe nach der Eingliederung reduzierte Liege- und verlängerte Stehzeiten aufweisen (HUT et al. 2022). Zur Beurteilung der Abmessungen von Laufgängen und für den Bereich hinter den fressenden Kühen (Fressgang) gilt, dass zwei Milchkühe ungehindert aneinander vorbeigehen können sollten (FRIETEN et al. 2021). Im Rahmen der Agrarinvestitionsförderung wird beispielsweise in Baden-Württemberg eine Mindestlaufgangbreite von 2,5 Metern und eine Mindestfressgangbreite von 3,5 Metern als besonders tiergerecht gefördert (LANDESRECHT BW 2023). Strukturierungsmaßnahmen wie erhöhte Fressplätze mit Fressplatzteilern verringern Verdrängungen (DEVRIES et al. 2006, BENZ et al. 2013, ZÄHNER et al. 2020). Zusätzlich sollten in Ställen Sackgassen

vermieden werden. Als Sackgasse gilt laut Ausführungshinweisen der Managementhilfe von BENZ et al. (2021) ein mindestens fünf Meter langer Stallbereich unter fünf Meter Breite (Nettofläche ohne Liegebox und ohne erhöhten Fressstand) ohne Ausweichmöglichkeiten. Liegeboxen gelten nicht als Ausweichmöglichkeit, außer, wenn die baulich-technische Ausführung ein gefahrloses Durchgehen der Tiere ermöglicht. Experimentell eingeschränkte Laufwege hatten bei Untersuchungen von KRÄMER et al. (2017) jedoch keine nachweisbaren Auswirkungen auf Stressparameter bei Milchkühen. Laufhöfe bieten zusätzliche Bewegungsmöglichkeiten (SIMON et al. 2018, SIMON et al. 2020) und Klimareize gleichermaßen (FRIETEN et al. 2021).

Laufhöfe werden von Kühen ungefähr eine Stunde täglich genutzt (VAN CAENEGEM et al. 1997, Schrade et al. 2010). Der relative Tieraufenthalt auf einem angegliederten, räumlich vom Stallgebäude getrennt liegenden Laufhof liegt im Mittel bei 4 bis 10%. Mit durchschnittlich 32 bis 35% ist der Tieraufenthalt im integrierten Laufhof deutlich höher, da er baulich bedingt als Funktionsbereich genutzt wird (SCHRADER et al. 2010). Beobachtungen auf mit nicht überdachten Hochboxen und Fressplätzen strukturierten Laufhöfen zeigten, dass die Fressplätze ungefähr zu einem Drittel, die angebotenen Hochboxen zu einem Viertel der Aufenthaltszeit auf dem Laufhof genutzt wurden (BENZ et al. 2024).

Neue Entmistungstechnik und automatische Melksysteme (AMS) ermöglichen Stallgrundrisse ohne Berücksichtigung der gängigen Entmistungsachsen (ITKIN 2010). Im Kammstall stehen die Liegeboxen rechtwinklig zur Futterachse, im Gegensatz zur parallel verlaufenden Anordnung in einer Längsaufstallung (EILERS 2014). Ein Kammstall bietet besonders kurze Wege für die Kühe und den zusätzlichen hygienischen Vorteil, dass bei planbefestigten Laufgängen die Exkremente nicht über die gesamte Stalllänge entmistet werden (ITKIN 2010). Im Sinne der Kombinierbarkeit von Umwelt- und Tierschutz gilt es heute beim Stallbau, den Anteil verschmutzter Flächen gering zu halten, um Ammoniakemissionen zu begrenzen (UMWELTBUNDESAMT 2021).

Bisher fehlt es an Untersuchungen zum Verhalten von Milchkühen in einem Kammstall. Ziel der hier vorgestellten Pilotstudie war es, die Nutzung unterschiedlicher Funktionsbereiche durch die Kühe in einem Kammstall zu beschreiben.

Material und Methode

Der Untersuchungsbetrieb lag im südlichen Baden-Württemberg im Bodenseekreis. Er vergrößerte 2019 seine Milchviehherde von 96 auf 180 Kühe inklusive Nachzucht. Dafür wurde der im Jahr 2010 gebaute Milchkuhlaufstall mit AMS durch ein neues Stallgebäude für 72 laktierende Kühe, 12 Frischmelker und Trockensteher sowie einen Abkalbebereich und ein weiteres AMS erweitert. Beide automatischen Melksysteme des Herstellers Lely basierten auf freiem Kuhverkehr. Der Herde von insgesamt 180 laktierenden Kühen stand ein gemeinsamer Laufhof zwischen den beiden Stallgebäuden mit zusätzlichen Fressplätzen an einem Stichfutterschiff mit Futterband zur Verfügung. Der neu gebaute Stall wurde in Kammstallgeometrie und Spaltenboden mit verformbaren Gummiauflagen ausgeführt. Im Liegebereich, bestehend aus vier gegenständigen Reihen mit jeweils 18 Liegeboxen, wurden Hochboxen installiert. Es entstanden fünf drei Meter breite Quergänge mit Laufhofzugang, wobei der an das AMS angrenzende Gang gleichzeitig als Wartebereich diente. Das neue Gebäude erhielt einen sieben Meter breiten Membranlichtfirst, bei dem eine Folie über einer Rundbogenkonstruktion für diffusen Lichteinfall sorgt (Abbildung 1).



Abbildung 1: Untersuchungsbetrieb im Bodenseekreis mit neu gebautem Milchkuhstall mit Membranlichtfirst in Kammaufstallung (© B. Benz)

Die Fressbereiche wurden mit erhöhten Fressständen, Fressplatzteilern und Fangfressgittern gebaut. Im neuen Stall standen 50 Fressplätze und weitere vier im Vorwarteraum des AMS zur Verfügung. Auf dem Laufhof gab es auf beiden Seiten jeweils insgesamt 28 Fressplätze, davon waren sechs überdacht, während bei den restlichen Fressplätzen lediglich das Futterband mit Überdachung ausgeführt war. Das frische Futter wurde jeden Morgen um 8 Uhr auf dem Futtertisch im Stall sowie am Futterband des Laufhofs abgeladen. Um die Mittagszeit wurde auf dem Futtertisch im Stall Heu gefüttert, wo abends außerdem nochmals frisches Futter vorgelegt wurde. Die Kühe erhielten eine aufgewertete Grundfutterration (30,9 kg Grassilage, 7,7 kg Maissilage, 2,2 kg Energiemix mit 70% Mais und 30% Gerste, 1,3 kg Eiweißmix, 0,8 kg Grascobs, je 0,5 kg Melasse und Heu, 0,7 kg Maiskleber, 0,4 kg Trockenschnitzel, 0,3 kg Körnermais und Mineralfutter) und zusätzlich Kraftfutter am automatischen Melksystem. Der Futteranschieberoboter fuhr morgens nach der Futterabladung um 10 Uhr das erste Mal und schob danach stündlich das Futter an.

Die beobachtete Teilherde bestand aus durchschnittlich 65 laktierenden Schwarzbunt-Holstein (ca. 85%) und Fleckviehkühen (ca. 15%) mit einer jährlichen Milchleistung von ca. 10.100 kg Milch.

Über den Einsatz eines Ortungssystems (SMARTBOW®, Smartbow GmbH, Weibern, Österreich) wurde im Zeitraum 25.11.2020 bis einschließlich 07.07.2021 der Aufenthalt jeder Kuh auf dem Laufhof und innerhalb des Kammstalles erfasst. Es wurden dazu zwölf Bereiche ausgewählt, nämlich die fünf Quergänge, die vier Liegebereiche mit gegenständigen Liegeboxen, der Laufhof und die Fressbereiche im Stall und auf dem Laufhof (Abbildung 2).

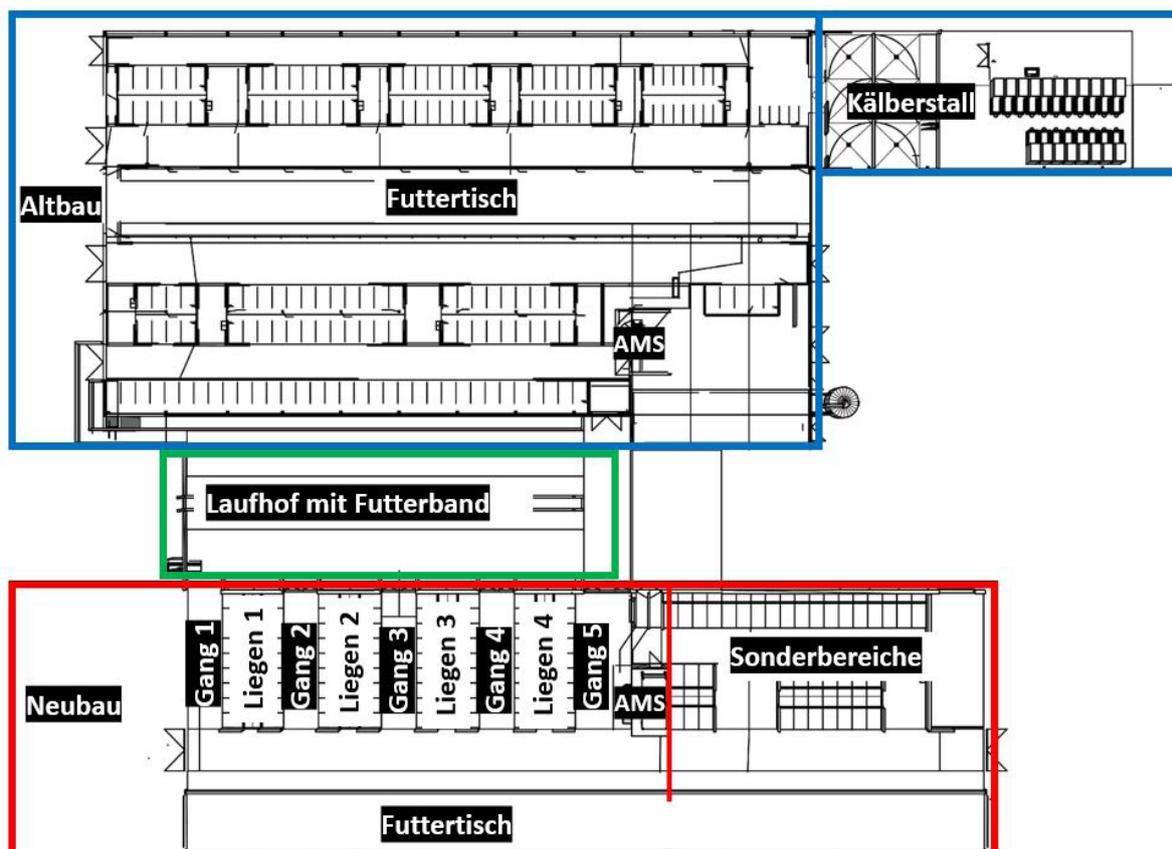


Abbildung 2: Stallgrundriss mit Altbau und angebautem Kälberstall (blau), Laufhof (grün) und Neubau mit Sonderbereichen (rot), im Neubau sind zusätzlich die fünf Gänge und vier Liegebereiche (Liegen 1 bis 4) eingezeichnet

Der in die Ohrmarke integrierte Beschleunigungssensor erfasste sekundlich (im Falle einer Datenüberlastung in 5- oder 10-Sekunden-Intervallen) die Beschleunigungsdaten, um diese als Niederfrequenzsignale (1 Hz) an einen Empfänger zu senden. Die Positionsbestimmung erfolgt nach den Prinzipien Time Difference of Arrival (TDoA) und Angle of Arrival (AoA). Die im Stall fest installierten Empfänger (Smartbow Wallpoints) senden die Daten in Echtzeit an einen lokalen Server (Smartbow Station). WOLFGER et al. (2017) nennen in ihrer Studie zur Validierung (vier Validierungsstufen) des Smartbow-Systems zur Tierortung Differenzen von nur 1,22 bis 1,80 m zwischen Lasermessungen und Smartbow-Angaben. Die vorliegende Untersuchung basiert auf Minutenwerten, was bedeutet, dass Tieraufenthalte < 1 Minute Dauer nicht erfasst wurden. Von jedem Einzeltier waren die Laktationsnummer und der jeweils aktuelle Laktationstag bekannt.

Datenauswertung

Nach einer Abkalbung und der daraus folgenden höheren Laktationsnummer wurde eine Kuh in der Datenbank als neues Tier registriert. Über den gesamten Untersuchungszeitraum hinweg ergaben sich dadurch insgesamt 97 Einzeltiere in der Auswertungsdatei, wenngleich die Herde nur 80 Individuen (Tiere) umfasste und in der beobachteten Herde durchschnittlich 65 laktierende Kühe waren. Zur Berechnung der täglichen Gesamtnutzungsdauer eines Bereiches wurden die erfassten Minuten eines Einzeltieres mittels Pivot-Funktion in Excel zusammengefasst und durch die Anzahl der Aufenthaltstage dieses Tieres in der untersuchten Herde geteilt. Für Tagesverläufe wurden alle

Nutzungsdauern im betrachteten Bereich nach Uhrzeit zusammengefasst und durch die Anzahl der innerhalb der jeweiligen Stunde registrierten Tiere geteilt. Da bezüglich notwendiger Ausweichdistanzen in Ställen ein besonderes Augenmerk auf rangniederen und jüngeren Tieren liegt (FREITEN et al. 2021), wurden Analysen mit Berücksichtigung der Parität durchgeführt. Dazu wurden die Laktationsnummern 1 bis 3 einzeln ausgewertet (Lak1 mit n=15, Lak2 mit n=41, Lak3 mit n=13), ab der vierten Laktation wurden die Daten zusammengefasst (Lak4+ mit n=28). Weil der Laufhof vom 09.01. bis 20.01.2021 und vom 11.02. bis 15.02.2021 wegen Schnee gesperrt werden musste, ergab sich ein Zeitraum von 17 Tagen ohne Laufhofzugang (oLH). In dieser Zeit änderte sich die Stallgeometrie, denn ohne Laufhofzugang wurden die Liegeboxengänge zu Sackgassen. Der Untersuchungszeitraum mit Laufhofzugang dauerte vom 25.11.2020 bis 05.01.2021 und vom 18.02. bis 07.07.2021 und betrug insgesamt 182 Tage.

Da die Daten nicht normalverteilt waren (Shapiro-Wilk-Test), kamen nichtparametrische Tests zur Anwendung (Wilcoxon-Test für Paarvergleiche, Friedman-Test für Gruppenanalysen) und es wurden Mediane, Minimal- und Maximalwerte und als Streuungsparameter der Interquartilsabstand (IQR) angegeben. Bei multiplen paarweisen Vergleichen wurde die Fehlerkorrektur nach Bonferroni zur Adjustierung des Signifikanzniveaus durchgeführt. Zur Korrelationsanalyse wurde der Kendall-Tau-Test angewandt. Die Verteilung von Häufigkeiten wurde mit dem Chi-Quadrat-Test 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

Bei Laufhofzugang wurden die Tiere im Mittel 74 Minuten (Minimum 7, Maximum 187 Minuten, IQR 45 Minuten) täglich dort registriert. Im Liegebereich summierte sich die mittlere Nutzungsdauer mit Laufhofzugang auf 624 Minuten pro Tag (Minimum 81, Maximum 892 Minuten, IQR 133 Minuten), wobei es ohne Laufhof 678 Minuten (Minimum 214, Maximum 992 Minuten, IQR 127 Minuten) waren und somit kein Unterschied bestand (Wilcoxon-Test, p-value = 0,053). Die tägliche Gesamtnutzungsdauer der Gänge betrug mit Laufhofzugang im Durchschnitt 72 Minuten (Minimum 8, Maximum 163 Minuten, IQR 32 Minuten) und unterschied sich nicht von den Werten ohne Laufhofzugang mit 80 Minuten (Minimum 11, Maximum 165 Minuten, IQR 41 Minuten, Wilcoxon-Test, p-value = 0,065). Die Nutzungsdauer des Fressbereichs im Stall lag mit Laufhof bei 214 Minuten (Minimum 22, Maximum 459 Minuten, IQR 79 Minuten), während es ohne Laufhofzugang signifikant länger war (289 Minuten, Minimum 10, Maximum 577 Minuten, IQR 87 Minuten, Wilcoxon-Test, p-value < 0,001) (Abbildung 3).

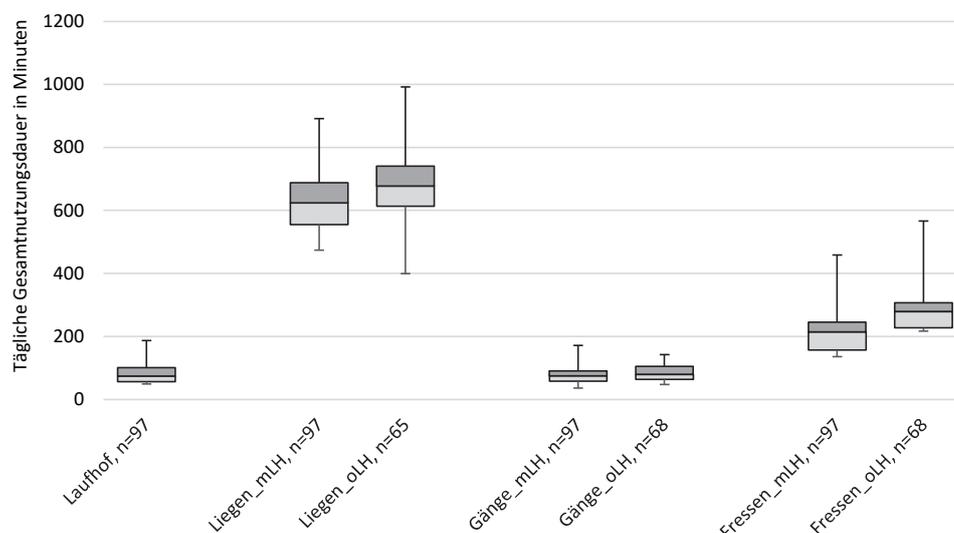


Abbildung 3: Gesamtnutzungsdauer des Laufhofs und der Liegebereiche, der Gänge sowie des Fressbereichs im Stall mit (mLH) und ohne Laufhofzugang (oLH), Datengrundlage: Untersuchungszeitraum mit Laufhofzugang vom 25.11.2020 bis 05.01.2021 und vom 18.02. bis 07.07.2021 (182 Tage), Untersuchungszeitraum ohne Laufhofzugang 09.01. bis 20.01.2021 und vom 11.02. bis 15.02.2021 (17 Tage), durchschnittliche Herdengröße 65 Tiere

Nutzung der fünf Liegeboxengänge

Hinsichtlich der Nutzung der fünf Liegeboxengänge interessierte jeweils die durchschnittliche Anzahl der Benutzungen pro Tier und Tag, die einzelne Aufenthaltsdauer und die tägliche Gesamtnutzungsdauer pro Tier und Tag. Bei den Auswertungen wurden die beiden Situationen mit (mLH) und ohne Laufhofzugang (oLH) berücksichtigt. Im Durchschnitt benutzte jede Kuh die Liegeboxengänge insgesamt 30,1 (mLH) bzw. 29,0 (oLH) Mal pro Tag. Die Liegeboxengangbenutzungen nahmen von Gang 1 bis Gang 5 unabhängig vom Laufhofzugang zu (Kendall-Tau-Test, tau = 1, p-value = 0,017). Die Gesamtnutzungsdauer von Gang 5, der gleichzeitig als Vorwartebereich diente, war in beiden Fällen mehr als doppelt so lange wie im Gang 1 (mLH: 2,3, oLH: 2,1) und etwa 4-mal so lange wie in den mittleren Gängen 2 bis 4 (mLH: 3,9, oLH: 4,0). Im Durchschnitt lag die Gesamtnutzungsdauer der Liegeboxengänge bei Laufhofzugang um 16 % unter derjenigen ohne Laufhofzugang (Tabelle 1).

Tabelle 1: Nutzung der fünf Liegeboxengänge mit und ohne Laufhofzugang, Datengrundlage: Untersuchungszeitraum mit Laufhofzugang vom 25.11.2020 bis 05.01.2021 und vom 18.02. bis 07.07.2021 (182 Tage), Untersuchungszeitraum ohne Laufhofzugang 09.01. bis 20.01.2021 und vom 11.02. bis 15.02.2021 (17 Tage), durchschnittliche Herdengröße 65 Tiere

Parameter	Spezifikation	Mit Laufhof					Ohne Laufhof				
		Gang 1	Gang 2	Gang 3	Gang 4	Gang 5	Gang 1	Gang 2	Gang 3	Gang 4	Gang 5
Anzahl Benutzungen	pro Tier und Tag	5,4	5,6	5,6	6,7	6,8	5,3	5,2	5,4	6,1	7,1
Aufenthaltsdauer	in Minuten	2,4	1,3	1,3	1,3	4,4	3,1	1,8	1,7	1,4	4,9
Gesamtnutzungsdauer	pro Tier und Tag	13,2	6,9	7,7	8,3	30,0	16,5	9,3	8,4	8,1	34,5

Die einzelne Aufenthaltsdauer in den Liegeboxengängen war mit Laufhofzugang im Durchschnitt um 17 % kürzer als ohne Laufhofzugang. Die kürzeste mittlere Aufenthaltsdauer (1,3 Minuten) wurde in den Gängen 2 bis 4 mit Laufhofzugang registriert, die längste (4,9 Minuten) im Gang 5 ohne Laufhofzugang. Die Streuung war im Gang 1 ohne Laufhofzugang am höchsten (IQR mLH/oLH Gang 1: 1,2/2,2 Minuten, Gang 2: 0,8/1,1 Minuten, Gang 3: 0,8/1,0 Minuten, Gang 4: 0,7/1,0 Minuten, Gang 5: 1,2/1,3 Minuten), wobei Gang 1 außerdem die größte Spannweite aufwies (Spannweite mLH/oLH Gang 1: 7,4/8,6 Minuten, Gang 2: 2,9/7,0 Minuten, Gang 3: 3,7/5,5 Minuten, Gang 4: 4,2/5,4 Minuten, Gang 5: 4,0/4,7 Minuten) (Abbildung 4).

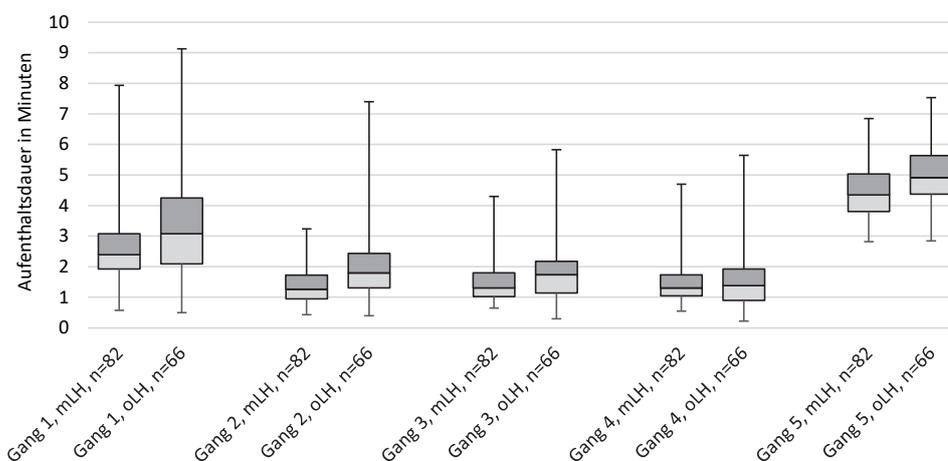


Abbildung 4: Aufenthaltsdauer in den fünf Liegeboxengängen mit (mLH) und ohne Laufhofzugang (oLH), Datengrundlage: Untersuchungszeitraum mit Laufhofzugang vom 25.11.2020 bis 05.01.2021 und vom 18.02. bis 07.07.2021 (182 Tage), Untersuchungszeitraum ohne Laufhofzugang 09.01. bis 20.01.2021 und vom 11.02. bis 15.02.2021 (17 Tage), durchschnittliche Herdengröße 65 Tiere

Bei keinem der Gänge gab es bei der Anzahl Benutzungen Unterschiede zwischen den Situationen mit und ohne Laufhof (Tabelle 2). Die Anzahl der Liegeboxengangbenutzungen unterschied sich aber mit und ohne Laufhof zwischen den Gängen 1, 2 und 3 zu den Gängen 4 und 5. Ferner zeigte sich, dass die Anzahl der Benutzungen der Gänge 4 und 5 mit Laufhofzugang signifikant höher lag als bei den anderen Gängen. Dies traf ebenfalls auf die Situation ohne Laufhofzugang zu, mit Ausnahme des Gang 1, der sich nicht vom Gang 4 unterschied.

Tabelle 2: Paarweise Vergleiche von Parametern der Liegeboxengangbenutzungen, im oberen Drittel Vergleich der Situationen ohne Laufhof und mit Laufhof, im mittleren Drittel Vergleich bei gegebenem Laufhofzugang, im unteren Drittel Vergleich ohne Laufhofzugang, Wilcoxon-Test (Signifikanzniveau nach Bonferroni-Korrektur bei multiplen Paarvergleichen (mit Laufhof und ohne Laufhof) p-value < 0,013; n.s. = nicht signifikant, * = signifikant mit p < 0,05)

Anzahl Benutzungen		Aufenthaltsdauer					Gesamtnutzungsdauer									
mit Laufhof		mit Laufhof					mit Laufhof									
Gang 1 Gang 2 Gang 3 Gang 4 Gang 5		Gang 1 Gang 2 Gang 3 Gang 4 Gang 5					Gang 1 Gang 2 Gang 3 Gang 4 Gang 5									
Gang 1	n.s.	n.s.	n.s.	*	*	Gang 1	n.s.	*	*	*	Gang 1	n.s.	*	*	*	
Gang 2	n.s.	n.s.	*	*	*	Gang 2	*	*	*	*	Gang 2	*	n.s.	n.s.	*	
Gang 3	n.s.	n.s.	*	*	*	ohne Laufhof	*	n.s.	*	*	Gang 3	n.s.	n.s.	n.s.	*	
Gang 4	n.s.	n.s.	n.s.	*	*	Gang 4	n.s.	n.s.	*	*	Gang 4	n.s.	n.s.	n.s.	*	
Gang 5	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	Gang 5	n.s.	n.s.	n.s.	*	Gang 5	n.s.	n.s.	n.s.	*	
mit Laufhof		Gang 1	Gang 2	Gang 3	Gang 4	Gang 5	mit Laufhof					Gang 1	Gang 2	Gang 3	Gang 4	Gang 5
Gang 1	n.s.	n.s.	n.s.	*	*	*	Gang 1	*	*	*	*	Gang 1	*	*	*	*
Gang 2	n.s.	n.s.	*	*	*	*	Gang 2	*	*	*	*	Gang 2	n.s.	n.s.	*	*
Gang 3	*	*	*	*	*	*	Gang 3	n.s.	*	*	*	Gang 3	*	*	*	*
Gang 4	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	Gang 4	*	*	*	*	Gang 4	*	*	*	*
ohne Laufhof		Gang 1	Gang 2	Gang 3	Gang 4	Gang 5	ohne Laufhof					Gang 1	Gang 2	Gang 3	Gang 4	Gang 5
Gang 1	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	*	Gang 1	*	*	*	*	Gang 1	*	*	*	*
Gang 2	n.s.	n.s.	*	*	*	*	Gang 2	n.s.	*	*	*	Gang 2	n.s.	n.s.	n.s.	*
Gang 3	*	*	*	*	*	*	Gang 3	n.s.	*	*	*	Gang 3	n.s.	n.s.	n.s.	*
Gang 4	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	Gang 4	*	*	*	*	Gang 4	*	*	*	*

Die Analyse der Aufenthaltsdauer ergab mit und ohne Laufhofzugang signifikante Unterschiede zu allen anderen Gängen bei den Gängen 2 und 3, dort verlängerte sich die Aufenthaltsdauer ohne Laufhofzugang. Bei der Gesamtnutzungsdauer zeigten sich vor allem signifikante Unterschiede bei den Gängen 1 und 5. Zwischen den Gängen war die Aufenthaltsdauer mit Laufhofzugang signifikant unterschiedlich, außer beim Gang 3 und 4. Die Gesamtnutzungsdauer war beim Gang 1 signifikant länger als bei den Gängen 2, 3 und 4. Gang 5 hatte eine signifikant längere Gesamtnutzungsdauer als alle anderen Gänge.

Die Parität hatte keinen Einfluss auf die Anteile der Gangbenutzungen, da bei keinem Liegeboxengang ein signifikanter Unterschied bestand (Chi Quadrat-Test, $df = 3$, Gang 1: X-squared = 0,286, p -value = 0,963, Gang 2: X-squared = 1,930, p -value = 0,587, Gang 3: X-squared = 1,167, p -value = 0,761, Gang 4: X-squared = 0,782, p -value = 0,854, Gang 5: X-squared = 0,965, p -value = 0,8098) (Abbildung 5).

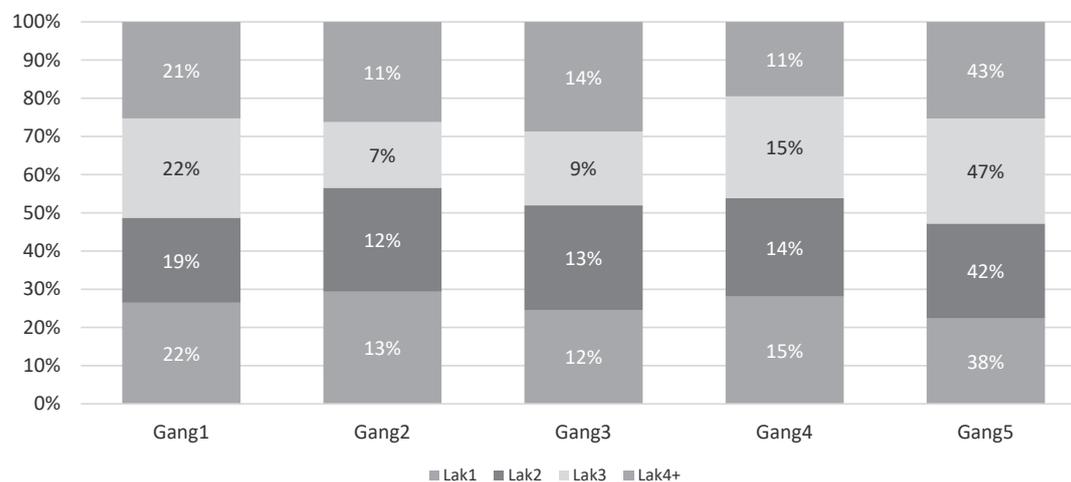


Abbildung 5: Relative Häufigkeit der Liegeboxengangnutzung durch Kühe unterschiedlicher Parität, Datengrundlage Untersuchungszeitraum mit Laufhofzugang vom 25.11.2020 bis 05.01.2021 und vom 18.02.2021 bis 07.07.2021 (182 Tage), durchschnittliche Herdengröße 65 Tiere

Laufhofnutzung

Die tägliche Gesamtnutzungsdauer und die Aufenthaltsdauer eines einzelnen Laufhofaufenthaltes wurde unter Berücksichtigung der Tiergruppen verschiedener Parität analysiert. Hinsichtlich der täglichen Gesamtnutzungsdauer des Laufhofes gab es zwischen den Tiergruppen keine Unterschiede (Friedman-Test, p -value = 0,183) (Abbildung 6).

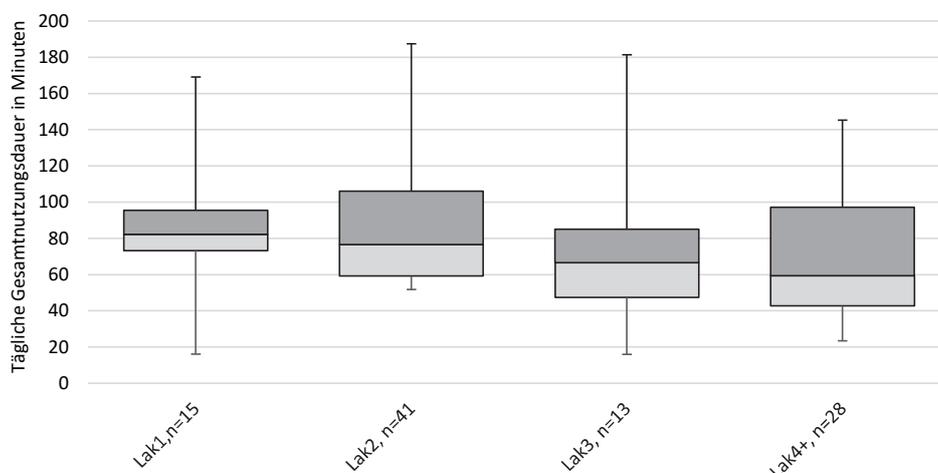


Abbildung 6: Tägliche Gesamtnutzungsdauer des Laufhofs differenziert nach Parität (ab der vierten Laktation zusammengefasst zu Lak4+), Datengrundlage Untersuchungszeitraum mit Laufhofzugang vom 25.11.2020 bis 05.01.2021 und vom 18.02.2021 bis 07.07.2021 (182 Tage), durchschnittliche Herdengröße 65 Tiere

Ferner konnte keine Korrelation zwischen zunehmender Laktationsnummer und der täglichen Gesamtnutzungsdauer festgestellt werden (Kendall-Tau-Test, p-value = 0,083). Es stellte sich jedoch heraus, dass sich die einzelne Aufenthaltsdauer auf dem Laufhof zwischen den primiparen Kühen und den Kühen ab der 4. Laktation unterschied (Wilcoxon-Test, p = 0,005). Es bestand jedoch keine Korrelation zwischen der zunehmenden Laktationsnummer und der Aufenthaltsdauer (Kendall-Tau-Test, p-value = 0,083). Primipare Kühe nutzten den Laufhof je Aufenthalt im Mittel 9,6 Minuten (Minimum 6,5, Maximum 16,1 Minuten, IQR 4,4 Minuten), während die Aufenthaltsdauer bei Kühen ab der 4. Laktation durchschnittlich 7,2 Minuten betrug (Minimum 3,7, Maximum 11,7 Minuten, IQR 2,8 Minuten). Bei den Kühen der zweiten Laktation betrug die Aufenthaltsdauer im Mittel 8,6 Minuten (Minimum 2,7, Maximum 15,1 Minuten, IQR 3,7 Minuten), bei den Kühen der dritten Laktation waren es 7,8 Minuten (Minimum 5, Maximum 16,5 Minuten, IQR 2,5 Minuten) (Abbildung 7).

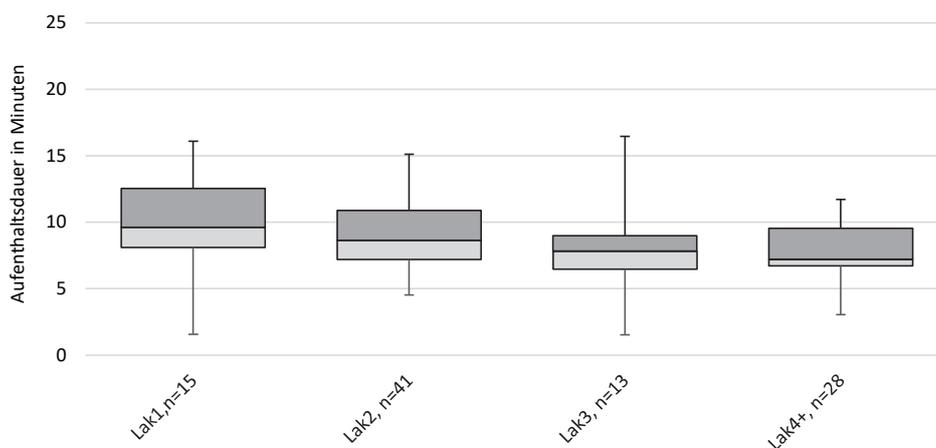


Abbildung 7: Aufenthaltsdauer auf dem Laufhof differenziert nach Parität (ab der vierten Laktation zusammengefasst zu Lak4+), Datengrundlage Untersuchungszeitraum mit Laufhofzugang vom 25.11.2020 bis 05.01.2021 und vom 18.02.2021 bis 07.07.2021 (182 Tage), durchschnittliche Herdengröße 65 Tiere

Nutzung der Liegebereiche

Die Gesamtnutzungsdauer der vier Liegebereiche unterschied sich nicht zwischen den Laktationsnummern, weder mit Laufhofzugang (Friedmann-Test, p-value = 0,127) (Abbildung 8), noch ohne Laufhofzugang (Friedman-Test, p-value = 0,244). Auch im paarweisen Vergleich der Gesamtnutzungsdauer der einzelnen Liegebereiche zwischen den Situationen mit und ohne Laufhofzugang zeigten sich keine Unterschiede (Wilcoxon-Test, Liegebereich 1: p-value = 0,896, Liegebereich 2: p-value = 0,671, Liegebereich 3: p-value = 0,749, Liegebereich 4: p-value = 0,066).

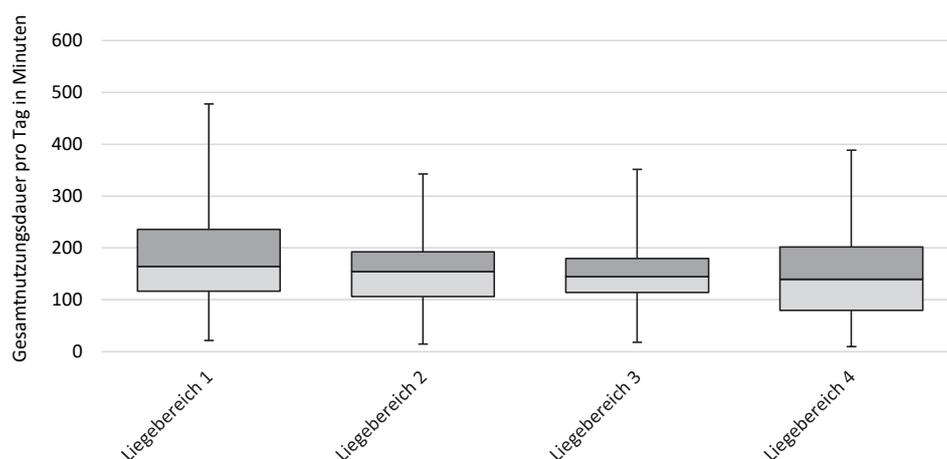


Abbildung 8: Tägliche Gesamtnutzungsdauer der vier Liegebereiche bei gegebenem Laufhofzugang, Datengrundlage Untersuchungszeitraum mit Laufhofzugang vom 25.11.2020 bis 05.01.2021 und vom 18.02.2021 bis 07.07.2021 (182 Tage), durchschnittliche Herdengröße 65 Tiere

Innerhalb der vier Laktationskategorien wurde die relative Häufigkeit der Nutzung der vier Liegebereiche verglichen. Jede Gruppe nutzte die vier Liegebereiche gleichmäßig (Chi-Quadrat-Test, df = 3, Lak1: X-squared = 1,04, p-value = 0,792; Lak2: X-squared = 0,83, p-value = 0,830, Lak3: X-squared = 0,08, p-value = 0,994, Lak4+: X-squared = 0,60, p-value = 0,897) (Abbildung 9).

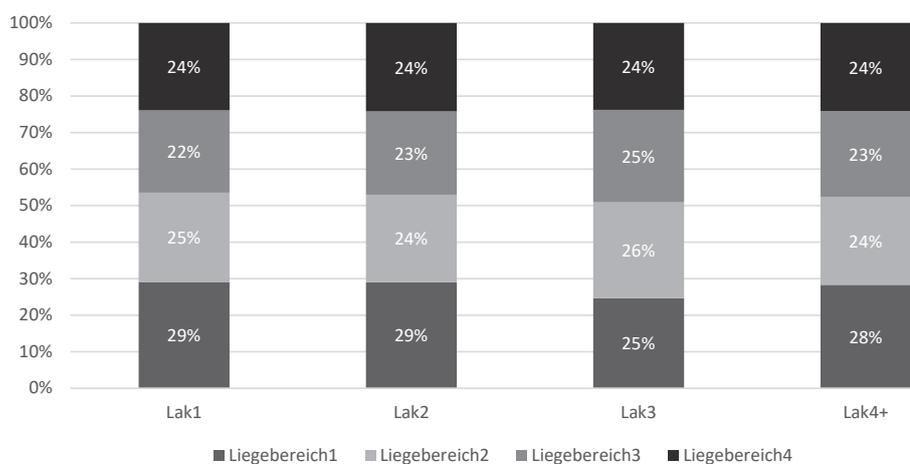


Abbildung 9: Relative Häufigkeit der Liegebereichsnutzung differenziert nach Parität (ab der vierten Laktation zusammengefasst zu Lak4+), Datengrundlage Untersuchungszeitraum mit Laufhofzugang vom 25.11.2020 bis 05.01.2021 und vom 18.02.2021 bis 07.07.2021 (182 Tage), durchschnittliche Herdengröße 65 Tiere

Nutzung des Laufhofs und der Fressplätze auf dem Laufhof bei unterschiedlichen Klimaverhältnissen

Um einen möglichen Klimaeinfluss abzuschätzen, wurden zwei Wochen mit unterschiedlichen Außentemperaturen (Märzwoche mit durchschnittlich 7,4 °C und Juniwoche mit durchschnittlich 19,4 °C, jeweils gemessen um 14 Uhr) miteinander verglichen. Im März hielten sich innerhalb der sieben ausgewerteten Tage nicht alle Tiere der Herde, sondern insgesamt 54 Tiere auf dem Laufhof auf, im Juni war es mit 53 eine vergleichbare Anzahl. Der einzelne innerhalb einer Stunde erfasste Aufenthalt dauerte im März 7,2 Minuten (Minimum 3,9, Maximum 16,1 Minuten), im Juni waren 9,1 Minuten (Minimum 5,9, Maximum 13,6 Minuten), wobei kein signifikanter Unterschied bestand (Wilcoxon-Test, p-value = 0,16). Im März fanden auf dem Laufhof zwischen 10 und 17 Uhr die längsten Aufenthaltsdauern statt. Im Juni wurden hingegen zwischen 17 bis 20 sowie 22, 0, 8 und 10 Uhr die Maximalwerte erreicht. Im Tagesverlauf fand die maximale Aufenthaltsdauer im März um 15 Uhr (16,1 Minuten) und im Juni um 18 Uhr (13,6 Minuten) statt (Abbildung 10).

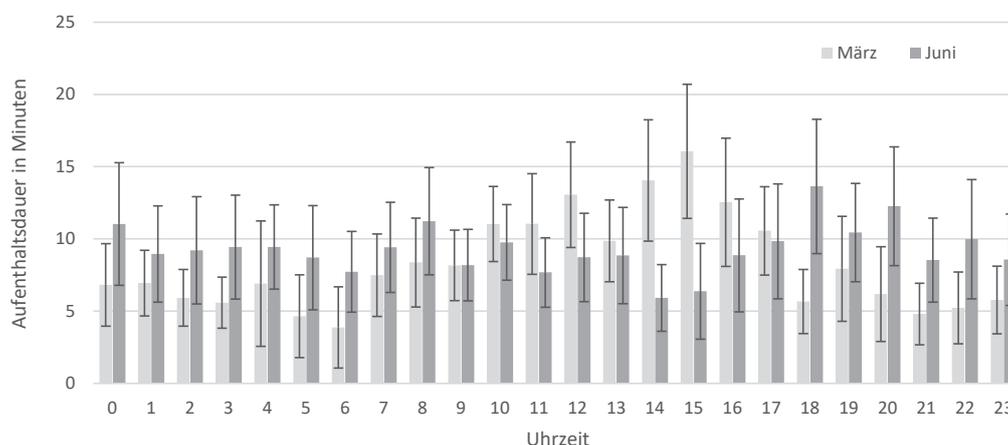


Abbildung 10: Tägliche Aufenthaltsdauer auf dem Laufhof im Tagesverlauf innerhalb jeweils einer Woche im März und im Juni, Datengrundlage Märzwoche 01.03.–07.03.2021 mit Durchschnittstemperatur (14 Uhr) 7,4 °C, Juniwoche 15.06.–21.06.2021 mit Durchschnittstemperatur (14 Uhr) 19,4 °C, März: 54 Kühe, Juni: 53 Kühe

Diskussion

Aufgrund der Kammstallgeometrie ergaben sich im untersuchten Milchviehbetrieb fünf Liegeboxengänge zum Laufhof, wobei Gang 5 gleichzeitig als Warte- und Ausgangsbereich vom AMS fungierte. Das erklärt die deutlich längere Gesamtnutzungsdauer des Gangs 5. Gang 1 wurde allerdings ebenfalls länger genutzt, als die Gänge dazwischen. Gang 1 lag am Rand des Stalls und diente als Zugang zu nur einer Liegeboxenreihe des Liegebereichs 1, wobei nicht analysiert werden konnte, von welchem Liegeboxengang der Liegebereich 1 genutzt wurde. Da dieser Liegebereich nicht stärker genutzt wurde als die Liegebereiche 2 und 3, nutzten die Kühe den Gang 1 entweder vermehrt als Laufhofzugang oder zum Aufenthalt für einen guten Stallüberblick (Rückzugsbereich), wodurch die höheren Aufenthaltszeiten entstanden. Die Gänge 2, 3 und 4 boten jeweils auf beiden Seiten Zugang zu Liegeboxen. Ohne Laufhofzugang nutzten die Tiere die Gänge nicht seltener. Die Parameter der Liegeboxengangbenutzungen, wenn die Gänge aufgrund der temporären Laufhofschießung zu Sackgassen wurden, veränderten sich nur geringfügig. Daher darf angenommen werden, dass diese Gänge vorwiegend genutzt wurden, um die Liegeboxen zu erreichen. Dafür spricht ebenfalls, dass die Gesamtnutzungsdauer der Liegebereiche mit und ohne Laufhofzugang unverändert blieb. Die Liegebo-

xen waren im Untersuchungsbetrieb als Hochboxen mit komfortablen Gummimatten ausgeführt und versprachen hohen Komfort (WEARY et al. 2000, TUCKER et al. 2003, TUCKER et al. 2019), sodass von einer uneingeschränkten Nutzung ausgegangen werden darf. Allerdings fiel auf, dass die Streuung der Aufenthaltsdauern in den Gängen ohne Laufhofzugang bei den Gängen 1 bis 4 breiter ausfiel als mit Laufhofzugang. Vermutlich waren die temporären Sackgassen insgesamt wenig einschränkend und boten genügend Ausweichmöglichkeiten, weil sie mit 3 Meter Breite die Mindestanforderungen von 2,5 Meter Breite (LANDESRECHT BW 2023) überschritten und somit großzügig dimensioniert waren. Es ist außerdem zu berücksichtigen, dass alle Laufflächen im Stall mit Gummibelag ausgestattet waren, der den Tieren einen rutschsicheren und gleichzeitig klauenfreundlichen Untergrund bietet sowie Wendungen erleichtert (BENZ 2002). Auch bei nur zwei Meter breiten Laufgängen mit Sackgasse bewirkte ein verformbarer Gummibelag in einem Kammstall eine mit einer zweireihigen Aufstallung vergleichbare Tieraktivität (BENZ 2002). Die Managementhilfe Q-Wohl-BW von BENZ et al. (2021) schlägt ebenfalls Gummiauflagen zur Kompensation eingeschränkter Abmessungen im Stall vor.

Mit zunehmender Nähe zum AMS stieg die Frequenz der Gangnutzung an. Der Gang 5, welcher gleichzeitig als Vorwartebereich für das AMS diente, wurde am intensivsten genutzt. Bei den Gangnutzungen war es nicht relevant, in welcher Parität sich die Kühe befanden. Demnach war es nicht so, dass beispielsweise rangniedere Kühe einen bestimmten Gang bevorzugt verwendeten. Durch die Notwendigkeit, im Sinne des Emissionsschutzes verschmutzte Flächenanteile in Rinderställen zu minimieren und dabei das Tierwohl zu erhalten (UMWELTBUNDESAMT 2021), wirft die vorliegende Studie die Frage auf, ob Gangbreiten im Kammstall überprüft und angepasst werden könnten. Dieser Fragestellung könnte in weiterführenden Untersuchungen unter kontrollierten Bedingungen weiter nachgegangen werden. Dafür spricht, dass die Kammstallgeometrie zukünftig an Bedeutung gewinnen könnte, weil die baulich-technische Umsetzung aufgrund flexibler mobiler Entmistungstechnik (ITKIN 2010) und automatischem Melken zukünftig einfacher sein wird.

Mit durchschnittlich 74 Minuten täglicher Gesamtnutzungszeit des Laufhofs lagen die Werte etwas oberhalb der von SCHRADE et al. (2020) ermittelten täglichen Aufenthaltszeit auf angegliederten Laufhöfen. Dabei ist aber zu berücksichtigen, dass es ein Futterangebot gab, sodass die Laufhofausführung einem integrierten Laufhof ähnelt, der intensiver genutzt wird (SCHRADE et al. 2020), weil ein Funktionsbereich eingegliedert ist. Allerdings fiel auf, dass der Laufhof je Aufenthalt von primiparen Kühen länger genutzt wurde als von Kühen mit mindestens vier Laktationen. Eine mögliche Erklärung dafür wäre, dass der Laufhof einen guten Überblick und Ausweichmöglichkeiten bot und daher Kühe niedrigerer Parität sich dort länger aufhielten. Die Gesamtnutzungsdauer der primiparen Kühe war jedoch nicht signifikant höher. Dies wäre naheliegend, da primiparen Kühen aufgrund der kürzeren Liegezeiten nach Eingliederung (HUT et al. 2022) ein größeres Zeitbudget zur Verfügung steht und diese Ausweichmöglichkeiten benötigen (FRIETEN et al. 2021).

Nicht alle Kühe der Herde nutzten in den beiden Wochen im März und Juni den Laufhof, sondern nur etwa 85 % der Herde. Dieser Aspekt konnte nicht vertieft analysiert werden, was jedoch Gegenstand weiterführender Forschungsarbeiten mit tierindividueller Erfassung der Laufhofnutzung sein könnte. Die höheren Außentemperaturen im Juni hätten eine geringere Laufhofnutzung erwarten lassen als im März, es war jedoch das Gegenteil der Fall. Möglicherweise kam es zu einer gewissen Beschattung des Laufhofes, der geschützt zwischen dem alten und neuen Stall lag. Im März fand ungefähr übereinstimmend mit CAENEGEM et al. (2017) die maximale Laufhofnutzung zwischen 9 und 16 bzw. 18 Uhr statt.

Schlussfolgerungen

Ein Kammstall bietet die Möglichkeit, entsprechend der Anzahl an Gängen mehrere Zugänge zu einem angegliederten Laufhof zu schaffen. Der äußere von fünf Gängen am Rand wurde innerhalb der vorgestellten Studie etwas seltener, aber mit jeweils längeren Aufenthalten genutzt, woraus eine etwa doppelt so lange Gesamtnutzungsdauer resultierte. Die unterschiedlichen Gangnutzungen hatten jedoch keinen Effekt auf die Nutzung der vier Liegebereiche. Die temporäre Schließung des Laufhofes mit daraus resultierenden Sackgassen veränderte das Tierverhalten nur geringfügig. Um Haltungssysteme bezüglich aktueller Anforderungen an Tier- und Umweltschutz weiterzuentwickeln, erscheint es sinnvoll, Laufgangbreiten in Kammställen weiter zu untersuchen.

Literatur

- Benz, B. (2002): Elastische Beläge für Spaltenböden in Milchviehlaufställen. Dissertation, Institut für Agrartechnik, Universität Hohenheim, Stuttgart, Forschungsbericht Agrartechnik des Arbeitskreises Forschung und Lehre der Max-Eyth-Gesellschaft Agrartechnik im VDI (VDI-MEG) 394
- Benz, B.; Ehrmann, S.; Richter, T. (2014): Der Einfluss erhöhter Fressstände auf das Fressverhalten von Milchkühen. *Landtechnik* 69(5), S. 232–238, <https://doi.org/10.1515/lt.2014.615>
- Benz, B.; Eilers, U.; Seeger, H.-J. (2024): Nutzung verschiedener Laufhofvarianten auf sieben Milchviehbetrieben in Baden-Württemberg. *agricultural engineering.eu* 79(3), <https://doi.org/10.1515/ae.2024.3320>
- Benz, B.; Eilers, U.; Stubenbord, J. (2021): Managementhilfe zur Beurteilung und Verbesserung des Tierwohls in der Milchviehhaltung der Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen (HfWU), des Landwirtschaftlichen Zentrums Baden-Württemberg (LAZBW) und der Stabsstelle der Landesbeauftragten für Tierschutz in Baden-Württemberg. <https://www.hfwu.de/forschung-und-transfer/institute-und-einrichtungen/institut-fuer-angewandte-agrarforschung-iaaf/q-wohl-bw-managementhilfe-zur-beurteilung-und-verbesserung-des-tierwohls-in-der-milchviehhaltung/>, Zugriff am 25.8.2023
- Bergsten, C. (2004): Lameness and claw lesions as influenced by stall environment and cow comfort. 23rd World Buiatrics Congress, July 11–16 2004, Québec, Canada
- DeVries, T.; von Keyserlingk, M. (2006): Feed Stalls Affect the Social and Feeding Behavior of Lactating Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* 89, pp. 3522–3531, [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72392-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72392-X)
- Eilers, U. (2014): Echtes Wohlfühlen - Einfache und alte Gebäude eignen sich für die Rinderaufzucht, wenn sie tiergerecht und arbeitswirtschaftlich sind. *BWagrar, Wochenblatt Magazin* 5, S. 17–19
- Frieten, D.; Brinkmann, J.; March, S. (2021): Tierwohlintikatoren Rind – Haltung. Projektconsortium Nationales Tierwohl-Monitoring (NaTiMon) 2021: Literaturdatenbank Tierwohlintikatoren [online]. Darmstadt, Deutschland: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL), zu finden in www.ktbl.de/webanwendungen/literaturdatenbank-tierwohlintikatoren, Zugriff am 22.8.2023
- Hut, P.; Kuiper, S.; Nielen, M.; Hulsen, J.; Stassen, E.; Hostens, M. (2022) Sensor based time budgets in commercial Dutch dairy herds vary over lactation cycles and within 24 hours. *PLoS ONE* 17(2): e0264392. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0264392>
- Itkin, A. (2010): Modern Dairy Cow Housing Design Manure Management Technology. <https://en.engormix.com/dairy-cattle/articles/dairy-cow-housing-manure-t34633.htm>, Zugriff am 3.7.2023
- Krämer, M.; Grosse-Brinkhaus, M.; Mandtler, L.; Plümer, L.; Büscher, W.; Müller, U. (2017): Auswirkungen von eingeschränkten Laufwegen auf Verhaltens-, Aktivitäts- und Herzfrequenzvariabilitätsparameter von Milchkühen. *Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung 2017*, pp. 187–192
- Landesrecht BW (2023): Verwaltungsvorschrift des Ministeriums für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz zur einzelbetrieblichen Förderung landwirtschaftlicher Unternehmen (VwV einzelbetriebliche Förderung | Verwaltungsvorschrift (Baden-Württemberg) | Verwaltungsvorschrift des Ministeriums für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz zur einzelbetrieblichen Förderung landwirtschaftlicher Unternehmen (VwV einzelbetriebliche Förderung) | i. d. F. v. 21.03.2022 | gültig ab 19.03.2021 | gültig bis 31.12.2024 (landesrecht-bw.de), Zugriff am 25.08.2023

- Schrade, S.; Korth, F.; Keck, M.; Zeyer, K.; Emmenegger, L.; Hartung, E. (2010): Tieraufenthalt, Laufflächenverschmutzung und Ammoniakemissionen bei Milchviehställen mit Laufhof. In: ART-Tagungsband, 3.-5. Juni 2010, 24. IGN-Tagung 2010: Nachhaltigkeit in der Wiederkäuer- und Schweinehaltung, Hrsg.: Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART Tänikon, CH-8356 Ettenhausen, S. 48-52
- Somers, J.G.C.J.; Frankena, K.; Noordhuizen-Stassen, E.N.; Metz, J.H.M. (2003): Prevalence of claw disorders in Dutch dairy cows exposed to several floor systems. *Journal of Dairy Science* 86(6), pp. 2082-2093, [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73797-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73797-7)
- Tucker, C.; Jensen, M.; de Passillé, A.; Hänninen, L.; Rushen, J. (2019): Invited review: Lying time and the welfare of dairy cows. *Journal of Dairy Science* 104(1), pp. 20 - 46, <https://doi.org/10.3168/jds.2019-18074>
- Tucker, C.B.; Weary, D.M.; Fraser, D. (2003): Effects of three types of free-stall surfaces on preferences and stall usage by dairy cows. *Journal of Dairy Science* 86(2), pp. 521-529, [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73630-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73630-3)
- Umweltbundesamt (2021): Ammoniakemissionen in der Landwirtschaft mindern. Gute Fachliche Praxis. Umweltbundesamt Fachgebiet II 4.3 Luftreinhaltung und terrestrische Ökosysteme, Dessau-Roßlau, pp. 26-27
- Van Caenegem, L.; Krötzl-Messerli, H. (1997): Der Laufhof für den Milchviehlaufstall – Ethologische und bauliche Aspekte, FAT-Bericht Nr. 493, Tänikon, Agroscope
- Weary, D.M.; Taszkun, I. (2000): Hock lesions and free-stall design. *Journal of Dairy Science* 83(4), pp. 697-702, [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(00\)74931-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(00)74931-9)
- Wissenschaftlicher Beirat für Agrarpolitik beim Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (2015): Wege zu einer gesellschaftlich akzeptierten Nutztierhaltung, http://www.bmel.de/DE/Ministerium/Organisation/Beiraete/_Texte/AgrVeroeffentlichungen.html, Zugriff am 8.5.2023
- Zähner, M.; Schrade, S. (2020): Erhöhter Fressbereich mit Fressplatzabtrennungen (Fressstände) für Milchkühe. *Bauen Rind* 01.07, Agroscope Merkblatt 81

Autoren

Prof. Dr. Barbara Benz ist Professorin im Studiengang Agrarwirtschaft an der Hochschule für Wirtschaft und Umwelt in Nürtingen-Geislingen, Neckarsteige 6-10, 72622 Nürtingen. E-Mail: barbara.benz@hfwu.de

Dipl.-Ing. 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

Lisa Modrow (M.sc. agr.) hat an der Universität Hohenheim den Studiengang Tierwissenschaften absolviert

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

Hinweis

Das Projekt wurde gefördert im Rahmen der Europäischen Innovationspartnerschaft „Landwirtschaftliche Produktivität und Nachhaltigkeit“ (EIP-AGRI). Die Fördermaßnahme war eine Maßnahme des Maßnahmen- und Entwicklungsplan 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.