



Hochschule Neubrandenburg  
University of Applied Sciences

Fachbereich Agrarwirtschaft und Lebensmittelwissenschaften  
Studiengang Agrarwirtschaft

1. Erstprüfer: Prof. Dr. Sandra Rose
2. Zweitprüfer: Dr. Susanne Demba

Masterthesis

Einfluss von Wasserbetten auf Tierwohl und Leistung in der Milchviehhaltung -  
Vergleichende Untersuchungen zu Wasserbetten und Liegematten aus Gummi

Lukas Drews

urn:nbn:de:gbv:519-thesis2024-0172-3

Abschlussarbeit zur Erlangung des akademischen Grades Master of Science (MSc)

Neubrandenburg, 27.09.2024

# Inhaltsverzeichnis

<b>I</b>	<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS</b> .....	<b>I</b>
<b>II</b>	<b>TABELLENVERZEICHNIS</b> .....	<b>II</b>
<b>III</b>	<b>ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS</b> .....	<b>III</b>
<b>1</b>	<b>EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>LIEGEVERHALTEN VON MILCHKÜHEN</b> .....	<b>3</b>
2.1	WICHTIGKEIT DES LIEGENS .....	3
2.2	NACHRANGIGE AKTIVITÄTEN .....	4
2.3	LIEGEVERHALTEN UNTER OPTIMALEN BEDINGUNGEN .....	4
2.4	EINFLUSSFAKTOREN AUF DAS LIEGEVERHALTEN .....	5
2.4.1	<i>Die tierindividuelle Situation</i> .....	5
2.4.2	<i>Hitzestress</i> .....	6
2.4.3	<i>Liegeboxenqualität</i> .....	8
2.5	ERGEBNISSE ANDERER STUDIEN ZU WASSERBETTEN .....	10
2.6	AUFBAU UND FUNKTION DER LIEGEMATTEN .....	14
2.6.1	<i>Wasserbetten</i> .....	14
2.6.2	<i>Gummimatten</i> .....	17
<b>3</b>	<b>METHODIK</b> .....	<b>18</b>
3.1	VERSUCHSAUFBAU .....	18
3.2	METHODEN DER DATENERHEBUNG .....	22
3.2.1	<i>Pedometer</i> .....	22
3.2.2	<i>Boli und Klimastation</i> .....	23
3.2.3	<i>Beobachtung</i> .....	24
3.2.3.1	<i>Aktivität und Standort</i> .....	24
3.2.3.2	<i>Technopartien und Sauberkeit</i> .....	25
<b>4</b>	<b>ERGEBNISSE</b> .....	<b>26</b>
4.1	ERGEBNISSE DER PEDOMETER .....	26
4.1.1	<i>Liegezeiten</i> .....	27
4.1.2	<i>Anzahl der Liegeperioden</i> .....	28
4.1.3	<i>Dauer der Liegeperioden</i> .....	30
4.1.4	<i>Anzahl der Schritte</i> .....	31
4.2	ERGEBNISSE BOLI UND KLIMASTATION .....	32
4.3	ERGEBNISSE BEOBACHTUNG .....	34
4.3.1	<i>Aufenthaltsorte und LKI zu selbstständiger Bonitur</i> .....	34
4.3.2	<i>Aufenthaltsorte und LKI zu C&amp;M</i> .....	38
4.3.3	<i>Technopathien und Sauberkeit der Tiere</i> .....	41
<b>5</b>	<b>DISKUSSION VERGLEICH WASSERBETTEN UND GUMMIMATTEN</b> .....	<b>45</b>
<b>6</b>	<b>FAZIT</b> .....	<b>50</b>
<b>7</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG</b> .....	<b>52</b>
<b>8</b>	<b>ANHANG</b> .....	<b>53</b>
<b>9</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS</b> .....	<b>59</b>

# I      **ABBILDUNGSVERZEICHNIS**

ABBILDUNG 1 OPTIMALER TEMPERATURBEREICH VON MILCHKÜHEN IN ABHÄNGIGKEIT VON DEREN LEISTUNG.....	6
ABBILDUNG 2 THI-TABELLE UND AUSWIRKUNGEN VERSCHIEDENER THI-BEREICHE AUF MILCHKÜHE.....	8
ABBILDUNG 3 SCHEMATISCHE DARSTELLUNG DES AUFSTEH- (OBEN) UND ABLIEGEVORGANGES (UNTEN) BEIM RIND.....	10
ABBILDUNG 4 BEISPIELBILD VON WASSERBETTEN MIT ZWEI WASSERTASCHEN.....	16
ABBILDUNG 5 WASSERBETTEN MIT EINER WASSERTASCHE IM VERSUCHSSTALL.....	16
ABBILDUNG 6 SCHEMATISCHE VERFORMUNG DER GUMMIMATTENSTRUKTUR BEI BELASTUNG DURCH LIEGEN.....	17
ABBILDUNG 7 VERSUCHSAUFBAU STALLSCHEMA MIT ZONENEINTEILUNG.....	19
ABBILDUNG 8 PANORAMAUFNAHME DER VERSUCHSGRUPPEN WÄHREND DER WASSERBETTEN-MONTAGE.....	21
ABBILDUNG 9 VERSUCHSTIER MIT PEDOMETER.....	23
ABBILDUNG 10 TÄGLICHE LIEGEZEIT IN STUNDEN FÜR WASSERBETTEN (W) UND GUMMIMATTEN (G).....	28
ABBILDUNG 11 ANZAHL DER TÄGLICHEN LIEGEPERIODEN FÜR WASSERBETTEN (W) UND GUMMIMATTEN (G).....	29
ABBILDUNG 12 ERRECHNETE LIEGEZEITEN EINER LIEGEBIXENPERIODE IN MINUTEN FÜR WASSERBETTEN (W) UND GUMMIMATTEN (G).....	31
ABBILDUNG 13 ANZAHL DER TÄGLICHEN SCHRITTE FÜR WASSERBETTEN (W) UND GUMMIMATTEN (G).....	32
ABBILDUNG 14 AUSWERTUNG TECHNOPATHIEN BEI GUMMIMATTEN.....	42
ABBILDUNG 15 AUSWERTUNG TECHNOPATHIEN BEI WASSERBETTEN.....	42
ABBILDUNG 16 AUSWERTUNG SAUBERKEIT DER TIERE BEI GUMMIMATTEN.....	43
ABBILDUNG 17 AUSWERTUNG DER SAUBERKEIT DER TIERE BEI WASSERBETTEN.....	44

## II Tabellenverzeichnis

TABELLE 1 ERGEBNISSE DLG-PRÜFBERICHT 6407 .....	21
TABELLE 2 TÄGLICHE LIEGEZEIT IN STUNDEN FÜR WASSERBETTEN (W) UND GUMMIMATTEN (G) .....	27
TABELLE 3 ANZAHL DER TÄGLICHEN LIEGEPERIODEN FÜR WASSERBETTEN (W) UND GUMMIMATTEN (G) .....	29
TABELLE 4 ERRECHNETE LIEGEZEITEN EINER LIEGEBIXENPERIODE IN MINUTEN FÜR WASSERBETTEN (W) UND GUMMIMATTEN (G) .....	30
TABELLE 5 ANZAHL DER TÄGLICHEN SCHRITTE FÜR WASSERBETTEN (W) UND GUMMIMATTEN (G) .....	32
TABELLE 6 STALLTEMPERATUREN ZU DEN ERFASSUNGSZEITPUNKTEN DER VERSUCHSMETHODEN.....	33
TABELLE 7 THI ZU DEN ERFASSUNGSZEITPUNKTEN DER VERSUCHSMETHODEN .....	33
TABELLE 8 AUFENTHALTSORTE DER KÜHE UND LKI BEI GUMMIMATTEN MIT SB .....	34
TABELLE 9 LIEGENDE TIERE AUF LAUFFLÄCHEN IN DER GUMMIMATTENGRUPPE .....	35
TABELLE 10 AUFENTHALTSORTE DER KÜHE UND LKI BEI WASSERBETTEN MIT SB .....	36
TABELLE 11 VERGLEICH DER HÄUFIGKEIT DER HÖHEREN ANTEILE DER AUFENTHALTSORTE VON KÜHEN ZWISCHEN WASSERBETTEN (W) UND GUMMIMATTEN (G) .....	37
TABELLE 12 VERGLEICH DER HÄUFIGKEIT DER HÖHEREN LKI-WERTE ZWISCHEN WASSERBETTEN (W) UND GUMMIMATTEN (G) .....	37
TABELLE 13 LIEGENDE TIERE AUF LAUFFLÄCHEN IN DER WASSERBETTENGRUPPE .....	38
TABELLE 14 AUSWERTUNG UND VERGLEICH VON WASSERBETTEN (W) UND GUMMIMATTE (G) ZU AUFENTHALTSORTEN DER KÜHE .....	39
TABELLE 15 AUFENTHALTSORTE DER KÜHE UND ANTEIL DER LIEGENDEN TIERE AUF LAUFFLÄCHEN BEI GUMMIMATTEN (G).....	40
TABELLE 16 LKI DER GUMMIMATTEN (G) .....	40
TABELLE 17 LKI DER WASSERBETTEN (W) .....	41
TABELLE 18 VERGLEICH DER HÄUFIGKEIT DER HÖHEREN LKI-WERTE ZWISCHEN WASSERBETTEN (W) UND GUMMIMATTEN (G) ZU C&M41	

### III Abkürzungsverzeichnis

TMR	Totale Mischration
THI	Temperature-Humidity-Index; Temperatur-Luftfeuchtigkeits-Index $THI = (0,8 \times \text{Lufttemperatur}) + [(\text{rel. Luftfeuchtigkeit} / 100) \times (\text{Lufttemperatur} - 14,4)] + 46,4$ (Unbekannt, 2018) <i>nach Thom</i>
smaxtec	smaXtec animal care GmbH
C&M	CowsAndMore Software für die Digitale Schwachstellenanalyse in Milchviehbetrieben
TierSchNutztV	Verordnung zum Schutz landwirtschaftlicher Nutztiere und anderer zur Erzeugung tierischer Produkte gehaltener Tiere bei ihrer Haltung
LKI	Liegeboxen-Index oder Liegeboxenkomfort-Index $LKI = \frac{\text{Anzahl aller korrekt in den Liegeboxen liegenden Kühe}}{\text{Anzahl aller liegenden+stehenden Kühe in Liegeboxen}}$ (Pelzer & Kaufmann, 2018)
SB	selbstständige Bonitierung – die Daten der Beobachtungen wurden nach dem in 3.2.3.1 Aktivität und Standort beschriebenen Ablauf ohne C&M erfasst

## 1 Einleitung und Problemstellung

Die Milchviehhaltung in Deutschland nimmt nummerisch in den letzten Jahren ab. Die Anzahl der Landwirtschaftsbetriebe, die Milchvieh halten, sinkt seit Jahren. Von 2023 auf Juni 2024 sank die Anzahl bundesweit weiter um 4,3 % auf 49.452 Betriebe. (Statistische Bundesamt, 2024) (1) Der Milchviehbestand nimmt bundesweit ebenfalls ab. Hier fiel die Anzahl von 2023 auf Juni 2024 um 2,8 % auf 3.668.290 Tiere. (Statistisches Bundesamt, 2024) (2) Trotz dessen bleibt die Menge der in Deutschland produzierten Milch seit Jahren stabil bei 32,5 Mio. Tonnen. (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, 2024) Mit dieser Menge war die Milchproduktion im Wirtschaftsjahr 22/23 auf Platz 2 der Agrarerzeugnisse, hinter Getreide mit 43,5 Mio. Tonnen und vor Kartoffeln mit 10,9 Mio. Tonnen. (BMEL, 2024) In der Betrachtung des Gesamtumsatzes der Ernährungswirtschaft liegen Milch und Milchprodukte mit einem Anteil von 16,1% auf dem 2. Platz, hinter Fleisch und Fleischprodukten mit 21,8% und vor Backwaren mit einem Anteil von 9,5%. (BVE, 2024) Das zeigt, dass die Milchwirtschaft einen wichtigen Platz in der deutschen Landwirtschaft hat. Die wirtschaftliche Stellung der Milchproduktion wird vermutlich nicht die alleinige Ursache für größere politische Aufmerksamkeit sein. Für die Milchviehhaltung gibt es aktuell keine gesetzlichen rechtsverbindlichen Vorgaben zur Haltung der adulten Tiere. Die Haltung von Kälbern ist in der TierSchNutztV geregelt, für adulte Tiere gibt es weit gefächerte Empfehlungen, beispielsweise die „Niedersächsische Tierschutzleitlinien zur Milchkuhhaltung“. Im Jahr 2009 wurden durch das europäische Forschungsprojekt „Welfare Quality Network“ im „Welfare Quality Assessment protocol for cattle“ Prinzipien des Tierwohls und deren Kriterien festgehalten. Diese beziehen sich auf das Einzeltier und ermöglichen eine Bewertung des Tierwohls. (Welfare Quality®, 2009)

Am 16. Juni 2023 wurde die Einführung einer Tierhaltungskennzeichnung vom Bundestag beschlossen. Diese ist eine verpflichtende staatliche Kennzeichnung und gilt u.a. für Milchviehhaltung. Aus der ursprünglichen besprochenen Tierwohlkennzeichnung wurde die Haltungsformkennzeichnung. Diese Haltungsformen kategorisieren die Ställe u.a. nach ihrem Platzbedarf. Diese Kriterien stellen für die Landwirtschaft ebenso keine rechtliche Verbindlichkeit zu Änderungen der aktuellen Haltungsumstände dar und führen damit, trotz der Forderung nach möglichst hohen Haltungsformen an den Handel, nicht unbedingt zu erwartbaren Anpassungen in der Tierhaltung. (Verbraucherzentrale Bundesverband, 2023) (Tergast, 2023)

(Tucker, et al., 2021) hielten fest, dass Kühe hoch motiviert sein können, ausreichend Liegezeit zubekommen. Wenn sie am Liegen gehindert wurden, verzichteten sie auf andere Aktivitäten, wie beispielsweise Fressen und soziale Interaktion. Wie (Tober, et al., 2020) von Mačuhová et al. (2008) zitierte, können verkürzte Liegezeiten für Kühe eine Belastung darstellen. Für die Beurteilung des Tierwohls ist das Liegeverhalten der Kühe dem entsprechend sehr wichtig, außerdem gilt es nach Mačuhová et al. (2008) in (Tober, et al., 2020) das Tier-Liegeplatzverhältnis, die Milchleistung, die Boxengestaltung, die Boxenposition im Stall und andere als weitere Einflussfaktoren auf das Liegeverhalten zu beachten.

Für Liegeboxenmatratzen gibt es unterschiedlichste Ausführungen. Stark vereinfacht lassen sich diese in drei Varianten unterteilen. Sie unterscheiden sich in der Art der komfortgebenden Materialien. Variante 1 sind Matratzen aus losem eingestreutem Material, beispielsweise Stroh oder Sand. Sie sind in Tiefboxen oder Hochtieftiefboxen zu finden. Variante 2 sind Matratzen aus elastischen Kunststoffen. Diese bestehen häufig aus Gummi und werden in verschiedenen Ausführungen, beispielsweise mit Schaummatratzen aus Latex ergänzt. Diese sind in Hochboxen zu finden. Variante 3 sind Wasserbetten, hier ist Wasser in einer Wassertasche der komfortgebende Faktor.

Im Folgenden stellt sich die Frage: Bieten Wasserbetten eine Verbesserung des Tierwohls von Milchvieh im Vergleich zu Gummimatten?

Dazu wurden zwei vergleichbare Gruppen unter vergleichbaren Haltungsbedingungen im selben Stall untersucht.

Ziel ist es zu prüfen, ob und in welchem Maß durch andere Studien erwartbare Unterschiede auf das Verhalten der Tiere, auch bei diesem Versuch, auftreten und diese einzuordnen.

## 2 Liegeverhalten von Milchkühen

### 2.1 Wichtigkeit des Liegens

Das Liegeverhalten von Milchkühen wird häufig in nationalen und internationalen Publikationen als wichtiger Faktor für das Wohlbefinden der Tiere genannt. Das zeigt unter anderem das europäische Forschungsprojekt „Welfare Quality Network“ im „Welfare Quality Assessment protocol for cattle“, hier wird in den Tierwohl-Kriterien, unter dem Punkt „good housing“ (gute Unterbringung), „Comfort around resting“ (Komfort rund ums Liegen) also der Liegekomfort als wichtiges Kriterium für das Tierwohl festgehalten. (Welfare Quality®, 2009) Dieser Liegekomfort kann aus dem Liegeverhalten der Tiere abgelesen werden.

In ihren Untersuchungen haben (Tucker, et al., 2021) die bekannten Motivationen von Kühen zum Liegen betrachtet und welche Folgen eine Unterbindung des gewöhnlichen Verhaltens auf die Gesundheit und andere biologische Funktionen hat. Außerdem wurden im Kontext des Tierwohls die umwelt- und tierbezogenen Faktoren, die die Liegezeit beeinflussen, überprüft. Die Überprüfung der bestehenden Forschungen zu Milchkühen in Bezug auf Liegezeiten und die kritische Prüfung der Belege im Zusammenhang mit Tierwohl waren dabei das Ziel. In der Betrachtung von verschiedenen Forschungsergebnissen stellten (Tucker, et al., 2021) fest, dass Kühe eine hohe Motivation haben können sich hinzulegen. Sie zeigen „Rebound-Liegeverhalten“, wenn sie zu Phasen des Stehens gezwungen werden und verzichten daraufhin auf andere Aktivitäten um zu Liegen. Sie verzichten daraufhin beispielsweise auf Fressen oder soziale Interaktion. Das führte in den untersuchten Publikationen dazu, dass Tiere Gewichtsverlust hinnahmen um Liegen zu können. Außerdem sind Kühe bereit zu arbeiten, um sich hinlegen zu können. Dazu betätigten die Tiere Hebel und Tore. Des Weiteren zeigten sie bei der Unterbindung des Liegeverhaltens Anzeichen von Frustration. Das bestätigen auch die Ergebnisse von (Jensen, et al., 2005), diese waren Teil der von (Tucker, et al., 2021) untersuchte Ergebnisse und wurden in die Auswertung einbezogen. In den Untersuchungen von (Jensen, et al., 2005) wurde festgestellt, dass die untersuchten Färsen eine hohe Motivation haben ihre Liegedauer aufrecht zu erhalten.

Diese Ergebnisse zeigen, dass Liegen für die Tiere scheinbar ein wichtiger Faktor für artgerechtes Verhalten ist.

Nach (Porzig, et al., 1991) in (Tober, et al., 2020) ist das Liegen außerdem wertvoll, da in den Ruhephasen wiedergekaut wird und die Kuh dabei nur wenig Energie verbraucht.



Auch (Tucker, et al., 2004) heben die Wichtigkeit von ausreichenden Ruhezeiten hervor, da sie für die Gesundheit, das Wohlbefinden und die Produktivität von Milchkühen unerlässlich sind.

## **2.2 Nachrangige Aktivitäten**

Wie in 2.1 Wichtigkeit des Liegens erwähnt, sind Fressen und soziale Interaktion dem Liegen nachgestellt. Dennoch sind es wichtige Prozesse für die Gesundheit der Tiere. Ohne Nahrungsaufnahme würden sie verdursten oder verhungern. Isolation führt zu stereotypischen Verhalten.

Kühe auf der Weide grasen zwischen 8 und 12 Stunden am Tag, bei Stallhaltung fressen sie 4 bis 7 Stunden, allerdings mit 6-10 Fressperioden im Vergleich zu etwa 5 bei Weidehaltung. (Hoy, 2009)

Nach (Porzig, et al., 1991) in (Tober, et al., 2020) haben Rinder hauptsächlich den Antrieb sich fortzubewegen, wenn diese Aktivität der Nahrungsaufnahme dient. Das Wiederkauen nach der Nahrungsaufnahme findet dann wieder im Liegen statt und beginnt circa nach 30 bis 60 Minuten nach der Nahrungsaufnahme. (Hoy, 2009)

Im Gegensatz zum Liegeverhalten ist die lokomotorische Aktivität weniger wichtig, um die Umgebungsbedingungen auf Tiergerechtheit zu bewerten. (Porzig, et al., 1991) in (Tober, et al., 2020)

## **2.3 Liegeverhalten unter optimalen Bedingungen**

Für die Einschätzung des Liegeverhaltens von Milchkühen ist es nötig verschiedene Indikatoren zu betrachten. Nach (Haley, et al., 2000) sind diese Verhaltensindikatoren für das Wohlbefinden von Kühen: die Dauer und die Häufigkeit des Liegens sowie die verbrachte Zeit im Stehen. Auch nach (Grauvogl, et al., 1997) in (Tober, et al., 2020) stellen Messungen des inaktiven Verhaltens eine schnelle und die zuverlässigste Messung von Tiergerechtheit dar.

In den durch (Tucker, et al., 2004) verglichenen Ergebnissen vieler Studien zu Liegeverhalten von Milchkühen, wurde festgestellt, dass die durchschnittliche Liegezeit, der Kühe aus den Versuchen, zwischen 9,4 und 14,7 Stunden je Tag lag. Bei bequemen Unterlagen neigen Kühe dazu 12 Stunden je Tag zu liegen. Die Tiere teilten dabei die Liegezeit in durchschnittlich 8,2 bis 14,1 Liegeperioden auf. Die Liegeperioden hatten demnach eine Dauer zwischen 0,9 und 1,4 Stunden.

Nach den Recherchen von (Hoy, 2009) bewegen sich die täglichen Liegezeiten bei adulten Rindern zwischen 7 und 14 Stunden, bei 8 bis 11 Liegeperioden von einer Dauer zwischen 60 und 90 Minuten.

Das Liegen zählt zum Funktionskreis Ruheverhalten. Im Liegen können verschiedene Formen des inaktiven Verhaltens, wie beispielsweise Dösen, Schlafen oder Wiederkäuen auftreten. (Reiter, et al., 2007)

## **2.4 Einflussfaktoren auf das Liegeverhalten**

### **2.4.1 Die tierindividuelle Situation**

Milchkühe können Abweichungen vom gewöhnlichen Liegeverhalten zeigen. Diese Abweichungen können durch verschiedene Faktoren ausgelöst werden. Unter anderem ist die tierindividuelle Situation zu betrachten. Nach (Reiter, et al., 2007) in (Tober, et al., 2020) sind Rasse, Alter, Geschlecht und Leistung biotische Einflussfaktoren. Die Gesundheit eines Tieres kann das Liegeverhalten ebenso verändern. (Tucker, et al., 2021) stellten in ihren Recherchen fest, dass Lahmheiten die Liegezeiten verlängern können. Mastitis führt dagegen zu verkürzten Liegezeiten. Eine Beeinflussung des Liegeverhaltens durch Lahmheiten stellen auch (Ito, et al., 2010) fest. Die Gesundheit kann durch abiotische Umweltfaktoren, wie beispielsweise ungünstige Liegebedingungen beeinflusst werden. Diese können zu längeren Standzeiten und damit zu einem höheren Risiko für Lahmheiten führen. (Tucker, et al., 2021)

Des Weiteren kann die Rangordnung dazu zu führen, dass rangniedere Tiere den ranghöheren ausweichen müssen und dies das Liegeverhalten beeinflusst. (Mačuhová, et al., 2008) (Hoy, 2009) hielt das außerdem für Jungtiere der ersten Laktation fest. Dass die Milchleistung auf das Liegeverhalten Einfluss haben kann, zeigen die Untersuchungen von (Mačuhová, et al., 2008) und (Tucker, et al., 2021). Höhere Milchleistung geht mit höheren Stoffwechselaktivitäten einher, da die Tiere mehr Energie über das Futter aufnehmen und diese verstoffwechseln. Dabei wird Wärme freigesetzt, die die Tiere loswerden müssen. (Mačuhová, et al., 2008) Wie (Silanikove, 2000) festhielt, sinken Stoffwechselaktivität und Appetit, bei erhöhter Körpertemperatur. Hitzestress beeinflusst das Liegeverhalten der Tiere, nachstehend in 2.4.2 Hitzestress mehr dazu.

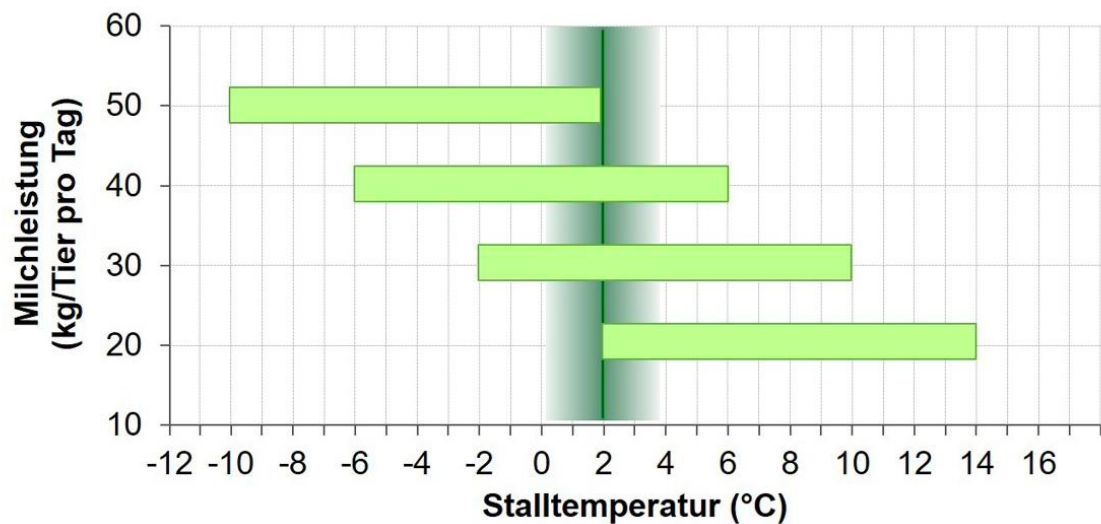
Laut (Tucker, et al., 2021) beeinflussen tierindividuelle Faktoren wie Trächtigkeitsphase, Alter und Milchleistung das Liegeverhalten. Sie können Liegezeiten verkürzen oder verlängern. Es ist wichtig vor der Beurteilung des Liegeverhaltens und dessen Einfluss

auf das Tierwohl, die tierindividuellen Umstände und Voraussetzungen zu betrachten und sie im Kontext der Umstände und des Charakters der Tiere zu betrachten. (Tucker, et al., 2021)

## 2.4.2 Hitzestress

Hitzestress bei Milchkühen tritt dann auf, wenn die Tiere die endogene Wärme nicht mehr abgeben können und somit ihre Körpertemperatur nicht mehr halten können, ohne auf Stressreaktionen zurückzugreifen. Nach den Ergebnissen von (Tober, et al., 2020) bestätigen sich Ergebnisse anderer älterer Studien. Demnach verlassen Milchkühe, mit einer Milchleistung von 40 kg/ Tag, bei einem Schwellenwert von 8°C für die Stalltemperatur die thermoneutrale Zone. Ab diesem Wert können die Tiere die Körpertemperatur nicht ohne Stress halten. Diese Zone variiert je nach Leistungsniveau der Tiere und ist in Abbildung 1 im optimalen Temperaturbereich der Tiere dargestellt.

Abbildung 1 Optimaler Temperaturbereich von Milchkühen in Abhängigkeit von deren Leistung



(Tober, et al., 2020)

Steigende Temperaturen führen zu verkürzter Liegedauer und einer ansteigenden Anzahl an Liegeperioden, wobei sich die Dauer der einzelnen Liegeperioden verkürzt. (Tober & Loebstin, 2013) in (Tober, et al., 2020) Laut (Shultz, 1984) steigt der Anteil der Tiere, die im Stehen ruhen und wiederkäuen, linear zu den Temperaturen an. Außerdem stieg der Anteil von Tieren, die ohne Schattenplätze tranken oder sich ohne trinken in der Nähe der Tränken aufhielten. Das Stehen in den Gängen nimmt bei steigenden Temperaturen zu, da so die Kühlung des Körpers, durch die größere Oberfläche zum Austausch mit der Luft, verbessert wird. Des Weiteren verschlechtert das Liegen neben

anderen Tieren, die Wärme abgeben, die Effizienz der Regulation der eigenen Körperwärme. (Igono, et al., 1987) in (Tober, et al., 2020)

Zusätzlich zur Lufttemperatur muss die relative Luftfeuchtigkeit berücksichtigt werden, da Kühe mit hohen Temperaturen und geringer relativer Luftfeuchtigkeit besser umgehen können, als mit hohen Temperaturen und gleichzeitig hoher relativer Luftfeuchtigkeit. Bei hoher relativer Luftfeuchtigkeit werden die Tiere die Körperwärme nicht mehr über die Atmungs- und Oberflächenverdunstung los. (Mačuhová, et al., 2008) Daher wurde der Temperatur-Luftfeuchtigkeits-Index (THI) zur Bewertung des Hitzestresses von Rinder etabliert. Der THI lässt den Einfluss beider Faktoren betrachten und wurde laut (Tober, et al., 2020) durch Thom für den human Bereich entwickelt und durch (Zimbelman, et al., 2009) überarbeitet und an die moderne Landwirtschaft angepasst. Nach (Zimbelman, et al., 2009) geraten Milchkühe ab einer THI-Zahl von über 68 in Hitzestress. Abbildung 2 zeigt die, durch (Unbekannt, 2018) nach den Ergebnissen von (Zimbelman, et al., 2009) erstellte, Visualisierung des THI unter verschiedenen Bedingungen von relativer Luftfeuchtigkeit und Lufttemperatur, nach (Zimbelman, et al., 2009).

Wie in Abbildung 2 erkennbar ist, ist bei höherer THI-Zahl mit Abweichungen im gewöhnlichen Verhalten der Tiere zu rechnen, da die Tiere zum Erhalt der Körpertemperatur Stressreaktionen, wie beispielsweise höhere Atem- und Herzfrequenzen zeigen werden. Außerdem stellten (Mačuhová, et al., 2008) fest, dass das Stallklima das Liegeverhalten der Kühe beeinflussen kann und dass bei steigendem THI die Liegeboxenbelegung sinkt. (Cook, et al., 2007) fanden heraus, dass bei steigendem THI von 56,2 auf 73,8 die mittlere tägliche Liegezeit der Tiere von durchschnittlich 10,9 auf 7,9 Stunden am Tag absank. Außerdem erhöhten sich die durchschnittliche Zeiten in denen die Tiere täglich standen von 2,6 auf 4,5 Stunden je Tier und Tag. Die Zeit die Tiere durchschnittlich mit dem Trinken verbrachten stieg von 0,3 auf 0,5 Stunden je Tag an.

Verkürzte Liegezeiten und längeres Stehen steigern das Risiko von Lahmheiten und auch die Milchleistung wird durch Hitzestress beeinflusst. (Tucker, et al., 2021) (Kučević, et al., 2019) Zusätzlich, zum kurzfristigen Einfluss auf Milchleistung der Kuh, beeinflusst Hitzestress auch langfristig die zukünftige Milchleistung von Töchtern und Enkeltöchtern. (Collier, et al., 2011)

Abbildung 2 THI-Tabelle und Auswirkungen verschiedener THI-Bereiche auf Milchkühe

TH-Index nach Zimbelmann und Collier 2005	Luftfeuchtigkeit [rel %]																
	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
16	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	61	61	61	61
17	61	61	61	61	61	61	61	61	62	62	62	62	62	62	62	62	63
18	62	62	62	62	62	62	62	63	63	63	63	64	64	64	64	64	64
19	63	63	63	63	63	64	64	64	64	65	65	65	65	66	66	66	66
20	64	64	64	64	65	65	65	65	66	66	66	67	67	67	67	68	68
21	65	65	65	66	66	66	67	67	67	67	68	68	68	69	69	69	70
22	66	66	66	67	67	67	68	68	69	69	70	70	70	71	71	71	72
23	67	67	67	68	68	69	69	70	70	70	71	71	72	72	73	73	73
24	68	68	68	69	69	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74	75	75
25	69	69	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74	75	75	76	76	77
26	70	70	71	71	72	72	73	74	74	75	75	76	76	77	78	78	79
27	71	71	72	72	73	74	74	75	76	76	77	77	78	79	79	80	81
28	72	72	73	74	74	75	76	76	77	78	78	79	80	80	81	82	82
29	73	73	74	75	75	76	77	78	78	79	80	81	81	82	83	83	84
30	74	74	75	76	77	77	78	79	80	81	81	82	83	84	84	85	86
31	75	75	76	77	78	79	80	80	81	82	83	84	84	85	86	87	88
32	76	76	77	78	79	80	81	82	83	83	84	85	86	87	88	89	90
33	77	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	90	91
34	78	79	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93
35	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
36	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	94	95	96	97
37	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97
38	82	83	84	85	86	87	89	90	91	92	93	95	96	97	98	99	100

■ kein Hitzestress   
■ milder Hitzestress   
■ mäßiger Hitzestress   
■ starker Hitzestress   
■ Gefahr

Auswirkungen auf die Milchkühe:

THI	Stressniveau	Symptome
unter 68	kein Hitzestress	
69 - 71	milder Hitzestress	- Aufsuchen von Schattenplätzen - Erhöhte Atmungsrate - Erweiterung der Blutgefäße - Erste Auswirkung auf die Milchleistung
72 - 79	mäßiger Hitzestress	- Erhöhte Speichelproduktion - Erhöhte Atmungsrate - Erhöhte Herzfrequenz - Rückgang der Futtermittelverwertung - Erhöhte Wasseraufnahme - Rückgang der Milchproduktion - Rückgang der Fruchtbarkeit
80 - 89	starker Hitzestress	- Unwohlsein auf Grund der ansteigenden Symptome
Über 90	Gefahr	Todesfälle können auftreten

(Unbekannt, 2018)

### 2.4.3 Liegeboxenqualität

Aus den Recherchen von (Tucker, et al., 2021) geht hervor, dass harte oder nasse Liegeflächen ungünstige Liegebedingungen für Kühe sind. Nach (Hoy, 2009) bevorzugen Rinder weiche, verformbare und trockene Liegeplätze. Außerdem ist die Wärmeisolation ein weniger wichtiger Faktor. Auch die Sauberkeit des Liegeplatzes spielt eine Rolle. Tiere prüfen den Geruch der Box vor dem Eintreten (Pelzer, et al., 2012) und meiden beispielsweise Kot, wenn sie die Möglichkeit dazu haben. (Hoy, 2009) Weichheit und Verformbarkeit der Matte müssen das Abliegen der Tiere abfedern. Durch den, in Abbildung 3 gezeigten, Ablauf des Abliegeprozesses ist es Kühen nicht möglich,

sich sanft abzulegen. (Hoy, 2009) Vielmehr lassen sie sich fallen. Dieses Fallen muss abgefedert werden und spielt für Liegeboxenakzeptanz eine Rolle, da es sonst zu zögerlichem Ablegen oder einem Abbruch des Abliegens kommen kann. (Pelzer, et al., 2012) (Hoy, 2009)

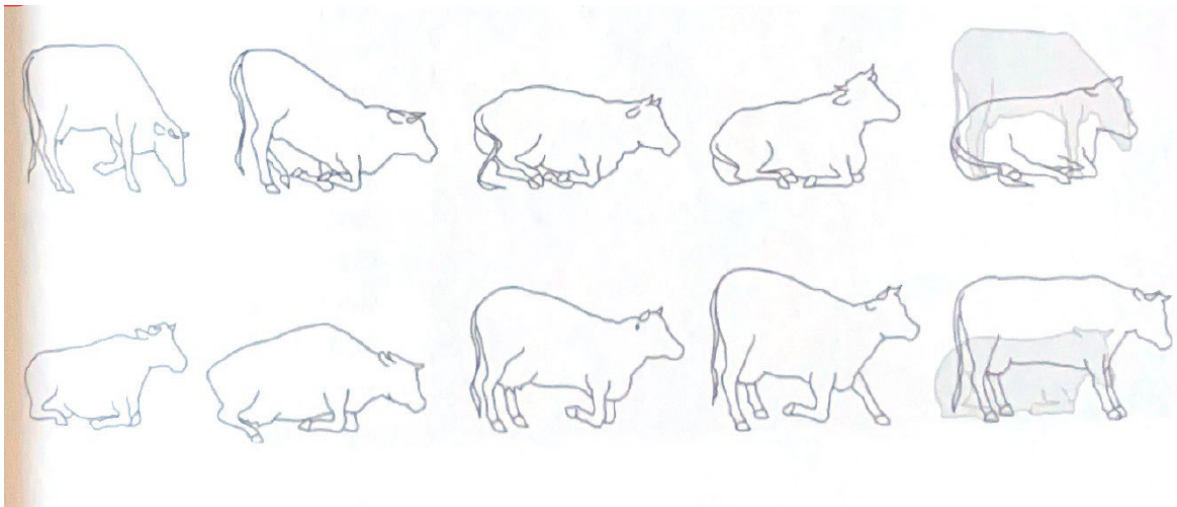
Zu den verschiedenen Liegeboxengestaltungen wie Tief-, Hoch oder Hochtiefboxen gibt es in der Literatur teilweise unterschiedliche Ergebnisse. (Wechsler, et al., 2000) stellten in ihren Untersuchungen fest, dass zwischen weichen Liegematten und Tiefboxen mit Stroheinstreu, in Hinsicht auf die Gesamtliegezeit pro Tag und der Anzahl der Liegephasen pro Tag, kein signifikanter Unterschied besteht. Nach (Hoy, 2009) werden Tiefstreuboxen mit Sand oder Sägespänen vor anderen Komfortmatratzen bevorzugt. Zwischen Sand und Sägespänen als Einstreu besteht kein Unterschied. Harte Untergründe oder fehlende Einstreu wirken sich nach (Tucker, et al., 2004) negativ auf die Ruhezeiten der Tiere aus.

Weitere wichtige Faktoren auf die Liegeboxenqualität sind die, auf die Tiere angepassten, Abmessungen der Liegeboxen. (Pelzer, et al., 2012) Korrekt eingestellte Liegeboxen sorgen für Liegekomfort, schnelles Abliegen und Aufstehen und Sauberkeit des Tieres und in der Liegebox. Bei zu kleinen Liegeboxen steigt die Zeit, die die Tiere mit zwei Beinen in der Box stehend verbringen. (Tucker, et al., 2004)

Rinder legen sich, bei einem uneingeschränkten Platzangebot, neben ihre Artgenossen und halten dabei eine individuelle Distanz ein. (Hoy, 2009) Das Tier-Liegeplatzverhältnis spielt daher eine wichtige Rolle für die Beurteilung der Tiergerechtheit des Stalls. Kühe sind soziale Tiere und Liegen wird in der Gruppe synchron zu gemeinsamer Zeit vorgenommen. Daher ist es wichtig, dass jedes Tier einen eigenen Liegeplatz hat. (Mačuhová, et al., 2008) Das spielt auch für die, in 2.4.1 Die tierindividuelle Situation erwähnte, Rangordnung eine Rolle, da rangniedere Tiere Abstand zu Tieren halten, die ranghöher sind. Das Tier-Liegeplatzverhältnis sollte also mindestens 1 betragen.

Der Liegeboxen-Index (auch Liegeboxenkomfort-Index (LKI)) bietet eine gute Möglichkeit den Liegekomfort einzuschätzen. Dafür werden die korrekt in den Liegeboxen liegenden Tiere mit allen Tieren ins Verhältnis gesetzt, die sich in Liegeboxen befinden, auch wenn diese stehen oder falsch liegen. Ziel ist es, dass 80% der, sich in den Boxen befindenden, Tiere in den Boxen liegen. (Pelzer & Kaufmann, 2018)

Abbildung 3 Schematische Darstellung des Aufsteh- (oben) und Abliegevorganges (unten) beim Rind



Zeichnung von Wlcek, S. in (Hoy, 2009)

## 2.5 Ergebnisse anderer Studien zu Wasserbetten

Zu Wasserbetten im Milchviehstall gibt es einige Studien. (Wagner-Storch, et al., 2003) untersuchten 2003 die Auswirkungen verschiedener Liegeboxensysteme im Milchviehstall bei unterschiedlichen Tierbesatzdichten. Versuchsgruppe 1 (Süd) hatte ein Tier-Liegeplatzverhältnis von 1:1 und Versuchsgruppe 2 (Nord) von 0,66:1. Hierbei wurden sechs Systeme getestet, zwei verschiedene Matratzen (Kombination aus Gummi und Schaumstoff), ein Wasserbett, eine Gummimatte, Beton und Sand als Liegefläche. Für den Versuch wurden die unterschiedlichen Liegeflächen willkürlich in den zwei Gruppen verbaut. Die Liegeboxen waren alle 1,70 m lang und 1,20 m breit. Das Wasserbett war mit 11,4 Liter Kalziumchlorid und 49,2 Liter Wasser, insgesamt 60,6 Liter Füllvolumen, gefüllt. Für die Installation der Wasserbetten, des Versuches dieser Ausarbeitung, wurden, für Wasserbetten mit 1,80 m Länge und 1,25 m Breite, auf Grundlage der Montageanleitung des Herstellers Bioret Agri, 38 Liter Wasser zur Befüllung verwendet. Für die Wasserbetten der Versuche von (Wadsworth, 2014) wurden 49,2 Liter Wasser verwendet. Die Wasserbetten von (Wadsworth, 2014) waren Doppelkammer Wasserbetten, welche einen höheren Wasserdruck benötigen, um den Stoß des Abliegens abzufedern, mehr dazu in 2.6.1 Wasserbetten. Die Montageanleitung für die aktuellen Modelle empfiehlt 52,6 Liter (18,8 Liter ins vordere Kissen und 33,8 Liter ins hintere Kissen) für Doppelkammer Wasserbetten mit 1,20 m Breite und 1,80 m Länge. (Spinder DHC, 2021) Auch in dem Versuch von (Šimková, et

al., 2013) war je ein Wasserbett mit 53 Liter Wasser gefüllt. Die Füllmenge eines Wasserbetts von 60,6 Liter in den Versuchen von (Wagner-Storch, et al., 2003) scheint hoch zu sein im Vergleich zu den anderen Versuchen mit gleichgroßen bzw. größeren Wasserbetten.

Die Ergebnisse von (Wagner-Storch, et al., 2003) (siehe Anhang 1) zeigten unter den beschriebenen Bedingungen, dass die Kühe in Versuch 1 die längsten Liegezeiten auf Sand zeigten, jedoch die Liegeboxenbelegung bei den Matratzen am höchsten war. Wasserbetten lagen bei Liegezeiten im Vergleich abgeschlagen auf Platz 4 hinter Sand und den beiden Matratzentypen. Bei der Liegeboxenbelegung lagen die Wasserbetten auf Platz 5 hinter den Gummimatten, nur Beton zeigte schlechtere Ergebnisse. Bei Versuch 2 sehen die Ergebnisse ähnlich aus, bis auf das Fehlen von Sandboxen in diesem Versuch. Anzumerken ist, dass Wasserbetten für Versuch 1 mit 73,70 % Liegeboxen-Index, hinter Sand mit 86,96% und MATR1 mit 73,83 %, welche in dem Versuch die höchste Liegeboxenbelegung hat, nur knapp hinter Platz 2 auf Platz 3 liegt. In Versuch 2 sind Wasserbetten mit 76,19 % auf Platz 1 vor MATR1 mit 76,00 % und MATR2 mit 70,83 %. Der Liegeboxen-Index für die Wasserbetten zeigt, dass Tiere, die sich in Liegeboxen mit Wasserbetten als Liegematte aufhalten, sich nicht weniger ablegen als in anderen Systemen. Das führt zu der Annahme, dass Kühe die Wasserbetten als komfortabel wahrnehmen, wenn sie Wasserbetten kennen und die Boxen betreten haben. Der Grund für den hohen Anteil an leeren Boxen könnten die physikalischen Eigenschaften des Wassers sein, da es als einzige Liegematte der Studie keine formstabile Matte ist. Die vergleichsweisen hohen Anteile an leeren Boxen, im Vergleich zum guten Liegeboxen-Index, deuten darauf hin, dass die Tiere sich schwer taten die Boxen zu betreten. Die angesprochene hohe Füllmenge der Wasserbetten könnte dazu geführt haben, dass die Trittsicherheit der Wasserbetten nicht gegeben war und die Tiere es vermieden die Liegeboxen zu betreten, mehr zu Trittsicherheit in 2.6.1 Wasserbetten.

Die Studie von (Fulwider, et al., 2007) betrachtet 100 Milchviehbetriebe, von denen 38 Betriebe Gummimatten, 27 Sandboxen, 29 Wasserbetten und 6 Komposteinstreu nutzten. Das Ziel der Studie war es die Häufigkeit von Fußwurzelverletzungen und den Hygienegrad nach Liegeboxensystemen zu quantifizieren. (Fulwider, et al., 2007) stellten für Wasserbetten und Sandboxen geringere Läsionsscores fest als für Gummimatten. In den einzelnen Scorestufen wurden durch (Fulwider, et al., 2007) folgende Prozentsätze festgestellt: Scorestufe 1 (die Stufe mit den kleinsten Läsionen): Gummimatten  $54,6 \pm 4,4$ , Sand  $22,5 \pm 4,7$  und Wasserbetten  $29,8 \pm 4,3$ ; Scorestufe 2: Gummimatten  $14,0 \pm 1,4$ , Sand  $2,3 \pm 1,5$  und Wasserbetten  $5,0 \pm 1,4$  und Scorestufe 3



(die Stufe mit den größten Läsionen): Gummimatten  $3,0 \pm 0,4$  Sand  $0,2 \pm 0,4$  und Wasserbetten  $0,4 \pm 0,4$ . Für Kompostestreue wurden keine Läsionen festgestellt.

Die Tiere, die auf Gummimatten oder Wasserbetten lagen, waren laut (Fulwider, et al., 2007) sauberer als Tiere von Sandboxen. Außerdem gab es in Betrieben mit Wasserbetten mit  $19,8 \pm 1,8$  einen prozentual höheren Anteil von Kühen in der vierten Laktation oder darüber hinaus. Für Gummimatten lag der Anteil bei  $13,3 \pm 1,6$  und für Sandboxen bei  $13,5 \pm 1,8$ . Zusätzlich war auch der prozentuale Anteil von Abgängen bei Wasserbetten  $22,8 \pm 1,5$  niedriger als bei Gummimatten mit  $29,4 \pm 1,4$ .

Für die somatische Zellzahl war kein Unterschied zwischen den Liegeboxsystemen erkennbar, allerdings bestand eine Korrelation zwischen der somatischen Zellzahl und Tarsalverletzungen der Stufe drei. (Fulwider, et al., 2007)

Die somatische Zellzahl korrelierte außerdem mit der Anzahl lahmer Tiere und der Höhe des Nackenrohres. Des Weiteren bestanden Korrelationen, auf Betrieben mit Gummimatten, jeweils zwischen schweren Läsionen, Todesfällen und dem Prozentsatz der lahmen Tiere, mit der somatischen Zellzahl.

In der Studie von (Šimková, et al., 2013) wurde untersucht, ob Doppelkammer Wasserbetten mehr Komfort bieten, die Gesundheit der Tiere verbessern und ob die Milchproduktion gesteigert werden kann. Dazu wurden die Gummimatten der Liegeboxen, von Färsen und Milchkühen eines Milchviehbetriebs, durch Wasserbetten ersetzt. Auch die Liegeboxenbügel wurden durch neue ersetzt. Die Tiere des Versuchsbetriebs litten, vor dem Umbau, unter Mastitis, Lahmheiten und geschwollenen Sprunggelenken. Das lässt auf Gummimatten mit schlechtem Komfort schließen. Gründe dafür können beispielsweise das Alter der Matten oder deren generelle Qualität gewesen sein. (Šimková, et al., 2013) stellten einen Rückgang von Lahmheiten und Mastitis fest, wobei die somatische Zellzahl konstant blieb. Die Anzahl liegender Kühe und Färsen in den Boxen nahm zu. Außerdem konnte die Milchproduktion des Betriebs um 17% gesteigert werden. (Šimková, et al., 2013)

Die Versuche von (Wadsworth, 2014) fanden zwischen zwei Gruppen mit ähnlichen Tieren statt. Je Gruppe gab es 54 Liegeplätze. In einer der Gruppen waren Doppelkammer Wasserbetten verbaut und herkömmliche Gummimatten in der anderen Gruppe. (Wadsworth, 2014) kam zu folgenden Ergebnissen: Die Liegezeiten, in Stunden je Tag, von Kühen auf Wasserbetten waren mit  $10:32 \pm 0:13$  länger als die von Kühen auf Gummimatten mit  $9:47 \pm 0:15$ . Für die Milchleistung wurde kein Unterschied festgestellt. Die Sauberkeit der Tiere unterschied sich ebenfalls nicht, dafür waren die

Werte für Sprunggelenksverletzungen bei Wasserbetten mit  $1,86 \pm 0,03$  niedriger als bei Gummimatten mit  $1,97 \pm 0,04$ .

(Galvão & Eizenberg, 2024) vergleichen Sandboxen mit Wasserbetten, die mit Sand eingestreut wurden. Für die Studie wurde ein Stall genutzt, der in der einen Hälfte Wasserbetten und in der Anderen Sandboxen hatte. Das Ergebnis waren deutliche Unterschiede zwischen beiden Systemen. Tiere auf Wasserbetten hatten deutlich mehr und deutlich schwerere Läsionen. (Galvão & Eizenberg, 2024) mutmaßt, dass die Unterschiede zu den Ergebnissen von (Fulwider, et al., 2007) aufgrund des Sandeinstreus auf den Wasserbetten kam. (Galvão & Eizenberg, 2024) vermuteten, dass der Sand in Kombination mit den Wasserbetten abrasiv wirkte. Größere Mengen von Sandeinstreu würde diesen Effekt vermutlich mindern, jedoch auch die Sinnhaftigkeit eines Einsatzes, von Wasserbetten in diesem System, infrage stellen, da die Vorteile des Wasserbetts, mit zunehmender Stärke der Einstreuschicht, das Tier nicht erreichen. Die Wasserbetten nicht mehr mit Sand einzustreuen könnte dazu führen, dass die Tiere die gewohnten Eigenschaften des Sandes in den Boxen vermissen würden. Das könnte zu der von (Galvão & Eizenberg, 2024) beschriebenen stark abnehmenden Liegeboxennutzung führen.

Die abnehmende Nutzung könnte daran liegen, dass die Versuchstiere nur Sandboxen bzw. Tiefstreuboxen kennen und keine Erfahrung mit Liegematten haben. Wasserbetten können durch ihre physikalischen Eigenschaften die Tiere zusätzlich hemmen. Wie zuvor beschrieben beeinflussen Geruch, Haptik und Aussehen die Tiere bei der Wahl der Liegefläche.

## 2.6 Aufbau und Funktion der Liegematten

### 2.6.1 Wasserbetten

Die für den Versuch installierten Wasserbetten vom französischen Hersteller Bioret Agri verfügen über eine Wassertasche, welche auch die komfortgebende Aufgabe übernimmt. Durch das Wasser erfüllt das Wasserbett die Ansprüche an die wichtige Verformbarkeit des Liegeboxenbelags nach Pelzer, et al. (2012). Die Wassertasche wird durch zwei gewebeverstärkte, ca. 4 mm starke Gummibahnen gebildet. Die Gummibahn an der Oberseite stellt gleichzeitig die Kontaktfläche zum Tier dar und hat eine Oberflächenstruktur, welche Haut und Haare der Tiere schonen soll. Die gebildete Wassertasche erstreckt sich über die gesamte Liegefläche und wird lediglich am Übergang zur nächsten Liegebox bzw. an der Ober- sowie Unterseite durch einen vulkanisierten Bereich abgegrenzt. Die Vulkanisierung sorgt dafür, dass das Wasser in der Wassertasche der Liegebox bleibt und sich nicht mit anliegenden Liegeplätzen verbindet. Dadurch ist gewährleistet, dass jede Liegebox ein separates Wasserbett hat, obwohl die Liegeplätze zusammenhängend sind. Die Tiere treiben auf dieser Wassertasche und verlieren beim Liegen den Kontakt zum Untergrund. Wenn man das Wasser unter liegenden Tieren in Bewegung bringt, beispielsweise durch leichte Stöße auf die Wassertasche mit dem Stiefel, wird die Bewegung des Wassers auf die Tiere übertragen und sie beginnen mit dem gesamten Körper zu schaukeln. Dieses Schaukeln ist vergleichbar mit dem eines Bootes bei leichtem Wellengang und zeigt, dass die Tiere den Kontakt zum Untergrund verlieren, sobald sie liegen. Die Tiere treiben allerdings erst wenn sie sich abgelegt haben. Vor dem Ablegen verdrängen sie das Wasser an den Auftrittspunkten und stehen damit auf der Latexmatratze. Das sorgt für eine feste Standfläche beim Eintritt in die Liegebox und somit für ein sicheres Standgefühl bei den Tieren. Dies ist laut Pelzer, et al. (2012) eine der wichtigsten Eigenschaften für Liegeboxenbeläge. Das Treiben tritt erst auf, wenn der Druck auf die Wassertasche von einer größeren Fläche ausgeht, beispielsweise die des Bauches der Kuh. Unter der Wassertasche befindet sich die zuvor erwähnte 40 mm starke Latexmatratze. Diese soll beim Liegevorgang den Stoß abfedern und das Aufschlagen der Tiere auf dem Untergrund verhindern, da das Wasser beim Abliegen verdrängt wird und erst beim vollständigen Liegen das Treiben eintritt. Wie zuvor beschrieben besteht auch zu dieser Latexmatratze beim Liegen kein Kontakt. (Bioret Agri D-A-CH, 2023) (Bioret Agri D-A-CH, 2022) (DLG e.V. Testzentrum Technik & Betriebsmittel, 2017)

Zusätzlich zum Liegekomfort durch die weiche Wassertasche ist eine Abgabe der Körperwärme an die Liegematte zu erwarten. Das Wasser nimmt die abgegebene

Wärmeenergie der Tiere auf und sorgt somit für eine leichtere Regulierung des Wärmehaushalts der Tiere und soll dadurch einen positiven Einfluss auf die Reduzierung von Hitzestress bei Milchkühen haben. Bei der spezifischen Ausführung im Versuchsstall handelt es sich um eine Variante, die zur aktiven Wärmeabführung entwickelt wurde. Bei dieser Ausführung gibt es zusätzlich, zu dem zuvor beschriebenen Aufbau, Schläuche welche direkt unterhalb der Wassertasche verlaufen und durch die, im Falle der aktiven Kühlung, Wasser geleitet wird, um somit den Wassertaschen die Wärme zu entziehen. Alle Wassertaschen bleiben auch bei diesem System separat voneinander. (Bioret Agri D-A-CH, 2022) (Bioret Agri D-A-CH, 2023) Da diese Wasserbettenausführung zwar während des Versuchs installiert war, jedoch die Zirkulation des Wassers innerhalb der Schläuche abgestellt war, ist der detaillierte Aufbau sowie die Funktionsweise der aktiven Kühlung für den Versuch zu vernachlässigen. Unabhängig von der aktiven Kühlung gibt es im Wesentlichen zwei Typen von Wasserbetten. Die Aufteilung kann nach Anzahl der Wassertaschen vorgenommen werden. Der erste Typ wurde zuvor beschrieben und verfügt über eine Wassertasche, welche über die gesamte Liegefläche reicht. Typ zwei verfügt über zwei Wassertaschen und verfolgt ein anderes Konzept der Stoßabfederung beim Abliegen. Die Taschen teilen sich in zwei Bereiche auf. Bereich 1 stellt dabei auf ca. 1/3 der Liegefläche den Stoßdämpfer für das Abliegen und Bereich 2 auf 2/3 den übrigen Bereich der Liegefläche des Tieres dar. Durch die Funktion von Bereich 1 wird auf eine Latexmatratze unterhalb der Wassertasche verzichtet. Die Liegefläche der Tiere wird durch die Trennung der zwei Bereiche, in etwa unterhalb des Brustbeins einer liegenden Kuh, durch eine 10 cm breite Vulkanisierung getrennt. (Promat, CGW Canada Inc., 2015) (Promat, CGW Canada Inc., 2023)

Folgend sind Abbildung 4 und Abbildung 5 zur Veranschaulichung der Typen gezeigt.

*Abbildung 4 Wasserbetten mit einer Wassertasche im Versuchsstall*



*Eigenes Foto Lukas Drews, 09/2023*

*Abbildung 5 Beispielbild von Wasserbetten mit zwei Wassertaschen*



*Promat, CGW Canada Inc., 2023*

## 2.6.2 Gummimatten

Die Gummimatten von Hersteller „Gummiwerk KRAIBURG Elastik GmbH & Co. KG“ in der Vergleichsgruppe erzielen ihre Komforteigenschaften durch die Form des Gummis. Die Gummimatten sind 60 mm stark und haben an ihrer Unterseite eine Gummistruktur, welche sich aus kleinen, versetzten Gummiflügeln zusammensetzt. Diese haben eine Abmessung von ca. 50 mm x 65 mm x 12 mm (Höhe x Breite x Dicke) und sind über die gesamte Liegefläche ca. 60°- winklig zum Untergrund angeordneten (DLG e.V. Testzentrum Technik & Betriebsmittel, 2016). Durch diese Flügel erreichen die Gummimatten ihre Verformbarkeit, wie sie von Pelzer, et al. (2012, S. 15) als wichtiges Merkmal für Liegeboxenbeläge festgehalten wurde. Abbildung 6 zeigt schematisch wie sich die Gummimatte verformt wenn ein Tier darauf liegt. (Gummiwerk KRAIBURG Elastik GmbH & Co. KG, 2022) Die Verformbarkeit der Matte lässt vermuten, dass die Tiere beim Eintritt in die Liegebox einen festen Stand haben und Trittsicherheit gegeben ist. Die Matten sind einzeln und für jeden Liegeplatz wird eine Matte verwendet. Die einzelnen Matten werden bei der Montage miteinander verbunden. So lässt sich die Plätzbreite an die Gegebenheiten des Stalls individuell anpassen. (Gummiwerk KRAIBURG Elastik GmbH & Co. KG, 2022)

*Abbildung 6 Schematische Verformung der Gummimattenstruktur bei Belastung durch Liegen*



*Gummiwerk KRAIBURG Elastik GmbH & Co. KG, 2022, S.15*

## 3 Methodik

### 3.1 Versuchsaufbau

Für den Versuch wurde ein Milchviehbetrieb gesucht, welcher die Bedingungen erfüllt, um eine vergleichbare Untersuchung zwischen zwei Gruppen durchführen zu können. Für die Vergleichbarkeit war es wichtig Umweltfaktoren und Faktoren des Managements ausschließen zu können. Dabei wurde darauf geachtet, dass man deren Einfluss minimiert, zum Beispiel durch Anpassungen der Melk- und Fütterungszeiten, oder durch Gleichheit vernachlässigen kann.

Der Versuchsbetrieb befindet sich in Brandenburg, ca. 50 km nordwestlich vom Zentrum Berlins auf 40 m NHN. Bei dem Milchviehstall, in dem sich die Versuchsgruppen befinden, handelt es sich um einen Typenstall der DDR. Umgangssprachlich werden diese Anlagentypen „1930er-Anlage“ genannt. Dies bezieht sich auf die ursprünglich geplante Anzahl der Tierplätze dieser Stalltypen. In diesen Anlagen wurden 1.930 Milchrinder gehalten. Ein weiterer Typ ist der „AP 1232“. (Fiedler & König, 1994) Dieser Typ unterschied sich im Vergleich zum Typ „AP 1930“ in der Anzahl der umgangssprachlichen „Schiffe“, welche als modular angesehen werden können. Diese Stallsysteme haben teilweise noch heute die damals üblichen Überkopfbandfütterungen, welche das Futter aus einem zentralen Futterhaus über Futterförderbänder in die vorgesehenen Stallabteile befördern. Diese Futterbänder befinden sich über den Futtertrögen bzw. Futtertischen der jeweiligen Stallgruppen. Das Futter wird durch einen Schlitten abgeschoben und fällt auf den Futtertisch, welcher in der Regel zwei Gruppen voneinander trennt. Das Futterförderband, das ursprünglich vom zentralen Futterförderband kommt, welches mittig im Stall über dem Treibeweg verläuft, wird häufig „Band (n)“ genannt. Eines der „Schiffe“ beherbergt je zwei Gruppen, welche wie erwähnt durch den Futtertisch getrennt sind. „AP1232“ und „AP 1930“ unterscheiden sich hauptsächlich in der Anzahl der ursprünglich geplanten „Schiffe“. Es gibt teilweise auch „Zwischentypen“, bei denen der Bau des geplanten Stalltyps nicht fertiggestellt wurde und weniger Schiffe als geplant gebaut wurden.

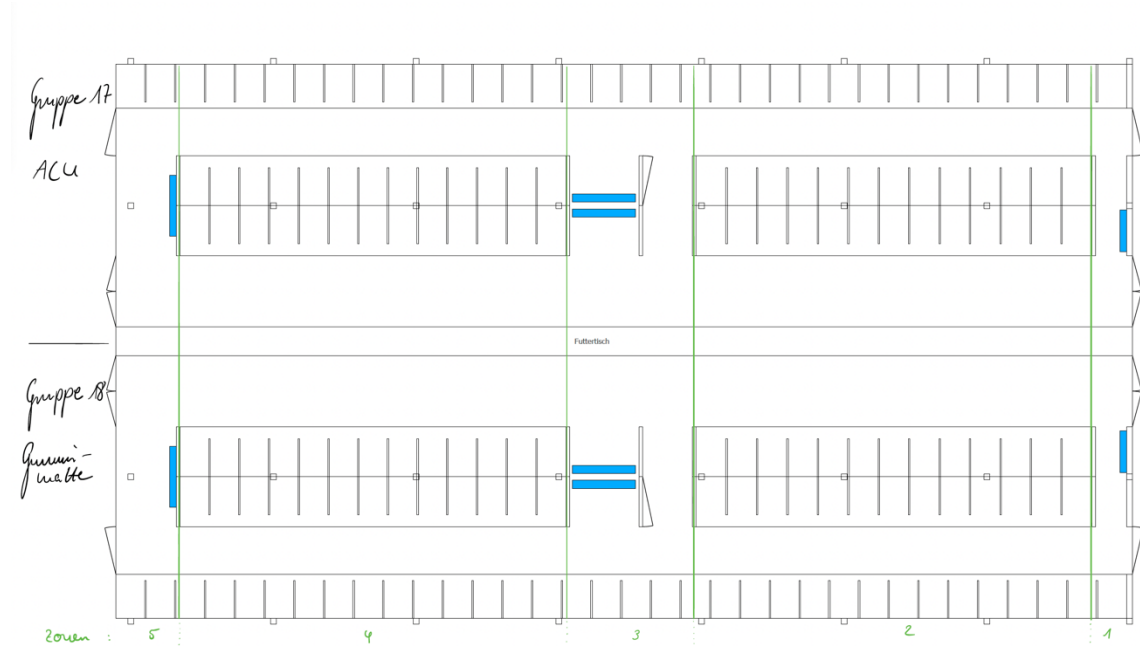
Der Stall am Versuchsstandort beherbergt ca. 1100 Milchkühe. Das erwähnte System der Bandfütterung ist ebenfalls vorhanden und ermöglicht es zwei Gruppen gleichzeitig mit demselben Futter zu füttern. In diesem Fall wird TMR gefüttert.

Da beide Gruppen im selben „Schiff“ direkt nebeneinander liegen, ist das Stallklima für beide Gruppen vergleichbar. Um dennoch mögliche Einflüsse des Stallklimas zu erfassen, wurden Lufttemperatur sowie die relative Luftfeuchtigkeit erfasst. Die Erfassung fand mittig des Futtertisches in 3 m Höhe statt und konnte so für beide Gruppen angenommen werden. Der THI, welcher nach (Unbekannt, 2018) berechnet wurde, kann so zum Abgleich der Stallklimabedingungen zu den Messzeitpunkten verwendet werden. Wie in 2.4.2 Hitzestress erwähnt, nehmen Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit einfluss auf das Liegeverhalten der Tiere. Daher war es wichtig diese Faktoren zu erfassen, um die Ergebnisse vergleichbar zu machen.

Mačuhová, et al., 2008 hielten fest, dass verschiedentliche Faktoren außerdem das Liegeverhalten beeinfluss können, u.a. das Tier-Liegeboxen Verhältnis, Boxengestaltung und Position der Boxen. Abbildung 7 zeigt eine schematische Skizze des Versuchsaufbaus.

Es ist gut zu erkennen, dass die Liegeboxenverteilung gleich ist.

Abbildung 7 Versuchsaufbau Stallschema mit Zoneneinteilung



Eigene Darstellung Lukas Drews, nicht maßstabsgerecht

Die Versuchsgruppen 17 & 18 befanden sich an Band 6. Gruppe 17 ist die Wasserbetten Gruppe und befindet sich auf Abbildung 7 oberhalb des Futtertisches. Die Melkzeiten beider Gruppen folgen direkt aufeinander. Zuerst geht Gruppe 18 zum Melken und ca. 20 Minuten später folgt Gruppe 17. Gruppe 18 wurde um 7:45 Uhr bzw. 19:45 Uhr zum Melken gebracht.



Die Lauf- und Fressgänge sind in Breite und Länge in beiden Gruppen identisch und generell ist durch die Typenbauweise alles symmetrisch. Gruppe 18 ist die Gummimatten-Gruppe und von den Maßen die gespiegelte Gruppe 17. Die Maße der Übertriebe ist in beiden Gruppen identisch, lediglich in der Anzahl der Liegeboxen unterscheiden sie sich. Gruppe 17 verfügt über 86 Liegeplätze, Gruppe 18 über 91 Liegeplätze. Trotz gleicher Tiefe der Liegeboxen unterscheiden sie sich minimal in der Liegeboxenbreite, sowie in der Ausführung der Trennbügel zwischen den einzelnen Boxen. Gruppe 17 hat eine Boxenbreite von 1,25 m und verfügt damit über 86 Wasserbetten mit 1,80 m Länge der Liegefläche. Die Wasserbetten waren zum Start des Versuchs seit ca. 10 Monaten verbaut. Die Tiere waren demzufolge bereits an Wasserbetten gewöhnt als die Datenerfassung startete. Die Auswertung anderer Studien, wie die der von (Galvão & Eizenberg, 2024), zeigte, dass den Tieren bei einem Systemwechsel Zeit eingeräumt werden sollte, um sich an die neuen Gegebenheiten zu gewöhnen. Des Weiteren sollte die Möglichkeit bedacht werden, dass man den Tieren eine Wahlmöglichkeit, wie beispielsweise in der Studie von (Wagner-Storch, et al., 2003), nimmt, um ebenfalls zu verhindern, dass Tiere das Unbekannte meiden.

Die Liegeboxenbügel der Gruppen waren freitragende Bügel, welche am horizontalen Trägerwerk befestigt waren. Für Gruppe 18 gibt es keine einheitliche Boxenbreite. Die Boxenbreite variiert zwischen 1,15 m und 1,25 m. Die Liegeflächenlänge betrug 1,82 m. Die Bügel von Gruppe 17 wurden mit der Installation der Wasserbetten angepasst. In Gruppe 18 war dies nicht möglich, da die Liegeboxenbügel nicht vollständig am Tragrohrwerk wie in Gruppe 17 befestigt, sondern teilweise „Pilzbügel“ sind. Diese Bügel tragen den Namen, da sie zwischen zwei Liegeboxen, mit zwei Füßen am Boden befestigt sind und ihre Biegung an die Form eines Pilzes erinnert. Die Pilzbügel im Versuchsbetrieb sind einbetoniert und daher konnte ihre Positionierung nicht ohne größeren Aufwand verändert werden. Da die Gummimatten der Liegeflächen außerdem durch das Versetzen hätten beeinflusst werden können, war dies ein weiterer Grund, um das Maß nicht zu verändern. Abbildung 8 zeigt Band 6 mit Gruppe 17 rechts und Gruppe 18 links vom Futterförderband. Die Aufnahme entstand während der Montage der Wasserbetten. In Gruppe 17 erkennt man, auf der linken Seite der Dachstützen mittig der Doppelliegeboxen, die Latexmatratzen vor dem Umschlagen der Deckbahn mit der Wassertasche. Rechts sieht man die Montage der Deckbahn an der Mistkante, bevor die Latexmatratzen eingesetzt werden.

Abbildung 8 Panoramaaufnahme der Versuchsgruppen während der Wasserbetten-Montage



Eigene Aufnahme Lukas Drews

Die Liegeboxen beider Gruppen wurden nicht mit einer Bugbegrenzung ausgestattet. Die Wasserbetten in Gruppe 17 wurden mit der ursprünglichen Installation mit einem wassergefüllten Gummischlauch ausgestattet. Dieser wurde allerdings vor dem Start des Versuchs demontiert. Die Gummimatten in den Liegeboxen der Gruppe 18 waren um Zeitpunkt des Versuchs 5 Jahre alt. Zu den verbauten Wasserbetten sowie den Gummimatten liegen Prüfberichte der DLG vor. Diese weisen beiden Liegematten einen geringen Verschleiß nach. Da die Gummimatten bereits gebraucht sind ist mit Verschleiß im Vergleich zur neuwertigen Matratze zu rechnen. Die DLG testete die Matten in beiden Fällen mit 10.000 N, das entspricht 1000 kg, und 100.000 Wiederholungen. (DLG e.V. Testzentrum Technik & Betriebsmittel, 2016) (DLG e.V. Testzentrum Technik & Betriebsmittel, 2017) Der Zustand der Gummimatte zum Zeitpunkt des Versuchs kann zum Neuzustand vergleichbar gemacht werden, wenn man die Belastung der Gummimatte über den Zeitraum der Nutzung darstellen kann. Tabelle 1 zeigt die durch die DLG ermittelten Parameter der Gummimatte, sowie deren errechnete Veränderung über den Verlauf der DLG-Prüfung. (DLG e.V. Testzentrum Technik & Betriebsmittel, 2016)

Tabelle 1 Ergebnisse DLG-Prüfbericht 6407

	<b>Vorher</b>	<b>Nachher</b>	<b>Veränderung</b>
Eindringtiefe	42,9 mm	39,0 mm	-9,1 %
Auflagedruck	6,2 N/cm <sup>2</sup>	6,8 N/cm <sup>2</sup>	9,7 %

Eigene Darstellung nach (DLG e.V. Testzentrum Technik & Betriebsmittel, 2016), eigene Berechnung der Veränderung

Die DLG-Prüfung zeigt, dass der Verschleiß durch die getestete Dauerbelastung zwischen 9 % und 10 % liegt, wobei die Eindringtiefe abnahm, und der Auflagedruck zunahm. Aus dem Prüfbericht der DLG geht nicht hervor, wie hoch der Liegekomfort der Liegematten ist. Durch die Prüfung werden Trittbelastung und Stoßbelastung bei Abliegen simuliert. (DLG e.V. Testzentrum Technik & Betriebsmittel, 2016)

In beiden Versuchsgruppen befindet sich Spaltenboden auf den Lauf- und Fressgängen. Die Übertriebe und Funktionsbereiche sind planbefestigt. Alle Böden sind mit gleichwertigen Gummimatten desselben Typs belegt. Auf den Spaltenböden sind die Gummimatten an die Spaltenöffnungen angepasst, um das Abführen von Kot und Harn zu gewährleisten. Auf Abbildung 8 sind die Gummimatten des Spaltenbodens zu sehen.

## **3.2 Methoden der Datenerhebung**

### **3.2.1 Pedometer**

Um die Akzeptanz der Tiere, von den verglichenen Liegematten, oder den Einfluss der Liegematten auf die Tiere zu beobachten, sind wie erwähnt Beobachtungen des Verhaltens notwendig. Liegeverhalten, -zeiten, -perioden und -dauer stellen u.a. Faktoren zur Bewertung dar.

Zur Erfassung dieser Daten wurden alle verfügbaren Pedometer der Hochschule Neubrandenburg eingesetzt. 29 Pedometer wurden auf die beiden Gruppen verteilt. Dabei wurden zufällig 29 Tiere ausgewählt. Beim Anbringen wurden 15 Pedometer auf die Tiere der Gruppe 17 und 14 Pedometer der Gruppe 18 zugeordnet. Hierbei wurde die Gruppenzugehörigkeit erfasst jedoch nicht, welches Pedometer von welchem Tier getragen wird.

Die erfassten Daten der Pedometer geben Auskunft über Liege- und Standzeiten, Liege- und Standdauer, Schrittzahlen und Liegeperioden. Beabsichtigt wurde die durch die Pedometer erfassten Daten mit Daten aus Beobachtungen derselben Tiere abzugleichen, um die Daten zu validieren, dazu Weiteres in 3.2.3 Beobachtung. Nach (Reiter, et al., 2007) sind Pedometer eine gute Alternative zur visuellen Beobachtung der Tiere.

Am Ende des Versuchzeitraums wurden die Pedometer den Tieren abgenommen, um die Pedometer auszulesen. Dabei wurden die Pedometer nicht wie geplant den Tieren zugeordnet.

Eine Zuordnung der Daten ist demzufolge nur gruppenweise und nicht tierindividuell möglich. Mehr dazu im Verlauf unter 4.1. Ergebnisse Pedometer und 5. Diskussion und Auswertung. Nachstehend zeigt Abbildung 9 beispielhaft ein Bild eines angebrachten Pedometers am Versuchstier.

*Abbildung 9 Versuchstier mit Pedometer*



*Eigene Aufnahme Lukas Drews*

### **3.2.2 Boli und Klimastation**

Zusätzlich zu den Pedometern sind die Tiere in den Gruppen 17 und 18 mit Boli ausgestattet. Diese Boli sammeln tierindividuelle Daten und senden diese an eine Sammelstation, um sie verfügbar zu machen. Außerdem werden Klimadaten des Stalls über eine Wetterstation gesammelt.

Jeder Bolus sammelt u.a. Daten zur Körpertemperatur der Tiere, deren Aktivität, Wiederkauen und Wasseraufnahme. Das ermöglicht dem Hersteller, der „smaXtec animal care GmbH“ (im Verlauf nur noch smaxtec genannt), Aussagen zu dem Verlauf der Daten zu treffen. Des Weiteren ist es smaxtec möglich aus diesen Daten Ableitungen zu u.a. Aktivität, Brunst und Kalbung zu treffen.

Aus den erfassten Daten zu Lufttemperatur und relativer Luftfeuchtigkeit errechnet smaxtec den THI und lässt diese Werte in ihre Auswertungen einfließen. Alle THI-Angaben aus eigenen Beobachtungen und Ergebnissen des Versuchs wurden selbstständig auf der Grundlage der Ausarbeitungen von (Unbekannt, 2018) berechnet. Für alle Berechnungen von THI-Angaben im Verlauf der Ausarbeitungen und des Versuches wurden die durch smaxtec ermittelten Daten zur Lufttemperatur und der relativen Luftfeuchtigkeit verwendet. Der durch smaxtec bereitgestellte THI wurde nicht verwendet.

Die Erkenntnisse die tierindividuell sowie für die Versuchsgruppen durch das smaxtec-System erlangt werden können, werden für die Einordnung von Ausreißern der anderen Versuchsmethoden verwendet. Zusätzlich werden diese Einordnungen mit dem Herdenmanagementsystem des Betriebs abgeglichen. Das System von smaxtec kann, durch die gesammelten Daten, Prognosen erstellen und dadurch beispielweise Erkrankungen oder Brunst schneller erkennen lassen. Das ermöglicht Rückschlüsse auf mögliche Verhaltensänderungen und hilft bei der Einordnung der Daten die über andere Methoden erfasst wurden.

### **3.2.3 Beobachtung**

Ergänzend zu den zuvor beschriebenen Methoden, wurden Daten zum Stall und dessen Bedingungen für die Tiere, zu den Tieren als Gruppen und individuelle zu den Einzeltieren erfasst. Hierzu wurden die Tiere beim Begehen der Gruppe beobachtet.

Die Software „CowsAndMore“ (fortan im Verlauf C&M genannt) wurde u.a. für diese Beobachtungen genutzt. C&M ist ein Programm zur digitalen Schwachstellenanalyse in Milchviehbetrieben und macht das systematische Erfassen von Verhalten, Habitus und Stoffwechsel der Milchkühe anwenderfreundlich auf dem Tablet verfügbar. Des Weiteren werden verwertbare standardisierte Analysen eingesetzt, um Schwachstellen in Haltung und Management aufzudecken. (proPlant Agrar- und Umweltinformatik GmbH, 2024)

Für den Versuch lag der Schwerpunkt auf der Bonitierung, den Aufenthaltsorten, der Liegeboxenakzeptanz und den Liegepositionen. Darüber hinaus wurden unregelmäßig Sauberkeit und Technopathien erfasst.

Zusätzlich wurde die Bonitierung ohne Hilfsmittel vorgenommen. Hierzu wurden ebenfalls die Tiere, die ein Pedometer trugen, bonitiert, während die erfassende Person in der Gruppe war. Dabei wurden Tiernummer, Aufenthaltsort, Aufenthaltszone sowie die aktuelle Aktivität bzw. Handlung der Tiere festgehalten.

#### **3.2.3.1 Aktivität und Standort**

Da die verwendeten Pedometer nicht ermitteln können, wo sich die Tiere aufhalten, wurde per C&M ermittelt wie viele Tiere im Fressgitter, im Futtergang, im Boxengang (auch Laufgang genannt), in der Box mit 2 Beinen bzw. mit 4 Beinen stehen und wie viele Tiere in der Box bzw. wie viele auf Laufflächen liegen. Diese Daten wurden durch die selbstständige Bonitierung ergänzt. Dabei wurden alle Tiere bonitiert, die sich aktuell in der Gruppe befanden und ein Pedometer trugen. Dabei wurden die Ohrmarkennummer, die aktuelle Aktivität und die Aufenthaltszone festgestellt. Für die Aktivität gab es folgende Möglichkeiten zur Auswahl: liegend in der Box, liegend

außerhalb Box, liegt halb in Box, mit 2 Beinen stehend in der Box, mit 4 Beinen stehend in der Box, fressend, steht in Laufgang, steht in Fressgang, steht in Funktionsbereich, saufend und laufend. Zusätzlich wurde die Zone notiert, in der sich das Tier aufhält.

Die Zonen 1-5 entsprachen denen die in Abbildung 7 gezeigt, durch die grünen Linien getrennt und in grün nummeriert sind. Zone 1 war am Treibegang und Zone 5 an der Außenwand des Stalls. Die Zonen sind für beide Gruppen gleich benannt, werden jedoch je Gruppe extra betrachtet.

Mit C&M wurde zusätzlich der Liegeboxenkomfort-Index ermittelt. Dafür wird die Anzahl aller korrekt in den Liegeboxen liegenden Kühen mit der Anzahl aller liegenden und stehenden Kühe in den Liegeboxen ins Verhältnis gesetzt. Ziel ist, dass mindestens 80% der Herde korrekt liegen. (Pelzer & Kaufmann, 2018) Sporadisch wurden auch per C&M die Liegepositionen der Tiere einer Gruppe erfasst.

### **3.2.3.2 Technopartien und Sauberkeit**

Die Sauberkeit der Tiere sowie eventuelle Technopartien wurden im Verlauf des Versuchs einmal via C&M bonitiert. Dazu wurden in jeder Gruppe zufällig Tiere ausgezählt und verschiedene Stellen des Körpers nach einem Scoresystem beurteilt. Die Scores setzen den Grad der Verschmutzung ins Verhältnis miteinander und zu anderen bekannten Verschmutzungsbildern anderer Betriebe. Die Einteilung der Schweregrade wird von 1- 6 vorgenommen, wobei 1 für das beste Ergebnis „Sauber“ und 6 für das schlechteste Ergebnis „starke Klutenbildung“ steht.

Gleiches gilt für Technopathien allerdings ist hier die Einteilung der Score variabler, teilweise gibt es weniger Stufen oder es wird beispielweise bei 0 statt 1 gestartet. Festzuhalten ist, desto niedriger der Score ist, umso besser ist der Zustand der betrachteten Stelle des Tieres.

Das Ergebnis der Sauberkeits- und Technopathienuntersuchungen ermöglicht Rückschlüsse auf Management und Komfort der Liegematten. Stark verschmutzte Tiere lassen beispielsweise darauf schließen, dass die Liegeboxen verunreinigt sind oder Tiere ggf. nicht in den vorgesehenen Liegeboxen, sondern auf Laufflächen liegen. Technopathien lassen auf unzureichenden Komfort in der Liegebox schließen. Dabei gibt die Stelle am Körper Aufschluss darüber, wo die Ursachen zu suchen ist. Der Schweregrad der Technopathien hängt auch mit der Sauberkeit zusammen, da in die verletzten Stellen Krankheitserreger eindringen können.

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Ergebnisse der Pedometer

Die Pedometer waren 32 Tage an den Tieren angebracht, konnten allerdings aus technischen Gründen nur verwertbare Daten von 5 Tagen erfassen. Die Daten wurden alle 9 Tage überschreiben. Dieser Umstand fiel erst bei der Auswertung der Daten auf. Die erhaltenen Daten stammen lediglich von den letzten 5 Tage vor Beendigung des Versuchs, den Zeitraum vom 09.08.2024 bis zum 13.08.2024. Um die Daten vergleichbar zu machen, wurde, in den Tabellen der folgenden Abschnitte, der THI angegeben. Wie in Tabelle 2 abzulesen ist, bewegten sich der THI im betrachteten Zeitraum zwischen 67 und 80, wobei 67 den Minimalwert und 80 den Maximalwert darstellen. Durchschnittlich bewegte sich der THI zwischen 72 und 74. Im Versuchszeitraum lag nach Abbildung 2 mäßiger bis mittlerer Hitzestress vor, welcher in den mäßigen Phasen an Hitzestressfreiheit und in den Spitzen an starken Hitzestress grenzte. In Anhang 2 sind alle Ergebnisse zu den Pedometern in der Gesamtheit zu finden.

Die Pedometer konnten nur den Versuchsgruppen zugeordnet werden und nicht den Einzeltieren. Mit Einzeltierbezug wäre eine Einordnung möglicher Ausreißer umsetzbar gewesen. Der Grund für eine fehlende Einzeltierzuordnung liegt anwenderseitig und ist nicht der Hard- oder Software zuzuschreiben. Die Pedometer wurden beim Melken angebracht und abgenommen. Beim Anbringen der Pedometer wurden sie nur der Gruppe zugeordnet. Die Zuordnung der Einzeltiere sollte, unter Berücksichtigung des Arbeitsablaufes beim Melken, erst mit dem Entfernen der Pedometer vorgenommen werden. Für das Anbringen wurden die Pedometer vorsortiert und gruppenweise bereitgestellt. Die Pedometer wurden so willkürlich unter den Tieren der Gruppe verteilt. Die Einzeltierzuordnung war nicht möglich, da die Pedometer aus dem Behälter gegriffen wurden und keine Zeit zur Verfügung stand um die 8-stellige Zahl sowie die Tiernummer zu erfassen. Für das Abnehmen der Pedometer war geplant, dass die Pedometer einzeln abgenommen werden und direkt in einem individuellen Gefrierbeutel verstaut werden, der direkt mit der Tiernummer beschriftet werden sollte. So hätte beim einzelnen Reinigen der Pedometer die Tiernummer vom Gefrierbeutel der Pedometernummer zugeordnet werden können. Aufgrund bestehender Sprachbarrieren wurde der Prozess des Abnehmens nicht wie geplant durchgeführt. Die Pedometer wurden nicht so abgenommen, dass man sie den Einzeltieren zuordnen konnte.

#### 4.1.1 Liegezeiten

Wie in Tabelle 2 erkennbar ist, erreichten Tiere in der Versuchsgruppe der Wasserbetten, eine längere tägliche Liegezeit als Tiere in der Vergleichsgruppe mit Gummimatten. Die Tiere auf Wasserbetten lagen im Durchschnitt 10,5 Stunden je Tag, wobei die geringste Tägliche Liegezeit 7,3 Stunden und die längste 14,5 Stunden betrug. Für Gummimatten lag die durchschnittliche tägliche Liegezeit bei 9,2 Stunden, 1,3 Stunden unter der durchschnittlichen täglichen Liegezeit auf Wasserbetten. Die kürzeste tägliche Liegezeit betrug 3,6 Stunden und lag damit 3,7 Stunden unter der kürzesten Liegezeit bei Wasserbetten. Die weiteren Ergebnisse deuten darauf hin, dass die 3,6 ein Ausreißer ist. 5,5 Stunden wäre der nächste höhere Wert und würde eine Differenz von 1,8 ergeben. Der größte Wert der kürzesten Liegezeit bei Gummimatten lag mit 7,4 Stunden unter dem kleinsten Wert der kürzesten Liegezeit der Wasserbetten. Durchschnittlich lag die kürzeste Liegezeit bei Wasserbetten bei 7,9 Stunden und für Gummimatten bei 5,7 Stunden. Die kürzeste durchschnittliche Liegezeit von Tieren mit Wasserbetten als Liegematte ist demnach 2,2 Stunden länger als die kürzeste durchschnittliche Liegezeit von Tieren auf Gummimatten. Die längsten täglichen Liegezeiten unterscheiden sich im Durchschnitt minimal zwischen Wasserbetten und Gummimatten, wobei der Wert für Wasserbetten mit 13,7 Stunden höher war. Die Differenz beträgt 18 Minuten je Tag, rund 2,2 %. Der maximale Wert für tägliche Liegezeiten bei Gummimatten lag mit 14,6 Stunden über 14,5 Stunden, dem maximalen Wert von Wasserbetten. Die Differenz betrug 6 Minuten, rund 0,7 %.

Tabelle 2 tägliche Liegezeit in Stunden für Wasserbetten (W) und Gummimatten (G)

	09.08.24			10.08.24			11.08.24			12.08.24			13.08.24			Durchschnitt	
	W	G	THI	W	G	THI	W	G	THI	W	G	THI	W	G	THI	W	G
Durchschnitt	10,8	8,6	72	11,0	9,8	72	10,3	8,9	73	10,3	9,4	72	10,2	9,2	74	10,5	9,2
Median	10,8	8,6	73	10,9	10,0	73	9,7	8,5	73	9,9	9,4	73	10,4	8,6	75	10,3	9,0
Min	8,9	3,6	68	7,8	7,4	67	7,3	5,6	70	8,1	5,5	67	7,5	6,3	68	7,9	5,7
Max	13,6	12,7	76	14,5	13,2	76	14,1	13,4	77	13,4	14,6	78	13,1	13,4	80	13,7	13,4

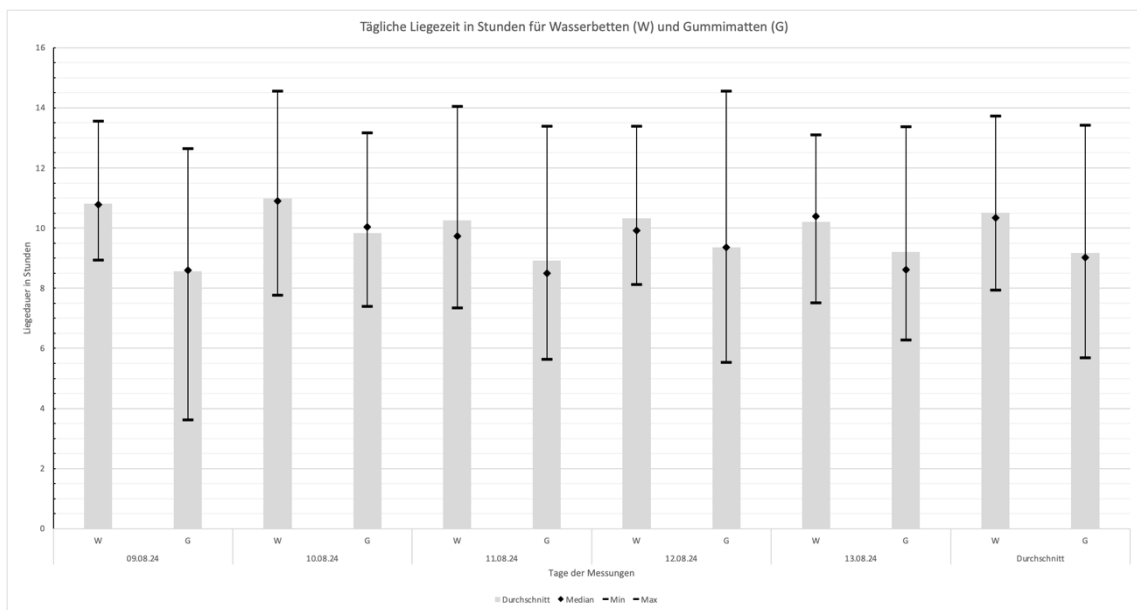
*Eigene Darstellung mit eigenen Ergebnissen*

Wie Abbildung 10 zeigt, besteht zwischen den maximalen und minimalen Werten von Gummimatten eine größere Differenz als bei Wasserbetten. Für Gummimatten liegt diese Differenz bei 11 Stunden, im täglichen Durchschnitt bei 7,7 Stunden. Lässt man den Ausreißer außer Betracht, ist 9,1 Stunden die Differenz zwischen maximalem und minimalem Wert. Der tägliche Durchschnitt liegt dann bei 7,2 Stunden, da der Durchschnitt für den minimalen Wert korrigiert 6,2 Stunden beträgt.



Bei Wasserbetten hingegen liegt die Differenz zwischen maximalem und minimalem Wert bei 7,2 Stunden und ist somit geringer als die Differenz von den maximalen und minimalen Werten bei Gummimatten. Die durchschnittliche tägliche Differenz zwischen maximalem und minimalem Wert liegt für Wasserbetten bei 5,8 Stunden. Die durchschnittliche Liegezeit von Kühen auf Wasserbetten war an jedem betrachteten Tag höher als die von Kühen auf Gummimatten. Abbildung 10 verdeutlicht den Unterschied zwischen Wasserbetten und Gummimatten in Hinsicht auf die durchschnittlichen täglichen Liegezeiten. Diese waren für Wasserbetten, über den betrachteten Zeitraum, zwischen 2,3 Stunden und 1,0 Stunden, im Durchschnitt wie bereits erwähnt 1,3 Stunden, länger als bei Gummimatten. Der Wert für die durchschnittliche Differenz, der täglichen Liegezeiten zwischen Wasserbetten und Gummimatten, erscheint plausibel, da es ebenso die Differenz der Medianwerte ist. Die Streuung der Werte ist bei den Wasserbetten geringer.

Abbildung 10 Tägliche Liegezeit in Stunden für Wasserbetten (W) und Gummimatten (G)



Eigene Darstellung nach Tabelle 2

#### 4.1.2 Anzahl der Liegeperioden

Die durchschnittliche Anzahl der Liegeperioden von Kühen der Wasserbettengruppe fiel, im Gegensatz zu den Liegezeiten, geringer aus als bei denen der Gummimattengruppe. Auf Wasserbetten lagen Kühe durchschnittlich 8,9 Perioden am Tag, auf Gummimatten hingegen 9,8 Perioden. Die durchschnittlichen Medianwerte sind, mit 9,5 Perioden für Wasserbetten und 9,7 Perioden auf ähnlichem Niveau. Auffällig ist, wie in Tabelle 3 und

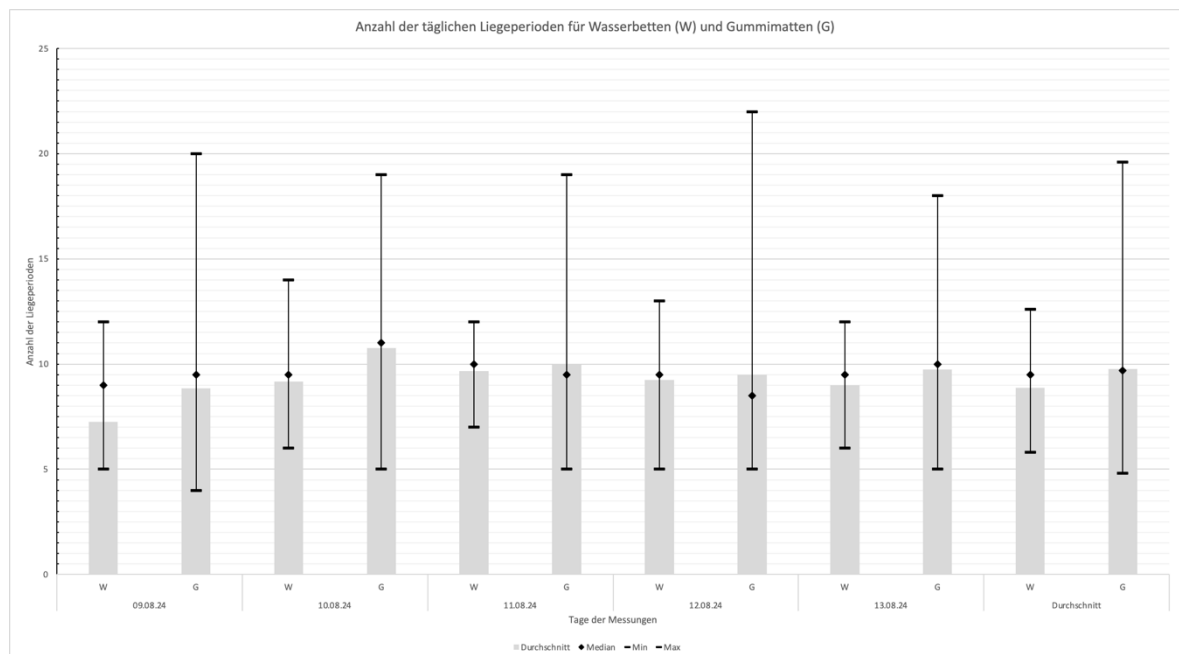
Abbildung 11 dargestellt, dass Tiere in der Gummimattengruppe teilweise die doppelte Anzahl an Liegeperioden, wie der Durchschnitt der Gruppe, erreichten. Hier scheinen dies keine Ausreißer zu sein, da diese hohen Werte an jedem betrachteten Tag auftraten. Die maximale Anzahl an täglichen Liegeperiode liegt bei Gummimatten bei 22 Perioden, bei Wasserbetten bei 14 Perioden. Die Differenz der maximalen Werte beträgt 8 Perioden. Die minimale Anzahl der Liegeperioden ist bei Gummimatten, mit 4 Perioden niedriger als bei Wasserbetten mit 5 Perioden. Die Differenz der niedrigsten Anzahl und der höchsten Anzahl beträgt für Gummimatten 18 Perioden, für Wasserbetten 9 Perioden. Für die durchschnittliche Differenz zwischen minimal und maximal Wert ergibt sich für Wasserbetten ein Wert von 6,8 Perioden und für Gummimatten 14,8 Perioden. Die Streuung der Anzahl der Liegeperioden ist für Wasserbetten geringer als für Gummimatten, das zeigt auch Abbildung 11.

Tabelle 3 Anzahl der täglichen Liegeperioden für Wasserbetten (W) und Gummimatten (G)

	09.08.24		10.08.24		11.08.24		12.08.24		13.08.24		Durchschnitt	
	W	G	W	G	W	G	W	G	W	G	W	G
Durchschnitt	7,3	8,8	9,2	10,8	9,7	10,0	9,3	9,5	9,0	9,8	8,9	9,8
Median	9,0	9,5	9,5	11,0	10,0	9,5	9,5	8,5	9,5	10,0	9,5	9,7
Min	5	4	6	5	7	5	5	5	6	5	5,8	4,8
Max	12	20	14	19	12	19	13	22	12	18	12,6	19,6

Eigene Darstellung mit eigenen Ergebnissen

Abbildung 11 Anzahl der täglichen Liegeperioden für Wasserbetten (W) und Gummimatten (G)



Eigene Darstellung nach Tabelle 3

### 4.1.3 Dauer der Liegeperioden

Die Ergebnisse der Dauer der Liegeperioden wurden berechnet. Dazu wurden die Ergebnisse zu den täglichen Liegezeiten durch die Anzahl der dazugehörigen Liegeperioden geteilt und in Tabelle 4 dargestellt.

Die durchschnittliche Dauer einer Liegeperiode lag für Wasserbetten bei 72 Minuten und war damit 9,7 Minuten länger als die 62,3 Minuten für Gummimatten. Die durchschnittlichen Minimalwerte wiesen eine Differenz von 17,5 Minuten aus.

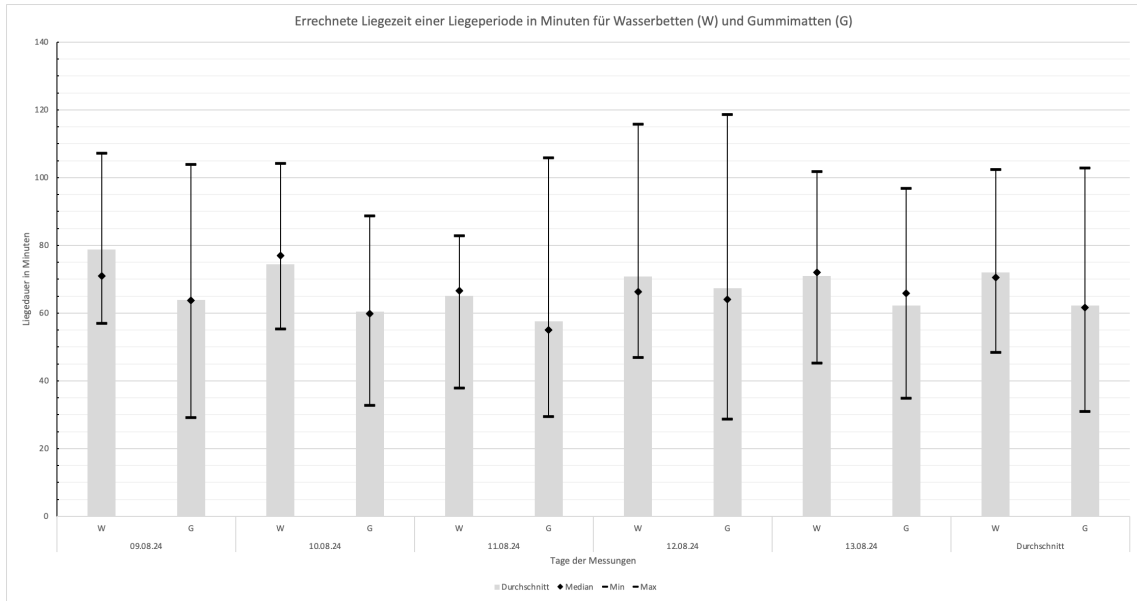
*Tabelle 4 errechnete Liegezeiten einer Liegeboxenperiode in Minuten für Wasserbetten (W) und Gummimatten (G)*

	09.08.24			10.08.24			11.08.24			12.08.24			13.08.24			Durchschnitt	
	W	G	THI	W	G	THI	W	G	THI	W	G	THI	W	G	THI	W	G
Durchschnitt	78,8	63,9	72	74,4	60,4	72	65,1	57,5	73	70,9	67,3	72	70,9	62,2	74	72,0	62,3
Median	70,9	63,8	73	77,0	59,8	73	66,5	55,0	73	66,3	64,0	73	72,0	65,8	75	70,5	61,7
Min	56,9	29,2	68	55,2	32,7	67	37,9	29,4	70	47,0	28,7	67	45,3	34,9	68	48,5	31,0
Max	107,2	103,9	76	104,1	88,7	76	82,8	105,9	77	115,7	118,6	78	101,7	96,8	80	102,3	102,8

*Eigene Darstellung mit eigenen Ergebnissen*

Wasserbetten erreichten höhere Minimalwerte. Die durchschnittlichen Maximalwerte unterschieden sich lediglich in der Nachkommastelle und lagen bei 102,3 Minuten für Wasserbetten und 102,8 Minuten für Gummimatten. Bei Wasserbetten lag der kleinste Wert bei 37,9 Minuten und der höchste bei 115,7 Minuten. Die Differenz beider Werte beträgt 77,8 Minuten. Für Gummimatten lag der kleinste Wert bei 28,7 Minuten und der höchste bei 118,6 Minuten. Die Differenz beider Werte beträgt 89,9 Minuten. Die Differenz der durchschnittlichen Maximal- und Minimalwerte lag für Wasserbetten bei 53,8 Minuten und für Gummimatten bei 71,8 Minuten. Die Streuung fällt bei Wasserbetten, mit 18 Minuten deutlich geringer aus. Die größeren Streuungen der Ergebnisse zeigt Abbildung 12

Abbildung 12 errechnete Liegezeiten einer Liegeboxenperiode in Minuten für Wasserbetten (W) und Gummimatten (G)



Eigene Darstellung nach Tabelle 4

#### 4.1.4 Anzahl der Schritte

Für die Anzahl der Schritte je Tier und Tag ergab sich, wie in Tabelle 5 gezeigt, eine Anzahl von durchschnittlich 839,9 Schritten für Tiere auf Wasserbetten, bei Gummimatten waren es 1065,8 Schritte. Die Differenz beträgt 225,9 Schritte.

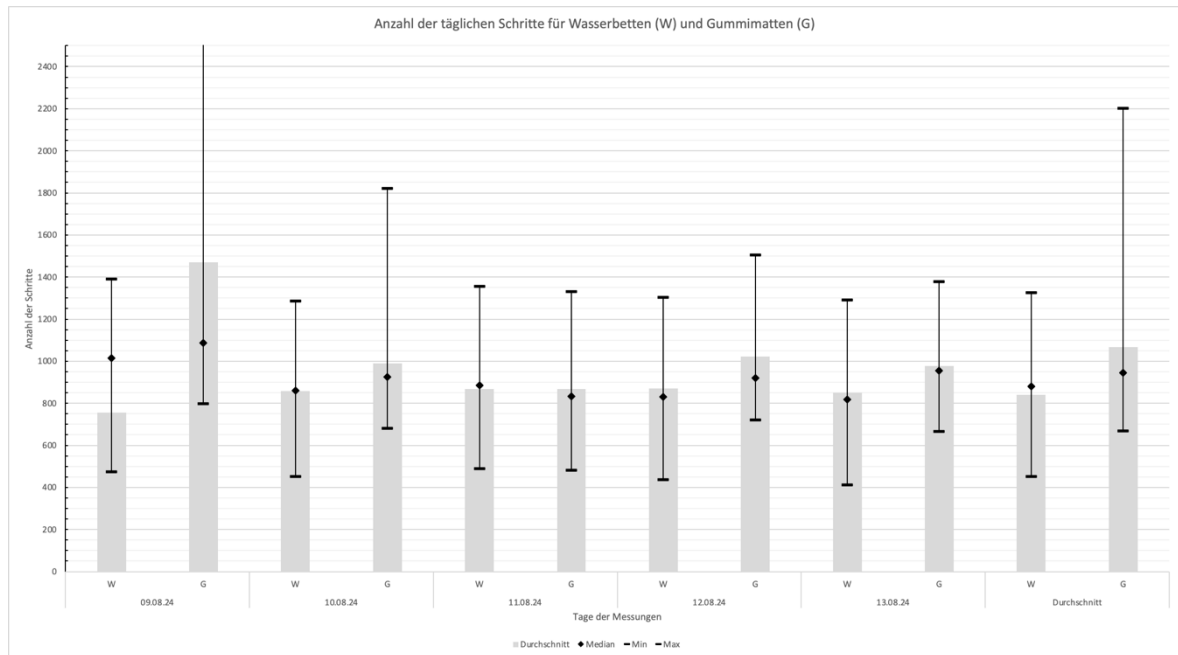
Auffällig ist hier für den 09.08.24 der Maximalwert bei Gummimatten von 4978 Schritten. Der Wert übersteigt den Durchschnitt von 1065,8 um Faktor 4,6 und stellt damit einen Ausreißer dar. In Abbildung 13 konnte der Wert nicht dargestellt werden, da sonst die gesamte Darstellung unlesbar geworden wäre. Aufgrund des Ausreißers sollte der Median betrachtet werden. Hier liegen Wasserbetten mit 881,4 Schritten und Gummimatten mit 944,1 Schritten näher beieinander. Die Differenz beträgt 62,7 Schritte. Der durchschnittliche Maximalwert fällt ohne den Ausreißer auf 1508,5 und ist damit 183,7 Schritte über denen der Wasserbetten. Im Minimum erreichten Tiere auf Wasserbetten durchschnittlich 452,6 Schritte und Gummimatten 669,4, was einer Differenz von 216,8 Schritten entspricht. Die Streuungen innerhalb der Gruppen zwischen durchschnittlichen Minimal- und Maximalwerten beträgt bei Wasserbetten 872,2 Schritte und bei Gummimatten korrigiert 839,1 Schritte. Die Streuung bei Wasserbetten ist mehr als doppelt so hoch wie der niedrigste Wert der Wasserbetten.

Tabelle 5 Anzahl der täglichen Schritte für Wasserbetten (W) und Gummimatten (G)

	09.08.24		10.08.24		11.08.24		12.08.24		13.08.24		Durchschnitt	
	W	G	W	G	W	G	W	G	W	G	W	G
Durchschnitt	755,1	1471,4	857,8	988,9	867,8	866,9	869,2	1023,3	849,8	978,4	839,9	1065,8
Median	1015,0	1087,0	860,0	925,0	884,0	834,0	829,5	919,5	818,5	955,0	881,4	944,1
Min	474	798	451	682	490	482	436	720	412	665	452,6	669,4
Max	1390	4978	1285	1820	1356	1331	1303	1505	1290	1378	1324,8	2202,4

Eigene Darstellung mit eigenen Ergebnissen

Abbildung 13 Anzahl der täglichen Schritte für Wasserbetten (W) und Gummimatten (G)



Eigene Darstellung nach Tabelle 5

## 4.2 Ergebnisse Boli und Klimastation

Die durch die Boli, im Pansen der Tiere, erfassten Daten konnten nicht zur Auswertung der Ergebnisse der anderen Versuchsmethoden herangezogen werden. Dies lag nicht an der Hard- oder Software der Boli. Die Daten der Boli waren eingeplant, um die Ergebnisse der Pedometer einzuordnen. Da diese allerdings, wie in 4.1 Ergebnisse Pedometer beschrieben, nicht dem Einzeltier zugeordnet werden können, konnten die Daten der Boli nicht zur Einordnung der tierindividuellen Umstände genutzt werden. Für zukünftige Studien sollten Ergebnisse eindeutig zuzuordnen sein und, mit tierindividuellen Daten, der Einfluss der tierindividuellen Situation berücksichtigt werden, um die Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu erhöhen, da die tierindividuellen Umstände das Verhalten beeinflussen.

Die im Zusammenhang mit dem Boli-System installierte Klimastation hat, im Rhythmus von 10 Minuten, die Stalltemperatur sowie die relative Luftfeuchtigkeit gemessen und

gespeichert. Mit diesen Werten wurde der THI errechnet. Die durch das System bereitgestellten THI-Werte wurden, wie in 3.2.2 Boli und Klimastation beschrieben, nicht genutzt, da deren Berechnung unklar war.

In Tabelle 6 sind die Auswertungen der Tage zu den Versuchszeiträumen abzulesen. Der Erfassungszeitpunkt bezieht sich dabei auf den Zeitpunkt, an dem mit einer der zuvor beschriebenen Versuchsmethoden ein Wert erfasst wurde. Für die Pedometer wurde jeweils der gesamte Tag betrachtet, da die Daten rund um die Uhr erfasst wurden. Für die Beobachtungen wurde die Temperatur zum Zeitpunkt der Beobachtung festgehalten. Gleiches gilt für die Werte in Tabelle 7 zum THI. Die Länge einer Datenreihe ist tagesspezifisch und abhängig von der Menge der Messzeitpunkte der Versuchsmethoden.

Über den gesamten Zeitraum des Versuchs lag die minimale Stalltemperatur, zu einem Erfassungszeitpunkt, mindestens bei 21 °C, die maximale Stalltemperatur lag bei 30 °C. Unter der Berücksichtigung der relativen Luftfeuchtigkeit wurde der THI, nach der Formel von Thom in (Unbekannt, 2018), berechnet und in Tabelle 7 festgehalten. Für die Auswertung der Versuchsdaten eignet sich der THI besser, da dieser die relative Luftfeuchtigkeit berücksichtigt. Für den gesamten Zeitraum lag der THI im Minimum bei 67 und im Maximum bei 80. Die Tiere standen demnach, wie in Abbildung 2 abzulesen ist, dauerhaft unter mäßigem bis mittlerem Hitzestress, wobei in den Spitzen starker Hitzestress vorlag. Hinzukommt, dass in der Wasserbettengruppe die Belüftung durch Ventilation stark eingeschränkt war. Es waren dauerhaft nur 2 von 6 Ventilatoren in Betrieb (siehe Anhang 3).

*Tabelle 6 Stalltemperaturen zu den Erfassungszeitpunkten der Versuchsmethoden*

Zeitpunkt	20.06.24	26.06.24	27.06.24	04.07.24	05.07.24	11.07.24	12.07.24	18.07.24	19.07.24	25.07.24	26.07.24	01.08.24	02.08.24	09.08.24	10.08.24	11.08.24	12.08.24	13.08.24
Durchschnitt	24,1	30,1	29,5	21	22,5	27,2	27	25	26,9	22,7	24,3	27,8	24,2	23,6	24,1	24,8	24,4	25,6
Median	24	30	29	21	22	27	27	25	27	23	24	28	24	24	25	24	25	26
Min	24	30	29	21	22	27	27	24	25	21	24	28	23	21	20	22	20	21
Max	24	30	29	21	23	27	27	26	29	24	25	28	25	26	27	27	28	30

*Eigene Darstellung mit eigenen Ergebnissen*

*Tabelle 7 THI zu den Erfassungszeitpunkten der Versuchsmethoden*

Zeitpunkt	20.06.24	26.06.24	27.06.24	04.07.24	05.07.24	11.07.24	12.07.24	18.07.24	19.07.24	25.07.24	26.07.24	01.08.24	02.08.24	09.08.24	10.08.24	11.08.24	12.08.24	13.08.24
Durchschnitt	71	80	79,5	67,5	68	76	77,5	73,2	75,5	69,4	72,4	77	72,1	72,0	72,4	73,2	72,5	74,3
Median	71	80	80	68	68	76	78	73	75	70	72	77	73	73	73	73	73	75
Min	71	80	79	67	68	76	77	72	73	67	71	77	71	68	67	70	67	68
Max	71	80	80	68	68	76	78	75	78	71	74	77	73	76	76	77	78	80

*Eigene Darstellung mit eigenen Ergebnissen*

## 4.3 Ergebnisse Beobachtung

### 4.3.1 Aufenthaltsorte und LKI zu selbstständiger Bonitur

Für die Aufenthaltsorte wurde für die Kühe in ihren Gruppen erfasst wo sie sich befinden und in welcher Position sie sich an diesem Ort befinden. In 3.2.3.1 Aktivität und Standort ist dies genauer beschrieben. Diese Daten wurden durch selbstständige Bonitierung und zusätzlich mithilfe von C&M erfasst. Die tägliche Bonitierung mit C&M lieferte dabei innerhalb von wenigen Minuten das Ergebnis. Die selbstständige Bonitierung (SB) war aufwendiger und dauerte je Gruppe ca. 20- 25 Minuten. Für C&M wurde die gesamte Gruppe beobachtet, für SB nur die Tiere mit Pedometer. Im Verlauf der Auswertung wurde auf das Auswerten er Erfassten Zonen verzichtet.

Die in Tabelle 8 gezeigten SB-Ergebnisse zeigen für Gummimatten, dass zu den Beobachtungszeitpunkten durchschnittlich 33,4 % der Tiere in den Boxen lagen, das Minimum waren 8,3 % und das Maximum 61,5 %. Die Differenz lag bei 53,2 Prozentpunkten zwischen Minimum und Maximum.

24,4 % der Tiere standen durchschnittlich in den Boxen. Das Minimum lag bei 7,7 % und das Maximum bei 45,5%. Die Differenz zwischen Minimum und Maximum lag bei 37,8 Prozentpunkten.

Tabelle 8 Aufenthaltsorte der Kühe und LKI bei Gummimatten mit SB

Nr.	Zeitpunkt	THI	Stalltemp.	in Box liegend Anteil in %	in Box stehend Anteil in %	nicht in Box Anteil in %	LKI
1	7.11.24 16:00:05	76	27	30,8	30,8	38,5	50,0%
2	7.12.24 14:30:16	77	27	28,6	21,4	50,0	57,1%
3	7.12.24 15:44:19	78	27	28,6	42,9	28,6	40,0%
4	7.18.24 11:13:58	72	24	33,3	8,3	58,3	80,0%
5	7.18.24 12:18:09	73	25	54,5	18,2	27,3	75,0%
6	7.18.24 13:22:21	74	26	50,0	25,0	25,0	66,7%
7	7.18.24 14:09:09	75	26	50,0	16,7	33,3	75,0%
8	7.19.24 9:19:16	73	25	33,3	0,0	66,7	100,0%
9	7.19.24 10:05:33	74	26	30,8	23,1	46,2	57,1%
10	7.19.24 11:51:17	75	27	18,2	36,4	45,5	33,3%
11	7.19.24 12:24:56	76	27	33,3	25,0	41,7	57,1%
12	7.19.24 13:40:16	77	28	15,4	15,4	69,2	50,0%
13	7.19.24 14:35:19	78	29	46,2	15,4	38,5	75,0%
14	7.25.24 9:35:02	67	21	61,5	38,5	0,0	61,5%
15	7.25.24 12:26:23	69	23	46,2	7,7	46,2	85,7%
16	7.25.24 13:33:29	70	23	27,3	36,4	36,4	42,9%
17	7.25.24 14:11:39	70	23	33,3	8,3	58,3	80,0%
18	7.25.24 14:49:51	71	24	15,4	38,5	46,2	28,6%
19	7.25.24 15:14:51	71	24	46,2	7,7	46,2	85,7%
20	7.26.24 11:10:19	72	24	54,5	18,2	27,3	75,0%
21	7.26.24 11:56:54	72	24	40,0	30,0	30,0	57,1%
22	7.26.24 13:14:20	72	24	27,3	36,4	36,4	42,9%
23	7.26.24 13:57:21	73	24	33,3	25,0	41,7	57,1%
24	7.26.24 15:44:06	74	25	23,1	38,5	38,5	37,5%
25	8.1.24 14:21:00	77	28	8,3	16,7	75,0	33,3%
26	8.1.24 15:48:46	77	28	36,4	36,4	27,3	50,0%
27	8.2.24 12:11:19	71	24	20,0	20,0	60,0	50,0%
28	8.2.24 13:47:38	73	24	25,0	25,0	50,0	50,0%
29	8.2.24 14:56:08	73	25	18,2	45,5	36,4	28,6%
Durchschnitt				33,4	24,4	42,2	58,0%

Eigene Darstellung mit eigenen Ergebnissen

Der durchschnittliche Anteil der Tiere, die sich nicht in den Gummimattenboxen aufhielten, lag bei 42,2%. Das Minimum lag bei 0 % und das Maximum bei 75%.

58,8 % der Tiere hielten sich durchschnittlich in den Boxen auf, von diesen Tieren lagen wie erwähnt 33,4%. Das ergibt einen durchschnittlichen LKI von 58%. Der Zielwert von 80% wurde in 5 von 29, also in rund 17,2%, der Beobachtungszeiträumen erreicht. Der minimale Wert des durchschnittlichen LKI lag bei 28,6 % und der maximale bei 100%. Differenz beider Werte beträgt 71,4 Prozentpunkte.

In der Versuchsgruppe der Gummimatten wurden zusätzlich zu 164 Beobachtungszeitpunkten Tiere erfasst, die auf Laufflächen lagen. Dies waren 23 unterschiedliche Tiere. Deren Häufigkeit wurde in Tabelle 9 dargestellt. Einige Tiere lagen deutlich häufiger als andere auf Laufflächen. Bei insgesamt 29 Beobachtungszeitpunkten lagen Tiere, Tier 8902 und Tier 8925, 19 mal und 18 mal auf Laufflächen. Das entspricht rund 65,5 % und 62,1 % der Beobachtungen. Keines der Tiere trug ein Pedometer. Alle Beobachtungen zu Tieren ohne Pedometer wurden nicht in die Auswertung der 704 Beobachtungen der Tiere mit Pedometer eingerechnet. Eine statistische Einordnung in die Ergebnisse der Tiere mit Pedometer ist nicht möglich, da nur diese dauerhaft beobachtet wurden.

*Tabelle 9 liegende Tiere auf Laufflächen in der Gummimattengruppe*

	Nummer	Häufigkeit
1	5305	1
2	5445	11
3	5696	4
4	6002	3
5	6050	11
6	8681	14
7	8764	13
8	8785	13
9	8802	1
10	8902	19
11	8914	10
12	8925	18
13	8938	5
14	8981	1
15	8984	7
16	9280	3
17	9606	9
18	9764	1
19	9841	1
20	89649	1
21	90170	1
22	90710	8
23	90950	9
	Gesamt	164

*Eigene Darstellung mit eigenen Ergebnissen*



In Tabelle 10 sind die Werte zu den SB. In Wasserboxen lagen, zu den Beobachtungszeitpunkten, durchschnittlich 50,5 % der Tiere. Zu jedem Beobachtungszeitpunkt lagen mindestens 28,6 % der Tiere. Maximal lagen 71,4 % der Tiere in Boxen. Die Differenz betrug 42,8 Prozentpunkte.

Im Durchschnitt standen 12,8 % der Tiere in den Boxen, maximal 38,5 % und minimal 0%. Tiere, die durchschnittlich außerhalb der Boxen aufhielten, hatten einen Anteil von 36,7 Prozent. Das Minimum lag bei 20 % und das Maximum bei 57,1 %. Die Differenz betrug 37,1 Prozentpunkte.

*Tabelle 10 Aufenthaltsorte der Kühe und LKI bei Wasserbetten mit SB*

Nr.	Zeitpunkt	THI	Stalltemp.	in Box liegend	in Box stehend	nicht in Box	LKI
				Anteil in %	Anteil in %	Anteil in %	
1	7.11.24 16:23:21	76	27	28,6	14,3	57,1	66,7%
2	7.12.24 14:53:22	77	27	50,0	7,1	42,9	87,5%
3	7.12.24 16:06:01	78	27	38,5	15,4	46,2	71,4%
4	7.18.24 11:52:30	72	24	64,3	7,1	28,6	90,0%
5	7.18.24 12:33:20	73	25	38,5	7,7	53,8	83,3%
6	7.18.24 13:34:33	74	26	50,0	8,3	41,7	85,7%
7	7.18.24 14:22:45	75	26	53,8	0,0	46,2	100,0%
8	7.19.24 9:41:58	73	25	57,1	14,3	28,6	80,0%
9	7.19.24 10:25:47	74	26	50,0	0,0	50,0	100,0%
10	7.19.24 12:06:38	75	27	61,5	0,0	38,5	100,0%
11	7.19.24 12:51:21	76	27	36,4	9,1	54,5	80,0%
12	7.19.24 13:55:28	77	28	30,8	38,5	30,8	44,4%
13	7.19.24 14:50:12	78	29	50,0	14,3	35,7	77,8%
14	7.25.24 10:48:29	67	21	57,1	0,0	42,9	100,0%
15	7.25.24 12:13:29	69	23	66,7	13,3	20,0	83,3%
16	7.25.24 13:32:39	70	23	71,4	0,0	28,6	100,0%
17	7.25.24 14:26:47	70	23	33,3	13,3	53,3	71,4%
18	7.25.24 15:02:32	71	24	30,8	30,8	38,5	50,0%
19	7.25.24 15:31:26	71	24	72,7	0,0	27,3	100,0%
20	7.26.24 11:25:36	72	24	71,4	7,1	21,4	90,9%
21	7.26.24 12:11:26	72	24	42,9	21,4	35,7	66,7%
22	7.26.24 13:33:34	72	24	46,2	15,4	38,5	75,0%
23	7.26.24 14:11:02	73	24	53,3	13,3	33,3	80,0%
24	7.26.24 16:13:20	74	25	40,0	33,3	26,7	54,5%
25	8.1.24 14:55:28	77	28	50,0	14,3	35,7	77,8%
26	8.1.24 16:01:12	77	28	60,0	6,7	33,3	90,0%
27	8.2.24 12:39:44	71	24	60,0	20,0	20,0	75,0%
28	8.2.24 14:08:52	73	24	53,3	13,3	33,3	80,0%
29	8.2.24 15:16:03	73	25	46,7	33,3	20,0	58,3%
Durchschnitt				50,5	12,8	36,7	80,0%

*Eigene Darstellung mit eigenen Ergebnissen*

Der Unterschied zwischen Wasserbetten und Gummimatten lagen für den durchschnittlichen Anteil liegender Tiere in Boxen bei 17,1 Prozentpunkten, wobei Wasserbetten mit 50,5 % den höheren Anteil ausweisen. Bei stehenden Tieren in der Box zeigen Gummimatten durchschnittlich höhere Anteile mit 24,4%. Die Differenz beträgt 11,6 Prozentpunkte. Außerhalb der Boxen hielten sich bei Gummimatten durchschnittlich 42,2 % der Tiere auf, der Anteil ist 5,5 Prozentpunkte höher als bei Wasserbetten.

Es hielten sich durchschnittlich 63,3 % der Tiere in den Boxen mit Wasserbetten auf, von diesen Tieren lagen durchschnittlich, wie zuvor erwähnt, 50,5 %. Daraus resultiert ein LKI von durchschnittlich 80% und erreicht damit genau den Zielwert. Zu den einzelnen Beobachtungszeitpunkten wurde 17 mal der Zielwert erreicht oder überschritten. Das entspricht rund 58,6 % der Fälle.

Tabelle 11 zeigt die Ergebnisse des Vergleiches zur Häufigkeit der höheren Anteile der Aufenthaltsorte. Dafür wurden die Beobachtungszeiträume von Tabelle 8 und Tabelle 10 verglichen. Beobachtungszeiträume mit der gleichen Nummer wurden verglichen, da Zeitpunkt und THI vergleichbar sind. In 82,8 % der Vergleiche hatten Wasserbetten einen höheren Anteil an Tieren, die in den Boxen liegen. Ebenfalls in 82,8 % der Vergleiche standen prozentual mehr Tiere in den Boxen mit Gummimatten. In 62,1 % der Vergleiche hielten sich, in der Gummimattengruppe, anteilig mehr Kühe außerhalb der Boxen auf.

*Tabelle 11 Vergleich der Häufigkeit der höheren Anteile der Aufenthaltsorte von Kühen zwischen Wasserbetten (W) und Gummimatten (G)*

	in Box liegend		in Box stehend		nicht in Box	
	G	W	G	W	G	W
Ergebnis Summe	3	24	24	4	18	11
Ergebnis Anteil	10,3%	82,8%	82,8%	13,8%	62,1%	37,9%

*Eigene Darstellung mit eigenen Ergebnissen*

Des Weiteren ergaben sich, in 86,2 % der Vergleiche, höhere Werte für den LKI bei Wasserbetten. Die Auswertung ist in Tabelle 12 festgehalten.

Im Vergleich der durchschnittlichen LKI-Werte erzielten Wasserbetten den höheren Wert mit 80 %. Wasserbetten und Gummimatten trennt eine Differenz von 22 Prozentpunkten.

*Tabelle 12 Vergleich der Häufigkeit der höheren LKI-Werte zwischen Wasserbetten (W) und Gummimatten (G)*

	LKI	
	G	W
Ergebnis Summe	4	25
Ergebnis Anteil	13,8%	86,2%

*Eigene Darstellung mit eigenen Ergebnissen*

In der Wasserbettengruppe wurden zu 6 Beobachtungszeitpunkten Tiere beim Liegen auf Laufflächen beobachtet, keines von Ihnen trug ein Pedometer und wurde dadurch zusätzlich erfasst. Tabelle 13 zeigt, dass 3 Tiere in unterschiedlichen Häufigkeiten auf Laufflächen lagen. Es wurden insgesamt 752 Beobachtungen, von Tieren mit Pedometer, zu den Aufenthaltsorten der Tiere auf Wasserbetten erfasst. Eine statistische Einordnung ist kaum möglich, da die Tiere ohne Pedometer nicht dauerhaft beobachtet wurden, sondern nur erfasst wurden, wenn sie auf Laufflächen lagen. In Betrachtung aller beobachteten auf Laufflächen liegenden Tieren, traten rund 96,4 % der 170 Beobachtungen in der Gummimattengruppe auf.

*Tabelle 13 liegende Tiere auf Laufflächen in der Wasserbettengruppe*

	Nummer	Häufigkeit
1	8911	2
2	9648	3
3	90411	1

*Eigene Darstellung mit eigenen Ergebnissen*

#### **4.3.2 Aufenthaltsorte und LKI zu C&M**

Tabelle 14 zeigt die Ergebnisse mit C&M zu den Aufenthaltsorten der Kühe, inklusive der Ergebnisse des Vergleichs der höheren Anteile zu den jeweiligen Beobachtungszeitpunkten. Für die Gummimatten wurde ein durchschnittlicher Anteil von 42,1 % für liegende Tiere in Boxen ermittelt. Das Minimum lag bei 25,0 % und das Maximum bei 53,4 %. Die Differenz zwischen Maximum und Minimum beträgt 28,4 Prozentpunkte.

Auf Wasserbetten lagen durchschnittlich 54,5 % der Tiere in den Boxen. Minimal wurden 36,8 % und maximal 63,4 % erreicht. Die Differenz betrug 26,6 Prozentpunkte.

Wasserbetten erreichen im Vergleich zu Gummimatten einen um 12,4 Prozentpunkte höheren Anteil liegender Tiere in Boxen. Außerdem erreichten Wasserbetten in 90 % der Vergleiche einen höheren Anteil liegender Tiere in Boxen.

Tabelle 14 Auswertung und Vergleich von Wasserbetten (W) und Gummimatte (G) zu Aufenthaltsorten der Kühe

Nr.	Typ	Zeitpunkt	THI	Stalltemp.	in Box liegend Anteil in %	in Box stehend Anteil in %	nicht in Box Anteil in %	Auswertung höherer Anteile						
								in Box liegend G	W	in Box stehend G	W	nicht in Box G	W	
1	G	20.06.24 16:48:00	71	24	42,2	15,6	42,2	0		0		1		
1	W	20.06.24 14:56:00	71	24	59,4	15,6	25,0		1		0		0	
2	G	26.06.24 15:54:00	80	30	45,2	8,2	46,6	1		1		1		
2	W	26.06.24 16:06:00	80	30	36,8	23,7	39,5		0		0		0	
3	G	27.06.24 12:38:00	79	29	25,0	14,3	60,7	0		1		1		
3	W	27.06.24 14:16:00	80	29	48,1	21,0	30,9		1		0		0	
4	G	04.07.24 12:06:00	68	21	43,5	10,1	46,4	0		1		1		
4	W	04.07.24 12:46:00	67	21	63,4	15,9	20,7		1		0		0	
5	G	05.07.24 13:51:00	68	22	34,3	13,4	52,2	0		0		1		
5	W	05.07.24 13:40:00	68	23	51,2	11,0	37,8		1		1		0	
6	G	18.07.24 11:29:00	72	24	43,1	11,1	45,8	0		0		1		
6	W	18.07.24 11:42:00	72	24	54,2	8,4	37,3		1		1		0	
7	G	19.07.24 09:53:00	75	26	41,0	9,0	50,0	0		0		1		
7	W	25.07.24 10:59:00	68	22	63,1	2,4	34,5		1		1		0	
8	G	25.07.24 10:38:00	68	21	53,4	5,5	41,1	0		1		1		
8	W	26.07.24 11:37:00	71	24	59,0	10,3	30,8		1		0		0	
9	G	26.07.24 11:45:00	72	24	46,8	10,4	42,9	0		1		1		
9	W	01.08.24 14:50:00	77	28	54,2	18,1	27,8		1		0		0	
10	G	02.08.24 12:10:00	71	23	46,3	11,9	41,8	0		1		1		
10	W	02.08.24 12:52:00	72	24	55,3	15,8	28,9		1		0		0	
Durchschnitt G					42,1	11,0	47,0	1	9	6	3	10	0	Ergebnis Summe Ergebnis Anteil
Durchschnitt W					54,5	14,2	31,3	10%	90%	60%	30%	100%	0%	

Eigene Darstellung mit eigenen Ergebnissen

Für stehende Tiere in Boxen erreichten Gummimatten durchschnittlich 11,0 %, das Minimum lag bei 5,5 %, das Maximum bei 15,6 %. Die Differenz beider Werte betrug 10,1 Prozentpunkte.

Auf Wasserbetten standen durchschnittlich 14,2 % der Tiere, mindestens 2,4 % der Tiere und Maximal 23,7 %. Die Differenz betrug 21,3 %

Im Vergleich hatten Gummimatten durchschnittlich 3,2 Prozentpunkte weniger stehende Tiere in den Boxen. Im Vergleich der Beobachtungszeitpunkte hatten Gummimatten in 60% der Fälle einen geringeren Anteil stehender Tiere in den Boxen.

Durchschnittlich hielten sich in der Gummimattengruppe 47,0 % der Tiere nicht in den Boxen auf. Minimal waren es 41,1 % und maximal 60,7% der Tiere.

Für die Wasserbettengruppe lag der durchschnittliche Anteil bei 31,3 %. Mindestens waren 20,7 % und maximal 39,5 %. Der durchschnittliche Anteil stehender Kühe war bei Wasserbetten durchschnittlich 15,7 Prozentpunkte geringer. In der Wasserbettengruppe hielten sich, im Vergleich der Beobachtungszeitpunkte, in 100% der Vergleiche weniger Tiere außerhalb der Boxen auf.

Außerdem, wie in Tabelle 15 ablesbar, lagen in der Gummimattengruppe durchschnittlich 3,5 Tiere auf Laufflächen. Bei Wasserbetten wurde zu den Beobachtungszeitpunkten mit C&M keine Tiere beobachtet, die auf Laufflächen lagen. Durchschnittlich lagen in der Gummimattengruppe 5,0 % der Tiere auf Laufflächen. Es wurden zu den Beobachtungszeitpunkten mindestens 3,0 % und maximal 7,8% der Tiere, beim Liegen auf Laufflächen beobachtet.

Tabelle 15 Aufenthaltsorte der Kühe und Anteil der liegenden Tiere auf Laufflächen bei Gummimatten (G)

Nr.	Typ	Datum	Uhrzeit	THI	Stalltemp.	Fressgitter	Futtergang	Boxengang	Box mit 2 Beine	Box mit 4 Beine	Liegen in Box	Liegen auf Lauffläche	Liegen auf Lauffläche
1	G	20.06.24	16:48:00	71	24	18	1	3	9	1	27	5	7,8%
2	G	26.06.24	15:54:00	80	30	10	5	16	6	0	33	3	4,1%
3	G	27.06.24	12:38:00	79	29	25	0	7	8	0	14	2	3,6%
4	G	04.07.24	12:06:00	68	21	22	4	3	7	0	30	3	4,3%
5	G	05.07.24	13:51:00	68	22	24	5	4	9	0	23	2	3,0%
6	G	18.07.24	11:29:00	72	24	24	2	4	8	0	31	3	4,2%
7	G	19.07.24	09:53:00	75	26	29	4	2	7	0	32	4	5,1%
8	G	25.07.24	10:38:00	68	21	23	1	2	4	0	39	4	5,5%
9	G	26.07.24	11:45:00	72	24	21	5	2	8	0	36	5	6,5%
10	G	02.08.24	12:10:00	71	23	19	3	2	8	0	31	4	6,0%
Durchschnitt												5,0%	

Eigene Darstellung mit eigenen Ergebnissen

Die Ergebnisse zum LKI sind in Tabelle 16 für Gummimatten und in Tabelle 17 für Wasserbetten festgehalten. Für Gummimatten wurde ein durchschnittlicher LKI von 71,0 % festgestellt. Das Minimum lag bei 61,5 % und das Maximum bei 83,7%. Für Wasserbetten betrug der durchschnittliche LKI 80,6 %. Das Minimum war 66,0% und das Maximum 92,7 %. Der durchschnittliche LKI von Wasserbetten lag um 9,6 Prozentpunkte höher als der von Gummimatten. Wasserbetten hatten im Vergleich der Beobachtungszeitpunkte in 80,0 % der Vergleiche einen höheren LKI als Gummimatten.

Tabelle 16 LKI der Gummimatten (G)

Nr.	Typ	Zeitpunkt	THI	LKI
1	G	20.06.24 16:48:00	71	65,4%
2	G	27.06.24 12:38:00	79	62,2%
3	G	04.07.24 12:06:00	68	61,5%
4	G	05.07.24 13:51:00	68	74,4%
5	G	18.07.24 11:29:00	72	65,8%
6	G	19.07.24 09:53:00	75	70,5%
7	G	25.07.24 10:38:00	68	83,7%
8	G	26.07.24 11:45:00	72	78,3%
9	G	02.08.24 12:10:00	71	77,5%
Durchschnitt				71,0%

Eigene Darstellung mit eigenen Ergebnissen

Tabelle 17 LKI der Wasserbetten (W)

Nr.	Typ	Zeitpunkt	THI	LKI
1	W	20.06.24 14:56:00	71	70,6%
2	W	27.06.24 14:16:00	80	66,0%
3	W	04.07.24 12:46:00	67	79,0%
4	W	05.07.24 13:40:00	68	86,0%
5	W	18.07.24 11:42:00	72	84,3%
6	W	25.07.24 10:59:00	68	92,7%
7	W	26.07.24 11:37:00	71	92,0%
8	W	01.08.24 14:50:00	77	76,7%
9	W	02.08.24 12:52:00	72	77,8%
Durchschnitt				80,6%

Eigene Darstellung mit eigenen Ergebnissen

Tabelle 18 Vergleich der Häufigkeit der höheren LKI-Werte zwischen Wasserbetten (W) und Gummimatten (G) zu C&M

LKI	in Box liegend	
	G	W
Ergebnis Summe	1	8
Ergebnis Anteil	10%	80%

Eigene Darstellung mit eigenen Ergebnissen

### 4.3.3 Technopathien und Sauberkeit der Tiere

Die Abbildungen 14 und 15 zeigen die Auswertungen zu den beobachteten Technopathien an je 20 Versuchstieren der Gruppen.

An den Tarsalgelenken hatten Tiere beider Gruppen haarlose Stellen. Bei Gummimatten traten bei 65% der Tiere haarlose Stellen am Tarsalgelenk auf, bei Wasserbetten kam es in 80 % der beobachteten Tiere vor. 25 % der Tiere auf Gummimatten hatten Umfangserweiterungen an den Tarsalgelenken.

An den Kniegelenken wiesen 45%, der Versuchstiere auf Gummimatten, haarlose Stellen auf. Bei Wasserbetten wurden keine haarlosen Stellen an den Kniegelenken festgestellt.

Abbildung 14 Auswertung Technopathien bei Gummimatten

Name	Wert (Ngesamt = 20)	Bewertung / Schwachstelle
Tarsalgelenk haarlose Stelle	65% = 13 von 20 (Richtw.: 15%)	<input type="checkbox"/>
Tarsalgelenk hautlose Stelle	0% = 0 von 20 (Richtw.: 5%)	<input type="checkbox"/>
Tarsalgelenk Umfangsvermehrung	25% = 5 von 20 (Richtw.: 5%)	<input type="checkbox"/>
Tarsalgelenk Umfangsvermehrung offen	0% = 0 von 20 (Richtw.: 0%)	<input type="checkbox"/>
Knie haarlose Stelle	45% = 9 von 20 (Richtw.: 5%)	<input type="checkbox"/>
Knie hautlose Stelle	0% = 0 von 20 (Richtw.: 0%)	<input type="checkbox"/>
Wirbelsäule Umfangsvermehrung	60% = 12 von 20 (Richtw.: 0%)	<input type="checkbox"/>
Wirbelsäule Umfangsvermehrung offen	0% = 0 von 20 (Richtw.: 0%)	<input type="checkbox"/>
Widerrist haarlose Stelle	20% = 4 von 20 (Richtw.: 5%)	<input type="checkbox"/>
Widerrist hautlose Stelle	0% = 0 von 20 (Richtw.: 0%)	<input type="checkbox"/>
Widerrist Umfangsvermehrung	0% = 0 von 20 (Richtw.: 0%)	<input type="checkbox"/>
Wamme haarlose Stelle	5% = 1 von 20 (Richtw.: 2%)	<input type="checkbox"/>
Karpalgelenk haarlose Stelle	20% = 4 von 20 (Richtw.: 15%)	<input type="checkbox"/>
Karpalgelenk hautlose Stelle	0% = 0 von 20 (Richtw.: 0%)	<input type="checkbox"/>

Eigene Beobachtung erfasst und dargestellt mit C&M

Abbildung 15 Auswertung Technopathien bei Wasserbetten

Name	Wert (Ngesamt = 20)	Bewertung / Schwachstelle
Tarsalgelenk haarlose Stelle	80% = 16 von 20 (Richtw.: 15%)	<input type="checkbox"/>
Tarsalgelenk hautlose Stelle	0% = 0 von 20 (Richtw.: 5%)	<input type="checkbox"/>
Tarsalgelenk Umfangsvermehrung	0% = 0 von 20 (Richtw.: 5%)	<input type="checkbox"/>
Tarsalgelenk Umfangsvermehrung offen	0% = 0 von 20 (Richtw.: 0%)	<input type="checkbox"/>
Knie haarlose Stelle	0% = 0 von 20 (Richtw.: 5%)	<input type="checkbox"/>
Knie hautlose Stelle	0% = 0 von 20 (Richtw.: 0%)	<input type="checkbox"/>
Wirbelsäule Umfangsvermehrung	30% = 6 von 20 (Richtw.: 0%)	<input type="checkbox"/>
Wirbelsäule Umfangsvermehrung offen	0% = 0 von 20 (Richtw.: 0%)	<input type="checkbox"/>
Widerrist haarlose Stelle	25% = 5 von 20 (Richtw.: 5%)	<input type="checkbox"/>
Widerrist hautlose Stelle	0% = 0 von 20 (Richtw.: 0%)	<input type="checkbox"/>
Widerrist Umfangsvermehrung	0% = 0 von 20 (Richtw.: 0%)	<input type="checkbox"/>
Wamme haarlose Stelle	0% = 0 von 20 (Richtw.: 2%)	<input type="checkbox"/>
Karpalgelenk haarlose Stelle	0% = 0 von 20 (Richtw.: 15%)	<input type="checkbox"/>
Karpalgelenk hautlose Stelle	0% = 0 von 20 (Richtw.: 0%)	<input type="checkbox"/>

Eigene Beobachtung erfasst und dargestellt mit C&M

Die Tiere Beider Gruppen wiesen Umfangsvermehrungen, von 30% bei Wasserbetten und 60% bei Gummimatten, an der Wirbelsäule auf.

Haarlose Stellen wurden am Widerrist bei 25% der Versuchstiere auf Wasserbetten, sowie 20% bei Versuchstieren auf Gummimatten festgestellt.

5% der Tiere auf Gummimatten wiesen haarlose Stellen an der Wamme auf.

Die Darstellung der Ergebnisse, zu den Karpalgelenken durch C&M, ist in Abbildung 14 und Abbildung 15 abgeschnitten. Es lagen Beobachtungen zu haarlosen Stellen, hautlosen Stellen und Umfangsvermehrungen vor. Bei Gummimatten traten bei 20% der Tiere haarlose Stellen auf, bei Wasserbetten keine. Außerdem traten bei 5% der Tiere auf Gummimatten Umfangserweiterungen auf. Bei Wasserbetten waren keine Besonderheiten an den Karpalgelenken festzustellen.

Mit C&M wurde auch die Liegeboxenpflege beobachtet, siehe Anhang 6, in lediglich 4% der Boxen war die Einstreu lückenlos, in 56,5% lückenhaft und in 34,8% war sie vereinzelt.

Für die Bewertung wurde durch C&M ein Score berechnet. Dazu wurden je Gruppe die gleichen 20 Tiere wie für die Technopathien bewertet (1=sauber, 6 = starke Klutenbildung). Lediglich die Tiere auf Wasserbetten erreichten, bei der Bewertung der Hinterhand, einen Wert, der den Zielwert nicht überschritt. In allen anderen Bereichen lagen beide Gruppen über den Zielwerten. Die Tiere der Wasserbetten erreichten in jedem Bereich einen niedrigeren Score als die Tiere auf Gummimatten. Beide Gruppen hatten die stärksten Verschmutzungen an den Schwanzquasten. An zweiter Stelle kamen jeweils die Unterbeine.

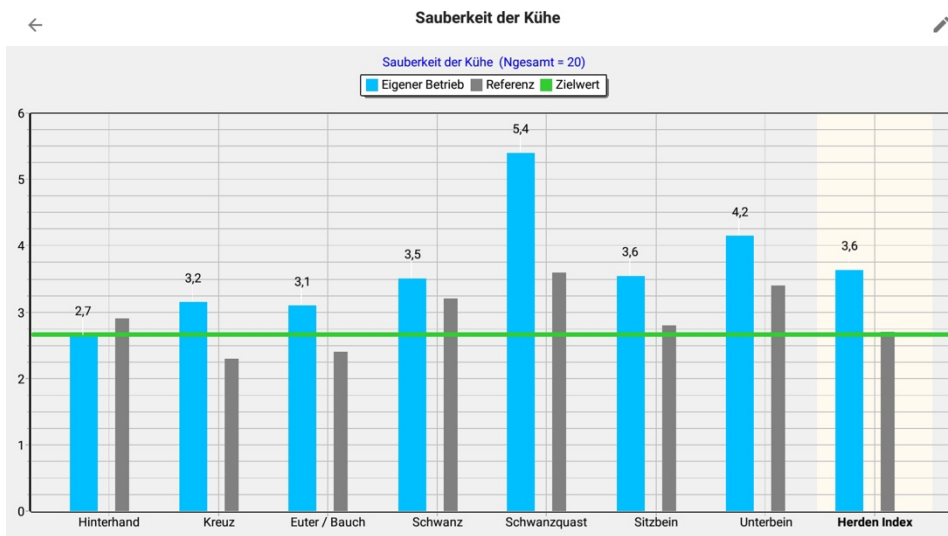
Abbildung 16 Auswertung Sauberkeit der Tiere bei Gummimatten



Eigene Beobachtung erfasst und dargestellt mit C&M



Abbildung 17 Auswertung der Sauberkeit der Tiere bei Wasserbetten



Eigene Beobachtung erfasst und dargestellt mit C&M

## 5 Diskussion Vergleich Wasserbetten und Gummimatten

Im Versuch wurden unterschiedlichen Methoden genutzt, um das Liegeverhalten der Tiere bewerten zu können. Die Auswertungen der Liegezeiten ergab, dass die Kühe in der Gruppe mit Wasserbetten als Liegematten, durchschnittlich 10,5 Stunden am Tag lagen. Auf Gummimatten lagen die Tiere durchschnittlich 9,2 Stunden. Das entspricht einer Differenz von 1,3 Stunden. Die durchschnittliche Liegezeit von Kühen auf Wasserbetten war an jedem betrachteten Tag höher als die von Kühen auf Gummimatten.

Tiere auf Wasserbetten lagen täglich durchschnittlich mindestens 7,9 Stunden, bei Gummimatten betrug die durchschnittliche kürzeste tägliche Liegezeit 5,7 Stunden. Die Tiere mit der kürzesten täglichen Liegezeit auf Wasserbetten lagen demzufolge 2,2 Stunden länger als die Tiere auf Gummimatten.

Die längsten durchschnittlichen täglichen Liegezeiten unterschieden sich um 18 Minuten. Wasserbetten hatten mit 13,7 Stunden 2,2 % höhere Ergebnisse für die längsten durchschnittlichen täglichen Liegezeiten.

Die maximalen täglichen Liegezeiten waren 14,6 Stunden für Gummimatten und 14,5 Stunden für Wasserbetten. Diese Ergebnisse unterstützen die Ergebnisse der Studie von (Tucker, et al., 2004), in welcher die täglichen Liegezeiten von 9,4 - 14,7 Stunden festgestellt wurden.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Differenz, der durchschnittlich höchsten täglichen Liegezeit und die der durchschnittlich kürzesten täglichen Liegezeit, bei Wasserbetten mit 5,8 Stunden um 1,4 Stunden kleiner ist als die 7,2 Stunden bei Gummimatten.

Die Anzahl der durchschnittlichen täglichen Liegeperioden fiel bei Wasserbetten geringer aus als bei Gummimatten. Tiere auf Wasserbetten erreichten täglich durchschnittlich 8,9 Liegeperioden, Tiere auf Gummimatten hingegen 9,5 Perioden. Für Wasserbetten beträgt die durchschnittliche Differenz der kürzesten täglichen und längsten täglichen Liegeperiode 6,8 Perioden. Bei Gummimatten sind es 14,8 Perioden.

Ziel ist es, eine lange Liegedauer je Periode zu erreichen, da das Tier somit eine längere Zeit am Stück liegt, sich ausruhen sowie wiederkäuen kann und den Energieverbrauch für Aufstehen und Stehen minimiert. Für Wasserbetten wurde die durchschnittliche Dauer einer Liegeperiode von 72 Minuten ermittelt. Damit ist eine durchschnittliche Liegeperiode auf Wasserbetten 9,7 Minuten länger gewesen als eine auf Gummimatten mit 62,3 Minuten. Die Differenz der kleinsten und größten Durchschnittszeiten einer Liegeperiode fiel bei Wasserbetten mit 53,8 Minuten um 18 Minuten geringer aus als bei Gummimatten mit 71,8 Minuten. Eine Liegeperiode auf Wasserbetten war

durchschnittlich mindestens 48,5 Minuten lang. Die durchschnittlich kürzeste Liegeperiode bei Wasserbetten lag bei 31,0 Minuten. Die durchschnittlich kürzeste zu erwartende Liegeperiode ist auf Wasserbetten demzufolge 17,5 Minuten länger als auf Gummimatten. Die längste Liegeperiode auf Wasserbetten war 115,7 Minuten (rund 1,92 Stunden) und die für Gummimatten 118,6 Minuten (rund 1,98 Stunden) lang. Die durchschnittlichen Längen der Liegeperioden passen ebenfalls zu den Ergebnissen von (Tucker, et al., 2004). Die maximalen Längen von knapp 2 Stunden je Liegeperiode übersteigen die Angaben von 0,9 – 1,4 Stunden je Liegeperiode von (Tucker, et al., 2004).

Die Ergebnisse der maximalen täglichen Liegezeiten und die der maximalen Liegeperiodendauer zeigen, dass es Tiere gibt, welche unabhängig von der Liegematte die tägliche Liegezeit maximieren.

Aufgrund von Ausreißern wird für die tägliche Schrittzahl der Median verglichen. Tiere der Wasserbettengruppe legten im Median täglich durchschnittlich 881,4 Schritte zurück. Tiere der Gummimattengruppe erreichten täglich durchschnittlich 62,7 Schritte mehr und liefen 944,1 Schritte. Wohin die Tiere sich bewegten, in der Zeit, die sie weniger lagen als die Tiere der Wasserbettengruppe, wurde nicht erfasst.

Für die Auswertung der Beobachtungen ist die Methode wichtig. Für die Zeitpunkte der Beobachtungen mit SB sowie C&M lagen vergleichbare durchschnittliche THI-Werte im mäßigen Hitzestressbereich vor. Mit der SB-Methode wurden die Tiere beobachtet, welche ein Pedometer trugen. Das entsprach rund 15 % der jeweiligen Gruppe. Mit der SB-Methode wurden im Verlauf je Gruppe mehr als 700 Einzeltierdaten erfasst. Mit der C&M-Methode wurde zu jedem Zeitpunkt die gesamte Gruppe betrachtet, um das Liegeverhalten zu bonitieren. Allerdings beschränkt sich der Datensatz auf 10 Beobachtungen je Gruppe. Die C&M-Methode wurde nur einmal täglich angewandt. Daher ist das Ergebnis sehr spezifisch für den Zeitpunkt der Bonitur.

Aufgrund dessen, dass die Pedometer nur verwertbare Daten zu 5 Tagen liefern konnten und diese nicht den Einzeltieren zugeordnet werden konnten, sind die Daten aus den Bonituren, der SB- bzw. C&M-Methode, die einzigen verfügbaren. Für eine höhere Aussagekraft der Daten wären größere Datensätze wünschenswert. Zur Auswertung werden die Ergebnisse beider Methoden gegenübergestellt.

In der Gummimattengruppe lagen durchschnittlich 33,4 % (erfasst mit SB) bzw. 42,1 % (erfasst mit C&M) der Tiere in den Liegeboxen. Für die Wasserbettengruppe lag der Anteil zwischen 50,5 % (SB) und 54,5% (C&M). Wasserbetten hatten mit beiden Methoden, im Vergleich der Beobachtungszeiträume, in über 80% der Vergleiche einen höheren Anteil an liegenden Tieren in den Liegeboxen. Mit SB wurde in 82,8 % und mit C&M in 90,0 % der Vergleiche die Gummimatte übertroffen. Mit der SB-Methode standen in 82,8 % der Vergleiche, der Beobachtungszeiträume für stehende Tiere in den Boxen, prozentual mehr Tiere in den Boxen mit Gummimatten. Hingegen mit C&M in 60 % der Fälle Gummimatten den niedrigeren Anteil auswiesen. Bei Vergleichen, zu Tieren, die sich nicht in Liegeboxen aufhielten, wiesen Gummimatten in 62,1 % (SB) und in 100% (C&M) der Vergleiche höhere Anteile auf. Im Vergleich zu den Ergebnissen von (Wagner-Storch, et al., 2003) konnten höhere durchschnittliche Anteile liegender Tiere für Liegeboxen mit Wasserbetten festgestellt werden.

Es wurden 170 mal Tiere beobachtet die auf den Laufflächen lagen. 23 der Tiere waren Tiere der Gummimattengruppe, 3 Tiere waren aus der Wasserbettengruppe. In 96,4% der Beobachtungen waren es Tiere aus der Gummimattengruppe, die auf den Laufflächen lagen. Das Liegen auf Laufflächen war auch außerhalb der Versuchsgruppen zu beobachten. Im gesamten Stall lagen immer wieder Tiere auf den Laufflächen. Die Zahlen zu den anderen Gruppen wurden nicht erfasst. In der Wasserbettengruppe scheint das Problem höchstens vereinzelt aufzutreten. Vermutlich tritt es noch auf, da die Tiere das Verhaltensmuster noch nicht abgelegt haben.

Der durchschnittliche LKI für Gummimatten betrug 58 % (SB) bzw. 71% (C&M) und bei Wasserbetten 80,0 % (SB) und 80,6 % (C&M). Der durchschnittliche LKI von 80,0 % für Wasserbetten wurde bei SB in 58,6 % der Beobachtungszeitpunkte erreicht oder übertroffen. Im Vergleich der Beobachtungszeitpunkte übertraf der LKI der Wasserbetten in 86,2 % (SB) bzw. in 80,0 % (C&M) der Vergleiche den LKI der Gummimatten.

Wasserbetten weisen höhere Anteile liegender Tiere in Boxen sowie höhere LKI-Werte als Gummimatten aus. Des Weiteren haben Wasserbetten auch im Vergleich zu gleichen Zeitpunkten und gleichen Bedingungen höhere Anteile für liegende Tiere in den Boxen erreicht. Der durchschnittliche LKI von über 80% bei Wasserbetten erreicht den Zielwert im Gegensatz zu dem der Gummimatten.

Die geringe Streuung der Werte der verschiedenen Methoden könnte darauf hindeuten, dass, der LKI und der Anteil der liegenden Tiere, Wasserbetten generell eine geringe Streuung der Werte aufweisen.

Die Ergebnisse zu Technopathien von (Fulwider, et al., 2007) zeigten, dass Tiere auf Wasserbetten weniger Läsionen haben und vor allem weniger schwere. Im Versuch wurden weniger Läsionen und weniger schwere Läsionen an Tieren aus der Wasserbettengruppe festgestellt. Dennoch überschritten sie immer die Richtwerte aus C&M. Das Unterschreiten des Richtwerts muss für Landwirtschaftsbetriebe das Ziel sein.

Die Umfangsvermehrungen, von 30% bei Wasserbetten und 60% bei Gummimatten, an der Wirbelsäule sind vermutlich auf bei Liegeboxenbügel zurückzuführen. Tiere haben vermutlich im Bereich der Wirbelsäule mehr Kontakt zum Liegeboxenbügel. Das führt zu Druckstellen und Umfangsvermehrungen. Der Grund, für mehr Kontakt mit den Liegebügeln, kann die teilweise schmalere Boxenbreite sein. Es wäre auch möglich, dass die Tiere sich auf Wasserbetten zentraler in der Box ablegen und somit den Kontakt zu den Bügeln mindern. Das kann mit den vorhandenen Daten nicht weiter untersucht werden.

Die haarlosen Stellen am Widerrist in beiden Gruppen deutet auf falsch eingestellte Nackenrohre hin. Das kann die Nackenrohre am Futtertisch sowie die der Liegeboxen betreffen. Tiere reiben beim Versuch Futter zu erreichen oder beim Abliegen in der Box an der Begrenzung.

Haarlose Stellen an der Wamme traten bei der Gummimattengruppe auf und können durch das Strecken des Halses am Futtertisch entstehen. Wenn Tiere versuchen entferntes Futter zu erreichen reibt die Wamme an der Futtertischkante.

Die Karpalgelenke werden beim Abliegen der Kuh stark belastet. Schwellungen der Karpalgelenke traten bei 5% der Tiere auf Gummimatten auf und lassen vermuten, dass das Abfedern, des Stoßes auf die Karpalgelenke, beim Abliegen auf Gummimatten mangelhaft ist. Gleiches gilt für das Tarsalgelenk. Beim Tarsalgelenk traten in der Gummimattengruppe bei 25% der Tiere Umfangsvermehrungen auf.

Die haarlosen Stellen, bei 20% der Tiere auf Gummimatten, an den Karpalgelenken und die haarlosen Stellen, bei 45% der Tiere auf Gummimatten, an den Kniegelenken könnten vom Abliegen und die haarlosen Stellen an den Tarsalgelenken, bei Tieren beider Gruppen, vom Aufstehen stammen. Vermutlich erzeugt das mangelhafte Einstreuen hier den gleichen abrasiven Effekt wie ihn (Galvão & Eizenberg, 2024) beschrieben haben.

Ein weiteres Indiz dafür ist die mangelnde Sauberkeit der Tiere beider Gruppen. Das zeigt zusätzlich zu der mangelhaften Boxenpflege, dass die Laufflächen stark verschmutzt sind, da die Tiere im Liegen die Schwanzquasten verschmutzen, wenn sie diesen auf den Laufflächen ablegen.

Die mangelhafte Boxenpflege kann nicht nur zu Läsionen führen, sondern auch zu einer sinkenden Liegeboxtoleranz bei den Tieren. Dies hemmt die Tiere die Liegebox zu betreten oder sich nach dem Betreten abzulegen.

## 6 Fazit

Für alle Tiere des Versuchs lagen vergleichbare Voraussetzungen, in Bezug auf Stallklima, Futterration, Melk- und Fütterungszeiten und Leistungsniveau, vor, daher ist davon auszugehen, dass die erzielten Ergebnisse auf die Liegematten der jeweiligen Gruppe zurückzuführen sind. Das Alter von 5 Jahren sollte die Ergebnisse der Gummimatten nicht signifikant beeinflusst haben, da im DLG-Prüfbericht (DLG e.V. Testzentrum Technik & Betriebsmittel, 2016) an der Unterseite im Dauerbelastungstest kein nennenswerter Verschleiß sowie keine bleibende Verformung festgestellt werden konnte. Die defekte Ventilation in der Wasserbettengruppe könnte die Ergebnisse zum Teil negativ beeinflusst haben, da die Belastung durch Hitzestress für die Tiere der Wasserbettengruppe tendenziell höher gewesen sein könnte. Der Einfluss der Luftgeschwindigkeit wurde im Versuch nicht erfasst und kann daher nur gemutmaßt werden. Die Haltungsbedingungen während des Versuchs waren zwischen den Gruppen vergleichbar, allerdings lassen die Ergebnisse, zu den Technopathien und der Sauberkeit der Tiere sowie die zur Liegeboxenpflege, vermuten, dass das Potenzial der Liegematten nicht ausgenutzt wurde und höhere Anteile an liegenden Tieren in den Liegeboxen, höhere LKI-Werte, längere Liegezeiten, weniger und längere Liegeperioden sowie weniger Technopathien erreicht werden können. Des Weiteren sprechen die Ergebnisse von (Cook, et al., 2007) dafür, dass mit dem ermittelten durchschnittlichen THI die Ergebnisse des Versuchs nicht das maximale Potenzial der Liegematten zeigen.

Die Ergebnisse des Versuchs haben die erwartbaren Ergebnisse aus anderen Studien erreicht und teilweise übertroffen. Die Wasserbetten konnten die Ergebnisse von (Tucker, et al., 2004) bestätigen und die Werte der längsten Liegeperiode übertreffen. Die Gummimatten erreichten beispielsweise die Liegezeiten nach (Tucker, et al., 2004) von 9,4 bis 14,7 Stunden nicht. Die durchschnittliche Liegezeit für Gummimatten betrug 9,2 Stunden und liegt unter den Ergebnissen von (Tucker, et al., 2004). Wasserbetten übertrafen die Ergebnisse der Studie von (Wagner-Storch, et al., 2003). In den Studien von (Wagner-Storch, et al., 2003) wurden Anteile für liegende Tiere in den Boxen von 1.) 45,4 % und 2.) von 25,6 % gemessen (siehe Anhang 1). In der aktuellen Untersuchung erreichten Wasserbetten Anteile von 50,5 % (SB) und 54,5% (C&M). Im Vergleich der LKI-Werte zeigen die Ergebnisse von (Wagner-Storch, et al., 2003) 1.) 73,7 % und 76,19%. Auch hier übertrafen die Wasserbetten die Ergebnisse von (Wagner-Storch, et al., 2003) und erreichten 80,0 % (SB) und 80,6 % (C&M).

In den Beobachtungen zu der Liegedauer, der Anzahl der Liegeperioden, der Liegeperiodendauer, der anteilig liegenden Tieren, des LKI und zu Technopathien erreichten Wasserbetten bessere Werte als Gummimatten in Betrachtung des Liegekomforts. Der Liegekomfort ist ein wichtiger Baustein zur Bewertung des Tierwohls, wie bereits in 2.1 Wichtigkeit des Liegens beschrieben wurde. Wasserbetten haben demzufolge einen positiven höheren Einfluss auf das Tierwohl von Milchvieh als Gummimatten. Bemerkenswert ist auch, dass der Umstieg auf Wasserbetten ein fast komplett ausbleibendes Liegen auf Laufflächen zur Folge hatte.

Ein Einfluss der Leistungssteigerung wurde in den Untersuchungen nicht erfasst. Der Einfluss der Wasserbetten auf das Tierwohl lässt dennoch Leistungszuwachs erwarten. Die Milchleistung wird u.a. durch die aufgenommene Futtermenge, deren Zusammensetzung und der Verwertung des Futters beeinflusst. Längere Liegezeiten und längere Liegeperioden haben einen positiven Einfluss auf das Wiederkauverhalten der Tiere und beeinflusst durch die bessere Energieverwertung des Futters die Milchleistung positiv. Die Ergebnisse von (Šimková, et al., 2013) zeigten einen Milchleistungszuwachs von 17 % nach dem Wechsel der Liegematten von Gummimatten auf Wasserbetten.

Der Einfluss der Wasserbetten auf die Hitzestressbelastung der Tiere wurde nicht untersucht. Es besteht die Möglichkeit, dass die positiven Ergebnisse der Wasserbetten, zumindest teilweise auf eine höhere Toleranz des erwarteten Hitzestresses zurückzuführen sind. Die Tiere befanden sich während des Versuchs durchschnittlich in THI-Bereichen des mäßigen Hitzestress, da der Hitzestress nicht am Einzeltier erfasst wurde, können die Ergebnisse nicht auf diese Zusammenhänge geprüft werden.

Wie in 2.4.1 Die tierindividuelle Situation und in 2.4.2 Hitzestress beschrieben beeinflusst Hitzestress die Futteraufnahme und deren Verwertung, da Tiere, die unter Hitzestress leiden weniger fressen und weniger liegen. Dass die Tiere weniger fressen, hat zur Folge, dass sie weniger Energie über das Futter aufnehmen. Die abnehmenden Liegezeiten führen zu weniger effizientem Wiederkauen. Das weniger effiziente Wiederkauen führt dazu, dass weniger Energie aus dem aufgenommenen Futter gezogen werden kann.

Demzufolge würde eine höhere Hitzestresstoleranz die beschriebenen Prozesse positiv beeinflussen und somit auch Einfluss auf die Leistung nehmen.

Für zukünftige Untersuchungen könnte die Zielsetzung sein, den Einfluss der Wasserbetten auf die Hitzestresstoleranz der Tiere zu untersuchen.



Außerdem konnten weitere Punkte in dieser Untersuchung nicht abschließend geklärt werden. Unter anderen, warum Tiere unabhängig von der Liegematte ihre tägliche Liegezeit maximieren, obwohl der Durchschnitt der Gruppe deutliche Unterschiede im Liegekomfort erwarten lässt. Mit der Erkenntnis darüber könnten sich unter Umständen neue Blickwinkel auf die Tierhaltung ergeben.

## **7 Zusammenfassung**

In der Untersuchung wurden Wasserbetten mit Gummimatten verglichen. Dabei sollte herausgearbeitet werden, ob und in welchem Maß Wasserbetten einen Einfluss auf Tierwohl und Leistung haben.

Im Versuch wurden zwei Gruppen der gleichen Leistungsgruppe im gleichen Stall und gleichen Bedingungen untersucht. Eine der Gruppen hatte Wasserbetten als Liegematten und die andere Gummimatten. Um die Gleichheit der Bedingungen sicherzustellen, befanden sich die zwei Gruppen im gleichen Stallabschnitt, bekamen identisches Futter vom selben Futtertisch. Um die Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten, wurden die Klimabedingungen des Stalls festgehalten.

Unter durchschnittlich mäßigem Hitzestress zeigten die Wasserbetten längere durchschnittliche tägliche Liegezeiten, durchschnittlich weniger Liegeperioden, durchschnittlich längere Liegeperioden, einen durchschnittlichen höheren Anteil an liegenden Tieren in Liegeboxen, einen höheren LKI und weniger sowie weniger starke Technopathien. Außerdem stellte sich das Problem ein, dass Tiere auf den Laufflächen liegen.

Wasserbetten zeigten in diesem Versuch einen höheren Liegekomfort als Gummimatten, beeinflussten das Tierwohl positiv und lassen ebenso einen positiven Einfluss auf die Leistung erwarten.

## 8 Anhang

Anhang 1 Prozentuale Liegeboxenbelegung nach Liegeboxensystem je Stallabschnitt

	rubber mat	waterbed	MATR2	MATR1	concrete	sand	$\bar{x}$ <sup>4</sup>	S.E. <sup>5</sup>
100%SD (south) <sup>6</sup>								
Empty	34.7 <sup>c</sup>	38.2 <sup>b</sup>	15.5 <sup>e</sup>	11.7 <sup>f</sup>	61.2 <sup>a</sup>	19.8 <sup>d</sup>	29.3	0.5
Half-in-and-out	7.3 <sup>b</sup>	8.3 <sup>a</sup>	6.0 <sup>c</sup>	6.1 <sup>c</sup>	7.0 <sup>b</sup>	7.0 <sup>b</sup>	7.0	0.3
Lying	32.9 <sup>e</sup>	45.4 <sup>d</sup>	57.4 <sup>c</sup>	65.2 <sup>b</sup>	22.8 <sup>f</sup>	68.7 <sup>a</sup>	51.0	0.6
Standing	24.6 <sup>a</sup>	7.9 <sup>e</sup>	20.7 <sup>b</sup>	17.0 <sup>c</sup>	8.8 <sup>d</sup>	3.3 <sup>f</sup>	12.1	0.4
Occupied <sup>7</sup>	64.8 <sup>d</sup>	61.6 <sup>e</sup>	84.1 <sup>b</sup>	88.3 <sup>a</sup>	38.7 <sup>f</sup>	79.0 <sup>c</sup>	70.1	0.5
Unsure	0.5 <sup>b</sup>	0.2 <sup>c</sup>	0.4 <sup>b</sup>	0.1 <sup>c</sup>	0.2 <sup>c</sup>	1.2 <sup>a</sup>	0.5	0.3
Total number <sup>8</sup>	6727	6727	6727	6727	7688	13,454	N/A	N/A
CCI <sup>9</sup>	49	26	32	26	41	13	N/A	N/A
LowSD (north) <sup>10</sup>								
Empty	81.0 <sup>b</sup>	65.4 <sup>c</sup>	44.7 <sup>d</sup>	40.4 <sup>e</sup>	83.7 <sup>a</sup>	N/A	61.4	0.5
Half-in-and-out	2.2 <sup>c</sup>	4.1 <sup>a</sup>	4.2 <sup>a</sup>	3.4 <sup>b</sup>	2.9 <sup>b</sup>	N/A	3.4	0.2
Lying	11.8 <sup>d</sup>	25.6 <sup>c</sup>	39.1 <sup>b</sup>	45.3 <sup>a</sup>	10.3 <sup>e</sup>	N/A	27.6	0.4
Standing	5.1 <sup>c</sup>	3.9 <sup>d</sup>	11.9 <sup>a</sup>	10.8 <sup>b</sup>	3.0 <sup>e</sup>	N/A	7.3	0.2
Occupied <sup>7</sup>	19.0 <sup>d</sup>	33.6 <sup>c</sup>	55.2 <sup>b</sup>	59.6 <sup>a</sup>	16.2 <sup>e</sup>	N/A	38.3	0.5
Unsure	0.0 <sup>c</sup>	1.1 <sup>a</sup>	0.1 <sup>b</sup>	0.1 <sup>b</sup>	0.1 <sup>b</sup>	N/A	0.3	0.1
Total number <sup>8</sup>	10,813	9830	10,812	10,813	7130	N/A	N/A	N/A
CCI <sup>9</sup>	38	24	29	24	36	N/A	N/A	N/A

(Wagner-Storch, et al., 2003)

Liegeboxensystem: rubber mat = Comfort Zone-Milk Mat, waterbed = Atlanta Cow Waterbeds, MATR2 = Comfy Cow Free Stall Mattress, MATR1 = Pasture Mat Mattresses, concrete = Beton, und sand = Sandeinstreu

## Anhang 2 Gegenüberstellung der Ergebnisse der Pedometer für Wasserbetten (W) und Gummimatten (G)

### tägliche Liegezeiten in Stunden

	09.08.24			10.08.24			11.08.24			12.08.24			13.08.24			Durchschnitt	
	W	G	THI	W	G	THI	W	G	THI	W	G	THI	W	G	THI	W	G
Durchschnitt	10,8	8,6	72	11,0	9,8	72	10,3	8,9	73	10,3	9,4	72	10,2	9,2	74	10,5	9,2
Median	10,8	8,6	73	10,9	10,0	73	9,7	8,5	73	9,9	9,4	73	10,4	8,6	75	10,3	9,0
Min	8,9	3,6	68	7,8	7,4	67	7,3	5,6	70	8,1	5,5	67	7,5	6,3	68	7,9	5,7
Max	13,6	12,7	76	14,5	13,2	76	14,1	13,4	77	13,4	14,6	78	13,1	13,4	80	13,7	13,4

### Anzahl der Liegeperioden

	09.08.24			10.08.24			11.08.24			12.08.24			13.08.24			Durchschnitt	
	W	G	THI	W	G	THI	W	G	THI	W	G	THI	W	G	THI	W	G
Durchschnitt	7,3	8,8	72	9,2	10,8	72	9,7	10,0	73	9,3	9,5	72	9,0	9,8	74	8,9	9,8
Median	9,0	9,5	73	9,5	11,0	73	10,0	9,5	73	9,5	8,5	73	9,5	10,0	75	9,5	9,7
Min	5,0	4,0	68	6,0	5,0	67	7,0	5,0	70	5,0	5,0	67	6,0	5,0	68	5,8	4,8
Max	12,0	20,0	76	14,0	19,0	76	12,0	19,0	77	13,0	22,0	78	12,0	18,0	80	12,6	19,6

### errechnete Dauer einer Liegeperiode in Minuten

	09.08.24			10.08.24			11.08.24			12.08.24			13.08.24			Durchschnitt	
	W	G	THI	W	G	THI	W	G	THI	W	G	THI	W	G	THI	W	G
Durchschnitt	78,8	63,9	72	74,4	60,4	72	65,1	57,5	73	70,9	67,3	72	70,9	62,2	74	72,0	62,3
Median	70,9	63,8	73	77,0	59,8	73	66,5	55,0	73	66,3	64,0	73	72,0	65,8	75	70,5	61,7
Min	56,9	29,2	68	55,2	32,7	67	37,9	29,4	70	47,0	28,7	67	45,3	34,9	68	48,5	31,0
Max	107,2	103,9	76	104,1	88,7	76	82,8	105,9	77	115,7	118,6	78	101,7	96,8	80	102,3	102,8

### errechnete Dauer einer Liegeperiode in Stunden

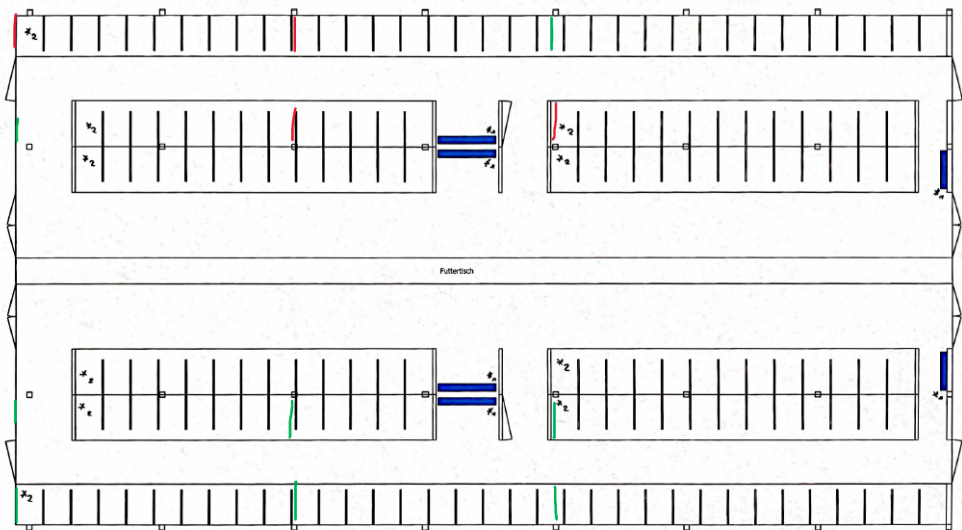
	09.08.24			10.08.24			11.08.24			12.08.24			13.08.24			Durchschnitt	
	W	G	THI	W	G	THI	W	G	THI	W	G	THI	W	G	THI	W	G
Durchschnitt	1,3	1,1	72	1,2	1,0	72	1,1	1,0	73	1,2	1,1	72	1,2	1,0	74	1,2	1,0
Median	1,2	1,1	73	1,3	1,0	73	1,1	0,9	73	1,1	1,1	73	1,2	1,1	75	1,2	1,0
Min	0,9	0,5	68	0,9	0,5	67	0,6	0,5	70	0,8	0,5	67	0,8	0,6	68	0,8	0,5
Max	1,8	1,7	76	1,7	1,5	76	1,4	1,8	77	1,9	2,0	78	1,7	1,6	80	1,7	1,7

### Anzahl der Schritte

	09.08.24			10.08.24			11.08.24			12.08.24			13.08.24			Durchschnitt	
	W	G	THI	W	G	THI	W	G	THI	W	G	THI	W	G	THI	W	G
Durchschnitt	755,1	1471,4	72	857,8	988,9	72	867,8	866,9	73	869,2	1023,3	72	849,8	978,4	74	839,9	1065,8
Median	1015,0	1087,0	73	860,0	925,0	73	884,0	834,0	73	829,5	919,5	73	818,5	955,0	75	881,4	944,1
Min	474,0	798,0	68	451,0	682,0	67	490,0	482,0	70	436,0	720,0	67	412,0	665,0	68	452,6	669,4
Max	1390,0	4978,0	76	1285,0	1820,0	76	1356,0	1331,0	77	1303,0	1505,0	78	1290,0	1378,0	80	1324,8	2202,4

Eigene Darstellung mit eigenen Ergebnissen

Anhang 3 Schematischer Plan der Versuchsgruppen; Oben: Wasserbettengruppe; rot = Position defekter Ventilatoren; grün = Position funktionierender Ventilatoren



\*<sub>n</sub> Tränke  
 \*<sub>z</sub> Reihe mit Kägeboden; Trennbügel eingezeichnet

Eigene Darstellung Lukas Drews, nicht maßstabsgerecht

Anhang 4 Vergleich der Anteil der Aufenthaltsorte von Kühen auf Wasserbetten (W) und Gummimatten (G)

Vergleich Aufenthaltsort Kühe				Auswertung höherer Anteile								
Typ	Nr.	Zeitpunkt	THI	in Box liegend	in Box stehend	nicht in Box	in Box liegend		in Box stehend		nicht in Box	
				Anteil in %	Anteil in %	Anteil in %	G	W	G	W	G	W
G	1	11.07.24 16:00:05	76	30,8	30,8	38,5	1		1		0	
W	1	11.07.24 16:23:21	76	28,6	14,3	57,1		0		0		1
G	2	12.07.24 14:30:16	77	28,6	21,4	50,0	0		1		1	
W	2	12.07.24 14:53:22	77	50,0	7,1	42,9		1		0		0
G	3	12.07.24 15:44:19	78	28,6	42,9	28,6	0		1		0	
W	3	12.07.24 16:06:01	78	38,5	15,4	46,2		1		0		1
G	4	18.07.24 11:13:58	72	33,3	8,3	58,3	0		1		1	
W	4	18.07.24 11:52:30	72	64,3	7,1	28,6		1		0		0
G	5	18.07.24 12:18:09	73	54,5	18,2	27,3	1		1		0	
W	5	18.07.24 12:33:20	73	38,5	7,7	53,8		0		0		1
G	6	18.07.24 13:22:21	74	50,0	25,0	25,0	0		1		0	
W	6	18.07.24 13:34:33	74	50,0	8,3	41,7		0		0		1
G	7	18.07.24 14:09:09	75	50,0	16,7	33,3	0		1		0	
W	7	18.07.24 14:22:45	75	53,8	0,0	46,2		1		0		1
G	8	19.07.24 09:19:16	73	33,3	0,0	66,7	0		0		1	
W	8	19.07.24 09:41:58	73	57,1	14,3	28,6		1		1		0
G	9	19.07.24 10:05:33	74	30,8	23,1	46,2	0		1		0	
W	9	19.07.24 10:25:47	74	50,0	0,0	50,0		1		0		1
G	10	19.07.24 11:51:17	75	18,2	36,4	45,5	0		1		1	
W	10	19.07.24 12:06:38	75	61,5	0,0	38,5		1		0		0
G	11	19.07.24 12:24:56	76	33,3	25,0	41,7	0		1		0	
W	11	19.07.24 12:51:21	76	36,4	9,1	54,5		1		0		1
G	12	19.07.24 13:40:16	77	15,4	15,4	69,2	0		0		1	
W	12	19.07.24 13:55:28	77	30,8	38,5	30,8		1		1		0
G	13	19.07.24 14:35:19	78	46,2	15,4	38,5	0		1		1	
W	13	19.07.24 14:50:12	78	50,0	14,3	35,7		1		0		0
G	14	25.07.24 09:35:02	67	61,5	38,5	0,0	1		1		0	
W	14	25.07.24 10:48:29	67	57,1	0,0	42,9		0		0		1
G	15	25.07.24 12:26:23	69	46,2	7,7	46,2	0		0		1	
W	15	25.07.24 12:13:29	69	66,7	13,3	20,0		1		1		0
G	16	25.07.24 13:33:29	70	27,3	36,4	36,4	0		1		1	
W	16	25.07.24 13:32:39	70	71,4	0,0	28,6		1		0		0
G	17	25.07.24 14:11:39	70	33,3	8,3	58,3	0		0		1	
W	17	25.07.24 14:26:47	70	33,3	13,3	53,3		0		1		0
G	18	25.07.24 14:49:51	71	15,4	38,5	46,2	0		1		1	
W	18	25.07.24 15:02:32	71	30,8	30,8	38,5		1		0		0
G	19	25.07.24 15:14:51	71	46,2	7,7	46,2	0		1		1	
W	19	25.07.24 15:31:26	71	72,7	0,0	27,3		1		0		0
G	20	26.07.24 11:10:19	72	54,5	18,2	27,3	0		1		1	
W	20	26.07.24 11:25:36	72	71,4	7,1	21,4		1		0		0
G	21	26.07.24 11:56:54	72	40,0	30,0	30,0	0		1		0	
W	21	26.07.24 12:11:26	72	42,9	21,4	35,7		1		0		1
G	22	26.07.24 13:14:20	72	27,3	36,4	36,4	0		1		0	
W	22	26.07.24 13:33:34	72	46,2	15,4	38,5		1		0		1
G	23	26.07.24 13:57:21	73	33,3	25,0	41,7	0		1		1	
W	23	26.07.24 14:11:02	73	53,3	13,3	33,3		1		0		0
G	24	26.07.24 15:44:06	74	23,1	38,5	38,5	0		1		1	
W	24	26.07.24 16:13:20	74	40,0	33,3	26,7		1		0		0
G	25	01.08.24 14:21:00	77	8,3	16,7	75,0	0		1		1	
W	25	01.08.24 14:55:28	77	50,0	14,3	35,7		1		0		0
G	26	01.08.24 15:48:46	77	36,4	36,4	27,3	0		1		0	
W	26	01.08.24 16:01:12	77	60,0	6,7	33,3		1		0		1
G	27	02.08.24 12:11:19	71	20,0	20,0	60,0	0		0		1	
W	27	02.08.24 12:39:44	71	60,0	20,0	20,0		1		0		0
G	28	02.08.24 13:47:38	73	25,0	25,0	50,0	0		1		1	
W	28	02.08.24 14:08:52	73	53,3	13,3	33,3		1		0		0
G	29	02.08.24 14:56:08	73	18,2	45,5	36,4	0		1		1	
W	29	02.08.24 15:16:03	73	46,7	33,3	20,0		1		0		0
Ergebnis Summe							3	24	24	4	18	11
Ergebnis Anteil							10,3%	82,8%	82,8%	13,8%	62,1%	37,9%

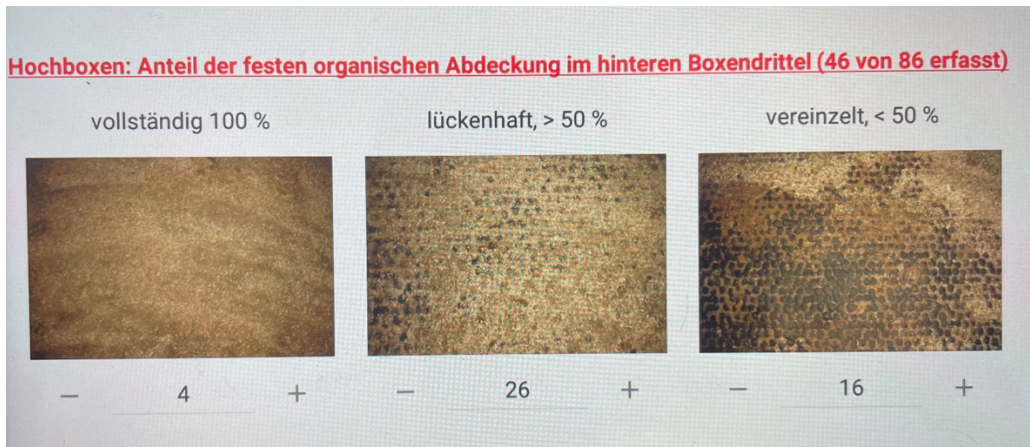
Eigene Darstellung mit eigenen Ergebnissen

Anhang 5 Vergleich des LKI von Wasserbetten (W) und Gummimatten (G)

Vergleich LKI					Auswertung höherer Anteile in Box legend	
Typ	Nr.	Zeitpunkt	THI	LKI	G	W
G	1	11.07.24 16:00:05	76	50,0	0	
W	1	11.07.24 16:23:21	76	66,7		1
G	2	12.07.24 14:30:16	77	57,1	0	
W	2	12.07.24 14:53:22	77	87,5		1
G	3	12.07.24 15:44:19	78	40,0	0	
W	3	12.07.24 16:06:01	78	71,4		1
G	4	18.07.24 11:13:58	72	80,0	0	
W	4	18.07.24 11:52:30	72	90,0		1
G	5	18.07.24 12:18:09	73	75,0	0	
W	5	18.07.24 12:33:20	73	83,3		1
G	6	18.07.24 13:22:21	74	66,7	0	
W	6	18.07.24 13:34:33	74	85,7		1
G	7	18.07.24 14:09:09	75	75,0	0	
W	7	18.07.24 14:22:45	75	100,0		1
G	8	19.07.24 09:19:16	73	100,0	1	
W	8	19.07.24 09:41:58	73	80,0		0
G	9	19.07.24 10:05:33	74	57,1	0	
W	9	19.07.24 10:25:47	74	100,0		1
G	10	19.07.24 11:51:17	75	33,3	0	
W	10	19.07.24 12:06:38	75	100,0		1
G	11	19.07.24 12:24:56	76	57,1	0	
W	11	19.07.24 12:51:21	76	80,0		1
G	12	19.07.24 13:40:16	77	50,0	1	
W	12	19.07.24 13:55:28	77	44,4		0
G	13	19.07.24 14:35:19	78	75,0	0	
W	13	19.07.24 14:50:12	78	77,8		1
G	14	25.07.24 09:35:02	67	61,5	0	
W	14	25.07.24 10:48:29	67	100,0		1
G	15	25.07.24 12:26:23	69	85,7	1	
W	15	25.07.24 12:13:29	69	83,3		0
G	16	25.07.24 13:33:29	70	42,9	0	
W	16	25.07.24 13:32:39	70	100,0		1
G	17	25.07.24 14:11:39	70	80,0	1	
W	17	25.07.24 14:26:47	70	71,4		0
G	18	25.07.24 14:49:51	71	28,6	0	
W	18	25.07.24 15:02:32	71	50,0		1
G	19	25.07.24 15:14:51	71	85,7	0	
W	19	25.07.24 15:31:26	71	100,0		1
G	20	26.07.24 11:10:19	72	75,0	0	
W	20	26.07.24 11:25:36	72	90,9		1
G	21	26.07.24 11:56:54	72	57,1	0	
W	21	26.07.24 12:11:26	72	66,7		1
G	22	26.07.24 13:14:20	72	42,9	0	
W	22	26.07.24 13:33:34	72	75,0		1
G	23	26.07.24 13:57:21	73	57,1	0	
W	23	26.07.24 14:11:02	73	80,0		1
G	24	26.07.24 15:44:06	74	37,5	0	
W	24	26.07.24 16:13:20	74	54,5		1
G	25	01.08.24 14:21:00	77	33,3	0	
W	25	01.08.24 14:55:28	77	77,8		1
G	26	01.08.24 15:48:46	77	50,0	0	
W	26	01.08.24 16:01:12	77	90,0		1
G	27	02.08.24 12:11:19	71	50,0	0	
W	27	02.08.24 12:39:44	71	75,0		1
G	28	02.08.24 13:47:38	73	50,0	0	
W	28	02.08.24 14:08:52	73	80,0		1
G	29	02.08.24 14:56:08	73	28,6	0	
W	29	02.08.24 15:16:03	73	58,3		1
Ergebnis Summe					4	25
Ergebnis Anteil					13,8%	86,2%

Eigene Darstellung mit eigenen Ergebnissen

Anhang 6 Liegeboxeneinstreu in den Liegeboxen, exemplarisch für Wasserbetten und Gummimatten, erfasst für Liegeboxen ohne liegende Tiere in der Wasserbettengruppe



Eigene Beobachtung erfasst und dargestellt mit C&M

## 9 Literaturverzeichnis

**Šimková, A. et al., 2013.** EFFECT OF THE NEW TECHNOLOGY OF CATTLE HOUSING WATERBEDS ON COMFORT, HEALTH AND MILK PRODUCTION. *Acta Universitatis Cibiniensis. Series E: Food Technology.*

**Bioret Agri D-A-CH, 2022.** Aquaclim. *Kühlende Wasserbettmatratzen, Ausführung* 22(3).

**Bioret Agri D-A-CH, 2023.** Komfort & Tierwohl für Milchkühe. *Gesamtkatalog, Ausführung* 25(2), S. 6-11.

**BMEL, 2024.** *Produktion ausgewählter Agrarerzeugnisse in Deutschland im Wirtschaftsjahr 2022/23.* [Online], <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1236176/umfrage/produktion-ausgewaehlte-agrarerzeugnisse-in-deutschland/#:~:text=Erzeugung%20ausgewählter%20Agrarerzeugnisse%20in%20Deutschland%202022%2F23&text=Rund%2043%2C5%20Millionen%20Tonnen,wichtigsten%20,> [Zugriff am 15 09 2024].

**Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, 2024.** *Produktion von Milch in Deutschland in den Jahren 1990 bis 2023 (in 1.000 Tonnen).* [Online], <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/28726/umfrage/milcherzeugung-in-deutschland/> , [Zugriff am 15 09 2024].

**BVE, 2024.** *Umsatzverteilung der Ernährungsindustrie in Deutschland nach Segmenten im Jahr 2023.* [Online], <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/209475/umfrage/anteile-der-branchen-am-gesamtumsatz-in-der-ernaehrungsindustrie/> , [Zugriff am 15 09 2024].

**Collier, R. J., Hall, L. W., Rungruang, S. & Zimbleman, R. B., 2011.** *Quantifying Heat Stress and Its Impact on Metabolism and Performance*, s.l.: Department of Animal Sciences University of Arizona.

**Cook, N., Mentink, R., Bennett, T. & Burgi, K., 2007.** *The effect of heat stress and lameness on time budgets of lactating dairy cows*, s.l.: J Dairy Sci..



**DLG e.V. Testzentrum Technik & Betriebsmittel, 2016.** *DLG-Prüfbericht 6407*, Groß-Umstadt: DLG e.V. Testzentrum Technik & Betriebsmittel.

**DLG e.V. Testzentrum Technik & Betriebsmittel, 2017.** *DLG-Prüfbericht 6791*, Groß-Umstadt: DLG e.V. Testzentrum Technik & Betriebsmittel.

**Fiedler, C. & König, W., 1994.** Rinder- und Schweineställe in den fünf neuen Bundesländern: Qualität der Bausubstanz im Jahr 1989, Stand der Investitionstätigkeit in den Jahren 1990 bis 1993. *44. Jahrgang*, Band Heft 1, S. 139 f..

**Fulwider, W. et al., 2007.** Influence of Free-Stall Base on Tarsal Joint Lesions and Hygiene in Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 90(7), S. 3559-3566.

**Galvão, K. N. & Eizenberg, O., 2024.** *Comparing Waterbeds and Sand Beds for Cows: A Study at the UF/IFAS Dairy Unit*, s.l.: The Institute of Food and Agricultural Sciences Dairy Unit.

**Grauvogl, A. et al., 1997.** *Artgemäße und rentable Nutztierhaltung*. München: BLV Verlagsgesellschaft mbH.

**Gummiwerk KRAIBURG Elastik GmbH & Co. KG, 2022.** GUMMIBELÄGE FÜR MILCHVIEH. *KUHKOMFORT FÜR MEHR TIERWOHL*.

**Haley, D., Rushen, J. & de Passille, A. M., 2000.** Behavioural indicators of cow comfort: Activity and resting behaviour of dairy cows in two types of housing. *The Canadian veterinary journal. La revue veterinaire canadienne*, 80(2), S. 257-263.

**Hoy, S., 2009.** *Nutztierethologie*. Eugen Ulmer KG: Stuttgart.

**Igono, M. O. et al., 1987.** Physiological, productive, and economic benefits of shade, spray, and fan system versus shade for Holstein cows during summer heat. *Journal of Dairy Science*, 70(5), S. 1069-1079.

**Ito, K., von Keyserlingk, M., LeBlanc, S. & Weary, D., 2010.** Lying behavior as an indicator of lameness in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 93(8), S. 3553-3560.

**Jensen, M., Pedersen, L. & Munksgaard, L., 2005.** The effect of reward duration on demand functions for rest in dairy heifers and lying requirements as measured by demand functions. *Applied Animal Behaviour Science*, 90(3), S. 207-217.

**Kučević, D. et al., 2019.** *Züchtungskunde: Auswirkungen von Hitzestress auf Milchrinder unter zentral- kroatischen Klimabedingungen.* , 91, (4) S. 270–281, 2019 Hrsg. Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer.

**Mačuhová, J. et al., 2008.** Untersuchung zur Optimierung des Stallklimas in Außenklimaställen für Milchvieh. In: *Einfluss des Außenklimas auf das Stallklima und Liegeverhalten von Milchkühen.* Freising-Weihenstephan: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft.

**Pelzer, A., Büscher, W. & Herrmann, H.-J., 2012.** Planungshinweise zur Liegeboxengestaltung für Milchkühe. *DLG-Merkblatt 379*, 10. Ausgabe 2 .

**Pelzer, A. & Kaufmann, O., 2018.** Das Tier im Blick – Milchkühe Hilfen zur systematischen Erfassung von Verhalten und Erscheinungsmerkmalen bei Milchkühen im Milchviehstall. *DLG-Merkblatt 381*, 5. Auflage.

**Porzig, E. et al., 1991.** *Nahrungsaufnahmeverhalten landwirtschaftlicher Nutztiere.* s.l.:Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin GmbH.

Promat, CGW Canada Inc., 2015. *dccwaterbeds.com*. [Online], <https://www.youtube.com/watch?v=GQ4NHwW4jLo&t=135s> , [Zugriff am 07 2024].

**Promat, CGW Canada Inc., 2023.** *dccwaterbeds.com*. [Online], <https://www.dccwaterbeds.com/photos-videos/z4neadm3gqgl2gt90c0p7b4g089l21> . , [Zugriff am 09 2024].

**proPlant Agrar- und Umweltinformatik GmbH, 2024.** *cowsandmore.com*. [Online], <https://cowsandmore.com/hintergrund-ziele-und-nutzen/> , [Zugriff am 09 2024].

**Reiter, K. et al., 2007.** *Verhaltensuntersuchungen bei Gelbvieh und Fleckvieh zur Optimierung der Liegefläche*, Bayreuth: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft Institut für Landtechnik und Tierhaltung.

**Shultz, T., 1984.** Weather and shade effects on cow corral activities. *Journal of Dairy Science* , 67(4), S. 868-873.

**Silanikove, N., 2000.** Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. *Livestock Production Science*, 67(1-2), S. 1-18.

**Spinder DHC, 2021.** <https://www.spinderdhc.de/dual-wasserbett>. [Online], <https://www.spinderdhc.de/uploads/bestanden-de/technische-zeichnungen-ruhen/1.04.06-dual-wasserbett.pdf> , [Zugriff am 22 09 2024].

**(1) Statistische Bundesamt, 2024.** *Anzahl der Betriebe mit Milchkuhhaltung in Deutschland nach Bundesländern in den Jahren 2023 und 2024.* [Online], <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/382322/umfrage/milchkuehe-je-betrieb-in-deutschland-nach-bundeslaendern/> , [Zugriff am 15 09 2024].

**(2) Statistisches Bundesamt, 2024.** *Milchkuhbestand in Deutschland nach Bundesländern in den Jahren 2023 und 2024.* [Online], <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/28794/umfrage/milchkuhbestand-in-deutschland/>, [Zugriff am 15 09 2024].

**Tergast, H. T., 2023.** *Produktionsökonomische Analyse von Tierwohlmaßnahmen in typischen Milchviehbetrieben Nordwestdeutschlands.* [Online], <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/281755/1/1876514515.pdf> , [Zugriff am 15 09 2024].

**Tober, O., 2020.** Abhängigkeit der Vormagentemperatur von der Stalltemperatur bei laktierenden Kühen in einem frei gelüfteten Stall. *Beiträge zum Thema Stallklima in der Tierhaltung 2020.*

**Tober, O., Hansen, C. & Sanftleben, P., 2020.** *Schaffung von Managementhilfen zur Optimierung von Tierumwelt und Tierwohl in der Milchviehhaltung im freigelüfteten Laufstall unter Berücksichtigung ethologischer und physiologischer Merkmale,* Dummerstorf: Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern.

**Tober, O. & Loebstin, C., 2013.** Das Verhalten von laktierenden Kühen in einem Außenklima-Laufstall in Abhängigkeit von der Stalllufttemperatur. *Berliner und Münchner Tierärztliche Wochenschrift, Band 126* (Heft 9/10), S. 388-393.

**Tucker, C. B. et al., 2021.** Invited review: Lying time and the welfare of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, Januar, Band 104 (Ausgabe 1), S. 20-46.

**Tucker, C., Weary, D., Rushen, J. & de Passillé, A. M., 2004.** Designing Better Environments for Dairy Cattle to Rest. Ausgabe 16, S. 39 ff..

**Unbekannt, 2018.** *Hitzestress im Milchviehstall – Auswirkungen auf die Kuh.* [Online], [https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/ilt/dateien/2018\\_et\\_36\\_hitzestress\\_auswirkunge\\_n\\_auf-die\\_kuh.pdf](https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/ilt/dateien/2018_et_36_hitzestress_auswirkunge_n_auf-die_kuh.pdf), [Zugriff am 25 09 2024].

**Verbraucherzentrale Bundesverband, 2023.** *Staatliche Tierhaltungskennzeichnung kommt.* [Online], <https://www.verbraucherzentrale.de/wissen/lebensmittel/lebensmittelproduktion/staatliche-tierhaltungskennzeichnung-kommt-25484> , [Zugriff am 15 09 2024].

**Wadsworth, B. A., 2014.** THE IMPACT OF DUAL CHAMBER COW WATERBEDS AS A FREESTALL BASE. *Theses and Dissertations--Animal and Food Sciences*, Auflage 36.

**Wagner-Storch, A., Palmer, R. & Kammel, D., 2003.** Factors Affecting Stall Use for Different Freestall Bases. *Journal of Dairy Science*, 86(6), S. 2253-2266.

**Wechsler, B., Schaub, J., Friedli, K. & Hauser, R., 2000.** Behaviour and leg injuries in dairy cows kept in cubicle systems with straw bedding or soft lying mats. 1 Oktober, 69(3), S. 189-197.

**Welfare Quality®, 2009.** *Welfare Quality® Assessment protocol for cattle*, Lelystad: Welfare Quality® Consortium.

**Zimbelman, R. et al., 2009.** *A Re-evaluation of the Impact of Temperature Humidity Index (THI) and Black Globe Humidity Index (BGHI) on Milk Production in High Producing Dairy Cows*, s.l.: Proc 24th Annual Southwest Nutrition and Management Conference.

**Eidesstattliche Erklärung:**

Ich, Lukas Drews, erkläre hiermit eidesstattlich, dass ich die vorliegende Master-Thesis mit dem Thema „Einfluss von Wasserbetten auf Tierwohl und Leistung in der Milchviehhaltung - Vergleichende Untersuchungen zu Wasserbetten und Liegematten aus Gummi“ selbständig und ohne Benutzung anderer als angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe; die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht. Die Arbeit wurde bisher in gleicher und ähnlicher Form keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch noch nicht veröffentlicht.

Lubolz, 27. September 2024

Ort, Datum

Unterschrift: Lukas Drews