



Universität für Bodenkultur Wien

EINFLUSS VON DATENLOGGERN AUF DAS LIEGEVERHALTEN VON MILCHKÜHEN

Diplomarbeit am Institut für Nutztierwissenschaften im
Department für Nachhaltige Agrarsysteme

Vorgelegt von: Thomas Grubmüller
Matrikelnummer: 0140505
Betreuung durch: Dr. Christoph Winckler

Wien, Oktober 2008

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Fragestellung und Hypothesen	2
3	Literaturrecherche	3
3.1	Elektronische Erfassung von Verhaltensmerkmalen	3
3.1.1	Flächennutzung	3
3.1.2	Allgemeine Aktivität	3
3.1.3	Differenzierung von Verhaltensweisen	4
3.1.4	Einfluss elektronischer Geräte	5
3.2	Liegeverhalten von Rindern	6
3.3	Einflussfaktoren auf das Liegeverhalten in der Laufstallhaltung	8
3.3.1	Stalleinrichtung, Haltungssystem	8
3.3.2	Klima und Umweltbedingungen	10
3.3.3	Vorerfahrungen	11
3.3.4	Management	11
4	Tiere, Material und Methoden	13
4.1	Untersuchungsbetrieb	13
4.2	Haltungsbedingungen	13
4.3	Tiere	14
4.4	Versuchsdesign	15
4.4.1	Versuchsgruppen	15
4.4.2	Vorbereitungsphase	15
4.4.3	Videoaufzeichnung und -auswertung	16
4.4.4	Direktbeobachtung	17
4.5	Statistische Analyse	18
4.5.1	Auswertung nach Versuchsgruppe	18
4.5.2	Auswertung nach Anbringungsseite	19
5	Ergebnisse	20
5.1	Einfluss der Versuchsgruppe auf Liegezeit und Liegeperioden	20
5.2	Einfluss der Versuchsgruppe auf die Liegepositionen	21
5.3	Einfluss der Anbringungsseite auf Liegezeit sowie Liegeperioden	22
5.4	Einfluss der Anbringungsseite auf die Liegepositionen	24
5.5	Gewöhnungseffekt	25
6	Diskussion	27
7	Schlussfolgerung	31
8	Zusammenfassung	32
9	Summary	33
10	Danksagung	34
11	Literaturverzeichnis	35
12	Tabellenverzeichnis	38
13	Abbildungsverzeichnis	38

1 Einleitung

Verhalten von Tieren kann mittels Direktbeobachtung oder mit Hilfe von Videoaufzeichnung erfasst werden. Bei der Direktbeobachtung ist zu berücksichtigen beziehungsweise auszuschließen, dass die Anwesenheit von Personen das Verhalten beeinflusst. Bei bestimmten Fragestellungen wie zum Beispiel die Erfassung sozialer Interaktionen, besonders subtile Verhaltensweisen oder auch Verhaltenssequenzen kann auf die direkte oder videogestützte Beobachtung durch Menschen nicht verzichtet werden. Jedoch ist für die Erhebung von Grundverhaltensweisen wie Liegen, Stehen oder Fortbewegung der Einsatz von Beobachtungspersonen mit großem Aufwand verbunden und deshalb einer auf Video basierenden Aufzeichnung der Vorzug zu geben.

Direktbeobachtung und videogestützte Auswertungen haben gemeinsam, dass BeobachterInnen eingesetzt werden müssen. Beide Verfahren - insbesondere bei kontinuierlicher Beobachtung - sind durch einen hohen Zeitaufwand und hohe Anforderungen bezüglich Konzentration gekennzeichnet. Diese möglichen Fehlerquellen können durch die automatisierte Erfassung von Verhaltensweisen ausgeschaltet werden.

Vor dem Hintergrund von Personal- und Kosteneinsparungsmaßnahmen wird der Verwendung elektronischer Geräte zur automatisierten Erfassung von Verhalten zunehmend Beachtung geschenkt. Bei diesen elektronischen Geräten handelt es sich unter anderem um mit verschiedenen Sensoren verbundene Speichermedien (sogenannte Datenlogger), die an unterschiedlichen Stellen direkt am Tier angebracht werden. Lediglich die Anbringung am sowie die Abnahme vom Tier muss von einer kompetenten Person durchgeführt werden. Bei sachgemäßer Verwendung und einwandfreier Funktion arbeiten diese Geräte verlässlich und können über längere Zeiträume ohne Ermüdungserscheinungen eingesetzt werden. Bei Arbeiten im freien Feld oder bei der Notwendigkeit von absolut störungsfreien Abläufen - was bei Anwesenheit von Personen nicht möglich ist - sind verlässliche Daten nur dann zu erhalten, wenn elektronische Geräte zur Erhebung von Verhaltensweisen eingesetzt werden (vgl. RUTTER et al., 1997b).

Werden am Tier angebrachte elektronische Geräte zur automatisierten Erfassung und Aufzeichnung von Verhalten eingesetzt, so muss ausgeschlossen werden können, dass diese Geräte die Tiere und deren Verhalten dermaßen beeinflussen, dass dadurch Ergebnisse verfälscht beziehungsweise verzerrt werden. Dies gilt im Besonderen auch für die Verhaltensbeobachtung von Milchkühen, bei denen die Erfassung von Verhaltensweisen (Liegen, Stehen, Aktivität etc.) zunehmend unter Zuhilfenahme elektronischer Geräte durchgeführt wird (vgl. DRISLER et al., 2005; HUZZEY et al., 2005; O'DRISCOLL et al., 2008). Bis dato liegen jedoch keine Untersuchungen über den Einfluss derartiger Geräte auf das Verhalten von Milchkühen vor. In jedem Fall ist auch für nutztierethologische Untersuchungen an Milchkühen auszuschließen, dass die Erfassungstechnik – im gegenständlichen Fall Lagesensoren mit Datenloggern - das Verhalten der Tiere beeinflusst.

Die vorliegende Studie wurde am Department of Animal Science der University of California, Davis, durchgeführt. Auf Voruntersuchungen zum Effekt von Datenloggern auf das Verhalten von Milchrindern in Weidehaltung Bezug nehmend sollte durch die vorliegende Arbeit festgestellt werden, ob das Anbringen von Lagesensoren mit miniaturisierten Datenloggern am Metatarsus von Milchkühen im Liegeboxen-Laufstall Einfluss auf das Liegeverhalten haben kann.

2 Fragestellung und Hypothesen

In der vorliegenden Studie sollte untersucht werden, ob das Anbringen von unterschiedlich großen Datenloggern beziehungsweise lediglich das Anbringen einer Bandage am äußeren Metatarsus von Milchkühen das Liegeverhalten beeinflussen kann. Weiters sollte überprüft werden, ob ein Gewöhnungseffekt an die Datenlogger bzw. Bandage auftreten kann.

Im Zuge der gegenständlichen Untersuchung wurden folgende Hypothesen getestet:

- 1 Das Anbringen eines Datenloggers oder einer Bandage hat signifikanten Einfluss auf die Liegedauer, die Anzahl der Liegeperioden sowie die durchschnittliche Dauer einer Liegeperiode.
- 2 Das Anbringen eines Datenloggers oder einer Bandage hat signifikanten Einfluss auf die Liegeposition.
- 3 Die Anbringungsseite eines Datenloggers oder einer Bandage hat signifikanten Einfluss auf die Liegedauer, die Anzahl der Liegeperioden sowie die durchschnittliche Dauer einer Liegeperiode.
- 4 Die Anbringungsseite eines Datenloggers oder einer Bandage hat signifikanten Einfluss auf die Liegeposition.
- 5 Es gibt eine signifikante Wechselwirkung zwischen einem angebrachten Datenlogger oder einer Bandage und der Anbringungsseite bezüglich Liegedauer, Anzahl der Liegeperioden, durchschnittliche Dauer einer Liegeperiode sowie der Liegepositionen.
- 6 Mit zunehmender Größe bzw. Gewicht des Datenloggers werden stärkere Effekte erwartet.

3 Literaturrecherche

Die in diesem Kapitel angeführten Punkte sollen einen Einblick in die Möglichkeiten der elektronischen Erfassung von Verhaltensmerkmalen geben, das Liegeverhalten von Rindern - im Besonderen von Milchkühen – erläutern sowie mögliche Einflussfaktoren auf das Liegeverhalten aufzeigen.

3.1 Elektronische Erfassung von Verhaltensmerkmalen

Elektronische Geräte zur Erfassung und Aufzeichnung von Verhalten und Verhaltensmerkmalen werden sowohl bei wild lebenden Tieren als auch bei Haustieren verwendet. Eine Differenzierung dieser Geräte kann anhand des erfassten Verhaltens erfolgen. Es kann sich dabei um die Verteilung von Tieren auf Flächen, zurückgelegte Strecken oder Distanzen zueinander handeln. Weitere Möglichkeiten bestehen in der Erfassung der Grundaktivität bis hin zu einzelnen Verhaltensweisen und deren zeitliche Verteilung. Zur Aufzeichnung des Liegeverhaltens gibt es verschiedene Geräte, die in Kombination mit Sensoren in der Lage sind, Liegezeiten und Liegeperioden aufzuzeichnen.

3.1.1 Flächennutzung

Schafe können unter uneingeschränkten Bedingungen eine Fläche von bis zu 5 km² beweiden und dabei große Distanzen zurücklegen. Sollen Positionen und Wegstrecken einzelner Schafe zu unterschiedlichen Tageszeiten beobachtet werden, so ist dies für BeobachterInnen schwierig bis unmöglich. RUTTER et al. (1997b) versuchten in diesem Zusammenhang, mittels Global Positioning System (GPS) Informationen über die Weidenutzung von Schafen zu erhalten. Ein GPS-Receiver wurde mit der notwendigen Elektronik in einer Art Satteltasche am Rücken von Schafen angebracht und sollte mit Hilfe von Satelliten die Position der Tiere bis auf 10 m genau feststellen und auf einer Speicherkarte speichern. Auch TURNER et al. (2000) versuchten, verlässliche Informationen über die Weidenutzung und das Weideverhalten von Rindern mittels GPS-Halsbändern zu erhalten.

Local Positioning Measurement System (LPM) ist ein auf Radartechnologie basierendes elektronisches System. Ein Basissystem mit sechs Basisstationen ist imstande, auf einer freien und ebenen Fläche im Ausmaß von 500x500 m, 16000 Sendepunkte zweidimensional bis auf 5 cm Abweichung zu orten und die Position dieser Sendepunkte 300-mal pro Sekunde zu schätzen. Dieses System wurde zur Verwendung in einem Milchviehstall von GYGAX et al. (2007) adaptiert, um trotz Strukturelementen eine optimale Abdeckung der Stallfläche zu erhalten. Milchkühe wurden mit Halsbändern mit Sendeeinheit versehen, um aufgrund der aufgezeichneten Daten festzustellen, wann welche Kuh sich wo im Stall befand, ob diese in Bewegung war oder nicht und ob es Interaktionen mit anderen Kühen gab.

3.1.2 Allgemeine Aktivität

Actiwatch® ist ein System, das aus der Humanmedizin stammt und in der Schlafforschung verwendet wird. Es handelt sich dabei um einen in alle Richtungen arbeitenden Beschleunigungssensor, der bei einer Beschleunigung von mehr als 0,49 m/s² diese Beschleunigung als Aktivität erkennt und speichert. MÜLLER und SCHRADER (2003) untersuchten die Verwendungsmöglichkeiten dieses Gerätes in der Verhaltensforschung bei

Milchkühen. Dabei wurden die Geräte am äußeren Metatarsus angebracht, um Phasen von hoher und niedriger Aktivität aufzuzeichnen. Eine feinere Differenzierung einzelner Verhaltensweisen, z.B. des Liegeverhaltens, war dabei nicht möglich. Eine weitere Möglichkeit des Einsatzes elektronischer Geräte besteht in der Aufzeichnung von Bewegung in Verbindung mit der Lage bestimmter Körperteile. Ein sogenannter Ethorekorder (Ethosys®) arbeitet mit einem Beschleunigungssensor zur Erkennung von Bewegung und einem Lagesensor zur Feststellung der Position des Kopfes. BAROW und GERKEN (1997) zeichneten mit Hilfe dieses Gerätes allgemeine Bewegung sowie Bewegung mit Kopf oben bzw. unten bei Mutterkuhherden in Weidehaltung auf. Es wurde von der Annahme ausgegangen, dass Bewegung bei gleichzeitig abgesenktem Kopf einem Fressvorgang und Bewegung mit erhobenem Kopf einem Wiederkauvorgang entspricht.

3.1.3 Differenzierung von Verhaltensweisen

Zur automatischen Erfassung des Fressverhaltens sind verschiedene Sensoren und Geräte entwickelt worden. Ein Sensor, der Kaubewegungen des Unterkiefers misst und diese Bewegungen auf ein Medium speichert, wurde bei Rindern und Schafen in Weidehaltung verwendet (RUTTER et al., 1997a). Dazu wurde ein Gummiband, welches mit einem elektrisch leitenden Material gefüllt war, um das Maul der Tiere angebracht. Bei einer Kaubewegung änderte sich der elektrische Widerstand des gefüllten Gummibandes und führte zu einem veränderten elektrischen Impuls. Diese Änderungen wurden elektronisch gespeichert und konnten anschließend ausgelesen werden. Die Analyse gab Auskunft über Fressen und Wiederkauen der beobachteten Tiere.

DEVRIES et al. (2003) beschrieben eine andere Möglichkeit der Aufzeichnung von Fressverhalten bei Milchkühen. Eine vor dem Futtertisch in einem Laufstall ausgelegte Matte mit integrierter Antenne (GrowSafe) prüfte alle sechs Sekunden, ob sich Kühe in einem Umkreis von 50 cm in Richtung Futtertisch befanden. Dies erfolgte in Form von Radiowellen, welche von einer in einer Ohrmarke integrierten Sendeeinheit am Halsband ausgesendet wurde. Es war dadurch möglich, jede Kuh zu identifizieren, Zeit und Position auf der Matte festzustellen und durch den geringen Abstand zum Futtertisch auf einen Fressvorgang zu schließen. Dieses System wurde auch von HUZZEY et al. (2005) eingesetzt.

Liegen, Stehen oder Bewegung mit einem einzigen Gerät aufzuzeichnen ist eine effiziente Möglichkeit der Verhaltensbeobachtung. Der von IceRobotics Limited entwickelte elektronische Beschleunigungssensor (IceTag™) arbeitet in drei Achsen, misst die aktuelle Ausrichtung dieser Achsen bis zu 16-mal pro Sekunde und speichert gleichzeitig auf einen inkludierten Datenlogger. Mittels verschiedener Algorithmen kann aufgrund der Position in der X-, Y- und Z-Achse unterschieden werden, ob die aktuelle Ausrichtung des Sensors Liegen oder Stehen bzw. Bewegung entspricht. Eine Validierung dieses Sensors wurde von MUNKSGAARD et al. (2006) durchgeführt. Dabei zeigte sich, dass dieses Gerät in der Lage ist, verlässliche Aufzeichnungen betreffend Dauer und Anzahl von Liegeperioden sowie von Stehen und Gehen zu liefern. In einer Untersuchung zum Liegeverhalten und zur Aktivität von Milchkühen während der ersten 12 Wochen der Laktation verwendeten BLACKIE et al. (2006) diese IceTag™-Datenlogger, um Liegen, Stehen und Aktivität aufzuzeichnen. Auch bei ENDRES und BARBERG (2007) wurde dieser Loggertyp zur Aufzeichnung dieser Verhaltensweisen verwendet.

Liegen, Stehen und Gehen elektronisch aufzuzeichnen, war auch das Ziel von CHAMPION et al. (1997). Diese verwendeten jedoch zwei Sensoren gleichzeitig. Ein mit Quecksilber gefüllter Winkelmesser konnte durch Änderung der Lage dieses Sensors und dadurch geänderter digitaler Signale feststellen, ob das Tier stand oder lag. Ein weiterer Sensor

gleicher Bauart war in der Lage, Schritte durch Pendelbewegungen als solche zu erkennen und aufzuzeichnen.

Zur Erfassung von Liegezeiten und Liegeperioden wurden modifizierte Gemini Tinytag®-Datenlogger verwendet (WINCKLER, 2005). Dieses Gerät, welches zumeist am äußeren Metatarsus angebracht wird, beinhaltet einen Winkelmesser, der mit einem Datenlogger verbunden ist. Die Aufzeichnungen basieren auf der Beinposition des Tieres, da Hinterbeine während des Stehens in einer vertikalen, und während des Liegens in einer horizontalen Ausrichtung sind. Die gefundenen Korrelationen bezüglich Liegezeit und Anzahl der Liegeperioden zwischen Videoaufzeichnung und Datenlogger zeigten, dass dieser Datenlogger verlässliche Ergebnisse liefern kann. Die Aussage von WINCKLER (2005) wurde durch Ergebnisse von O'DRISCOLL et al. (2008) unterstützt. Verwendet wurden Gemini Tinytag®-Datenlogger unter anderem von DRISLER et al. (2005) sowie HUZZEY et al. (2005) zur Aufzeichnung des Liegeverhaltens von Milchkühen.

3.1.4 Einfluss elektronischer Geräte

Der Einfluss elektronischer Erfassungsgeräte wurde bisher vor allem bei Vögeln untersucht; dabei lag der Schwerpunkt auf dem Effekt des Gewichtes von Peilsendern oder ähnlichen Geräten auf das Verhalten und die Überlebensrate (WHITE und GARROTT, 1990). Nur wenige Studien haben sich jedoch mit dem Einfluss der Verwendung von elektronischen Geräten auf das Verhalten von großen Säugetieren beschäftigt. Untersuchungen des Einflusses elektronischer Geräte auf das Verhalten von Milchkühen sind nicht bekannt.

Mutterschafe, welche einen GPS-Sender am Halsband trugen (2,2 % des Körpergewichtes) zeigten ein ähnliches Aktivitätsmuster und ähnliche Kauraten wie Mutterschafe ohne GPS-Sender (HULBERT et al., 1998). BLANC und BRELURUT (1997) untersuchten Hirschkühe (*Cervus elaphus*), welche in Gattern mit 0,1 bis 0,2 ha Fläche gehalten wurden. Bei diesen großen, grundsätzlich wild lebenden Säugetieren hatten GPS-Halsbandsender (3,5 % des Körpergewichtes) erhebliche Störungen des Sozialverhaltens (Hierarchie, soziale Interaktionen) und des Fressverhaltens (Aktivität, Grasens, Nutzung der Futterstelle) zur Folge.

Die langfristige Auswirkung von Peilsendern auf die Sterblichkeit von Kitzen des Maultierhirsches (*Odocoileus hemionus*) zu zeigen bzw. auszuschließen war das Ziel der Arbeit von GARROTT (1985). Während der Wintermonate 1980/1981 wurde festgestellt, dass 21 von 27 Kitzen mit Halsbandpeilsendern von Kojoten (*Canis latrans*) getötet wurden. In der Annahme, dass Halsbänder mit einem Peilsender einen besseren Angriffspunkt für Kojoten bilden könnten, wurde die Sterblichkeit von Kitzen mit Peilsendern am Halsband mit Kitzen mit Ohrmarken als Sender verglichen. Es konnte nachgewiesen werden, dass die Art der Anbringung des Peilsenders (Halsband vs. Ohrmarke) die Kitzverluste aufgrund von Kojotenattacken nicht beeinflusste.

Gämsen (*Rupicapra rupicapra rupicapra*) mit Peilsendern an Halsbändern zeigten kein geändertes Verhalten bezüglich Grasens, Alarmierung sowie der Körperpflege verglichen mit Gämsen ohne Peilsender. Zusätzlich wurde festgestellt, dass sich die Distanz zwischen Gämsen mit und Gämsen ohne Peilsender nicht unterschied (NUSSBERGER und INGOLD, 2006).

3.2 Liegeverhalten von Rindern

In freier Natur bzw. bei Weidehaltung zeigen Rinder wie jede Tierart ein evolutionär erworbenes und angeborenes Ruhe- und Liegeverhalten. Obwohl Stallhaltung eine geänderte und vor allem einschränkende Umwelt darstellen kann, ist die Motivation für die Ausübung des normalen Liegeverhaltens beim Rind nach wie vor ausgeprägt. (BOGNER und GRAUVOGL, 1984).

Ruhe und Schlaf sind für Rinder lebensnotwendig, um mit einer jeweiligen Umweltsituation umgehen zu können und zurechtzukommen (FRASER, 1983). Wie wichtig dieses Verhalten ist, zeigen Ergebnisse verschiedener Studien. Milchkühe, welche zuvor für vier Stunden in einem Selbstfanggitter fixiert und am Liegen gehindert waren, lagen nach Freilassung signifikant mehr als Kontrollkühe ohne Fixierung. Die Fressaktivität ging gleichzeitig für die zuvor fixierten Milchkühe zurück. Dies kann bedeuten, dass die Befriedigung des Liegebedürfnisses einen höheren Stellenwert hat als die Befriedigung des Fressbedürfnisses (BOLINGER et al., 1997). Ein ähnliches Ergebnis zeigte die Studie von COOPER et al. (2007) mit erhöhter Liegezeit und verminderter Fresszeit für zuvor für vier Stunden fixierte laktierende Milchkühe. In einer operanten Versuchsanstellung waren tragende Kalbinnen, die am Liegen gehindert wurden, bereit, für die Möglichkeit des Liegens zu arbeiten. Der dafür geleistete Aufwand war abhängig vom Ausmaß der danach zur Verfügung gestellten Liegezeit. Je höher die Belohnung (in diesem Fall die Verlängerung der Möglichkeit zu liegen) ausfiel, desto mehr waren diese Kalbinnen bereit dafür zu arbeiten und desto unelastischer fiel die Nachfragekurve aus (JENSEN et al., 2005). Insgesamt wurde dadurch eine tägliche Liegedauer von etwas 12,5 Stunden ‚erarbeitet‘. Milchkühe, welche für 1, 9 oder 12 Stunden am Liegen, Fressen und am sozialen Kontakt mit anderen Kühen gehindert wurden, erhöhten den relativen Anteil des Liegens signifikant, während der Anteil für Fressen und sozialen Kontakt gleich blieb (MUNKSGAARD et al., 2005). Nach BROOM und FRASER (2007) sollte daher die Ausübung des Liegeverhaltens auch bei Stallhaltung uneingeschränkt möglich sein.

Rinder ruhen im Liegen, wobei hauptsächlich gedöst wird. Während dieses Dösens ist die Aufmerksamkeit herabgesetzt (BOGNER und GRAUVOGL, 1984). Innerhalb eines 24-Stunden-Tages verbringen Rinder durchschnittlich 7,5 Stunden mit Dösen, 3,3 Stunden im NREM-Schlaf und 45 Minuten im REM-Schlaf. Die restliche Zeit wird in wachem Zustand verbracht (RUCKEBUSCH, 1972).

Das Verhalten von Rindern folgt einem diurnalen Rhythmus. Wichtiger Zeitgeber für die Tagesperiodik ist der Hell-Dunkel Wechsel. Bei Weidehaltung wird kurz vor Sonnenaufgang die Nachtruhe beendet, es kommt zu je einer Hauptweideperiode morgens und abends. Dazwischen treten je nach Jahreszeit und Wetter mehrere kürzere Weideperioden auf (HÖRNING, 2003); dementsprechend werden am Vormittag, zu Mittag und am späten Nachmittag Ruhephasen eingelegt. Die Synchronität im Futteraufnahme- und Ruheverhalten ist stark ausgeprägt. Eine halbe Stunde nach Eintritt völliger Dunkelheit beginnt die Nachtruhe. Unter Langtagbedingungen (Sommer) wird die Nachtruhe nur gelegentlich von einzelnen Tieren unterbrochen. Mit zunehmender Dunkelphase erhebt sich die ganze Herde auch nachts um auszuschneiden und zu grasen. In heißen Klimazonen oder während Hitzeperioden verschiebt sich die Tagaktivität zunehmend auf die Morgen- und Abenddämmerung sowie in die Nacht (SAMBRAUS, 1978).

In der Grundlage liegen Rinder in Brustlage mit dem Gewicht auf dem Brustbein. Dabei sind die Vorderbeine im Karpalgelenk gebeugt unter dem Körper positioniert, die Hinterbeine sind stets leicht gestreckt. Aufgrund des Vorragens der Extremitätenenden auf einer Seite ergibt sich eine leichte Verdrehung des Rumpfes in die entgegengesetzte Richtung. Dadurch wird

auch das Euter entlastet (SAMBRAUS, 1978). Die genaue Lage der Extremitäten kann in der Brustlage noch variiert werden. Der Kopf kann aufrecht getragen werden, dieser kann aber auch am Rumpf oder an Stalleinrichtungen aufgelegt werden. Erwachsene Tiere liegen eher selten in völliger Seitenlage, da in dieser Position die Abgabe der Gärgase aus dem Pansen nicht möglich ist. Die Seitenlage wird meist nach ca. 12 Minuten beendet (BOGNER und GRAUVOGL, 1984).

Wie oben beschrieben können beim Liegen unterschiedliche Positionen eingenommen werden. KÄMMER und SCHNITZER (1975) fassten diese Positionen in vier Gruppen zusammen. Die Position der Vorder- und Hintergliedmaßen kann vielfach kombiniert werden. Die Definition sowie die Häufigkeit des Auftretens dieser Positionen auf der Weide sind in Tabelle 1 angeführt.

Tabelle 1: Unterteilung der Ruhepositionen (nach KÄMMER und SCHNITZER, 1975)

Bezeichnung	Beinstellung	Häufigkeit auf der Weide
kurz	Vorderbeine untergeschlagen	85%
lang	Vorderbeine ausgestreckt (ein Bein oder beide Beine)	15%
schmal	oberes Hinterbein angelegt (< 45°)	35%
breit	oberes Hinterbein ausgestreckt (> 45°)	65%

HÖRNING (2003) verglich Vorderbeinstreckungen und Hinterbeinstreckungen von Milchkühen in Weidehaltung, auf freier Liegefläche und in Liegeboxen-Laufställen. Dabei konnten entweder ein Bein, oder auch beide Beine gestreckt sein. Kühe auf der Weide zeigten die geringste Häufigkeit von Vorderbeinstreckungen gefolgt von Tieren im Liegeboxen-Laufstall und auf freier Liegefläche. Die Häufigkeit der Hinterbeinstreckungen war im Liegeboxen-Laufstall geringer als bei freier Liegefläche. Auf der Weide wurde diese Position nicht untersucht. Bei nassen und kalten Bedingungen im Freien lagen Milchkühe signifikant häufiger in einer sogenannten kurzen und schmalen Liegeposition (Vorderbeine unter den Körper geschlagen, Hinterbeine am Körper anliegend) als die im Stall untergebrachten Tiere (TUCKER et al., 2007).

Hinsichtlich der täglich mit Liegen verbrachten Zeit kann eine Vielzahl von Untersuchungen herangezogen werden. Die in der vorhandenen Literatur angegebenen Werte für die tägliche Liegezeit liegen zwischen 9 und 13 Stunden. Die Werte für Kühe in Weidehaltung sind im unteren Bereich dieser Spannweite betreffend täglicher Liegedauer zu finden (SAMBRAUS, 1978; KROHN und MUNKSGAARD, 1993); Kühe in Laufstallhaltung weisen dagegen in der Regel längere Liegezeiten auf (ALBRIGHT, 1987; DEVRIES und VON KEYSERLINGK, 2005; FREGONESI et al., 2007a). Abweichend davon erreichten Kühe in einem Tiefstreu-Laufstall allerdings lediglich eine durchschnittliche tägliche Liegedauer von 9,3 Stunden (ENDRES und BARBERG, 2007). Die Angaben von KROHN und MUNKSGAARD (1993) für Kühe in Anbindehaltung sind den Ergebnissen für Laufställe ähnlich. Die täglichen Liegezeiten für Altkühe ohne Angabe des Haltungssystems lagen zwischen 9 und 12 Stunden (BOGNER und GRAUVOGL, 1984).

Die durchschnittliche Dauer einer Liegeperiode betrug im Anbindestall 58 Minuten und 81 Minuten auf der Weide (KROHN und MUNKSGAARD, 1993). Die täglich im Liegen verbrachte Zeit teilte sich in 8 bis 10 Perioden und nach Möglichkeit wurde nach jeder Liegeperiode die Liegeseite gewechselt (ALBRIGHT, 1987).

Bei FORSBERG et al. (2008) lagen Kühe im Liegeboxen-Laufstall zu gleichen Teilen auf der linken wie auf der rechten Körperseite. Hochtragende Kühe lagen bei Weidehaltung signifikant mehr auf der linken Körperseite. Als weiteres Ergebnis dieser Untersuchung ergab

sich kein Einfluss des Alters auf die Liegeseite. Ob allgemein von gleicher Präferenz für links und rechts ausgegangen werden kann, konnte nicht beantwortet werden. Während in einer Untersuchung von GRANT et al. (1990) intakte Kühe zu 53% auf der linken und zu 47% auf der rechten Körperseite lagen, verschob sich dieses Verhältnis bei pansenfistulierten Tieren (Pansenfistel auf der linken Körperseite) zu 70% rechts- und 30% linksseitiger Lage.

3.3 Einflussfaktoren auf das Liegeverhalten in der Laufstallhaltung

Eine Vielzahl von Kriterien kann das Liegeverhalten von Milchkühen beeinflussen. Maße der Liegeboxen (z.B.: TUCKER et al., 2004), Art und Material der Liegefläche (z.B.: COOK et al., 2004; NORRING et al., 2008; TUCKER et al., 2003), Steuerungselemente (z.B.: TUCKER et al., 2005 und 2006), Klima und Umweltbedingungen (z.B.: COOK et al., 2007) und auch Management und Routinemaßnahmen (z.B.: VON KEYSERLINGK et al., 2008) können Auswirkungen auf dieses für Kühe sehr wichtige Verhalten haben.

3.3.1 Stalleinrichtung, Haltungssystem

In einer Untersuchung von CEBALLOS et al. (2004) wurde mittels Kinematik versucht, einen dreidimensionalen Bereich festzulegen, der von Kühen während des Abliegevorganges genutzt wird, wenn ausreichend Platz zur Verfügung steht. Das Ergebnis zeigte, dass Holstein-Friesian Milchkühe eine Liegeboxenlänge von bis zu 300 cm und eine Liegeboxenbreite von bis zu 109 cm benötigen würden, um ungehindert abliegen zu können. Die größte notwendige Breite einer Liegebox war in einer Höhe von 95 – 135 cm und unterhalb 50 cm gemessen von der Liegefläche festgestellt worden. Die größte notwendige Länge einer Liegebox lag bei 10 – 30 cm Höhe gemessen von der Liegefläche. Diese definierten Höhen sind wichtig, um Liegeboxenabtrennungen sowohl seitlich als auch im Kopfbereich optimal anzubringen. Die gemessenen Geschwindigkeiten von Körperstellen beim Abliegevorgang lagen bei bis zu 2,2 m/s, welche bei ungebremstem Kontakt mit Liegeboxenabtrennungen zu Verletzungen führen können. Aus diesem Grund ist sicherzustellen, dass Kühe beim Abliegen an keine Gegenstände oder Stalleinrichtungen prallen können.

Aus dem eben Erwähnten ergibt sich die Notwendigkeit von optimalen Maßen von Liegeboxen, um das Ruhen ungehindert und ungestört stattfinden zu lassen. TUCKER et al. (2004) untersuchten, ob es Unterschiede im Liegeverhalten von Kühen in Liegeboxen gibt, die verschiedene Breiten bzw. Längen aufwiesen. Sie fanden heraus, dass Kühe in breiteren Liegeboxen signifikant länger lagen und länger dauernde Liegeperioden hatten als Kühe in schmalen Boxen. Als mögliche Erklärung hierfür wurde angegeben, dass Kühe in breiteren Liegeboxen weniger oft an Liegeboxenabtrennungen anstießen und deshalb Positionsänderungen nicht so oft notwendig waren. Signifikante Unterschiede bezüglich der Länge einer Liegebox wurden nicht festgestellt.

Ein wichtiger Punkt in der Wahl eines geeigneten Haltungssystems für Milchkühe liegt in einer komfortablen und bequemen Liegefläche, da diese sowohl das Verhalten als auch die Gesundheit von Extremitäten, Klauen und Euter beeinflussen kann. Sand und Sägemehl als Einstreu sowie Matratzen mit 2 – 3 cm Sägemehlaufgabe wurden in einem Experiment von TUCKER et al. (2003) bezüglich Liegeverhalten und Akzeptanz verglichen. Das Ergebnis zeigte einen eindeutigen Einfluss des Materials der Liegefläche auf das Liegeverhalten. Kühe bevorzugten eindeutig dick eingestreutes Material gegenüber Matratzen und Sägemehl vor Sandeinstreu. COOK et al. (2004) verglichen in Praxisbetrieben Sandeinstreu mit Geotextilmatratzen mit Gummigranulatfüllung. Deren Ergebnis lieferte keinen Unterschied

bezüglich täglicher Liegedauer, Anzahl der Liegeperioden und Dauer der einzelnen Liegeperioden.

Milchkühe zeigten bei Stroh als Einstreu in Liegeboxen eine signifikant längere tägliche Liegezeit als bei Sand. Beide Materialien waren dick eingestreut. Da weder die Anzahl der Liegeperioden noch die Dauer der einzelnen Liegeperioden signifikant verschieden zwischen Stroh und Sand waren, dürfte der Unterschied der gesamten Liegedauer in einer kombinierten Steigerung dieser beiden Faktoren gelegen sein (NORRING et al., 2008).

Interessante Ergebnisse lieferte eine Studie von DRISLER et al. (2005). Sie stellten die Frage, ob und wie sich das Niveau von Sandeinstreu in Liegeboxen über die Zeit verändert und ob diese Änderung Auswirkungen auf das Liegeverhalten von Milchkühen haben kann. Der Verlust von Sand war einen Tag nach dem Einstreuen am größten und nahm weiterhin über die Tage ab. Die Liegefläche wurde konkav, an der tiefsten Stelle in der Mitte der Liegebox ergaben sich Differenzen von bis zu 13,7 cm. Die tägliche Liegedauer unterschied sich signifikant zwischen den verschiedenen Niveaus und je 1 cm Abnahme der Sandeinstreu ergab sich eine Verkürzung der Liegedauer von ca. 11 Minuten. Es konnte gezeigt werden, dass die Menge bzw. Höhe der Sandeinstreu einen signifikanten Einfluss auf die tägliche Liegedauer haben kann.

Die Qualität des Einstreumaterials kann ebenfalls Auswirkungen auf das Liegeverhalten haben. In einem ersten Durchgang konnten Milchkühe nicht zwischen trockenem und nassem 10 cm dick eingestreutem Sägemehl wählen. Während Kühe auf trockenem Sägemehl knapp 14 h/Tag lagen, erreichten diejenigen Tiere mit nasser Einstreu nur 9 h/Tag. In einem anschließenden zweiten Durchgang hatten die Kühe die Wahl zwischen nassen und trockenen Liegeboxen. Wiederum lag die tägliche Liegedauer in trockenen Boxen bei 12,5 Stunden, während lediglich etwa 1,0 h/Tag in den nassen Boxen verbracht wurde. Während dieses Tests gab es auch Kühe, welche nasse Einstreu komplett verweigerten und nur trockene Liegeboxen wählten (FREGONESI et al., 2007b).

Viele Stalleinrichtungen wurden entwickelt, um zu steuern wo die Kuh steht, liegt und ausscheidet, um den Arbeitsaufwand zur Liegeboxreinigung zu minimieren. Nackenriegel dienen dazu, stehende Kühe soweit aus der Liegebox zu drängen, dass Kot und Harn nicht auf die Liegefläche, sondern auf den Boden des Laufganges gelangen. Es wurde jedoch festgestellt, dass Kühe bei Vorhandensein eines Nackenriegels zu 69% im Liegen Kot und Harn ausschieden und dadurch die Box verschmutzten (TUCKER et al., 2005). In dieser Untersuchung ergaben sich auch Unterschiede in den täglichen Liegezeiten, wenn entweder kein Nackenriegel vorhanden war, oder dieser in verschiedenen Höhen angebracht wurde. Die Unterschiede waren jedoch nicht signifikant. Um das Problem des Harnens und Kotens im Liegen zu lösen, werden Bugschwellen eingesetzt, die ein Vorrücken der Kuh in der Box verhindern und das Tier an den hinteren Rand der Liegebox drängen sollen. Solche Bugschwellen verkürzen die tatsächliche Liegelänge einer Liegebox und können die Benutzung reduzieren. Bei freier Wahl zwischen Liegeboxen mit und ohne einer 20 cm hohen hölzernen Bugschwelle lagen Milchkühe zu 68% der Zeit in Boxen ohne Bugschwelle. War diese Wahl nicht möglich und hatten Kühe nur zu einer dieser beiden Liegeboxen Zutritt, so lagen diese in Boxen ohne Bugschwelle signifikant um 1,2 h/Tag länger (TUCKER et al., 2006).

Es gibt neben Liegeboxen-Laufställen auch noch andere Haltungssysteme für Milchkühe. Tiefstreu-Laufställe bieten den Vorteil einer durchgehenden Liegefläche ohne Abtrennungen und Hindernisse im Liegebereich und sind mit diversen Materialien tief eingestreut. Im Laufe der Zeit bildet sich eine dicke und komfortable Matratze. In derartigen Laufställen kann davon ausgegangen werden, dass ein uneingeschränktes Liegeverhalten und alle von

Kühen gezeigten Liegepositionen ausgeübt werden können (ENDRES und BARBERG, 2007). Während eines Versuchszeitraumes von vier Wochen lagen Kühe in Tiefstreu-Laufställen signifikant länger als in Liegeboxen-Laufställen. Bei Ausdehnung des Versuchszeitraumes auf 17 Wochen war dieser Unterschied beinahe nicht mehr vorhanden (FREGONESI und LEAVER, 2001). In zwei Versuchen wurden Kühe mit hoher täglicher Milchleistung mit Kühen mit niedriger täglicher Milchleistung bezüglich täglicher Liegezeiten verglichen, wobei zusätzlich wenig oder viel Fläche angeboten wurde. In Experiment 1 konnten die Kühe auf Stroh im Tiefstreu-Laufstall liegen. Die verglichenen täglichen Liegezeiten unterschieden sich nicht signifikant. In Experiment 2 wurden mit Stroh eingestreute Liegeboxen verwendet. Auch hier waren die Unterschiede zwischen Milchleistung bzw. Platzangebot nicht signifikant. Beim Vergleich der täglichen Liegezeiten zwischen Tiefstreu- und Liegeboxen-Laufstall fiel auf, dass Kühe im Tiefstreu-Laufstall um bis zu 4,6 Stunden länger lagen als Kühe im Liegeboxen-Laufstall (FREGONESI und LEAVER, 2002).

3.3.2 Klima und Umweltbedingungen

Rinder verfügen über sehr gute Möglichkeiten der Thermoregulation. Probleme können sich weniger bei tiefen als vielmehr bei hohen Temperaturen insbesondere mit gleichzeitig hoher Luftfeuchtigkeit ergeben. Mit Auswirkungen von Hitzestress auf Milchkühe und deren Verhalten beschäftigten sich COOK et al (2007). Dabei wurde auch untersucht, wie unterschiedliche Klimabedingungen die Liegedauer beeinflussen können; der Temperatur-Luftfeuchte-Index bewegte sich dabei zwischen 56 und 74. Während der kühlestens Untersuchungsphase lag die tägliche Liegedauer bei 10,9 Stunden; sie ging signifikant auf knapp 7,9 Stunden während des wärmsten Zeitraumes zurück. Ähnliche Ergebnisse berichten ENDRES und BARBERG (2007) mit 12,7 h/Tag bei niedriger Temperatur bzw. Luftfeuchte und lediglich 7,9 h/Tag bei höheren Werten. Wurde Kühen bei Weidehaltung im Sommer ein beschatteter Bereich angeboten, der Sonnenstrahlung unterschiedlich stark filterte, so nutzen Kühe diesen künstlichen Schatten in Abhängigkeit der Sonnenstrahlung und der Filterleistung unterschiedlich stark. Nahm die Strahlungsintensität zu, so wurde der angebotene Schattenbereich vermehrt angenommen, insbesondere bei hoher Filterleistung. Unterschiede in den täglichen Liegezeiten zwischen den Bereichen ohne Schatten und den unterschiedlich stark von Sonnenstrahlung geschützten Schattenbereichen wurden nicht festgestellt (TUCKER et al., 2008).

Die andere Seite der Temperaturskala war Gegenstand eines Experiments von TUCKER et al. (2007). Ziel dabei war die Untersuchung des Verhaltens von Milchkühen im Winter, wenn diese entweder im Stall oder ohne Schutz und Überdachung im Freien gehalten werden. Zu diesem Zweck wurden schlechte Wetterbedingungen mit Sprinklern und Ventilatoren im Winter simuliert. Kühe, die kalten und nassen Bedingungen ausgesetzt waren, hatten signifikant kürzere Liegezeiten als Kühe im Stall. Zusätzlich lagen die im Freien untergebrachten Tiere signifikant häufiger in einer sogenannten kurzen und schmalen Liegeposition (Vorderbeine unter den Körper geschlagen, Hinterbeine am Körper anliegend), vermutlich um dadurch Wärmeverlust zu vermeiden.

3.3.3 Vorerfahrungen

Es sollte nicht außer Acht gelassen werden, dass Erfahrungen von Kühen mit bestimmten Einstreumaterialien aufgrund der bisherigen Haltungsumwelt, Auswirkungen auf nachfolgende Tests haben können. Die Ergebnisse von NORRING et al. (2008) zeigten, wie wichtig solche Erfahrungen bei Präferenztests sind. In diesem Experiment ergab sich, dass Milchkühe, welche bis zum Beginn der Untersuchung Stroh als Einstreumaterial hatten, signifikant öfter auf Stroh lagen als auf Sand. Diejenigen Kühe, welche zuvor Zugang zu Sand hatten, zeigten kein bevorzugtes Material. Auch ein von TUCKER et al. (2003) durchgeführtes Experiment verwies auf derartige Zusammenhänge. Kühe, die vor Versuchsbeginn Sägemehl als Einstreu zur Verfügung hatten, lagen auch bei Wahlmöglichkeit länger auf Sägemehl als auf Sand oder einer Matratze. Bei zuvor auf Sand gehaltenen Kühen war kein Unterschied in der Liegedauer verglichen mit Sägemehl festzustellen, wohl aber zu Matratzen.

3.3.4 Management

Unter Management können der Umgang mit den Tieren, verschiedene routinemäßige Arbeiten, Art und Weise der Fütterung und diverse sonstige Abläufe verstanden werden. In diesem Bereich sind allenfalls notwendige Änderungen am kurzfristigsten durchführbar. Ergeben sich beispielsweise Probleme aufgrund der Gruppenzusammensetzung oder auch betreffend Fütterung, so können diese Punkte rasch verändert werden.

Rinder sind Herdentiere, welche grundsätzlich ihr Verhalten synchronisieren. Ist die Anzahl der Tiere höher als die Zahl der Liege- oder Fressplätze, so ist ein synchrones Ausführen des entsprechenden Verhaltens nicht mehr möglich. In derartigen Fällen wird ausgehend von einer hierarchischen Ordnung zeitlich verschoben gelegen bzw. gefressen. SCHRADER et al. (2001) gaben an, dass die mittlere Dauer einer Liegeperiode bei einem Tier-Fressplatz Verhältnis von 2,5:1 im Vergleich zu 1:1 signifikant zurück ging, die gesamte Liegezeit blieb jedoch unverändert. Als mögliche Erklärung dafür gaben sie einen häufigeren Besuch des Fressbereiches zur Kontrolle freier Plätze an. Wurde die Anzahl der Liegeplätze für 12 Milchkühe von 12 auf 8 verringert, so reduzierte sich auch die tägliche Liegedauer (FREGONESI et al., 2007). In dieser Untersuchung nahm die tägliche Liegedauer von 12,9 Stunden (100 % Belegung) auf 11,2 Stunden (150 % Belegung) ab.

Umgruppierungen sind eine übliche Praktik in der Milchrinderhaltung. Ziel dabei ist es, homogene Gruppen bezüglich Milchleistung beziehungsweise Laktationsstadium zusammen zu stellen, um die Futterrationen leistungsgerecht zu gestalten. Dies kann auch zu Problemen führen, da eine bisher stabile Sozialstruktur gestört wird. Insbesondere am Tag der Umgruppierung kann es bei den neu in eine Gruppe kommenden Tieren zu einer geringeren täglichen Liegedauer sowie zu weniger Liegeperioden als vor der Neugruppierung kommen (VON KEYSERLINGK et al., 2008).

Üblicherweise wird während des Melkens frisches Futter bei den Fressplätzen vorgelegt. Damit soll sichergestellt werden, dass nach Rückkehr der Tiere sofort ein Fressplatz und nicht eine Liegebox aufgesucht wird. Dies ist insofern beabsichtigt, da direkt nach dem Melken der Strichkanal der Zitzen noch nicht wieder vollständig geschlossen sein kann und so anfällig für eine Besiedelung mit Krankheitserregern ist. Beim sofortigen Abliegen in einer Liegebox könnten Keime in den Strichkanal gelangen und in weiterer Folge zu Euterentzündungen führen (JOHANSSON et al., 1999). Ziel einer Untersuchung von DEVRIES und VON KEYSERLINGK (2005) war es herauszufinden, ob sich das Liegeverhalten verändert,

wenn die Futtermahlzeit erst 6 Stunden nach dem Melken erfolgte. Als Resultat ergab sich, dass zwar kein Einfluss auf die tägliche Liegedauer bestand, dass sich die Kühe jedoch schneller als bei sofortiger Futtermahlzeit hinlegten (45,1 min vs. 65,7 min; $p < 0,001$).

In der Annahme, dass der Füllgrad des Euters von Hochleistungskühen zu Unbehagen beim Liegen führen kann, verglichen ÖSTERMANN und REDBO (2001) zwei- und dreimaliges Melken pro Tag. Am frühen Morgen (Zeitraum von vier Stunden vor dem Morgenmelken) lagen die Tiere zwar signifikant länger beim dreimaligen Melken, über 24 Stunden betrachtet ergaben sich allerdings keine Unterschiede zwischen den beiden Melkfrequenzen. Ein ähnliches Ergebnis lieferte die Anzahl an Liegeperioden. Während vier Stunden vor dem Morgenmelken die Tiere mit dreimaligem Melken signifikant weniger oft kürzer als 15 Minuten und häufiger länger als 90 Minuten lagen, verschwand auch dieser Unterschied bei Betrachtung über 24 Stunden.

4 Tiere, Material und Methoden

4.1 Untersuchungsbetrieb

Der Versuch wurde im Zeitraum von 1. Oktober bis 30. November 2007 an der University of California/Davis (UCD) durchgeführt. Während dieses Zeitraumes wurde ein Teil der Stallungen des Milchviehbetriebes der UCD verwendet. Dieser Betrieb wirtschaftet konventionell. Die durchschnittliche Tagestemperatur lag während der Versuchsperiode laut nächstliegender Wetterstation des Flughafens von Sacramento bei 13,8 +/- 2,6 °C.

4.2 Haltungsbedingungen

Für dieses Experiment wurde am Milchviehbetrieb der UCD ein als „pen 1“ bezeichneter Stall verwendet. Dieser Stall bot eine Gesamtfläche von 703 m² und beinhaltete 24 mit Sand eingestreute Liegeboxen sowie 26 nebeneinander angeordnete Fressplätze mit einer Breite von je 50 cm. Oberhalb des Fressgitters war über die gesamte Länge des Fressbereiches eine Sprinkleranlage montiert. Diese Sprinkleranlage arbeitete nach folgendem Protokoll:

Außentemperatur 24 °C und darüber	5 Minuten alle 15 Minuten
Außentemperatur 28 °C und darüber	5 Minuten alle 10 Minuten
Außentemperatur 32 °C und darüber	4 Minuten alle 5 Minuten.

Für jede der in diesem Versuch je Durchgang eingesetzten 24 Kühe standen 26,4 m² Fläche zur Verfügung. Alle 24 Liegeboxen waren überdacht. Während an der Ostseite lediglich Stützen als Tragkonstruktion vorhanden waren, gab es an der Westseite zwei Wände, die jeweils zwei Reihen von Liegeboxen abends beschatteten. Die überdachte Fläche betrug 166 m². Es lagen sich jeweils zwei Liegeboxenreihen mit sechs Liegeplätzen gegenüber.

Zur Abkühlung der überdachten Liegefläche waren an der Ostseite im Deckenbereich zwei Ventilatoren angebracht, die jeweils zwei Reihen von Liegeboxen belüfteten und 24 Stunden durchgehend in Betrieb waren. Länge und Breite der Liegeboxen betrugen 2,44 m beziehungsweise 1,17 m (lichtes Maß). Die seitlichen Abtrennungen der Liegeboxen bestanden aus U-förmigen Metallrohren mit 6,5 cm Durchmesser. Die Abtrennungen waren in einer Höhe von 40 cm angebracht. Die Oberkante des oberen Rohres befand sich in einer Höhe von 96 cm. Nähere Details können der Abbildung 1 entnommen werden. Je sechs Liegeboxen waren mit einem an einer Kette befestigten beweglichen Nackenrohr versehen, welches in einer Höhe von 106 +/- 1,7 cm, gemessen von der Oberfläche der Sandeinstreu bis zur Unterkante des Nackenrohres, angebracht war. Die Distanz vom Nackenrohr bis zur Streuschwelle der Liegebox lag bei 171 cm. Die durchschnittliche Sandtiefe betrug 20 cm. Es war keine Bugschwelle vorhanden.

Sowohl während des Abendmelkens als auch während des Morgenmelkens wurde die Liegefläche mit einem Rechen geebnet und von Verunreinigungen durch Kot und Harn gesäubert. Sowohl östlich als auch westlich an den Liegebereich angrenzend befand sich ein frei zugänglicher Laufhof. Die Laufflächen unter Dach sowie im Laufhof waren betoniert. Ständiger Zugang zu einer Trogränke mit den Maßen 180x50x50 cm (LxBxH) mit ständigem Wassernachlauf und einer Schwimmereinrichtung war gegeben. Eine Totalmischration von insgesamt 28,5 kg Frischmasse pro Kuh und Tag wurde aufgeteilt auf 3 Portionen um 4.00 Uhr, 11.00 Uhr und 16.00 Uhr vorgelegt.

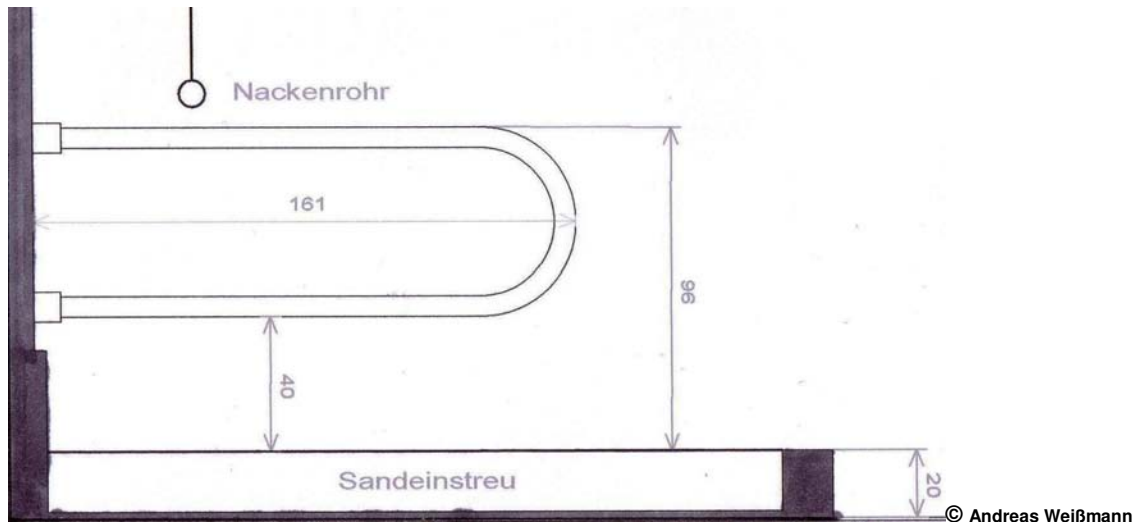


Abbildung 1: Seitliche Liegeboxenabtrennung; eingetragenen Maße sind in cm.

4.3 Tiere

Insgesamt 48 Milchkühe am Beginn des letzten Laktationsdrittels wurden in diesem Experiment eingesetzt. Diese 48 Milchkühe wurden in zwei hintereinander durchgeführten Durchgängen in Gruppen zu je 24 Tieren verwendet, die wiederum vier Versuchsgruppen zu sechs Tieren zufällig zugeordnet wurden (siehe unten). In Durchgang 1 handelte es sich um 20 Kühe der Rasse Holstein Friesian sowie um vier Kühe der Rasse Jersey; letztere wurden auf jede der vier Versuchsgruppen aufgeteilt. In Durchgang 2 wurden ausschließlich Tiere der Rasse Holstein Friesian eingesetzt. Die Versuchsgruppen waren außerdem hinsichtlich Milchleistung, Tage in Milch und, wenn zutreffend, Tagen seit erfolgreicher Besamung balanciert.

Durchschnittswerte des Körpergewichts, des Body Condition Score (BCS, nach FERGUSON et al., 1994), der täglichen Milchleistung, der Anzahl Laktationen, der Anzahl an Tagen in Milch und der bisherigen Trächtigkeitstage können Tabelle 2 entnommen werden.

Tabelle 2: Körpergewicht, BCS, Milchleistung, Anzahl Laktationen, Tage in Milch und bisherige Trächtigkeitstage aller 48 Kühe

Parameter	Mittelwert	Standardabweichung
Körpergewicht (kg)	493	78,2
BCS	3,0	0,4
tägliche Milchleistung (kg)	39,4	8,78
Anzahl Laktationen	1,8	0,83
Tage in Milch	201	82
Trächtigkeitstage	123	42

4.4 Versuchsdesign

Das gegenständliche Experiment wurde in zwei Durchgängen durchgeführt. Jeder dieser Durchgänge dauerte zehn Tage und war wiederum in zwei Fünf-Tage-Blöcke geteilt. Die notwendigen Taschen und Geräte zur Differenzierung der Versuchsgruppen wurden an Tag eins und sechs angebracht. Alle vier Versuchsgruppen waren gleich verteilt (sechs Kühe je Versuchsgruppe und Durchgang).

4.4.1 Versuchsgruppen

Während des durchgeführten Versuches wurden zwei verschiedene Datenlogger eingesetzt. Beim ‚Kleinen Logger‘ (Abbildung 2, mittleres Bild) handelte es sich um einen Onset HOBO Pendant G Datenlogger (Onset Computer Corporation, USA). Dieser Logger hatte ein Gewicht von 17 Gramm bei einer Größe von 5,8x3,3x2,3 cm. Der ‚Große Logger‘ (Abbildung 2, rechtes Bild) war ein modifizierter Gemini Tinytag®-Datenlogger (Gemini Data Loggers, Großbritannien), das Gewicht lag bei 106 Gramm, die Größe bei 5,0x5,5x3,5 cm.

Die folgenden vier Versuchsgruppen wurden während des Experiments verglichen:

- 1 Kontrolle (n=12): Diese Kühe trugen keinerlei Geräte oder Taschen.
- 2 Bandage: leere Tasche + Bandage (n=12): Diese Kühe trugen lediglich leere, sonst zur Anbringung des Loggers verwendete Taschen am äußeren Metatarsus sowie eine Bandage zur Fixierung (Abbildung 2, linkes Bild).
- 3 Kleiner Logger: Kleiner Logger + Tasche + Bandage (n=12): Diese Kühe trugen den ‚Kleinen Logger‘ eingesetzt in kleine Taschen mit Bandage am äußeren Metatarsus fixiert. Um einen Verlust aufgrund der geringen Größe dieses Loggers zu vermeiden, wurde dieser in einen Schwamm mit der Größe des ‚Großen Loggers‘ gesteckt.
- 4 Großer Logger: Großer Logger + Tasche + Bandage (n=12): Diese Kühe trugen den ‚Großen Logger‘ eingesetzt in kleine Taschen mit Bandage am äußeren Metatarsus fixiert.



Abbildung 2: Von links nach rechts: Bandage, Kleiner Logger, Großer Logger

4.4.2 Vorbereitungsphase

Um die einzelnen Kühe während der Videoaufzeichnung und der Direktbeobachtung zu identifizieren, wurden alle Kühe individuell mit Haarfärbemittel markiert. Während dieser Prozedur waren alle Kühe im Fressgitter fixiert. Anschließend wurde das Körpergewicht sowie BCS erhoben. Nach diesem Vorgang wurden die Logger samt Taschen oder auch lediglich die Bandage angebracht. Hierfür wurde jede der 24 Kühe in einem Behandlungsstand einzeln nacheinander fixiert. Bei denjenigen Kühen, welche einen Logger trugen, wurde dieser in kleine Taschen aus starker Baumwolle gesteckt und mit Klettverschluss an der Außenseite des Metatarsus fixiert. Vorher wurde eine Lage

selbstaftende Bandage (VetRap 3M VetRap Bandaging Tape 4”) um das behandelte Bein gelegt. Um eventuell auftretende Hautirritationen und/oder –verletzungen zu minimieren, wurde das betreffende Bein dick mit Vaseline (Longs Petroleum Jelly 100% pure) bestrichen. Es wurden sodann weitere Lagen von Bandage gewickelt, um einen festen Halt zu gewährleisten. Kühe, welche lediglich die Bandage ohne Logger trugen, wurden in gleicher Weise behandelt.

Während der ersten fünf Tage erfolgte die Anbringung der Versuchsvarianten bei der Hälfte der Kühe am linken äußeren Metatarsus (Anbringungsseite links), während die andere Hälfte diese am rechten äußeren Metatarsus (Anbringungsseite rechts) trug. Nach fünf Tagen wurde die Seite gewechselt. Vor diesem Wechsel erfolgte eine neuerliche Wiegung und BCS-Beurteilung. Nach Abschluss der Datenerhebung (Tag 10) wurde letztmalig gewogen und beurteilt und sämtliche Bandagen, Taschen und Logger entfernt. Für alle Vorgänge wurden alle 24 Kühe (inklusive der sechs Kontrollkühe) für ca. 5 – 10 Minuten im Behandlungsstand fixiert.

4.4.3 Videoaufzeichnung und -auswertung

Die Videoaufzeichnung erfolgte in beiden Durchgängen von Tag zwei bis fünf und von Tag sieben bis zehn (totale Aufnahmezeit vier Tage/Block). Für die kontinuierliche Aufzeichnung des Verhaltens während des Experiments wurde ein Videosystem mit zehn Kameras verwendet. Diese Kameras (Panasonic CCTV Camera WV-BP334) waren mit CCTV Linsen (Tamron CCTV Lens 13VG2812ASII) ausgestattet und wurden in staub- und feuchtigkeitsdichten Metallgehäusen montiert. An der Dachkonstruktion im Liegebereich wurden acht Kameras angebracht. Jede dieser Kameras deckte jeweils einen Bereich von drei Liegeboxen ab. Der Blickwinkel der Kameras war von oben schräg nach unten und in Richtung Kopfende der Liegeboxen ausgerichtet. Weitere zwei Kameras erfassten die beiderseits des Liegebereichs angrenzenden Laufhöfe. Alle zehn Kameras waren an einen digitalen Video Recorder (ClearVision 16 Channels Video, 16 Channels Audio Rack Mount DVR System, IPD-DVR1240-16R) angeschlossen, welcher in einem Extrabereich außerhalb des Stalls untergebracht war. Um eine Videoaufzeichnung während der Nachtstunden zu ermöglichen, wurden im Bereich der fixen Beleuchtungskörper vier rote 100-Watt-Glühbirnen montiert.

Die Auswertung der Videoaufzeichnungen erfolgte kontinuierlich. Dabei wurden alle Liegeereignisse im Beobachtungszeitraum mit Start- und Endzeit, die Liegeseite sowie möglicherweise auftretendes Liegen außerhalb des Liegeboxenbereiches festgehalten. Tabelle 3 zeigt das verwendete Datenblatt mit einer Eintragung. Beobachter Darren notierte in Durchgang 1 am Versuchstag 2 aufgezeichnet durch Kamera 1 am 22.10. um 09:34:55, dass sich die Kuh mit dem Symbol # (ID 2023) auf die linke Seite legte.

Die Auswertung erfolgte durch verschiedene BeobachterInnen. Vor Beginn der eigentlichen Beobachtungen, wurde mittels Abgleich der erfassten Beobachtungsdaten (alle BeobachterInnen mussten dieselbe Videosequenz betreffend Stehen sowie Liegen links/ rechts durcharbeiten) die Übereinstimmung errechnet. Für die Auswertung des Videomaterials lag dieses Maß bei 99%.

Tabelle 3: Datenblatt zur Auswertung der Videoaufzeichnung

Observer	Period	DoT	Camera	Date	Time	Cow	standing	lying left	lying right	lying outside
Darren	1	2	1	22.10.	09 34 55	#	0	1	0	0

4.4.4 Direktbeobachtung

Zusätzlich zur Videoaufzeichnung wurde an den Tagen fünf und zehn in beiden Durchgängen eine Direktbeobachtung mit vier BeobachterInnen durchgeführt. Vor Beginn der Direktbeobachtung wurde jeweils zu zweit eine gemeinsame Probebeobachtung aller 24 Kühe durchgeführt. Ein anschließender Abgleich der erfassten Daten ergab ein Übereinstimmungsmaß von 98,8%. Sämtliche Kühe wurden im Abstand von 15 Minuten während 24 Stunden (Durchgang 1: 6:³⁰ – 6:³⁰; Durchgang 2: 4:³⁰ – 4:³⁰) mittels Instantaneous Scan Sampling erfasst. Dabei wurde protokolliert, ob das betreffende Tier stand oder lag. Bei liegenden Tieren wurden die Liegeseite, die Lage des Körpers sowie die jeweilige Position der Extremitäten protokolliert. Eine Definition der einzelnen Positionen ist Tabelle 4 zu entnehmen.

Tabelle 4: Definition von Stehen und Liegen sowie der Positionen der Extremitäten

Position	Definition
liegen	Körperflanke komplett mit Boden in Berührung
stehen	jeder Zustand, in dem die Kuh nicht liegt, inklusive Stehen, Gehen und Laufen
lateral	Gewicht auf eine Seite verlagert, Beine vom Körper weggestreckt, jedoch können Vorder- und Hinterbeine auch abgewinkelt unter dem Körper platziert sein, Kopf ausgestreckt am Boden aufgelegt (Kopf kann auch kurz angehoben werden), kein Gewicht auf Sternalregion
sternal	Gewicht ist auf Sternalregion verlagert, Beine unter dem Körper angewinkelt, jedoch können Vorder- und Hinterbeine auch vom Körper weggestreckt sein, Kopf kann nach rückwärts gebogen und aufgelegt sein, aufrecht oder auch nach vorwärts gestreckt sein
links	Kuh liegt von hinten betrachtet auf der linken Seite
rechts	Kuh liegt von hinten betrachtet auf der rechten Seite
belastetes Vorderbein abgewinkelt	belastetes Vorderbein ist am Karpalgelenk abgewinkelt ($\leq 90^\circ$) und Klauen zeigen zum Körper
unbelastetes Vorderbein abgewinkelt	unbelastetes Vorderbein ist am Karpalgelenk abgewinkelt ($\leq 90^\circ$) und Klauen zeigen zum Körper
Berührung unbelastetes Vorderbein	Unterarm des unbelasteten Vorderbeins berührt den Metacarpus komplett ohne sichtbaren Spalt
unbelastetes Hinterbein abgewinkelt	unbelastetes Hinterbein ist am Tarsalgelenk abgewinkelt ($\leq 90^\circ$) und Klauen zeigen zum Körper
Berührung unbelastetes Hinterbein	unbelasteter Metatarsus berührt den Körper oder das Euter
Metatarsus des belasteten Hinterbeins sichtbar	belasteter Metatarsus ist oberhalb der Afterklauen soweit sichtbar, dass eine vorhandene Bandage oder das Fehlen einer solchen festgestellt werden kann
Hinterbein auf Boxenabtrennung	Hinterbein ruht auf der Boxenabtrennung
Kuh liegt außen	Kuh liegt außerhalb der Liegebox

Nach Auswertung aller Aufzeichnungen und vor Beginn der statistischen Analyse wurden zusätzlich zu den in Tabelle 4 angeführten Liegepositionen zwei weitere kombinierte Positionen definiert und aus den vorhandenen Daten errechnet (z.B. Position ‚beide Vorderbeine abgewinkelt und Berührung bei unbelastetem Hinterbein‘ ergab sich aus Kombination von ‚belastetes Vorderbein abgewinkelt‘, ‚unbelastetes Vorderbein abgewinkelt‘ und ‚Berührung unbelastetes Hinterbein‘; Tabelle 5).

Tabelle 5: Definition der zusätzlichen Liegepositionen

Position	Definition
beide Vorderbeine abgewinkelt und Berührung bei unbelastetem Hinterbein	beide Vorderbeine sind am Karpalgelenk abgewinkelt ($\leq 90^\circ$) und der unbelastete Metatarsus berührt den Körper oder das Euter
keine Berührung bei unbelastetem Vorderbein und unbelastetem Hinterbein	weder der Unterarm des unbelasteten Vorderbeins berührt den Metacarpus komplett ohne sichtbaren Spalt, noch der unbelastete Metatarsus berührt den Körper oder das Euter

4.5 Statistische Analyse

Die Datenaufbereitung erfolgte in Excel; die statistische Auswertung anschließend mit SAS 9.1 für Windows. Eine Kuh der Versuchsgruppe Bandage war an den Tagen sieben, acht und neun wegen einer Mastitisbehandlung nicht im Stall und wurde deshalb von der Auswertung betreffend Liegezeiten, Anzahl Liegeperioden und Dauer einer Liegeperiode ausgeschlossen. Es blieben somit nur elf Kühe in der Versuchsgruppe Bandage. Während der an den Tagen fünf und zehn durchgeführten Direktbeobachtung befanden sich jeweils alle Kühe im Stall. Die Auswertung betreffend Liegepositionen wurde daher für zwölf Kühe pro Versuchsgruppe durchgeführt. Für die Auswertung nach Anbringungsseite wurden die Kühe der Versuchsgruppe Kontrolle nicht berücksichtigt.

4.5.1 Auswertung nach Versuchsgruppe

Die Residuen der Daten betreffend Liegezeiten, Anzahl Liegeperioden und Dauer einer Liegeperiode waren normalverteilt. Für die Liegepositionen war eine Transformation (Quadratwurzel und Arcussinus) notwendig. Die Least Square Means wurden aus den nicht transformierten Daten berechnet, die p -Werte stammen von den transformierten Daten. Die Auswertung für die Versuchsgruppen erfolgte mit PROC GLM, folgendes Modell wurde angewendet:

$$Y_{ijkl} = \mu + D_i + G_j + D_i * G_j + \varepsilon_{ijk}$$

Y_{ijkl} = beobachteter Wert l der abhängigen Variable Y der Kuh k
während Durchgang i in Versuchsgruppe j

μ = allgemeiner Mittelwert

D_i = fixer Effekt des Durchgangs i , $i = 1, 2$

G_j = fixer Effekt der Versuchsgruppe j , $j = 1, 2, 3, 4$
(Kontrolle, Bandage, Kleiner Logger, Großer Logger)

$D_i * G_j$ = Wechselwirkung zwischen Durchgang i und Versuchsgruppe j

ε_{ijk} = zufälliger Resteffekt

4.5.2 Auswertung nach Anbringungsseite

Wie schon für die Auswertung nach Versuchsgruppe war auch hinsichtlich der Anbringungsseite eine Transformation der Daten bezüglich Liegepositionen (Quadratwurzel und Arcussinus) notwendig. Die Least Square Means wurden auch hier aus den nicht transformierten Daten berechnet, die p -Werte stammen wiederum von den transformierten Daten. Die Auswertung für die Anbringungsseite erfolgte mit PROC GLM, wobei folgendes Modell verwendet wurde:

$$Y_{ijkl} = \mu + K_i + S_j + S_j * G_k + \varepsilon_{ijk}$$

Y_{ijkl} = beobachteter Wert l der abhängigen Variable Y der Kuh i für Anbringungsseite j

μ = allgemeiner Mittelwert

K_i = fixer Effekt von Kuh i, $i = 1 - 48$

S_j = fixer Effekt der Anbringungsseite j, $j = 1, 2$ (links, rechts)

$S_j * G_k$ = Wechselwirkung zwischen Anbringungsseite j und Versuchsgruppe k

ε_{ijk} = zufälliger Resteffekt

5 Ergebnisse

5.1 Einfluss der Versuchsgruppe auf Liegezeit und Liegeperioden

Die Versuchsgruppe hatte auf keinen Parameter des Liegeverhaltens (Tabelle 6) einen signifikanten Einfluss. Die mittlere Liegedauer bewegte sich zwischen 12,1 (Kontrolle) und 12,8 h/Tag (Kleiner bzw. Großer Logger). Die Anzahl Liegeperioden war bei Kühen der Versuchsgruppe ‚Großer Logger‘ am geringsten, es folgten die Versuchsgruppen ‚Kontrolle‘, ‚Kleiner Logger‘ und ‚Bandage‘. Die Dauer einer Liegeperiode war bei Kühen der Versuchsgruppe ‚Bandage‘ am kürzesten, gefolgt von den Versuchsgruppen ‚Kleiner Logger‘, ‚Kontrolle‘ und ‚Großer Logger‘. Die Boxplots in Abbildung 3 geben einen Überblick über die Verteilung der täglichen Liegezeit sowie der Verteilung der Anzahl der täglichen Liegeperioden innerhalb der Versuchsgruppen.

Tabelle 6: LSmeans für Liegezeit, Anzahl Liegeperioden und durchschnittliche Dauer einer Liegeperiode in den Versuchsgruppen (n=12/Versuchsgruppe) sowie Standardfehler des Mittelwertes (SEM) und Irrtumswahrscheinlichkeit

Beobachtung	Einheit	Kontrolle	Bandage ¹⁾	Kleiner Logger	Großer Logger	SEM	p
Liegen gesamt	h/24h	12,1	12,6	12,8	12,8	0,49	0,734
	h/24h	7,0	5,9	6,5	6,6	0,45	0,382
Liegen links	% von liegen gesamt	58	46	50	52	3,29	0,139
	h/24h	5,1	6,7	6,3	6,2	0,48	0,123
Liegen rechts	% von liegen gesamt	42	54	50	48	3,29	0,139
Liegeperioden gesamt	Anzahl/24h	9,3	10,6	9,8	8,9	0,62	0,249
Liegeperioden links	Anzahl/24h	5,1	5,1	4,8	4,4	0,38	0,511
Liegeperioden rechts	Anzahl/24h	4,2	5,5	5,0	4,5	0,44	0,170
Dauer einer Liegeperiode gesamt	h/24h	1,40	1,28	1,39	1,51	0,09	0,341
Dauer einer Liegeperiode links	h/24h	1,44	1,24	1,46	1,56	0,10	0,153
Dauer einer Liegeperiode rechts	h/24h	1,27	1,30	1,34	1,46	0,09	0,500

¹⁾ n = 11

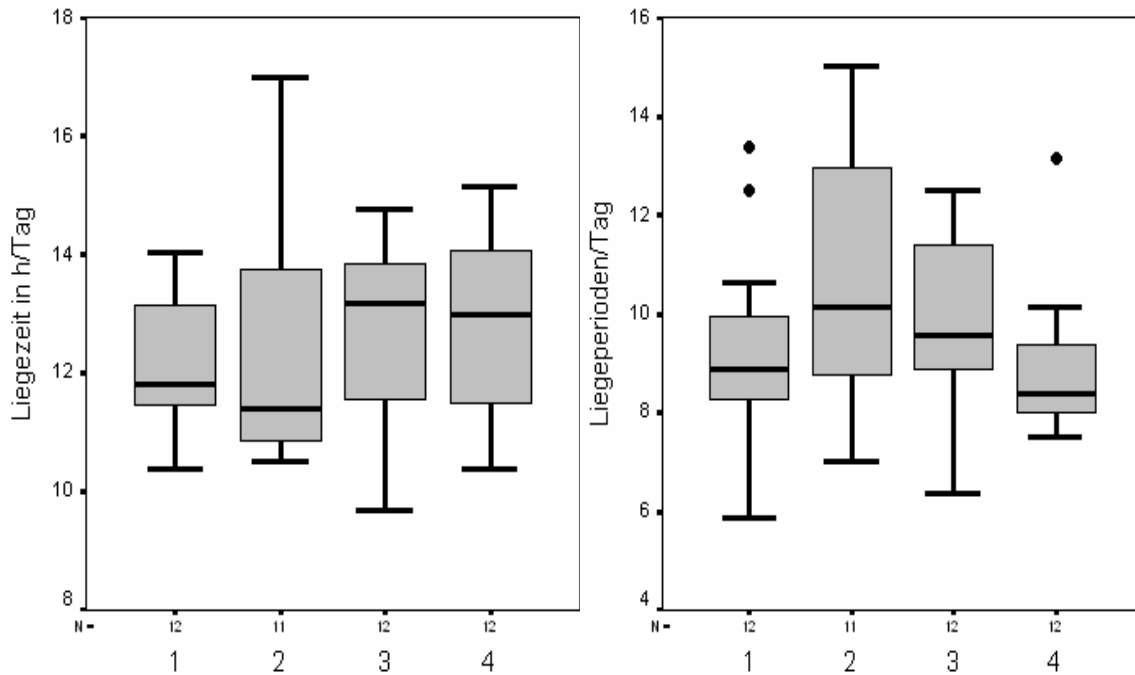


Abbildung 3: Box-Whisker-Plot der mittleren Liegezeit in h/Tag und der mittleren Anzahl Liegeperioden/Tag der einzelnen Versuchsgruppen; 1 = Kontrolle, 2 = Bandage, 3 = Kleiner Logger, 4 = Großer Logger

5.2 Einfluss der Versuchsgruppe auf die Liegepositionen

Die Versuchsgruppe hatte keinen signifikanten Einfluss auf die untersuchten Liegepositionen. Die einzelnen Werte sind nach Versuchsgruppe getrennt mit zugehörigen SEM und p -Werten Tabelle 7 zu entnehmen.

Tabelle 7: LSmeans für Liegepositionen in den Versuchsgruppen (n=12/Versuchsgruppe) sowie SEM und Irrtumswahrscheinlichkeit; alle Werte angegeben in % des Liegens gesamt, links oder rechts

Liegeposition		Kontrolle	Bandage	Kleiner Logger	Großer Logger	SEM	p
belastetes Vorderbein abgewinkelt	gesamt	83	78	81	83	3,24	0,762
	links	84	81	82	83	3,38	0,910
	rechts	81	75	80	82	4,44	0,740
unbelastetes Vorderbein abgewinkelt	gesamt	96	93	96	96	1,41	0,743
	links	96	92	97	95	1,96	0,789
	rechts	94	94	97	96	2,45	0,869
Berührung unbelastetes Vorderbein	gesamt	13	13	11	12	2,98	0,980
	links	16	14	11	14	3,31	0,870
	rechts	6	12	11	8	2,86	0,325
unbelastetes Hinterbein abgewinkelt	gesamt	39	36	36	31	3,67	0,539
	links	36	40	35	29	4,32	0,463
	rechts	40	32	36	33	4,37	0,789
Berührung unbelastetes Hinterbein	gesamt	11	13	10	13	2,11	0,528
	links	10	14	11	12	2,34	0,730
	rechts	11	12	10	13	2,61	0,627
Metatarsus des belasteten Hinterbeins sichtbar	gesamt	57	63	66	52	5,24	0,293
	links	60	59	71	58	5,22	0,284
	rechts	48	67	47	60	6,57	0,185
beide Vorderbeine abgewinkelt und Berührung bei unbelastetem Hinterbein	gesamt	10	13	10	12	2,02	0,593
	links	10	13	11	11	2,31	0,754
	rechts	11	12	9	13	2,60	0,728
keine Berührung bei unbelastetem Vorderbein und unbelastetem Hinterbein	gesamt	98	96	97	97	0,84	0,475
	links	98	96	97	97	1,09	0,584
	rechts	98	97	97	97	1,07	0,797

5.3 Einfluss der Anbringungsseite auf Liegezeit sowie Liegeperioden

Die Anbringungsseite hatte signifikanten Einfluss auf die Zeit, die auf der linken Seite liegend verbracht wurde (Tabelle 8). Unabhängig von der Versuchsvariante war die Liegezeit links bei Anbringung auf der linken Seite mit 6,0 Stunden signifikant geringer als bei Anbringungsseite rechts (6,5 h; $p=0,047$). Die Unterschiede hinsichtlich der übrigen Parameter waren dagegen nicht signifikant. Es lag weiters keine signifikante Wechselwirkung zwischen Versuchsgruppe und Anbringungsseite vor (Tabelle 9).

Tabelle 8: LSmeans für Liegezeit, Anzahl Liegeperioden und durchschnittliche Dauer einer Liegeperiode in den Anbringungsseiten (n=36/Anbringungsseite) sowie SEM und Irrtumswahrscheinlichkeit

Beobachtung	Einheit	Anbringungsseite		SEM	p
		links	rechts		
Liegen gesamt	h/24h	12,7	12,7	0,12	0,801
Liegen links	h/24h	6,0	6,5	0,18	0,047
	% von liegen gesamt	48	52	1,29	0,061
Liegen rechts	h/24h	6,7	6,2	0,18	0,068
	% von liegen gesamt	52	48	1,29	0,061
Liegeperioden gesamt	Anzahl/24h	9,7	9,8	0,23	0,742
Liegeperioden links	Anzahl/24h	4,6	4,9	0,16	0,162
Liegeperioden rechts	Anzahl/24h	5,1	4,9	0,15	0,323
Dauer einer Liegeperiode gesamt	h/24h	1,40	1,39	0,03	0,900
Dauer einer Liegeperiode links	h/24h	1,39	1,45	0,05	0,436
Dauer einer Liegeperiode rechts	h/24h	1,37	1,37	0,05	0,981

Tabelle 9: LSmeans der Wechselwirkungen für Liegezeit, Anzahl Liegeperioden und durchschnittliche Dauer einer Liegeperiode zwischen den Versuchsgruppen (n=12/Versuchsgruppe) und der Anbringungsseite (links rechts) sowie SEM und Irrtumswahrscheinlichkeit

Beobachtung	Einheit	Bandage ¹⁾		Kleiner Logger		Großer Logger		SEM	p
		links	rechts	links	rechts	links	rechts		
Liegen gesamt	h/24h	12,6	12,5	12,8	12,8	12,7	12,9	0,21	0,750
	h/24h	5,5	6,2	6,4	6,5	6,2	7,0	0,31	0,532
Liegen links	% von liegen gesamt	43	49	50	51	50	54	2,20	0,632
	h/24h	7,1	6,3	6,4	6,3	6,5	6,0	0,31	0,615
Liegen rechts	% von liegen gesamt	57	51	50	49	50	46	2,20	0,632
	h/24h	7,1	6,3	6,4	6,3	6,5	6,0	0,31	0,615
Liegeperioden gesamt	Anzahl/24h	10,6	10,7	10,0	9,6	8,6	9,2	0,39	0,486
Liegeperioden links	Anzahl/24h	4,9	5,3	4,8	4,7	4,1	4,7	0,27	0,355
Liegeperioden rechts	Anzahl/24h	5,7	5,4	5,1	4,9	4,5	4,5	0,25	0,854
Dauer einer Liegeperiode gesamt	h/24h	1,29	1,27	1,37	1,41	1,53	1,49	0,06	0,699
Dauer einer Liegeperiode links	h/24h	1,24	1,23	1,39	1,54	1,55	1,57	0,08	0,643
Dauer einer Liegeperiode rechts	h/24h	1,33	1,27	1,32	1,37	1,46	1,47	0,08	0,804

¹⁾ n = 11

5.4 Einfluss der Anbringungsseite auf die Liegepositionen

Die Anbringungsseite hatte keinen signifikanten Einfluss auf die Liegepositionen (Tabelle 10). Es bestand weiters keine signifikante Wechselwirkung zwischen Versuchsgruppe und Anbringungsseite. Tendenziell ($p < 0,10$) lag eine Wechselwirkung zwischen Anbringungsseite und Versuchsgruppe für einzelne Liegepositionen vor (Tabelle 11). ‚Berührung unbelastetes Vorderbein‘ ging bei Anbringung des ‚Großen Loggers‘ auf der linken Körperseite insgesamt zurück. Die Anteile für die Liegeposition ‚Metatarsus des belasteten Hinterbeins sichtbar‘ gingen wiederum in der Versuchsgruppe ‚Großer Logger‘ gegenläufig zur jeweiligen Anbringungsseite zurück.

Tabelle 10: LSmeans der Liegepositionen der Anbringungsseiten (n=36/Anbringungsseite) sowie SEM und Irrtumswahrscheinlichkeit; alle Werte angegeben in % des Liegens gesamt, links oder rechts

Liegeposition	Anbringungsseite		SEM	p	
	links	rechts			
	gesamt	80	81	1,20	0,563
belastetes Vorderbein abgewinkelt	links	83	82	1,83	0,979
	rechts	79	79	1,70	0,659
	gesamt	95	95	0,63	0,561
unbelastetes Vorderbein abgewinkelt	links	94	96	0,98	0,253
	rechts	96	96	0,75	0,816
	gesamt	12	12	0,90	0,511
Berührung unbelastetes Vorderbein	links	12	13	1,35	0,284
	rechts	10	11	1,26	0,089
	gesamt	34	35	1,16	0,852
unbelastetes Hinterbein abgewinkelt	links	34	35	2,03	0,417
	rechts	33	34	2,30	0,997
	gesamt	11	13	0,93	0,264
Berührung unbelastetes Hinterbein	links	12	13	1,56	0,323
	rechts	11	12	1,82	0,987
	gesamt	60	61	1,78	0,682
Metatarsus des belasteten Hinterbeins sichtbar	links	64	62	2,69	0,547
	rechts	55	60	2,33	0,234
	gesamt	11	12	0,92	0,387
beide Vorderbeine abgewinkelt und Berührung bei unbelastetem Hinterbein	links	11	12	1,48	0,359
	rechts	11	11	2,01	0,520
	gesamt	96	97	0,62	0,942
keine Berührung bei unbelastetem Vorderbein und unbelastetem Hinterbein	links	96	97	0,93	0,641
	rechts	97	97	0,82	0,688

Tabelle 11: LSmeans der Wechselwirkungen für Liegepositionen zwischen den Versuchsgruppen (n=12/Versuchsgruppe) und der Anbringungsseite (links rechts) sowie SEM und Irrtumswahrscheinlichkeit; alle Werte angegeben in % des Liegens gesamt, links oder rechts

Liegeposition		Bandage		Kleiner Logger		Großer Logger		SEM	p
		links	rechts	links	rechts	links	rechts		
belastetes Vorderbein abgewinkelt	gesamt	79	77	79	83	83	83	2,07	0,278
	links	81	80	81	84	86	81	3,18	0,532
	rechts	78	73	77	82	81	83	2,94	0,249
unbelastetes Vorderbein abgewinkelt	gesamt	94	93	96	97	95	97	1,10	0,266
	links	92	93	97	97	93	98	1,69	0,351
	rechts	94	94	96	98	97	96	1,31	0,654
Berührung unbelastetes Vorderbein	gesamt	15	11	11	12	9	14	1,56	0,078
	links	16	12	10	13	12	16	1,33	0,178
	rechts	13	11	11	11	7	9	2,19	0,666
unbelastetes Hinterbein abgewinkelt	gesamt	37	36	35	37	31	32	2,01	0,752
	links	41	38	31	38	30	29	3,51	0,360
	rechts	32	31	37	36	31	35	3,98	0,714
Berührung unbelastetes Hinterbein	gesamt	13	13	9	12	12	13	1,61	0,737
	links	13	16	9	13	13	11	2,69	0,396
	rechts	13	10	8	11	11	16	3,15	0,376
Metatarsus des belasteten Hinterbeins sichtbar	gesamt	63	64	66	67	52	52	3,08	0,966
	links	54	64	72	70	65	51	4,66	0,057
	rechts	69	65	58	61	39	55	4,03	0,076
beide Vorderbeine abgewinkelt und Berührung bei unbelastetem Hinterbein	gesamt	13	12	9	11	11	13	1,60	0,494
	links	13	14	9	13	12	10	2,56	0,543
	rechts	15	9	8	10	10	16	3,49	0,245
keine Berührung bei unbelastetem Vorderbein und unbelastetem Hinterbein	gesamt	96	96	97	97	96	98	1,07	0,486
	links	95	96	97	97	95	99	1,62	0,411
	rechts	97	97	98	96	97	98	1,43	0,495

5.5 Gewöhnungseffekt

Bei Betrachtung der Versuchstage 1 bis 4 konnte kein Gewöhnungseffekt festgestellt werden. Bei allen Versuchsgruppen verringerten sich die tägliche Liegezeit sowie die Anzahl der täglichen Liegeperioden am zweiten Versuchstag in annähernd gleichem Umfang. Am dritten Versuchstag erhöhte sich die tägliche Liegezeit und erreichte knapp das Niveau von Tag 1. Die Anzahl der täglichen Liegeperioden erhöhte sich ebenfalls, blieb jedoch unter dem Niveau von Tag 1. Der vierte Versuchstag war sowohl für die tägliche Liegezeit, als auch für die Anzahl der täglichen Liegeperioden geringer als Tag 3, erreichte jedoch ähnliche Werte wie am zweiten Tag (Liegezeiten - Abbildung 4; Liegeperioden - Abbildung 5).

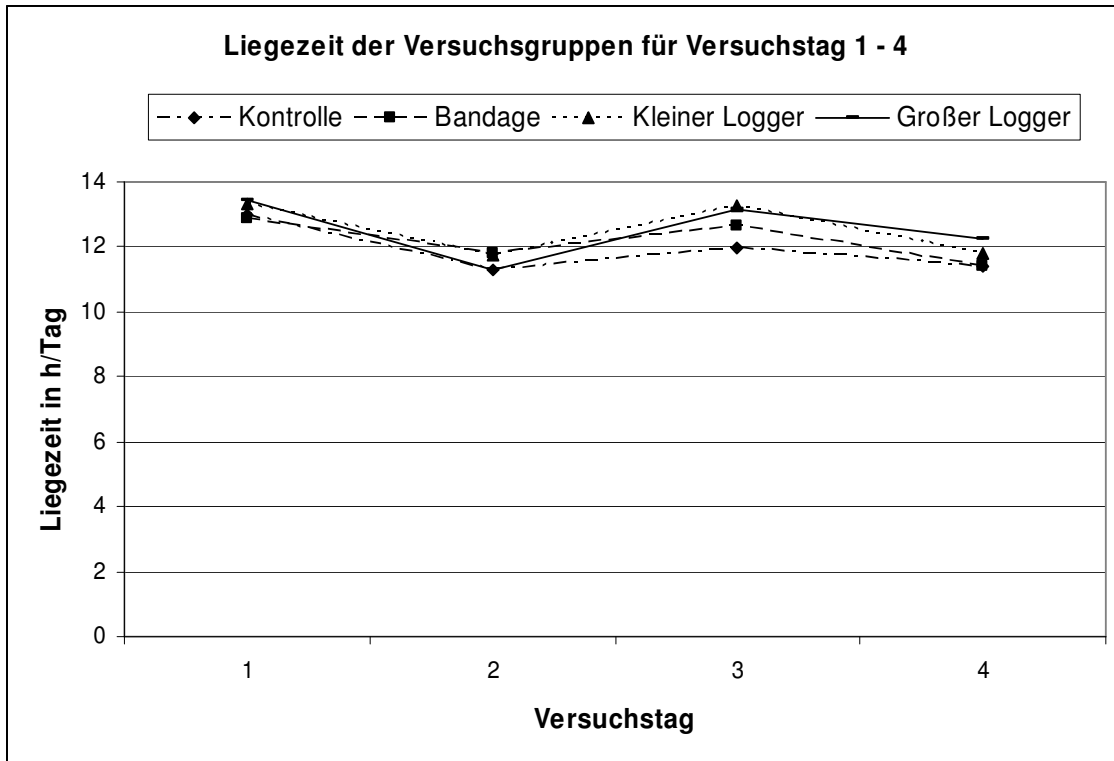


Abbildung 4: Verlauf der Liegezeiten der Versuchsgruppen für Versuchstag 1 - 4

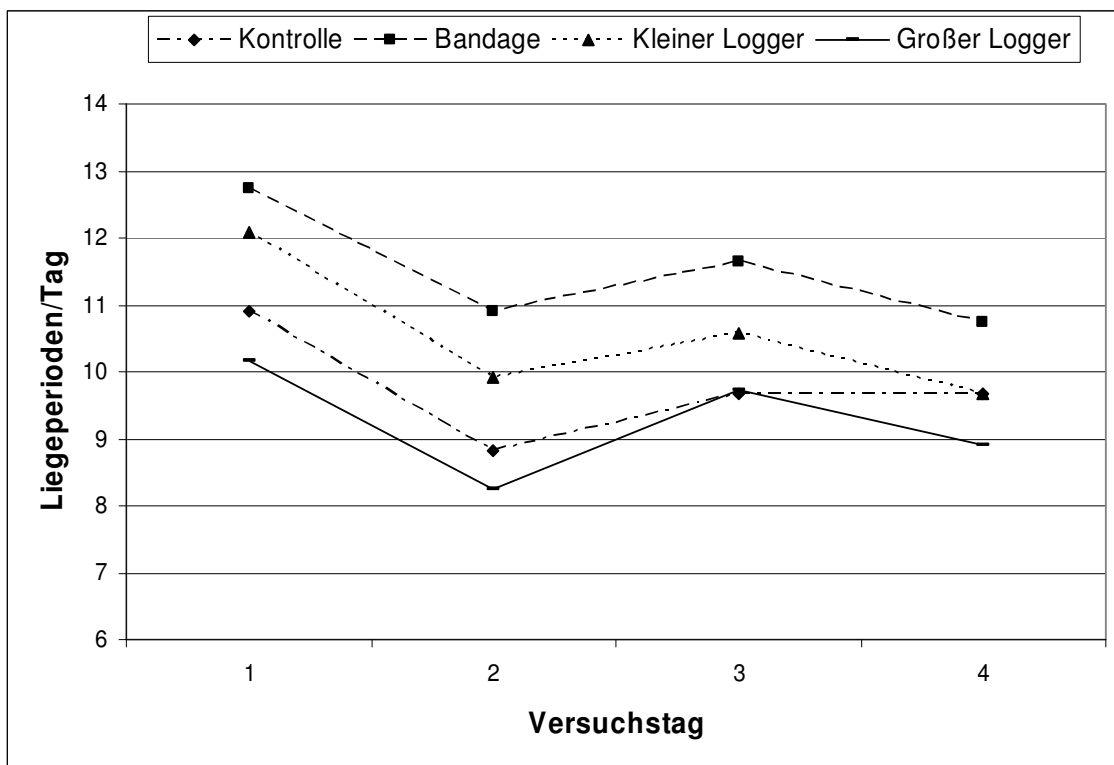


Abbildung 5: Verlauf der Liegeperioden der Versuchsgruppen für Versuchstag 1 - 4

6 Diskussion

Der einzige in der vorliegenden Untersuchung ermittelte signifikante Unterschied ergab sich bezüglich der Zeit, die auf der linken Seite liegend verbracht wurde und der Anbringung eines Loggers oder einer Bandage auf der linken Seite ($p=0,047$). Alle weiteren Unterschiede betreffend Liegezeit, Liegeperioden, durchschnittliche Dauer einer Liegeperiode und Liegepositionen sowie etwaiger Wechselwirkungen konnten statistisch nicht abgesichert werden. Die Mehrzahl der aufgestellten Hypothesen muss also verworfen werden.

Vergleich der ermittelten Verhaltensparameter mit Literaturangaben

Die tägliche Liegezeit der Tiere der vorliegenden Studie liegt im Bereich der Angaben in der Literatur (vgl. ALBRIGHT, 1987; DRISSLER et al., 2005; ENDRES und BARBERG, 2007; TUCKER et al., 2004; TUCKER et al., 2006). Auch die Anzahl der täglichen Liegeperioden stimmt mit der Literatur überein (vgl. NORRING et al., 2008; TUCKER et al., 2004; TUCKER et al., 2005; VON KEYSERLINGK et al., 2008). Die durchschnittliche Dauer einer Liegeperiode errechnete sich aus der täglichen Liegezeit geteilt durch die Anzahl der täglichen Liegeperioden. In der Literatur finden sich verschiedene Werte für die durchschnittliche Dauer einer Liegeperiode, welche grundsätzlich den gefundenen Zeiten ähnlich sind (vgl. KROHN und MUNKSGAARD, 1994; NORRING et al., 2008; TUCKER et al., 2004; TUCKER et al., 2005; TUCKER et al., 2006).

Untersuchungen, die sich mit gewählten Liege-/Beinpositionen und mit Lateralität befassten, sind selten. Die Häufigkeit von Vorderbein- und Hinterbeinstreckungen betreffend kann mit KÄMMER und SCHNITZER (1975) und HÖRNING (2003) verglichen werden. Die in der vorliegenden Studie gefundenen Werte liegen dabei in einem ähnlichen Bereich wie bei den genannten Autoren. Auch die von TUCKER et al. (2007) erhobenen Werte für abgewinkelte Vorderbeine, Berührung bei unbelastetem Hinterbein sowie beide Vorderbeine abgewinkelt in Kombination mit Berührung bei unbelastetem Hinterbein sind den vorliegenden Werten ähnlich. In Übereinstimmung mit den Ergebnissen von FORSBERG et al. (2008) wählten auch die Kühe der vorliegenden Studie gleich zwischen links und rechts als Liegeseite. Die Ergebnisse von GRANT et al. (1990), welche pansenfistulierte Tiere mit intakten Tieren bezüglich Lateralität untersuchten, sind für die gegenständlichen Ergebnisse nicht relevant.

Grundsätzlicher Effekt der Anbringung

Ein grundsätzlicher Effekt der Anbringung eines Loggers oder auch nur einer Bandage wurde nicht gefunden. Dies entspricht auch den unveröffentlichten Ergebnissen einer Studie von TUCKER (2007) zum Effekt von Datenloggern auf das Verhalten von Milchrindern in Weidehaltung.

Es wurde angenommen, dass es bei Anbringung der Logger aufgrund der vom Metatarsus nach außen abstehenden Teile zu verkürzter Liegedauer und zu einer erhöhten Anzahl von Liegeperioden kommen würde. Weiters wurde angenommen, dass Tiere mit einem Logger oder einer Bandage weniger häufig in der Position ‚Berührung unbelastetes Hinterbein‘ liegen und häufiger die Position ‚Metatarsus des belasteten Hinterbeins sichtbar‘ bei daran angebrachtem Logger oder Bandage zeigen würden als Tiere der Kontrollgruppe. Grund dafür könnten das harte Material oder auch Kanten des ‚Großen Loggers‘, oder auch der ‚Kleine Logger‘ bzw. lediglich die ‚Bandage‘ sein. Der dadurch auf den Metatarsus wirkende Druck könnte zu Unbehagen während des Liegens führen. Dies war offenbar nicht der Fall.

Ein weicher und verformbarer Untergrund im Bereich der Liegefläche kann Druckstellen verhindern, abstehende Teile können vom weichen Untergrund aufgenommen werden. Der hier als Einstreumaterial in Liegeboxen verwendete Sand bietet einen verformbaren Untergrund und wurde gegenüber einer eher kompakten Matratze mit Sägemehlauflage

bevorzugt (TUCKER et al., 2003). Da es im Laufe der Zeit durch Sandaustrag und Verschmutzung zu Veränderungen im Bereich der Sandeinstreu kommen kann (DRISSLER et al., 2005; FREGONESI et al., 2007b), wurde die Liegefläche in der vorliegenden Studie zweimal täglich gesäubert und entstandene Kuhlen mit Sand aufgefüllt. Die Kühe fanden damit immer eine günstige Liegeflächenbeschaffenheit vor, und es ist nicht zu erwarten, dass innerhalb eines halben Tages die lockere Sandauflage so weit zur Seite geschoben wurde, dass die Gliedmaßen auf den darunter liegenden festeren Untergrund abgelegt wurden.

Hochgradige Lahmheit kann die Liegezeiten beeinflussen (COOK et al., 2004). In diesem Zusammenhang besteht daher die Möglichkeit, dass hochgradig lahme Tiere beim Stehen so starke Schmerzen hatten, dass das Liegen mit einem Logger oder einer leeren Tasche als weniger unbehaglich empfunden wurde. In der vorliegenden Studie wurde kein Lahmheitsstatus erhoben. Aufgrund von Beobachtungen ist jedoch davon auszugehen, dass keine hochgradig lahmen Tiere im Versuch eingesetzt wurden.

Es wurde außerdem beobachtet, dass einige Tiere Schwierigkeiten während des Aufstehvorgangs hatten. Dadurch könnte es zu verlängerten Liegezeiten gekommen und dadurch ein möglicher Effekt der Logger maskiert worden sein. Eine weitere mögliche Erklärung für das Fehlen eines grundsätzlichen Effektes könnte sein, dass die Tiere schon grundsätzlich die Grenze ihrer Anpassungsfähigkeit erreicht hatten. Dafür spricht die auch in der Versuchsgruppe ‚Kontrolle‘ gefundene hohe Variabilität der ermittelten Werte. Im Vergleich zu einer Untersuchung in Weidehaltung gab es in der vorliegenden Studie eine weit höhere Streuung der Ergebnisse (TUCKER, 2007). Es wird daher vermutet, dass die Bedeutung eines Loggers oder einer Bandage vergleichsweise gering war. Für eine (weitere) Überschreitung der Anpassungsfähigkeit gab es keinen Hinweis, da sich alle Kühe wie Tiere der Kontrollgruppe verhielten.

Seiteneffekt

Die Anbringungsseite hatte signifikanten Einfluss auf die Zeit, die auf der linken Seite liegend verbracht wurde. Unabhängig von der Versuchsvariante war die auf der linken Körperseite verbrachte Liegezeit bei Anbringung an der linken Seite signifikant geringer als bei Anbringungsseite rechts. Die Tiere verlagerten also einen Teil der Gesamtliegezeit auf die rechte Körperseite; der dabei gefundene p -Wert unterschritt allerdings nur knapp die Signifikanzgrenze. Dieser Befund lässt sich nicht auf das einfache Vorhandensein der Logger bzw. der Bandage zurückführen, da ein entsprechender Effekt bei Anbringung an der rechten Seite nicht beobachtet wurde. FORSBERG et al. (2008) ermittelten, dass Kühe im 9. Trächtigkeitsmonat bei Weidehaltung signifikant weniger auf der linken als auf der rechten Körperseite lagen. Die in der vorliegenden Studie eingesetzten Kühe waren jedoch im Mittel im 4. Trächtigkeitsmonat. In diesem Stadium der Trächtigkeit wurden bei FORSBERG et al. (2008) keine signifikanten Unterschiede in der gewählten Liegeseite festgestellt. Die Ursache für den in der vorliegenden Untersuchung beobachteten Effekt bleibt daher unklar.

Auch die Anbringungsseite betreffend ergaben sich keine signifikanten Unterschiede in den Liegepositionen. In der unveröffentlichten Studie von TUCKER (2007) lagen Kühe in der Position ‚Berührung unbelastetes Vorderbein‘ bei Anbringungsseite links signifikant kürzer auf der linken als auf der rechten Seite. Dieses Ergebnis konnte in der vorliegenden Studie nicht bestätigt werden.

Tendenziell ($p < 0,10$) zeigte sich jedoch eine Wechselwirkung zwischen Anbringungsseite und Versuchsvariante für einzelne Liegepositionen. Bei Vorhandensein des ‚Großen Loggers‘ ging der Anteil der Position ‚Berührung unbelastetes Vorderbein‘ (d.h. enges Aneinanderliegen von Metacarpus und Unterarm) auf der linken Körperseite insgesamt

zurück. Es stellt sich hierbei die Frage, inwieweit die Anbringung des ‚Großen Loggers‘ am Hinterbein die Position eines Vorderbeins beeinflussen kann. Ein solcher Effekt ist am ehesten durch Änderungen in der Hinterhandlage, die eine Kompensation in der Vorderhand erfordern, denkbar. Dafür gibt es jedoch keine Hinweise und es handelt sich vermutlich um einen zufälligen Befund.

Eine weitere knapp über der Signifikanzgrenze liegende Wechselwirkung ergab sich für die Liegeposition ‚Metatarsus des belasteten Hinterbeins sichtbar‘. Dabei handelte es sich um eine Position, bei welcher der belastete Metatarsus oberhalb der Afterklauen soweit sichtbar war, dass ein vorhandener Logger oder eine Bandage bzw. das Fehlen desselben festgestellt werden konnte. Die Anteile dieser Position gingen in der Versuchsgruppe ‚Großer Logger‘ gegenläufig zur jeweiligen Anbringungsseite zurück. Kühe zeigten diese Position während des Liegens auf der linken Seite häufiger bei Anbringung des ‚Großen Loggers‘ links als bei Anbringung rechts. Für Liegen rechts ergab sich ein umgekehrtes Ergebnis. Diese Resultate entsprechen den Erwartungen: der Metatarsus des belasteten Hinterbeins mit angebrachtem ‚Großen Logger‘ sollte aufgrund der Größe und Form dieses Loggers (Druckstellen) häufiger sichtbar sein als der belastete Metatarsus ohne Anbringung.

Individualität

Eine andere Erklärung für den fehlenden Nachweis eines grundsätzlichen Effektes könnte die hohe Streuung der gefundenen Werte aller erhobenen Parameter sein. So lag die Spannweite der täglichen Liegezeit in der Kontrollgruppe zwischen 10,4 und 14,0 Stunden, in der Gruppe ‚Bandage‘ zwischen 10,5 und 17,0 Stunden, bei der Gruppe ‚Kleiner Logger‘ zwischen 9,7 und 14,8 Stunden und bei der Gruppe ‚Großer Logger‘ zwischen 10,4 und 15,1 Stunden. Die Spannweite der Anzahl der täglichen Liegeperioden lag in einer ähnlichen Größenordnung. Nimmt man tageweise Ergebnisse einzelner Tiere heran, so lag die tägliche Liegezeit zwischen 5,6 und 17,8 Stunden. Derartig große Streuungen erschweren den Nachweis eines Unterschieds zwischen Versuchsvarianten bei der gegebenen Stichprobengröße von zwölf Kühen je Variante. Wie bereits weiter oben erwähnt, gab es in einer vergleichbaren Studie von Kühen in Weidehaltung deutlich geringere Streuungen (TUCKER, 2007). Dies weist darauf hin, wie sehr Haltungsbedingungen die von Tieren gezeigten Verhaltensmuster beeinflussen können bzw. wie stark mögliche andere Einflüsse sein müssen, um diese Muster zu beeinflussen.

Zur Individualität des Liegeverhaltens der in dieser Studie beobachteten Milchkühe soll abschließend noch Folgendes angemerkt werden. Bei den Liegepositionen wurde als Merkmal auch ‚Ruhens des Hinterbeins auf dem Rohr der Liegeboxenabtrennung‘ erfasst. Während des Probedurchgangs zur Direktbeobachtung war aufgefallen, dass einzelne Kühe diese Position zeigten, während andere nie in dieser Position ruhten. Auch bei den Vorderbeinstreckungen gab es große individuelle Unterschiede. Dies wird als Zeichen eines hochgradig individuellen Liegeverhaltens interpretiert. Weiters wurde nach der Datenauswertung festgestellt, dass einzelne Kühe während eines Tages nur auf einer Körperseite lagen, die gesamte tägliche Liegezeit jedoch trotzdem im Bereich von 12 Stunden lag.

Gewöhnung

Unter der Annahme von Irritationen durch die Anbringung eines Loggers oder einer Bandage wurde erwartet, dass es unmittelbar nach Anbringung zu einer stärkeren Beeinflussung des Tierverhaltens kommen würde als zu späteren Zeitpunkten. Dies war jedoch nicht der Fall. Alle Versuchsgruppen (einschließlich Kontrollgruppe) wiesen am ersten Tag ähnliche Liegezeiten auf, und die Unterschiede veränderten sich während der weiteren drei Tage in gleichem Ausmaß. Ein Gewöhnungseffekt wurde demnach nicht beobachtet. Vielmehr wurden offenbar von der Versuchsvariante unabhängige Tageseffekte deutlich. Die Anbringung eines Loggers oder einer Bandage scheint daher zumindest keinen mittel- bis längerfristigen Adaptationsprozess notwendig zu machen.

Im gegenständlichen Versuch wurden drei Versuchsgruppen mit einer Kontrollgruppe verglichen, um Abweichungen der untersuchten Parameter festzustellen. Für weitere oder ähnliche Versuchsdurchführungen ist es anzuraten, jedes Tier einer Versuchsgruppe als eigene Kontrolle einzusetzen, um die Individualität im Liegeverhalten besser berücksichtigen zu können.

7 Schlussfolgerung

Ausgehend von den gefundenen Ergebnissen und dem Vergleich mit der vorhandenen Literatur kann die Aussage getroffen werden, dass lediglich die Anbringungsseite eines Loggers oder einer Bandage die für das Liegen gewählte Körperseite bezüglich täglicher Liegezeit beeinflussen kann.

Bei der Verwendung der in dieser Untersuchung eingesetzten Datenlogger für Verhaltensbeobachtungen bei vergleichbaren Haltungsbedingungen, im Besonderen Liegeboxen mit Sandeinstreu, kann davon ausgegangen werden, dass bis auf die eben erwähnte Tatsache, keinerlei Einfluss auf das Liegeverhalten von Milchkühen besteht.

Bei anderen Haltungsumgebungen wie zum Beispiel bei Vollspaltenböden in der Stiermast, bei harten Gummimatten in Liegeboxen oder bei anderen harten Materialien im Liegebereich könnte es dennoch zu Effekten aufgrund der Größe und des Materials der Datenlogger kommen.

Sollte in zukünftigen Untersuchungen die gewählte Liegeseite als Merkmal herangezogen werden, empfiehlt sich die randomisierte Anbringung der Datenlogger hinsichtlich der Körperseite.

8 Zusammenfassung

Die automatische Erfassung von Verhaltensweisen mittels am Tier angebrachter Datenlogger setzt sich zunehmend in Untersuchungen an Rindern durch. Gleichzeitig ist wenig über die Beeinflussung des jeweiligen Verhaltens durch die Erfassungstechnik bekannt. In einer im Oktober und November 2007 an der University of California/Davis durchgeführten Studie sollte daher die Frage beantwortet werden, ob die Anbringung von Datenloggern am äußeren Metatarsus von Milchkühen Einfluss auf das Liegeverhalten haben kann. In zwei aufeinander folgenden Durchgängen wurden je 24 Kühe in einem Liegeboxen-Laufstall mit Sandeinstreu untersucht. Die Versuchsdauer betrug jeweils zehn Tage; nach fünf Tagen erfolgte der Wechsel der Anbringungsseite. Das Verhalten wurde während dieses Zeitraums an insgesamt acht Tagen kontinuierlich mit Videokameras aufgezeichnet und zusätzlich an zwei Tagen direkt beobachtet. Ziel der Auswertung war es, den Einfluss der Versuchsvariante (Kontrolle, Bandage, Kleiner Logger, Großer Logger) und der Anbringungsseite (links, rechts) sowie etwaige Wechselwirkungen auf die tägliche Liegezeit, die Anzahl der täglichen Liegeperioden, die durchschnittliche Dauer einer Liegeperiode und den Anteil verschiedener Liegepositionen zu ermitteln.

Bezüglich Liegezeit, Liegeperioden, durchschnittliche Dauer einer Liegeperiode und Anteil der verschiedenen Liegepositionen ergaben sich kein signifikanter Einfluss der Versuchsvariante und keine signifikante Wechselwirkung zwischen Versuchsvariante und Anbringungsseite. Jedoch war unabhängig von der Versuchsvariante die auf der linken Körperseite verbrachte Liegezeit bei Anbringung an der linken Seite signifikant geringer als bei Anbringungsseite rechts ($p=0,047$).

Bei der Verwendung der in dieser Untersuchung eingesetzten Datenlogger kann unter vergleichbaren Haltungsbedingungen (Liegeboxen mit Sandeinstreu) davon ausgegangen werden, dass kein grundsätzlicher Effekt auf das Liegeverhalten besteht. Bei anderen Haltungsbedingungen wie zum Beispiel bei Vollspaltenböden in der Stiermast, bei harten Gummimatten in Liegeboxen oder bei anderen, weniger verformbaren Materialien im Liegebereich sind Effekte aufgrund der Größe und des Materials der Datenlogger aber nicht auszuschließen. Sollte in zukünftigen Untersuchungen die Liegezeit als Merkmal herangezogen werden, wird aufgrund des oben genannten Einflusses der Anbringungsseite die randomisierte Anbringung der Datenlogger hinsichtlich der Körperseite empfohlen.

9 Summary

Automatic behaviour recording using dataloggers attached to the animals is increasingly used in cattle research. Surprisingly there has been only little research on the influence of such devices on the observed behaviour. It was therefore the aim of this study to investigate the effect of dataloggers attached to the metatarsus of dairy cows on different measures of lying behaviour.

The study was conducted during October and November 2007 at University of California, Davis. In total 48 cows (44 Holstein Friesian, 4 Jersey) were used in two subsequent periods. Animals were housed in free stalls with sand bedding. In each period, six cows each were randomly allocated to one of the following treatments: control, bandage, small logger, large logger. Each experimental period lasted for ten days with switching the side of attachment after five days.

Lying behaviour was continuously recorded using video cameras for in total eight days; additionally, direct observations were carried out on two days. GLM was used to analyse the effect of treatment and side of attachment (left, right) as well as the interaction between treatment and side of attachment on daily lying time, number of daily lying bouts, average duration of lying bouts and the proportion of different lying positions.

No significant treatment or interaction effects were found for lying time, number of lying bouts, average duration of lying bouts and the proportion of different lying positions. However, the presence of a logger/bandage significantly reduced lying time on the left side when it was attached to the left hind leg as compared to the right leg ($p=0.047$).

It is concluded that the dataloggers used in this study do not generally influence the lying behaviour of dairy cattle under similar housing conditions (free stalls with sand bedding). Less comfortable housing conditions (e.g. slatted flooring for beef cattle, hard rubber mats in free stalls or other less compressible surfaces in the lying area) may however provoke more pronounced effects due to material and shape of the dataloggers. For future studies aiming at the investigation of the lying side, it is recommended to randomly attach the dataloggers to both hind legs.

10 Danksagung

Es liegt nun an mir, all denen zu danken, die durch deren körperliche, mentale und vor allem partnerschaftliche Hilfe das vorliegende Ergebnis ermöglichten. Mein erster Dank geht an Christoph Winckler, der mir die Möglichkeit gab, für diese Diplomarbeit in Kalifornien zu arbeiten und diese Ergebnisse in Österreich zu einem gelungenen Abschluss zu bringen. Er hatte stets Zeit, stets Geduld und immer passende Lösungen zur Hand.

Zum gelungenen Aufenthalt in Davis haben nicht nur die helfenden Hände und Köpfe von Cassandra Tucker, Nadège Krebs und David Ledgerwood beigetragen. Mein Dank richtet sich auch an Kathryn und Dave Calfee, die mir mit einem Dach über dem Kopf, mit Rat und Hilfe sowie als tolle Familie das Wohlfühlen sehr leicht gemacht haben.

Ganz speziell bedanken möchte ich mich bei einer mir sehr wichtigen Persönlichkeit. Mir ist bewusst, welch schwere Zeit es für Dich, und wie schwierig es manchmal mit mir auszuhalten war. Danke für Deine Geduld, für Dein Engagement mich zu motivieren, für Deine ehrliche Kritik und den festen Halt den Du mir geboten hast. Das Studium wäre ohne Dich wohl sehr farblos gewesen.



11 Literaturverzeichnis

- ALBRIGHT, J.L. (1987): Dairy animal welfare: Current and needed research. *Journal of Dairy Science* 70: 2711 – 2731.
- BAROW, U.; GERKEN, M. (1997): Untersuchungen zur automatisierten Verhaltenserfassung bei Mutterkühen in ganzjähriger Außenhaltung. In: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft KTBL (Hrsg.): Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 1997. Darmstadt: KTBL-Schriften-Vertrieb im Landwirtschaftsverlag GmbH, 110 - 119.
- BERNARDI, F. (2008): Influence of neck rail position on behaviour, locomotion and cleanliness in dairy cattle. Diplomarbeit, Universität für Bodenkultur, Wien.
- BLANC, F.; BRELURUT, A. (1997): Short-term behavioral effects of equipping red deer hinds with a tracking collar. *Zeitschrift für Säugetierkunde* 62: 18 – 26.
- BLACKIE, N.; SCALFE, J.R.; BLEACH, E.C.L. (2006): Lying behaviour and activity of early lactation Holstein dairy cattle measured using an activity monitor. *Journal of Cattle Practice* 14: 139 – 142.
- BOLINGER, D.J. et al. (1997): The effects of restraint using self-locking stanchions on dairy cows in relation to behavior, feed intake, physiological parameters, health and milk yield. *Journal of Dairy Science* 80: 2411 – 2417.
- BOGNER, H.; GRAUVOGL, A. (1984): Verhalten landwirtschaftlicher Nutztiere. Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer.
- BROOM, D.M.; FRASER, A.F. (2007): *Domestic Animal Behaviour and Welfare*. 4. Auflage, Wallingford Oxfordshire: CABI.
- CEBALLOS, A. et al. (2004): Improving stall design: Use of 3-D kinematics to measure space use by dairy cows when lying down. *Journal of Dairy Science* 87: 2042 – 2050.
- CHAMPION, R.A.; RUTTER, S.M.; PENNING, P.D. (1997): An automatic system to monitor lying, standing and walking behaviour of grazing animals. *Applied Animal Behaviour Science* 54: 291 – 305.
- COOK, N.B.; BENNETT, T.B.; NORDLUND, K.V. (2004): Effect of free stall surface on daily activity patterns in dairy cows with relevance to lameness prevalence. *Journal of Dairy Science* 87: 2912 – 2922.
- COOK, N.B. et al. (2007): The effect of heat stress and lameness on time budgets of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 90: 1674– 1682.
- COPPER, M.D.; ARNEY, D.R.; PHILLIPS, C.J.C. (2007): Two- or four-hour lying deprivation on the behavior of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 90: 1149 – 1158.
- DEVRIES, T.J. et al. (2003): Technical note: Validation of a system for monitoring feeding behaviour of dairy cows. *Journal of Dairy Science* 86: 3571 – 3574.
- DEVRIES, T.J.; VON KEYSERLINGK, M.A.G. (2005): Time of feed delivery affects the feeding and lying patterns of dairy cows. *Journal of Dairy Science* 88: 625 – 631.
- DRISLER, M. et al. (2005): Freestall maintenance: Effects on lying behavior of dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 88: 2381 – 2387.
- ENDRES, M.I.; BARBERG, A.E. (2007): Behavior of dairy cows in an alternative bedded-pack housing system. *Journal of Dairy Science* 90: 4192 – 4200.
- FERGUSON, J.D. et al. (1994): Principal descriptors of body condition score in Holstein cows. *Journal of Dairy Science* 77: 2695 – 2703.
- FORSBERG, A.-M. et al. (2008): A brief note about cow lying behaviour – Do cows choose left and right lying side equally? *Applied Animal Behaviour Science* 114, Issue 1 - 2: 32 - 36.

- FRASER, A.F. (1983): The behaviour of maintenance and the intensive husbandry of cattle, sheep and pigs. *Agricultural Ecosystems and Environment* 9: 1 – 23.
- FREGONESI, J.A.; LEAVER, J.D. (2001): Behaviour, performance and health indicators of welfare for dairy cows housed in strawyard or cubicle systems. *Livestock Production Science* 68: 205 – 216.
- FREGONESI, J.A.; LEAVER, J.D. (2002): Influence of space allowance and milk yield level on behaviour, performance and health of dairy cows housed in strawyard and cubicle systems. *Livestock Production Science* 78: 245 – 257.
- FREGONESI, J.A.; TUCKER, C.B.; WEARY, D.M. (2007a): Overstocking reduces lying time in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 90: 3349 – 3354.
- FREGONESI, J.A. et al. (2007b): Effects of bedding quality on lying behaviour of dairy cows. *Journal of Dairy Science* 90: 5468 – 5472.
- GARROTT, R.A.; BARTMANN, R.M.; WHITE, G.C. (1985): Comparison of radio-transmitter packages relative to deer fawn mortality. *Journal of Wildlife Management* 49: 758 – 759.
- GRANT, R.J.; COLENBRANDER, V.F.; ALBRIGHT, J.L. (1990): Effect of particle size of forage and rumen cannulation upon chewing activity and laterality in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 73: 3158 – 3164.
- GYGAX, L.; NEISEN, G.; BOLLHALDER, H. (2007): Accuracy and validation of a radar-based automatic local position measurement system for tracking dairy cows in free-stall barns. *Computers and Electronics in Agriculture* 56: 23 – 33.
- HÖRNING, B. (2003): Nutztierethologische Untersuchungen zur Liegeplatzqualität in Milchviehlaufställen unter besonderer Berücksichtigung eines epidemiologischen Ansatzes. Habilitationsschrift, Universität Kassel.
- HULBERT, I.A.R. et al. (1998): A note on the circadian rhythm and feeding behaviour of sheep fitted with a lightweight GPS collar. *Applied Animal Behaviour Science* 60: 359 – 364.
- HUZZEY, J.M.; VON KEYSERLINGK, M.A.G.; WEARY, D.M. (2005): Changes in feeding, drinking and standing behavior of dairy cows during the transition period. *Journal of Dairy Science* 88: 2454 – 2461.
- JENSEN, M.B.; PEDERSEN, L.J.; 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: 207 – 217.
- JOHANSSON, B.; REDBO, I.; SVENNERSTEN-SJAUNJA, K. (1999): Effect of feeding before, during and after milking on dairy cow behaviour and the hormone cortisol. *Journal of Animal Science* 68: 597 – 604.
- KÄMMER, P.; SCHNITZER, U. (1975): Die Beurteilung von Liegeboxen: Stallbeurteilung am Beispiel des Ausruhverhaltens von Milchkühen. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft KTBL, Darmstadt: 91p.
- KROHN, C.C.; MUNKSGAARD, L. (1993): Behaviour of dairy cows kept in extensive (loose housing/pasture) or intensive (tie stall) environments. II. Lying and lying down behaviour. *Applied Animal Behaviour Science* 37: 1 – 16.
- MUNKSGAARD, L. et al. (2005): Quantifying behavioural priorities – effects of time constraints on behaviour of dairy cows, *Bos Taurus*. *Applied Animal Behaviour Science* 92: 3 – 14.
- MUNKSGAARD, L.; REENEN, C.G.; BOYCE, R. (2006): Automatic monitoring of lying, standing and walking behavior in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 89 (Suppl 1): 309 (Abstr.).
- MÜLLER, R.; SCHRADER, L. (2003): A new method to measure behavioural activity levels in dairy cows. *Applied Animal Behaviour Science* 83: 247 – 258.

- NORRING, M. et al. (2008): Effects of sand and straw bedding on the lying behaviour, cleanliness and hoof and hock injuries of dairy cows. *Journal of Dairy Science* 91: 570 - 576.
- NUSSBERGER, B.; INGOLD, P. (2006): Effects of radio-collars on behaviour of alpine chamois *Rupicapra rupicapra rupicapra*. *Wildlife Biology* 12, Issue 3: 339 – 343.
- O'DRISCOLL, K.; BOYLE, L.; HANLON, A. (2008): A brief note on the validation of a system for recording lying behaviour in dairy cows. *Applied Animal Behaviour Science* 111: 195 – 200.
- ÖSTERMAN, S.; REDBO, I. (2001): Effects of milking frequency on lying down and getting up behaviour in dairy cows. *Applied Animal Behaviour Science* 70: 167 – 176.
- RUCKEBUSCH, Y. (1972): the relevance of drowsiness in the circadian cycle of farm animals. *Animal Behaviour* 20: 637 – 643.
- RUTTER, S.M.; CHAMPION, R.A.; PENNING, P.D. (1997a): An automatic system to record foraging behaviour in free-ranging ruminants. *Applied Animal Behaviour Science* 54: 185 – 195.
- RUTTER, S.M.; BERESFORD, N.A.; ROBERT, G. (1997b): Use of GPS to identify the grazing areas of hill sheep. *Computers and electronics in agriculture* 17: 177 – 188.
- SAMBRAUS, H.H. (1978): *Nutztierethologie: Das Verhalten landwirtschaftlicher Nutztiere – Eine angewandte Verhaltenskunde für die Praxis*. Berlin Hamburg: Verlag Paul Parey.
- SCHRADER, L. et al. (2001): Einfluss eines erhöhten Tier-Fressplatzverhältnisses auf das Verhalten von Milchkühen unterschiedlichen Ranges im Laufstall. In: *Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft KTBL (Hrsg.): Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 2001*. Münster-Hiltrup: KTBL-Schriften-Vertrieb im Landwirtschaftsverlag GmbH, 17 – 22.
- TUCKER, C.B.; WEARY, D.M.; FRASER, D. (2003): Effects of three types of free-stall surfaces on preferences and stall usage by dairy cows. *Journal of Dairy Science* 86: 521 – 529.
- TUCKER, C.B.; WEARY, D.M.; FRASER, D. (2004): Free-stall dimensions: Effects on preference and stall usage. *Journal of Dairy Science* 87: 1208 – 1216.
- TUCKER, C.B.; WEARY, D.M.; FRASER, D. (2005): Influence of neck-rail placement on free-stall preference, use and cleanliness. *Journal of Dairy Science* 88: 2730 – 2737.
- TUCKER, C.B.; ZDANOWICZ, G.; WEARY, D.M. (2006): Brisket boards reduce freestall use. *Journal of Dairy Science* 89: 2603 – 2607.
- TUCKER, C.B. et al. (2007): Effects of shelter and body condition on the behaviour and physiology of dairy cattle in winter. *Applied Animal Behaviour Science* 105: 1 – 13.
- TUCKER, C.B.; ROGERS, A.R.; SCHÜTZ, E. (2008): Effect of solar radiation on dairy cattle behaviour, use of shade and body temperature in a pasture-based system. *Applied Animal Behaviour Science* 109: 141 – 154.
- TUCKER, C.B. (2007): persönliche Mitteilung.
- TURNER, L.W. et al. (2000): Monitoring cattle behavior and pasture use with GPS and GIS. *Canadian Journal of Animal Science* 80: 405 - 413.
- VON KEYSERLINGK, M.A.G.; OLENICK, D.; WEARY, D.M. (2008): Acute behavioral effects of regrouping dairy cows. *Journal of Dairy Science* 91: 1011 – 1016.
- WHITE, G.C.; GARROTT, R.A. (1990): *Analysis of Wildlife Radio-Tracking Data*. San Diego, CA, USA: Academic Press, Inc.
- WINCKLER, C. (2005): Validation of an automatic recording device for lying behaviour in cattle. In: KUSUNOSE, R.; SATO, S. (eds.): *Proceedings of the 39th Congress of the International Society for Applied Ethology*. Kanagawa, Japan: 156.

12 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Unterteilung der Ruhepositionen (nach KÄMMER und SCHNITZER, 1975)	7
Tabelle 2: Körpergewicht, BCS, Milchleistung, Anzahl Laktationen, Tage in Milch und bisherige Trächtigkeitstage aller 48 Kühe	14
Tabelle 3: Datenblatt zur Auswertung der Videoaufzeichnung	16
Tabelle 4: Definition von Stehen und Liegen sowie der Positionen der Extremitäten	17
Tabelle 5: Definition der zusätzlichen Liegepositionen	18
Tabelle 6: LSmeans für Liegezeit, Anzahl Liegeperioden und durchschnittliche Dauer einer Liegeperiode in den Versuchsgruppen (n=12/Versuchsgruppe) sowie Standardfehler des Mittelwertes (SEM) und Irrtumswahrscheinlichkeit	20
Tabelle 7: LSmeans für Liegepositionen in den Versuchsgruppen (n=12/Versuchsgruppe) sowie SEM und Irrtumswahrscheinlichkeit; alle Werte angegeben in % des Liegens gesamt, links oder rechts	22
Tabelle 8: LSmeans für Liegezeit, Anzahl Liegeperioden und durchschnittliche Dauer einer Liegeperiode in den Anbringungsseiten (n=36/Anbringungsseite) sowie SEM und Irrtumswahrscheinlichkeit	23
Tabelle 9: LSmeans der Wechselwirkungen für Liegezeit, Anzahl Liegeperioden und durchschnittliche Dauer einer Liegeperiode zwischen den Versuchsgruppen (n=12/Versuchsgruppe) und der Anbringungsseite (links rechts) sowie SEM und Irrtumswahrscheinlichkeit	23
Tabelle 10: LSmeans der Liegepositionen der Anbringungsseiten (n=36/Anbringungsseite) sowie SEM und Irrtumswahrscheinlichkeit; alle Werte angegeben in % des Liegens gesamt, links oder rechts	24
Tabelle 11: LSmeans der Wechselwirkungen für Liegepositionen zwischen den Versuchsgruppen (n=12/Versuchsgruppe) und der Anbringungsseite (links rechts) sowie SEM und Irrtumswahrscheinlichkeit; alle Werte angegeben in % des Liegens gesamt, links oder rechts	25

13 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Seitliche Liegeboxenabtrennung; eingetragenen Maße sind in cm.	14
Abbildung 2: Von links nach rechts: Bandage, Kleiner Logger, Großer Logger	15
Abbildung 3: Box-Whisker-Plot der mittleren Liegezeit in h/Tag und der mittleren Anzahl Liegeperioden/Tag der einzelnen Versuchsgruppen; 1 = Kontrolle, 2 = Bandage, 3 = Kleiner Logger, 4 = Großer Logger	21
Abbildung 4: Verlauf der Liegezeiten der Versuchsgruppen für Versuchstag 1 - 4	26
Abbildung 5: Verlauf der Liegeperioden der Versuchsgruppen für Versuchstag 1 – 4	26