# Das Liege- und Wiederkauverhalten klinisch gesunder Milchkühe in Anbindehaltung ist assoziiert mit der Einstreutiefe

J. K. Bernhard[1], D. Stucki[1], R. L. Achermann[1,2], R. Rediger[1,3], M. Fadul[1,4], A. Steiner[1]

[1]Wiederkäuerklinik Bern, Vetsuisse-Fakultät, Universität Bern; [2]Tierarztpraxis Dres. Ch. & S. Abgottspon, Schwyz; [3]Klinik für Wiederkäuer, Vetsuisse-Fakultät, Universität Zürich; [4]Klinik für Klauentiere, Veterinärmedizinische Fakultät, Universität Leipzig

https://doi.org/10.17236/sat00306

Eingereicht: 11.02.2021
Angenommen: 05.04.2021

## Zusammenfassung

Das Liege- und Wiederkauverhalten von Milchkühen wird international als Indikator des Tierwohls genutzt. In der Schweiz untersteht die Milchviehhaltung genauen gesetzlichen Vorgaben. Insbesondere ist vorgeschrieben, dass der Liegebereich für Kühe mit ausreichend geeigneter Einstreu versehen sein muss. Ob die Einstreutiefe das Liege- und Wiederkauverhalten gesunder Milchkühe in Anbindehaltung und damit das Tierwohl beeinflusst, wurde in der vorliegenden Studie untersucht. Die Einstreutiefe wurde in die Kategorien ≤2 cm respektive >2 cm eingeteilt. Das Liege- und Wiederkauverhalten von 145 Kühen aus 33 Betrieben wurde aufgezeichnet und unter Berücksichtigung des Betriebseffektes analysiert; 105 Kühe wurden auf ≤2 cm Einstreu und 40 Kühe auf >2 cm Einstreu gehalten. Kühe auf >2 cm Einstreu hatten im Mittel eine um eine Stunde längere tägliche Liegezeit (Gemischte lineare Regression: mittlere Differenz [Kühe auf >2 cm Einstreu – Kühe auf ≤2 cm Einstreu]=60,7 min/d; Standardfehler=28,6 min/d; *p*-Wert=0,037). Die Wahrscheinlichkeit, dass die Kühe beim Wiederkauen lagen war signifikant höher bei Kühen auf >2 cm Einstreu gegenüber Kühen auf ≤2 cm Einstreu (Gemischte logistische Regression: Odds ratio=1,27; $CI_{95\%}$ [1,17–1,38]; *p*-Wert<0,001). Die Resultate dieser Studie zeigen, dass eine Einstreutiefe von >2 cm mit signifikanten Unterschieden des Liege- und Wiederkauverhaltens gesunder Milchkühe in Anbindehaltung assoziiert ist. Folglich lässt sich durch das Bereitstellen eines Minimums von 2 cm Einstreu auf Lägerplätzen für Milchkühe in Anbindehaltung messbar das Tierwohl verbessern.

**Schlüsselwörter:** Anbindestall, Einstreutiefe, Liegezeit, Rindvieh, Tierwohl, Wiederkauen

## The lying and rumination behavior of healthy dairy cows housed in tie stalls is associated with bedding depth

The lying and rumination behavior of dairy cows is internationally used as an animal welfare indicator. Dairy cow housing in Switzerland is subordinated to detailed legal requirements. It is particularly described that the lying area for cows must be covered with a sufficient amount of bedding. In the current study, we investigated whether bedding depth influences the lying and rumination behavior and thus, the animal welfare of healthy dairy cows housed in tie stalls. Bedding depth was categorized as ≤2 cm and >2 cm. The lying and rumination behavior of 145 cows from 33 farms was recorded and analyzed considering farm effects; 105 cows were housed on ≤2 cm bedding, and 40 cows on >2 cm bedding. Cows on >2 cm bedding had on average a one hour longer daily lying time compared with cows on ≤2 cm bedding (mixed-effects linear regression: mean difference [cows on >2 cm bedding – cows on ≤2 cm bedding]=60,7 min/d; standard error=28,6 min/d; *p*-value=0,037). The odds of a cow to lie while ruminating were significantly higher in cows on >2 cm bedding against cows on ≤2 cm bedding (mixed-effects logistic regression: Odds ratio=1,27; $CI_{95\%}$ [1,17–1,38]; *p*-value <0,001). The results of the current study indicate that bedding depth of >2 cm can make a significant difference in the lying and rumination behavior of healthy dairy cows housed in tie stalls. Consequently, the animal welfare of dairy cows in tie stalls is improved by providing at least 2 cm of bedding.

**Key words:** animal welfare, bedding depth, cattle, lying time, rumination, tie stall

source: https://doi.org/10.48350/156971 | downloaded: 26.4.2024

## Einleitung

Das Liege- und Wiederkauverhalten von Milchkühen wird international als Indikator für Tiergesundheit und Tierwohl genutzt.[15, 37] Das Verhalten von Milchkühen kann heutzutage mit automatisierten Methoden erfasst und mit spezialisierter Software ausgewertet werden. Eine solche Methode stellen die RumiWatch® Halfter und Pedometer dar, die mit Bewegungs- und Drucksensoren das Kuhverhalten aufzeichnen. Dadurch, dass für einen festgelegten Zeitraum kontinuierlich und in hoher Frequenz Daten erfasst werden, können Veränderungen im Verhalten gut dokumentiert und analysiert werden.

Das Verhalten von Milchkühen ist beeinflusst von diversen inneren und äusseren Faktoren. Auf Kuhebene bestehen Zusammenhänge zwischen dem Verhalten und dem Laktationsstadium, der Laktationsnummer, der Milchleistung und der Rassezugehörigkeit.[8, 9, 13, 26, 32] Neben diesen messbaren Einflussfaktoren bleibt häufig eine gewisse nicht zu erklärende Varianz bestehen, die möglicherweise auf individuelle Charaktereigenschaften der jeweiligen Einzeltiere zurückzuführen ist. Neben physiologischen beeinflussen auch pathologische Zustände, wie metabolische und orthopädische Erkrankungen, das Liege- und Wiederkauverhalten von Milchkühen.[5, 7, 16, 17, 30] Einflüsse durch die Haltungsbedingungen und das Management schliessen beispielsweise Aspekte der Fütterung, des Auslaufmanagements oder stallbauliche Gegebenheiten ein.[9] Wird das Verhalten mehrerer Kühe aus unterschiedlichen Herden verglichen, ist es daher unumgänglich, die vielfältigen kuh- und betriebsassoziierten Faktoren mit Einfluss auf das Verhalten in den Analysen zu berücksichtigen.

Drei Viertel der Kanadischen und mehr als ein Drittel der US-Amerikanischen Milchviehbetriebe wirtschaften im Anbindehaltungssystem.[12, 35] Die Anzahl an Schweizer Stallplätzen für Rindvieh in Anbindehaltung ist in den letzten zwanzig Jahren stetig gesunken.[10] Dennoch stellt die Anbindehaltung gerade in Alpinen Regionen eine wichtige Form der Rindviehhaltung im Wirtschaftszweig Milchproduktion dar, sodass bei der letzten Zählung im Jahr 2013 noch ca. 46% aller Stallplätze für Rindvieh auf Anbindestallplätze entfielen und erwartet werden kann, dass Anbindeställe in Hügel- und Bergregionen auch in Zukunft bewirtschaftet werden.[6, 10]

Die Schweizerische Tierschutzverordnung **(TSchV)** reglementiert die Haltung von Milchkühen streng. Eine Anbindehaltung ist für Rinder ab dem vierten Lebensmonat zulässig; jedoch ist die permanente Anbindehaltung ohne Auslauf verboten und die Mindestanzahl der Auslauftage gesetzlich festgeschrieben.[11] Die Tiere müssen in ihren Boxen arttypisch stehen, sich hinlegen, ruhen und aufstehen können. Zusätzlich muss für Kühe «der Liegebereich mit ausreichend geeigneter Einstreu versehen sein» (Art. 39, Abs. 1, TSchV).[11] Im Verordnungstext ist nicht näher definiert, wie viel Einstreu als ausreichend gilt. In einer internationalen Studie zu Liegezeiten und Lahmheiten im Laufstall wurde die Grenze für viel versus wenig Einstreu bei einer Einstreutiefe von 2 cm gesetzt, was einem Kilogramm Häckselstroh in einer Liegeboxe entspricht.[34]

Das Ziel der vorliegenden Studie war zu untersuchen, ob die Einstreutiefe des Lägerplatzes mit dem Liege- und Wiederkauverhalten gesunder Milchkühe in Anbindehaltung assoziiert ist. Ein möglicher Einfluss könnte dazu dienen, den Begriff der ausreichenden Einstreu im Hinblick auf die Tiergesundheits- und Tierwohlindikatoren Liege- und Wiederkauverhalten näher zu umschreiben und Empfehlungen zur Einstreu für die Praxis abzugeben. Es wurde erwartet, dass Kühe, die auf einem Lägerplatz mit einer Einstreutiefe von >2 cm gehalten werden (Kühe auf >2 cm Einstreu), im Vergleich zu Kühen, die auf einem Lägerplatz mit einer Einstreutiefe von ≤ 2 cm gehalten werden (Kühe auf ≤ 2 cm Einstreu), längere Liegezeiten und Liegeperioden sowie häufigere Liegeperioden aufweisen. Zudem wurde erwartet, dass Kühe auf >2 cm Einstreu bei gleicher Gesamtwiederkauzeit einen grösseren Anteil der Wiederkauzeit im Liegen verbringen, anstatt im Stehen wiederzukauen.

## Material und Methoden

Diese Studie wurde als Teil eines grösseren Projekts der Nutztierklinik der Vetsuisse-Fakultät der Universität Bern zur Anbindehaltung durchgeführt. Eine Tierschutzbewilligung wurde durch den Veterinärdienst des Kantons Bern (Tierschutzbewilligungs-Nummer: 29518) erteilt.

Alle Landwirte nahmen freiwillig an der Studie teil. Sie wurden vorgängig in Zeitungsartikeln über das Forschungsvorhaben informiert; zusätzlich erhielten die Mitglieder der Interessensgemeinschaft Anbindestall per Post ein Informationsschreiben zum Forschungsvorhaben mit der Einladung zur Teilnahme. Das Haupteinschlusskriterium rekrutierter Betriebe war die Haltung von mindestens 15 Milchkühen in Anbindehaltung in einem der folgenden Kantone, für welche die Tierschutzbewilligung erteilt wurde: Bern, Aargau, Freiburg, Jura, Luzern, Neuenburg, Nidwalden, Obwalden, Schwyz, Solothurn, Uri, Waadt. Alle Daten wurden mindestens sechs Wochen nach Beginn der Stallhaltungsperiode in der Wintersaison erhoben (Dezember 2017 bis April 2018 und November 2018 bis März 2019). Teilnehmende Betriebe wurden jeweils zwei Mal be-

sucht, wobei der zweite Besuch vier bis fünf Tage nach dem ersten stattfand.

## Selektion der Studienkühe

Am Tag des ersten Betriebsbesuchs wurden klinisch gesunde, laktierende Kühe zur automatisierten Verhaltensaufzeichnung aus der Herde selektiert. Kühe, die unter jeglicher Medikation standen oder einer Sperrfrist auf Milch oder Fleisch nach einer Medikation unterlagen, wurden von der Studie ausgeschlossen. Auch brünstige und offensichtlich erkrankte Kühe wurden ausgeschlossen.

Um eine Beeinflussung des Liege- und Wiederkauverhaltens durch eine bestehende Lahmheit auszuschliessen, fand am Tag des ersten Betriebsbesuchs eine Gangbildbeurteilung statt.[7] Dazu wurden die Kühe in einer geraden Linie auf einem befestigten, ebenen Untergrund geführt. Eine erste Einschätzung des Gangbildes durch die anwesende Erstautorin diente der vorläufigen Auswahl von Tieren für die Verhaltensaufzeichnung. Zusätzlich wurde das Gangbild der Kühe gefilmt, um eine nachfolgende, unabhängige Expertenbeurteilung zu ermöglichen. Die Videos wurden nach den Betriebsbesuchen und vor der Datenanalyse durch zwei unabhängige Experten nach folgenden Kriterien beurteilt: Rückenkrümmung im Gehen, Kopfbewegung im Gehen, Schrittlänge, Gelenksteifigkeit, Asymmetrie des Gangs sowie Gleichmässigkeit der Lastaufnahme aller Gliedmassen.[14] Das Beurteilungsschema reicht auf einer 5-Punkte-Skala mit 0,5-Punkte-Intervallen von 1,0 (gleichmässiger, flüssiger Gang) bis 5,0 (Fähigkeit zur Fortbewegung stark eingeschränkt). Bei einem Mittelwert beider Expertenbeurteilungen von $<2{,}25$ wurde eine Kuh als nicht lahm (n=156), und von $\geq 2{,}25$ als lahm (n=40) angesehen. Ausschliesslich nicht lahme Kühe wurden in diese Studie eingeschlossen.

Die vorselektierten, nicht lahmen Kühe wurden sowohl beim ersten als auch beim zweiten Betriebsbesuch klinisch untersucht.[29] Die folgenden Anzeichen einer klinischen Erkrankung hätten zum Ausschluss der Kuh von der Studie geführt (n=0): Rektaltemperatur $\geq 39{,}0\,°C$, Auftreten von Herzgeräuschen, Anzeichen einer Infektion des Respirationstraktes (z. B. Nasenausfluss, Husten, pathologische Auskultationsbefunde), Anzeichen gastrointestinaler und nervaler Erkrankungen, Vaginalausfluss oder Anzeichen einer klinischen Mastitis (z. B. gerötetes, geschwollenes Euter). Von Kühen $\leq 90$ Tagen post-partum (n=32) wurde am Tag des ersten Betriebsbesuchs eine EDTA-Blutprobe auf ihren Gehalt an ß-Hydroxy-Butyrat untersucht (Free Style Precision Neo, Abbot Diabetes Care Ltd., Oxfordshire, Grossbritannien). Kühe mit einer subklinischen Ketose ($\geq 1{,}2$ mmol/l ß-Hydroxy-Butyrat) wurden von der Studie ausgeschlossen (n=9).[18]

## Automatisierte Verhaltensaufzeichnung

Die selektierten Kühe wurden jeweils mit einem RumiWatch® Halfter und Pedometer ausgestattet. Das Pedometer wurde mit einem Klettband am rechten oder linken Metatarsus fixiert; die Seite wurde willkürlich gewählt. Nach einer Adaptationsphase von $\geq 12$ Stunden wurde das Liege- und Wiederkauverhalten für 48 aufeinanderfolgende Stunden aufgezeichnet. Die Landwirte wurden dazu aufgefordert, jegliche Anzeichen einer Brunst (n=2) oder Erkrankung (n=0) einer Studienkuh zwischen den beiden Betriebsbesuchen zu dokumentieren, was zum Ausschluss der betreffenden Kuh von der Studie führte bzw. geführt hätte. Die gesamte Herde wurde zwischen den beiden Betriebsbesuchen im Anbindestall ohne Auslauf gehalten. Die Landwirte waren dazu angehalten, das Management der Herde und alle alltäglichen Arbeitsschritte wie gewohnt auszuüben. Dies schloss auch ein, dass jede Kuh während der gesamten Studie am selben Lägerplatz stand.

## Messung der Einstreutiefe

Die Messpunkte der Einstreutiefe sind in Abbildung 1 dargestellt. Die Einstreutiefe wurde am Tag des ersten Betriebsbesuchs jeweils an zwei Punkten des Lägerplatzes mit einem Zollstock in 0,5 cm-Intervallen gemessen. Eine Einstreutiefe von $<0{,}5$ cm wurde als 0 cm dokumentiert. Wenn lockere Einstreu wie z. B. Häcksel- oder Langstroh verwendet wurde, wurde diese von der untersuchenden Person mit einem Tritt auf die Einstreu komprimiert, sodass die verbleibende Einstreuhöhe zwischen dem Stiefel und der unter der Einstreu befindlichen Bodenfläche gemessen wurde.

Aus den Messwerten beider Messpunkte wurde ein Mittelwert berechnet, der zur Visualisierung auf die nächstgrössere ganze Zahl aufgerundet wurde. Für die

**Abbildung 1:** Zwei Messpunkte der Einstreutiefe (×) pro Lägerplatz bei Milchkühen in Anbindehaltung. Beide Messpunkte waren jeweils 50 cm vom vorderen respektive hinteren Lägerplatzende zur Mitte hin verschoben. Der Mittelwert aus beiden Messpunkten diente als Grundlage der Kategorisierung der Einstreutiefe.

Analyse des Einflusses der Einstreutiefe auf das Verhalten der Kühe wurde die Einstreutiefe der in die vorliegende Studie einbezogenen Lägerplätze in die folgenden zwei Kategorien eingeteilt: mittlere Einstreutiefe von ≤2 cm respektive >2 cm. Diese Einstreutiefe entspricht der Menge eines Kilogramms Häckselstroh.[34] Auf Lägerplätzen in Schweizer Anbindeställen werden erfahrungsgemäss häufig Strohprodukte als Einstreumaterial verwendet, sodass die Anwendung des Grenzwerts von 2 cm Einstreutiefe im Sinne der wissenschaftlichen Vergleichbarkeit naheliegt. Die Datenverteilung der Einstreutiefe auf den Lägerplätzen der vorliegenden Studie bot die Verwendung dieses Grenzwertes ebenfalls an.

## Datenverarbeitung

Die Rohdaten der Verhaltensaufzeichnung wurden von den Halftern und Pedometern auf einen Computer übertragen und mit einer Spezialsoftware konvertiert (RumiWatch Manager® 2, V2.2.0.0, und RumiWatch Converter®, V0.7.3.6, ITIN+Hoch GmbH Fütterungstechnik, Liestal, Schweiz). Jeweils zwei 24-Stunden-Werte der Liegezeit, Liegeperiodenanzahl und -dauer sowie der Wiederkauzeit wurden berechnet und anschliessend zu einem mittleren 24-Stunden-Wert verrechnet. Zusätzlich wurde die Wiederkauzeit pro 5-Minuten-Intervall als kleinstmögliche Aufschlüsselung der Wiederkauzeit berechnet, um die Wiederkauzeit im Liegen und Stehen zu ermitteln. Alle 5-Minuten-Intervalle, in denen ein Aufstehen oder Abliegen aufgezeichnet wurde, wurden von der Analyse ausgeschlossen, da hier die präzise Zuordnung des Wiederkauens zum Liegen oder Stehen nicht möglich war. Die verbleibenden 5-Minuten-Intervalle wurden jeweils für das Wiederkauen im Stehen und Liegen aufsummiert und als 24-Stunden-Mittelwert zusammengefasst.

## Statistische Methode

Alle Analysen fanden auf Einzeltierebene unter Berücksichtigung des Betriebseffektes statt und wurden in R (Version 3.6.3., ©2020 The R Foundation for Statistical Computing) unter Verwendung der folgenden Software-Pakete durchgeführt: base, dplyr, emmeans, epitools, ggplot2, lme4, lmerTest, psych.[1, 4, 20, 21, 27, 28, 38, 39] Resultate mit einem *p*-Wert kleiner oder gleich dem Signifikanzniveau $\alpha=0{,}05$ wurden als statistisch signifikant erachtet.

Die Daten zum Liege- und Wiederkauverhalten wurden zunächst auf ihre Plausibilität geprüft und beschreibend analysiert. Hierzu wurden Assoziationen zwischen Verhalten und Einstreutiefe visuell in Streu-Diagrammen dargestellt und beurteilt. Da die untersuchten Verhaltensparameter eine Kollinearität zueinander aufweisen könnten, wurden Voruntersuchungen zur Eignung der Daten für eine Hauptkomponentenanalyse durchgeführt. Die Determinante der Korrelationsmatrix (>0,00001) und ein statistisch signifikanter Bartlett-Test (*p*-Wert<0,001) zeigten eine ausreichende Korrelation zwischen den Verhaltensparametern. Dennoch indizierten das Kaiser-Meyer-Olkin-Kriterium (KMO) und die Measure of sampling adequacy (MSA), dass sich eine Hauptkomponentenanalyse nicht für alle einbezogenen Verhaltensparameter des vorhandenen Datensatzes eignet ($KMO_{gesamt}=0{,}47$; $MSA_{Spanne}=0{,}10–0{,}70$). Aus diesem Grund wurde die Assoziation der Liegezeit, der Liegeperiodenanzahl und -dauer sowie der Wiederkauzeit mit der Einstreutiefe jeweils in einer separaten gemischten linearen Regression unter Berücksichtigung des Betriebseffektes berechnet. Auch das Verhältnis zwischen der Wiederkauzeit im Liegen und der Gesamtwiederkauzeit wurde im Zusammenhang mit der Einstreutiefe analysiert. Dazu wurde eine gemischte logistische Regression berechnet, bei der ebenfalls der Betriebseffekt berücksichtigt wurde.

Der Einfluss spezifischer kuhassoziierter Faktoren auf das Verhalten der Kühe konnte aufgrund des Verhältnisses der Anzahl eingeschlossener Kühe pro Betrieb nicht in die Modelle einbezogen werden (Singularitäts-Effekt). Da eine akkurate Parameterschätzung eine ausreichend grosse Stichprobe erfordert, kann bei Betrieben mit wenigen Tieren unter Umständen die durch eine Variable erklärte Varianz und somit auch der Betriebseffekt, nicht präzise berechnet werden. Daher wären die Resultate für solche Variablen nicht aussagekräftig und die Aussagekraft des Gesamtmodells wäre ebenfalls reduziert, da der Einfluss der Zufallsvariable nicht zwingend korrekt geschätzt ist. Zudem sinkt die Modellgenauigkeit bei gleichbleibender Stichprobengrösse mit jeder zusätzlich eingeschlossenen Variable. Um die Aussagekraft des Gesamtmodells zu erhöhen, haben wir daher auf den Einschluss von kuhassoziierten Messwerten verzichtet. Um den Einfluss dennoch abschätzen zu können, wurden die Variablen Laktationsstadium, Laktationsnummer und Rassezugehörigkeit jeweils separat zwischen den Kühen auf ≤2 cm Einstreu und den Kühen auf >2 cm Einstreu verglichen. Die Rassen wurden dabei in zwei Kategorien zusammengefasst: (1) milchbetonte Rasse (Holstein-Friesian, Red Holstein, Brown Swiss); (2) Zweinutzungsrasse (Original Braunvieh, Simmental, Swiss Fleckvieh).[2] Die Assoziation des Laktationsstadiums, der Laktationsnummer und der Rassezugehörigkeit mit der Einstreutiefe wurden in einer linearen Regression, einer Poisson-Regression respektive einem $Chi^2$-Test berechnet.

Der Effekt der stallbaulichen Faktoren «Qualität der Bodenoberfläche des Lägerplatzes» und «Vorhandensein

eines Stopprohrs» wurde jeweils in einer separaten gemischten logistischen Regression auf eine Assoziation mit der Einstreutiefe untersucht, um Zusatzinformationen für etwaige Praxisempfehlungen zu erhalten.

## Resultate

### Studienpopulation

Es wurden 145 klinisch gesunde, laktierende Kühe aus 33 Betrieben in diese Studie eingeschlossen. Pro Betrieb wurden im Median (Interquartilsbereich, **IQR**) die Daten von 4 (3–6) Kühen aufgezeichnet. Von vier Halftern und zwei Pedometern lagen aufgrund eines technischen Defekts keine Daten vor, sodass die Daten von 143 Kühen aus 33 Betrieben in die Analyse des Liegeverhaltens und von139 Kühen aus 33 Betrieben in die Analyse des Wiederkauens im Liegen und Stehen einflossen.

Die Anzahl der Lägerplätze pro gemessener, mittlerer Einstreutiefe in ganzen Zentimetern ist in Abbildung 2 dargestellt. Auf 105 Lägerplätzen wurde eine mittlere Einstreutiefe von ≤2 cm gemessen, auf 40 Lägerplätzen eine mittlere Einstreutiefe von >2 cm. Auf 126 von 145 Lägerplätzen wurden Strohprodukte (Häcksel- oder Langstroh) als Einstreumaterial verwendet, bei den anderen war Sägemehl (n=15) oder Emd-ähnliches Material (n=4) eingestreut.

Der Median (IQR) der Herdengrösse in den rekrutierten Betrieben lag bei 21 (19–29) adulten Kühen, mit einer Spanne von 15–55. Die Kühe wurden zwei Mal täglich im Stall gemolken, wobei es nicht möglich war, die Milchmenge zu erfassen, da nicht alle Teilnehmenden die technischen Voraussetzungen zur automatisierten individuellen Milchmengenmessung erfüllten. Abgesehen von der Zeit zwischen den Betriebsbesuchen, in denen die Verhaltensaufzeichnung stattfand, hatten die Kühe im Median (IQR) 13 (12–15) Tage Auslauf pro Monat.

### Kuhassoziierte Einflussfaktoren auf das Verhalten

Die deskriptive Statistik zu möglichen kuhassoziierten Einflussfaktoren im Zusammenhang mit der Einstreutiefe ist in Tabelle 1 ersichtlich. Zwischen den Kühen auf ≤2 cm respektive >2 cm Einstreu ergaben sich keine signifikanten Unterschiede bezüglich des Laktationsstadiums (Lineare Regression: mittlere Differenz [Kühe auf >2 cm Einstreu–Kühe auf ≤2 cm Einstreu] **(Diff$_{MW}$)**=18,5; Standardfehler **(SE)**=17,5; *p*-Wert=0,292), der Laktationsnummer (Poisson-Regression: λKühe auf ≤2 cm Einstreu=4,04; CI95% [3,67–4,44]; λKühe auf >2 cm Einstreu=4,15; CI95% [3,56–4,83]; *p*-Wert=0,765) und der Rassezugehörigkeit (Chi²-Test: Odds ratio=1,31; $CI_{95\%}$ [0,59–3,04]; *p*-Wert=0,635).

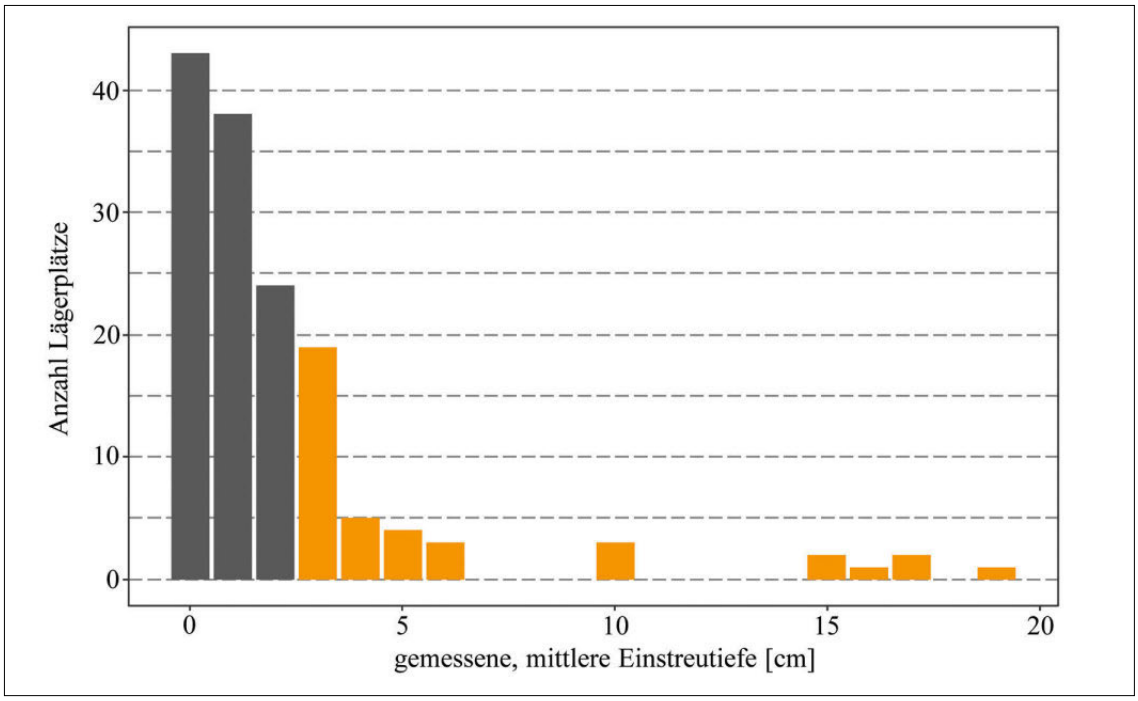


**Abbildung 2:** Anzahl der Lägerplätze von Milchkühen in Anbindehaltung pro gemessener, mittlerer Einstreutiefe in ganzen Zentimetern. In grau: Lägerplätze mit ≤2 cm mittlerer Einstreutiefe; in gelb: Lägerplätze mit >2 cm mittlerer Einstreutiefe.

**Tabelle 1:** Deskriptive Statistik kuhassoziierter Einflussfaktoren (Laktationsstadium, Laktationsnummer, Rassezugehörigkeit) im Zusammenhang mit der gemessenen Einstreutiefe.

| | MW[1] | SD[2] | Median | Min[3] | Max[4] | IQR[5] | MW[1] | SD[2] | Median | Min[3] | Max[4] | IQR[5] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Kühe auf ≤2 cm Einstreu (n=105) | | | | | | Kühe auf >2 cm Einstreu (n=40) | | | | | |
| Laktationsstadium [Tage in Milch] | 181,4 | 94,7 | 168,0 | 20,0 | 488,0 | 133,0 | 199,9 | 93,2 | 197,0 | 11,0 | 396,0 | 115,3 |
| Laktationsnummer | 4,0 | 2,1 | 4,0 | 1,0 | 11,0 | 3,0 | 4,2 | 2,5 | 4,0 | 1,0 | 14,0 | 2,25 |
| | Anzahl | | | | | | Anzahl | | | | | |
| | Kühe auf ≤2 cm Einstreu (n=105) | | | | | | Kühe auf >2 cm Einstreu (n=40) | | | | | |
| Rassezugehörigkeit | | | | | | | | | | | | |
| Milchbetont | 35 | – | – | – | – | – | 11 | – | – | – | – | – |
| Zweinutzung | 70 | – | – | – | – | – | 29 | – | – | – | – | – |

[1]MW=Mittelwert. [2]SD=Standardabweichung. [3]Min=Minimum. [4]Max=Maximum. [5]IQR=Interquartilsbereich.

**Tabelle 2:** Deskriptive Statistik des Liege- und Wiederkauverhaltens im Zusammenhang mit der gemessenen Einstreutiefe.

| | MW[1] | SD[2] | Median | Min[3] | Max[4] | IQR[5] | MW[1] | SD[2] | Median | Min[3] | Max[4] | IQR[5] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Liegeverhalten | Kühe auf ≤2 cm Einstreu (n=103) | | | | | | Kühe auf >2 cm Einstreu (n=40) | | | | | |
| Liegezeit [min/d] | 693,1 | 138,8 | 723,7 | 358,2 | 943,6 | 185,9 | 785,0 | 116,3 | 822,7 | 522,2 | 1004,3 | 170,6 |
| Liegeperioden-anzahl [1/d] | 9,9 | 3,1 | 9,5 | 4,0 | 23,5 | 3,25 | 11,1 | 3,1 | 11,0 | 4,5 | 18,5 | 4,0 |
| Liegeperioden-dauer [min/Liege-periode] | 75,1 | 21,4 | 76,1 | 25,4 | 148,3 | 24,9 | 74,8 | 19,3 | 72,2 | 43,4 | 132,8 | 19,0 |
| Wiederkauverhalten | Kühe auf ≤2 cm Einstreu (n=100) | | | | | | Kühe auf >2 cm Einstreu (n=39) | | | | | |
| Wiederkauzeit [min/d] | 537,6 | 53,3 | 540,9 | 413,6 | 686,3 | 74,9 | 535,7 | 44,4 | 532,8 | 424,7 | 629,2 | 52,7 |
| Wiederkauen im Liegen [min/d] | 328,0 | 103,8 | 357,5 | 58,0 | 516,0 | 120,5 | 386,7 | 72,5 | 403,0 | 216,0 | 562,0 | 95,5 |
| Wiederkauen im Stehen [min/d] | 148,4 | 107,4 | 128,5 | 7,0 | 435,0 | 149,3 | 91,6 | 71,8 | 68,0 | 7,0 | 345,0 | 80,5 |

[1]MW=Mittelwert. [2]SD=Standardabweichung. [3]Min=Minimum. [4]Max=Maximum. [5]IQR=Interquartilsbereich.

## Liege- und Wiederkauverhalten im Zusammenhang mit der Einstreutiefe

Tabelle 2 enthält Angaben zur deskriptiven Statistik des Liege- und Wiederkauverhaltens von Kühen auf ≤2 cm respektive >2 cm Einstreu.

Kühe auf >2 cm Einstreu hatten signifikant längere Liegezeiten gegenüber Kühen auf ≤2 cm Einstreu (Gemischte lineare Regression: $Diff_{MW}$=60,7 min/d; SE=28,6 min/d; *p*-Wert=0,037). Bei Kühen auf >2 cm Einstreu wurde im Mittel eine Liegeperiode mehr pro Tag aufgezeichnet, was statistisch jedoch nicht signifikant war (Gemischte lineare Regression: $Diff_{MW}$=0,96 Liegeperioden/d; SE=0,64 Liegeperioden/d; *p*-Wert=0,136). Die Liegeperiodendauer unterschied sich nicht signifikant zwischen Kühen auf ≤2 cm respektive >2 cm Einstreu (Gemischte lineare Regression: $Diff_{MW}$=0,1 min/Liegeperiode; SE=4,2 min/Liegeperiode; *p*-Wert=0,988).

Die Wiederkauzeit pro Tag unterschied sich ebenfalls nicht signifikant zwischen Kühen auf ≤2 cm respektive >2 cm Einstreu (Gemischte lineare Regression: $Diff_{MW}$=−0,2 min/d; SE=11,2 min/d; *p*-Wert=0,986). Die Wahrscheinlichkeit, dass die Kühe beim Wiederkauen lagen anstatt im Stehen wiederzukäuen war jedoch signifikant höher bei Kühen auf >2 cm Einstreu verglichen mit Kühen auf ≤2 cm (Gemischte logistische Regression: Odds ratio=1,27; $CI_{95\%}$ [1,17–1,38]; *p*-Wert <0,001).

## Möglicher Zusammenhang mit stallbaulichen Faktoren

Angaben zu den stallbaulichen Faktoren «Qualität der Bodenoberfläche des Lägerplatzes» und «Vorhandensein eines Stopprohrs» in Abhängigkeit der Einstreutiefe sind in Tabelle 3 zusammengestellt. Die Wahrscheinlichkeit, dass auf einem Lägerplatz >2 cm Einstreu gemessen wurde, war auf Lägerplätzen mit einer Bodenoberfläche aus Beton signifikant höher als in solchen mit einer Gummimatte (Gemischte logistische Regression: Odds

ratio=79,03; $CI_{95\%}$ [1,84–3 071 528,00]; *p*-Wert=0,049). Wenn ein Stopprohr am hinteren Ende eines Lägerplatzes vorhanden war, war die Wahrscheinlichkeit, dass auf dem Lägerplatz >2 cm Einstreu gemessen wurde, signifikant höher als ohne Stopprohr (Gemischte logistische Regression: Odds ratio=21,63; $CI_{95\%}$ [8,76–6 625,73]; *p*-Wert=0,005).

**Tabelle 3:** Stallbauliche Faktoren (Qualität der Bodenoberfläche, Vorhandensein eines Stopprohrs) im Zusammenhang mit der gemessenen Einstreutiefe

| | $n_{Lägerplätze}$ ≤2 cm Einstreu (%) | $n_{Lägerplätze}$ >2 cm Einstreu (%) |
|---|---|---|
| Bodenoberfläche Gummimatte | 94 (64,8) | 19 (13,1) |
| Bodenoberfläche Beton | 11 (7,6) | 21 (14,5) |
| Kein Stopprohr vorhanden | 60 (41,4) | 2 (1,4) |
| Stopprohr vorhanden | 45 (31,0) | 38 (26,2) |

## Diskussion

**Liegeverhalten**

Die tägliche Liegezeit von Kühen auf >2 cm Einstreu war im Mittel eine Stunde länger als die von Kühen auf ≤2 cm Einstreu. Die durchschnittliche tägliche Liegezeit wird auf Herdenebene als Indikator für das Tierwohl und den Liegeboxenkomfort genutzt.[15, 24, 36] Längere Liegezeiten stehen zudem im Zusammenhang mit der Tiergesundheit: Im Liegen werden die Klauen entlastet und können abtrocknen, was sowohl mechanischen als auch infektiösen Ursachen von Klauenerkrankungen und somit der Hauptursache von Lahmheiten entgegenwirkt.[25] Zudem ist die Euterdurchblutung im Liegen höher als im Stehen.[23] Da die Milchbildung abhängig von der Durchblutung des Euters ist, kann spekuliert werden, dass die produzierte Milchmenge im Liegen ebenfalls höher ist als im Stehen. Dies wurde in der vorliegenden Studie jedoch nicht näher untersucht, zumal nicht alle teilnehmenden Betriebe die technischen Voraussetzungen zur automatisierten individuellen Milchmengenmessung erfüllten.

Es liegt nahe, dass sich die signifikant längere Liegezeit von Kühen auf >2 cm Einstreu auf eine höhere Liegeperiodenanzahl zurückführen lässt. Die mittlere Liegeperiodenanzahl war bei Kühen auf >2 cm Einstreu um eins erhöht. In Anbindehaltung ist das Aufstehen und Abliegen für Kühe im Allgemeinen erschwert.[15] Es ist denkbar, dass durch einen weich gepolsterten, rutschfesten Lägerplatz die Druckbelastung auf hervorstehende Knochenpunkte und Gelenke beim Aufstehen und Abliegen gedämpft wird, was diese Bewegungsabläufe für die Kühe angenehmer macht, sodass sich die Anzahl der Liegeperioden und, wie in der vorliegenden Studie gezeigt, die Liegezeit erhöht.

**Wiederkauverhalten**

Das Wiederkauverhalten von Milchkühen wird massgeblich durch die Futterzusammensetzung und -struktur beeinflusst, was in der vorliegenden Studie im Rahmen des Betriebseffektes berücksichtigt wurde.[9] Wie erwartet wurden keine Hinweise auf eine Assoziation der Wiederkauzeit und der Einstreutiefe festgestellt. Jedoch konnten signifikante Unterschiede in Bezug auf die von der Kuh eingenommene Position während des Wiederkauens festgestellt werden. Gegenüber Kühen auf ≤2 cm Einstreu war bei Kühen auf >2 cm Einstreu die Wahrscheinlichkeit im Liegen anstatt im Stehen wiederzukäuen um 30 Prozent erhöht. Sowohl in Stresssituationen, wie einem verlängerten Melkintervall, als auch bei schmerzhaften Zuständen wie gering- und mittelgradigen Lahmheiten wurde beobachtet, dass Kühe vermehrt im Stehen wiederkauen.[7, 19] Im Gegensatz dazu gilt das Wiederkauen im Liegen als Tierwohlindikator.[33] Die Ergebnisse der vorliegenden Studie weisen darauf hin, dass auch eine geringe Einstreutiefe mit vermehrtem Wiederkauen im Stehen assoziiert ist, was den Nutzen dieses Verhaltensparameters als Tierwohlindikator unterstreicht.

**Stallbauliche Faktoren**

Die Bodenoberfläche der meisten Lägerplätze dieser Studie war mit einer Gummimatte bedeckt. Die Wahrscheinlichkeit, dass die gemessene Einstreutiefe bei >2 cm lag, war jedoch deutlich höher, wenn eine Bodenoberfläche aus Beton und keine Gummimatte vorzufinden war. Lim et al. zeigten in einer englischen Studie in Laufstall-Systemen, dass mehr Einstreu verwendet wird, wenn eine augenscheinlich harte Bodenoberfläche im Liegebereich vorzufinden ist.[22] Wenn eine Bodenoberfläche per se den Eindruck einer ausreichenden Polsterung erweckt, wie bei einer Gummimatte denkbar, wird weniger eingestreut.

Das Anbringen eines Stopprohrs am Lägerplatzende soll dazu dienen, eingebrachtes Einstreumaterial am gewünschten Platz zu halten. In der vorliegenden Studie erhöhte das Vorhandensein eines Stopprohrs die Wahrscheinlichkeit einer gemessenen Einstreutiefe von >2 cm signifikant, jedoch war auch auf mehr als der Hälfte der Lägerplätze mit Stopprohr nur wenig Einstreu vorhanden. Das Vorhandensein eines Stopprohrs garantiert somit nicht, dass ausreichend eingestreut ist. Ob ohne Stopprohr von vornherein weniger Einstreu eingebracht wird oder die eingebrachte Einstreu nicht am Platz bleibt, kann durch die vorliegende Querschnittsstudie nicht beantwortet werden.

Basierend auf den vorliegenden Ergebnissen wird empfohlen, im Rahmen der tierärztlichen Beratung darauf hinzuweisen, dass auf allen Lägerplätzen in Anbindeställen für Milchkühe, insbesondere derer mit einer Gummimatten-Bodenfläche und einem Stopprohr, ausreichend Einstreu eingebracht wird, damit eine Einstreutiefe >2 cm gewährleistet ist.

**Kategorisierung der Einstreutiefe**

In der vorliegenden Studie wurde die gemessene Einstreutiefe kategorisiert betrachtet. Solano et al. beschrieben eine Einstreutiefe von 2 cm als Grenzwert, da dies einer Häckselstrohmenge von einem Kilogramm pro Liegeboxe entspricht.[34] Vor der Durchführung der Studie wurde von den Autoren erwartet, dass in Schweizer Anbindeställen häufig Tiefstreuplätze vorzufinden seien. Barrientos et al. definierten Tiefstreu als eine Einstreutiefe von >10 cm; von der Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon werden gar >15 cm empfohlen.[3, 31] In der vorliegenden Studie war eine Einstreutiefe von >10 cm nur bei sechs Lägerplätzen gegeben, weshalb eine separate Auswertung nicht möglich und sinnvoll erschien. Obschon in der vorliegenden Studie die Anzahl der Kühe auf >2 cm Einstreu der der Kühe auf ≤2 cm deutlich unterlegen war und nur wenige Lägerplätze den Grenzwert der Einstreutiefe deutlich überschritten, wurden signifikante Auswirkungen auf das Liege- und Wiederkauverhalten gesunder Milchkühe in Anbindehaltung festgestellt.

In der vorliegenden Studie wurde die Einstreutiefe jeweils an zwei definierten Punkten des Lägerplatzes gemessen, ohne die Einstreumenge vorgängig auszugleichen. An diesen Punkten, an denen sich mutmasslich die Gliedmassen und Gelenke der angebundenen, liegenden Kuh befinden, erscheint es besonders sinnvoll, auf eine Einstreutiefe von >2 cm zu achten. Es besteht die Möglichkeit, dass die gemessene Einstreutiefe auf einigen Lägerplätzen grösser gewesen wäre, wenn man vor der Messung die Einstreu gleichmässig in der Box verteilt hätte. Dennoch wurde davon abgesehen, um die real angetroffene Ist-Situation abzubilden.

## Schlussfolgerung

Eine Einstreutiefe von >2 cm ist assoziiert mit dem Liege- und Wiederkauverhalten gesunder Milchkühe in Anbindehaltung. Kühe auf >2 cm Einstreu hatten verglichen mit Kühen auf ≤2 cm Einstreu längere Liegezeiten. Die Wahrscheinlichkeit, dass die Kühe beim Wiederkauen lagen, war signifikant höher, wenn eine mittlere Einstreutiefe von >2 cm auf dem Lägerplatz gemessen wurde. Die dargelegten Verhaltensunterschiede deuten darauf hin, dass sich der Lägerkomfort im Anbindestall durch eine höhere Einstreutiefe so stark erhöht, dass positive Einflüsse auf das Liege- und Wiederkauverhalten nachgewiesen werden können. Es wird daher empfohlen, besonders an den Stellen der Box, an denen sich jeweils die Gliedmassen und Gelenke der liegenden Kuh befinden, >2 cm Einstreu bereitzustellen.

## Danksagung

Wir bedanken uns bei allen teilnehmenden Landwirten für ihr Engagement und der Interessensgemeinschaft Anbindestall für ihre Unterstützung bei der Rekrutierung der Betriebe. Ebenfalls danken wir Dr. Maher Alsaaod für seine Rolle als Experte in der unabhängigen Gangbildbeurteilung. Diese Studie wurde als unabhängige Studie der Nutztierklinik, Vetsuisse-Fakultät, Universität Bern (Schweiz) durchgeführt.

## Le comportement de couchage et de rumination de vaches laitières cliniquement saines détenues en stabulation entravée est associé à l'épaisseur de la litière.

Le comportement de couchage et de rumination des vaches laitières est internationalement utilisé comme indicateur du bien-être animal. En Suisse, la détention des vaches laitières est soumise à des règles légales précises. Il est entre autre prescrit que l'aire de couchage doit être pourvue d'une litière appropriée en quantité suffisante. Dans la présente étude nous avons examiné si l'épaisseur de la litière avait une influence sur le comportement de couchage et de rumination, et ainsi aussi sur le bien-être animal, de vaches laitières saines déte-

## Il comportamento di riposo e di ruminazione delle vacche da latte sane in stabulazione fissa è associato alla profondità della lettiera.

Il comportamento di riposo e ruminazione delle vacche da latte è usato a livello internazionale come indicatore del benessere animale. In Svizzera, la stabulazione delle vacche da latte è soggetta a precise disposizioni di legge. In particolare, si prescrive che la zona di riposo per le vacche debba essere dotata di quantità adeguata di lettiera. Il presente studio ha esaminato se la profondità della lettiera influenza il comportamento di riposo e ruminazione delle vacche da latte in stabulazione fissa e quindi il benessere animale. La profondità della lettiera è stata classificata ≤2 cm o >2 cm, rispettivamente. Il

nues en stabulation entravée. L'épaisseur de la litière a été répartie en catégories de ≤2 cm respectivement de >2 cm. Le comportement de couchage et de rumination de 145 vaches en provenance de 33 exploitations a été documenté et analysé en tenant compte de l'impact de l'exploitation: 105 vaches ont été détenues sur ≤2 cm de litière et 40 vaches sur >2 cm de litière. Les vaches détenues sur >2 cm de litière avaient en moyenne une durée de couchage journalière prolongée d'une heure (régression linéaire mixte: différence moyenne [vaches sur >2 cm de litière – vaches sur ≤2 cm de litière]=60,7 min/d; écart type=28,6 min/d; Valeur p=0,037). La probabilité que les vaches soient couchées lors de la rumination était significativement plus grande chez les vaches détenues sur >2 cm de litière par rapport aux vaches détenues sur ≤2 cm de litière (régression logistique mixte: odds ratio=1,27; CI95% [1,17–1,38]; Valeur p<0,001).Les résultats de cette étude montrent qu'une épaisseur de litière >2 cm est associée à des différences significatives de comportement de couchage et de rumination de vaches saines détenues en stabulation entravée. En conséquence, la mise à disposition d'un minimum de 2 cm de litière sur les zones de couchage des vaches détenues en stabulation entravée permet une amélioration quantifiable du bien-être animal.

**Mots clés:** bien-être animal, bovins, durée de couchage, épaisseur de litière, rumination, stabulation entravée

comportamento di riposo e di ruminazione di 145 mucche di 33 aziende è stato registrato e analizzato tenendo conto dell'effetto azienda; 105 mucche erano tenute su lettiere ≤2 cm e 40 mucche su lettiere >2 cm. Le mucche su lettiere >2 cm riposavano in media un'ora in più al giorno (regressione lineare mista: differenza media [mucche su lettiere >2 cm – mucche su lettiere ≤2 cm]=60,7 min/d; errore standard=28,6 min/d; valore-p=0,037). Le probabilità di avere una vacca che riposi durante la ruminazione era significativamente più alta nelle vacche su lettiere >2 cm rispetto a quelle su lettiere ≤2 cm (regressione logistica a effetti misti: Odds ratio=1,27; CI95% [1,17–1,38]; p-value<0,001). I risultati di questo studio mostrano che una profondità della lettiera di >2 cm è associata a differenze significative nel comportamento di riposo e di ruminazione delle vacche da latte in stabulazione fissa. Di conseguenza, fornire un minimo di 2 cm di lettiera in stabulazione fissa può migliorare notevolmente il benessere degli animali.

**Parole chiave:** benessere animale, bovini, profondità della lettiera, ruminazione, stabulazione fissa, tempo di riposo

## Literaturnachweis

[1] Aragon TJ. epitools: Epidemiology Tools. 2020. https://CRAN.R-project.org/package=epitools (accessed 01.02.2021)

[2] Balmer M, Alsaaod M, Boesiger M, Studer E, O'Brien R, Schuepbach-Regula G, Steiner A. Short communication: Risk factors for sonographically detectable udder edema in overbagged cows at dairy shows. J Dairy Sci. 2019; 102(1):660–665. doi: 10.3168/jds.2018–15150 (accessed 01.02.2021)

[3] Barrientos AK, Chapinal N, Weary DM, Galo E, von Keyserlingk MA. Herd-level risk factors for hock injuries in freestall-housed dairy cows in the northeastern United States and California. J Dairy Sci. 2013;96(6):3758–3765. doi: 10.3168/jds.2012–6389 (accessed 01.02.2021)

[4] Bates D, Maechler M, Bolker B, Walker S. Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. . Journal of Statistical Software. 2015;67(1):1–48. doi: 10.18637/jss.v067.i01 (accessed 01.02.2021)

[5] Beer G, Alsaaod M, Starke A, Schuepbach-Regula G, Muller H, Kohler P, Steiner A. Use of Extended Characteristics of Locomotion and Feeding Behavior for Automated Identification of Lame Dairy Cows. PLoS One. 2016;11(5):e0155796. doi: 10.1371/journal.pone.0155796 (accessed 01.02.2021)

[6] Bergschmidt A, Lindena T, Neuenfeldt S, Tergast H. Folgenabschätzung eines Verbots der ganzjährigen Anbindehaltung von Milchkühen. Braunschweig/Germany: Johann Heinrich von Thünen-Institut, Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei, 2018. https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dn060522.pdf (accessed 01.02.2021)

[7] Bernhard JK, Vidondo B, Achermann RL, Rediger R, Stucki D, Muller KE, Steiner A. Slightly and Moderately Lame Cows in Tie Stalls Behave Differently From Non-lame Controls. A Matched Case-Control Study. Front Vet Sci. 2020;7:594825. Epub 2021/01/05. doi: 10.3389/

fvets.2020.594825 (accessed 01.02.2021)

[8] Bewley JM, Boyce RE, Hockin J, Munksgaard L, Eicher SD, Einstein ME, Schutz MM. Influence of milk yield, stage of lactation, and body condition on dairy cattle lying behaviour measured using an automated activity monitoring sensor. J Dairy Res. 2010;77(1):1–6. Epub 2009/09/18. doi: 10.1017/S0022029909990227 (accessed 01.02.2021)

[9] Braun U, Zurcher S, Hassig M. Evaluation of eating and rumination behaviour in 300 cows of three different breeds using a noseband pressure sensor. BMC Vet Res. 2015;11:231. doi: 10.1186/s12917-015-0549-8 (accessed 01.02.2021)

[10] Bundesamt für Statistik. 07 Land- und Forstwirtschaft, 871–1600, Landwirtschaft und Ernährung, Taschenstatistik 2016. 2016. https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/aktuell/neue-veroeffentlichungen.assetdetail.350442.html (accessed 01.02.2021)

[11] Bundesrat. Tierschutzverordnung. 2008. https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20080796/201811270000/455.1.pdf (accessed 01.02.2021)

[12] Canadian Dairy Information Centre. Dairy barns by type in Canada. 2019. https://www.dairyinfo.gc.ca/index_e.php?s1=dff-fcil&s2=farm-ferme&s3=db-el (accessed 01.02.2021)

[13] DeVries TJ, von Keyserlingk MA, Weary DM, Beauchemin KA. Measuring the feeding behavior of lactating dairy cows in early to peak lactation. J Dairy Sci. 2003; 86(10):3354–3361. Epub 2003/11/05. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(03)73938-1 (accessed 01.02.2021)

[14] Flower FC, Weary DM. Effect of hoof pathologies on subjective assessments of dairy cow gait. J Dairy Sci. 2006;89(1):139–146. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(06)72077-X (accessed 01.02.2021)

[15] Haley DB, Rushen J, de Passille AM. Behavioural indicators of cow comfort: activity and resting behaviour of dairy cows in two types of housing. Can J Anim Sci. 2000;80(2):257–263. doi: Doi 10.4141/A99–084 (accessed 01.02.2021)

[16] Itle AJ, Huzzey JM, Weary DM, von Keyserlingk MA. Clinical ketosis and standing behavior in transition cows. J Dairy Sci. 2015;98(1):128–134. doi: 10.3168/jds.2014–7932 (accessed 01.02.2021)

[17] Ito K, von Keyserlingk MA, Leblanc SJ, Weary DM. Lying behavior as an indicator of lameness in dairy cows. J Dairy Sci. 2010;93(8):3553–3560. doi: 10.3168/jds.2009–2951 (accessed 01.02.2021)

[18] Kaufman EI, LeBlanc SJ, McBride BW, Duffield TF, DeVries TJ. Short communication: Association of lying behavior and subclinical ketosis in transition dairy cows. J Dairy Sci. 2016;99(9):7473–7480. doi: 10.3168/jds.2016–11185 (accessed 01.02.2021)

[19] Kohler P, Alsaaod M, Dolf G, O'Brien R, Beer G, Steiner A. A single prolonged milking interval of 24h compromises the well-being and health of dairy Holstein cows. J Dairy Sci. 2016;99(11):9080–9093. Epub 2016/10/21. doi: 10.3168/jds.2015–10839 (accessed 01.02.2021)

[20] Kuznetsova A, Brockhoff PB, Christensen RHB. lmerTest Package: Tests in Linear Mixed Effects Models. Journal of Statistical Software. 2017;82(13):1–26. doi: 10.18637/jss.v082.i13 (accessed 01.02.2021)

[21] Lenth RV. emmeans: Estimated Marginal Means, aka Least-Squares Means. 2020. https://CRAN.R-project.org/package=emmeans (accessed 01.02.2021)

[22] Lim PY, Huxley JN, Green MJ, Othman AR, Potterton SL, Brignell CJ, Kaler J. Area of hock hair loss in dairy cows: risk factors and correlation with a categorical scale. Vet J. 2015;203(2):205–210. doi: 10.1016/j.tvjl.2014.11.005 (accessed 01.02.2021)

[23] Metcalf JA, Roberts SJ, Sutton JD. Variations in blood flow to and from the bovine mammary gland measured using transit time ultrasound and dye dilution. Res Vet Sci. 1992;53(1):59–63. Epub 1992/07/01. doi: 10.1016/0034–5288(92)90085-g (accessed 01.02.2021)

[24] Munksgaard L, Jensen MB, Pedersen LJ, Hansen SW, Matthews L. Quantifying behavioural priorities-effects of time constraints on behaviour of dairy cows, Bos taurus. Applied Animal Behaviour Science. 2005;92(1–2):3–14. doi: 10.1016/j.applanim.2004.11.005 (accessed 01.02.2021)

[25] Murray RD, Downham DY, Clarkson MJ, Faull WB, Hughes JW, Manson FJ, Merritt JB, Russell WB, Sutherst JE, Ward WR. Epidemiology of lameness in dairy cattle: description and analysis of foot lesions. Vet Rec. 1996;138(24):586–591. Epub 1996/06/15. doi: 10.1136/vr.138.24.586 (accessed 01.02.2021)

[26] Norring M, Valros A, Munksgaard L. Milk yield affects time budget of dairy cows in tie-stalls. J Dairy Sci. 2012;95(1):102–108. doi: 10.3168/jds.2010–3458 (accessed 01.02.2021)

[27] R Core Team. R. A language and environment for statistical computing. Vienna, Autria. R Foundation for Statistical Computing. 2020. https://www.R-project.org (accessed 01.02.2021)

[28] Reyelle W. psych: Procedures for Psychological, Psychometric, and Personality Research. Evanston, Illinois. Northwestern University. 2019. https://CRAN.R-project.org/package=psych (accessed 01.02.2021)

[29] Rosenberger G, Dirksen G, Stöber M. Allgemeine Untersuchung: Körpertemperatur. In: Die klinische Untersuchung des Rindes. 3. Auflage. Berlin und Hamburg, Deutschland: Parey; 1990: 131–132.

[30] Schirmann K, Weary DM, Heuwieser W, Chapinal N, Cerri RLA, von Keyserlingk MAG. Short communication: Rumination and feeding behaviors differ between healthy and sick dairy cows during the transition period. J Dairy Sci. 2016;99(12):9917–9924. doi: 10.3168/jds.2015–10548 (accessed 01.02.2021)

[31] Schrade S, Zähner M, Schaeren W. Einstreu in Liegeboxen für Milchvieh: Kompost und Feststoffe aus der Separierung von Gülle als Alternative zur Stroh-Mist-Matratze. ART-Berichte Nr 699. 2008. (accessed 01.02.2021)

[32] Sepulveda-Varas P, Weary DM, von Keyserlingk MA. Lying behavior and postpartum health status in grazing dairy cows. J Dairy Sci. 2014;97(10):6334–6343. doi: 10.3168/jds.2014–8357 (accessed 01.02.2021)

[33] Singh SS, Ward WR, Hughes JW, Lautenbach K, Murray RD. Behaviour of dairy cows in a straw yard in relation to lameness. Vet Rec. 1994;135(11):251–253. Epub 1994/09/10. doi: 10.1136/vr.135.11.251 (accessed 01.02.2021)

[34] Solano L, Barkema HW, Pajor EA, Mason S, LeBlanc SJ, Nash CG, Haley DB, Pellerin D, Rushen J, de Passille AM, Vasseur E, Orsel K. Associations between lying behavior and lameness in Canadian Holstein-Friesian cows housed in freestall barns. J Dairy Sci. 2016;99(3):2086–2101. doi: 10.3168/jds.2015-10336 (accessed 01.02.2021)

[35] United States Department of Agriculture. Dairy 2014, Dairy cattle management practices in the United States, 2014. 2016. https://www.aphis.usda.gov/animal_health/nahms/dairy/downloads/dairy14/Dairy14_dr_PartI_1.pdf (accessed 01.02.2021)

[36] Vasseur E, Gibbons J, Rushen J, Pellerin D, Pajor E, Lefebvre D, de Passille AM. An assessment tool to help producers improve cow comfort on their farms. J Dairy Sci. 2015;98(1):698–708. doi: 10.3168/jds.2014–8224 (accessed 01.02.2021)

[37] Vasseur E, Rushen J, Haley DB, de Passille AM. Sampling cows to assess lying time for on-farm animal welfare assessment. J Dairy Sci. 2012;95(9):4968–4977. doi: 10.3168/jds.2011–5176 (accessed 01.02.2021)

[38] Wickham H, François R, Henry L, Müller K. dplyr: A Grammar of Data Manupulation. 2020. https://CRAN.R-project.org/package=dplyr (accessed 01.02.2021)

[39] Wickham H. ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis. New York. Springer-Verlag New York. 2016. https://cloud.r-project.org/web/packages/ggplot2/index.html (accessed 01.02.2021)

## Korrespondenzadresse

Johanna Karin Bernhard
Wiederkäuerklinik
Vetsuisse-Fakultät, Universität Bern
Bremgartenstrasse 109 a
CH-3012 Bern
Telefon: +41 31 684 23 44
E-Mail: johanna.bernhard@vetsuisse.unibe.ch