

Untersuchungen zu erhöhten Fressständen in der Milchviehhaltung im Hinblick auf Tierverhalten und Ammoniakemissionen

Michael Zähler^{1*}, Kerstin Zeyer², Joachim Mohn², Frederik Hildebrandt¹, Joan-Bryce Burla³ und Sabine Schrade¹

Zusammenfassung

Fressstände für Milchkühe reduzieren die stark verschmutzte Lauffläche in Laufställen. In der vorliegenden Untersuchung im Emissionsversuchsstall von Agroscope wurde im Praxismaßstab untersucht, ob Fressstände zur Reduktion der Ammoniakemissionen beitragen und die Sauberkeit der Kühe, insbesondere der Klauen und das Fressverhalten der Kühe verbessern. Erste Ergebnisse der Ammoniakemissionen zeigten mit Fressständen eine Minderung von rund 8 % im Sommer, 19 % im Herbst und 16 % im Winter im Vergleich zum Referenzabteil ohne Fressstände. Die Fressstände hatten keinen Einfluss auf die Sauberkeit der Klauen, auf die Fressdauer pro Tag sowie auf die Anzahl der Verdrängungen am Fressgitter. Sie führten jedoch zu einer geringeren Anzahl und damit längeren ungestörten Fressperioden pro Kuh und Tag. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Fressstände dazu beitragen können, die Ammoniakemissionen zu reduzieren und die Haltungsbedingungen für Milchkühe im Laufstall zu optimieren.

Schlagwörter: Emissionen, Ammoniak-Minderung, Tierverhalten, Milchvieh, Fressstand

Summary

Feeding stalls for dairy cows reduce the heavily soiled area in dairy loose housings. The present study at the experimental dairy housing for emission measurements of Agroscope investigated on a practical scale whether feeding stalls reduce ammonia emissions, improve the cleanliness of the cows, in particular their claws, as well as the eating behaviour of the cows. First results of the ammonia emissions showed a reduction for feeding stalls of around 8 % in summer, 19 % in autumn and 16 % in winter compared to the reference compartment without feeding stalls. The feeding stalls had no influence on the cleanliness of the claws, the feeding duration per day and the number of displacements at the feed fence. However, they resulted in a lower number and therefore longer undisturbed feeding periods per cow and day. In summary, feeding stalls contribute to reduce ammonia emissions and to improve the conditions for dairy cows in loose housing systems.

Keywords: Emissions, ammonia abatement, animal behaviour, dairy cow, feeding stall

1. Einleitung

Gesunde, vitale, leistungsfähige und langlebige Kühe sind ein Grundstein für den betrieblichen Erfolg. Dabei ist es wichtig, den Tieren im Stall einen optimalen Komfort zu bieten und ihren Bedürfnissen gerecht zu werden. So werden Milchkühe heutzutage mehrheitlich in Laufställen gehalten. Die grössere Stallfläche und vor allem die damit verbundene grössere verschmutzte Fläche lässt allerdings Nachteile bezüglich des Umweltschutzes erwarten. So kann der erhöhte Anteil an verschmutzter Fläche zu höheren Ammoniakemissionen führen. Da der Laufstall hinsichtlich Tierwohl und Arbeitswirtschaft gegenüber dem Anbindestall viele Vorteile aufweist, ist es nicht sinnvoll, aus Gründen des Umweltschutzes auf Laufställe zu verzichten. Vielmehr sind Lösungen für einen optimalen Tierkomfort und Umweltschutz gesucht. Das Auftreten von Klauenerkrankungen, wie beispielsweise Mortellaro, wird durch verschmutzte und feuchte Klauen aufgrund verschmutzter Laufflächen begünstigt. Klauenerkrankungen gefährden die Gesundheit und die Leistungsfähigkeit der Milchkühe. Die Kühe

leiden nicht nur unter Schmerzen, sie schränken auch die Futteraufnahme ein (BERGSTEN 2004, WEIGELE et al. 2018). Die Folge sind nicht nur Einbußen in der Leistung, sondern auch Behandlungskosten, um die Vitalität der Kühe wiederherzustellen (BRUIJNIS et al. 2010).

Daneben ist eine ungestörte Futteraufnahme für die Leistungsfähigkeit der Tiere wichtig. Ein unvorteilhaft gestalteter Fressbereich sowie Unterbrechungen des Fressens durch den Entmistungsvorgang können das ungestörte Fressen der Tiere beeinträchtigen. Häufige Verdrängungen von Tieren am Fressplatz durch andere Tiere sorgen zusätzlich für Unruhe (HUZZEY et al. 2006, BUCK et al. 2012). Eine mögliche Abhilfe für alle diese offenen Fragen könnten sogenannte Fressstände bieten.

Bei Fressständen - bestehend aus einem erhöhten Fressbereich (Podest) und Fressplatzabtrennungen - werden die Kühe am Fressgitter so gesteuert, dass möglichst wenig Exkremate auf den Standflächen des Fressbereichs anfallen. Dadurch reduzieren sich die stark verschmutzten Stallflächen, was eine Minderung der Ammoniakemissio-

¹ Agroscope, Forschungsgruppe Wiederkäuer, Tänikon 1, CH-8356 ETTENHAUSEN

² Empa, Abteilung Luftfremdstoffe / Umwelttechnik, Überlandstrasse 129, CH-8600 DÜBENDORF

³ Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen BLV, Zentrum für tiergerechte Haltung: Wiederkäuer und Schweine, Tänikon 1, CH-8356 ETTENHAUSEN

* Ansprechperson: Dr. Michael ZÄHNER, michael.zaehner@agroscope.admin.ch



nen erwarten lässt. Außerdem tragen saubere und trockene Standflächen zu einer besseren Klauensauberkeit und -gesundheit bei (DEVRIES et al. 2013) und die Abtrennungen führen zu weniger Verdrängungen sowie höherer Fressdauer (BENZ et al. 2014; DEVRIES und VON KEYSERLINGK 2006). Zudem werden die Tiere beim Fressen nicht durch den Entmistungsschieber gestört. Dies ermöglicht ein höheres Reinigungsintervall und damit eine weitere Reduktion der Laufflächenverschmutzung.

Ziele dieser Untersuchungen waren, einerseits das Ammoniak-Minderungspotential von Fressständen zu bestimmen und andererseits die Fressstände hinsichtlich Sauberkeit und Tierverhalten zu bewerten.

2. Material und Methoden

2.1 Stall, Varianten und Tiere

Die Untersuchungen wurden im Emissionsversuchsstall von Agroscope in Tänikon (Schweiz) durchgeführt (POTEKO et al. 2018). Zwei räumlich getrennte Versuchsabteile mit je 20 Milchkühen ermöglichten zeitgleiche Messungen der Minderungsvariante (mit Fressständen) und einer Referenzvariante unter vergleichbaren Messbedingungen (z.B. Klima) im Praxismaßstab. Im Versuchsabteil der Minderungsvariante war der Fressbereich unterteilt in eine erhöhte Standfläche (Höhe: 10 cm, Tiefe: 160 cm) und einen 260 cm breiten, planbefestigten Laufgang mit Entmistungsschieber (Abbildung 1). Die Fressplatzabtrennungen bestanden aus einem flexiblen Kunststoffrohr (FlexStall Ø 7,5 cm, Cow-Welfare S/A, Dänemark) und waren nach jedem zweiten Fressplatz

auf Beinhöhe angebracht (Abbildung 2). Im Versuchsabteil der Referenzvariante war der Fressbereich mit einem 330 cm breiten, planbefestigten Laufgang mit Entmistungsschieber ausgeführt (Abbildung 1). Als organisatorische Untervarianten wurden eine zwölfmalige und eine dreimalige Entmistungshäufigkeit pro Tag verglichen. Messungen in drei Jahreszeiten (Sommer, Herbst, Winter) deckten die klimatischen Schwankungen im Jahresverlauf ab. Die Messungen erfolgten jeweils nach einer Eingewöhnungsphase von sieben Tagen und dauerten pro Untervariante vier Tage.

2.2 Ammoniakemissionen, Tiersauberkeit und -verhalten

Zur Bestimmung der Emissionen bei freier Lüftung wurde eine Tracer-Ratio-Methode mit zwei Tracergasen eingesetzt (MOHN et al. 2018).

Für die Erhebung der Bein- und Klauensauberkeit wurden diese Körperpartien am letzten Tag der Eingewöhnung gewaschen. An den darauffolgenden vier Tagen wurden die Beine (Bereich zwischen Tarsalgelenk und Fesselbeuge) und Klauen (Bereich unter der Fesselbeuge und Klaue) täglich zur selben Zeit nach dem Index von SCHREINER und RUEGG (2003) bonitiert. Differenziert wurden die Stufen 1 (keine/kaum Verschmutzung: sauber oder leichte Spritzer an Bein bzw. Klaue) bis 4 (starke Verschmutzung: erhebliche Verschmutzung oder Verkrustungen, kaum/kein(e) Haut oder Fell erkennbar). Das Fressverhalten wurde bei je zehn Kühen pro Versuchsabteil während acht Tagen mit dem System Rumiwatch (RumiWatch, ITIN + HOCH GmbH, Schweiz) erfasst. Mit dem "Rumiwatch Converter V.0.7.3.36



Abbildung 1: Schematischer Grundriss des Emissionsversuchsstalls mit den Versuchsabteilen Minderungsvariante (links) und Referenzvariante (rechts) sowie dem Zwischenbereich.

(FW 00.56)“ (ZEHNER et al. 2017) erfolgte die Ermittlung der Fressdauer pro Tag sowie die Anzahl Fressperioden pro Tag. Das Verdrängungsverhalten wurde während vier Tagen von 8:00 bis 12:00 und 17:00 bis 21:00 Uhr erhoben, wofür der Futtertisch kontinuierlich von oben gefilmt wurde. Die Anzahl der Verdrängungen war in folgende Kategorien differenziert: Verdrängung mit Kontakt von der Seite (Kopf bis Hüftknochen), Verdrängung mit Kontakt von hinten (Hüftknochen bis Schwanzansatz) und Verdrängung ohne Kontakt (DEVRIES und VON KEYSERLINGK 2006). Die Anzahl der Verdrängungen wurde bei der Datenauswertung für die beiden Untervarianten mit unterschiedlicher Entmistungshäufigkeit zusammengefasst.

2.3 Fressstandverschmutzung, Arbeitszeit und bauliche Aspekte

Die Erhebungen zur Fressstandverschmutzung sowie zum Arbeitszeitbedarf für die Reinigung des Fressstandes wurden lediglich im Versuchsabteil mit Fressstand durchgeführt. Jeder Fressplatz des erhöhten Fressbereichs wurde in die Bereiche hinten (121 bis 160 cm) und gesamt (0 bis 160 cm) eingeteilt und an vier Tagen zur selben Tageszeit bonitiert. Aus den vier Verschmutzungsklassen (0 – 10 %, 11 – 50 %, 51 – 90 % und 91 – 100 % der Fläche verschmutzt) wurde der Lägerverschmutzungsindex nach OSWALD (1992) berechnet. An denselben Tagen wurde mittels einem Zeiterfassungsprogramm auf Excel-Basis der Arbeitszeitbedarf für die Reinigung des erhöhten Podests im Fressbereich gesamt (0 bis 160 cm) sowie hinter den Fressplatzabtrennungen (121 bis 160 cm) gemessen. Die Rohdaten wurden für Vergleiche in die Software ART-AV Arbeitsvoranschlag und Modellkalkulationssystem (AGROSCOPE 2014) eingearbeitet. Diese Erhebungen wurden zudem auch in einer anderen Studie durchgeführt, welche zusätzlich die Versuchsbedingungen „erhöhter Fressbereich ohne Fressplatzabtrennungen“ und „erhöhter Fressbereich mit Fressplatzabtrennungen nach jedem Fressplatz“ verglich.

2.4 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung der Sauberkeits- und Verhaltensparameter erfolgte mit R (Version 3.2.2; R CORE TEAM 2016). Durchgeführt wurden Varianzanalysen mit den fixen Effekten Variante (mit / ohne Fressstand) und teilweise auch Entmistungshäufigkeit (dreimal / zwölfmal).

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1 Ammoniakemissionen

Erste Emissionsberechnungen für die Untervariante mit zwölfmaligem Entmisten pro Tag zeigten eine Minderung der Ammoniakemissionen im Stallabteil mit den Fressständen im Sommer von 8 %, im Herbst von 19 % und im Winter von 16 %. Für die Minderungs- und Referenzvariante waren deutliche saisonale Unterschiede erkennbar. Im Sommer war die Ammoniakfreisetzung in beiden Stallabteilen höher als im Herbst und Winter (Abbildung 3).

3.2 Tiersauberkeit

Die Beine und Klauen waren meist sauber oder nur leicht verschmutzt. Eine mittlere oder starke Verschmutzung war sehr selten. Die Bein- und Klauensauberkeit wurden durch die häufigere Entmistungsfrequenz verbessert (Beine: $p < 0.001$;



Abbildung 2: Versuchsabteil mit erhöhtem Fressbereich und Fressplatzabtrennungen Typ FlexStall (Fressstände, © Agroscope).

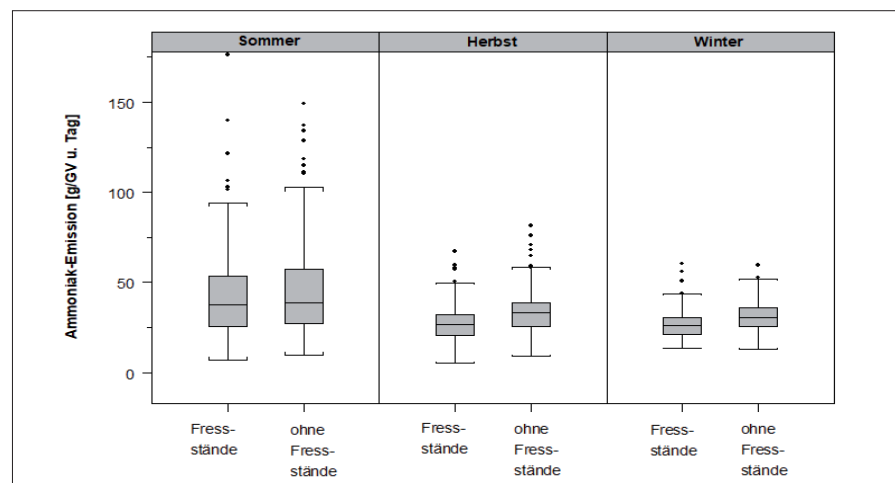


Abbildung 3: Ammoniakemissionen [g/GV und Tag] der Varianten mit und ohne Fressstände mit zwölfmaligem Entmisten pro Tag in drei Jahreszeiten (GV = Grossvieheinheit 500 kg).

Klauen: $p < 0.001$), jedoch unterschieden sich die Varianten mit und ohne Fressstand bei gleicher Entmistungshäufigkeit nicht (Beine: $p = 0.40$; Klauen: $p = 0.21$). Absolut betrachtet waren die Bonitierungen bei der Variante "mit Fressstand und häufig Entmisten" am besten und "ohne Fressstand und selten Entmisten" am schlechtesten (Abbildung 4). Eine Erklärung für die geringen Unterschiede zwischen den Varianten mit und ohne Fressstand könnte sein, dass die Fortbewegung der Kühe auf den Laufflächen einen größeren Einfluss auf die Bein- und Klauensauberkeit hat als der Aufenthalt auf den Standflächen im Fressbereich.

3.3 Tierverhalten

Die mittlere Fressdauer pro Tag lag zwischen 436 und 463 Minuten und wies zwischen den Varianten und Untervarianten keine Unterschiede auf. Jedoch führten sowohl das Vorhandensein von Fressplatzabtrennungen ($p = 0.015$) als auch die dreimalige Entmistungshäufigkeit ($p = 0.03$) zu einer Verringerung der Anzahl Fressperioden pro Tag - von maximal 11.5 bei der Variante "ohne Fressstand, zwölfmaliges Entmisten" auf 9.5 bei "mit Fressstand, dreimaliges Entmisten". Dies lässt auf weniger Unterbrechungen beim Fressen und damit längeren ungestörten Fressperioden in der Variante mit Fressständen schließen.

Eine Reduktion der Anzahl an Verdrängungen (Summe mit und ohne Kontakt) war in der Variante mit Fressstand im Vergleich zu ohne Fressstand nicht zu beobachten ($p = 0.45$). In der Variante mit Fressstand traten gegenüber der Variante ohne Fressstand jedoch vermehrt Verdrängungen von hinten auf ($p < 0.001$, Abbildung 5), während sich Verdrängungen von der Seite reduzierten ($p = 0.005$, Abbildung 5). Zu Verdrängungen kommt es in der Regel im Zusammenhang mit einem Fressplatzwechsel. Die Teil-Misch-Ration ad libitum und somit das Vorhandensein von Futter an allen Fressplätzen in vergleichbarer Menge und Qualität könnte zu weniger Auseinandersetzungen um bestimmte Fressplätze geführt haben.

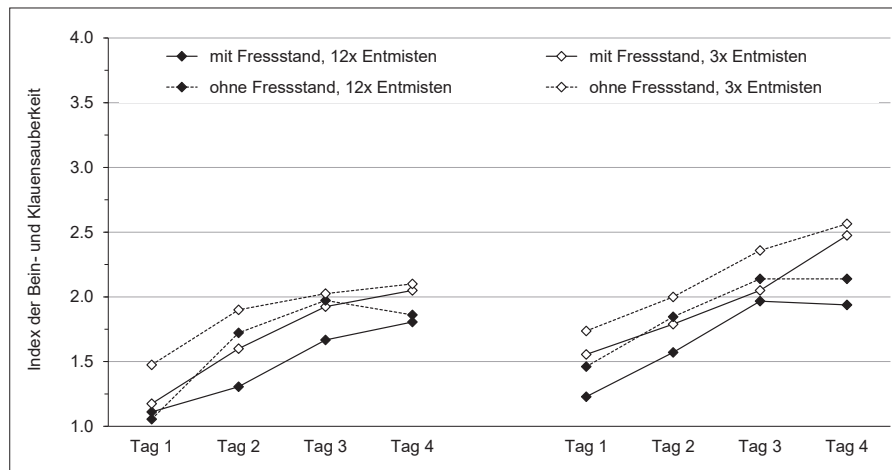


Abbildung 4: Bein- und Klauensauberkeit für die Varianten mit und ohne Fressstand sowie drei- und zwölfmalige Entmistungshäufigkeit pro Tag über die vier Versuchstage

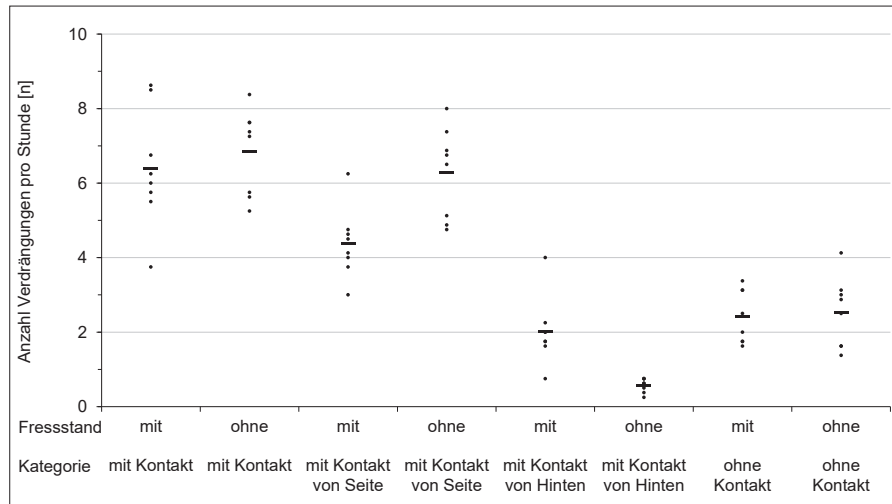


Abbildung 5: Anzahl Verdrängungen in den Varianten mit und ohne Fressstand und in Abhängigkeit der Art der Verdrängung (mit / ohne Kontakt, von Seite / von Hinten). Dargestellt sind die einzelnen Beobachtungstage (Punkte) sowie der Mittelwert (Linie).

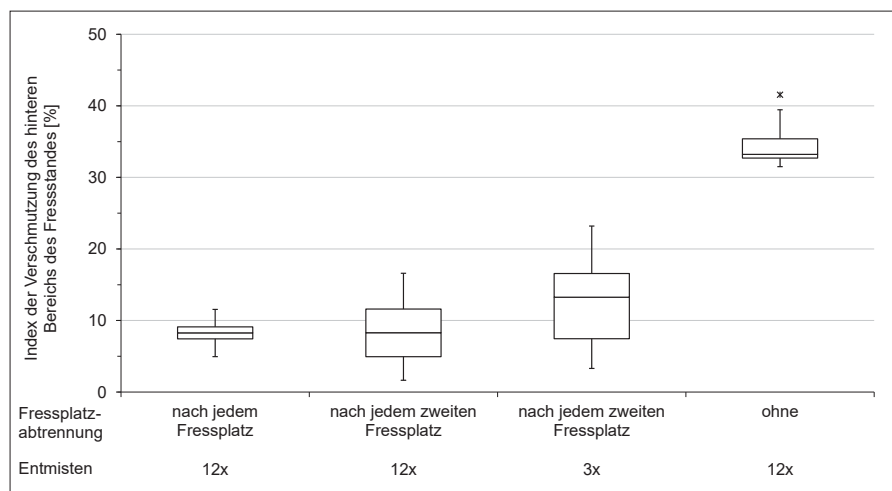


Abbildung 6: Verschmutzungsindex im hinteren Bereich des Fressstandes in Abhängigkeit von den Versuchsvarianten mit Fressplatzabtrennungen nach jedem und nach jedem zweiten Fressplatz sowie ohne Fressplatzabtrennungen und der Entmistungshäufigkeit



Abbildung 7: Verschiedene Arten von Fressplatzabtrennungen (Bilder: Agroscope)



Abbildung 8: Verschiedene Arten von Befestigungsmöglichkeiten von Fressplatzabtrennungen (Bilder: Agroscope)

3.4 Fressstandverschmutzung und Arbeitswirtschaft

Die Verschmutzung des hinteren Bereichs des Fressstandes war bei den Varianten "Fressplatzabtrennung nach jedem Fressplatz und häufig Entmisten" sowie "Fressplatzabtrennung nach jedem zweiten Fressplatz und häufig Entmisten" vergleichbar gering, und bei der Variante "Fressplatzabtrennung nach jedem zweiten Fressplatz und selten Entmisten" nur leicht erhöht. Hingegen war die Verschmutzung bei der Variante "ohne Fressplatzabtrennungen und häufig Entmisten" deutlich höher ($p < 0.001$; *Abbildung 6*). Auf dem erhöhten Fressbereich mit Fressplatzabtrennungen standen die Kühe also sehr sauber und trocken.

Der Arbeitszeitbedarf für die Reinigung für den hinteren Bereich der Fressstände war bei den Varianten häufig und selten Entmisten mit 1.2 bzw. 1.5 cmin (Zentiminute bzw. Industrieminute) pro Fressplatz ähnlich gering. Der Arbeitszeitbedarf für die Reinigung des gesamten Bereichs der Fressstände war mit 3.6 cmin pro Fressstand mehr als doppelt so hoch. Modellrechnungen ergaben für einen Betrieb mit 60 Kühen (Tier-Fressplatzverhältnis 1:1) bei zweimaliger Reinigung einen täglichen Arbeitszeitbedarf für den hinteren Bereich der Fressstände von 1.5 bis 1.8 min. Insgesamt war der Arbeitszeitbedarf für die Reinigung von Fressständen im Vergleich zu anderen Arbeiten sehr gering.

3.5 Bauliche Aspekte

Mehr-Investitionen für den Einbau von Fressständen entstehen einerseits bei der Stalleinrichtungsfirma und allenfalls andererseits beim Baumeister. Bei der Stalleinrichtung umfassen diese die Fressplatzabtrennungen inkl. der Befestigung. Auf dem Markt erhältlich sind Modelle verschiedener, die sich in Abtrennungen mit Befestigung am Boden und

freitragende Abtrennungen unterteilen lassen (*Abbildung 7*). Insbesondere bei den freitragenden Abtrennungen ist auf die Befestigung der Abtrennung vorne ein besonderes Augenmerk zu legen (*Abbildung 8*). Die Mehr-Investitionen beim Baumeister sind unter anderem das Podest sowie die zusätzliche Fläche für die größere Fressplatzbreite und den Laufgang.

4. Schlussfolgerung

Fressstände - ein erhöhter Fressbereich mit Fressplatzabtrennungen - kombiniert mit einer höheren Entmistungsfrequenz, können dazu beitragen, die Umwelt- und Haltungsbedingungen für Milchkühe im Laufstall zu optimieren.

5. Danksagungen

Die Autoren/innen bedanken sich:

- Beim Bundesamt für Umwelt (BAFU), Schweiz, für die finanzielle Unterstützung beim Bau des Emissionsversuchsstalls und bei den Messungen,
- beim Schweizerischen Nationalfonds (SNF) für die Teilfinanzierung des Projekts,
- beim Versuchsbetrieb Tänikon für die Tierbetreuung und
- bei den Versuchstechnikern für die Unterstützung bei der Versuchsdurchführung.

6. Literatur

AGROSCOPE, 2014: ART-AV Arbeitsvoranschlag und Modellkalkulationssystem, Version 1.4.2 (2014). <https://www.agroscope.admin.ch/agroscope/de/home/themen/wirtschaft-technik/betriebswirtschaft/arbeitsvoranschlag.html>.

BENZ, B., S. EHRMANN, T. RICHTER, 2014: The influence of elevated feed stalls on feeding behaviour of lactating dairy cows. *Livestock and Machinery* 69, 232-237.

- BERGSTEN, C., 2004: Lameness and claw lesions as influenced by stall environment and cow comfort, 23. Welt-Kongress für Buiatrik, Quebec, Kanada, 1-5.
- BRUIJNIS, M.R.N, H. HOGEVEEN, E.N. STASSEN, 2010: Assessing economic consequences of foot disorders in dairy cattle using a dynamic stochastic simulation model. *Journal of Dairy Science* 93, 2419-2432.
- BUCK, M., B. WECHSLER, L. GYGAX, B. STEINER, A. STEINER, K. FRIEDLI, 2012: Wie reagieren Kühe auf den Entmistungsschieber? Untersuchungen zum Verhalten und zur Herzaktivität, ART-Bericht 750, Forschungsanstalt Reckenholz-Tänikon, 1-8.
- DEVRIES, T.J., M.A.G. VON KEYSERLINGK, 2006: Feed stalls affect the social and feeding behavior of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 89, 3522-3531.
- DEVRIES, T.J., M.G. AARNOUDSE, H.W. BARKEMA, K.E. LESLIE, M.A.G. VON KEYSERLINGK, 2013: Associations of dairy cow behavior, barn hygiene, cow hygiene, and risk of elevated somatic cell count. *Journal of Dairy Science* 95, 5730-5739.
- HUZZEY, J.M., T.J. DEVRIES, P. VALOIS, M.A.G. VON KEYSERLINGK, 2006: Stocking Density and Feed Barrier Design Affect the Feeding and Social Behavior of Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science* 89, 126-133.
- MOHN, J., K. ZEYER, M. KECK, M. KELLER, M. ZÄHNER, J. POTEKO, L. EMMENEGGER, S. SCHRADE, 2018: A dual tracer ratio method for comparative emission measurements in an experimental dairy housing. *Atmospheric Environment* 179, 12-22.
- OSWALD, T., 1992: Lägerverschmutzungsindex. In: *Der Kuhtrainer*, FAT Schriftenreihe 37, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT), Tänikon, Schweiz.
- POTEKO, J., M. ZÄHNER, B. STEINER., S. SCHRADE, 2018: Residual soiling mass after dung removal in dairy loose housings: Effect of scraping tool, floor type, dung removal frequency and season. *Biosystems Engineering* 170, 117-129.
- R CORE TEAM, 2016: R - A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>.
- SCHREINER, D.A., P.L. RUEGG, 2003: Relationship between udder and leg hygiene scores and subclinical mastitis. *Journal of Dairy Science* 86, 3460-3465.
- WEIGELE, H.C., L. GYGAX, A. STEINER, B. WECHSLER, J.-B. BURLA, 2018. Moderate lameness leads to marked behavioral changes in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 101, 2370-2382.
- ZEHNER, N., C. UMSTÄTTER, J.J. NIEDERHAUSER, M. SCHICK, 2017: System specification and validation of a noseband pressure sensor for measurement of ruminating and eating behavior in stable-fed cows. *Computers and Electronics in Agriculture* 136, 31-41.