

Entmistungsschieber in Milchviehlaufställen: Tiergerechtheit - Planung und Ausführung

Beat Steiner,^{1*} Katharina Friedli² und Michael Zähler³

Zusammenfassung

In heute gebauten Laufställen für Milchvieh werden Entmistungsschieber zunehmend häufiger und/oder automatisiert betrieben. Hintergrund bilden insbesondere Einflüsse auf die Klauengesundheit und Emissionsminderung. Um einen tiergerechten sowie funktionssicheren Betrieb sicherzustellen, sind entsprechende Massnahmen früh im Planungsprozess zu berücksichtigen. Während das Tierschutzgesetz in Österreich lediglich allgemeine Hinweise zu Ausführung und Betrieb von Entmistungsanlagen enthält, bestehen dafür konkrete Sicherheitsbestimmungen. Um Entmistungsschieber tiergerecht zu betreiben, sind einige bauliche, verfahrenstechnische und organisatorische Aspekte zu beachten. Unter anderem gilt es, Ausweichmöglichkeiten zu schaffen sowie Schieber und Boden bestmöglich aufeinander abzustimmen. Liege-, Fress- und Melkbereiche in Laufställen müssen frei zugänglich sein; Bahnhöfe von Entmistungsschiebern sind deshalb ausserhalb des Tierbereichs zu platzieren. Unter Einhaltung der einschlägigen Sicherheitsbestimmungen und der Verwendung entsprechender Steuerungstechnik lassen sich Entmistungsschieber sicher betreiben. Für den tiergerechten Einsatz von Entmistungsrobotern ist zudem die Routenplanung äusserst wichtig.

Schlagwörter: Milchvieh, Entmistungsschieber, Stallbau, Tiergerechtheit, Verhalten

Summary

In loose dairy housing systems built nowadays, manure scrapers are increasingly operated more frequently and/or on an automated basis. In particular, the background is influenced by claw health and emission reduction. In order to ensure animal-friendly and functionally reliable operation, appropriate measures must be taken into account early on in the planning process. Whilst the Animal Welfare Law in Austria only contains general instructions for the design and operation of dung-removal systems, concrete safety regulations do exist for said systems. To enable manure scrapers to be operated in an animal-friendly manner, a number of structural, process-engineering and organisational aspects must be borne in mind. Among other things, it is important to devise ways for the animals to sidestep the moving equipment, and to design the scrapers and floor for maximum compatibility with one another. Lying, feeding and milking areas in loose housing must be freely accessible; hence, scraper parking places must be positioned outside of the area used by the animals. Compliance with the relevant safety regulations and the use of appropriate control technology allow the safe operation of manure scrapers. Route planning is also of critical importance for the animal-friendly use of dung-removal robots.

Keywords: dairy cattle, manure scraper, stable construction, animal welfare, behaviour.

1. Einleitung

Während in früheren Jahren bei der Entmistungstechnik der Fokus auf der Funktionssicherheit und dem Arbeitszeitbedarf lag (LÄPKE et al. 2010, ÖKL 2008; STEINER und KECK 2000), sind mittlerweile Themen wie Klauenerkrankungen und Emissionen ebenso wichtig geworden. Täglich mehrmaliges, immer öfters automatisiertes Abschieben von Laufflächen führt bei Tierbetreuenden und den Kühen zu neuen Herausforderungen. Schnittstellen zu Stallbau, Hofdüngermanagement und –lager bilden weitere Herausforderungen. In Neu- und Umbauten werden sehr vielfältige Grundrisse und entsprechend unterschiedliche Lösungen zur Gestaltung und beim Betrieb von Entmistungsschiebern realisiert. Dabei führen unklare oder kaum bekannte Vorgaben zur Tiergerechtheit und Arbeitssicherheit sowie Zuständigkeiten im Planungsprozess oftmals zu mangelhaf-

ten Lösungen. Die gesteigerte Sensibilität von Tierärzten, Beratern aber auch der Landwirte für Themen wie „freier Tierverkehr“ und „Mindern von Verletzungsrisiken“ decken nun offensichtliche Mängel vermehrt auf. Im vorliegenden Bericht sollen der aktuelle Stand des Wissens zum Thema zusammengefasst und Hinweise für die Planung, Ausführung und den Betrieb aufgezeigt werden.

2. Funktionen von Entmistungsschiebern

Einem Entmistungsschieber werden heute eine ganze Reihe von Funktionen zugeordnet (*Abbildung 1*: hellgrau hinterlegte Texte). Neben bisher bekannten Aspekten wie Arbeits-, Funktionssicherheit und Wirtschaftlichkeit erhält heute die Restverschmutzung (POTEKO et al. 2014) eine hohe Relevanz. Die Verschmutzung der Laufflächen beeinflusst insbesondere die Klauengesundheit und die Tiersauberkeit

¹ Agroscope, Forschungsbereich Wettbewerbsfähigkeit und Systembewertung, Tänikon 1, CH-8356 ETTENHAUSEN

² Zentrum für tiergerechte Haltung: Wiederkäuer und Schweine, Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen, Tänikon 1, CH-8356 ETTENHAUSEN

³ Agroscope, Forschungsbereich Produktionssysteme Tiere und Tiergesundheit, Tänikon 1, CH-8356 ETTENHAUSEN

* Ansprechperson: Dipl.Ing. Agr. FH Beat STEINER, E-Mail: beat.steiner@agroscope.admin.ch

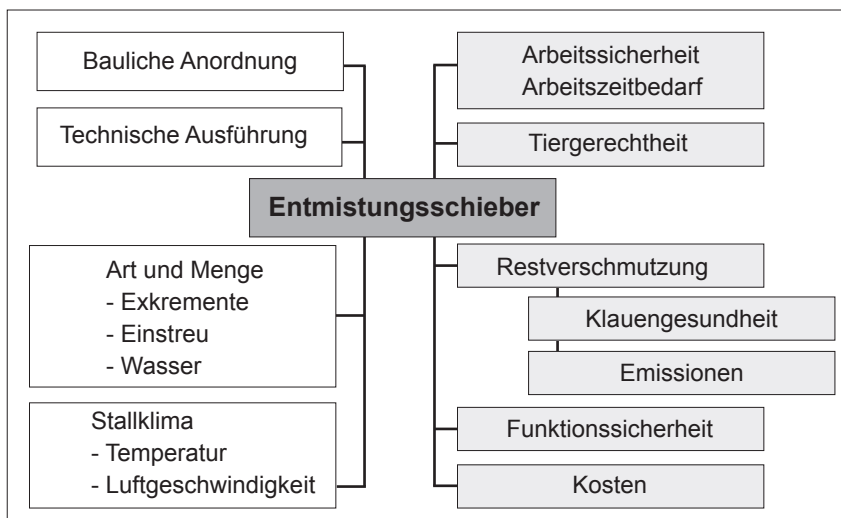


Abbildung 1: Entmistungsschieber haben vielfältige Funktionen (hellgrau), die von Einflüssen des Gesamtsystems (weißer Hintergrund) abhängig sind (STEINER 2016).

(BERGSTEN UND HULTGREN 2002, FIELDAAS 2011, KTBL 2007). Regelmässiges Abschieben der Laufflächen verringert das Lahmheitsrisiko und ist somit unerlässlich. Um die genannten Funktionen bestmöglich zu erfüllen, sind Einflussgrößen wie die baulich-technische Gestaltung, Zusammensetzung und Menge des Kot-Harn-Gemischs und Stallklimaparameter massgebend (Abbildung 1: Texte mit weissem Hintergrund). Diese stellen in den heute verbreiteten frei belüfteten Ställen, mit grosszügig dimensionierten Laufflächen, höhere Anforderungen an den Entmistungsschieber. Gefordert ist eine hohe Abschiebefrequenz, um saubere Laufflächen zu gewährleisten (LÄPKE et al. 2010). Eine emissionsmindernde Wirkung ist dann gegeben, wenn der Harn mittels Quergefälle kontinuierlich abfließen kann, und über eine entsprechend dimensionierte Sammelrinne abgeführt wird (siehe Kapitel 6.4). Um ein zweistündliches Entmisten während der Aktivitätszeit der Tiere zu ermöglichen (BAFU und BLW 2011), ist meist ein automatisierter Betrieb nötig. Zudem gilt es, den Tieren trittsichere Laufflächen zur Verfügung zu stellen, was unter anderem von der gegenseitigen Abstimmung von Lauffläche und Schieber abhängig ist.

3. Rechtlicher Rahmen

Das Tierschutzrecht (BUNDESKANZLERAMT 2017) enthält verschiedene allgemeine Bestimmungen, die auch auf die Ausführung und den Betrieb von Entmistungsanlagen zu beziehen sind:

TSchG. § 13, Abs. 3: Tiere sind so zu halten, dass ihre Körperfunktionen und ihr Verhalten nicht gestört werden und ihre Anpassungsfähigkeit nicht überfordert wird.

TSchG. § 18, Abs. 1: Das für die bauliche Ausstattung der Unterkünfte und die Haltungsvorrichtungen verwendete Material, mit dem die Tiere in Berührung kommen können, muss für die Tiere ungefährlich sein und sich angemessen reinigen lassen.

TSchG. § 18, Abs. 2: Die Unterkünfte sowie die Vorrichtungen, mit denen die Tiere angebunden oder räumlich umschlossen werden, sind so auszuführen und zu warten, dass die Tiere keine Verletzungen insbesondere durch scharfe Kanten oder Unebenheiten erleiden können.

Zu den geltenden Sicherheitsbestimmungen enthält das ÖKL-Merkblatt Nr. 84 „Entmistungsverfahren in Rinderställen“ (ÖKL 2008) einschlägige Hinweise auf Rechtsvorschriften und Normen. Neben Grundbegriffen und allgemeinen Gestaltungsleitsätzen (ÖNORM EN ISO 12100-1 und 2 2004) sind insbesondere ÖNORM EN 294, 349 und 811 maßgebend, welche Bestimmungen zu Sicherheitsabständen gegen das Erreichen von Gefahrstellen enthalten. Das ÖKL-Merkblatt Nr. 84 enthält konkrete Beispiele, wie die Normvorgaben in der Planung und Ausführung von Entmistungsschiebern und den damit verbundenen baulichen Anlageteilen umzusetzen sind. Dabei wird unter anderem aufgezeigt, wo „während des Betriebes der Entmistungsanlage eine Gefahr für Personen und Tiere

besteht“. Somit wird verdeutlicht, dass die Umsetzung der Sicherheitsbestimmungen Synergien für den Schutz von Mensch und Tier ergibt.

4. Tiergerechtigkeit

Um die Tiergerechtigkeit eines Entmistungsschiebers zu bewerten, gelten insbesondere die im Kapitel 3 zitierten Artikel 13 und 18 des Tierschutzgesetzes, welche darauf abzielen, das artgemässe Verhalten der Tiere nicht zu beeinträchtigen und Verletzungen zu vermeiden.

4.1 Was bedeuten laufende Schieber für die Kühe?

Der laufende Schieber entspricht einer beweglichen Einrichtung im Tierbereich, was sich mit Blick auf die Einschätzbarkeit für Tiere als problematisch erweist. BUCK et al. (2012) untersuchten Einflüsse von Entmistungsanlagen auf Verhalten und die Herzaktivität als Indikatoren für die Stressbelastung der Kühe. Dabei war bei den Kühen im Zusammenhang mit bestimmten Situationen während der Entmistungsvorgänge eine gewisse Belastung nachweisbar. Entmistungsvorgänge kurz nach der Futtervorlage störten die Kühe beim Fressen und führten zu vermehrtem Fressen in der Nacht. Aus den Ergebnissen wurde gefolgert, dass einige arbeitsorganisatorische und bauliche Aspekte zu berücksichtigen sind, um den tiergerechten Einsatz von Schiebern sicher zu stellen. JOHANSSON und SÄLLVIK (2001) stellten beim Einsatz von unterschiedlich gestalteten Entmistungsschiebern fest, dass niedrig gebaute Faltschieber bei Kühen weniger Verhaltensweisen wie z.B. Ausrutscher verursachen als Kombischieber (Abbildung 2). Auch der Freiraum, der sich bei der Rückwärtsfahrt von Faltschiebern ergibt, erwies sich als vorteilhaft.

Die Verhaltensbeobachtungen von JOHANSSON und SÄLLVIK (2001) zeigten weiter, dass eine einzelne Kuh mit einem Entmistungsschieber eher zurechtkommt, wenn dieser sichtbar resp. einschätzbar ist. Schwieriger wird es, wenn sie von hinten oder in einer Gruppe mit dem Schieber konfrontiert wird. Risikoreich sind weiter Rangauseinandersetzungen oder eine brünstige Kuh in der Gruppe. In

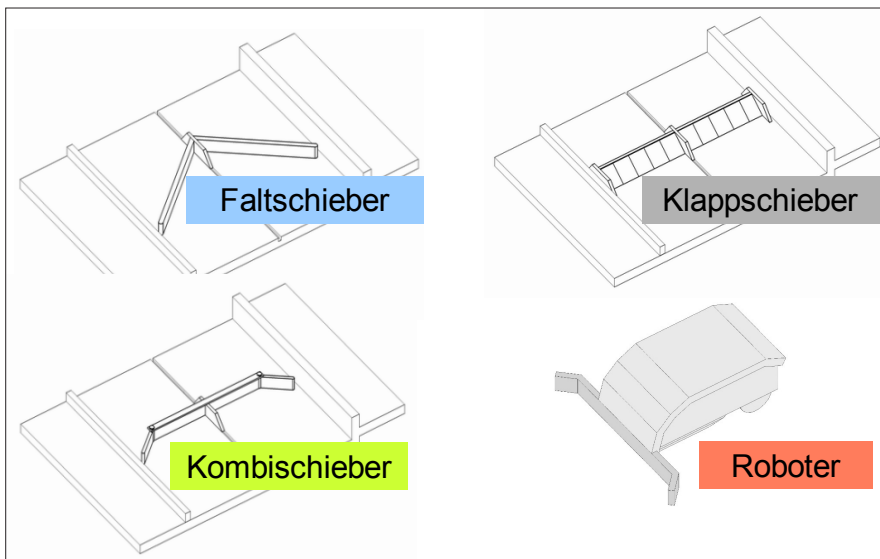


Abbildung 2: Entmistungsschieber – Systemübersicht Laufstall (nach STEINER UND KECK 2000)

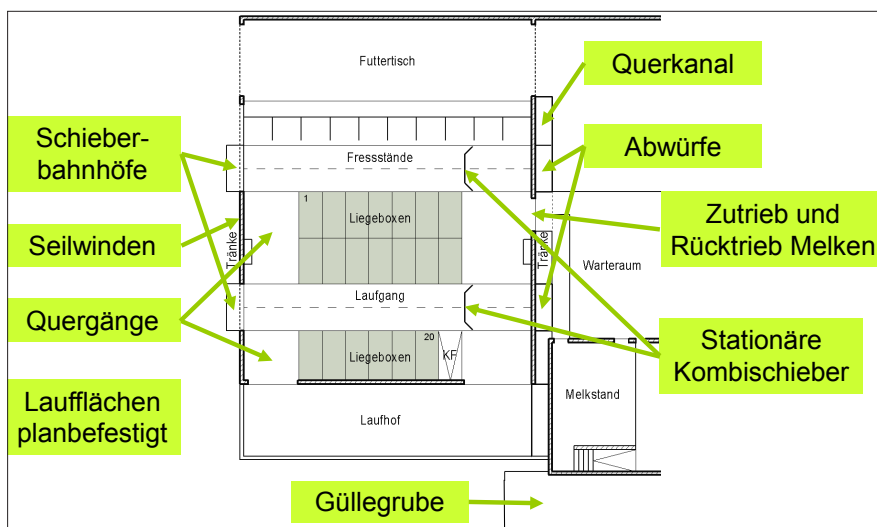


Abbildung 3: In der Phase Projektplanung zu klärende Aspekte zur Entmistungstechnik (STEINER 2016).

solchen Situationen sind Hindernisse für die Tiere nicht mehr einsehbar und insbesondere rangtiefere geraten in Bedrängnis resp. Stress. Zu Verletzungsgefahren äussern sich STEINER und KECK (2000) in ihren Untersuchungen zu stationären Entmistungsanlagen. Dabei wurden in 16 % der Betriebe mit Breitschiebern (Falt- und Kombischieber; n=121) Tierverletzungen im Zusammenhang mit Entmistungsvorgängen angegeben. Sowohl bei Unfällen mit Personen als auch mit Tieren lag dabei ein Schwerpunkt der Ursachen bei Quetschstellen. In einigen Fällen verursachten zudem Entmistungswerkzeuge wie scharfkantige Reinigungsleisten Schnittverletzungen an den untersten Gliedmassen von Kühen.

Übereinstimmend betonen die Autoren von bisherigen Untersuchungen, dass für einen tiergerechten Betrieb von Entmistungsschiebern Ausweichmöglichkeiten wie grosszügige Gangbreiten und genügend Quergänge sehr wichtig sind. Bei einer ausreichenden Anzahl an Quergängen zwischen den Laufgängen ergeben sich Ausweichräume während

den Entmistungsvorgängen (BUCK et al. 2013, NUSS 2002). Weiter gelte es, verletzungsgefährliche Anlagenteile zu vermeiden. Ausserdem sei die Trittsicherheit für sicheres Ausweichen und Übersteigen des Schiebers entscheidend.

4.2 Schieber in Ruheposition - ein Problem?

Ob ein Schieber in Ruheposition problematisch ist, hängt unter anderem vom Standort, von der baulichen Ausführung und der Einhaltung von Sicherheitsabständen ab. Befindet sich ein Schieberbahnhof im Laufbereich, ergeben sich Verletzungsgefahren im unteren Gliedmassenbereich. Stolpern und Stürzen sowie Klauenschäden können die Folge sein. Zudem bildet der Schieberbahnhof im Laufbereich ein Verkehrshindernis und ist deshalb ein potentieller Stressfaktor. Als besonders kritisch sind Schieberbahnhöfe am Fressplatz oder hinter Liegeboxen zu sehen (FRIEDLI 2016). Mit Blick auf das Minimieren von Stress ist es angezeigt, den Tieren hindernisfreie Laufbereiche zur Verfügung stellen.

5. Entmistungsschieber im Planungsprozess

In der Phase der Bauprojektplanung werden viele Weichen für eine tiergerechte und funktionssichere Entmistungsanlage gestellt. Bauherr, Architekt und Stallplaner sind gehalten, frühzeitig Überlegungen und Entscheidungen zur Entmistung im

Stall, Gülle- resp. Festmistproduktion sowie Transport und Lagerung zu treffen. *Abbildung 3* enthält in einem Grundrissauszug wesentliche Aspekte, die zu bearbeiten sind. Die Lage und voraussichtliche Dimensionierung von Güllekanälen sowie des –lagers beeinflussen die Auswahl der Verfahrenstechnik. Je nach Anteilen von Gülle und Festmist sowie deren Zusammensetzung ergeben sich unterschiedliche Trennverfahren und bauliche Anordnungen.

Bei den Laufflächen sind Anordnung, Abmessungen und die grundlegende Ausführungsart (planbefestigt oder perforiert) früh festzulegen. Das gleiche gilt für das Entmistungsverfahren, ob mechanisch (mobil / stationär) oder hydraulisch (Treib- / Staumistverfahren). Entsprechend ergeben sich unterschiedliche Varianten zur Antriebsart und damit verbunden deren Lage. Weiter ist für einen stationären Entmistungsschieber frühzeitig festzulegen, wo Schieberbahnhof und Abwurf vorgesehen, welche Vorkehrungen dabei für eine sichere Funktion erforderlich sind.

6. Gestaltung einzelner Funktionsbereiche

In der Phase der Ausführungsplanung ist es erfolgversprechend, wenn dies in Bezug auf die ganze Entmistungstechnik in enger Zusammenarbeit zwischen Planer/Architekt und dem Lieferanten erfolgt. So lassen sich Verantwortlichkeiten und Ausführung von Schnittstellen zwischen Bauteilen und Entmistungstechnik bestmöglich lösen. Dazu gehören Dimensionierung von Mauerdurchbrüchen und Abschränkungen, Abwürfe, Systeme zur Trennung der flüssigen von der festen Phase, die Positionierung von Umlenkungen und Steuerungen inkl. Abschaltssysteme. Detaillierte Absprachen sind weiter zur gegenseitigen Abstimmung von Schieberwerkzeugen und Laufflächen nötig, insbesondere zu Gefälle und Oberflächenmaterial.

Nachfolgend sind einige relevante Aspekte mit entsprechenden Lösungsansätzen zusammenfassend dargestellt.

6.1 Hindernisfreier Zugang zu Liege-, Fress- und Melkbereich

Lieboxen und Fressplätze müssen für die Tiere frei zugänglich sein. Befindet sich ein Schieberbahnhof in solchen Bereichen, ist diese Forderung nicht erfüllt. In der Planung gilt es deshalb, den Schieberbahnhof so zu platzieren und zu gestalten, dass diese Gefahrenstellen für Personen und Tiere nicht zugänglich sind. Zudem sind Sackgassen zu vermeiden und Ausweichräume sowie ungehinderten Zugang zu den genannten Funktionsbereichen sicherzustellen (Abbildung 4).

In Stallgrundrissen mit quer zu den Laufgängen angeordneten Melkbereichen werden vermehrt Schieberbahnhöfe vor Ein- und Ausgängen zum Melkstand resp. –roboter platziert. Hindernis- und stufenfreie Wege sind jedoch auch in solchen Funktionsbereichen wichtig (HULSEN 2010). Ein hindernisfreier Eingang trägt dazu bei, dass möglichst alle Kühe den Melkbereich freiwillig betreten. Beim Ausgang kann dies insbesondere bei Gruppenmelkständen verhindern, dass es durch nachstossende Tiere zu Verletzungen kommt.

6.3 Schnittstellen wie Abwurf- und Übergabestellen

Abwurf- und Übergabestellen für die Gülle oder den Mist sind wenn immer möglich ausserhalb des Tierbereichs anzuordnen. Befinden sich diese im Tierbereich, sind entsprechende Abschränkungen erforderlich. Diese Anforderung ist auch bei Öffnungen mit automatischer Abdeckung umzusetzen, um damit einhergehende Quetschstellen zu vermeiden. Personen oder Tiere dürfen nicht in nachgelagerte Gefahrenstellen wie Querkanäle, Güllegruben und mechanische Fördereinrichtungen abstürzen resp. gestossen werden können. Um dieses Schutzziel umzusetzen, sind konkrete Ausführungsbestimmungen und –empfehlungen im ÖKL-MERKBLATT Nr. 84 (2008), in STEINER (2007) sowie in SVLFG (2014) verfügbar. Dabei haben sich auch technisch einfache Lösungen wie pendelnde Abschränkungen, Schrittschaltung, der Schutz von Auflaufstellen an Winden und Umlenkrollen sowie das Anbringen von Stäben als Absturzsicherung bei Abwurfstellen als effektiv und funktionssicher erwiesen.

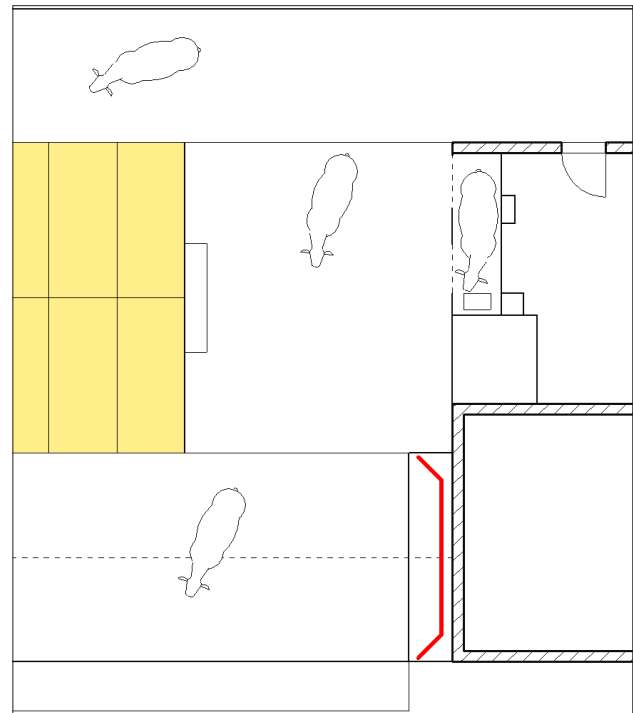


Abbildung 4: Laufflächen sollen hindernisfrei gestaltet sein; wird ein Schieberbahnhof am Rand angeordnet, bleiben Zu- und Abgänge zu Fress-, Liege- und Melkbereichen frei zugänglich (STEINER 2016).

6.4 Schieberausführung und Abstimmung auf Laufflächen

Damit ein Entmistungsschieber die in Kapitel 2 aufgeführten Funktionen erfüllen kann, ist eine optimale Abstimmung zwischen Entmistungswerkzeug und Bodenoberfläche nötig. Böden müssen eine saubere, ebene Verarbeitung und Verlegung aufweisen. Zudem sind klauenschonende und dauerhaft raue Oberflächen gefordert (ÖKL 2015). Planbefestigte Laufflächen sollten durch einheitliches Gefälle (Laufgänge mit 2-3 % Quergefälle) und Sammelrinnen entwässert werden (BAFU und BLW 2011). Ketten, Schienen und Stahlseile, die auf Laufflächen über Flur betrieben werden, bilden Stolperstellen und potenzielle Verletzungsgefahren für Klauen und sind deshalb zu vermeiden. Bei Führungsschienen gilt es, keinen breiteren Spalt entstehen zu lassen, als er gemäss Spaltenbodennorm für die entsprechende Nutzungsrichtung zugelassen ist (ÖNORM EN 12737, zitiert in ÖKL 2015).

Um Verletzungen bei Kontakten mit dem Entmistungsschieber zu verhindern, dürfen dessen Teile keine vorstehenden Spitzen und scharfen Kanten aufweisen. Gemäss den in diesem Beitrag zitierten Empfehlungen und Merkblättern sollen Entmistungsschieber eine Bauhöhe von ≤ 20 cm aufweisen und mit einer Fahrgeschwindigkeit von ≤ 4 m/min betrieben werden.

Mit Steuerungen, die das individuelle Programmieren von Zug- resp. Schubkräften, Zeiten und Fahrrouten ermöglichen, lassen sich Sicherheit und Reinigungseffizienz und somit auch die Tiergerechtigkeit erheblich verbessern.

6.5 Einsatz von Entmistungsrobotern

Mit Blick auf einen tiergerechten und sicheren Einsatz gelten für automatisiert betriebene Geräte wie Entmistungsroboter dieselben Anforderungen wie für stationäre Anlagen. Die ersten Entmistungsroboter wurden zur Reinigung von perforierten Flächen entwickelt, wofür mittlerweile breite Praxiserfahrungen vorhanden sind. Bisherige Untersuchungen zur Tiergerechtigkeit (STÜLPNER et al. 2014, SCHMIED 2016) bestätigen Effekte auf das Tierverhalten, die weitgehend mit denen von stationären Entmistungsschiebern übereinstimmen. Die Ergebnisse von STÜLPNER et al. (2014) weisen auf eine gute Adaptation der Milchkühe an Spaltenroboter hin. Kontakte mit dem Gerät sowie Fluchtverhalten traten nur selten auf. SCHMIED (2016) folgerte insgesamt, dass für ausreichende Sicherheit der Tiere beim Einsatz eines Spaltenroboters Stall und Management bestmöglich gestaltet sein müssen. Als sehr wichtig für die Tiere wurden auch die Erkennung von Hindernissen sowie die schrittweise Eingewöhnung genannt. Weiter erweist sich die Routenplanung und –programmierung als entscheidend für die Sicherheit der Tiere sowie den störungsfreien Betrieb. SCHMIED (2016) gibt dazu konkrete Handlungsanweisungen. Je nach Ausführung sind Spaltenroboter auch auf planbefestigten Flächen einsetzbar. Die Ausführung der Reinigungswerkzeuge, die Routengestaltung und die Position der Abwurfschächte seien dabei maßgebend für die Reinigungsqualität (SAGKOB et al. 2011). Mit ausgereifter Steuerungstechnik und fachkundiger Routenprogrammierung erscheint aus heutiger Sicht ein tiergerechter Betrieb mit Entmistungsrobotern möglich.

7. Schlussfolgerungen

Die Funktionen von Entmistungsschiebern sind vielfältig. Während bisher Anforderungen bezüglich Funktionssicherheit und Arbeitszeitbedarf im Vordergrund standen, gewinnen in letzter Zeit Überlegungen mit Blick auf die Tiergerechtigkeit, insbesondere die Klauengesundheit, aber auch auf die Minderung von Emissionen an Bedeutung. Dazu müssen Entmistungsschieber häufig und zunehmend automatisiert betrieben werden. Während die Tierschutzgesetzgebung nur allgemeine Anforderungen enthält, sind die Vorgaben zur Arbeitssicherheit konkreter. Deren Umsetzung erfolgte bisher vielerorts unzureichend. Erweiterte Kenntnisse der Funktionen und deren gegenseitigen Einflüsse soll diesen Themen in der Planung und Ausführung zukünftig mehr Gewicht geben. Insbesondere gilt es, bauliche und verfahrenstechnische Belange der Entmistungstechnik bereits in der Projektplanung konkret zu klären. Liege-, Fress- und Melkbereiche in Laufställen müssen frei zugänglich sein. Bahnhöfe von Entmistungsschiebern sind deshalb grundsätzlich ausserhalb des Tierbereichs zu platzieren. Nur mit bestmöglicher Abstimmung zwischen Entmistungsschieber und Boden ist die heute geforderte Sauberkeit der Laufflächen zu erreichen. Ein sicheres und tiergerechtes Betreiben ist dann möglich, wenn die einschlägigen Sicherheitsvorgaben erfüllt und grundlegende Erkenntnisse zu den Ansprüchen der Tiere beachtet werden.

8. Literatur

- BERGSTEN, C., HULTGREN, J., 2002: Effects of a rubber-slat system on cleanliness, foot health, and behaviour in tied dairy cows. In: Shearer JK (ed). 12th International Symposium on Lameness in Ruminants. 2002 Jan. 9–13; Orlando, USA, 284–6.
- BUNDESKANZLERAMT, 2017: Bundesgesetz über den Schutz der Tiere (Tierschutzgesetz - TSchG), BGBl. I Nr. 118/2004. Fassung vom 6.4.2017.
- BUNDESAMT FÜR UMWELT (BAFU) UND BUNDESAMT FÜR LANDWIRTSCHAFT (BLW), 2011: Baulicher Umweltschutz in der Landwirtschaft. Ein Modul der Vollzugshilfe Umweltschutz in der Landwirtschaft. Stand Mai 2012. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1101: 123 S.. www.umwelt-schweiz.ch/uv-1101-d.
- BUCK, M., et al., 2012: Wie reagieren Kühe auf den Entmistungsschieber? Untersuchungen zum Verhalten und zur Herzaktivität. ART-Bericht 750, Zentrum für tiergerechte Haltung: Wiederkäuer und Schweine, Bundesamt für Veterinärwesen, CH-8356 Ettenhausen.
- BUCK, M., et al., 2013: Influence of manure scrapers on dairy cows in cubicle housing systems. *Livestock Science* 158 (2013) 129–137.
- FJELDAAS, T., et al., 2011: Locomotion and claw disorders in Norwegian dairy cows housed in freestalls with slatted concrete, solid concrete, or solid rubber flooring in the alleys. *J. Dairy Sci.* 94, 1243–1255.
- FRIEDLI, K., 2016: Entmistungsschieber im Milchvieh-Laufstall: Für Kühe ein Problem?. Vortrag am Weiterbildungskurs für Baufachleute, 9.11.2016, CH-Posieux. <https://www.agroscope.admin.ch/agroscope/de/home/aktuell/veranstaltungen/wbk-baufachtagung.html>; Zugriff 12.4.2017.
- HULSEN, J., 2010: Bauen für die Kuh. *Future Farming*. Vetvice BV, NL-Bergen op Zoom. ISBN 978-3-7843-5115-5. S.14.
- JOHANSSON, A., SÄLLVIK, C., 2001: Influence by different design of manure scrapers on the behaviour of dairy cows in a cubicle barn. In: Polish Committee of Agricultural Engineering (Ed.), *International Symposium of the 2nd Technical Section of C.I.G.R. on Animal Welfare Considerations in Livestock Housing Systems*, Poligmar, Szklarska Poreba, Poland, pp. 245–254.
- KTBL, 2007: Laufflächen für Milchkühe – Ausführung und Sanierung. KTBL-Heft 60, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V., D-Darmstadt.
- LÄPKE, J., et al., 2010: Stationäre Entmistungssysteme für planbefestigte Laufflächen in Milchviehställen. DLG e.V., Fachzentrum Land- und Ernährungswirtschaft, DLG-Merkblatt 365, D-Frankfurt am Main.
- NUSS, K., 2002: Pododermatitis aseptica diffusa (Klauenrehe). *Großtierpraxis* 2002; 1: 20–30.
- ÖKL, 2008: Entmistungsverfahren in Rinderställen. ÖKL-Merkblatt Nr. 84. ÖKL-Arbeitskreis Landwirtschaftsbau, Österreichisches Kuratorium für Landtechnik und Landentwicklung, A-Wien.
- ÖKL, 2015: Stallfussböden für Rinder. ÖKL-Merkblatt Nr. 49a, 4. Auflage. ÖKL-Arbeitskreis Landwirtschaftsbau, Österreichisches Kuratorium für Landtechnik und Landentwicklung, A-Wien.
- POTEKO, J. et al., 2014: Development and validation of a measuring method for quantifying the residual soiling mass after the removal of dung from solid floor surfaces, and results of comparative measurements at pilot-plant scale. *European Society of Agricultural Engineers (EurAgEng)*. International Conference on Agricultural Engineering, CH-Zürich.

- SAGKOB, S., et al. 2011: Verfahrensvergleich eines stationären und mobilen Schiebersystems für die Flüssigentmistung. *Landtechnik* 66 (2011) S. 238-242. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. (KTBL), D-Darmstadt
- SCHMIED, C., 2016: Bewertung des Produktes ENRO – Entmistungsroboter für Rinder von SCHAUER Agrotronic GmbH. Fachstelle für tiergerechte Tierhaltung und Tierschutz, A-Wien.
- STÜLPNER, A., et al. 2014: Reaktionen von Milchkühen beim Einsatz eines Spaltenroboters. *Landtechnik* 69(5), 2014. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. (KTBL), D-Darmstadt
- STEINER, B., KECK, M., 2000: Stationäre Entmistungsanlagen in der Rinder- und Schweinehaltung. *FAT-Berichte* Nr. 542. Agroscope, CH-Ettenhausen.
- STEINER, B., 2007: Entmisten sicherer machen. Planung, Ausführung, Betrieb. Merkblatt Ufa-Revue 3/2007, Agroscope, CH-Ettenhausen.
- STEINER, B., 2016: Planung und Ausführung von Entmistungsanlagen. Vortrag am Weiterbildungskurs für Baufachleute, 9.11.2016, CH-Posieux. <https://www.agroscope.admin.ch/agroscope/de/home/aktuell/veranstaltungen/wbk-baufachtagung.html>; Zugriff 12.4.2017.
- SVLFG, 2014: Anforderungen an Schieberentmistungsanlagen, Technische Information 5, Stand 1/2014. Sozialversicherung für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau, D-Kassel.