

Freewalk - internationale Untersuchungen zum Kompoststall als innovatives Rinderhaltungssystem mit freier Liegefläche

Andreas Zentner¹, Elfriede Ofner-Schröck¹, Marija Klopčič², Abele
Kuipers³, Matteo Barbari⁴, Kerstin Brügemann⁵, Ulf Emanuelson⁶, Paul
Galama³, Knut Anders Hovstad⁷, Lorenzo Leso⁴, Isabel Blanco-Penedo⁶



Zusammenfassung

Erstmals wurden Kompoststallsysteme länderübergreifend genauer analysiert. Das EU-Projekt „FreeWalk“ konnte hierzu wichtige Ergebnisse in verschiedensten Arbeitspaketen darlegen und das richtige Management eines solchen Systems beleuchten. Die Funktion dieses Stallsystems unter intensiver Betrachtung des Tierwohles wurde dabei dem Stand der Technik des Liegeboxenlaufstalles gegenübergestellt. In 44 Pilotbetriebe aus 6 Ländern (Österreich, Deutschland, Italien, Slowenien, Schweden und die Niederlande) welche sich in 21 Kompoststallsysteme und 20 Liegeboxenlaufställe gliederten, wurden zahlreiche Analysen durchgeführt. In diesem Beitrag wird eine Auswahl der Projektergebnisse in Zusammenarbeit internationaler Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern unter Einbeziehung der Ergebnisse aus den Betriebsbesuchen im österreichischen Teilprojekt als Kurzbeitrag dargestellt. Weitere Ergebnisse können dem Projektabschlussbericht sowie einer Reihe von wissenschaftlichen Publikationen entnommen werden.

Im Bereich des Systemmanagements werden Kompoststallsysteme manchmal für ein arbeitsintensives System gehalten, wobei die Ergebnisse gezeigt haben, dass das Management in diesen, deutlich weniger Zeit (d.h. Arbeit) benötigt als in vergleichbaren Liegeboxensystemen. Die Einsparungen, die mit der Reduzierung des Arbeitsaufwands verbunden sind, können jedoch die signifikant höheren Einstreukosten, die bei Kompoststallungen festgestellt wurden, nicht kompensieren. Hinsichtlich Tierwohl gab es eine große Variation in der Prävalenz von tierbezogenen Indikatoren zwischen den untersuchten Herden und innerhalb der Haltungssysteme. Zwischen den beiden untersuchten Haltungssystemen zeigten sich jedoch Unterschiede bei den klinischen Indikatoren (Lahmheiten, Integumentschäden, Sauberkeit der Tiere, etc.) und im Liegeverhalten. Gute und schlechte Managementpraktiken gibt es in beiden Systemen, aber der Kompoststall hat das Potenzial, das Wohlbefinden von Milchkühen zu verbessern. Bakterienanalysen im Hinblick auf die Milchqualität zeigten größere Mengen an Sporen von XTAS in der Einstreu, wenn die Temperatur hoch und die Feuchtigkeit in der Einstreu niedrig ist. Eine feuchte Einstreu kann XTAS verringern, wobei die Empfehlung vor allem auf eine trockene Einstreu ausgerichtet ist. Das Einstreumanagement

¹HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Raumberg 38, 8952 Irdning-Donnersbachtal

²University of Ljubljana (UL), Biotechnical Faculty, Department of Animal Science, Slovenia

³Wageningen Livestock Research (WUR/DLO), Wageningen, the Netherlands

⁴Department of Agricultural, Food and Forestry Systems, University of Florence (UniFi), Firenze, Italy

⁵Institute of Animal Breeding and Genetics, Justus-Liebig-University, Gießen, Germany

⁶Swedish University of Agricultural Sciences (SLU), Department of Clinical Sciences, Uppsala, Sweden

⁷Norwegian Institute of Bioeconomy Research (NIBIO), Norway

*Ansprechperson: Andreas Zentner

E-mail: andreas.zentner@raumberg-gumpenstein.at

sollte eher auf einem niedrigen Feuchtigkeitsgehalt (<60 % Feuchtigkeit) als auf eine hohe Einstreutemperatur (>40 bis 50 °C) ausgerichtet sein, da eine trockene Einstreu die Beine, das Euter und die Zitzen sauber hält sowie die Risiken für Mastitis minimiert.

Schlagwörter: Kompoststall, Tierwohl, Liegeboxenlaufstall, Kompostmanagement, Umweltwirkung

Abstract

For the first time, compost barns were analyzed in more detail across national borders. The EU project "FreeWalk" was able to present important results in various working packages and shed light on the correct management of such a system. The function of this housing system with intensive consideration of animal welfare was compared with the state of the art of the cubicle housing system. Numerous analyzes were carried out in 44 pilot farms from 6 countries (Austria, Germany, Italy, Slovenia, Sweden and the Netherlands), which were divided into 21 compost barn systems and 20 cubicle housing systems. In this paper, a selection of the project results in cooperation with international scientists is presented as a short contribution, including the results from the company visits in the Austrian sub-project. Further results can be found in the final project report and a number of scientific publications.

In the area of system management, compost barns are sometimes considered to be a labor-intensive system, whereby the results have shown that management in these requires significantly less time (i.e. work) than in comparable cubicle housing systems. However, the savings associated with the reduction in labor cannot offset the significantly higher litter costs found in compost barns. With regard to animal welfare, there was a large variation in the prevalence of animal-related indicators between the herds examined and within the housing systems. However, differences in the clinical indicators (lameness, integument alterations, cleanliness of the animals, etc.) and in lying behavior were found between the two housing systems examined. Good and bad management practices exist in both systems, but the compost barn has the potential to improve dairy cow welfare. Bacterial analyzes with regard to milk quality showed higher amounts of spores of XTAS in the litter when the temperature is high and the humidity in the litter is low. A damp litter can reduce XTAS, whereby the recommendation is mainly aimed at a dry litter. Litter management should focus on a low moisture content (<60% moisture) rather than a high litter temperature (> 40 to 50 °C), as dry litter keeps the legs, udder and teats clean and minimizes the risk of mastitis.

Keywords: compost barn, animal welfare, cubical housing, compost bedding management, environmental impact

Einleitung und Stand des Wissens

Kompostställe für Milchvieh erfreuen sich auch in Mitteleuropa immer größerer Beliebtheit. Der Kompoststall für Rinder ist eine Zweiflächenbucht, bei der die Liegefläche mit Sägespänen, Hobelspänen, feinen Hackschnitzeln oder anderen organischen Materialien eingestreut wird und diese unter Einarbeitung von Kot und Harn verrotten. Der Fressgang kann entweder planbefestigt oder mit Spaltenboden ausgestattet sein.

Die ersten Kompoststallsysteme bzw. Kompostierungsställe wurden 2001 in Minnesota, USA, gebaut und erweckten das Interesse in anderen Ländern (Israel, Japan, China, den Niederlanden, Dänemark, Deutschland und Österreich). Das System wird stetig weiterentwickelt und an die vorherrschenden klimatischen und betriebswirtschaftlichen Verhältnisse angepasst. Deshalb ist das Management von Kompoststallungen von Land zu Land sehr unterschiedlich (ENDRES und JANNI, o.J., 1; SCHOPER, 2007,1).

Ein wichtiger Punkt für das Wohlbefinden und die Sauberkeit der Tiere sowie für die Wirtschaftlichkeit des Stallsystems ist die

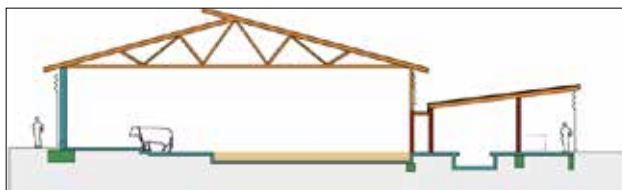


Abbildung 1: Schnitt eines Kompoststalls (Holzeder, 2012)

Auslegung der Liegeflächengröße. Während in Israel eine Fläche zwischen 13 und 20 m² pro Tier zur Verfügung steht, arbeitet man in den USA mit 7,5 bis 9,2 m² großen Liegeflächen pro Kuh (LEIFKER, 2010, 4). Österreichische Kompostställe sind eher mit dem amerikanischen System zu vergleichen.

Eine der zentralen Herausforderungen für einen Kompoststallbetreiber ist das Sicherstellen des Kompostierungsprozesses in der Liegematratze, insbesondere in der Übergangszeit von Herbst auf Winter und im Winter selbst. Der Aufbau einer neuen Matratze sollte nicht in der kalten Jahreszeit erfolgen, da bei Kälte der Rotte - Prozess der nur schwer in Gang kommt (HOLZEDER, 2011; HOLZEDER, 2012; JANNI und ENDRES). Durch die Wärmeentwicklung (25 bis über 50 °C) verdampft ein hoher Anteil der eingetragenen Flüssigkeit (Harnausscheidungen der Tiere). Nur damit ist es möglich, dass der hohe Flüssigkeitsinput nicht zum Versumpfen der Liegematratze führt und diese sauber und vor allem trocken bleibt. HOLZEDER (2011) schreibt in seinem Beitrag aber auch von der Verwendung von fertigem Kompost als Einstreumaterial. Das ist allerdings nur im Sommerbetrieb in Kombination mit Weidehaltung sinnvoll. Die Kompostmistmatratze und damit Liegefläche bleibt dabei kalt und der ausgeschiedene Harn wird zur Gänze vom fertigen Kompost aufgenommen. Die Harnanfallsmengen sind dabei wesentlich geringer im Vergleich zur Ganztagesstallhaltung und damit kann trotz fehlender Verdampfung eine saubere Liegefläche gewährleistet werden.

Die Wahl der Einstreumaterialien richtet sich im Wesentlichen nach der mengen- und preisbezogenen Verfügbarkeit derselben. Dabei spielen die „Strukturstabilität“, die gute Durchmischbarkeit, die Kohlenstoffverfügbarkeit und ein gutes Flüssigkeitsaufnahmevermögen eine entscheidende Rolle (PÖLLINGER, 2016). 10 bis 16 m³ an Sägespänen werden pro Kuh und Jahr verbraucht (HOLZEDER, 2011). Weitere Materialien, die derzeit von verschiedenen Betrieben eingesetzt werden sind Hackschnitzel, ausgesiebtes Material aus der Hackschnitzelreinigung, zerkleinertes Reisig mit einem hohen Nadelanteil, Miscanthus, Rapsstroh, Maisspindeln, Müllereiabfälle (Kleien), Dinkelspelzen, Heu von Naturschutzflächen und separierte Gärreste und Gülle. Einige Materialien daraus sind nur als Mischungspartner und nicht für die alleinige Verwendung geeignet (HOLZEDER, et al., 2011 und PÖLLINGER, 2016).

Die Liegefläche ist zweimal täglich mit einem Grubber (Tiefengrubber, Federzinken-grubber/-egge) oder einer Fräse zu bearbeiten. Dadurch wird Kot und Harn in die Einstreu eingemischt – wichtig für die Liegeflächensauberkeit – und Sauerstoff in die Matratze eingebracht, welcher wiederum wichtig für den Kompostierungsprozess ist. Aufgrund der Kleinklimaabhängigkeit gibt es allerdings auch Regionen in Österreich, in denen das Bewirtschaften solcher Systeme schlecht, bis gar nicht machbar ist, bei zum Beispiel zu feuchten klimatischen Bedingungen über das Jahr hinweg. Aus der Sicht der artgemäßen Tierhaltung wird das System durchwegs positiv beurteilt, denn Stallsysteme mit freier Liegefläche kommen den Bedürfnissen von Rindern im Hinblick auf das Liege- und Sozialverhalten sehr entgegen. Sie ermöglichen den Tieren ihre artgemäßen Liegepositionen einzunehmen und in sozialem Kontakt mit Artgenossen zu ruhen (Ofner-Schröck et al. (2013)).

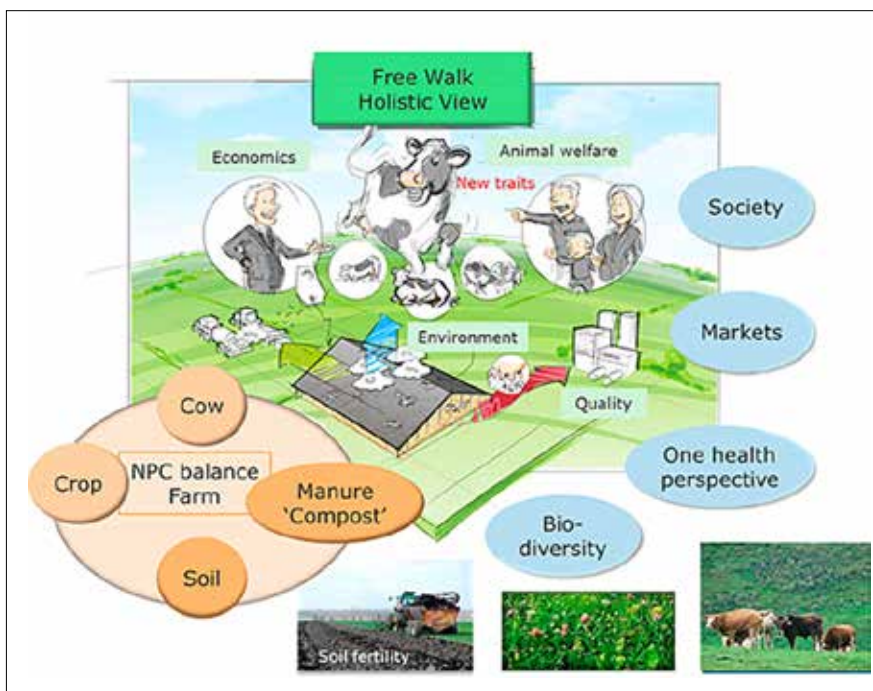


ERA-NET-SUSAN-Projekt „FreeWalk“

Ziel eines internationalen ERA-NET SUSAN-Projektes „FreeWalk - Develop economic sound free walk farming systems elevating animal welfare, health and manure quality, while being appreciated by society“

war die weitere Entwicklung und Untersuchung von Rinderhaltungssystemen mit freier Liegefläche hinsichtlich Ökonomie, Tierwohl, Umweltwirkung und gesellschaftlicher Akzeptanz. Es wurden zwei innovative Haltungssysteme – der Kompoststall und der „Cow Garden“– mit dem herkömmlichen Liegeboxenlaufstall als Referenzsystem verglichen. Dazu wurden Beispielbetriebe in mehreren europäischen Ländern nach einem ganzheitlichen Ansatz beurteilt. Das Projekt-Konsortium besteht aus 11 Partnern aus ganz Europa, Amerika und Israel. Die HBLFA Raumberg-Gumpenstein hat bereits in vorangegangenen Forschungsaktivitäten die Haltungsbedingungen auf österreichischen Kompoststallbetrieben untersucht (Ofner-Schröck et al., 2013, Pöllinger et al., 2016) und hat nun hier auf internationaler Ebene zu einer Zusammenschau verschiedener Fachdisziplinen beigetragen.

Abbildung 2: Ganzheitlicher Ansatz zur Bewertung von Rinderhaltungssystemen mit freier Liegefläche. (www.freewalk.eu/en/freewalk/Project)



Der Projektansatz liefert eine integrierte Bewertung von Fallbetrieben in sechs Ländern, wobei experimentelle und Modellierungsmethoden zur Bewertung der Systemleistung eingesetzt werden. Das Stallsystem wird in einem ganzheitlichen Kontext untersucht, der den gesamten Betrieb umfasst: Einstreu, Stallboden, Tierwohl, Gesundheit, Dünger, Boden, C-, P- und N-Bilanz und Produktqualität. Ein besserer Einblick in den Kompostierungsprozess spielt eine entscheidende Rolle für den Erfolg des Systems. Die gesellschaftliche Wertschätzung von Tierhaltung, Haltungssystem und Produkten wird bewertet. Die Möglichkeit einer höheren Effizienz soll durch die zusätzliche Haltung anderer Tierarten und den Anbau von Gemüse auf den Kompostflächen während der Weidesaison untersucht werden. Um die Ergebnisse der verschiedenen Forschungsaktivitäten zu integrieren, wird eine Systemanalyse und wirtschaftliche Bewertung durchgeführt. Dieses Projekt zielt auf die Prioritäten des ERA-NET-SUSAN Calls "Productivity, resilience and competitiveness, and improvement of on-farm practices enhancing consumer acceptability and societal appreciation associated with animal welfare, product quality and biodiversity" ab (Klopčič M., 2021).

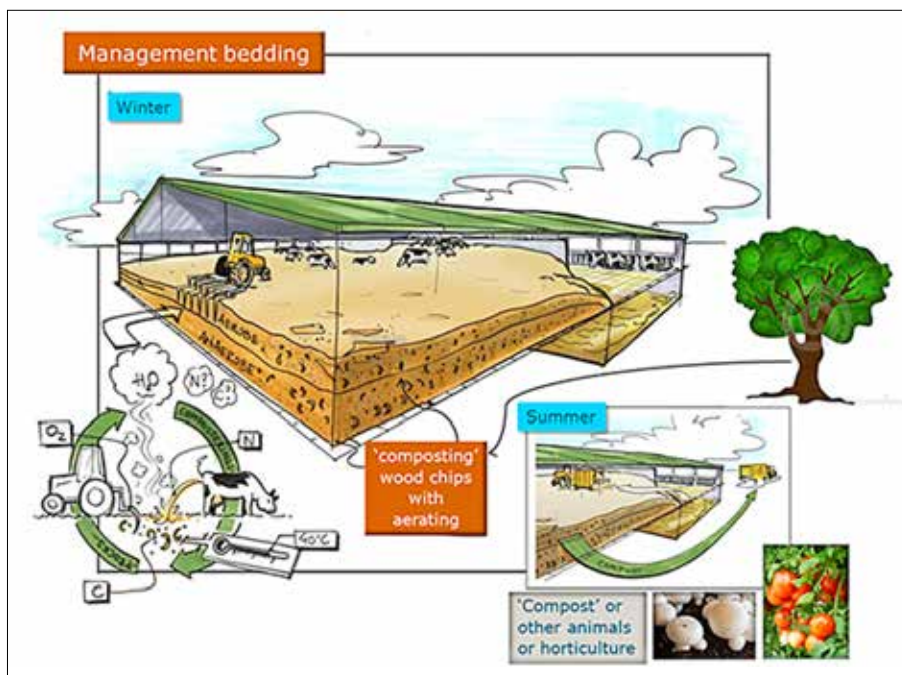


Abbildung 3: Kompoststallmanagement (www.freewalk.eu/en/freewalk/Project)

2.1 Teilnehmende Länder

Das Projektkonsortium umfasst 9 führende Forschungsinstitute sowie Interessensvertreter aus Nord- und Südeuropa, die eine breite Abdeckung von landschaftlichen Gegebenheiten und landwirtschaftlichen Systemen gewährleisten. Auch ein Forschungsinstitut aus Israel und eines aus den USA mit Erfahrung in diesem Bereich sind beteiligt. Die Gesamtleitung des Projektes liegt bei Dr. Marija Klopčič, University of Ljubljana (Slowenien), die wissenschaftliche Projektleitung bei Dr. Abele Kuipers, Wageningen Livestock Research (Niederlande). Die teilnehmenden Forschungsinstitute und Universitäten sind:

- Universität Ljubljana, Slowenien (Projektleitung);
- Wageningen University and Research;
- Justus-Liebig-Universität Gießen, Deutschland;
- Università degli Studi di Firenze, Italien;

- Technische Universität München, Deutschland;
- Norwegian Institute of Bioeconomy Research;
- Swedish University of Agricultural Sciences;
- National Agricultural and Food Centre, Slowakei;
- Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein, Österreich;
- University of Kentucky, USA;
- Agricultural Research Organization (ARO), Israel.

Beteiligte Pilotbetriebe

Insgesamt waren 44 Pilotbetriebe aus 6 Ländern beteiligt: Österreich, Deutschland, Italien, Slowenien, Schweden und die Niederlande. Es handelte sich um 22 Kompoststallsysteme und 22 Liegeboxenlaufställe. Jeder Kompoststall („case farm“) wurde an einen Liegeboxenlaufstall („reference farm“) mit etwa gleicher Betriebsgröße und Bewirtschaftung gekoppelt. Die deutschen Betriebe waren im Durchschnitt die größten und die österreichischen Betriebe die kleinsten. Es waren konventionell und biologisch wirtschaftende Milchviehbetriebe, aber auch 4 Mutterkuhbetriebe beteiligt.

Tabelle 1: Auszug aus den Betriebsdetails der 22 Kompoststallbetrieben und den 22 Liegeboxenbetrieben, welche an diesem Projekt teilgenommen haben (Blanco-Penedo, et al, 2020).

Parameter	Kompoststallsystem	Liegeboxensystem
Tieranzahl	117	115,6
ha	96	103
Herde geweidet	10	8
Weidetage / Jahr	98	85,4
Melkstand %	66	60
Melkroboter %	33	40
Tagesmilchmenge kg	30,2	31,9
Tagesfettgehalt %	4,01	4,09
Tagesproteingehalt %	3,5	3,49
Lactationsleistung kg	9,566	10,174
Zellzahl (1000Zellen/ml)	79	64
Erstkalbealter (Monate)	25,3	24,9

Arbeitspakete

- **WP 1:** Beschreibung und Organisation der Projektbetriebe
- **WP 2:** Inventarisierung und Charakteristika verschiedener Einstreumaterialien
- **WP 3:** Einfluss des Haltungssystems auf Tierwohl, Tiergesundheit und Produktqualität: Dieses Arbeitspaket umfasst vier Studien.

Studie 1:

Tiergesundheit, Langlebigkeit und Tierwohl: Auf allen Projektbetrieben wurden u.a. Daten zu Milchleistung, Fruchtbarkeit, Mastitis-Inzidenz, somatischer Zellzahl, Body Condition Score, Klauenzustand und Hygiene erfasst.

Studie 2:

Detailuntersuchungen zum Tierwohl: Dazu wurden am Wageningen Livestock Research Dairy Campus Vergleichsuntersuchungen in Versuchsanlagen mit Kompoststall und einem Stallsystem mit neuartigen, permeablem Boden hinsichtlich Hygiene, Lauf- und Liegeverhalten durchgeführt und im slowenischen Versuchsbetrieb Logatec geforscht.

Studie 3:

Antibiotikaeinsatz: Wurde auf Basis der Animal Daily Dose (ADD) erfasst.

Studie 4:

Milchqualität: Wurde durch Auswertung der Gesamtkeimzahl im Milchtank (oder Milchfilter) beurteilt. Thermofile aerobe Sporenbildner (TAS) wurden in der gesamten Kette von Einstreumaterial, über Euter und Milch erfasst.

- **WP 4:** Auswirkung von Kompoststall-Material auf N-P-C-Bilanz und Bodenstruktur
- **WP 5:** Sozio-ökonomische Aspekte
- **WP 6:** Systemansatz und ökonomische Bewertung
- **WP 7:** Kommunikation und Wissenstransfer

Betriebe, Tiere, Material und Methode des österreichischen Teilprojektes

Das österreichische Teilprojekt der HBLFA Raumberg-Gumpenstein umfasste Erhebungen und Beiträge zu mehreren Arbeitspaketen, wobei insbesondere die folgenden Themenbereiche betroffen waren:

- Informationen zu Kompoststallsystemen in Österreich
- Beschreibung von Einstreumaterialien
- Erhebungen auf 6 österreichischen Projektbetrieben zu deren Stallsystemen
- Erhebung von Klima- und Kompostdaten auf den genannten Projektbetrieben
- Anpassung des Welfare Quality® Protokolls für Milchvieh zur Anwendung im Freewalk-Projekt
- Haltungssystem- und Tierwohlbeurteilungen im Rahmen von sechs Betriebsbesuchen
- Erfassung von Daten zum Antibiotikaeinsatz
- Erstellung und Auswertung von Fragebögen für Tierärzte und Betriebsleiter

Alle Messdaten wurden in entsprechende Protokolle übertragen und in die jeweiligen Arbeitspakete eingebracht. Durch diese Daten konnten internationale Gesamtauswertungen zu Stallsystemen, Tierwohl und anderen Projektzielen erstellt werden. Darauf aufbauend wurde an einer Reihe von wissenschaftlichen Projekt-Publikationen mitgewirkt. Nachfolgend werden die österreichischen Projektbetriebe im Detail dargestellt und die Erhebungsmethodik näher beschrieben.

Österreichische Betriebe („Case farms“ und „Reference farms“)

In Österreich wurden als Projektbeitrag 6 Betriebe ausgewählt je 3 Kompoststallungen („Case-Farms“) und 3 dazu passende Liegeboxenlaufstallungen („Reference-Farms“). Die so entstandenen drei Betriebspaare waren sich im Bereich Flächenausmaß, Tierzahl, Leistung und Betriebsmanagement her ähnlich und es konnte eine Gegenüberstellung durchgeführt werden.

Tabelle 2: Betriebsdaten der sechs teilnehmenden Betriebe- 3x Kompoststall + 3x Liegeboxenlaufstall. Betriebe mit ATC1-C3 sind die teilnehmenden Kompoststallbetriebe und ATR1-R3 die teilnehmenden Liegeboxenlaufstallungen. AMS= Melkroboter, c=kuh, a=Jahr, d=Tag (Zentner, A., 2018).

Betrieb	Tierzahl	Fläche-ha	Melkanlage	Milchleistung	Fütterung	m ² /T	Kompostumsetzung	Einstreumaterial
ATC1	35	35	2x5	9500 l/c/a	Nicht automatisch + Weide	5,5	2x/d	Sägespäne + Dinkelspelzen
ATR1	33	35	2x4	9000 l/c/a	Nicht automatisch	x	x	Stroh in Tiefboxen
ATC2	19	13	2x4	8500 l/c/a	Nicht automatisch	14	2x/d	Sägespäne + Spelzen
ATR2	30	25	2x4	8200 l/c/a	nicht automatisch	x	x	Stroh in Tiefboxen
ATC3	55	35,7	2x AMS	6800 l/c/a	automatische Fütterung	9,3	1-2x/d	Sägespäne + Dinkelspelzen
ATR3	75	65	2xAMS	8000 l/c/a	Nicht automatisch	x	x	Hochboxen

Einstreumaterial

Zahlreiche Einstreumaterialien kommen für die Anwendung in Kompoststallsystemen in Frage. Diese können jedoch von Land zu Land unterschiedlich und auch gesetzlich anders geregelt sein. Die in Österreich vorherrschenden Einstreumaterialien sind Sägespäne, Hackschnitzel und Spelzen (Dinkelspelzen oder Getreideausputz). Die in Österreich vorliegenden Erkenntnisse zu Einstreumaterialien gingen als Informationsbasis in das internationale Gesamtprojekt FreeWalk ein (siehe Tabelle 3-5).

Tabelle 3: Einstreumaterial „Sägespäne“ (HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 2018)




Name/Type	Sägespäne	  
Beschreibung:	Dieses organische Material ist ein Nebenprodukt der Holzindustrie. Es entsteht in Sägewerken und Hobelwerken. Es unterscheidet sich durch die Baumart und ist sehr saugfähig und äußerst stabil. Der Nachteil sind die höheren Kosten, da diese Materialien für die Holzpelletsindustrie (Heizung) verwendet werden	
Partikelgröße	Die maximale Partikelgröße liegt bei <2,5 cm	< 2.5cm (0.3 – 0.7 cm)
Feuchtigkeit	(%)	8 – 60 % (min-max)
Kosten	€/m ³ oder €/ton).	10 - 20 (min-max, €/m ³) Ø 15 €/m ³

Tabelle 4: Einstreumaterial „Hackschnitzel“ (HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 2018)

Name/Type	Hackschnitzel	 
Beschreibung:	Dieses organische Material ist ein Nebenprodukt der Holzindustrie und entsteht beim Hacken von Holzstämmen. Meistens wird es zum Heizen verwendet. Es ist sehr stabil und gut zu verarbeiten. Ein Problem ist jedoch der hohe Preis.	
Partikelgröße	Die maximale Partikelgröße liegt bei <2,5 cm	1 - 3.5 cm
Feuchtigkeit	(%)	20-60 % (min-max)
Kosten	€/m ³ oder €/ton).	10-30 (min-max, €/m ³) Ø 20 €/m ³

Tabelle 5: Einstreumaterial „Spelzen“ (HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 2018)

Name/Type	Spelzen (Dinkelspelzen)	
Beschreibung:	Es ist ein Nebenprodukt aus der Getreideindustrie (Dinkel) und entsteht durch den Mahlprozess. Dieses Material ist sehr gut für Kompostställe geeignet	
Partikelgröße	Die maximale Partikelgröße liegt bei <2,5 cm	<2.5cm
Feuchtigkeit	(%)	12-18 % (min-max)
Kosten	€/m ³ oder €/ton).	8-15 (min-max, €/m ³) Ø 10 €/m ³

Stall- und Klimadatenerfassung

Um aussagekräftige Daten zu Stallsystemen zu erhalten gilt es den gesamten Innen- und auch Außenbereich zu erfassen. Dazu wurden für jeden Betrieb Grundrisspläne und Ansichtspläne erstellt, um die anschließenden Messpunkte fixieren zu können. Erhoben wurden die Temperatur und Luftfeuchtigkeit im Außenbereich über fest installierte Datalogger in allen vier Windrichtungen. Ebenfalls wurde die Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Windgeschwindigkeit an vorher bestimmten Messpunkten im Stallgebäude erhoben.

Ein weiterer Einflussfaktor auf die Tiergesundheit ist die Menge an einfallendem Licht. Hierbei wurde mit einem LUX-Meter an 9 Messstellen im Innen- und Außenbereich Daten erhoben und gespeichert.

In den Kompoststallbetrieben wurden zu den genannten Messungen noch Erhebungen zur Kompostmatratze durchgeführt. Die ständige Messung der Matratzentiefe an mehreren Messstellen sowie die Bestimmung der Matratzentemperatur und Feuchte wurden mit einem Stabthermometer sowie einer eigenen Methode zur Überprüfung der Wasseraufnahmefähigkeit des Einstreumaterials erledigt.

Um Daten über die Einstreuqualität zu erhalten, wurden je Betrieb eine Milchprobe und über eine Periode von 3 Betriebsbesuchen jeweils Einstreuproben gezogen, welche anschließend auf XTAS (extrem-thermophile-microorganism) untersucht wurden. Diese haben negative Auswirkungen auf die Milchqualität und können für Lieferverbote verantwortlich sein.

Tierwohlbeurteilung

Zur Untersuchung des Einflusses des Haltungssystems auf das Tierwohl wurden in sechs europäischen Ländern Erhebungen auf den teilnehmenden Projektbetrieben durchgeführt – so auch in Österreich. Die Beurteilungen erfolgten anhand des Welfare Quality® Protokolls für Milchvieh (WELFARE QUALITY, 2009), das für die Anwendung im FreeWalk-Projekt angepasst wurde. Die Anpassung erfolgte in Expertenmeetings mit fachspezifischen Partnern aus den Teilnehmerländern, an denen auch Österreich beteiligt war. Die Betriebe wurden im Zeitraum Winter 2017/18 und Sommer 2018 besucht. An zwei Erhebungsterminen erfolgte die Beurteilung anhand des vollständigen, angepassten Welfare Quality®-Protokolls durch eine Projektkollegin aus Schweden, die die Projektbetriebe in allen teilnehmenden Ländern besuchte. Es wurden insgesamt 4036 Tiere beurteilt. An vier weiteren Erhebungsterminen wurde die Erfassung der Indikatoren Body

Condition Score, Tiersauberkeit, Technopathien und Lahmheiten durch den jeweiligen nationalen Projektpartner durchgeführt. Um ein einheitliches Beurteilungsergebnis zu erzielen, wurden alle Erhebungspersonen im Rahmen eines Meetings in den Niederlanden geschult und einem Beurteilerabgleich unterzogen.

Tierdaten des LKV-Österreich und Antibiotikaeinsatz

Durch die zuständigen Projektleiter und die Genehmigung durch die LKV-Österreich konnten zu allen Betrieben die gesamten Tierdaten erhoben werden. Die Ergebnisse daraus wurden durch den Verantwortlichen des entsprechenden Arbeitspaketes erstellt und in den Ergebnissen eingebettet.

Ebenfalls wurden alle auf den österreichischen Projektbetrieben eingesetzten Tierarzneimittel erhoben. Jeder einzelne Abgabeschein welcher ein Tierarzt ausgestellt hat, wurde abfotografiert und gespeichert, da diese Daten oft nur in Papierform vorlagen.

Ausgewählte Ergebnisse

Das Projekt ERA-NET SUSAN Projektes „FreeWalk - Develop economic sound free walk farming systems elevating animal welfare, health and manure quality, while being appreciated by society“ besteht wie bereits beschrieben aus sieben Arbeitspaketen. Diese Arbeitspakete greifen zum Teil auch interdisziplinär ineinander. Nachfolgend wird eine Auswahl der Projektergebnisse in Zusammenarbeit internationaler Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern unter Einbeziehung der Ergebnisse aus den Betriebsbesuchen im österreichischen Teilprojekt als Kurzbeitrag dargestellt. Weiterführende Ergebnisdarstellungen aller Arbeitspakete sind im Projektabschlussbericht zu finden (Ofner-Schröck et al., 2021). Die vollständigen Ergebnisse können den aus diesem Projekt entstandenen wissenschaftlichen Publikationen entnommen werden (siehe Link-Sammlung im Literaturverzeichnis).

Einstreumanagement und Kosten in europäischen Kompoststallungen

(L. Leso, K. Brügemann, P. Galama, A. Zentner, I. Blanco Penedo, M. Klopčič, K. A. Hovstad, M. Barbari)

Einführung

Ziel der aktuellen Teilstudie war es, das Einstreumanagement und die damit verbundenen Kosten in europäischen Liegeboxenlaufställen und Kompostställen zu bewerten und zu vergleichen.

Ergebnisse und Diskussion

Die Merkmale der Haltungssysteme in Liegeboxenlaufstallungen und Kompoststallungen sind in Tabelle 5 aufgeführt. Wie erwartet, hatten Kompostsysteme eine größere Gesamtfläche pro Kuh als Liegeboxenstallungen. Ein großer Platzbedarf ist ein bekanntes Merkmal des Kompoststallsystems (Leso et al., 2020). Das durchschnittliche Flächenangebot im Kompoststall betrug 12,01 m² /Kuh, was größer ist als die meisten Werte, die für Kompoststallsysteme in den USA zum Einsatz kommen (Janni et al., 2007; Black et al., 2013).

Tabelle 6: Hauptmerkmale der Stalleinrichtungen in Kompoststallsystemen (CBP) und Liegeboxensystemen (FS), die in diese Studie einbezogen wurden.

	CBP (n = 20)		FS (n = 20)	
	Mean	SD	Mean	SD
Gesamtfläche pro Kuh (m ² /cow)	16.45	4.25	8.77	3.27
Besatzdichte (m ² /cow)	12.01	3.85		
Liegeboxenstall/Bestandsdichte (cows/stall *100)			107.9	25.2
Platz im Freessgitter pro Kuh (m/cow)	0.826	0.182	0.626	0.192
Breite des Fressganges (m)	4.68	1.36	3.52	0.56
Tiefe der Kompostmatratze (m)	0.50	0.28		

Die Einstreu Praktiken für Kompoststallungen und Liegeboxenstallungen sind in Tabelle 6 zusammengefasst. Bei Kompostställen wurden die Matratzen im Durchschnitt 1,57 Mal pro Tag kultiviert, was bedeutet, dass etwa die Hälfte der Kompoststallsysteme zweimal täglich und die andere Hälfte einmal täglich bearbeitet wurde. Die Mehrheit der Kompoststallungen benutzten eine Fräse (65,2 %) zum Umsetzen, während nur ein Drittel einen Grubber (34,8 %) verwendete. Im Durchschnitt wurde bei Kompostsystemen 0,72 Mal pro Woche oder etwa alle 10 Tage frische Einstreu zugegeben. Ebenfalls nahm die Einstreuhäufigkeit im Winter und Frühjahr tendenziell zu, während sie im Sommer und Herbst reduziert wurde. Im Durchschnitt wurde die Kompostmatratze 1,92 Mal pro Jahr erneuert, typischerweise einmal im Frühjahr und einmal im Spätherbst. Große Unterschiede ergaben sich bei der vollständigen Komposterneuerung, wobei manche nur einmal pro Jahr den Kompost komplett erneuerten und andere öfters im Jahr. In einigen Fällen musste die Kompostmatratze während der Winterperiode einmal pro Monat erneuert werden, da die kalten und nassen Bedingungen zu einem schnellen Anstieg der Feuchtigkeit führten. In Liegeboxenstallungen wurden die Ställe 1,94 Mal pro Tag gereinigt, typischerweise während der Melkzeit, und frische Einstreu gab es 3,28 Mal pro Woche oder etwa jeden zweiten Tag.

Tabelle 7: Wichtige Einstreupraktiken und -geräte in Kompostsystemen- (CBP) und Liegeboxenstallungen (FS), die in dieser Studie untersucht wurden.

	CBP (n = 20)		FS (n = 209)	
	Mean	SD	Mean	SD
Einstreumanagement - Praxis				
Einstreuhäufigkeit (n./d)	1.57	0.78		
Häufigkeit der Stallreinigung (n./d)			1.94	0.57
Häufigkeit der Einstreuzugabe (n. /week)	0.72	0.35	3.28	3.79
Kompletterneuerung Einstreu (n./y)	1.92	2.18		
Traktorleistung (ps)	76.55	33.84		
Anbaugeräte für Kompostbehandlung				
Grubber (%)	34.8			
Rotorfräse (%)	65.2			

Der Zeitaufwand für das Einstreumanagement, der Einstreuverbrauch und die Einstreukosten in Liegeboxen- und Kompoststallungen sind in Tabelle 7 zusammengefasst. Der Zeitaufwand für das Einstreumanagement war in Kompoststallsystemen signifikant geringer als in Liegeboxensystemen (P<0,01). Im Durchschnitt benötigte das Einstreumanagement in Liegeboxensystemen (3,69 h/Kuh*Jahr) mehr als doppelt so viel Zeit wie in Kompostsystemen (1,63 h/Kuh*Jahr). Dies war unerwartet, da Kompoststallungen im Allgemeinen als schwieriger zu bewirtschaften gelten als Liegeboxenlaufställe. Bei

	CBP (n = 20)		FS (n = 20)	
	Mean	95 % CI	Mean	95 % CI
Einstreu- Managementzeit (h/cow*y)	1.6 ^a	0.84-2.43	3.69 ^b	2.77-4.60
Einstreuverbrauch (kg/cow*d)	9.36 ^a	6.88-11.88	3.07 ^b	0.25-5.89
Einstreukosten (€/cow*y)	177.1 ^a	148.6-205.6	53.1 ^b	25.5-80.7

Tabelle 8: Einstreuzeit, Einstreuverbrauch und Einstreukosten in den in dieser Studie untersuchten Ställen mit Komposteinstreu (CBP) und Liegeboxensystemen (FS)

einem Stundenlohn von 15 €/h ist das Einstreumanagement in Kompoststallungen 30,9 €/Kuh*Jahr billiger als ein vergleichbares Liegeboxensystem.

Die Haltungssysteme zeigten auch einen signifikanten Unterschied im Einstreuverbrauch ($P < 0,01$). Die Einstreumenge in Kompostsystemen (9,36 kg/Kuh*d) war mehr als dreimal so hoch wie in Liegeboxensystemen (3,07 kg/Kuh*d). Diese große Menge an Einstreu schlug sich natürlich auf die Einstreukosten nieder, die in Kompoststallungen signifikant höher waren (177,1 €/Kuh*Jahr) als in den Referenzställen (53,1 €/Kuh*Jahr; $P < 0,01$). Der höhere Einstreuverbrauch und die damit verbundenen Kosten in Kompoststallensystemen wurden weitgehend erwartet, da mehrere Studien zu diesen Systemen den hohen Einstreubedarf als eine der Hauptbeschränkungen dieses Haltungssystems hervorhoben (Leso et al., 2020).

Schlussfolgerungen

Obwohl Kompoststallensysteme manchmal für ein arbeitsintensives System gehalten werden, haben unsere Ergebnisse gezeigt, dass das Management, in diese deutlich weniger Zeit (d.h. Arbeit) benötigt als in vergleichbaren Liegeboxensystemen. Die Einsparungen, die mit der Reduzierung des Arbeitsaufwands verbunden sind, können jedoch die signifikant höheren Einstreukosten, die bei Kompoststallungen festgestellt wurden, nicht kompensieren.

Tierwohlbeurteilung in Kompostställen in Europa

(Blanco-Penedo, I., Van Der Werf, J., Brügemann, K., Ofner-Schröck, E., Leso, L., Klopčič, M., Emanuelson, U.)

Einleitung

Ziel dieses Projektteiles war es, das Tierwohl von Milchkühen zu beurteilen und die Hypothese zu testen, dass das Tierwohl von in Kompostställen (Compost-Pack-Barns, CPB) gehaltenen Kühen besser ist als von solchen, die in Liegeboxenlaufställen (Cubicle Housing Systems, CH) gehalten werden.

Hauptergebnisse

Es zeigten sich signifikante Unterschiede im Tierwohl unter verschiedenen Managementbedingungen. Die Hinterviertel und Hinterbeine von Kühen in Kompostställen waren schmutziger als von Kühen in Liegeboxenlaufställen, aber es gab keinen Unterschied in der Verschmutzung von Euter oder Zitzen. Kühe in Kompostställen zeigten weniger haarlose Stellen, weniger Wunden, Krusten und weniger Schwellungen als Kühe in Liegeboxenlaufställen. Die Prävalenz lahmer und geringgradig lahmer Kühe war in Kompostställen im Vergleich zu Liegeboxenlaufställen niedriger, aber es gab keinen Unterschied in der Prävalenz schwerer Lahmheit. Insgesamt wurden 684 Beobachtungsdurchgänge

(auf Gruppenebene) zum Liegekomfort durchgeführt, die 830 Abliege- und 849 Aufstehvorgänge beinhalteten. Kühe in Kompostställen zeigten kürzere Abliegedauern, weniger Schwierigkeiten beim Aufstehen und weniger Kollisionen mit der Haltungseinrichtung bei beiden Verhaltensweisen als Kühe in Liegeboxenlaufställen. Kühe lagen in Kompostställen weniger häufig teilweise oder vollständig außerhalb des vorgesehenen Liegebereichs als in Liegeboxenlaufställen. In Kompostställen nahmen die Kühe im Vergleich zu Liegeboxenlaufställen häufiger bequeme Liegepositionen ein. So waren häufiger lange und breite Liegepositionen zu beobachten als bei Kühen in Liegeboxenlaufställen. Kurze Liegepositionen waren in Kompostställen und schmale Liegepositionen in Liegeboxenlaufstall etwas häufiger.

Kurze Zusammenfassung / Schlussfolgerung

Es gab eine große Variation in der Prävalenz von tierbezogenen Indikatoren zwischen den untersuchten Herden und innerhalb der Haltungssysteme. Zwischen den beiden untersuchten Haltungssystemen zeigten sich jedoch Unterschiede bei den klinischen Indikatoren (Lahmheiten, Integumentschäden, Sauberkeit der Tiere, etc.) und im Liegeverhalten. Gute und schlechte Managementpraktiken gibt es in beiden Systemen, aber der Kompoststall hat das Potenzial, das Wohlbefinden von Milchkühen zu verbessern (Blanco-Penedo et al., 2020).

XTAS-Auswertung und Mastitisbakterienanalyse der Projektländer

(K. Brügemann und P. Galama)

Einleitung

In den Niederlanden ist die Verwendung von kompostiertem Einstreumaterial (Kompost aus Haushaltsabfällen) in Kompostierungs- und Liegeboxenlaufställen seit Januar 2015 verboten. Der Grund dafür ist, dass ein hoher Gehalt an speziellen thermophilen Bakterien bei sterilisierten Produkten Haltbarkeitsprobleme verursachen kann, da ihre Sporen die Verarbeitungsschritte überleben. Dies ist in den Richtlinien der niederländischen Milchverarbeiter aufgeführt. Die Verwendung von holzbasierten oder strohähnlichen Einstreumaterialien ist in den Niederlanden, wo Kompostierungsställe in der Milchviehhaltung seit vielen Jahren etabliert sind, weiterhin möglich.

Es ist nicht unsere Absicht, solche Diskussionen mit den Milchverarbeitern anderer Länder in Gang zu bringen, zumal dies auch nur eine kleine Studie mit begrenzter Aussagekraft ist. Oft werden jedoch v.a. niedrige Temperaturen in der Einstreu im Zusammenhang mit Verbesserungspotenzial im Einstreumanagement und den Auswirkungen auf die Sauberkeit der Kühe diskutiert. Daher ist dieser Artikel als Feedback für Landwirte gedacht, um die Aufmerksamkeit auf einige Risiken im Zusammenhang mit ungünstigen Temperaturbereichen und Umweltbedingungen zu lenken, welche das Wachstum unerwünschter Mikroorganismen fördern, die im Zusammenhang zu Produktqualität und Eutergesundheit stehen.

Ergebnisse

Abbildung 4 zeigt eine starke positive Beziehung zwischen XTAS und der durchschnittlichen Temperatur der Einstreu während der 6 Betriebsbesuche. Dies ist logisch, da diese Bakterien thermophil (hitzeliebend) sind. Einstreutemperaturen über 40 °C im Durchschnitt fehlen in dieser Studie. Temperaturen zwischen 40 und 50 °C können als

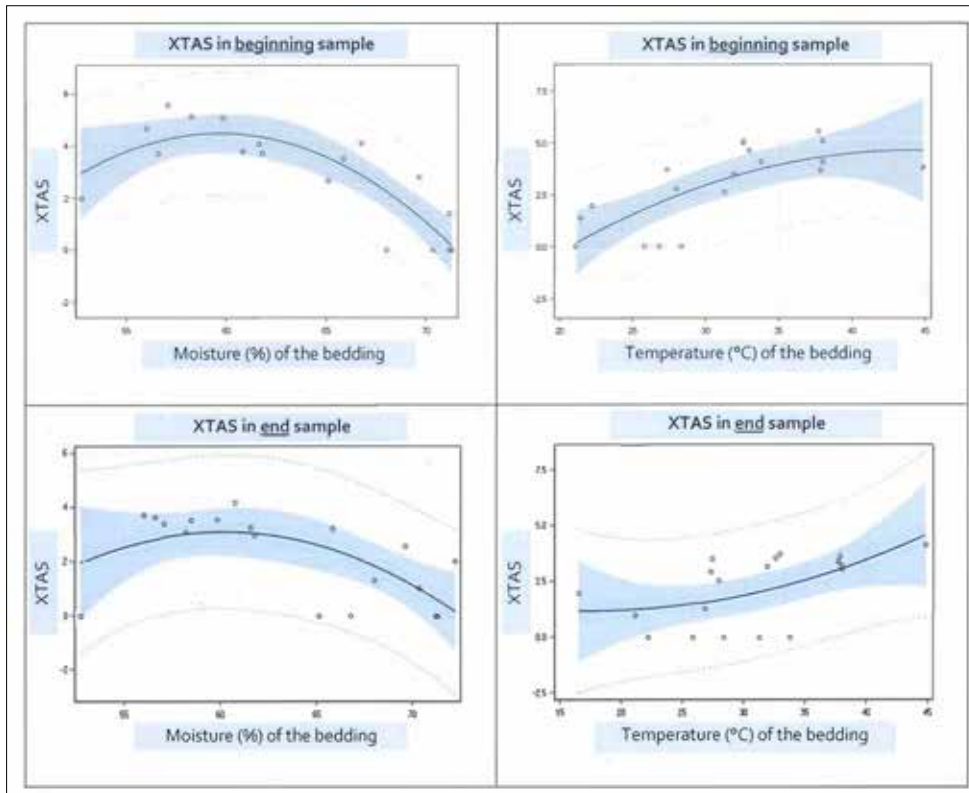


Abbildung 4: Beziehung von XTAS in der Einstreu mit Feuchtigkeit (linke Seite) und Einstreutemperatur (rechte Seite) für den Beginn (1. Reihe) und das Ende (2. Reihe) der Kompostierungsperiode.

Ergebnis eines guten Kompostierungsprozesses erreicht werden. Die Temperaturen in dieser Studie liegen unter diesem optimalen Bereich. Daher ist es schwierig, die Reaktion von XTAS innerhalb dieser optimalen Temperaturbereiche zu analysieren. Aber höhere Mengen an XTAS sind zu erwarten, wenn durchschnittlich 40 °C in der Einstreu überschritten werden, da die Sporen extrem thermophil sind.

Für das Funktionieren des Kompostierungsprozesses und die Sauberkeit der Kühe ist es wichtiger einen niedrigeren Feuchtigkeitsgehalt als hohe Temperaturen anzustreben. Feuchtigkeiten über 60 % (nass) sind leider häufig anzutreffen. Diese führen aber zu einer Abnahme der XTAS-Bakterien (Abbildung 4, linke Seite), weil der für die aeroben Prozesse dieser Bakterien notwendige Sauerstoff unter nassen Bedingungen reduziert ist.

In fast allen Betrieben liegen die TAS-Werte bei 0 in der Tankmilch, was nicht bedeutet, dass keine TAS in der Milch vorhanden sind, sondern eher, dass sie einfach unterhalb der Nachweisgrenze liegen. Werte von 1, 2 oder sogar 4 könnten auf Fehler beim Reinigen und Vormelken der Euter zurückzuführen sein. Es bestand kein Zusammenhang zur Einstreutemperatur.

Zusammenfassung und Schlussfolgerung

In einer kleinen Studie mit begrenzter Aussagekraft wurde der Zusammenhang zwischen dem Einstreumanagement in 20 Kompostierungsställen (FREEWALK) und dem Risiko für die Milchqualität in Bezug auf Haltbarkeitsprobleme bei sterilisierten Milchprodukten durch Sporen von extrem thermophilen aeroben Sporenbildnern (XTAS) untersucht. Dieser Artikel zeigt größere Mengen an Sporen von XTAS in der Einstreu, wenn die Temperatur hoch und die Feuchtigkeit in der Einstreu niedrig ist. Eine feuchte Einstreu kann XTAS verringern, aber wir empfehlen vor allem auf eine trockene Einstreu zu achten. Das Einstreumanagement sollte eher auf einen niedrigen Feuchtigkeitsgehalt (< 60 %

Feuchtigkeit) als auf eine hohe Einstreutemperatur (> 40 bis 50 °C) ausgerichtet sein, da eine trockene Einstreu die Beine, das Euter und die Zitzen sauber hält sowie die Risiken für Mastitis minimiert.

Weitere Themenbereiche

Wie bereits erwähnt können in diesem Tagungsbeitrag nur einzelne Schwerpunktthemen aus dem internationalen Gesamtprojekt FreeWalk herausgegriffen werden. Zu folgenden Themenbereichen liefern der Projektabschlussbericht (Ofner-Schröck, et al., 2021) sowie eine Reihe von internationalen Publikationen (siehe Link-Sammlung) weiterführende Ergebnisse:

- **Animal Health-** Tiergesundheit (Emanuelson, 2021)
- **Comparison of lying behaviour in freewalk vs cubicle barns** - Vergleich des Liegeverhaltens in Kompostställen vs. Liegeboxenlaufställen (Ouweltjes, 2021)
- **Comparing antibiotic use in freewalk and cubicle housing systems** – Vergleich des Antibiotikaeinsatzes in Kompostställen und Liegeboxenlaufställen (Kuipers und Galama, 2021)
- **Phänotypische und genomische Analysen von Zellfraktionen und Bakterien in Eutervierteln von Milchkühen in Kompostierungsställen** (Wagner et al., 2021)
- **Characteristics of solid manure from freewalk housing compared to slurry, and appreciation by farmers** - Eigenschaften von Festmist aus Kompoststallhaltung im Vergleich zu Gülle und Wertschätzung durch Landwirte (van Middelloop, 2021)
- **Multifunctional use of composted bedding material from cattle CBP barns** - Multi-funktionale Nutzung von kompostiertem Einstreumaterial aus Rinderkompostställen (Klopčič et al., 2021)
- **Verbraucherakzeptanz von Haltungssystemen mit freier Liegefläche** (Waldrop, 2021)
- **Compost bedding pack barns compared to conventional cubicle housing - a multi-criteria analysis** - Kompostställe im Vergleich zu herkömmlichen Liegeboxenlaufställen - eine Multikriterien-Analyse (Hovstad, 2021)

Abbildung 5: Meeting der Free-Walk-Projekt-Partner an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein im Juni 2018



Schlussfolgerung

Aus dem ERA-NET-SUSAN Projekt „FreeWalk - Develop economic sound free walk farming systems elevating animal welfare, health and manure quality, while being appreciated by society“ gingen eine Reihe von neuen Erkenntnissen und Empfehlungen für die zukünftige Haltung und das Management von Rindern hervor. Die Schlussfolgerungen zu den einzelnen Teilergebnissen wurden in den jeweiligen Kapiteln dargestellt. Die umfangreichen Ergebnisse wurden in mehreren wissenschaftlichen Publikationen beschrieben (siehe Link-Sammlung im Literaturverzeichnis) und auf einer eigenen Projekt-Website dargestellt (<https://www.freewalk.eu/en/freewalk.htm>).

Danksagung (Acknowledgments)

We thank all partners from the Freewalk Consortium for the good cooperation: Marija Klopčič, Abele Kuipers, Matteo Barbari, Kerstin Brügemann, Ulf Emanuelson, Petra Engel, Paul Galama, Knut Anders Hovstad, Sven König, Valborg Kvakkestad, Lorenzo Leso, Renate Mayer, Jantine van Middelkoop, Wijbrand Ouweltjes, Isabel Blanco-Penedo, Jutta Roosen, Jan Tomka, Megan Waldrop, Christina Weimann. Wir möchten uns bei allen teilnehmenden Landwirtinnen und Landwirten sowie bei allen Projektmitarbeitern für die Unterstützung bei den Betriebsbesuchen bedanken.

Literatur

BEWLEY, J. M., L. M. ROBERTSON, AND E. A. ECKELKAMP. 2017. A 100-year review: Lactating dairy cattle housing management. *J. Dairy Sci.* 100:10418–10431.

BLANCO-PENEDO, I., OUWELTJES, W., OFNER-SCHRÖCK, E., BRÜGEMANN, K., EMANUELSON, U. (2020) Symposium review: Animal welfare in free-walk systems in Europe. *Journal of Dairy Science* 103 (6): 5773-5782, <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17315>

BURGSTALLER, J., RAITH, J., KUCHLING, J., MANDL, V., HUND, A., KOFLER, J., (2016): Claw health and prevalence of lameness in cows from compost bedded and cubicle freestall dairy barns in Austria. *The Veterinary Journal* 216 (2016) 81-86, Elsevier Verlag.

GALAMA, P., (2014): On farm development of bedded pack dairy barns in The Netherlands, Report 707, Wageningen UR Livestock Research.

GALAMA, P., OUWELTJES, W., ENDRES, M., SPRECHER, J. R., LESO, L., KUIPERS, A., KLOPČIČ, M., 2020. Future of housing for dairy cattle: symposium review. *Journal of Dairy Science*, 103, 6: 5759-5772. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17214>

GALAMA, P.J., OUWELTJES, W., ENDRES, M.I., SPRECHER, J.R., LESO, L., KUIPERS, A., & KLOPČIČ, M. (2020) Symposium review: Future of housing for dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 103 (6): 5759-5757

HOLZEDER, S., (2011): Kompoststall – eine Alternative stellt sich vor. Bautagung Raumberg-Gumpenstein. Seite 5-6. HBLFA Raumberg-Gumpenstein. 8952 Irdning. ISBN: 978-3-902559-57-9.

KLOPČIČ, M., ERJAVEC, K., WALDROP, M., ET AL (2021): Consumers' and Farmers' Perceptions in Europe Regarding the Use of Composted Bedding Material from Cattle. *Sustainability*, Article. *Sustainability* 2021, 13, 5128. <https://doi.org/10.3390/su13095128>.

LESO, L., BARBARI, M., LOPES, M. A., DAMASCENO, F. A., GALAMA, P., TARABA, J. L., KUIPERS, A., 2020. Invited review: Compost-bedded pack barns for dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 103, 2: 1072-1099 <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16864>

LESO, L. ET AL. (2021) Bedding management and cost in compost bedded pack and freestall barns for dairy cows in Europe.

OFNER-SCHRÖCK, E., HUBER, G., GASTEINER, J., GUGGENBERGER, T., ZÄHNER, M., GULDIMANN, K., (2013): Rahmenbedingungen für den Einsatz von Kompostställen in der Milchviehhaltung. Abschlussbericht. HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 8952 Irdning-Donnersbachtal. Projekt Nr./Wissenschaftliche Tätigkeit Nr. 3599.

OFNER-SCHRÖCK, E., BREININGER, W., GASTEINER, J., HOLZEDER, S., PÖLLINGER, A. und ZÄHNER, M. (2014). Kompostställe für die Milchviehhaltung. ÖAG-Sonderbeilage. www.oeaggruenland.at

OFNER-SCHRÖCK, E., ZÄHNER, M., HUBER, G., GULDIMANN, K., GUGGENBERGER, T., GASTEINER, J. (2015): Compost Barns for Dairy Cows - Aspects of Animal Welfare. Open Journal of Animal Science, 5, 124-131, <http://www.scirp.org/Journal/PaperInformation.aspx?PaperID=55276>.

OFNER-SCHRÖCK, E.; ZENTNER, A., ET AL. (2021): ERA-NET SUSAN Projekt „FreeWalk - Develop economic sound free walk farming systems elevating animal welfare, health and manure quality, while being appreciated by society“, Abschlussbericht, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, im Druck.

PÖLLINGER, A., (2016): Kompoststall – Funktion, Emissionen und Wirtschaftsdüngerqualität. Vortrag im Rahmen der Humustage in der Ökoregion Kaindorf, Bez. Hartberg am 18. Jänner 2016.

PÖLLINGER, A, PÖLLINGER-ZIERLER, B., KAPP, C., SCHWAIGER, M., KONRAD, M., REISINGER, C., KOPPER, M., (2016): Kompoststall für Rinder – wichtige Parameter für einen guten Kompostierungsverlauf. Österreichische Fachtagung für Biologische Landwirtschaft 2016, 1 – 6, Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt Raumberg-Gumpenstein, ISBN: 978-3-902849-41-0.

WAGNER, P., BRÜGEMANN, K., YIN, T., ENGEL, P., WEIMANN, C., SCHLEZ, K., KÖNIG, S. (2021) Microscopic differential cell count and specific mastitis pathogens in cow milk from compost-bedded pack barns and cubicle farms. Submitted to J. Dairy Res. (16.12.2020)

WALDROP, M.E. AND ROOSEN, J. (2021) Consumer acceptance and willingness to pay for cow housing systems in eight European countries. Q Open, qoab001, <https://doi.org/10.1093/qopen/qoab001>

Link-Sammlung zu wissenschaftlichen Publikationen aus dem Projekt:

- <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17214>
- <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16864>
- <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17315>
- <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18318>
- <https://www.mdpi.com/2076-2615/10/2/351>
- <https://www.freewalk.eu/en/freewalk.ht>

Gendererklärung: Generell wurde in diesem Tagungsband die in der deutschen Sprache übliche, männliche Anrede gewählt. Diese Anrede für personenbezogene Bezeichnungen bezieht sich jeweils auf alle Geschlechter gleich. Keinesfalls soll dies eine Ablehnung des Gleichheitsgrundsatzes zum Ausdruck bringen.