

# Web-Konferenz Bautagung Raumberg-Gumpenstein

19. - 20. Mai 2021

HBLFA Raumberg-Gumpenstein

# **Web-Konferenz Bautagung Raumberg-Gumpenstein**

Raumberg-Gumpenstein 2021

Irdning-Donnersbachtal 2021



### Impressum

Medieninhaber und Herausgeber:  
HBLFA Raumberg-Gumpenstein  
Landwirtschaft  
Raumberg 38, 8952 Irdning  
raumberg-gumpenstein.at  
Für den Inhalt verantwortlich: Die AutorInnen  
Gestaltung: Isabella Zamberger

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.

ISSN: 1818-7722  
ISBN: 978-3-902849-85-4  
Alle Rechte vorbehalten  
Irdning-Donnersbachtal 2021

# Inhaltsverzeichnis

<b>Tierwohl, Umweltschutz und Emissionen - die Themen der Innovation Farm 2021</b> .....	<b>5</b>
Christian Fasching, Edina Scherzer, Reinhard Huber, Andreas Zefferer, Gregor Huber, Andreas Zentner, Andreas Klingler, Alfred Pöllinger-Zierler	
<b>Sammelroboter zur Entmistung in Rinderlaufställen - Chancen und Grenzen!</b> .....	<b>9</b>
Alfred Pöllinger-Zierler, Andreas Zefferer und Christian Fritz	
<b>Ein Vergleich verschiedener Bodenarten im Hinblick auf die Klauengesundheit unter besonderer Berücksichtigung von Gussasphaltböden</b> .....	<b>25</b>
Johann Kofler	
<b>Stallbau, Management und Tierwohl - erste Ergebnisse aus der Anwendung des FarmLife-Welfare-Index</b> .....	<b>43</b>
Elfriede Ofner-Schröck, Thomas Guggenberger, Edina Scherzer, Andreas Steinwidder	
<b>Freewalk - internationale Untersuchungen zum Kompoststall als innovatives Rinderhaltungssystem mit freier Liegfläche</b> .....	<b>57</b>
Andreas Zentner, Elfriede Ofner-Schröck, Marija Klopčič, Abele Kuipers, Matteo Barbari, Kerstin Brügemann, Ulf Emanuelson, Paul Galama, Knut Anders Hovstad, Lorenzo Leso, Isabel Blanco Penedo	
<b>Holz beim Stallbau - beständig, nachhaltig und wirtschaftlich?</b> .....	<b>75</b>
Jochen Simon, Ferdinand Oberhardt, Yuan Jiang, Stefan Winter, Sabine Helm, Klaus Richter, Gabriele Weber-Blaschke, Philipp Dietsch	
<b>Tierwohlpakt hinsichtlich Tierwohl und Maßnahmen zur Emissionsreduktion</b> .....	<b>82</b>
Johannes Fankhauser	
<b>Emissionsminderung Nutztierhaltung - Eindrücke aus dem Verbundvorhaben EmiMin</b> .....	<b>82</b>
Eva Gallmann	
<b>Vorstellung des Projekts IBeSt: Innovationen für bestehende Aufzucht-und Mastställe für Schweine in Österreich - zum Wohl von Tier und Mensch</b> .....	<b>83</b>
Birgit Heidinger und Eduard Zentner	
<b>Untersuchung von drei Abluftreinigungsanlagen für die Schweinemast</b> .....	<b>89</b>
Michael Kropsch, Christian Fritz, Eduard Zentner	
<b>SaLuT - multifunktionaler Lösungsansatz zu Tierwohl und Emissionen in der Schweinemast?</b> .....	<b>107</b>
Eduard Zentner, Birgit Heidinger	



## Tierwohl, Umweltschutz und Emissionen - die Themen der Innovation Farm 2021

Christian Fasching<sup>1</sup>, Edina Scherzer<sup>1</sup>, Reinhard Huber<sup>1</sup>, Andreas Zefferer<sup>1</sup>, Gregor Huber<sup>1</sup>, Andreas Zentner<sup>1</sup>, Andreas Klingler<sup>1</sup>, Alfred Pöllinger-Zierler<sup>1</sup>

Neben den Use Cases zu den Themen Tierhaltung, Tierwohl, Umweltschutz und Emissionen, zeigt die Innovation Farm wie smarte Helfer, Tierärzte in der Bestandesbetreuung unterstützen.

### WeideGPS - GPS Ortung in der Weide- und Almhaltung

Das Herdenmanagement, insbesondere die Tierbetreuung im Rahmen einer Weide- und Almwirtschaft unter alpinen Bedingungen, ist äußerst arbeits- und zeitintensiv. Dabei nimmt das Suchen der Herden im unwegsamen Gelände einen Großteil der Arbeitszeit in Anspruch. Almpersonal ist vielfach nur dann vor Ort, wenn die Alm touristisch genutzt wird. In diesen Fällen stehen die Gäste meistens im Vordergrund, für die Tierkontrolle bleibt wenig Zeit übrig.

Im Rahmen des Use Cases WeideGPS soll untersucht werden, ob GPS-Tracker aus der Fahrzeugindustrie für die Tierhaltung auf Almen geeignet sind. Die Voraussetzung für die Funktion der GPS-Tracker ist eine vorhandene GSM Netzabdeckung im gesamten Weidegebiet. In den touristisch genutzten Gegenden ist diese meist vorhanden, entlegene Gebiete hingegen weisen eine lückenhafte Netzabdeckung auf. Durch den Einsatz der GPS-Tracker kann eine konkrete Aussage über die tatsächlich verfügbare GSM Netzabdeckung von den verschiedenen Weideflächen getroffen werden. Ist kein GSM Netz vorhanden, besteht die Möglichkeit, mit Hilfe von Antennen ein Niederfrequenznetz (LPWAN) aufzubauen. Durch diese Technik wird weniger Strom für das Versenden der Daten benötigt. Die Nachteile sind erhöhte Kosten und zu Beginn ein Mehraufwand durch das Anschaffen und Aufstellen der Antennen, deren Anzahl stark vom abzudeckenden Gelände abhängt.

Das Ziel dieses Use Cases liegt in der Etablierung, einer für die Praxis preiswerten und einfach anwendbaren Methode zur Weidetierüberwachung. Der Tierhalter soll damit beim Herden- und Weidemanagement sowie beim Erfüllen der Fürsorgepflicht unterstützt werden.



Abbildung 1: Schafe wurden mit GPS-Tracker ausgestattet (Bildquelle: HBLFA Raumberg-Gumpenstein).

<sup>1</sup> HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Raumberg 38, 8952 Irdning-Donnersbachtal

\* Ansprechperson: Christian Fasching

E-Mail: christian.fasching@raumberg-gumpenstein.at



## SmartVet Sense - smarte Helfer in der Bestandesbetreuung von Milchviehherden

Die Sensoren von SCR Allflex erfassen tierindividuell physiologisch- und pathologisch relevante Parameter. Zu den wichtigsten zählen die Wiederkau- und Bewegungsaktivität. Mit ihnen können herannahende Erkrankungen vor dem Auftreten klinischer Symptome erkannt werden, wodurch es möglich ist, sofortige Maßnahmen einzuleiten.

Neben diesen spezifischen Funktionen für das Gesundheitsmonitoring wird das Fruchtbarkeitsgeschehen tierindividuell überwacht. Die Erfahrung zeigt, dass Brunstereignisse mit den Systemen von SCR Allflex (SenseHub) wesentlich besser erkannt werden, als durch die visuelle Beobachtung. Neben dieser für den Tierhalter wesentlichen Funktion werden von SenseHub auch Kühe mit auffälligen Fruchtbarkeitsgeschehen erkannt. Für die Verwendung im Routinebetrieb können Kühe mit abweichendem Verhalten in benutzerfreundlichen Arbeitslisten abgefragt und sortiert werden.

Im Use Case SmartVet Sense wird ein Konzept für die nachhaltige und praktikable Verwendung von SenseHub in der tierärztlichen Bestandesbetreuung von Milchviehherden entwickelt.

Abbildung 2:  
Ergebnisse von sensor-  
basierten Herdenmanagemen-  
tssystemen fließen in die tier-  
ärztliche Bestandesbetreuung  
mit ein (Bildquelle: HBLFA  
Raumberg-Gumpenstein).



Der Fokus richtet sich dabei auf die Verwendung von Fruchtbarkeitsfunktionen. Dazu arbeitet der Betreuungstierarzt beim routinemäßigen Besuch vorrangig mit den vom System generierten Informationen. Mit den gewonnenen Erfahrungen wird ein Konzept zur sensorunterstützten Bestandesbetreuung entwickelt, das auf die Bedürfnisse der Tierärzte und Praktiker abgestimmt ist.

Der daraus resultierende Mehrwert soll eine nachhaltige und praktikable Verwendung in der tierärztlichen Praxis garantieren.

## Siloschani - Umweltschutz in der Futterkonservierung

Das mobile Fahrsiloabdecksystem von Agrotel trägt zu einer effizienten Ressourcenverwendung am landwirtschaftlichen Betrieb bei. Durch den Einsatz einer mehrjährigen Folie können Gitter- und Plastikfolien, die nach der Verwendung entsorgt werden, eingespart werden. Mit dem Siloschani von Agrotel wird die mehrjährige Verwendung einer speziell für die Abdeckung von Fahrsilos entwickelten Folie ermöglicht. Sie ist die Alternative zur herkömmlichen Methode, bei der mehrere Schichten von Einwegfolien und Abdecknetzen verwendet werden. Im Rahmen des Use Cases wird erprobt, ob durch das motorbetriebene Aufrollsystem, das zur Manipulation der mehrjährigen Silofolie eingesetzt wird, eine Arbeitserleichterung erzielt werden kann und ob die qualitätsbestimmenden Parameter von Silage beeinflusst werden. Inwieweit das Ausbilden eines Vordaches die Anschnittfläche vor direkter Sonneneinstrahlung, Niederschlägen und Witterungseinflüssen schützt, wird durch zusätzliche Erhebungen geklärt.



Abbildung 3: Auf das mobile Fahrsiloabdecksystem wird die Mehrwegfolie aufgewickelt (Bildquelle: HBLFA Raumberg-Gumpenstein).

## SlurryCollect - Sammelroboter zur Entmistung in Rinderlaufställen - Chancen und Grenzen

Der Entmistungsroboter Lely Collector befreit die Bodenoberfläche in Rinderlaufställen von anfallendem Kot und Harn. Durch das Aufsammeln der Ausscheidungen sorgt dieser für saubere Bewegungsflächen. Darüber hinaus sind kotfreie Laufflächen hinsichtlich Klauengesundheit positiv zu bewerten. Da der Mistroboter weder auf klassische Mistachsen noch auf erhöhte Quergänge angewiesen ist, revolutioniert er den Um- und Neubau von Rinderstallungen. Außerdem kann er zum Reinigen von Auslauflächen genutzt werden.



Abbildung 4: Die Reinigungswirkung, Leistungsfähigkeit und Funktionsfähigkeit von einem Entmistungsroboter wird auf Praxisbetrieben erprobt (Bildquelle: HBLFA Raumberg-Gumpenstein).

Im Rahmen vom Use Case SlurryCollect wird die Praxistauglichkeit anhand wesentlicher Parameter beurteilt. Dies reicht vom Bewerten der Reinigungswirkung, der Leistungsfähigkeit und der Funktionsfähigkeit im Winterbetrieb bis hin zu Erfahrungsberichten von Praktikern. In einer weiteren Studie wird das Potenzial zum Verringern von Stallemissionen erhoben.



## EmiGrass - Lachgasmessung im Grünland

Die Europäische Kommission hat sich mit dem European Green Deal zum Ziel gesetzt, bis 2050 die Netto-Emissionen von Treibhausgasen auf 0 zu reduzieren. Über die aus dem Green Deal resultierende „Farm to Fork“-Strategie, wird die Landwirtschaft schon innerhalb des nächsten Jahrzehnts einen großen Beitrag zur Erreichung der Klimaziele und zum Umweltschutz leisten (Europäische Kommission, 2019). Global gesehen verursacht die Landwirtschaft gut 40 % der Methanemissionen ( $\text{NH}_4$ ) und etwa zwei Drittel der Lachgasemissionen ( $\text{N}_2\text{O}$ ), wobei von den Lachgasemissionen etwa 13 % auf die Verwendung von mineralischem Stickstoffdünger entfallen (Olivier und Peters, 2020). In Österreich verursacht die Landwirtschaft 9 % der gesamten Treibhausgasemissionen. Dabei wurde im Jahr 2019 70 % der  $\text{N}_2\text{O}$ -Emissionen und 74 % der  $\text{CH}_4$ -Emissionen der Landwirtschaft zugeschrieben (Umweltbundesamt, 2021). Neben der enterischen Fermentation steht vor allem die Stickstoffdüngung im Fokus der Entscheidungsträger, da unkontrollierte Stickstoff Emissionen in die Atmosphäre sowie ins Grundwasser - verursacht durch nicht-sachgerechte Handhabung (Einsatzzeitpunkt, N-Menge, N-Form) - wesentliche Treiber der Emissionen sind.

In Bezug auf nitrathaltige Dünger (z.B. Kalkammonsalpeter), wurde in Grünlandversuchen der letzten 20 Jahre unter niederschlagsreichen Bedingungen ein erhöhtes  $\text{N}_2\text{O}$ -Emissionspotential festgestellt (Cowan et al., 2020).  $\text{N}_2\text{O}$  wird sowohl bei der Nitrifikation als auch bei der Denitrifikation erzeugt. Beide Prozesse sind äußerst komplex und stark von der Art und Menge der Stickstoffdüngung und von Standort- und Witterungsbedingungen abhängig. Mit dem Use Case EmiGrass von Borealis soll das Potential und der mögliche Einsatz einer photoakustischen Gasesstechnik zur Abschätzung von  $\text{N}_2\text{O}$ -Emissionen unter Praxisbedingungen auf einer Dauergrünlandfläche untersucht werden. Die Ergebnisse aus dieser Pilotstudie sollen wichtige Erkenntnisse über die Machbarkeit und die Aussagekraft der bestehenden technischen Ausstattung liefern.

Abbildung 5: Fotoakustische Gasesstechnik der Firma Gasera. (Bildquelle: [www.gasera.fi](http://www.gasera.fi))



### Literatur


COWAN, N.; CARNELL, E.; SKIBA, U.; DRAGOSITS, U.; DREWER, J. UND LEVY, P. (2020): Nitrous oxide emission factors of mineral fertilisers in the UK and Ireland: A Bayesian analysis of 20 years of experimental data. *Environment International* 135, 105366.

EUROPÄISCHE KOMMISSION (2019): Der europäische Grüne Deal, Brüssel, 29 S.

OLIVIER, J.G.J. UND PETERS, J.A.H.W. (2020): Trends in global  $\text{CO}_2$  and total greenhouse gas emissions: 2020 Report, PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, Den Haag, 85 S.

UMWELTBUNDESAMT (2021): Austria's National Inventory Report 2021, Vienna, 807 S.

Mit Unterstützung von Bund, Ländern und Europäischer Union

 Bundesministerium  
Landwirtschaft, Regionen  
und Tourismus

 LE 14-20  
Entwicklung für den Ländlichen Raum

Europäischer  
Landwirtschaftsfonds für  
die Entwicklung des  
ländlichen Raums:  
Hier investiert Europa in  
die ländlichen Gebiete. 

## Sammelroboter zur Entmistung in Rinderlaufställen - Chancen und Grenzen!?

Alfred Pöllinger-Zierler<sup>1</sup>, Andreas Zefferer<sup>1</sup>, Christian Fritz<sup>1</sup>,  
Bernhard Rudorfer<sup>1</sup>

### Zusammenfassung

Im Rahmen des Großprojektes „Innovation Farm“ mit dem Hintergrund Digitalisierung in der Landwirtschaft voranzutreiben, wurde eine Praxisuntersuchung (Use Case) zum Thema Sammelroboter gestartet. Im Rahmen dieses Projektes wurden eine Praxisumfrage, erste Emissionsmessungen und Erhebungen zur Restverschmutzung auf zwei Praxisbetrieben und ökonomische Berechnungen durchgeführt.

In einer modellhaften Kalkulation wurden anhand der Emissionsmessungen zwischen 7 kg (Betrieb 2) und 20 (Betrieb 1) Ammoniakemissionen pro GVE und Jahr berechnet. Die Unterschiede zwischen den beiden Versuchsbetrieben lassen sich zum einen aufgrund der unterschiedlichen Stallbausysteme – Offenfrontstall versus Cuchettenstall erklären. Aufgrund der Außenklimabedingungen auf Betrieb 2 findet vermutlich ein rascherer Ammoniakabtransport statt, der mit dem verwendeten Messsystem nicht erfasst werden kann. Zum anderen wird dieser Effekt bei der Emissionsmassenbilanzrechnung (kg NH<sub>3</sub>-N/GVE und Jahr durch die unterschiedliche großen Laufgang- und Fressgangflächen verstärkt. Am Betrieb 1 muss die gemessene Ammoniakfracht pro Quadratmeter auf eine größere Fläche bezogen werden (4,7 m<sup>2</sup>/GVE auf Betrieb 1 zu 3,7 m<sup>2</sup>/GVE auf Betrieb 2). Weder die Methode noch die Messdauer lassen einen endgültigen und wissenschaftlich abgesicherten Schluss auf die tatsächliche Emissionssituation auf den Betrieben zu.

Hinsichtlich der Restverschmutzung zeigten sich deutliche Unterschiede zwischen den einzelnen Betrieben. Die Oberflächenstruktur hat erfahrungsgemäß einen sehr entscheidenden Einfluss auf den Anteil der Restverschmutzung. Grundsätzlich lassen sich Oberflächen mit geringer Makrorauheit besser reinigen. Interessanterweise schlägt sich diese Tatsache nicht auf das Emissionsgeschehen auf diesen Flächen nieder. Das wiederum bestätigt das Ergebnis aus vielen Versuchen, dass ein häufiges Abschieben einer emissionsaktiven Oberfläche alleine nicht hilft die Emissionsraten zu senken, sondern nur die Kombination aus möglichst sauberer Oberfläche und einem raschen Harnabfluss. Inwieweit sich durch die gute Reinigung auch völlig trockene Laufgangoberflächen und damit ein Stopp der Ammoniakfreisetzung erreichen lässt, muss im Sommerbetrieb weiter bemessen werden.

Aus der Praxiserhebung geht als Hauptmotivation für die Anschaffung eines Sammelroboters eindeutig die einfachere Integration in das Stallbaukonzept hervor. Ebenso wird die damit verbundene automatisierte Zwischengang- und Auslaufflächenreinigung als wesentlicher Vorteil gesehen.

<sup>1</sup>HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Raumberg 38, 8952 Irdning-Donnersbachtal

\*Ansprechperson: Alfred Pöllinger-Zierler

E-Mail: alfred.poellinger-zierler@raumberg-gumpenstein.at

Die betriebswirtschaftliche Betrachtung der Investition bringt Mehrkosten für die Anschaffung und den Betrieb eines Sammelroboters von rund 2.100 € gegenüber einem Klappschieber mit sich. Die Ersparnis an Arbeitszeit wiegt die Kosten des Roboters nicht auf. Demgegenüber können die möglichen Vorteile einer Investition in diese Technik in den Bereichen flexibleres Management, Umsetzung eines einfacheren Stallbaukonzeptes, flexiblere Nachnutzung und bessere Anpassung der Reinigung an die Verschmutzungsintensität bestimmter Aktivitätsbereiche liegen. Während sich mit der Schieberentmistung „nur“ ganze Laufgänge mit dem gewählten Intervall reinigen lassen, können mit dem Sammelroboter stärker frequentierte und damit stärker verschmutzte Oberflächen (Beispiel: Wartebereiche oder vor Kraftfutterstationen) gezielter sauber gehalten werden. Zudem ist die Gefahr des Mitschiebens von frisch geborenen Kälber, so wie es bei der automatisierten intervallgesteuerten Schieberentmistung befürchtet wird, nicht möglich.

Die Automatisierung und Digitalisierung wird auch in der Tierhaltung verstärkt voranschreiten, der Sammelroboter der Firma Lely stellt dafür einen weiteren Baustein dafür dar.

Weitere Untersuchungen sind für den Winterbetrieb in Offenfrontställen, bezüglich des Einflusses auf die Klauengesundheit und der möglichen Integration in den emissionsmindernden Stallbau (Laufgangflächen mit Quergefälle, Rillenboden,...) erforderlich.

Schlagwörter: Rinder, Entmistung, Sammelroboter, Automatisierung

## Einleitung

Die tägliche Arbeitsroutine auf viehhaltenden Betrieben mit Stallhaltung beinhaltet neben der Fütterung, der Tierkontrolle und der je nach Nutzungsrichtung notwendigen Melkarbeit auch die Entmistungsarbeit. In diesen Bereichen haben in den letzten Jahren, nicht nur aufgrund zunehmend größerer Tierbestände pro Einzelbetrieb, sondern auch aufgrund der abnehmenden Arbeitskräfteverfügbarkeit die Themen Mechanisierung, Automatisierung und Digitalisierung stark an Bedeutung gewonnen. Die Haltung von Rindern auf begrenzten Flächen bedeutet, dass in Ställen große Mengen an Ausscheidungen anfallen. Ziele für ein effizientes Entmistungssystem sind die Arbeitsentlastung, verbesserte Haltungsbedingungen für die Tiere, die Reduktion von Nährstoffverlusten, Ammoniakemissionen und der unkontrollierte Eintrag von Düngerresten (MB84, 2008).

Die rasant zunehmende Automatisierung und Digitalisierung hat auch vor rinderhaltenden Betrieben nicht haltgemacht. Sind es im Bereich der Fütterung die (halb-) automatisierten Fütterungssysteme (AFS), im Bereich der Melktechnik die automatischen Melksysteme (AMS) und im Bereich der Tierkontrolle sämtliche Systeme der Tierüberwachung (z.B. Brunsterkennungssysteme), so beginnt sich auch in der Entmistungstechnik das Thema „Entmistungsroboter-Sammelroboter“ verstärkt durchzusetzen. Die Hintergründe für deren Entwicklung sind vielschichtig zu sehen. Zum einen ist man mit dieser neuen Technik deutlich flexibler in der baulichen Weiterentwicklung auf den Betrieben – Zubauten können auch rechtwinklig, entgegen geradliniger Mistachsen, realisiert werden, Zwischengänge werden und Ausläufe können mitgereinigt werden. Zum anderen kann das Entmistungsmanagement besser auf die örtliche Verschmutzungssituation angepasst werden - auf „verschmutzungsintensiveren“ Flächen (z.B. im Bereich der Kraftfutterstation)

kann die Entmistungshäufigkeit einfacher angepasst werden als bei herkömmlichen Schieberanlagen. Damit ist grundsätzlich ein weiterer Bereich mitbetroffen, nämlich die Auswirkungen auf die Klauengesundheit. Für eine hohe Klauengesundheit ist ein möglichst trockenes Stehen und Gehen für die Tiere erforderlich. In der Literaturarbeit von Dörfler et al. (2014) wird der eindeutig positive Effekt von Spaltenrobotern auf die Klauengesundheit beschrieben. Inwieweit diese Ergebnisse auf planbefestigte Oberflächen zu übertragen sind, ist offen. Generell wird aber immer wieder auf die Wichtigkeit von gut gereinigten Stallfußbodenoberflächen im Zusammenhang mit der Klauengesundheit gesprochen (Naas et al., 2014). Bei Schieberanlagen mit Zeituhrsteuerung lässt sich das Entmistungsintervall ebenfalls einfach anpassen, wird allerdings von der Praxis nicht gerne angenommen. Der Grund dafür liegt in der Gefahr, dass neugeborene Kälber in Ausnahmefällen auch einmal im Laufgangbereich eines Stalles abgelegt werden und dann mitgeschoben werden können. Mit dem Sammelroboter wird diese Gefahr als nicht gegeben angesehen.

Auf mit Kot und Harn verschmutzten Oberflächen - im Wesentlichen sind das Fress- und Laufgänge sowie Ausläufe - entstehen Ammoniakemissionen. Aufgrund der NEC-Richtlinie – einer EU Richtlinie (Richtlinie (EU), 2016) zur Reduktion von Luftschadstoffen – ist die Landwirtschaft zur Reduktion von Ammoniakemissionen verpflichtet. Deshalb ist neben der Ausgestaltung der emissionsaktiven Oberflächen (Bewegungsflächen) auch der Reinigungsqualität besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Im Zusammenhang mit Ammoniakemissionen und der Laufgangreinigung, wird auch immer wieder auf die Befeuchtung der zu reinigenden Oberflächen hingewiesen (Zähner et al., 2005). Ob die mittransportierte Wassermenge und der damit stattfindenden Bewässerung der Laufgänge vor dem Aufnehmen und auch nach der Reinigung der Laufgänge eine emissionsmindernde Wirkung haben, müsste in einer eigenen Arbeit wissenschaftlich fundiert untersucht werden. In einer Untersuchung von Mistschiebern auf Spaltenböden konnte eine Reduktion der Ammoniakemissionen von 32,7 % und 43,8 % im zeitlichen Abstand von 4 und 6 Stunden nach der Reinigung gemessen werden (Heiko et al., 2011). Allerdings handelte es sich dabei nicht um einen handelsüblichen Mistschieber für Spaltenböden, sondern um einen mit Hochdruckdüsen und Reinigungsbürsten zusätzlich ausgestatteten Reinigungsroboter.

Die Reinigungsqualität von Mistschiebern mit unterschiedlichen Materialien für die Schieberleisten wurde im Rahmen einer Dissertation an der ART in Tänikon untersucht (Poteko et al., 2014). Ein Fazit aus dieser Arbeit war, dass es Potenziale hinsichtlich der Optimierung gibt und im Wesentlichen die Kombination mit einer Befeuchtung der zu reinigenden Fläche wichtig ist. In einer weiteren Untersuchung wurde das Tierverhalten im Zusammenhang mit Spaltenrobotern untersucht und festgestellt, dass sich die Tiere sehr rasch an den Umgang mit einem Roboter im Tierbereich arrangieren und damit keine negativen Reaktionen zu erwarten sind (Stülpner et al., 2014). Demnach ist auch auf planbefestigten Oberflächen auf stärker verschmutzungsgefährdeten Stellen ein häufigeres Entmistungsintervall möglich und lassen sich zugleich Ammoniakemissionen reduzieren (Schrade et al., 2011). Um diesen Reduktionseffekt zu erzielen braucht es allerdings Begleitmaßnahmen (Laufgangneigung von 1,5 bis 3,0 % und eine Harnsammelrinne). Ob diese bauliche Voraussetzung auch mit einem Sammelroboter kombinierbar ist, konnte bis dato nicht bestätigt werden.

Im Rahmen dieser Arbeit wurden Messungen zur Restverschmutzung und zur Emissionsaktivität auf zwei Milchviehbetrieben durchgeführt. Damit sollten Aussagen hinsichtlich

der Reinigungsqualität, sowie eine Einschätzung hinsichtlich einer emissionstechnischen Bewertung möglich sein. Der Grundrissplan eines der beiden untersuchten Praxisbetriebe wurde planerisch auf den Einbau einer herkömmlichen Schieberbahn abgeändert. Darauf aufbauend wurde ein direkter Vergleich bezüglich der Bau- und Investitionskosten gezogen. Arbeitswirtschaftliche Unterschiede wurden ebenfalls anhand dieser Unterlagen skizziert und in die ökonomische Betrachtung miteinbezogen. Weiters wurde ein Fragebogen an Betriebe versandt, die in den letzten 1-2 Jahren in diese Technik investiert hatten.

Tabelle 1:  
Betriebsdaten der  
beiden Versuchsbetriebe

Betriebsdaten	Betrieb 1	Betrieb 2
Stallsystem	Offenfront mit Liegeboxen	Cuchetten mit Liegeboxen
Bodenoberfläche	Betonboden glatt	Betonboden strukturiert
Bewirtschaftete Fläche	15 ha Acker, 40 ha Grünland	40 ha Acker, 37 ha Grünland
Milchleistung in kg/Kuh/Jahr	8.000	12.000
Harnstoffgehalt in mg/kg Milch	24	25
Milchkühe Anzahl	55	75
Jungvieh weiblich Anzahl	50	65
Jungvieh männlich Anzahl	50	30
Fütterung	30 % Maissilage, 70 % Grassilage	50 % Maissilage, 50 % Grassilage
Kraftfuttereinsatz	3 kg via Mischwagen, max. 3 kg über Melkroboter	5,5 kg via Mischwagen, max. 4,5 kg über Melkroboter

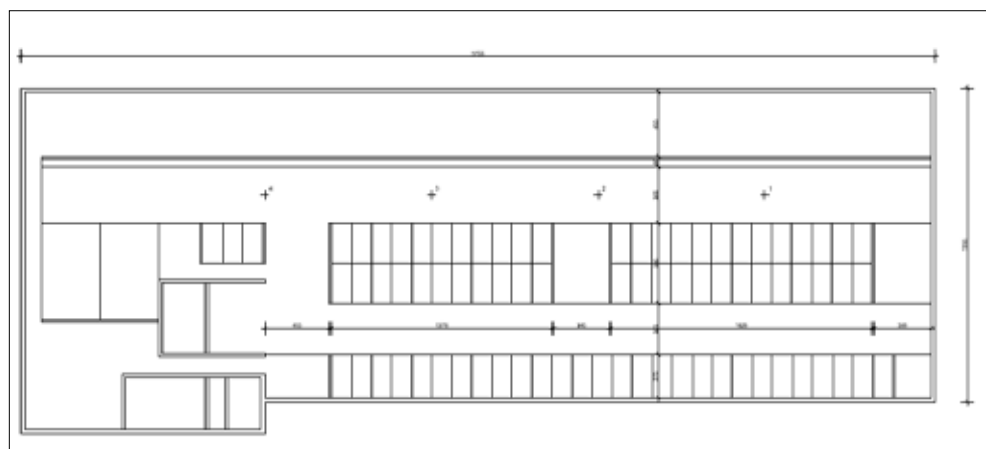
## Material und Methoden

### Betriebsauswahl

Für die Datenerhebung wurden zwei Betriebe in der Nähe der HBLFA Raumberg-Gumpenstein ausgewählt und bisher an einem Tag bemessen (Frühjahr). Im Sommer werden weitere Messungen (Emissionen, Verschmutzung) und Erhebungen zur Praktikabilität durchgeführt, um damit mögliche besondere Bedingungen, die zu unterschiedlichen Jahreszeiten auftreten können, zu erfassen. In der Tabelle 1 sind die Betriebsdaten der beiden Versuchsbetriebe dargestellt.

Im Rahmen einer Fragebogenerhebung wurden weitere fünf Betriebe zu diesem Entmistungssystem befragt.

Abbildung 1: Grundriss Betrieb 1 mit den 4 Messpunkten (HBLFA Raumberg-Gumpenstein)



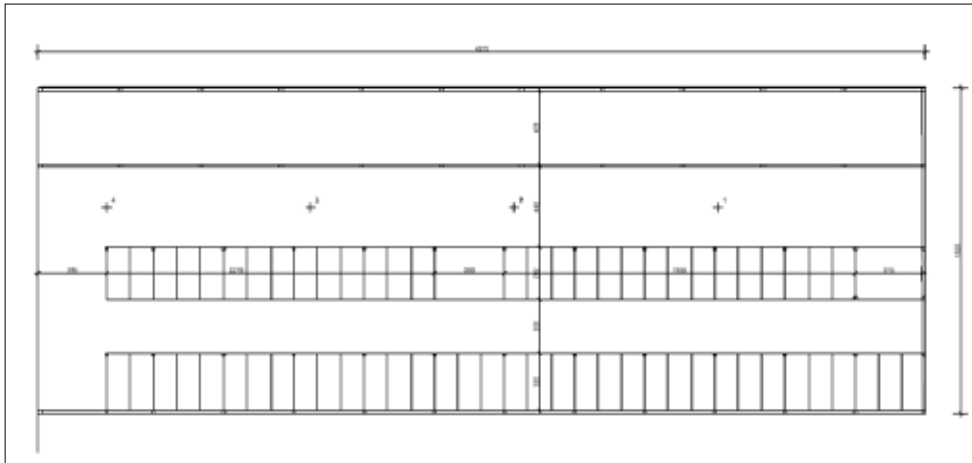


Abbildung 2: Grundriss Betrieb 2 mit den 4 Messpunkten (HBLFA Raumberg-Gumpenstein)

### Emissionsmessungen auf der Laufgangoberfläche

Die Emissionsmessungen wurden auf den Fressgängen der beiden Betriebe durchgeführt. Dabei wurden 4 Messpunkte im Bereich des Fressganges bestimmt, auf denen die Messhaube aufgesetzt wurde (siehe Abbildung 1 und 2). Die Luft der konstant aktiv überströmten Laufgangoberfläche wurde vom Gasmessgerät auf die Schadgase hin analysiert. Die Messungen wurden an unterschiedlichen Tageszeiten durchgeführt. Parallel dazu wurden Lufttemperatur, Luftfeuchte und Oberflächentemperatur im Bereich des Messpunktes erhoben.

Jeder Betrieb wurde auf je vier Punkten vormittags und nachmittags bemessen, beginnend mit Punkt eins bis zu Punkt vier (siehe dazu Abbildung 1 und Abbildung 2). Vor den Gasmessungen wurde die bemessene Fläche mit dem Lely Collector abgeschoben. Vor jedem Messpunkt wurde fünf Minuten lang die Frischluft bemessen, um die Hintergrundkonzentration an Ammoniak der Zuluft genau zu kennen. Danach wurde ein Messpunkt

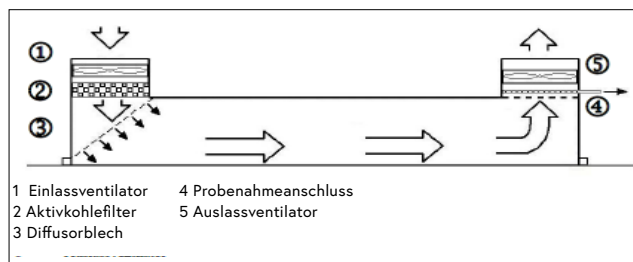


Abbildung 3: Funktionsprinzip der Messhaube; Detailbeschreibung (VDI-3880)

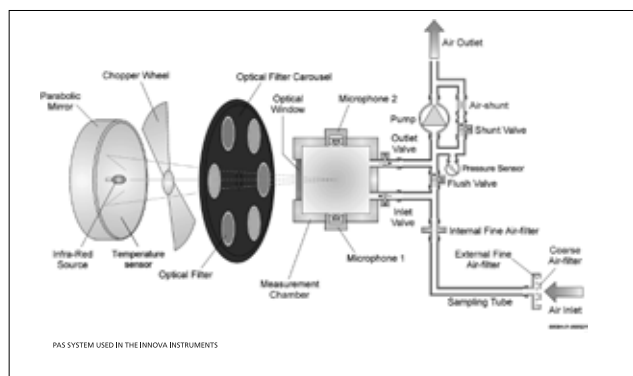


Abbildung 4: Aufbau der Messeinheit (Lu-masense Technologies, 2016)



Abbildung 5: Gasmesshaube mit Gasmesstechnik (HBLFA Raumberg-Gumpenstein)

für 30 Minuten bemessen, dann erfolgte wieder eine Messung der Frischluft. Die Zeitpunkte der Messungen wurden dokumentiert, um die Ammoniakemissionen richtig zuordnen zu können. Bei der Messhaube handelte es sich um eine transportable, aktiv belüftete Messhaube mit 0,5 m<sup>2</sup> Grundfläche und 6,4 cm/s Mittlere Überströmungsgeschwindigkeit, 15,6 s Kontaktzeit der Luft über der Oberfläche und 30 m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>xh) Flächenspezifische Belüftungsrate. Zur Messung der Ammoniakkonzentrationen wurde ein Gasmonitor Innova 1412 verwendet. Dieses Gasmess-System misst die Ammoniakkonzentration nach dem photoakustischen Messprinzip. Zusätzlich wurden die Temperatur und Luftfeuchtigkeit mit einem Testo 400 und die Bodenoberflächentemperatur mit einem Testo 845 bemessen.

Neben den gemessenen Ammoniakwerten wurden diese Werte in Kilogramm per GVE und Jahr für die beiden Versuchsbetriebe und den Referenzbetrieb berechnet. Dazu wurden die NH<sub>3</sub> Emissionen in Parts per Million (ppm) gemessen und mussten für die Massenstrombestimmung umgerechnet werden.

Dabei gilt: 1 ppm NH<sub>3</sub> = 0,7084 mg/m<sup>3</sup> (Hartung, 1995). Wie oben beschrieben hat die Messhaube eine flächenspezifische Belüftungsrate von 30 m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>xh). Mit den Tagesmittelwerten an Ammoniakwerten (ppm) der drei Betriebe konnte somit der Massenstrom für Ammoniak in Gramm pro Stunde und Quadratmeter berechnet werden. Dieses Ergebnis wurde im Anschluss mit der Stallfläche (m<sup>2</sup>) pro GVE multipliziert und in Kilogramm auf das Jahr hochgerechnet.

Abbildung 6:  
Restverschmutzungsuntersuchungen  
(HBLFA Raumberg-Gumpenstein)



### Messung der Restverschmutzung

In beiden Stallungen wurden an den vier Messbereichen Restverschmutzungsuntersuchungen durchgeführt. Dabei wurde ein Quadratmeter-Messrahmen ausgelegt und die Restverschmutzung nach dem Abschieben mit einem Abzieher und einer Spachtel von der Oberfläche entnommen und gewogen.

Als Referenz dazu wurde eine Restverschmutzungsuntersuchung im Rinderforschungsstall der HBLFA Raumberg-Gumpenstein durchgeführt. Dabei wurden im Bereich des Fressganges ebenso 4 Punkte nach dem Abschieben mittels Schrapper beprobt.

### Praxiserhebung

Zusätzlich zu den Messungen auf den beiden Betrieben wurde eine Praxiserhebung mittels eines Fragebogens durchgeführt. Dabei wurden Betriebe, welche in den letzten ein bis zwei Jahren in diese Technik der Entmistung investiert hatten, hinsichtlich folgender Punkte befragt:

- Bodenbelag
- Kaufentscheidungsgründe

- Bisherige Entmistungsart
- Eigene Einschätzung zur Restverschmutzung im Vergleich zu anderen Entmistungsarten
- Eigene Einschätzung zu Auswirkungen auf die Klauengesundheit

## Wirtschaftlichkeit

Die Betrachtung der Wirtschaftlichkeit erfolgt aus der betriebswirtschaftlichen Perspektive. Es erfolgt der Vergleich einer fiktiven Stallbau- und Stallarbeitsvariante mit Roboter und einer Variante mit einem Klappschieber (ohne Roboter). Es wurden die Unterschiede in den einzelnen Kostenpositionen gegenübergestellt. Betroffen sind insbesondere die Maschinenkosten und die Arbeitskosten, aber auch Kosten für laufende Betriebsmittel und Teile der Gebäudekosten.

Auch leistungsseitig könnten Unterschiede bestehen. Dies wäre etwa dann der Fall, wenn ein Unterschied im Verschmutzungsgrad zu einer geringeren oder höheren (1) Klauengesundheit beiträgt und dies in weiterer Folge die Milchleistung beeinflusst. Ein wichtiger Vorteil könnte auch sein, dass man bei einem Neubauvorhaben mit dem Roboter mehr (2) Flexibilität beim Bau von Stall- und Güllelager erreicht, was zugunsten der erzielbaren Standplätze wirken könnte. Eine andere, potenzielle Erlösposition könnte bestehen, wenn aufgrund einer verringerten Restverschmutzung eine (3) Ammoniakminderung resultiert und für diese ein (kalkulatorischer) Erlös angesetzt werden könnte. Denkbar wäre außerdem, dass mit dem Robotereinsatz (4) freie Arbeitsstunden entstehen, die in anderen Bereichen produktiver genutzt werden können.

Die Möglichkeit einer Bewertung der genannten Positionen wurde in der Arbeitsgruppe zur Bautagung diskutiert. Da aber der einzelbetriebliche Kontext über den Wert entscheidet, erfolgt keine Bewertung dieser Erlöspositionen in Form von Geldbeträgen in der Wirtschaftlichkeitsrechnung. Vielmehr werden die möglichen Vorteile im abschließenden Fazit nochmal qualitativ beschrieben.

Der Kostenvergleich der Varianten mit und ohne Roboter erfolgt ausgehend von den Eckdaten zu Betrieb 1 (Tabelle 1). Die Betrachtung erfolgt damit für einen Tierbestand von 55 Milchkühen mit zwei Schieberbahnen, einem Lauf- und einem Fressgang und drei Quergängen (Abbildung 1). Betreffend die Technikinvestition wird von einem Lely Discovery 120 Collector ausgegangen. Der Roboter würde sich gemäß Datenblatt für max. 500 m<sup>2</sup> bzw. 100 Tierplätze eignen. Als Methode der Betrachtung erfolgt eine Differenzkostenrechnung für den betreffenden Stallbereich bzw. für die betroffenen Prozesse. Die Auswertung umfasst die jährlichen kalkulatorischen Kosten inkl. Zinskosten i.H.v. 2,5 % sowie inkl. der Umsatzsteuer.

Es werden die Unterschiede in den folgenden Kostenpositionen betrachtet:

- Laufende Kosten für Betriebsmittel wie Strom und Wasser sowie für Reparaturen
- Investitionskosten für den Ankauf von Roboter oder Schieber bzw. damit verbundene Abschreibung und Instandhaltung
- Bauliche Kosten im Bereich des Abwurfschachts bzw. im Wartebereich des Schiebers inkl. der zugehörigen Arbeitskosten
- Arbeitskosten für verbleibende Reinigungsarbeiten (insb. Reinigung der Quergänge bei der Variante Schieber)



## **Laufende Kosten**

Die Verbrauchswerte für die laufenden Betriebsmittel - werden ausgehend von einer Untersuchung zu einem ähnlichen Entmigungsroboter und anhand der Datenblätter des Herstellers abgeschätzt. Konkret werden die Datenblätter für den Discovery 90 SW und den Discovery 120 Collector herangezogen und mit den Auswertungen von Zähler et al. (2018) bzw. Leinweber et al. (2019) zu ersterem Gerät abgeglichen. Die beiden Geräte verfügen über die gleiche Batterie, das Gewicht unterscheidet sich mit 340 zu 390 kg, die Fahrgeschwindigkeit mit 240 zu 150 mm/s. Verbunden mit der Aufnahmefunktion des Discovery 120 Collector liegt ein wesentlicher Unterschied in der Leistungsaufnahme mit 50 zu 125 W gemäß Herstellerdatenblatt. Das Wasserdurchsatzvermögen unterscheidet sich mit max. 1 l pro min zu max. 3,5 l pro Minute.

## **Wasserbedarf**

Der Wasserbedarf wird ausgehend von den Werten aus Literatur und Datenblatt, mit 4,5 m<sup>3</sup> Wasser pro TP und Jahr angesetzt. Der Wasserpreis in der Berechnung beträgt € 1 pro m<sup>3</sup>. Bezüglich des Wassereinsatzes gehen Zähler et al. (2018) bzw. Leinweber et al. (2018) von 300 Nutzungstagen pro Jahr aus. Ausgehend von den Erfahrungen auf den betrachteten Praxisbetrieben rechnen wir im vorliegenden Beitrag mit einer Winterruhe von 4 Monaten, d.h. 244 Tage Einsatzzeit. Es verbleiben 2 Wintermonate mit einer Einleitung in die Güllegrube und einer entsprechend zusätzlich benötigten Vorhaltekapazität.

## **Stromeinsatz**

Betreffend den Stromeinsatz für Discovery 90 SW stellen Zähler et al. (2018), je nach Reinigungsvariante, einen Bedarf von 15 bis 35 kWh pro Kuh und Jahr fest. Das Datenblatt für den Discovery 120 Collector gibt 3 kWh Energieeinsatz pro Tag, was bei 55 Tierplätzen (TP) ca. 20 kWh pro TP entsprechen würde. Verbunden mit der mehr als doppelt so hohen Leistungsaufnahme gegenüber dem Discovery 90 SW und entsprechenden Laufzeiten erscheint ein Erreichen dieses Wertes als fraglich. Der Stromeinsatz wird für die Berechnung mit 25 kWh pro TP und Jahr angesetzt. Für den Vergleich mit dem Klappschieber wird dessen Strombedarf mit 1,5 kWh pro Stunde für 700 Stunden pro Jahr eingesetzt. Der Strompreis beträgt € 0,16 pro kWh.

Die Reparaturkosten werden beim Schieber mit 0,5 % pro 100 Stunden und 1,75 Betriebsstunden pro Tag veranschlagt. Für die Variante mit Entmigungsroboter belaufen sich die kalkulierten Reparaturkosten auf 0,1 % pro 100 Stunden und gemäß Datenblatt 9,6 Betriebsstunden pro Tag. Steuerung bzw. Programmierung des Roboters erfolgen per Smartphone-App. Hierfür wird ein Anteil von 5 % der betrieblichen Kosten für die digitale Infrastruktur i.H.v. € 51 pro Jahr für Smartphone, Internetzugang, PC/Laptop und WLAN veranschlagt.

## **Fixe Maschinenkosten**

Die Fixkosten aus der Investition in den Roboter bzw. den Schieber betreffen die auf die Nutzungsdauer verteilten Anschaffungskosten und den Ansatz für Zinsen (und Versicherung). Die Anschaffungskosten werden mit € 18.000 für den Klappschieber bzw. € 36.000 für den Roboter abgeschätzt (inkl. Lieferung, Montage und Inbetriebnahme). Die Nutzungsdauer wird für beide Varianten mit 12 Jahren veranschlagt.

## Bauliche Kosten

Die baulichen Kosten betreffen bei der Variante ohne Schieber eine Ersparnis an Betonarbeiten im Bereich Abwurfschacht und rund um den Einbau des Schiebers. In Summe betrifft dies 15,25 m<sup>3</sup> an Betonvolumen á € 168 pro m<sup>3</sup>. Außerdem reduzieren sich die Arbeiten beim Betonieren der Laufgänge für Gefälle, Harnsammelrinne und Aussparungen dies wurde mit 24 Arbeitsstunden á € 60 veranschlagt. Hinzu kommen beim Roboter die Kosten für eine zusätzlich zu errichtende Güllelagerkapazität für die Lagerung während zwei Wintermonaten.

## Arbeitskosten

Der Arbeitszeitbedarf bei der Variante Roboter und bei der Variante Schieber anhand von Schick (2004) und Höhendinger (2019) wird mit 0,12 bzw. 0,64 Stunden pro TP und Jahr angenommen. Die verbleibenden Arbeiten betreffen einerseits die Roboterbetreuung, andererseits die Reinigung von zwei Quergängen bei der Variante mit Schieber. Dies entspricht einer Reduktion im Arbeitszeitbedarf mit dem Reinigungsroboter von 4,4 min pro Tag. Der Lohnansatz beträgt € 20 pro Stunde.

Tabelle 2: Übersicht über die zugrundeliegenden Daten der Kostenberechnung

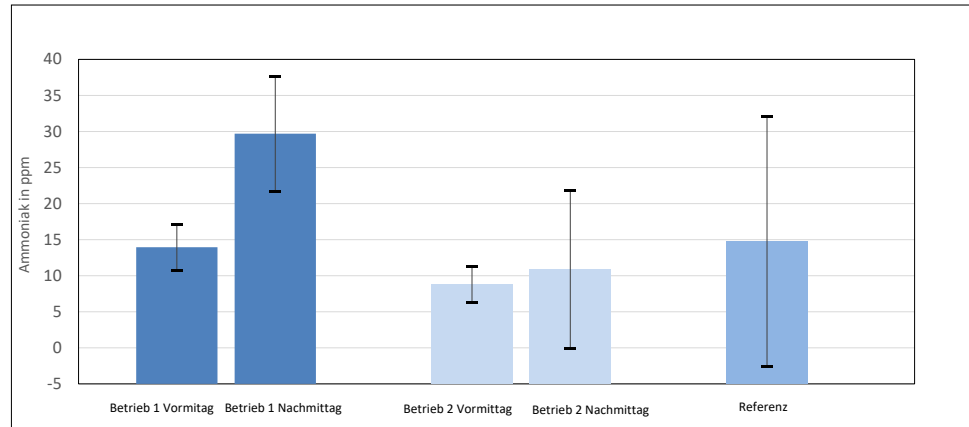
Laufende Kosten	Schieber	Roboter	Einheit	Preis	Einheit
Wassereinsatz	0,1	4,5	m <sup>3</sup> /TP/Jahr	1	€/m <sup>3</sup>
Stromeinsatz	18	25	kWh/TP/Jahr	0,16	Ct/kWh
Reparaturkostenansatz	0,5 %	0,1 %	pro 100 h		
Reparaturkosten	575	1261	€/Jahr		
Einsatzzeit	1,75	9,6	h/d		
Digitale Infrastruktur (anteilig)	0 %	5 %			
<b>Investitionskosten</b>					
Lely Discovery 120 Collector, Nutzungsdauer 12 J.	18.000	36.000	€/Stück		
<b>Gebäudekosten</b>					
Güllegrube zusätzliche Einleitung Waschwasser, 2 Monate, Errichtungskosten Betonieren		0,8	m <sup>3</sup> /TP/Jahr	144	€/m <sup>3</sup>
Ersparnis Betonieren Abwurfschacht, Aufbau Schieber, säurebeständig, inkl. Arbeit		-15,3	m <sup>3</sup>	168	€/m <sup>3</sup>
Minderarbeit betonieren Laufgang, Gefälle, Harnsammelrinne, Schiene		24	h	55	€/h
Nutzungsdauer Betonarbeiten Stall und Güllegrube		30	yr		
<b>Arbeitskosten</b>					
Arbeitszeitbedarf bzw. Arbeitskosten eingespart mit Roboter	0,61	-0,49	h/TP/Jahr	20	€/h
Arbeitszeitbedarf eingespart in Minuten pro Tag	5,5	-4,4	min/d		

## Ergebnisse

### Emissionsmessungen

In Abbildung 7 sind die Mittelwerte und die Standardabweichung der Ammoniakkonzentrationen (in ppm) auf den einzelnen Betrieben zu unterschiedlichen Tageszeitpunkten dargestellt. Bei den beiden Versuchsbetrieben wurde am Vormittag und am Nachmittag ein Mittelwert aus den Einzelmessungen erstellt. Bei der Referenzmessung stammen die Daten aus einem Versuch aus dem Rinderforschungsstall der HBLFA Raumberg-Gumpenstein (Projekt EmiScrap 2013-2014) bei vergleichbaren Außenklimabedingungen.

Abbildung 7:  
Mittlere Ammoniakkonzentrationen (inkl. Standardabweichung) eines ausgesuchten Tages auf den Laufgangoberflächen von drei Liegeboxenlaufställen für Milchvieh



Die Ammoniakemissionen bei den Vormittagsmessungen sind niedriger als die der Nachmittagsmessungen. Mit steigenden Lufttemperaturen und Oberflächentemperaturen (siehe Tabelle 3) werden auch höhere Ammoniakemissionen gemessen.

Die Werte für den Referenzbetrieb wurden dem Projekt EmiScrap entnommen und den Versuchsmessungen gegenübergestellt. Dazu wurde ein Tag mit einigermaßen vergleichbaren Temperaturen ausgewählt. Man sieht hier einen Mittelwert ähnlich der Vormittagsmessung beim Betrieb 1 und der Messungen auf dem Betrieb 2, bei jedoch gleichzeitig sehr hoher Standardabweichung. Zu erklären ist die hohe Standardabweichung mit der

Tabelle 3: Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit und Oberflächentemperatur während der Ammoniakmessungen

Parameter	Betrieb 1 VM	Betrieb 1 NM	Betrieb 2 VM	Betrieb 2 NM	Referenz
Lufttemperatur in °C	8,7 - 10,8	16,3 - 18,7	5,9 - 10,9	16,2 - 20,3	12 - 23
Luftfeuchtigkeit in %	52 - 60	40 - 47	57 - 70	44 - 45	54 - 82
Oberflächentemperatur in °C	9,2 - 10,9	17,1 - 19,3	6,2 - 11,3	16,5 - 20,7	12 - 26

VM=Vormittag; NM=Nachmittag

Stallbauweise im Referenzstall, wo sich der Fressgang innerhalb des Stalles befindet und die Laufgänge im Außenbereich liegen.

Um die Ammoniakemissionen der drei Betriebe anders bewerten zu können, wurden die Ammoniakemissionen in Kilogramm pro Großvieheinheit (GVE) und Jahr bei modellhafter Annahme - gleichbleibende Klimabedingungen - berechnet. In Tabelle 4 finden sich die Ergebnisse dieser Berechnung.

Parameter	Betrieb 1	Betrieb 2	Referenz
Tagesmittel NH <sub>3</sub> (ppm)	22,7	9,82	14,77
Stallfläche in m <sup>2</sup>	390	420	630
GVE	83	112,5	94,5
Stallfläche pro GVE (m <sup>2</sup> /GVE)	4,73	3,73	6,67
Ammoniakemissionen in kg/GVE/a	20	6,8	18,3

Tabelle 4: Ammoniakemissionen aus den Stallsystemen 1-3, in kg NH<sub>3</sub>-N pro GVE, Messperiode Übergangszeit mittels Haubmessungen und Modellierung (2021)

Die beiden Versuchsbetriebe unterscheiden sich hinsichtlich der emissionsrelevanten Stallfläche, der Anzahl der GVE und somit der Stallfläche pro GVE. Betrieb 1 hat ca. einen Quadratmeter pro GVE mehr an Platz. Diese erhöhte emissionsrelevante Stallfläche pro GVE erhöht die berechneten Ammoniakemissionen je GVE. Durch das niedrigere Tagesmittel der gemessenen Ammoniakemissionen und der niedrigeren Stallfläche je GVE liegen die Ammoniakemissionen in kg/GVE und Jahr bei Betrieb 2 um mehr als die Hälfte niedriger als bei Betrieb 1.

Da der Referenzstall die größte emissionsrelevante Stallfläche pro GVE aufweist, steigen damit auch die Ammoniakemissionen pro GVE und Jahr an, obwohl das gemessene Tagesmittel zwischen dem der beiden Betriebe liegt.

## Restverschmutzung

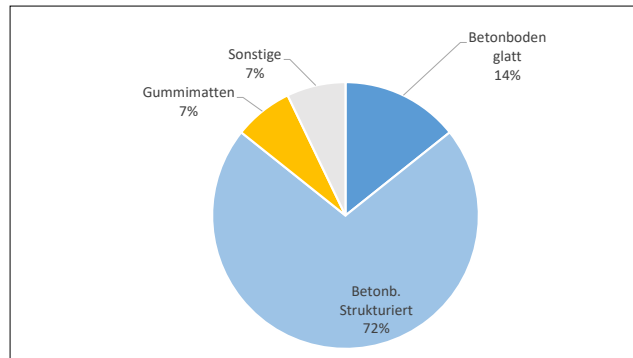
In der Tabelle 5 ist die Restverschmutzung der beiden Versuchsbetriebe und des „Referenzbetriebes“ angeführt. Man sieht, dass der Betrieb 1 die geringste Restverschmutzung und somit den besten Reinigungsgrad erreicht. Die durchschnittliche Restverschmutzung bei Betrieb 1 liegt bei 147 g/m<sup>2</sup>, bei Betrieb 2 liegt die durchschnittliche Restverschmutzung bei 389 g/m<sup>2</sup>. Dabei ist zu bedenken, dass Betrieb 1 und Betrieb 2 zwar dasselbe Entmistungssystem, den Lely Collector, verwenden, aber eine unterschiedliche Bodenstruktur aufweisen. In Tabelle 1 ist ersichtlich, dass Betrieb 1 einen glatten, und Betrieb 2 einen strukturierten Betonboden hat. Durch den strukturierten Boden wird die Reinigungsleistung etwas schlechter, da in den Rillen beim Abreinigen der Fläche immer Kot/Harn-Gemisch hängen bleibt.

Die Referenz zu den beiden Ergebnissen bildet der Rinderforschungsstall in Raumberg-Gumpenstein. Hier sind Gummimatten verbaut und das Abschieben der Flächen erfolgt beinahe stündlich während der Hauptaktivitätszeiten (6-20 Uhr) automatisch mit einem Schiebersystem. Der Grad der Restverschmutzung liegt hier zwischen dem von Betrieb 1 und 2.

Parameter	Restverschmutzung		
	Betrieb 1	Betrieb 2	Referenz
Min	54	312	225
Max	301	478	401
Mittelwert	147	389	295

Tabelle 5: Minima, Maxima und Mittelwert der Restverschmutzung in g Frischmasse/m<sup>2</sup>

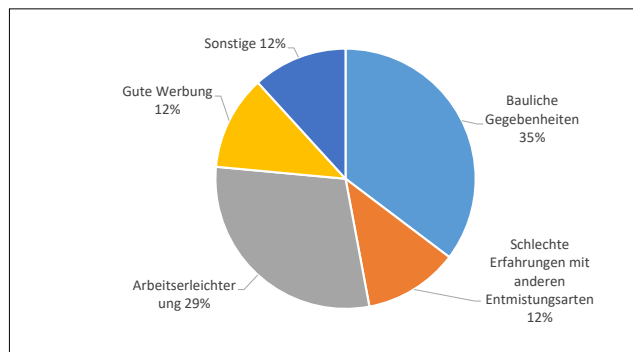
Abbildung 8: Aufteilung der Bodenbeläge



## Praxiserhebung

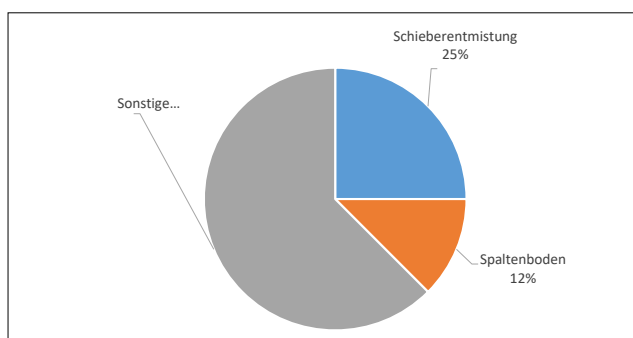
In Abbildung 8 ist zu erkennen, dass die Mehrheit der Betriebe, welche einen Lely Collector besitzen, einen strukturierten Betonboden verbaut haben. Die übrigen Betriebe haben einen glatten Betonboden, Gummimatten oder Gussasphalt verbaut.

Abbildung 9: Kaufentscheidungen



Bei den Gründen für den Kauf konnten bis zu drei Nennungen gewählt werden. Man sieht hierbei in Abbildung 9, dass der Großteil der Betriebe das automatische Entmistungssystem aufgrund vereinfachter baulicher Ausführung und aus Gründen der Arbeiterleichterung erworben haben. Zum Punkt bauliche Gegebenheiten haben die meisten Teilnehmer der Umfrage die vereinfachte Stallbauweise angesprochen. Sie sind einerseits nicht baulich gebunden und Quergänge und für einen Schieber unerreichte Flächen können sehr gut mitgereinigt

Abbildung 10: Bisherige Entmistungsart



werden. Auch schlechte Erfahrungen mit anderen Entmistungsarten und gute Werbung spielten in der Entscheidung des Kaufes eine Rolle.

Bei der Frage, welche Entmistungsart vor dem Kauf des automatischen Entmistungssystems Lely Collector im Stall vorhanden war, stellte sich heraus, dass die Mehrheit einen neuen Stall gebaut hatten und vorher noch kein automatisiertes Entmistungssystem verbaut wurde. Händische Reinigung oder Reinigung mit dem Hoftrac (mobile Entmistung) und einem Gummischild wurde vor dem Kauf angewandt. Diese Fälle sind in der Kategorie Sonstige eingeschlossen (siehe Abbildung 10). Einige Betriebe hatten zuvor aber auch eine Schieberentmistung und/oder Spaltenböden.

Die Betriebe konnten aber auch Schätzungen abgeben, wie hoch sie die Restverschmutzung im Vergleich zu einem herkömmlichen Entmistungssystem bewerten würden. Über 50 % der Betriebe schätzten die Restverschmutzung viel geringer, 29 % schätzten die Restverschmutzung geringer und 14 % der Betriebe würden keinen Unterschied zu einem Schieber erwarten.

Der letzte Punkt der Befragung umfasste eine Einschätzung der positiven oder auch negativen Einflüsse des automatischen Entmistungssystems auf die Klauengesundheit. Dabei sprachen sich 100 % der befragten Betriebe dafür aus, dass sich die Klauengesundheit verbessert hat, 57 % davon behaupteten sogar, dass die Klauengesundheit sich um ein Vielfaches verbessert hat.

### Wirtschaftlichkeit

Ausgehend von den oben gezeigten Berechnungsdaten ergeben sich beim Betrieb mit einem Entmistungsroboter um ca. € 2.100 pro Jahr höhere Kosten als mit einem Schieber. Dies entspricht ca. € 40 pro Tierplatz und Jahr. Hierbei ist der Kostenvorteil aus der eingesparten Arbeitszeit i.H.v. 4,4 min pro Tag bzw. ca. € 500 pro Jahr bereits eingerechnet. Auch bei einer Einsparung von 8 min pro Tag und einem Stundensatz von € 40 würde die Arbeitszeiteinsparung die höheren Gesamtkosten noch nicht aufwiegen. In der Berechnung der Arbeitszeitedifferenz für die Reinigung der Quergänge ohne Roboter wurde bereits die Kombination mit Tierbeobachtung und Boxenpflege berücksichtigt. Für die Betreuung des Robotersystems sind ca. 7 Stunden pro Jahr enthalten. Die wichtigste Kostendifferenz liegt in den höheren Anschaffungskosten des Roboters gegenüber dem Klappschieber mit einem Abschreibungsbetrag, der € 1.500 pro Jahr höher liegt. Auch der Unterschied in den abgeschätzten Reparaturkosten macht einen wichtigen Anteil aus. Hinzu kommen höhere laufende Kosten für Wasser, Strom und digitale Geräte, in Summe resultieren höhere laufende Kosten von ca. € 1 000 pro Jahr. Die anteiligen Gebäudekosten verursachen einen geringeren Anteil der Kostendifferenz. Die Reinigung mit dem Collector erfordert zwar eine höhere Güllelagervorhaltekapazität während der Übergangsmo-nate (2 von 6 Monaten), andererseits bedeutet der Entmistungsroboter auch Kostenvorteile aufgrund von eingesparten Betonarbeiten für Abwurfschacht und Querkanal.

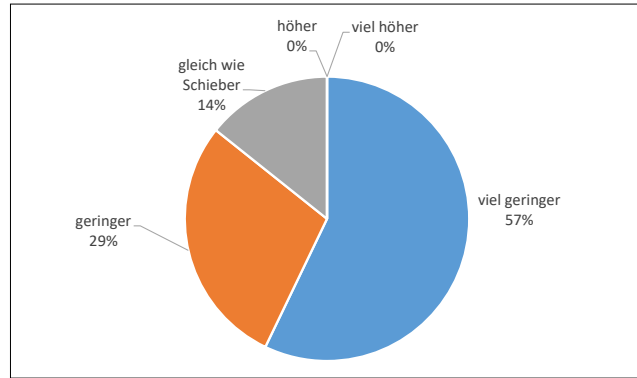


Abbildung 11: Schätzung der Restverschmutzung im Vergleich zu anderen Entmistungsarten

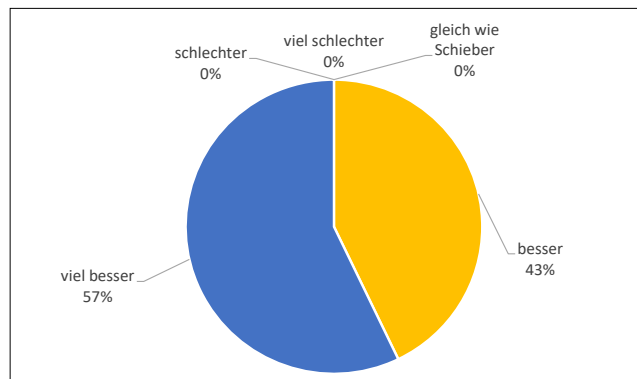


Abbildung 12: Auswirkungen auf die Klauengesundheit

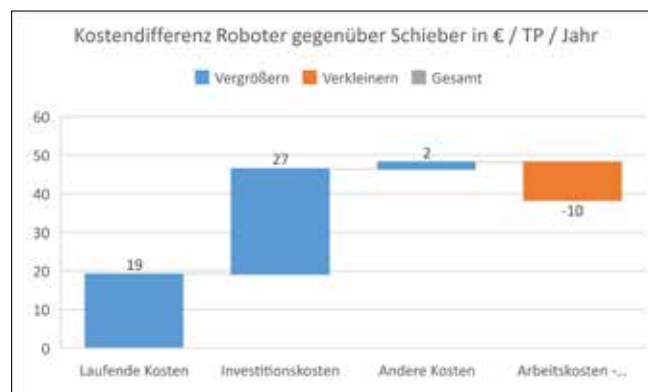


Abbildung 13: Übersicht über die Bereiche mit Mehr- und Minderkosten des Sammelroboters gegenüber dem Klappschieber.

Blau: Bereich mit höheren Kosten  
Orange: Bereich mit geringeren Kosten

Tabelle 6: Kostenunterschiede zwischen Sammelroboter- und Klappschieber in € pro Jahr bzw. € pro TP und Jahr (negative Werte bedeuten, dass die Variante mit Roboter geringere Kosten aufweist)

	Schieber €/Jahr	Roboter €/Jahr	Kostendifferenz €/Jahr	Kostendifferenz €/TP/Jahr
<b>Laufende Kosten</b>			1.054	19
Wassereinsatz	6	248	242	4,4
Stromeinsatz	158	220	62	1,1
Reparaturkostenansatz pro 100 h				
Reparaturkosten	575	1261	687	12,5
Einsatzzeit				
Digitale Infrastruktur (anteilig)	0	51	51	0,9
<b>Investitionskosten</b>			<b>1.500</b>	<b>27</b>
Lely Discovery 120 Collector, Nutzungsdauer 12 J.	1.000	3.000	1.500	27
<b>Gebäudekosten</b>			<b>69</b>	<b>1,2</b>
Güllegrube zusätzliche Einleitung Waschwasser, 2 Monate, Errichtungskosten Betonieren			198	3,6
Ersparnis Betonieren Abwurfschacht, Aufbau Schieber, säurebeständig, inkl. Arbeit			-85	-1,6
Minderarbeit betonieren Laufgang, Gefälle, Harnsammelrinne, Schiene			-44	-0,8
Nutzungsdauer Betonarbeiten Stall und Güllegrube				
<b>Arbeitskosten</b>			<b>-539</b>	<b>-10</b>
Arbeitszeitbedarf bzw. Arbeitskosten eingespart mit Roboter	671	132	-539	-10
Arbeitszeitbedarf eingespart in Minuten pro Tag				
<b>Zinsansatz, summiert über alle Positionen</b>			<b>26</b>	<b>0,5</b>
<b>Summe der Mehr- und Minderkosten</b>			<b>2110</b>	<b>38</b>

Die vorliegende Berechnung ergibt, dass keine ausreichenden Kosteneinsparungen vorliegen, um einen Betrieb mit Entmistungsroboter zu rechtfertigen. Allerdings können Vorteile in anderen Bereichen liegen, beispielsweise einer höheren baulichen Flexibilität.

## Literaturverzeichnis

DÖRFLER, R. L., KÖSTLER C., BERNHARD H., PETERMAIER H., (2014): The impact of the cleaning effect of scraper robots on claw health in dairy cows, Proceedings International Conference of Agricultural Engineering, AgEng 2014, 06.-10.07.2014.

GEORG, H., RETZ, S. , (2011): Emissionsreduktion bei Haltung auf Spaltenböden, Bewertung eines neuartigen Reinigungsverfahrens, Bautagung Raumberg-Gumpenstein 2011, S 25 – 28.

HÖHENDINGER, M., KERN, S., STUMPENHAUSEN, J., TREIBER, M., BERNHARDT, H., (2019). Estimation of effects on the workload at dairy farms caused by automatization. In Actual Tasks on Agricultural Engineering: PROCEEDINGS OF THE 47 INTERNATIONAL SYMPOSIUM (pp. 453-461).

LEINWEBER, T., ZÄHNER, M. , SCHRADER, S., (2019): Bewertung eines Entmistungsroboters bei Milchvieh aus ethologischer und verfahrenstechnischer Sicht. LANDTECHNIK 74(3), 55–68

MB84, (2008): ÖKL Merkblatt 1. Auflage Nr. 84. Entmistungsverfahren in Rinderställen. Verfasser: ÖKL-Arbeitskreis Landwirtschaftsbau. Österreichisches Kuratorium für Landtechnik und Landentwicklung, 1040 Wien, Gußhausstraße 6

NAESS, G., RUUD, L. E., und BOE, K. E., (2014): Alley floor Cleanliness in Dairy Cubicle Barns, Proceedings International Conference of Agricultural Engineering, AgEng 2014, 06.-10.07.2014.

POTEKO, J. und SCHRADER, S., (2014): Entmistungsqualität verbessern, UFA-REVUE, 7-8, 2014,71.

RICHTLINIE (EU), (2016): RICHTLINIE (EU) 2016/2284 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 14. Dezember 2016 über die Reduktion der nationalen Emissionen bestimmter Luftschadstoffe, zur Änderung der Richtlinie 2003/35/EG und zur Aufhebung der Richtlinie 2001/81/EG.

SAGKOB, S., NIEDERMEIER, J., BERNHARDT, H., (2011). Verfahrensvergleich eines stationären und mobilen Schiebersystems für die Flüssigentmistung. Landtechnik, 66(4), 238-242.

Schick M., Moritz C.H. (2004): Entmistung von Milchviehställen. Stationär oder mobil? FAT-Berichte Nr. 619, Ettenhausen / 2004.

SCHRADER, S., KECK, M., ZEYER, K., EMMENEGGER, L., (2011): Ammoniak-Emissionen von Milchviehlaufställen mit Laufhof: Im Winter weniger Verluste, ART-Bericht NR. 745, Agroscope Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik, CH-8356 Ettenhausen.

STEINER, B. UND KECK, M. (2000): Stationäre Entmistungsanlagen in der Rinder- und Schweinehaltung. FAT-Berichte Nr. 542 / 2000. Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT), Tänikon.



STEINER, B., FRIEDLI, K., & ZÄHNER, M. (2017). Entmistungsschieber in Milchviehlaufställen: Tiergerechtheit-Planung und Ausführung. Bautagung Raumberg-Gumpenstein. Tierhaltungsnews aus Forschung und Praxis, 19.

STÜLPNER, A., ADEILI, S., HAIDN, B., DÖRFLER, R., BERNHARDT, H., (2014): Reaktionen von Milchkühen beim Einsatz eines Spaltenroboters, Landtechnik 69(5), S 225 – 231, 2014.

ZÄHNER, M., KECK, M., HILTY, R., (2005): Ammoniak-Emissionen von Rinderställen, Minderung beim Bau und Management, FAT-Bericht Nr. 641/2005, Agroscope FAT Tänikon, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik, CH-8356 Ettenhausen.

ZÄHNER, M., SCHRADE, S., LEINWEBER, T., GALLMANN, E., (2018): Perforierte Laufflächen bei Milchvieh: Bewertung der Entmistung mit einem Roboter. Weiterbildungskurs für Baufachleute , 5./6. November 2018

# Ein Vergleich verschiedener Bodenarten im Hinblick auf die Klauengesundheit unter besonderer Berücksichtigung von Gussasphaltböden

Johann Kofler<sup>1</sup>

## Zusammenfassung

Im vorliegenden Beitrag werden anhand zahlreicher Studien die Auswirkungen verschiedener Bodenarten in Laufställen wie planbefestigter Betonboden, Betonspaltenboden, Gummimatten, gummierte Spaltenböden und Kompostlaufställe auf die Klauengesundheit bei Milchkühen beleuchtet. Besondere Berücksichtigung findet dabei der Gussasphaltboden. Da die Beschaffenheit der Laufflächen nur einen von vielen Risikofaktoren ausmacht, müssen für eine umfassende Bewertung möglicher Ursachen bei Lahmheitsproblemen in einer Milchviehherde auch zahlreiche andere Faktoren (tierbezogene, umwelt- und managementbedingte) mitberücksichtigt werden. Neuere Studien und Benchmarking-Analysen zeigen, dass eine gute Klauengesundheit mit einer niedrigen Prävalenz an Lahmheit und Klauenläsionen ziemlich unabhängig von der vorliegenden Bodenart erreicht werden kann.

Schlüsselwörter: Klauengesundheit, Lahmheit, Betonboden, Spaltenboden, Gussasphalt, Gummimatten, Kompostlaufstall

## Summary

This contribution compares the effects of various flooring surfaces on claw health in dairy cows in loose housing systems, including hard concrete, slatted concrete floors, slatted rubber floors, mastic asphalt, rubber mats and compost bedded barns. Particular consideration is given to mastic asphalt floors. Overall, the type of flooring surface is only one of a large number of risk factors for claw health. Therefore, many other important risk factors (animal-related, environmental and management-related) must be considered for a comprehensive evaluation of causative factors for high lameness prevalences in dairy herds. Indeed, recent studies and benchmarkings show that good claw health with a low prevalence of lameness, and claw lesions can be achieved quite independently of flooring type.

Key words: Claw health, lameness, concrete, slatted floors, mastic asphalt, rubber mats, compost bedded barns

<sup>1</sup>Department für Nutztiere und öffentliches Gesundheitswesen in der Veterinärmedizin, Universitätsklinik für Wiederkäuer, Veterinärmedizinische Universität Wien, 1210 Wien;

\*Ansprechperson: Johann Kofler

E-Mail: johann.kofler@vetmeduni.ac.at

## Einleitung

Die Risikofaktoren für die Entstehung druckbedingter, nicht-infektiöser Klauenhornkrankungen (KHE) und infektiöser Klauenerkrankungen sind sehr vielfältig (Abbildung. 1), und sind jeweils von Betrieb zu Betrieb in unterschiedlichem Ausmaße wirksam. Selten ist nur ein einzelner Risikofaktor für die Entstehung von Klauenläsionen ursächlich, meist liegt ein Zusammenwirken verschiedener Risikofaktoren vor (Cook u. Nordlund 2009, Endres 2017, Oehm et al. 2019). Als wichtige Risikofaktoren für die Entstehung von Klauenerkrankungen gelten zu geringe Dimensionen und mangelhafte Qualität der Lauf- und Liegeflächen, zu wenig Einstreu, zu geringe Zahl der Liege- und Fressplätze, zu wenige Tränkestellen sowie Sackgassen und Engstellen (DeVries et al. 2015, Oehm et al. 2019, Kofler 2021). Viele dieser Risikofaktoren, sowie auch Hitzestress führen zu deutlich (um mehrere Stunden) verlängerten Stehzeiten der Rinder am (meist) harten Boden, wodurch der Druck auf die Klauenlederhaut weiter verstärkt wird, so dass druckbedingte KHE resultieren (Cook u. Nordlund 2009, DeVries et al. 2015, Foditsch et al. 2016). Feuchte, verschmutzte Lauf- und Liegeflächen führen zur Mazeration der Haut, des Horns am Weichballen und des Horns der weißen Linie sowie zu anaeroben Bedingungen an der Haut, so dass das Eindringen von Keimen, welche Dermatitis digitalis (Mortellaro) und Zwischenklauenphlegmone auslösen, begünstigt wird (Refaai et al. 2013, Kofler 2020a,b). Ein praktischer Parameter zur Bewertung mangelhafter Hygiene der Lauf- und Liegeflächen ist die Beurteilung des Verschmutzungsgrades der Rinder an definierten Körperregionen (Faye u. Barnouin 1985).

Nicht wiederkäuergerechte Fütterung mit zu hohem Kraftfutter- bzw. auch Proteinanteil und zu geringem Rohfaseranteil in der Ration bzw. eine zu geringe Verteilung der täglichen Kraftfuttermittelgaben resultiert in einer subklinischen/subakuten Pansenazidose (SARA) (Nocek 1997, Greenough 2007, Kleen et al. 2013). Die Folge sind subklinische/subakute Reheschübe, so dass das Klauenbein im Hornschuh absinkt und die Klauenfettpolster nach und nach ihre Stossdämpferfunktion verlieren, was zu verstärktem Druck von innen auf die Klauenlederhaut führt (druckbedingte KHE). Typische klauenrehe-assoziierte Befunde sind konkave Vorderwände, Sohlenblutungen und Doppelsohlen (Greenough 2007). Auch Mangel an Spurenelementen, Vitaminen (Biotinmangel verstärkt durch SARA, Mangel an Zink, Selen, u.a.m.) und Mineralstoffen können zu einer verminderten Horn- bzw. Hautqualität führen (Gomez et al. 2014).

Abbildung 1: Darstellung der wichtigsten Risikofaktoren für das Auftreten von Klauenerkrankungen beim Milchrind (Quelle: Greenough et al. 1997: Lameness in Cattle, modifiziert)



Ein häufig unterschätzter Risikofaktor für das Auftreten von Klauenerkrankungen ist ein nicht fachgerechtes Management der Herde durch die betreuenden Personen („der menschliche Faktor“) (Kofler 2021). Dazu zählt der „raue“ Umgang mit den Tieren (Stress, Druckbelastungen), die gemeinsame Haltung und Fütterung von laktierenden und trockengestellten Kühen, zu lange Klauenpflegeintervalle (6 – 12 Monate), fehlende Klauenpflege bei hochträchtigen Kalbinnen und Trockenstehern, unsachgemäße Klauenpflege, wobei Defekte bzw. schmerzhafte Läsionen nicht fachgerecht versorgt werden, zu späte Erkennung und zu späte Behandlung lahmer Rinder sowie fehlende Nachkontrolle klauenbehandelter Tiere (Kofler 2021).

Des Weiteren sind genetische Faktoren relevant, so sind Rollklauen, eine zu niedrige Trachtenhöhe (< 3 cm) an inneren Hinterklauen und auch die Anfälligkeit für die DD-(Mor-tellaro-)Infektion (Typ-3-Rinder) genetisch bedingt (Biemans et al. 2019).

Eine überwiegende Weidehaltung hat prinzipiell einen positiven Einfluss auf die Klauengesundheit (Haufe et al. 2014, Hund et al. 2019). Da jedoch eine solche in vielen Betrieben bzw. auch ganzjährig in unseren Breiten nicht möglich ist, sollten die Lauf- und Liegeflächen in den Stallungen im besten Fall die Bedingungen auf der Weide so gut als möglich „imitieren“ (Vanegas et al. 2006, Telezhenko et al. 2007, Bergsten et al. 2015). In diesem Beitrag soll der Einfluss verschiedener Bodenarten, im Besonderen auch von Gussasphaltböden, auf die Klauengesundheit beim Rind beleuchtet werden.

## Vergleich von vollflächigem mit teilflächigem Gussasphaltboden

Bei Gussasphalt (GA) handelt es sich um Heißasphalt mit relativ hartem Bitumen, groben und feinen Gesteinskörnungen (meist Kantkorn) sowie Gesteinsmehl, und zusätzlich werden zur Herstellung einer rauen Oberfläche feinteilarme Fluss- oder Seesande (meist Kant-, selten Rundkorn) mit einer Korngröße von 1 bis 2 mm auf den heißen GA aufgestreut und mittels Handwalze oder anderer gleichwertiger Verfahren angedrückt. Dadurch bleibt die Oberfläche dauerhaft rutschfest (Steiner et al. 2008a,b, ÖKL 2011, ÖKL 2015). Auf GA-Böden mit Kantkörnung findet ein sehr starker Abrieb des Sohlenhorns statt, v.a. wenn der gesamte Laufbereich vollflächig damit ausgestattet ist (Steiner et al. 2008, Führer et al. 2019). GA-Böden mit Kantkörnung werden von Jahr zu Jahr rauer, daher nimmt der Hornabrieb mit der Zeit noch weiter zu (Juli u. Matig 2003, Schneider 2006, Kofler 2015). Schwedische Forscher wiesen nach, dass sich auf GA-Böden die gewichts-tragende Fläche der Sohlen vergrößert (was ja prinzipiell positiv ist), dass die Klauenform steiler wird und sich Vorderwand und Trachtenhöhe verkürzen (was negativ ist). Daraus entwickeln sich zwangsläufig dünne Sohlen (Telezhenko et al. 2008, 2009), mit allen daraus resultierenden möglichen Komplikationen (Schneider 2006, Kofler 2015, 2017).

### Material und Methode

Die Feldstudie (Führer et al. 2019) wurde in insgesamt sechs Laufstallbetrieben mit GA-Böden durchgeführt, in vier Betrieben war der gesamte Laufbereich vollflächig damit ausgestattet (GA-V), während in zwei Betrieben nur ein Teil der Lauffläche aus GA bestand. Im Futtergang waren dabei entweder Gummimatten oder ein planbefestigter und seit mehreren Jahren bestehender Betonboden verlegt (Kontrollgruppe: GA-KON). Insgesamt wurden 97 Kühe in die Studie einbezogen, 57 Kühe in die Studiengruppe (GA-V) und 40 Kühe in die Kontrollgruppe (GA-KON). Pro Betrieb wurden die Hinterklauen von im Mittel 37,1 % (16,7 – 72,7 %) der laktierenden Kühe untersucht.

Bei allen 97 Kühen erfolgte ein Locomotion-Scoring (Sprecher et al. 1997), dann wurden die Kühe auf einem Kippstand abgelegt. Alle Klauen wurden mit Wasser gereinigt und anschließend wurden ausschließlich an den Hinterklauen folgende Messungen vorgenommen: Länge der Klauenvorderwand, Länge der Trachtenhöhe, sonographische Messung der Sohlenhorndicke (SHD) an 2 Messpunkten mittels 5 - 7,5 MHz Linearschallkopf sowie ein Kompressionstest an der Sohlenspitze mittels Daumen und Klauenuntersuchungszange. Zur Bestimmung des Nettowachstums der Vorderwandlänge wurde eine tiefe Rille an der Klauenvorderwand gefräst und die entsprechenden Distanzen bei der Erstuntersuchung sowie wiederum zwei Monate später vermessen. Anschließend erfolgte eine funktionelle Klauenpflege, sofern diese überhaupt notwendig war, und all-fällige Behandlungen wurden durchgeführt. Alle diagnostizierten Klauenläsionen wurden elektronisch dokumentiert (Klauenmanager®) (Kofler 2013).

## Ergebnisse

Bei insgesamt 65 Klauen von 32 (von insgesamt 97) Kühen wurden "Dünne Sohlen" diagnostiziert, bei 5 % der Kühe in der GA-KON-Gruppe und bei 52,6 % in der GA-V-Gruppe. Bezogen auf die Klauenanzahl wiesen nur 1,2 % der Klauen in der GA-KON-Gruppe "Dünne Sohlen" auf, während es in der GA-V-Gruppe 27,6 % waren ( $p = 0,001$ ) (Tabelle 1). Für Kühe in der GA-V-Gruppe wurde ein 11,8-mal höheres Risiko für das Auftreten von "Dünnen Sohlen" berechnet im Vergleich zu Kühen der GA-KON-Gruppe.

"Dünne Sohlen" wurden zu 44,6 % an äußeren und zu 55,4 % an inneren Hinterklauen festgestellt ( $p = 0,055$ ), was damit erklärt werden kann, dass vor der sonographischen Vermessung der Sohlenhorndicke keine Klauenpflege erfolgt war. Kühe der GA-V-Gruppe zeigten mit 12,3 % bzw. 59,6 % statistisch signifikant häufiger ( $p = 0,02$ ) Sohlenspitzengeschwüre bzw. Weiße-Linie-Defekte ( $p = 0,01$ ) im Vergleich zu den Kühen der GA-KON-Gruppe mit 0 % bzw. 25 %. Sohlenspitzengeschwüre wurden mit 10,8 % bei Kühen mit "Dünnen Sohlen" 5,6-mal häufiger festgestellt ( $p = 0,065$ ) als bei Kühen mit physiologischer Sohlenhorndicke (1,9 %) von  $\geq 4,5$  mm.

Tabelle 1: Prävalenz "Dünner Sohlen" bezogen auf die Kuhzahl bzw. die Klauenzahl in den sechs Betrieben; der Cut-off Wert für "Dünne Sohlen" war  $\leq 4.5$  mm; a, b zeigen signifikante Unterschiede ( $p=0,01$ ) zwischen den Kühen auf vollflächigem GA-Boden und Kühen auf teilflächigem GA-Boden (aus Führer et al. 2019).

Gruppe	Betrieb	Kühe mit Dünnen Sohlen	% Kühe	Klauen mit Dünnen Sohlen	% Klauen
Kühe auf teilflächigem GA-Boden	1	5	25,0	10	12,5
	2	0	0,0	0	0,0
Zwischensumme		5	<b>12,5<sup>a</sup></b>	10	<b>6,2<sup>a</sup></b>
Kühe auf vollflächigem GA-Boden	3	9	39,1	19	21,5
	4	13	81,2	38	59,3
	5	2	33,3	6	27,2
	6	10	83,3	28	58,3
Zwischensumme		34	<b>59,6<sup>b</sup></b>	91	<b>40,9<sup>b</sup></b>
Summe		39	40,2	101	26,4

Die Nettozuwachsrate des Vorderwandhorns war bei Kühen in der GA-V-Gruppe signifikant geringer ( $p = 0,001$ ) verglichen mit jenen in der GA-KON-Gruppe. Weiters war die Nettozuwachsrate des Vorderwandhorns bei Kühen mit "Dünnen Sohlen" statistisch signifikant geringer ( $p = 0,007$ ) im Vergleich zu Kühen mit physiologischer Sohlenhornstärke ( $\geq 4,5$  mm). Die Eindrückbarkeit der Sohle mit der Untersuchungszange war bei Kühen ohne dünne Sohlen an allen Klauen signifikant geringer ( $p = 0,001$ ) als bei Kühen mit "Dünnen Sohlen". Die Vorderwandlänge zeigte eine positive Korrelation mit der Sohlenhornstärke ( $r = 0,54$ ;  $p = 0,001$ ), ebenso zeigte die Laktationsdauer eine positive Korrelation mit dem Auftreten von "Dünnen Sohlen" ( $r = 0,004$ ;  $p = 0,43$ ).

Die Prävalenz lahmer Kühe war in der GA-KON-Gruppe mit nur 10 % signifikant geringer ( $p = 0,001$ ) als bei Kühen in der GA-V-Gruppe mit 70,2 %. Der mittlere Locomotion-Score (LOC-Score) betrug bei Kühen in der GA-KON-Gruppe  $1,09 (\pm 0,04)$  versus  $1,97 (\pm 0,11)$  bei Kühen in der GA-V-Gruppe ( $p = 0,01$ ). LOC-Score 1 bedeutet, dass keine Lahmheit vorliegt. Während keine Kuh aus der GA-KON-Gruppe einen LOC-Score  $\geq 3$  aufwies, zeigten 17 Kühe (29,8 %) in der GA-V-Gruppe einen LOC-Score  $\geq 3$  (Abbildung 2). Kühe mit "Dünnen Sohlen" (SHD  $\leq 4,5$  mm) wiesen statistisch signifikant ( $p = 0,02$ ) höhere mittlere LOC-Scores auf als, Kühe mit physiologischer Sohlenstärke ( $1,70 \pm 0,12$  vs.  $1,41 \pm 0,10$ ) (Führer et al. 2019).

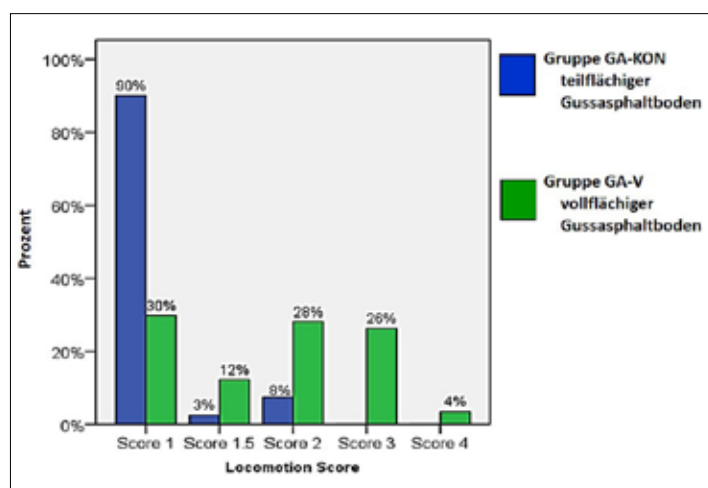


Abbildung 2: Verteilung der Locomotion-Scores (1 – 4) bei Kühen der GA-KON- und GA-V-Gruppe

## Vergleich von Betonböden, Gummimatten und anderer Bodenarten auf die Klauengesundheit

Es ist allgemeiner Konsens, dass die Art der Laufflächen und ihre jeweiligen physikalischen Eigenschaften positive bzw. auch negative Effekte auf die Klauengesundheit haben können (Shearer u. Van Amstel 2007, Kremer et al. 2007, Telezhenko et al. 2007, 2017, Führer et al. 2019). Als Laufflächen kommen planbefestigter Beton, Beton-Spaltenböden, planverlegte Gummimatten bzw. Spaltenböden mit entsprechenden Gummimattenaufgaben (gummierter Spaltenboden) sowie GA-Böden mit herkömmlichem Kantkorn- bzw. seltener mit Rundkorngranulat sowie Tiefstreu oder Kompost in Frage (Telezhenko et al. 2007, 2008, 2009, Platz et al. 2008, Bergsten et al. 2015, Burgstaller et al. 2016). Gegenüber den harten, planbefestigten Beton- und Spaltenböden verbessern Gummimatten im Laufbereich prinzipiell den Kuhkomfort, da Kühe lieber auf „weichem“ Boden gehen bzw. liegen (Kremer et al. 2007, Shearer u. Van Amstel 2007, Telezhenko et al. 2007, DeVries et al. 2015). Jedoch kann der Vorteil der größeren Rutschfestigkeit von Gummimatten gegenüber einem Betonboden auch verloren gehen, wenn die Gummimatten-Laufflächen nass bzw. mit Kot und Harn verschmutzt sind.

Daneben führen Laufflächen mit zu starkem Abrieb, wie frische Betonböden (ca. in den ersten 6 Monaten nach Einbau) oder GA-Böden mit Kantkorn, zu einem übermäßigen bis exzessiven Hornabrieb, welcher zudem noch durch Nässe im Laufbereich weiter verstärkt wird, und dadurch rasch zur Entwicklung von "Dünnen Sohlen", Sohlenspitzeneschwüren bzw. Weiße-Linie-Abszessen an der Sohlenspitze führen kann (Van Amstel et al. 2004, Shearer u. Van Amstel 2007, Kofler 2017, Führer et al. 2019). Ein neuer Betonboden, der zudem sehr nass ist, weist um bis zu 83 % mehr Abrieb, auf als ein neuer, trockener Betonboden (McDaniel 1983). Die Entstehung von Sohlenspitzeneschwüren kann zudem bei Hitzestress in den Sommermonaten, wenn mittels Sprinkleranlagen eine Kühlung der Rinder stattfindet und damit auch ein nasser Boden resultiert, verstärkt werden (Shearer u. Van Amstel 2007).

Da bei der Fußung der Gliedmaßen auf harten Laufflächen der auftreffende Druck nicht durch stoßdämpfende Eigenschaften des Bodens teilweise abgefangen wird (Van der Tol et al. 2005, Franck et al. 2007, Fischer et al. 2021), wird er direkt auf die Lederhaut, die Klauenfettpölster sowie die Gelenke und Muskeln der Rinder weitergegeben. Dadurch und in Zusammenarbeit mit gleichzeitig vorliegenden klauenrehebedingten Veränderungen in der Klaue und zunehmender Laktationszahl (Absinken des Klauenbeines, Abbau der Klauenfettpölster, Entstehung von Knochenzubildungen am Beugeknorren ...) wird das Risiko für die Entstehung „druckbedingter“ KHE auf harten Bodenflächen verstärkt (Van der Tol et al. 2005, Bicalho et al. 2009, Machado et al. 2010, Foditsch et al. 2016). Dieses Risiko wird zudem noch weiter vergrößert, wenn die fachgerechte Klauenpflege, die ja in der Regel zu einer gleichmäßigen Druckverteilung auf beide Klauen, wenn auch nur für einen Zeitraum von wenigen Wochen beiträgt, nur „nach Bedarf“, nur einmal jährlich oder auch nur zweimal jährlich in der Herde erfolgt (Kofler 2019, 2021, Sadiq et al. 2020, Fischer et al. 2021).

Andererseits werden die Stehzeiten generell verlängert, egal ob auf harten oder auf anderen Bodenflächen, wenn die Liegeplätze von den Kühen wegen Qualitätsmängeln oder zu geringer Dimensionierung, falsch angebrachter Nackenrohre bzw. wegen zu geringer Zahl (Überbelegung), nicht ausreichend genutzt werden können. Auch diese Situation verstärkt wiederum den Druck auf die Klauen, hierbei v.a. wiederum auf die hinteren Außenklauen (Murray et al. 1996, Cook u. Nordlund 2009, Salfer et al. 2018, Oehm et al. 2019). Die Haltung von Rindern auf harten Böden verstärkt nicht nur den Druck auf die unter der Sohle liegende Lederhaut, sondern abhängig von den Dimensionen des Fressganges und der Laufgänge, kommt es auf harten und rauen Böden sowie bei Überbelegung und/oder infolge von Engstellen und Sackgassen auch vermehrt zu plötzlichen mechanischen Zug- und Druckbelastungen im Bereich der weißen Linie (am Übergang vom harten Tragrandhorn zum weicheren Sohlenhorn) mit der Folge von Zusammenhangstrennungen und der nachfolgenden Entwicklung schmerzhafter Weiße-Linie-Abszesse (Mülling et al. 1994, Shearer u. Van Amstel 2017). Zudem kann diese mechanische Belastung im Bereich der Weißen-Linie noch verstärkt werden durch klauenrehebedingte Veränderungen in der Klaue selbst (Nocek et al. 1997, Collis et al. 2004, Greenough 2007).

Eine raue Oberfläche auf frisch verlegtem planbefestigtem Betonboden verstärkt den Hornabrieb immens und zudem entwickelt sich an dessen Oberfläche eine dünne Kalziumhydroxid-Suspension, die stark alkalisch ist (pH von ca. 11 - 12). Dadurch wird eine Keratindegradation am Sohlenhorn verursacht, so dass der Hornabrieb noch weiter beschleunigt wird (Hahn et al. 1986), was dann rasch zu "Dünnen Sohlen" führen kann (Wells et al. 1993, Shearer u. Van Amstel 2009). Daher wurde für dieses Krankheitsbild auch der Begriff „New concrete disease“ (= „Neue-Betonboden-Krankheit“) (Shearer u. Van Amstel 2009, Sanders et al. 2009) geprägt. Zu rauer Betonboden kann durch Abschleifen

„verbessert“ werden (Wells et al. 1993, Shearer u. Van Amstel 2007). Allerdings wird mit den Jahren jeder Betonboden glatt und rutschig (Van der Tol et al. 2005), was wiederum das Risiko für das Ausrutschen der Rinder stark erhöht und damit auch die Gefahr für die Entstehung hochgradiger Lahmheiten infolge von Knochenfrakturen, Bänderrissen oder Hüftgelenkluxationen (Shearer u. Van Amstel 2007, 2009). Daher ist es bei älteren Betonböden notwendig, die Friktion zu verbessern, indem sie mechanisch aufgeraut werden. Dabei wird das Fräsen von parallelen Rillen bzw. eines Rautenprofils empfohlen. Die Rillen sollten maximal 1,25 cm breit und tief sein und parallel zum Verlauf des Falten-schiebers verlaufen (Shearer u. Van Amstel 2007).

In den letzten Jahren wurden verstärkt inadäquate Betonböden durch Verlegung von Gummimatten verbessert. Aber auch Gummimatten können rutschig werden, wenn der Falten-schieber den Mist nicht sauber und plan abschiebt, so dass Kotreste oberflächlich zwar eintrocknen, darunter aber rutschig bleiben (Shearer u. Van Amstel 2007, 2009). Wichtig bei der Verlegung von Gummimatten ist es, dass sie gut am darunterliegenden Betonboden fixiert werden, um eine Verlagerung bzw. ein Aufwerfen der Elementenden zu vermeiden (Shearer u. Van Amstel 2007, 2009). Auf Gummimatten zeigten Kühe ein schnelleres Gangverhalten mit größerer Schrittlänge als auf Betonböden, aber auch auf trockenem Betonboden bewegten sich die Kühe schneller als auf Laufflächen, die mit Kot-Harnmisch bedeckt waren (Shearer u. Van Amstel 2007, 2009, Kremer et al. 2007).

Kremer et al. (2007) untersuchten die Auswirkungen eines Betonspaltenbodens im Vergleich zu einem gummierten Spaltenboden auf die Klauengesundheit, die Lahmheitsprävalenz und die Bewegungsaktivität bei 49 Kühen anhand der kontinuierlich erfassten (Aktivitäts-)Daten eines automatischen Melksystems. Bei diesen Kühen erfolgte dreimal jährlich eine Klauenpflege, u.a. auch beim Trockenstellen. Bei den Kühen auf Gummiböden war das Nettohornwachstum signifikant größer ( $p < 0,001$ ) im Vergleich zu jenen auf Betonspalten, woraus abgeleitet werden muss, dass eine regelmäßige etwa dreimal jährliche Klauenpflege bei auf Gummiböden gehaltenen Kühen auf jeden Fall notwendig ist. Sohlenblutungen wurden häufiger (37 % vs. 30 %) an den Klauen von Kühen auf Betonspalten festgestellt. Dermatitis digitalis war häufiger bei Kühen auf den gummierten Spalten (23 % vs. 14 %) zu beobachten, wobei dafür möglicherweise das für die Reinigung des Gummibodens zweimal tägliche Berieseln und die dadurch erhöhte Feuchtigkeit ausschlaggebend waren. Die Lahmheitshäufigkeit (22 % vs. 26 %;  $p > 0,05$ ) zwischen den beiden Gruppen zeigte keine signifikanten Unterschiede. Die Kühe auf den gummierten Spaltenboden zeigten jedoch eine signifikant größere Bewegungsaktivität ( $p < 0,001$ ) im Vergleich zu jenen auf Betonspalten, was als Indiz für einen besseren Kuhkomfort gewertet werden kann (Kremer et al. 2007).

Platz et al. (2008) stellten fest, dass bei 50 Kühen auf Gummimatten eine deutlich größere Schrittlänge ( $70 \pm 1$  cm vs.  $58 \pm 1$  cm) und auch mehr Schritte pro Tag ( $5.611 \pm 495$  vs.  $4.226 \pm 450$ ) zu beobachten waren als bei der Kontrollgruppe auf Betonspaltenboden. Auch das Brunstverhalten der Kühe (Aufspringen) war auf Gummimatten im Vergleich zu Betonspalten signifikant ( $p < 0,01$ ) deutlicher ausgeprägt (112 vs. 23 Beobachtungen). Ausrutschen bzw. Zusammenbrechen der Kühe beim Aufspringen (bei der Brunst) war nur auf dem Betonspaltenboden zu beobachten (bei 19 von 23 „Aufspringvorgängen“), und auch das Belegen von Körperteilen während die Kühe auf 3 Beinen standen, war auf Gummimatten um bis zu viermal häufiger nachweisbar (511 vs. 105 Beobachtungen). Die Autoren schlussfolgern, dass auf Gummimatten aufgestallte Kühe signifikant häufiger ein artgerechtes Verhalten und mehr Bewegungsaktivität zeigen, als die Vergleichsgruppe auf Betonspalten (Platz et al. 2008).

Telezhenko et al. (2007) untersuchten in einer 280-Kuh-Herde anhand von Videoaufzeichnungen bei der Nachmittagsmelkung, ob die Kühe beim Stehen im Melkwartebereich



und in der Bewegung im Laufgang dorthin den Gummiboden (zwei unterschiedlich weiche Gummimatten) oder den planbefestigten Betonboden bzw. Spaltenboden bevorzugen. Ein signifikant größerer Anteil von Kühen wählte im Melkwartebereich die gummierten Böden ( $65,1 \% \pm 2,7 \%$  bzw.  $69,3 \% \pm 2,6 \%$ ) verglichen zur Kontrollgruppe mit dem Betonboden ( $50,9 \% \pm 3,9 \%$ ). Ebenso wählten signifikant mehr nicht-lahme Kühe einen der beiden gummierten Böden am Weg zum Melkwartebereich ( $64,5 \% \pm 5,4 \%$  bzw.  $68,2 \% \pm 5,1 \%$ ) im Vergleich zur Kontrollgruppe ( $28,9 \% \pm 4,3 \%$ ). Bei lahmen Kühen konnte keine signifikant unterschiedliche Vorliebe für die Bodenart festgestellt werden, möglicherweise bedingt durch die Rangordnung der Tiere. Die Autoren kommen zum Schluss, dass die Mehrzahl der Kühe, wenn sie die Wahl haben, weiche Gummiböden bevorzugen (Telezhenko et al. 2007).

Telezhenko et al. (2008) untersuchten die Gewichts- und Druckverteilung auf defitierte Zonen der Klaue (Hartballen, Tragrand, Sohle) bei 127 Holstein-Kühen, die auf drei verschiedenen Laufflächen (Gummimatten, abrasiver Gussasphalt, wenig abrasiver Betonspaltenboden) aufgestellt waren. Mittels Kraftmessplatte wurden die vertikale Bodenreaktionskraft, die Größe der Kontaktfläche und der mittlere Kontaktdruck an den linken Hinterklauen an den drei Klauenzonen gemessen. Bei Klauen von Kühen auf Betonspaltenboden war die Gewichtsbelastung am Hartballen am größten ( $37,4 \% \pm 3,5 \%$  an Außenklaue und  $18,3 \% \pm 2,9 \%$  an Innenklaue), gefolgt vom Tragrand ( $20,0 \% \pm 2,6 \%$  an Außenklaue und  $13,4 \% \pm 2,4 \%$  an Innenklaue).

Die Gewichts- und Druckverteilung der Klauen von Kühen auf Gummimatten zeigte keine deutlichen Unterschiede an den drei Zonen, ausgenommen am Hartballen der Außenklaue, wo die Belastung größer war. Die Gewichtsbelastung der Sohle bei Kühen auf Gummimatten war deutlich geringer im Vergleich zu Kühen auf Betonspaltenböden ( $5,1 \% \pm 0,7 \%$  vs.  $12,7 \% \pm 1,1 \%$  an Außenklauen und  $1,1 \% \pm 0,5 \%$  vs.  $8,7 \% \pm 0,7 \%$  an Innenklauen). Bei Kühen auf GA-Boden fand die größte Gewichtsbelastung an der Sohle statt ( $36,2 \% \pm 2,9 \%$  an Außenklauen und  $22,2 \% \pm 1,8 \%$  an Innenklauen). Die größte Kontaktfläche an den Klauen wurde auf GA-Boden registriert, mit entsprechend geringerem Druck pro Flächeneinheit ( $39,8 \text{ N/cm}^2 \pm 2,3 \text{ N/cm}^2$ ), im Vergleich zu den Klauen von Kühen, die auf Betonspaltenboden ( $66,0 \text{ N/cm}^2 \pm 2,7 \text{ N/cm}^2$ ) bzw. auf Gummimatten ( $56,7 \text{ N/cm}^2 \pm 1,7 \text{ N/cm}^2$ ) aufgestellt waren. Es zeigte sich, dass auf Betonboden die stärkste Druckbelastung am Hartballen und am Tragrand stattfand. Hingegen hatte die Aufstallung auf stark abrasivem GA-Boden eine vergrößerte Kontaktfläche an den Klauen zur Folge, und daher einen verminderten Druck pro Flächeneinheit, aber dadurch auch eine verminderte Gewichtsbelastung am härtesten Teil der Klaue, dem Tragrand, wodurch letztlich das Risiko für die Entstehung von "Dünnen Sohlen" und ihren Folgeerkrankungen erhöht wurde (Telezhenko et al. 2008).

In einer weiteren Studie untersuchten Telezhenko et al. (2009) die Auswirkungen verschiedener Bodenarten (planverlegte Gummimatten, Gussasphalt mit bzw. ohne Gummimatten im Fressgang, alter Betonspaltenboden) auf die Klauenform, das Hornwachstum und den Hornabrieb bei 170 Holstein-Kühen. Alle Kühe wurden zu Laktationsbeginn auf der zugewiesenen Lauffläche für durchschnittlich 172 Tage aufgestellt, und waren zuvor klauengepflegt worden. Die Aufstallung auf GA-Boden führte bei diesen Kühen zu einer kürzeren Vorderwand und einem größeren Vorderwandwinkel. Das Nettowachstum des Horns (Wachstums- minus Abriebrate) pro Monat betrug an den hinteren Außenklauen  $2,54 \text{ mm} \pm 0,37 \text{ mm}$  auf Betonspaltenboden,  $-0,18 \text{ mm} \pm 0,37 \text{ mm}$  auf GA-Boden sowie  $1,16 \text{ mm} \pm 0,26 \text{ mm}$  auf GA-Boden mit Gummimatten im Fressgang bzw.  $2,46 \text{ mm} \pm 0,24 \text{ mm}$  auf Gummimatten. Allerdings konnte keine dieser getesteten Laufflächen die bestehenden Unterschiede (Klauenform, Trachtenhöhe, Wachstumsrate, Abriebrate) zwischen Außen- und Innenklauen ausgleichen (Telezhenko et al. 2009).

Telezhenko et al. (2017) untersuchten zudem die Rutschfestigkeit verschiedener Laufflächen wie glatter Betonboden, Betonboden mit geriffeltem Muster, Betonboden „handgestampft“, Gussasphaltboden, Gummimatten und abgenutzter Spaltenboden. Die Koeffizienten für Reibung und Rutschfestigkeit wurden auf sauberen sowie auf kotverschmutzten Böden bei 40 Kühen gemessen, welche in gerader Linie über die jeweiligen Bodenflächen im Schritt bewegt wurden. Als Referenzwerte wurden jene auf Spaltenböden verwendet. Die niedrigsten Reibungskoeffizienten mit 0,29 – 0,41 wurden auf Betonböden, mittlere Reibungskoeffizienten von 0,38 – 0,45 auf Gussasphalt und die höchsten Werte mit 0,49 – 0,57 auf Gummimatten festgestellt. Der stärkste Hornabrieb (g/10 m) fand auf GA-Boden statt (4,48 g/10 m), gefolgt von „handgestampften“ Betonboden (2,77 g/10 m) und den anderen Betonböden (1,26 – 1,60 g/10 m). Die niedrigsten Werte in Bezug auf den Rutschfestigkeitswert (trocken/feucht) wurde auf glattem Betonboden (79/35) und GA-Boden (65/47) festgestellt, v.a. wenn eine kotverschmierte Schicht darauf lag. Der sicherste Gang der Kühe im Schritt wurde auf Gummimatten beobachtet. Es konnten nur mittelmäßige bis schwache Korrelationen von  $r = 0,54 - 0,16$  zwischen den Gangbeurteilungen und den physikalischen Bodeneigenschaften berechnet werden, woraus die Autoren schlussfolgerten, dass keine der physikalischen Bodeneigenschaften alleine aussagekräftig genug ist, um die Rutschfestigkeit und die Reibung der getesteten Laufflächen ausreichend zu charakterisieren. Laufflächen mit elastischem Belag, auf welchem die Klauen etwas einsinken können, scheinen daher die beste Wirkung auf das Gehverhalten der Kühe zu zeigen (Telezhenko et al. 2017).

Vanegas et al. (2006) untersuchten die Auswirkungen von Gummiböden auf die Entwicklung von Klauenläsionen, Lahmheit und Hornwachstum bzw. Hornabrieb bei Kühen ab der zweiten Laktation. Zwei Gruppen von Kühen (je 84 bzw. 82) waren dazu in identischen Laufställen aufgestellt worden, mit dem einzigen Unterschied, dass ein Bereich mit Gummimatten ausgelegt war, wohingegen die Kühe der zweiten Gruppe auf planbefestigtem Betonboden gehalten wurden. Alle Kühe wurden dreimal pro Laktation auf das Vorliegen von Klauenläsionen an den Hinterklauen, auf Lahmheit sowie auf das Hornwachstum bzw. den Hornabrieb an der Klauenvorderwand kontrolliert. Zu Beginn der Studie zeigten sich keine Unterschiede zwischen den beiden Gruppen hinsichtlich der überprüften Kriterien sowie bei der Laktationsnummer, den mittleren Laktationstagen und dem BCS. Das Risiko für die Entwicklung von Klauenläsionen war zwischen den Gruppen nicht unterschiedlich, jedoch zeigten die Kühe in beiden Gruppen vermehrt Klauenläsionen an den Außenklauen. Kühe auf Betonboden zeigten ein höheres Risiko lahm zu werden und eine entsprechende Behandlung zu benötigen (OR: 1,73 vs. 1,0; OR = odds ratio = Chancenverhältnis) gegenüber jenen auf Gummimatten. Das Hornwachstum und der Hornabrieb bei Kühen auf Gummimatten war geringer im Vergleich zu jenen auf Betonboden. Aus diesen Ergebnissen schlussfolgern die Autoren, dass Laufflächen aus Gummimatten besser für die Klauengesundheit sind als Betonböden (Vanegas et al. 2006).

Bergsten et al. (2015) untersuchten die Auswirkungen von harten Betonspaltenböden bzw. mit Gummimatten ausgestatteten Spaltenböden bei trächtigen Kalbinnen bzw. Erstlingskühen auf die Größe der Klauen-Kontaktfläche, die Druckverteilung an den Klauen, das Auftreten von Klauen- und Gliedmaßenläsionen sowie von Lahmheit jeweils zu Beginn und am Ende der Stallhaltungsperiode. Die trächtigen Kalbinnen wurden zum Teil auf Tiefstreu ( $n = 70$ ) und zum Teil in Laufställen mit Tiefboxen ( $n = 68$ ) gehalten, in beiden Fällen war der Fressgang mit planbefestigten Betonboden ausgestattet. Die Prävalenz von Sohlenblutungen war bei den trächtigen Kalbinnen, die auf Tiefstreu aufgestellt waren, statistisch signifikant geringer (21% vs. 38%;  $p = 0,06$ ) als bei jenen in Laufställen mit Tiefboxen. Nach der Weideperiode wurden beide Gruppen neu aufgestellt: Gruppe 1 in einem Laufstall mit Betonspaltenboden und Tiefboxen und Gruppe 2 in einem

Laufstall mit gummierten Spaltenböden und Tiefboxen. Nach der Abkalbung zeigten die Erstlingskühe, die auf den harten Laufflächen aufgestallt waren, ein signifikant höheres Chancenverhältnis (odds ratio = OR) für Lahmheit (OR: 3,6;  $p < 0,01$ ), Sohlenblutungen/Sohlengeschwüre (OR: 2,2;  $p < 0,05$ ), Weiße-Linie-Blutungen (OR: 2,8;  $p < 0,01$ ) und haarlosen Stellen bzw. Dekubitalwunden (OR: 2,6;  $p < 0,02$ ) im Vergleich zu jenen auf den gummierten Spaltenböden. Bezogen auf Dermatitis digitalis (Mortellaro) bestanden zwischen den Kühen beider Gruppen keine statistischen Unterschiede (OR: 1,06;  $p = 0,89$ ). Zusammengefasst zeigten Erstlingskühe aufgestallt auf gummierten Spaltenböden deutlich niedrigere Prävalenzen an Lahmheit, Klauenläsionen und Druckstellen an proximalen Gliedmaßenregionen im Vergleich zu Kühen auf Betonspaltenböden (Bergsten et al. 2015).

Haufe et al. (2014) untersuchten den Einfluss des Stallbodens und des Weideganges auf die Klauendimensionen und die Klauenform von Milchkühen in 36 Boxenlaufställen, von denen im Laufbereich bei je 12 Betrieben Gussasphalt, Betonspalten oder planbefestigte Gummimatten verlegt waren. Bei jeder Bodenart hatten die Kühe bei der Hälfte der Betriebe im Sommer 4 Stunden (Median) täglich Weidegang. Auf jedem Betrieb wurden zu drei Zeitpunkten in einem Abstand von rund sechs Monaten Daten von 10 Kühen erhoben. Das Klauenwachstum war auf Gummiböden am stärksten und auf Gussasphalt am schwächsten ausgeprägt. Unabhängig von der Bodenart waren die Klauenwinkel am Ende der Winterperiode größer und am Ende der Sommerperiode kleiner. Die Bodenart hatte auch einen Einfluss auf das Auftreten von flachen, konkaven und überwachsenen Klauen.

So betrug die odds ratio (OR) für flache Klauen im Winter/Sommer auf Gummiböden OR 1/1,5, auf GA-Böden jedoch OR 13,1/17,5 und auf Spaltenböden OR 0,5/0,4. Insgesamt erwies sich aber keine der Bodenarten als deutlich vorteilhaft, und der Weidegang (Median 4 Stunden täglich) hatte nur geringe Auswirkungen auf die Klauendimensionen und die Klauenform (Haufe et al. 2014). Leider wurden in dieser Studie weder die Prävalenz von Lahmheiten noch die Art und die Prävalenzen von Klauenläsionen erhoben.

In einer österreichischen Studie wurde die Klauengesundheit und Lahmheitsprävalenz von Kühen in fünf Milchviehherden, die in Kompostlaufflächen ( $n = 201$  Kühe) gehalten wurden mit den Kühen ( $n = 297$ ) von fünf Milchviehherden, die in Laufställen auf planbefestigten Beton- bzw. auf Betonspaltenböden mit Tiefboxen und Stroh-Mistmatratze gehalten wurden, verglichen (Burgstaller et al. 2016). Diese 10 Betriebe wiesen eine ähnliche Kuhzahl, Milchleistung und Laufflächenbeschaffenheit auf, die Klauenpflege erfolgte in Intervallen von sechs Monaten (Burgstaller et al. 2016). Die mittlere Lahmheitsprävalenz der beiden Gruppen war nicht signifikant unterschiedlich, sie betrug bei den Kühen in den Kompostlaufställen 18,7 % ( $\pm 11,8$  %; range 0 – 37,5 %) und 14,9 % ( $\pm 13,4$  %, range 0 – 39,8 %) bei den Kühen in herkömmlichen Laufställen. Mittels statistischer Modelle (CLMM) konnten signifikante Unterschiede ( $p < 0,05$ ) bei den Prävalenzen einzelner Klauenläsionen wie Weiße-Linie-Defekte (20,4 % vs. 46,6 %), Ballenhornfäule (26,9 % vs. 59,9%), konkave Vorderwand als Resultat einer chronischen Klauenrehe (6,5 % vs. 15,9 %) und Limax (0,2 % vs. 3,1 %) zwischen den Kühen im Kompostlaufstall und Kühen auf harten Betonlaufflächen berechnet werden. Diese Resultate zeigen, dass Kühe in Kompostlaufställen aufgrund des weichen Bodens bei einigen Klauenläsionen wesentlich besser abschneiden als die Kontrollgruppe, aber bei Betrachtung der Lahmheitsprävalenz, welche letztlich der wichtigste Parameter für das Kuhwohl ist, ähnlich gut abschneiden. Daraus lässt sich ableiten, dass auch in Laufställen mit harten Laufflächen bei Umsetzung wichtiger Vorsorgeaspekte eine gute Klauengesundheit erzielbar ist (Burgstaller et al. 2016).

Ähnliche Schlussfolgerungen lassen sich aus einer jüngst durchgeführten Auswertung von validierten Klauenpflagedaten von 512 österreichischen Milchviehbetrieben im

Rahmen des Klauen-Kuh-Wohl-Projektes ableiten: Gut geführte Betriebe (TOP 10 %) in Österreich schaffen es sehr wohl, eine gute Klauengesundheit aufrecht zu erhalten mit  $\leq 5$  % lahmen Rindern bzw.  $\leq 6,3$  % Alarmbefunden pro Herde, wie ein Benchmarking bei über 8.000 Kühen aus 512 Herden im Kontrolljahr 2020 zeigte (Egger-Danner et al. 2021). Dabei waren diese TOP 10 % Betriebe mit sehr unterschiedlichen Laufflächen sowie auch Anbindehaltung ausgestattet.

## Diskussion

Zahlreiche dieser genannten Studien beschreiben die Auswirkungen verschiedener Bodenarten auf die Klauenform, die Größe der Kontaktfläche, den Druck pro Flächeneinheit, den Vorderwandwinkel, die Horn-Nettozuwachsrate, die Schrittlänge und die Bewegungsaktivität (Shearer u. Van Amstel 2007, 2009, Kremer et al. 2007, Platz et al. 2008, Telezhenko et al. 2008, 2009, 2017, Haufe et al. 2014). Diese Parameter sind allesamt sehr interessant und können letztlich auch schmerzhaftes Klauenläsionen zur Folge haben, geben aber per se nicht zwingend tierwohlrelevante Aspekte wieder, weil Veränderungen bei diesen genannten Parametern nicht unmittelbar mit Schmerzen, d.h. mit Lahmheit verbunden sind (Whay et al. 1997, Whay u. Shearer 2017). Daher ist die Aussagekraft jener Studien durchaus höher zu bewerten, bei denen die Auswirkungen verschiedener Bodenarten bei möglichst gleichbleibenden sonstigen Aufstallungs- und Managementbedingungen auf die Prävalenz von Lahmheiten und diversen Klauenläsionen bei Milchkühen untersucht wurden (Vanegas et al. 2006, Kremer et al. 2007, Bergsten et al. 2015, Burgstaller et al. 2016). Eine „gute Klauengesundheit“ liegt nach Modifizierung der WHO-Definition für Gesundheit dann vor, wenn die Klauen frei von schmerzhaften, lahmeitsverursachenden Läsionen („Zustand des körperlichen Wohlergehens“, „Freisein von Krankheit“) sind (Kofler 2021). Diese Definition kann jedoch gleichzeitig auch so interpretiert werden, dass „gute Klauengesundheit“ nicht zwangsläufig bedeutet, dass die Klaue völlig frei von nicht-schmerzhaften Läsionen oder Formveränderungen sein muss (Kofler 2021).

Nach dem ICAR-Klauengesundheitsatlas unterscheidet man 21 Befunde/Klauenläsionen, welche im Rahmen der Klauenpflege dokumentiert werden können (Egger-Danner et al. 2015). Grundsätzlich sind für die Entwicklung von KHE immer übermäßige chronische Druckeinwirkungen (von außen u./o. von innen) verantwortlich, daher werden sie auch als druckbedingte Klauenerkrankungen bezeichnet (Greenough et al. 1997, Machado et al. 2010, Foditsch et al. 2016). Vermehrter Druck von außen auf die Sohle bzw. den Tragrand ist eher bei harten Bodenflächen zu erwarten (Kremer et al. 2007, Shearer u. Van Amstel 2007, 2009, Telezhenko et al. 2007, 2008, 2009, 2017) und in geringerem Ausmaß auf Gummimatten (Vanegas et al. 2006, Bergsten et al. 2015, Telezhenko et al. 2017) oder bei Haltung in Kompostlaufställen (Burgstaller et al. 2016). Infektiöse Klauenleiden wie Dermatitis digitalis (Mortellaro) und Zwischenklauenphlegmone stellen Faktoren-erkrankungen mit infektiöser Komponente dar, wofür v.a. große Hygienemängel und (Hitze-)Stressfaktoren (Schwächung der Immunabwehr) verantwortlich sind (Refaai et al. 2013, Endres 2017, Kofler 2020a). Die dafür spezifischen, anaeroben Bakterien benötigen für das Angehen der Infektion eine durch Hygienemängel vorgeschädigte Haut. Solch oberflächliche, kleine Hautschäden am Weichballen können aber fallweise auch durch zu raue Bodenoberflächen oder scharfe Kanten im Laufbereich bedingt sein (Shearer u. Van Amstel 2007, 2009, Refaai et al. 2013, Kofler 2020a,b). So konnten Bergsten et al. (2015) bei Erstlingskühen, die ja besonders anfällig für die Mortellaro-Infektion sind (Refaai et al. 2013, Kofler 2020a) keine statistisch signifikanten Unterschiede (OR: 1,06;  $p = 0,89$ ) hinsichtlich der Prävalenz von Mortellaro-Krankheit zwischen den Kühen, die auf den gummierten Spaltenböden und Kühen, die auf Betonspaltenböden gehalten wurden, feststellen.

Für den Untersucher ist es wichtig zu unterscheiden, ob die vorliegende Klauenläsion für das Rind grundsätzlich mit Schmerzen und damit mit Lahmheit einhergeht oder nicht (Whay u. Shearer 2017). Mit Lahmheit bzw. Schmerzen assoziierte Klauenläsionen werden als Alarm-Erkrankungen bezeichnet (Kofler 2021, Egger-Danner et al. 2021), so dass daher im Sinne des Tierwohls eine sofortige, fachgerechte und konsequente Behandlung vorgenommen werden sollte. Dazu zählen alle Geschwüre, der weiße-Linie-Abszess, die Sohlenspitzennekrose, das akute (M2) Mortellaro (DD)-Stadium, alle Mortellaro-assoziierten KHE, die Zwischenklauen-Phlegmone sowie mittel- und hochgradige Schwellungen des Ballens/Kronsaums (Kofler 2021). Im Gegensatz zu den Alarm-Erkrankungen gehen andere Klauenläsionen wie Ballenhornfäule, Sohlenblutung, Doppelsohle, oberflächlicher Weiße-Linie-Defekt, "Dünne Sohle", konkave Vorderwand, Hornspalt, Limax sowie chronische (M4- und M4.1) Stadien und das Mortellaro-Frühs stadium (M1) nur selten oder nicht mit Schmerzhaftigkeit einher (Kofler 2021), und sind bei verschiedenen Bodenarten in unterschiedlicher Häufigkeit zu finden (Collis et al. 2004, Bergsten et al. 2015, Shearer u. Van Amstel 2017, Führer et al. 2019). Aus einer Sohlenblutung, Doppelsohle, einem Weiße-Linie-Defekt und einer "Dünnen Sohle" können sich allerdings bei längerem Einwirken des Druckes sehr wohl Sohlengeschwüre und Weiße-Linie-Abszesse entwickeln (Kofler 2017, Shearer u. Van Amstel 2017).

Vor allem das Krankheitsbild der „Dünne Sohle“ bei Milchkühen ist assoziiert mit der Haltung der Rinder ausschließlich auf abrasivem GA-Böden (Schneider 2006, Führer et al. 2019) bzw. auf frisch verlegten bzw. frisch (und zu scharf) aufgerauten Betonböden (McDaniel 1983, Franck et al. 2007, Shearer u. Van Amstel 2009, Kofler 2017). GA-Böden weisen bekanntermaßen eine stark abrasive Oberflächenstruktur auf und der Abrieb wird durch Nässe noch verstärkt (Schneider 2006, Steiner et al. 2008a), so dass dadurch eine deutlich geringere Nettozuwachsrate des Klauenhorns und höhere Lahmheitsprävalenzen resultieren (Telezhenko et al. 2009, Führer et al. 2019). Bei Kühen, die auf GA-Böden gehalten werden, ist v.a. während der Brunst das Risiko für das Auftreten von "Dünne Sohlen" und ihren schmerzhaften Folgeerkrankungen deutlich erhöht, da wegen der erhöhten Bewegungsaktivität der Hornabrieb noch verstärkt wird. Dies gilt genauso bei Überbelegung bzw. bei Vorliegen von Sackgassen oder Engstellen in den Laufgängen bzw. bei sehr langen Wegen zum Melkstand bzw. die Weide (Shearer u. Van Amstel 2007, 2009, Hund et al. 2019). Aus den Ergebnissen der Studie von Führer et al. (2019) sowie auch aus den Erkenntnissen der Studie von Shearer u. Van Amstel (2009) lässt sich ableiten, dass bei Neubau von Stallungen für Milchrinder mit GA-Boden als Lauffläche zumindest Teile derselben (z.B. der Fressgang und Melkwartebereich) mit Gummimatten ausgestattet werden sollten oder man generell nur rundkörniges Granulat verwendet. Zur Verbesserung der Dünne-Sohle-Problematik in bereits bestehenden GA-Böden können nachträglich mit vertretbarem Aufwand Gummimatten im Fressgang und Melkwartebereich verlegt werden (Kofler 2015). Der positive Effekt dieser Maßnahme wurde durch eigene Erfahrungen bestätigt, zwei der vier Betriebe aus der Studie von Führer et al. (2019) haben auf unsere Empfehlungen hin Gummimatten im Fressgang und im Melkwartebereich verlegt. Auch Shearer und Van Amstel (2009) berichteten, dass die Verlegung von Gummimatten im Melkwartebereich die Häufigkeitsrate von Kühen mit "Dünne Sohle" in einer Herde von 32 % auf 4 % innerhalb eines Jahres reduzierte.

Das Vorkommen von Klauenläsionen in einer Herde ist nur äußerst selten auf einen einzelnen Risikofaktor zurückzuführen, vielmehr liegt den Klauenläsionen bei Milchkühen eine multifaktorielle Genese (Abbildung 1) zugrunde (Salfer et al. 2018, Oehme et al. 2019, Kofler 2021). Die Beschaffenheit der Laufflächen ist dabei nur einer von vielen Aspekten, der aber besonders dann schlagend wird, wenn die an die jeweiligen Bodenarten gestellten Erfordernisse (ÖKL 2011, ÖKL 2015, Endres 2017) aufgrund von Oberflächenschäden, zu starkem Abrieb bzw. zu glatter Oberfläche nicht mehr vorliegen

(Schneider 2006, Cook u. Nordlund 2009, Sanders et al. 2009). Daher müssen bei der Suche nach den ursächlichen Risikofaktoren für eine schlechte Klauengesundheit in Problembetrieben alle relevanten Einflussfaktoren bewertet werden, nur die Fokussierung auf einen einzelnen Risikofaktor wie z.B. auf die Bodenart greift in den allermeisten Betrieben viel zu kurz. Studien haben gezeigt, dass relativ unabhängig von der Bodenart, natürlich unter der Voraussetzung, dass die jeweiligen Laufflächen die an sie gestellten technischen/physikalischen Anforderungen auch erfüllen (ÖKL 2011, ÖKL 2015), eine gute Klauengesundheit erzielt werden kann (Gundelach et al. 2013, Burgstaller et al. 2016, Egger-Danner et al. 2021). Eine gute Klauengesundheit ist auch sehr stark von der Qualität und Dimension der Liegeflächen, der großzügigen Dimensionierung der Laufflächen und vielen Managementfaktoren wie Intervall und Qualität der Klauenpflege, Vermeidung einer Überbelegung, aktive Kontrolle auf Lahmheit im 2-Wochen-Intervall, Lahmheitskontrolle und Durchführung einer fachgerechten Klauenpflege bei Trockenstehern und bei Kühen um den 40. – 60. Laktationstag, leistungs- und wiederkäuergerechte Fütterung u.v.a.m. abhängig (Kleen et al. 2013, DeVries et al. 2015, Endres 2017, Salfer et al. 2018, Oehme et al. 2019, Christen et al. 2020, Kofler 2021). Zudem haben Studien gezeigt (Main et al. 2010, Klindworth et al. 2018), dass die Prävalenz an Lahmheiten in Milchviehherden signifikant negativ korreliert ist mit guter Ausbildung, hohem Fachwissen und fachgerechter Behandlung durch die betreuenden Personen.

## Literatur

BERGSTEN, C., TELEZHENKO, E., VENTORP, M., (2015): Influence of soft or hard floors before and after first calving on dairy heifer locomotion, claw and leg health. *Animals* 5, 662-686.

BICALHO, R.C., MACHADO, V.S., CAIXETA, L.S., (2009): Lameness in dairy cattle: A debilitating disease or a disease of debilitated cattle? A cross-sectional study of lameness prevalence and thickness of the digital cushion. *J Dairy Sci* 92, 3175-3184.

BIEMANS, F., DE JONG, M.C.M., BIJMA, P., (2019): Genetic parameters and genomic breeding values for digital dermatitis in Holstein Friesian dairy cattle: host susceptibility, infectivity and the basic reproduction ratio. *Genet Sel Evol* 51, 67; doi.org/10.1186/s12711-019-0505-3.

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

CHRISTEN, A.-M., EGGER-DANNER, C., CAPION, N., CHARFEDDINE, N., COLE, J., CRAMER, G., DE JONG, G., FIEDLER, A., FJELDAAS, T., GENGLER, N., HASKELL, M., HERINGSTAD, B., HOLZHAUER, M., KOECK, A., KOFLER, J., MÜLLER, K., PRYCE, J., SOGSTAD, A.M., STOCK, F.K., THOMAS, G., VASSEUR, E., (2020): Lameness In Dairy Cattle. In: Section 7 - Bovine Functional Traits: Guidelines for health, female fertility, udder health, claw health traits, and lameness in bovine. p. 115-137; <https://www.lcar.Org/Guidelines/07-Bovine-Functional-Traits.pdf> (letzter Zugriff: 9.04.2021).

COLLIS, V.J., GREEN, L.E., BLOWEY, R.W., PACKINGTON, A.J., BONSER, R.H.C., (2004): Testing white line strength in the dairy cow. *J Dairy Sci* 87 (9), 2874-2880.

- COOK, N.B., NORDLUND, K.V., 2009: The influence of the environment on dairy cow behavior, claw health and herd lameness dynamics. *Vet J* 179 (3), 360-369.
- DE VRIES, M., BOKKERS, E., VAN REENEN, C., ENGEL, B., VAN SCHAİK, G., DIJKSTRA, T., DE BOER, I., (2015): Housing and management factors associated with indicators of dairy cattle welfare. *Prev Vet Med* 118, 80-92.
- EGGER-DANNER, C., NIELSEN, P., FIEDLER, A., MÜLLER, K.E., FJELDAAS, T., DÖPFER, D., DANIEL, V., BERGSTEN, C., CRAMER, G., CHRISTEN, A.-M., STOCK, K.F., THOMAS, G., HOLZHAUER, M., STEINER, A., CLARKE, J., CAPION, N., CHARFEDDINE, N., PRYCE, E., OAKES, E., BURGSTALLER, J., HERINGSTAD, B., ØDEGÅRD, C., KOFLER, J. (2015): ICAR Claw Health Atlas. [http://www.icar.org/Documents/ICAR\\_Claw\\_Health\\_Atlas.pdf](http://www.icar.org/Documents/ICAR_Claw_Health_Atlas.pdf) (letzter Zugriff: 9.04.2021).
- EGGER-DANNER, C., SUNTINGER, M., FIEDLER, A., KOFLER, J. (2021): Klauengesundheit und Tierwohl. In: Klauengesundheitsbroschüre. LFI Österreich (Hrsg.), 2021.
- ENDRES, M., (2017): The relationship of cow comfort and flooring to lameness disorders in dairy cattle. *Vet Clin North Am Food Anim Pract* 33 (2), 227-233.
- FAYE, B., BARNOUIN, J., (1985): Objectivation de la propreté des vaches laitières et des stabulations – l'indice de propreté. *Bull Tech, Centre de Recherches Zootechniques et Vétérinaires de Theix*, 59, 61-67.
- FISCHER, D., GRUND, S., PESENHOFER, R., FRIEBEL, L., MÜLLING, C.K.W., (2021): Kurative Klauenpflege zur mechanischen Entlastung von Sohlengeschwüren –eine ex-vivo-Studie. *Tierärztl Prax G* 49 (2), 92-100; DOI 10.1055/a-1385-7822.
- FODITSCH, C., OIKONOMOU, G., MACHADO, V.S., BICALHO, M.L., GANDA, E.K., LIMA, S.F., ROSSI, R., RIBEIRO, B.L., KUSSLER, A., BICALHO, R.C., (2016): Lameness prevalence and risk factors in large dairy farms in upstate New York - model development for the prediction of claw horn disruption lesions. *PLoS One* 2016;11(1):e0146718.
- FRANCK, A., OPSOMER, G., DE KRUIF, A., DE BELIE, N., (2007): Frictional interactions between bovine claw and concrete floor. *Biosyst Engineer* 96, 565–580.
- FÜHRER, G., MAJOROŠ OSOVÁ, A., VOGL, C., KOFLER, J., (2019): Prevalence of thin soles in the hind limbs of dairy cows housed on fully-floored vs. partially-floored mastic asphalt areas in Austria. *Vet J* 254, 2019: 105409; <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2019.105409>.
- GOMEZ, A., BERNARDONI, N., RIEMAN, J., DUSICK, A., HARTSHORN, R., READ, D.H., SOCHA, M.T., COOK, N.B., DÖPFER, D., (2014): A randomized trial to evaluate the effect of a trace mineral premix on the incidence of active digital dermatitis lesions in cattle. *J Dairy Sci* 97, 6211-6222.
- GREENOUGH, P.R. (2007): Bovine laminitis and lameness - a hands on approach. Saunders Elsevier, Philadelphia, 8-198.
- GREENOUGH, P.R., WEAVER, A.D., BROOM, D.M., ESSELMONT, R.J., GALINDO, F.A., (1997): Basic concepts of bovine lameness. In: GREENOUGH, P.R., WEAVER, A.D. (eds.): Lameness in cattle. 3rd ed, WB Saunders, Philadelphia, 3-13.

- GUNDELACH, Y., SCHULZ, T., FELDMANN, M., HOEDEMAKER, M., (2013): Effects of increased vigilance for locomotion disorders on lameness and production in dairy cows. *Animals* 3, 951-961.
- HAHN, M.V., MCDANIEL, B.T., WILK, J.C., (1986): Rates of hoof growth and wear in Holstein cattle. *J Dairy Sci* 69, 2148–56.
- HAUFE, H.C., FRIEDLI, K., GYGAX, L., WECHSLER, B., (2014): Influence of floor surface and access to pasture on claw characteristics in dairy cows kept in cubicle housing systems. *Schweiz Arch Tierheilk* 156 (4), 171 – 177.
- HUND, A., CHIOZZA LOGROÑO, J., OLLHOFF, R.D., KOFLER, J., (2019): Aspects of lameness in pasture based dairy systems. *Vet J* 244, 83–90.
- JULI, R., MATIG, J., (2003): Gussasphalt als Stallboden – der Estrich für das Rindvieh. Sonderdruck A120: Stallböden mit Gussasphalt, 08/2003; <http://aba-bad-hersfeld.de/Images/Leistungsinfo/A120.pdf> (letzter Zugriff 9.04.2021).
- KLEEN, J.L., UPGANG, L., REHAGE, J., (2013): Prevalence and consequences of subacute ruminal acidosis in German dairy herds. *Acta Vet. Scand.* 2013, 55:48; <http://www.acta-vetscand.com/content/55/1/48>.
- KLINDWORTH, H.-P., SCHRANNER, A., ULLRICH, A., KASKE, M., (2018): Prävalenz lahmer Kühe in niedersächsischen Milchviehbetrieben – Untersuchungen im Rahmen des Niedersächsischen Tierschutzplans. *Berlin Münch Tierärztl Wochenschr* 131 (11/12), 465-472.
- KOFLER, J., (2013): Computerised claw trimming database programs – the basis for monitoring hoof health in dairy herds. *Vet J* 198, 358–361.
- KOFLER, J., (2015): Dünne Sohlen als Lahmheitsursache beim Rind – Ätiologie, Komplikationen und Maßnahmen. *Klauentierpraxis* 23, 5-13.
- KOFLER, J., (2017): Pathogenesis and treatment of toe lesions in cattle (including non-healing toe lesions). *Vet Clin Food Anim* 33 (2), 301–328.
- KOFLER, J., (2019): Funktionelle Klauenpflege beim Rind. In: LITZKE, L-F., RAU, B. (Hrsg.): *Der Huf*. 7. Aufl., Thieme Verlag, Stuttgart, S. 366-399.
- KOFLER, J., (2020)a: Die Mortellaro-Krankheit im Griff – dank systematischer Prophylaxe und Therapie. *Klauentierpraxis* 28 (3), 89-97.
- KOFLER, J., (2020)b: Das „Neue“ Gesicht der Mortellaro-Krankheit - Rinder leiden bis zu 12 Monate und länger an DD-assoziierten Klauenhornläsionen. *Klauentierpraxis* 28 (4), 145-157.
- KOFLER, J., (2021): Klauengesundheit im Griff –mit System und Konsequenz. *News4Vets* 10 (1), 56-65.
- KREMER, P.V., NÜSKE, S., SCHOLZ, A.M., FÖRSTER, M., (2007): Comparison of Claw Health and Milk Yield in Dairy Cows on Elastic or Concrete Flooring. *J Dairy Sci* 90, 4603–4611.
- MACHADO, V.S., CAIXETA, L.S., McART, J.A.A., BICALHO, R.C., (2010): The effect of claw horn disruption lesions 765 and body condition score at dry-off on survivability,



reproductive performance, and milk production in 766 the subsequent lactation. *J Dairy Sci* 93, 4071–4078.

MAIN, D.C.J., BARKER, Z.E., LEACH, K.A., BELL, N.J., WHAY, H.R., BROWNE, W.J., (2010): Sampling strategies for monitoring lameness in dairy cattle. *J Dairy Sci* 93, 1970–1978.

McDANIEL, B.T., (1983): Management and housing factors affecting feet and leg soundness in dairy cattle. *Proceedings Am Assoc Bov Pract* 14, 41-49.

MÜLLING, C.K.W., BRAGULLA, H., BUDRAS, K.-D., REESE, S., (1994): Structural factors influencing the horn quality and predilection sites for diseases at the bottom surface of the bovine hoof. *Schweiz Arch Tierheilkd* 136 (2), 49-57.

MURRAY, R.D., DOWNHAM, D.Y., CLARKSON, M.J., FAULL, W.B., HUGHES, J.W., MANSON, F.J., MERRITT, J.B., RUSSELL, W.B., SUTHERST, J.E., WARD, W.R., (1996): Epidemiology of lameness in dairy cattle: description and analysis of foot lesions. *Vet Rec* 138, 586–591.

NOCEK, J.E., (1997): Bovine acidosis: Implications on laminitis. *J Dairy Sci* 80, 1005-1028.

OEHM, A. W., KNUBBEN-SCHWEIZER, G., RIEGER, A., STOLL, A., HARTNACK, S., (2019): A systematic review and meta-analyses of risk factors associated with lameness in dairy cows. *BMC Vet Res* 15, 346, DOI: 10.1186/s12917-019-2095-2.

ÖKL MERKBLATT 90, (2011): Österreichisches Kuratorium für Landtechnik; 2011. Baustoffe in der Landwirtschaft - Asphalt. Grundlagen und Anwendung. 1. Auflage.

ÖKL-MERKBLATT 49a, (2015): Stallfußböden für Rinder, Österreichisches Kuratorium für Landtechnik; 2015. Stallfußböden für Rinder. 4. Auflage.

PLATZ, S., AHRENS, F., BENDEL, J., MEYER, H.H.D., ERHARD, M.H., (2008): What happens with cow behavior when replacing concrete slatted floor by rubber coating: a case study. *J Dairy Sci* 91 (3), 999-1004.

REFAAI, W., VAN AERT, M., ABDEL-AAL, A.M., BEHERY, A.E., OPSOMER, G., (2013): Infectious diseases causing lameness in cattle with a main emphasis on digital dermatitis (Mortellaro disease). *Livestock Sci* 156, 53–63.

SADIQ, M.B., RAMANOON, S.Z., MANSOR, R., SYED-HUSSAIN, S.S., SHAIK MOSSADEQ, W.M., (2020): Claw trimming as a lameness management practice and the association with welfare and production in dairy cows. *Animals (Basel)* 10 (9), 1515. doi: 10.3390/ani10091515.

SALFER, J.A., SIEWERT, J.M., ENDRES, M.I., (2018): Housing, management characteristics, and factors associated with lameness, hock lesion, and hygiene of lactating dairy cattle on Upper Midwest United States dairy farms using automatic milking systems. *J Dairy Sci* 101 (9), 8586-8594.

SANDERS, A.H., SHEARER, J.K., DE VRIES, A., (2009): Seasonal incidence of lameness and risk factors associated with thin soles, white line disease, ulcers, and sole punctures in dairy cattle. *J Dairy Sci* 92 (7), 3165-3174.

SCHNEIDER, J.H., (2006): Gussasphalt: Immer mehr Probleme. *Top Agrar* 2/2006, R28-R30.

SHEARER, J.K., VAN AMSTEL, S.R., (2007): Effect of flooring and flooring surfaces on lameness disorders in dairy cattle. Western Dairy Management Conference, Reno, NV, pp. 148-159; <http://www.wdmc.org/2007/shearer.pdf>; letzter Zugriff: 9.04.2021.

SHEARER, J.K., VAN AMSTEL, S.R., (2009): Toe lesions in dairy cattle. Proceedings of 46th Florida Dairy Production Conference, Gainesville, USA, 2009; p. 47-55; [https://www.researchgate.net/publication/266500226\\_Toe\\_Lesions\\_in\\_Dairy\\_Cattle](https://www.researchgate.net/publication/266500226_Toe_Lesions_in_Dairy_Cattle); letzter Zugriff: 9.04.2021.

SHEARER, J.K., VAN AMSTEL, S.R., (2017): Pathogenesis and treatment of sole ulcers and white line disease. *Vet Clin Food Anim* 33, 283–300.

SPRECHER, D.J., HOSTETLER, D.E., KANEENE, J.B., (1997): A lameness scoring system that uses posture and gait to predict dairy cattle reproductive performance. *Theriogenol* 47 (6), 1179–1187.

STEINER, B., MATIG, J., VAN CAENEGEM, L., AESCHLIMANN, H., ANDRES, K., DEPIERRAZ, J., SCHREYER, A., (2008)a: Ausführung von Bodenbelägen aus Gussasphalt für Rinderställe. [http://www.pavidensa.ch/fileadmin/\\_migrated/content\\_uploads/f\\_Merkblatt\\_Rinderstaele\\_Web.pdf](http://www.pavidensa.ch/fileadmin/_migrated/content_uploads/f_Merkblatt_Rinderstaele_Web.pdf); letzter Zugriff: 9.04.2021.

STEINER, B., VAN CAENEGEM, L., SCHELLENBERG, K., (2008)b: Durability of mastic asphalt floors in cattle housing. *AGRARForschung* 15, 536–541.

TELEZHENKO, E., LIDFORS, L., BERGSTEN, C., (2007): Dairy cow preferences for soft or hard flooring when standing or walking. *J Dairy Sci* 90, 3716–3724.

TELEZHENKO, E., BERGSTEN, C., MAGNUSSON, M., VENTORP, M., NILSSON, C., (2008): Effect of different flooring systems on weight and pressure distribution on claws of dairy cows. *J Dairy Sci* 91 (5), 1874–1884.

TELEZHENKO, E., BERGSTEN, C., MAGNUSSON, M., NILSSON C., (2009): Effect of different flooring systems on claw conformation of dairy cows. *J Dairy Sci* 92 (6), 2625–2633.

TELEZHENKO, E., MAGNUSSON, M., BERGSTEN, C., (2017): Gait of dairy cows on floors with different slipperiness. *J Dairy Sci* 100 (8), 6494-6503.

VAN AMSTEL, S.R., SHEARER, J.K., PALIN, F.L., (2004): Moisture content, thickness, and lesions of sole horn associated with thin soles in dairy cattle. *J Dairy Sci* 87 (3), 757–763.

VAN DER TOL, P.P.J., METZ, J.H.M., NOORDHUIZEN-STASSEN, E.N., BACK, W., BRAAM, C.R., WEIJS, W.A., (2005): Frictional forces required for unrestrained locomotion in dairy cattle. *J Dairy Sci* 88, 615-624.

VANEGAS, J., OVERTON, M., BERRY, S.L., SISCHO W.M., (2006): Effect of rubber flooring on claw health in lactating dairy cows housed in free-stall barns. *J. Dairy Sci* 89, 4251–4258.

WHAY, H.R., WATERMAN, A.E., WEBSTER, A.J.F., (1997): Associations between locomotion, claw lesions and nociceptive threshold in dairy heifers during the peri-partum period. *Vet J* 154, 155-161.

WHAY, H.R., SHEARER, J.K., (2017): The impact of lameness on welfare of the dairy cow. *Vet Clin Food Anim* 33, 153–164.

WELLS, S.J., TRENT, A.M., MARSH, W.E., ROBINSON. R.A., (1993): Prevalence and severity of lameness in lactating dairy cows in a sample of Minnesota and Wisconsin herds. J Am Vet Med Assoc 202 (1), 78-82.

## Stallbau, Management und Tierwohl - erste Ergebnisse aus der Anwendung des FarmLife-Welfare-Index

Elfriede Ofner-Schröck<sup>1</sup>, Thomas Guggenberger<sup>1</sup>, Edina Scherzer<sup>1</sup>,  
Andreas Steinwider<sup>1</sup>

### Zusammenfassung

In einem aktuellen Forschungsprojekt der HBLFA Raumberg-Gumpenstein wurde, basierend auf umfangreichen Bewertungsmodellen, ein Beurteilungssystem für das Tierwohl-Potenzial von Milchviehstallungen entwickelt - der FarmLife-Welfare-Index (FWI). Der FarmLife-Welfare-Index gliedert sich in die drei Teilbereiche „Haltungsbedingungen“, „Tierbetreuung und Management“ sowie „Tierwohl“. In diese drei Teilbereiche fließt die Bewertung von 18 Indikatorengruppen, bestehend aus 43 Einzelindikatoren ein. Die Beurteilung erfolgt online über die gemeinsame technische Plattform [www.farmlife.at](http://www.farmlife.at). Bei einem hohen Maß an Praktikabilität in der Anwendung steht bei diesem Beurteilungssystem das Tier im Fokus, gleichzeitig soll das Beurteilungsergebnis aber auch Rückschlüsse auf die Einflussfaktoren zulassen und dem Landwirt Empfehlungen zur Verbesserung etwaiger Haltungs- oder Managementmängel an die Hand geben. Wie erste praktische Anwendungsergebnisse zeigen, ist die Beurteilung innerhalb eines überschaubaren Zeitraums von zirka zwei Stunden abzuschließen. Durch die hohe Granularität des Systems sind neben der Fokussierung auf einen Gesamt-Index die Ergebnisse der einzelnen Themenbereiche klar erkennbar. Dieses Feedback kann der Landwirt gezielt für die Verbesserung seines Stallsystems nutzen. Eine Weiterentwicklung des Systems ist vorgesehen; derzeit startet eine Anpassung für Aufzuchtrinder, Mastrinder und Kälber.

Schlagwörter: Tierwohl, Rinder, Milchkühe, Index, Tierhaltung

### Summary

In a current research project of HBLFA Raumberg-Gumpenstein an animal welfare assessment system for dairy cows was developed based on extensive evaluation models – the FarmLife Welfare Index (FWI) system. The FarmLife Welfare Index is divided into the three sub-areas “husbandry conditions”, “stockmanship and management” and “animal welfare”. The assessment of 18 indicator groups consisting of 43 individual indicators is incorporated into these three sub-areas. The assessment is carried out online via the common technical platform [www.farmlife.at](http://www.farmlife.at). With a high degree of feasibility, this assessment system focuses on the animal, but at the same time the assessment result should also allow conclusions to be drawn about the influencing factors and provide the farmer with recommendations for improving any lack in husbandry or management. As the first practical application results show, the assessment can be completed within a reasonable period of around two hours. Due to the high granularity of the system, in addition to the focus on an overall index, the results of the

<sup>1</sup>HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Raumberg 38, 8952 Irdning-Donnersbachtal

\*Ansprechperson: Elfriede Ofner-Schröck

E-mail: [elfriede.ofner-schroeck@raumberg-gumpenstein.at](mailto:elfriede.ofner-schroeck@raumberg-gumpenstein.at)

individual subject areas are clearly visible, which every farmer can use for the further development of his housing system. As the first practical application results show, the assessment can be completed within a reasonable period of around two hours. Due to the high granularity of the system, in addition to the focus on an overall index, the results of the individual subject areas are clearly recognizable. The farmer can use this feedback specifically for the improvement of his housing system. A further development of the system is planned; an adaption for young cattle, fattening cattle and calves is currently starting.

Keywords: animal welfare, cattle, dairy cows, index, animal husbandry

## Einleitung

Das Thema Tierwohl gewinnt in der Landwirtschaft, aber auch in der gesellschaftlichen Diskussion sowohl national als auch international immer mehr an Bedeutung. Es gliedert sich in die Strategie der nachhaltigen und gesamthaften Betriebsbewertung und -beratung ein. Nachhaltige Betriebsentwicklung berücksichtigt innerhalb der Systemgrenze verschiedene Managementebenen. Alle Ebenen dienen der inneren Optimierung der Betriebe, zeichnen aber auch ein Bild in Richtung des Konsumenten. Diese Aspekte wurden von der Forschungsgruppe Ökoeffizienz der HBLFA Raumberg-Gumpenstein gemeinsam mit den Kollegen der Arbeitsgruppe Ökobilanzen vom "Schweizer Agroscope" in dem Betriebsmanagement-Werkzeug FarmLife zusammengeführt (Herndl et al., 2015; Herndl et al., 2016).

Ziel eines aktuellen Forschungsprojektes der HBLFA Raumberg-Gumpenstein war es, geeignete Parameter und Methoden zur Bewertung des Tierwohl-Potenzials von Haltungssystemen am Beispiel der Rinderhaltung zu entwickeln und in das vorliegende Betriebsmanagement-Werkzeug FarmLife zu integrieren (Ofner-Schröck et al., 2020). Dazu wurden national und international bestehende Beurteilungssysteme analysiert, zwei Expertenmeetings sowie Praxiserprobungen durchgeführt und basierend auf umfangreichen Bewertungsmodellen, das System des FarmLife-Welfare-Index (FWI) entwickelt.

## Aufbau des FarmLife-Welfare-Index

Als Ergebnis der wissenschaftlichen Synthese und der grundlegenden Anforderungen für die praktische Anwendung wurde an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein ein Beurteilungssystem für das Tierwohl-Potenzial von Milchviehstallungen entwickelt – der FarmLife-Welfare-Index (Ofner-Schröck et al., 2020). Die Anwendung erfolgt im Rahmen des Betriebsmanagement-Tools FarmLife (Ökoeffiziente Landwirtschaft) online über die gemeinsame technische Plattform "farmlife.at". Die Dateneingabe kann am Tablet durch einfaches Tippen auf den Bildschirm erfolgen und gestaltet sich auch durch viele hinterlegte Fotos sehr bedienerfreundlich. Der Netto-Zeitaufwand für die Erhebung wurde mit zwei Stunden definiert. Als Ergänzung wurde ein Leitfaden zur Beurteilung der Tierwohlindikatoren in Form eines umfangreichen Begleithandbuches (HBLFA, 2021) entwickelt, in dem jeder einzelne Indikator genau beschrieben wird. Es liefert einen detaillierten Erläuterungstext zur Erhebungsmethodik und zur Bedeutung jedes einzelnen Parameters für die Tierwohl- und Tierwohlpotenzial-Beurteilung.

Bei der Bewertung steht das Tier im Fokus. Darüber hinaus wird aber auch eine Stärken- und Schwachstellenanalyse im Stall durchgeführt und Empfehlungen zu Verbesserungen des Haltungssystems oder im Management gegeben. Das Tool ist für alle Rinderhaltungssysteme (Laufställe und Anbindehaltung) anwendbar und berücksichtigt die Besonderheiten regionaler, österreichischer Betriebsformen und Strukturen (z. B. kleinstrukturierte Betriebe).

## Systementwurf

Der sechsstufige Systementwurf des FarmLife-Welfare-Index (Abbildung 1) besteht aus der primären Datenerfassung von 17 verschiedenen Erfassungseinheiten. Die Sachbilanz wird von 152 Parametern gebildet. Diese Parameter repräsentieren Zahlen, Objekte und ihre Eigenschaften oder Beobachtungen. Alle Ausprägungen der einzelnen Parameter sind einer Wirkungsabschätzung zu unterziehen und zu insgesamt 43 Indikatoren zusammenzufassen. Die Indikatoren werden für die Verbesserung der Kommunikation in 3 Teilbereiche mit je 6 normierten Indikatorgruppen zusammengefasst. Der FarmLife-Welfare-Index entspricht dem gewichteten, normierten Ergebnis der Indikatoren.

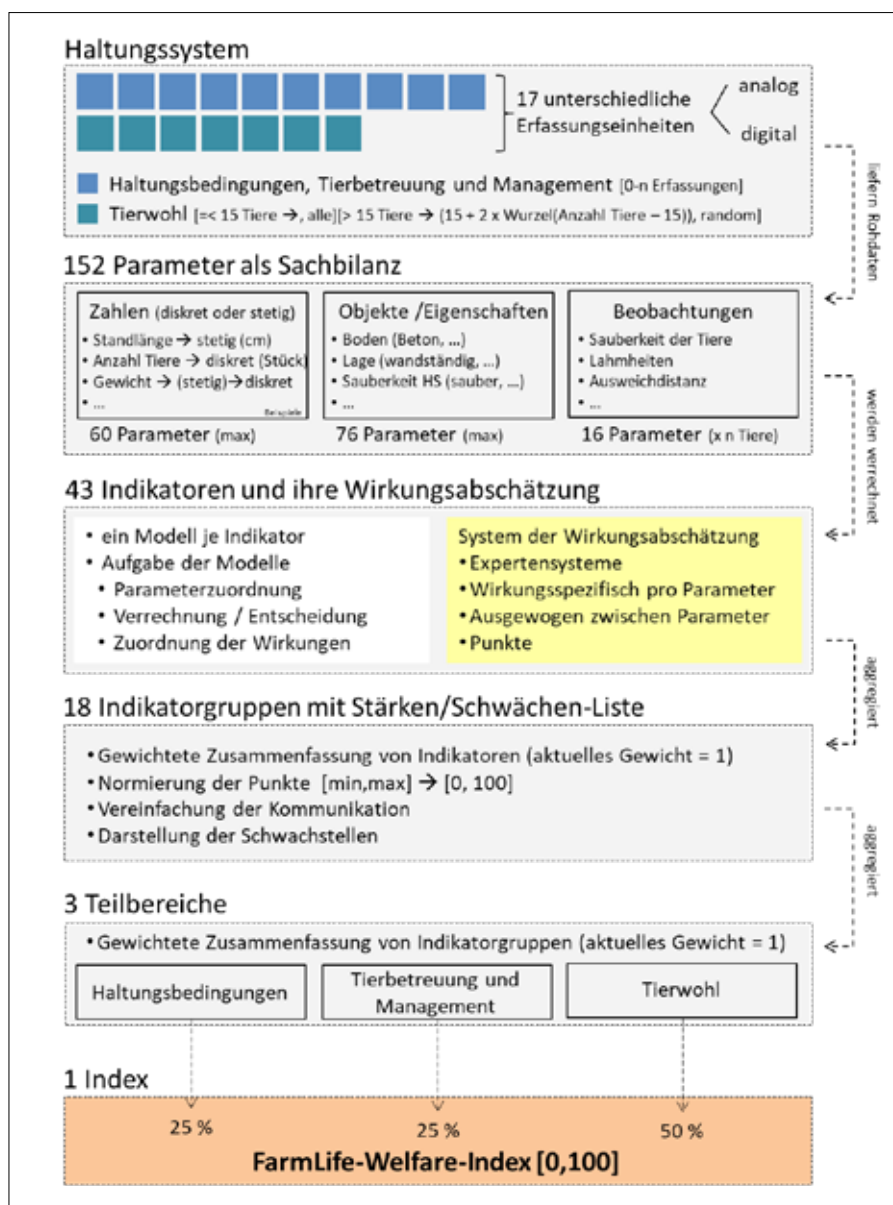


Abbildung 1: Systementwurf zur Entwicklung des FarmLife-Welfare-Index (FWI)

## Indikatoren und ihre Indikatorengruppen

Aus Literaturstudien, Expertenmeetings und Praxiserprobungen wurde ein Indikatoren-Set zur Anwendung im FarmLife-Welfare-Tool entwickelt. Der KTBL-Bewertungsrahmen „Tierschutzindikatoren – Vorschläge für die betriebliche Eigenkontrolle“ wurde bei der Auswahl der Indikatoren besonders berücksichtigt. Bezogen auf den Anwendungszweck besteht dieses Indikatoren-Set aus tierbezogenen, managementbezogenen und ressourcenbezogenen Parametern. Es wurde ein Ansatz mit einem hohen Maß an Praktikabilität entwickelt, wobei die weiteren Qualitätskriterien Reliabilität und Validität basierend auf wissenschaftlichen Erkenntnissen und Expertenübereinstimmung selbstverständlich ebenfalls zu erfüllen waren. Tabelle 1 stellt die Zuordnung der Indikatoren zu den Indikatorgruppen dar.

Tierbezogenen Parametern wird in vielen Beurteilungssystemen der Vorzug gegeben, da sie direkte Indikatoren des Wohlbefindens sind und den Zusammenhang mit dem landwirtschaftlichen System (z. B. Umwelt, Ressourcen, Management) widerspiegeln, sie haben hinsichtlich Praktikabilität aber auch zahlreiche Nachteile. Ressourcenbezogene (oder haltungsumweltbezogene) Parameter sind praktikabel, mit vertretbarem Zeitaufwand erhebbar und weisen eine hohe Reproduzierbarkeit (objektive Erfassung) auf. Sie ermöglichen einen indirekten Rückschluss auf das Wohlbefinden der Tiere. Eine geeignete Gestaltung der Haltungsumwelt verhindert negative Auswirkungen auf das Tier. Außerdem bieten ressourcenbezogene Indikatoren die Möglichkeit, dem Landwirt unmittelbar Feedback zu geben, Schwachstellen im Haltungssystem zu identifizieren und auf Verbesserungsmöglichkeiten hinzuweisen. Mit ressourcenbezogenen Parametern können Teilbereiche beurteilt werden, die mit praktikablen, tierbezogenen Parametern nicht abgebildet werden können (Bracke, 2007). Die Kombination verschiedener Parameterarten zur Beurteilung von Tierwohl wird von einer Reihe von Autoren vorgeschlagen (Colditz, 2014; Rufener und Keil, 2016; Bergschmidt, 2017; Beggs et al., 2019).

Tabelle 1:  
Zuordnung von Indikatoren zu  
den Indikatorgruppen.

Indikatorgruppen	Indikatoren
Flächenangebot	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Begehbare Gesamtbewegungsfläche pro Tier in Stall und Auslauf</li> <li>• Nutzungsdauer der einzelnen Bereiche: Stall, Auslauf, Weide.</li> </ul>
Qualität Bewegungsflächen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Technischer Aufbau der Bewegungsflächen</li> <li>• Subjektive Beurteilung der Trittsicherheit der Bewegungsflächen</li> </ul>
Qualität Liegeplatz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Art der Liegefläche / des Haltungssystems</li> <li>• Funktionsmaße und technische Gestaltung des Liegebereiches</li> <li>• Technischer Aufbau der Liegefläche und Einstreu</li> <li>• Subjektive Beurteilung der Trittsicherheit und Weichheit der Liegefläche</li> </ul>
Qualität Fressplatz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fressplatzbreite</li> <li>• Technische Gestaltung des Fressplatzes (Neigung, Futterbarnsohle</li> <li>• Tier : Fressplatzverhältnis</li> </ul>
Licht, Luft, Lärm	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bauweise des Stallgebäudes / Lüftungssystem</li> <li>• Ausmaß Fensterfläche</li> <li>• Technische Gestaltung und Management der Fenster und transparenten Flächen</li> <li>• Dachgestaltung</li> <li>• Subjektive Erfassung indirekter Indikatoren (z. B. Luftfeuchtigkeit, Zugluft, usw.)</li> <li>• Schattenspender auf der Weide</li> <li>• Lärmerzeugende Gerätschaften im Stall</li> </ul>

Indikatorengruppen	Indikatoren
Wasserversorgung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Art und Anzahl an Tränken (bezogen auf die Tierzahl) in allen Aufenthaltsbereichen der Tiere</li> <li>• Wassernachlaufgeschwindigkeit</li> </ul>
Technischer Zustand der Stalleinrichtung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Technischer Zustand des Liegebereiches</li> <li>• Technischer Zustand der Tränke</li> <li>• Technischer Zustand des Fressplatzes</li> </ul>
Herdenstabilität	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herdenstabilität</li> </ul>
Pflege, Gesundheitsmanagement	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Qualität und Häufigkeit der Klauenpflege</li> <li>• Art und Qualität der Fellpflege</li> <li>• Abkalbebucht, Krankenbucht, Special Needs Bereich</li> </ul>
Mensch-Tier-Beziehung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einzeltierbezogene Beurteilung der Ausweichdistanz</li> </ul>
Tiergesundheit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stoffwechsel-/Euter-/Fruchtbarkeits-/ Atemwegs-/ Klauen-erkrankungen aus LKV-Daten</li> <li>• Gehalt somatischer Zellen (Zellzahl)</li> <li>• Anteil der Kühe mit mind. 5 Kälbern</li> <li>• Nutzungsdauer</li> </ul>
Sauberkeit im Stall	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Subjektive Beurteilung der Sauberkeit der Futtereinrichtung</li> <li>• Subjektive Beurteilung der Sauberkeit der Tränke</li> <li>• Subjektive Beurteilung der Sauberkeit der Bewegungsflächen</li> <li>• Subjektive Beurteilung der Sauberkeit im Liegebereich</li> </ul>
Sauberkeit der Tiere	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einzeltierbezogene Beurteilung der Sauberkeit der Tiere anhand einer bebilderten Skala</li> </ul>
Hautschäden und Gelenksveränderungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einzeltierbezogene Beurteilung von Hautschäden und Gelenksveränderungen anhand einer bebilderten Skala</li> </ul>
Ernährung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beurteilung der Konsistenz von Kotfladen Einzeltierbezogene Beurteilung des BCS anhand einer bebilderten Skala</li> <li>• Fett-Eiweiß-Quotient der Milch aus LKV-Daten</li> </ul>
Haut- und Haarkleid	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einzeltierbezogene Beurteilung des Zustandes des Haarkleides und des Vorhandenseins von Hautpilzen und Hautparasiten anhand einer bebilderten Skala</li> </ul>
Klauenzustand	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einzeltierbezogene Beurteilung des Klauenzustandes anhand einer bebilderten Skala</li> </ul>
Lahmheit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einzeltierbezogene Beurteilung der Lahmheit</li> </ul>

## Gliederung des FarmLife-Welfare-Index

Der FarmLife-Welfare-Index gliedert sich in die drei Teilbereiche „Haltungsbedingungen“, „Tierbetreuung und Management“ sowie „Tierwohl“ (Abbildungen 3 – 6). Bei den Haltungsbedingungen wird beispielsweise die Weichheit und Trittsicherheit des Liegebereiches oder die Qualität der Wasserversorgung beurteilt. Auslauf und Weide spielen in der Bewertung eine große Rolle. Im Teilbereich Tierbetreuung und Management geht es unter anderem darum, die Mensch-Tier-Beziehung beispielsweise durch Ermittlung der Ausweichdistanz der Tiere darzustellen, aber auch Pflege und Gesundheitsmanagement sind hier von Interesse. Der Teilbereich Tierwohl (im engeren Sinn) bildet direkte Indikatoren für die Gesundheit und das Wohlbefinden von Rindern ab. Dazu wird das Tier selbst genau betrachtet und beispielsweise auf Verletzungen an den Gelenken, Klauenzustand oder Lahmheiten untersucht, um hier gegebenenfalls Verbesserungspotenzial erkennen zu können.



Abbildung 3. Gliederung des FarmLife-Welfare-Index (FWI) in drei Teilbereiche.

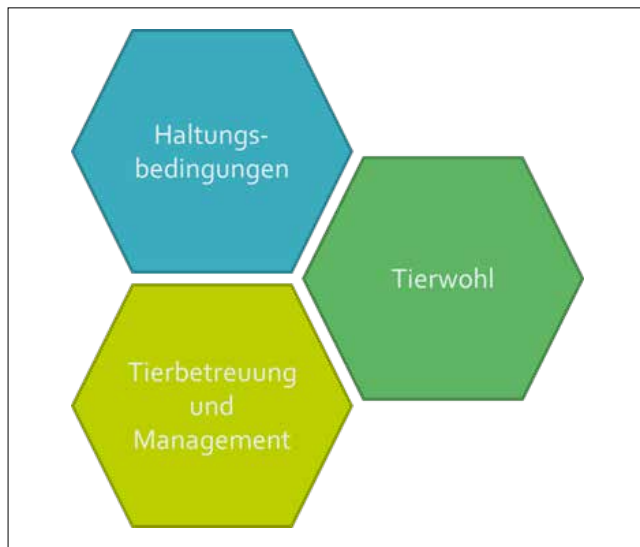


Abbildung 4. Gliederung des Teilbereiches „Haltungsbedingungen“

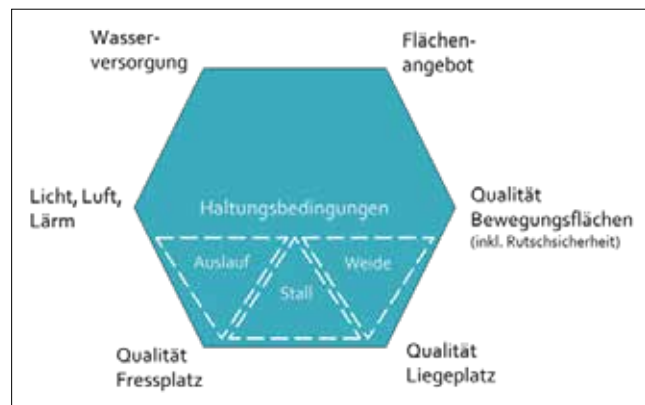


Abbildung 5. Gliederung des Teilbereiches „Tierbetreuung und Management“

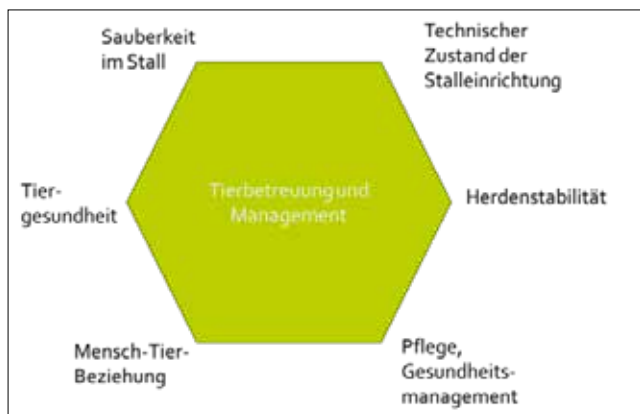
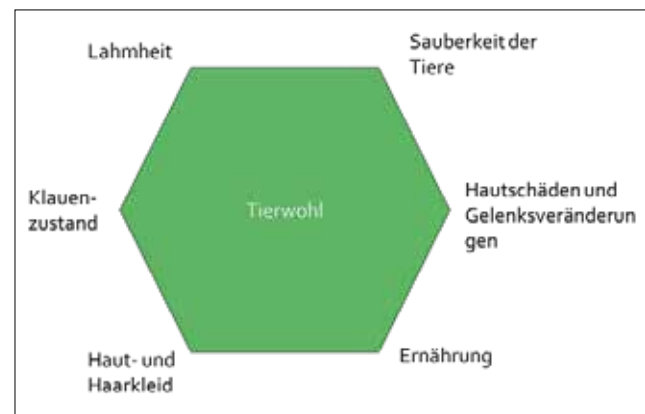


Abbildung 6. Gliederung des Teilbereiches „Tierwohl“



Eine Besonderheit des FarmLife-Welfare-Beurteilungssystems ist die zeitliche Gewichtung nach Aufenthaltsdauer der Tiere an verschiedenen Aufenthaltsorten, z. B. Auslauf, Weide, Anbindestall, Laufstall. Eine Haltungsumgebung wirkt umso stärker auf das Tier ein, je länger es diesen Haltungsbedingungen ausgesetzt ist. Wie aus zahlreichen Studien hervorgeht, wirkt beispielsweise der Aufenthalt auf der Weide reduzierend auf Veränderungen der Haut und des Haarkleides, die durch die Haltungsbedingungen im Stall verursacht sind.

Für die Festlegung des Aggregationsgewichtes der Teilbereiche zur Bildung des FarmLife-Welfare-Index ist ein pragmatischer Ansatz notwendig. Schon im Namen des Index zeigt sich die Bedeutung des Tierwohls für die Bewertung, weshalb dieser Teilbereich ein besonders hohes Aggregationsgewicht benötigt. In welchem Verhältnis die anderen beiden Teilbereiche stehen, kann im Rahmen einer PCA untersucht werden. In aktuellen Settings bestimmt der Teilbereich Tierwohl zur Hälfte das finale Ergebnis während sich die anderen Teilbereiche die andere Hälfte gleichmäßig teilen (vgl. Abbildung 1).

## Anwendung des FarmLife-Welfare-Index

Das FarmLife-Welfare-Tool ist unter "farmlife.at" am besten mit dem Browser Mozilla Firefox in einer aktuellen Version erreichbar. Die Breite der insgesamt im System verwendbaren Betriebsdaten benötigt einen persönlichen Account, der von jedem Nutzer angelegt werden muss. Das FarmLife-Welfare-Tool wurde direkt in die Datenerfassung von FarmLife eingebettet (Abbildung 7). Je nach Konfiguration des Accounts sieht man dort bis zu acht verschiedene Fachbereiche. Für die Tierwohl-Potenzial-Bewertung wählt man den Bereich Tierwohl aus. Als erster Schritt wird dann das zu beurteilende Haltungssystem definiert.

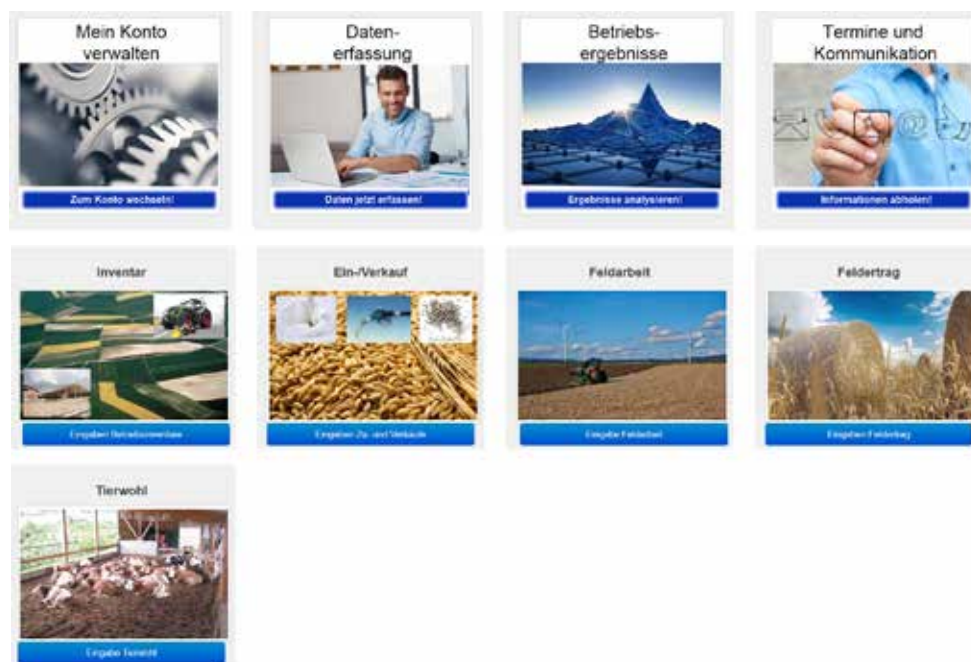


Abbildung 7:  
Betriebsmanagement-Werkzeug FarmLife – [www.farm-life.at](http://www.farm-life.at)

Ein für derartige Anwendungen neuer Ansatz ist die räumliche Orientierung bei der Erhebung der Daten für die Haltungsumwelt und das Management. Als bauliche Bereiche wurden für Milchkühe Anbindehaltung, Liegeboxen oder freie Liegeflächen und dazu ergänzend die Bewegungsflächen im Stall oder Auslauf und der Weidegang definiert. Diesen Bauteilen werden zusätzlich Informationen über Licht und Luft zugeordnet. Zum allgemeinen Teil jeder Erfassung gehören die Aspekte der Herdenbeschreibung, der sonstigen Stalleinrichtungen und des Bereiches Krankheiten/Management. Die notwendigen Bereiche werden am Beginn der Erfassung wie in Abbildung 8 gezeigt festgelegt. Unterschiedlich gestaltete bauliche Bereiche werden auch getrennt voneinander gebucht.

Die fachlichen Bereiche der Haltungsumwelt und des Managements werden über den Bereich „Haltungssysteme“ erfasst, das Tierwohl durch die beiden Bereiche „Einzeltier vorne“ und „Einzeltier seitlich“. Die Anwendung kennt zwei Erscheinungsbilder: In der Desktop-Variante, diese kann am PC genutzt werden, wird bei jeder Buchung eine Kurzinformation der Inhalte angezeigt. Damit gelingt ein schneller Überblick über die Daten. In der Tablet-Variante wird auf diese Information verzichtet, dafür werden die Schaltflächen und Bilder größer. Das hilft bei der Eingabe.

Für die Erhebung des FarmLife-Welfare-Index wurde ein zeitlicher Rahmen definiert. Deshalb muss bei größeren Herden eine randomisierte Stichprobe gezogen werden. Diese Aufgabe wird vom Tool automatisch durchgeführt. Bei der FarmLife-Welfare-Bewertung

werden derzeit bis zu einer Herdengröße von 15 Tieren alle Tiere und darüber hinaus eine Menge von  $(15 + 2 \times \sqrt{\text{Tieranzahl} - 15})$  bewertet (vgl. Abbildung 1). Die Auswahl der Tiere erfolgt zufällig.

Abbildung 8: Auswahl des gewünschten Stalles und Oberfläche mit den Erfassungsbereichen und Steuerungselementen



Die eigentliche Erhebung beginnt mit einem Klick auf den gewünschten Erfassungsbereich. Aus der Verwaltungsoberfläche hebt sich ein mehr oder weniger langes Formular, das im Kopf den Namen des Erfassungsbereiches trägt und in der rechten unteren Ecke mit einem Button zum Speichern ausgerüstet wurde (Abbildung 9).

Abbildung 9: Daten eingeben

<p><b>Anzahl der Tiere</b></p> <p>Viere Teil der Herde über Anzahl eingeben</p> <p><input type="text"/> <input type="button" value="Zahlenblock öffnen"/></p>	<p><b>Spiel der Anbindevorrichtung</b></p> <p>Spiel <math>\geq 70/50</math>    Spiel <math>\geq 60/40</math>    Spiel <math>\leq 60/40</math></p>
<p>An vielen Stellen können Zahlen eingegeben werden. Am PC oder Laptop ist das über die Tastatur leicht zu bewerkstelligen. Am Tablet sollte in die Ansichtform „Tablet“ gewechselt werden. Dann kann mit der Schaltfläche Zahlenblock öffnen eine größere Eingabemöglichkeit genutzt werden.</p>	<p>Sind Schwellungen ab einer Umfangsvermehrung von 5 cm vorhanden?</p> 
	<p>Alle Objekte und ihre Eigenschaften aber auch alle Beobachtungen können über sehr große, quadratische Schaltflächen eingegeben werden. Ein Klick auf die gewünschte Information genügt, um einen blauen Rahmen anzulegen. Damit wurde die Auswahl getätigt und kann gespeichert werden</p>

Wurde die Dateneingabe erfolgreich abgeschlossen, kann der FarmLife-Welfare-Index berechnet werden. Die Algorithmen des FarmLife-Welfare-Tools erzeugen zwei verschiedene Arten von Informationen, die nicht getrennt werden dürfen. Das erste Ergebnis zeigt die Buchungsdaten, das zweite die eigentliche Bewertung. Die Buchungsdaten sind die Metadaten der Erfassung und geben Auskunft über die Nutzung von Erfassungsbereichen und deren Bedeutung im Gesamtsystem (Abbildung 11). Das Ergebnis der Bewertung wird in der digitalen Form des FarmLife-Welfare-Tools wie in Abbildung 10 dargestellt. Das Gesamtergebnis zeigt sich zentral in einem Dreieck, die Teilbereiche werden im jeweiligen Sechseck bewertet. Die Indikatorgruppen tragen keinen Wert mehr, können aber im Netzdiagramm abgelesen werden. Der Bewertungshintergrund sowie Stärken und Schwächen, können über den Link der Indikatorgruppen aufgerufen werden.

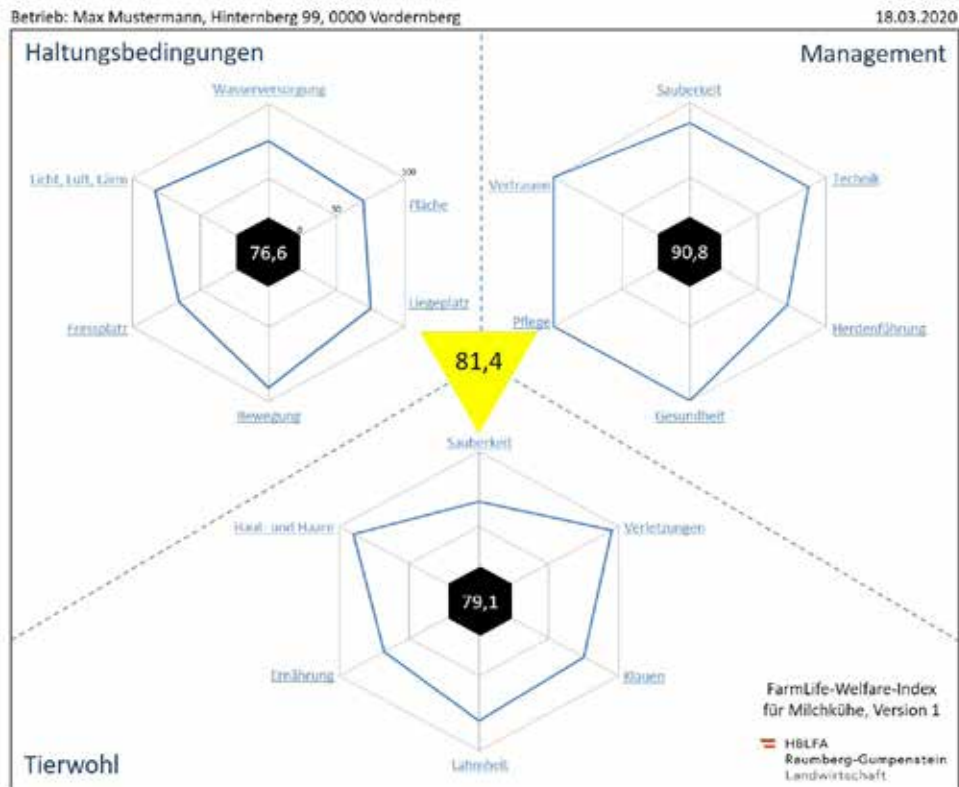


Abbildung 10: Ergebnisblatt des FarmLife-Welfare-Index

## Erste Ergebnisse aus der Praxisanwendung

In der Praxis auf landwirtschaftlichen Betrieben wird das FarmLife-Welfare-Tool bereits angewendet, um das Tierwohlpotenzial abbilden zu können. Im Rahmen des EIP-Projektes „Bergmilchvieh“ wird von den Milchviehstallungen der Projektbetriebe im Berggebiet Österreichs unter anderem das Tierwohlpotenzial erhoben (Steinwider und Schindecker, 2019). Die Anwendung dieses Tools macht es möglich, verschiedenste Stallungen anhand ihrer Funktionsbereiche aufzunehmen um zwischenbetrieblich vergleichbare Ergebnisse zu erlangen.

### Vorbereitung und Erhebung

Als Vorbereitung auf die Tierwohlpotenzial-Erhebung ist es hilfreich, dass der Landwirt den LKV-Bericht des letzten Jahres (sofern es sich um einen LKV-Mitgliedsbetrieb handelt) bzw. bei Betrieben ohne Milchleistungskontrolle die Jahresmilchrechnung für die Angabe der Milchinhaltsstoffe und der Zellzahl, bereitlegt. Außerdem sind Tiergesundheitsaufzeichnungen für die Erhebung der Tiergesundheit und des Managements am Betrieb nützlich. Das Anlegen des Betriebes im FarmLife-Tool kann bereits online im Vorfeld oder gleich zu Beginn der Erhebung vor Ort erfolgen.

Die Erfassung des Tierwohlpotenzials durch das FarmLife-Welfare-Tool erfolgte im Zuge der bisherigen Praxisanwendung entweder mittels Anwenderhandbuch und anschließender Übertragung der Daten in die online-Anwendung oder durch die direkte Eingabe in die Web-Anwendung. Zu Beginn der Erhebung ist es notwendig, dass sich jene Person, die die Daten aufnimmt, einen Überblick über die Funktionsbereiche des Haltungssystems und die Aufenthaltsdauer der Tiere in den jeweiligen Funktionsbereichen

verschafft. Daraus ergibt sich, welche Erfassungsbereiche bei der Charakterisierung des Haltungssystems ausgefüllt werden müssen.

Für die Ermittlung des FarmLife-Tierwohl-Indexes werden zuerst für das gewählte Haltungssystem die Rahmenbedingungen spezifiziert. Die allgemeinen Angaben zu den Bereichen „Herden- und Milchdaten“ und zu „Krankheiten/Management“ werden abgefragt. Wie oben erwähnt benötigt man dazu Informationen aus dem LKV-Jahresbericht bzw. von Nicht-LKV-Betrieben Daten der Jahresmilchrechnung.

Anschließend wählt man aus den Erfassungsbereichen Anbindehaltung, Liegeboxen, Freie Liegeflächen, Bewegungsflächen/Auslauf und Weide jene Bausteine aus, die für die Erhebung des gesamten Stallsystems benötigt werden. Eine Mehrfachauswahl ist dabei möglich, sofern z.B. unterschiedliche Bewegungsflächen oder verschiedene Liegeboxen innerhalb des Haltungssystems vorzufinden sind. Die Zeit, die den Tieren in den jeweiligen Funktionsbereichen zur Verfügung steht, wird der Bewertung hinterlegt. Auch Auslauf oder Weide werden erhoben. Die Angaben, für die der zeitliche Aspekt eine Rolle spielt, beziehen sich immer auf das gesamte letzte Jahr.

In weiterer Folge werden Angaben zu Licht und Luft abgefragt bzw. Erhebungen durchgeführt. Die Charakteristika können entweder einem Funktionsbereich oder dem gesamten Stallbereich zugeordnet werden. Liegen mehrere Funktionsbereiche mit unterschiedlichen Verhältnissen vor, sind Angaben zu Licht und Luft mehrfach notwendig. Zu den Einrichtungen, die das zu bewertende Stallsystem beinhaltet, werden unter einem weiteren Erfassungsbereich Informationen abgefragt.

Nach der Erhebung des Haltungssystems wird die Einzeltierbewertung durchgeführt. Dazu werden die Tiere im Fressgitter (bei Laufstallsystemen) oder am Anbindestand fixiert. Nach der Erhebung der Ausweichdistanz, für die man eine Person benötigt, die die Tiere routinemäßig betreut und daher den Tieren bekannt ist, werden die Tiere individuell hinsichtlich Sauberkeit, Haut und Gelenke, Haarkleid, Klauen, BCS und Lahmheit eingestuft. Ideal ist es, wenn die Tiere während der Erhebung fixiert sind und für die Lahmheitsbeurteilung einzeln der Reihe nach frei gelassen werden können.

## **Beurteilung eines Beispielbetriebes**

Zum besseren Verständnis der FarmLife-Welfare-Beurteilung sei hier ein einfaches Beispiel beschrieben. Ein Stall wurde mit einer Anbindehaltung ausgestattet. Der in der Mitte liegende Futtertisch trennt zwei unterschiedliche technische Varianten von Anbindeständen, eine Seite des Stalles steht im Hang. Die Tiere haben auch einen getrennten Auslauf mit unterschiedlicher Größe. Es gibt eine Abkalbebucht.

Man wird folgendes buchen: 2 unterschiedliche Buchungen zur Anbindehaltung, zwei unterschiedliche Buchungen für den jeweiligen Auslauf mit einer Zuordnung zur jeweiligen Anbindehaltungsvariante, zu jeder Anbindehaltung die Lichtsituation, eine gemeinsame Buchung zur Luftsituation, eine gemeinsame Weidebuchung, und je eine Buchung für die Bereiche Herdenbeschreibung, der allgemeinen Stalleinrichtungen und des Bereiches Krankheiten/Management.

Buchungsdaten Tierwohlpotenzial				
Buchung	Wirkungsgrad absolut	Wirkungsgrad relativ	Auflaufbereich	Betroffene Tiere
Herden- und Milchdaten	gebucht			
Anbindehaltung	26,14	56,00		10,0
Anbindehaltung 2	26,14	56,00		10,0
Bewegungsflächen/Auslauf	7,00	106,00	ja	20,0
Weide	40,18	106,00	ja	20,0
Licht	gebucht			
Licht 2	gebucht			
Luft	gebucht			
Erkrankungen	gebucht			
Krankheitsmanagement	gebucht			

Abbildung 11: Übersicht über die Buchungsdaten

Abbildung 11 zeigt die Buchungsdaten des bei der Erfassung angesprochenen Beispiels. Von den 8760 möglichen Stunden im Jahr verbringen alle Tiere an 200 Tagen je 16 Stunden auf der Weide. Das entspricht 40,18 % der Jahreszeit. An den restlichen 165 Tagen können die Tiere den Auslauf für 4 Stunden nutzen - was einer Jahresnutzungsdauer von 7,53 % entspricht. 52,28 % der verbleibenden Zeit stehen die Tiere am Anbindestand, wobei die beiden Systeme je die Hälfte ausmachen.

Die Segmentierung der Zeit wie im Beispiel dargestellt, wird je Indikator unterschiedlich genutzt. Indikatoren, die sich speziell auf einen Bereich konzentrieren, z.B. Pflege und Gesundheitsmanagement, verwenden das Gewicht nicht und bewerten die Situation direkt. Im Beispiel bedeutet dies eine hohe Punkteanzahl für die Existenz einer großzügigen Abkalbebox als wichtiger Bestandteil für die Pflege und das Gesundheitsmanagement. Der Indikator Qualität Liegefläche berücksichtigt die Aufenthaltszeit durchgängig. Der hohe Anteil der Weidezeit wirkt sich nun günstig auf das Ergebnis aus. Unterschreitet ein zur Gewichtung verwendeter Erfassungsbereich aber in seiner Ausführung die tierschutzrechtlichen Vorgaben, wird das Ergebnis zwar berechnet, aber als ungültig markiert.

## Praktische Erfahrungen

Das FarmLife-Tierwohl-Tool umfasst eine sehr umfangreiche Erhebung des Haltungssystems und die Beurteilung der Tiere. Obwohl die Erhebung viele - einzelne Punkte beinhaltet, ist es möglich - abhängig von der Anzahl an Milchkühen innerhalb eines überschaubaren Zeitraums von zirka zwei Stunden diese abzuschließen. In Stallungen, die über ein einheitliches Aufstallungssystem verfügen, sind die Erhebungen deutlich schneller abzuwickeln, während Stallungen mit vielen verschiedenen Funktionsbereichen, beispielsweise unterschiedliche Liegeboxentypen, mehrere Bewegungsflächen oder Ausläufe oder mehrere Arten von Anbindeständen, deutlich mehr Zeit in Anspruch nehmen.

Trotz der starken Fokussierung auf einen Gesamtindex gehen im FarmLife-Welfare-Tool die Einzelbereiche nicht unter. Für jede Indikatorgruppe können die einzelnen Indikatoren und ihre Bewertung eingesehen werden. Somit werden sowohl die Stärken (gute Bewertung) als auch die Schwächen (schlechte Bewertung) sofort sichtbar. Darauf kann gezielt durch Beratungsmaßnahmen und anschließend durch Adaptierungsmaßnahmen des Stalles eingegangen werden. Der Nutzen der Tierwohl-Erhebung liegt neben der präzisen Abbildbarkeit des Tierwohls auf einem Betrieb für verschiedene Zwecke (Projekte, Kontrollen, ...) beim Landwirt, der im Zuge dessen Feedback bekommt, welches er für die Weiterentwicklung seines Stallsystems nutzen kann.

## Ausblick

Mit dem FarmLife-Welfare-Index liegt ein vielversprechendes neues Beurteilungssystem für das Tierwohl-Potenzial und das Tierwohl am landwirtschaftlichen Betrieb vor. Es zeichnet sich durch eine hohe Granularität und ein hohes Maß an Praktikabilität aus.

Der FarmLife-Welfare-Index steht Interessentengruppen offen zur Verfügung. Eine erste Anwendung wird derzeit mit einem großen österreichischen Vermarktungsunternehmen und einer Molkerei umgesetzt. Außerdem kommt der FarmLife-Welfare-Index wie bereits erwähnt im aktuell laufenden EIP-Projekt „Berg-Milchvieh“ zum Einsatz, das sich zum Ziel gesetzt hat, innovative Stallumbaulösungen speziell für kleine Bergbetriebe zu entwickeln, umfassend zu evaluieren und zu dokumentieren (Steinwider und Schindecker, 2019). Das Projekt soll einen wichtigen Beitrag zur Unterstützung der kleinbäuerlichen Betriebe im räumlich benachteiligten Gebiet leisten, um die Multifunktionalität der Berglandwirtschaft zu erhalten. Des Weiteren steht Agroscope Tänikon in enger Kooperation mit der österreichischen Forschungsgruppe Ökoeffizienz und plant eine Anwendung des FarmLife-Welfare-Tools unter Schweizer Verhältnissen.

Ein offenes Arbeitsfeld für die Zukunft bleiben die Wirkungsabschätzung sowie die Gewichtung der Indikatorgruppen. Für die Bearbeitung beider Bereiche werden derzeit Daten gesammelt. Die Verfeinerung der Wirkungsabschätzung benötigt sowohl ein Feedback von ausgebildeten Erhebungsorganen als auch eine Diskussion mit der wissenschaftlichen Gemeinschaft. Der Beitrag einzelner Indikatorgruppen zur Bewertung kann über eine Hauptkomponentenanalyse methodisch geregelt werden. Bei dieser Evaluierung ist auch die minimale Stichprobengröße noch zu überprüfen. Eine Monte-Carlo-Simulation wird zeigen, welche Auswirkung eine systematische Reduktion von Einzelbewertungen auf das Endergebnis hat. Ebenfalls offen ist der zeitliche Einfluss der Erhebung auf das Erhebungsergebnis. Klar ist, dass bei ganzjähriger Stallhaltung im Laufstall ganzjährig und in der Kombinationshaltung nur außerhalb der Hauptweidezeit erhoben werden kann. Für die zeitlichen Einschränkungen bei der Erhebung von Betrieben mit Weidehaltung muss noch eine unabhängige Untersuchung durchgeführt werden. Dafür muss ein Referenznetz von Betrieben mit einer möglichst großen Breite an Bedingungen über die gesamte Winterperiode mehrfach untersucht werden.

Eine Weiterentwicklung des Systems ist vorgesehen. Im Rahmen von Forschungsprojekten könnten auch Vergleiche mit Referenzsystemen durchgeführt werden. Derzeit liegt das Beurteilungssystem für die Milchviehhaltung vor, es startet eine Anpassung für Aufzuchtrinder, Mastrinder und Kälber und langfristig soll dies auch für andere Tierarten wie Schweine und Geflügel erarbeitet werden. Die Einbeziehung von Daten aus PLF-Systemen könnte eine sinnvolle Ergänzung der Tierwohlbewertung darstellen. Eine Gesamtbetriebsanalyse mit dem Betriebsmanagement-Werkzeug FarmLife ist zusätzlich optional möglich um Ökonomie, Ökologie und Tierwohl gesamthaft zu betrachten. Mit der Fertigstellung des FarmLife-Welfare-Index öffnet sich hier eine neue Ebene, die über die chemisch-physikalischen Grundlagen der Ökobilanzierung hinausreicht.

## Literatur

BARTUSSEK, H. (1996): Tiergerechtheitsindex für Rinder, TGI 35 L/1996, Stand Mai 1996, Veröffentlichungen der Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft (BAL) Gumpenstein, A-8952 Irdning, [www.raumberg-gumpenstein.at](http://www.raumberg-gumpenstein.at)

BECKER, F., EBSCHKE, F., PFEIFER, S., RAUEN, A., SÜDEKUM, K., VON BORELL, E. (2015): Nachhaltigkeitsbewertung in der Rinderhaltung: Fütterung, Ressourcen, Klima, Tiergerechtigkeit. DLG-Verlag GmbH, Frankfurt am Main.

BEGGS, D.S., JONGMAN, E.C., HEMSWORTH, P.H., FISHER, A.D. (2019): The effect of herd size on the welfare of dairy cows in a pasture-based system using animal- and resource-based indicators. *J. Dairy Sci.* 102: 3406-3420.

Bergschmidt, A. (2017): Tierwohl - Definitionen, Konzepte und Indikatoren. *Land & Raum* 30(3):4-6

BIO AUSTRIA (2015): Leitfaden Tierwohl – Rind. Bio Austria, Linz.

COLDITZ, I. G., FERGUSON, D. M., COLLINS, T., MATTHEWS, L., HEMSWORTH, P. H. (2014): A Prototype Tool to Enable Farmers to Measure and Improve the Welfare Performance of the Farm Animal Enterprise: The Unified Field Index. *Animals* 2014, 4, 446-462.

FRASER D., (2008): Understanding animal welfare. *Acta Veterinaria Scandinavica* 50 (Suppl 1), 1–7.

HBLFA (2021): Begleithandbuch FarmLife-Welfare (Milchkühe) – Leitfaden zur FarmLife Tierwohlpotenzial-Bewertung. HBLFA Raumberg-Gumpenstein. Im Druck.

HERNDL, M., BAUMGARTNER, D.U., BYSTRICKY, M., GUGGENBERGER, T., MARTON, S.M.R.R. (2015): Abschlusstagung des Projektes FarmLife, 22.-23.9.2015, Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein 2015, 67 S.

HERNDL, M., BAUMGARTNER, D.U., GUGGENBERGER, T., BYSTRICKY, M., GAILLARD, G., LANSCHKE, J., FASCHING, C., STEINWIDDER A., NEMECEK, T. (2016): Einzelbetriebliche Ökobilanzierung landwirtschaftlicher Betriebe in Österreich. HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning-Donnersbachtal, Österreich und Agroscope, Zürich, Schweiz, Abschlussbericht BMLFUW, 99 S.

KTBL (2016): Tierschutzindikatoren: Leitfaden für die Praxis – Rind. Vorschläge für die Produktionsrichtung Milchkuh, Aufzuchtalb, Mastrind. KTBL-Sonderveröffentlichung, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), Darmstadt.

MAIN, D., KENT, J., WEMELSFELDER, F., OFNER, E. & TUYTTENS, F. (2003): Applications for on-farm welfare assessment. Proceedings of the 2nd International Workshop “Assessment of Animal Welfare at Farm and Group Level”, 4-6 September 2002 in Bristol, *Animal Welfare* 12: 523-528

MARCH S, BERGSCHMIDT A, RENZIEHAUSEN C, BRINKMANN J. (2017): Indikatoren für eine ergebnisorientierte Honorierung von Tierschutzleistungen. Bonn: BÖLN, 280 p



MEIER, M., BÖHLER, D., HÖRTENHUBER, S., LEIBER, F., MEILI, E., OEHEN, B. (2014): Nachhaltigkeitsbeurteilung von Schweizer Rindfleischproduktionssystemen v. verschiedener Intensität. Schlussbericht. Forschungsinstitut für Biologischen Landbau (FiBL) Schweiz, 5070 Frick.

OFNER-SCHRÖCK, E., GUGGENBERGER, T., STEINWIDDER, A., HERNDL, M., TERLER, G., FRITZ, C., SCHERZER, E., ZAMBERGER, I., GASTEINER, J. (2020): Abschlussbericht zum Projekt „Entwicklung eines Beurteilungssystems für Tiergerechtheit zur Implementierung in das Betriebsmanagement-Werkzeug FarmLife. Projekt-Nr. 2440. HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning-Donnersbachtal.

PELZER, A., CIELEJEWSKI, H., BAYER, K., BÜSCHER, E., KAUFMANN, O. (2007): „Cows and more, was die Kühe uns sagen“ Bonitieren – Bewerten – Beraten mit System. In: Tagung Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, KTBL, Darmstadt, S. 174 – 179.

ROESCH ET AL., GAILLARD, G., ISENRING, J., JURT, C., KEIL, N., NEMECEK, T., RUFENER, C., SCHÜPBACH, B., UMSTÄTTER, C., WALDVOGEL, T., WALTER, T., WERNER, J., ZORN, A. (2016): Umfassende Beurteilung der Nachhaltigkeit von Landwirtschaftsbetrieben. Agroscope Sciene Nr. 33/Mai 2016, Agroscope, Institut für Nachhaltigkeitswissenschaften INH, 8046 Zürich, Schweiz.

RUFENER, C. UND KEIL, N. (2016): Tierwohl. In: Umfassende Beurteilung der Nachhaltigkeit von Landwirtschaftsbetrieben. Agroscope Sciene Nr. 33/Mai 2016, Agroscope, Institut für Nachhaltigkeitswissenschaften INH, 8046 Zürich, Schweiz.

STEINWIDDER, A. UND SCHINDECKER, S. (2019): Vorstellung des geplanten EIP-Projektes Berg-Milchvieh. Tagungsband zur Bautagung Raumberg-Gumpenstein 2019, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning-Donnersbachtal, S. 5-8.

WELFARE QUALITY (2009): Assessment Protocol for Cattle. Welfare Quality® consortium, Lelystad.

## Freewalk - internationale Untersuchungen zum Kompoststall als innovatives Rinderhaltungssystem mit freier Liegfläche

Andreas Zentner<sup>1</sup>, Elfriede Ofner-Schröck<sup>1</sup>, Marija Klopčič<sup>2</sup>, Abele Kuipers<sup>3</sup>, Matteo Barbari<sup>4</sup>, Kerstin Brügemann<sup>5</sup>, Ulf Emanuelson<sup>6</sup>, Paul Galama<sup>3</sup>, Knut Anders Hovstad<sup>7</sup>, Lorenzo Leso<sup>4</sup>, Isabel Blanco-Penedo<sup>6</sup>

### 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

<sup>1</sup>HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Raumberg 38, 8952 Irdning-Donnersbachtal

<sup>2</sup>University of Ljubljana (UL), Biotechnical Faculty, Department of Animal Science, Slovenia

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

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

<sup>5</sup>Institute of Animal Breeding and Genetics, Justus-Liebig-University, Gießen, Germany

<sup>6</sup>Swedish University of Agricultural Sciences (SLU), Department of Clinical Sciences, Uppsala, Sweden

<sup>7</sup>Norwegian 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

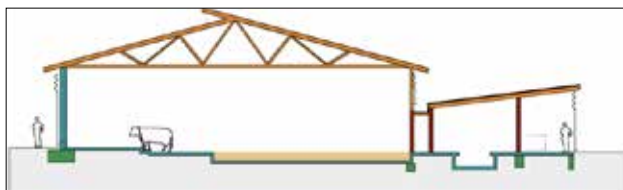


Abbildung 1: Schnitt eines Kompoststalls (Holzeder, 2012)

Auslegung der Liegeflächengröße. Während in Israel eine Fläche zwischen 13 und 20 m<sup>2</sup> pro Tier zur Verfügung steht, arbeitet man in den USA mit 7,5 bis 9,2 m<sup>2</sup> 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 m<sup>3</sup> 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)).

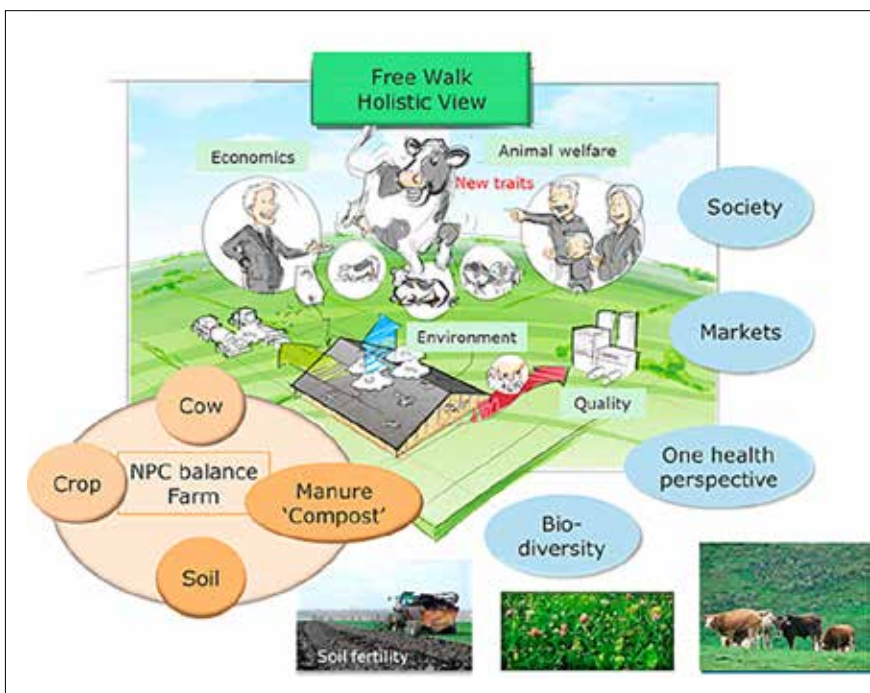


## ERA-NET-SUSAN-Projekt „FreeWalk“

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](http://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).

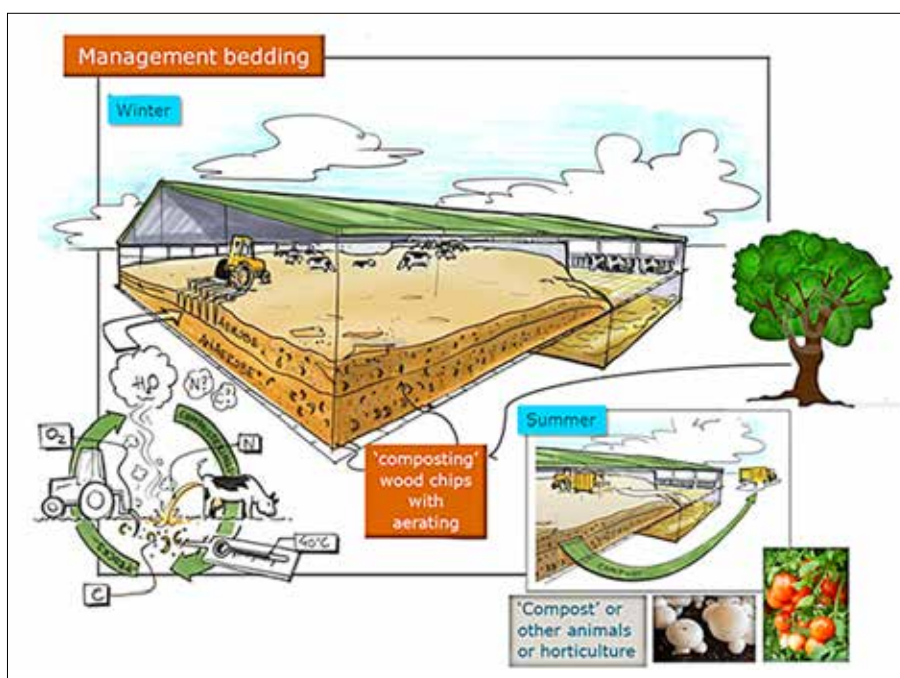


Abbildung 3: Kompoststallmanagement (www.freewalk.eu/en/freewalk/Project)

## 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 <sup>2</sup> /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)




<b>Name/Type</b>	Sägespäne	  
<b>Beschreibung:</b>	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	
<b>Partikelgröße</b>	Die maximale Partikelgröße liegt bei <2,5 cm	< 2.5cm (0.3 – 0.7 cm)
<b>Feuchtigkeit</b>	(%)	8 – 60 % (min-max)
<b>Kosten</b>	€/m <sup>3</sup> oder €/ton).	10 - 20 (min-max, €/m <sup>3</sup> ) Ø 15 €/m <sup>3</sup>

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

<b>Name/Type</b>	Hackschnitzel	 
<b>Beschreibung:</b>	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.	
<b>Partikelgröße</b>	Die maximale Partikelgröße liegt bei <2,5 cm	1 - 3.5 cm
<b>Feuchtigkeit</b>	(%)	20-60 % (min-max)
<b>Kosten</b>	€/m <sup>3</sup> oder €/ton).	10-30 (min-max, €/m <sup>3</sup> ) Ø 20 €/m <sup>3</sup>

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

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

### 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 m<sup>2</sup> /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 <sup>2</sup> /cow)	16.45	4.25	8.77	3.27
Besatzdichte (m <sup>2</sup> /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
<b>Einstreumanagement - Praxis</b>				
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		
<b>Anbaugeräte für Kompostbehandlung</b>				
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 <sup>a</sup>	0.84-2.43	3.69 <sup>b</sup>	2.77-4.60
Einstreuverbrauch (kg/cow*d)	9.36 <sup>a</sup>	6.88-11.88	3.07 <sup>b</sup>	0.25-5.89
Einstreukosten (€/cow*y)	177.1 <sup>a</sup>	148.6-205.6	53.1 <sup>b</sup>	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

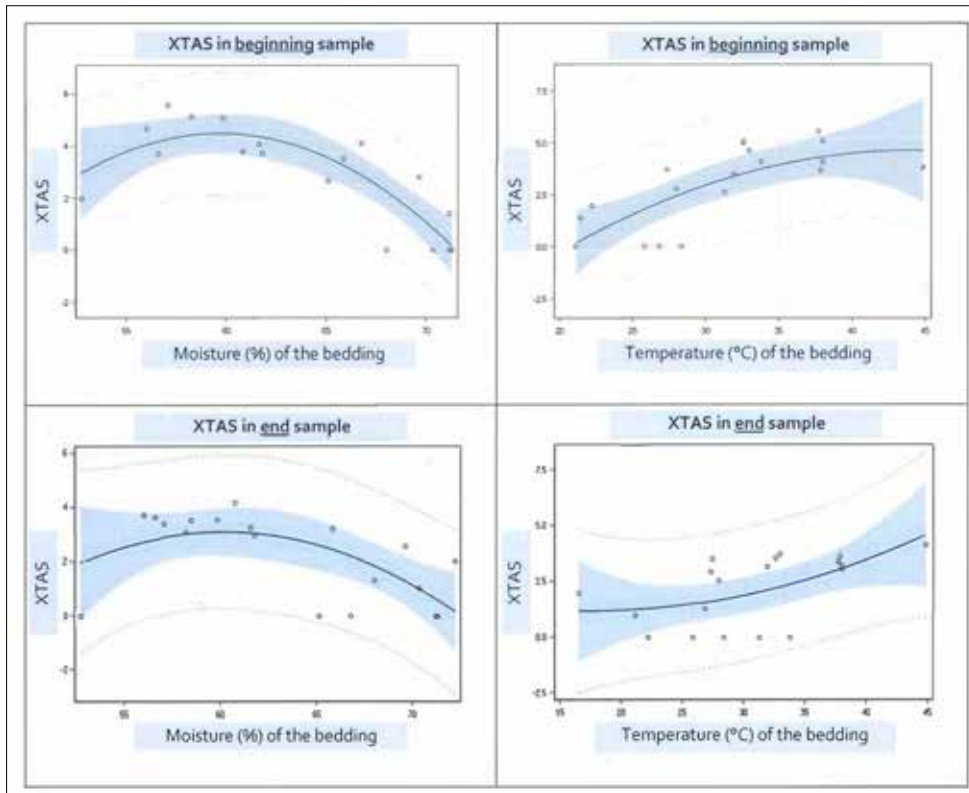


Abbildung 4: Beziehung von XTAS in der Einstreu mit Feuchtigkeit (linke Seite) und Einstreutemperatur (rechte Seite) für den Beginn (1. Reihe) und das Ende (2. Reihe) der Kompostierungsperiode.

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](http://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>

## Holz beim Stallbau - beständig, nachhaltig und wirtschaftlich?

### *Stable Construction with Wood – resistant, sustainable and economical?*

Jochen Simon<sup>1</sup>, Ferdinand Oberhardt<sup>1</sup>, Yuan Jiang<sup>2</sup>, Stefan Winter<sup>2</sup>, Sabine Helm<sup>3</sup>, Klaus Richter<sup>3</sup>, Gabriele Weber-Blaschke<sup>3</sup> und Philipp Dietsch<sup>4</sup>

#### Zusammenfassung

Holz ist ein universell einsetzbarer Baustoff im landwirtschaftlichen Bauwesen. Als organisches Material muss es vor Schadorganismen geschützt werden, um die Tragsicherheit und Dauerhaftigkeit zu gewährleisten. Bei Beachtung der spezifischen Gebrauchsbedingungen kann es aber bei allen Gebäuden für die üblichen landwirtschaftlichen Verfahren der Tier- und Lagerhaltung eingesetzt werden. Bezüglich der Umweltauswirkungen ist bei Gebäuden die Art des Baumaterials der maßgebende Faktor. Beim exakten Vergleich einer bau- und funktionsgleichen Modellstallanlage in Holz und Stahl mittels einer Ökobilanz konnte gezeigt werden, dass die baugleiche Holz- gegenüber der Stahlkonstruktion zu einer Reduzierung des Primärenergiebedarfs um 36 % und des Treibhauspotenzials um 62 % führt. Im Rahmen desselben Vergleichs hat sich bei gleicher Funktion ein Kostenvorteil für die Holzkonstruktion von ca. 12 % ergeben. Hinzu kommen sehr gute bauphysikalische Eigenschaften.

Schlüsselwörter: Landwirtschaftliches Bauen, Material, Holz, CO<sub>2</sub>-Bilanz, Holzschutz, Kosten

#### Summary

Wood is a versatile construction material in agricultural construction. As an organic material, timber must be protected from harmful organisms, in order to ensure structural safety and durability. However, if the specific conditions of use are taken into account, it can be used for all buildings for common agricultural uses of animal husbandry and storage. With regards to the environmental impact of buildings, the type of building material is the decisive factor. A precise comparison of an identical model stable in timber and steel for the application of life cycle assessment, showed that the timber construction reduces primary energy consumption by 36 %, and global warming potential by 62 % compared to the steel construction. The comparison also showed a cost advantage of approximately 12 % for the timber construction. Other advantages are the very good structural-physical properties.

Keywords: agricultural construction, material, wood, global warming potential, wood protection, costs

<sup>1</sup> Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Landtechnik und Tierhaltung, Prof.-Dürrwaechter-Platz 2, D 85586 Poing-Grub;

<sup>2</sup> Technische Universität München, Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion, Arcisstraße 21, D 80333 München

<sup>3</sup> Technische Universität München, Lehrstuhl für Holzwissenschaft, Holzforschung München, Winzererstraße 45, D 80797 München sowie Standort Freising, Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 2, D 85354 Freising

<sup>4</sup> Universität Innsbruck, Institut für Konstruktion und Materialwissenschaften, Technikerstraße 13, A 6020 Innsbruck

\* Ansprechperson: Jochen Simon

E-mail: Jochen.Simon@lfl.bayern.de

## Einleitung

Bei der Errichtung von landwirtschaftlichen Nutzgebäuden spielte Holz früher in allen Regionen Deutschlands und Österreichs als regionaler Baustoff eine wesentliche Rolle. An sich kann Holz, als einzig verfügbarer nachwachsender Rohstoff, für Tragwerke, Wand-, Decken- und Dachbekleidungen sowie für den Innenausbau und Stalleinrichtungen verwendet werden. Allerdings führen pauschale Aussagen wie „Bauen mit Stahl ist billig, stark und beständig“ dazu, dass selbst bei Betrieben, die aus dem eigenen Wald Holz zur Verfügung hätten, Gebäude aus Stahl und Blech errichtet werden.

Hinsichtlich der Beständigkeit muss beachtet werden, dass Holz als organisches Material vor Schadorganismen geschützt werden muss, um die Tragsicherheit und Dauerhaftigkeit zu gewährleisten. Hinzu kommt, dass die Fichte, eine der im landwirtschaftlichen Bauen hauptsächlich verwendeten Holzarten, für den Einsatz in der Gebrauchsklasse (GK) 1 (oder höher) gem. der in Deutschland bauaufsichtlich eingeführten DIN 68800 „Holzschutz“, Teil 1 „Allgemeines“ bisher nicht ohne zusätzliche chemische Holzschutzmaßnahmen eingesetzt werden konnte. Einerseits lag die Vermutung nahe, dass durch die Bauweise von Stallanlagen (insb. Außenklimaställen) sowie die typischen Feuchtequellen (z. B. aus dem Tierbetrieb, wiederkehrenden Reinigungsvorgängen) und bauphysikalischen Randbedingungen in der Lagerhaltung (z. B. hohe Luftfeuchten bei niedrigen Temperaturen in der Kartoffellagerung), diese Gebäude der GK 2 – 3 zuzuordnen sind. Andererseits entfällt der vorbeugende chemische Holzschutz in Deutschland im Umfeld der Tierhaltung bzw. Nahrungsmittelerzeugung. Durch diesen Widerspruch, einerseits keinen vorbeugenden chemischen Holzschutz im Umfeld der Tierhaltung und der Nahrungsmittelkette einsetzen zu wollen, andererseits aber keine klaren normativen Regeln für landwirtschaftliche Nutzgebäude zur Verfügung zu haben, wurden viele Projekte bislang in einer rechtlichen Grauzone errichtet. Weiters fehlten bisher valide Aussagen zum Potenzial der Treibhausgas- und Energieeinsparung sowie zum jeweiligen Investitionsbedarf beim direkten Vergleich landwirtschaftlicher Nutzgebäude in Holz- oder Stahlbauweise.

## Material und Methode

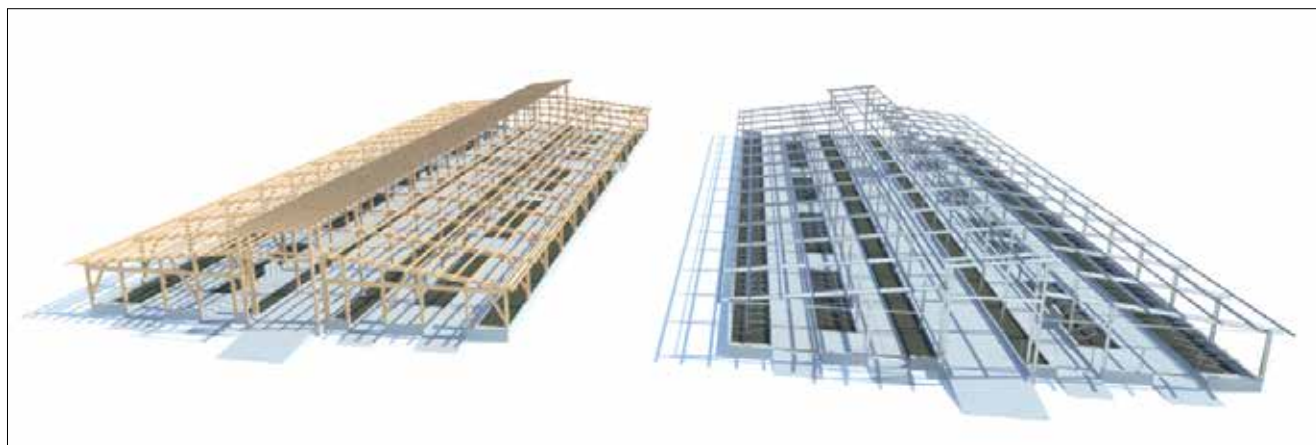
Um die genannten Argumente gegen den Baustoff Holz zu entkräften bzw. die notwendige Planungssicherheit zu erreichen, wurden zwei Kooperationsprojekte zwischen der Technischen Universität München (TUM), Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion sowie mit dem Lehrstuhl für Holzwissenschaft, Holzforschung München und der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) durchgeführt. Im Rahmen des Projekts „Landwirtschaftliche Gebäude in Holzbauweise ohne vorbeugenden Holzschutz gemäß DIN 68800“, wurde zunächst ein zweijähriges Klima- und Holzfeuchte-Monitoring durch den Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion der TUM gestartet, um die Gebrauchsbedingungen für Holzkonstruktionen typischer landwirtschaftlicher Nutzgebäude und die daraus resultierenden Holzfeuchten zu messen.

Dabei wurden für 13 charakteristische Gebäude mit landwirtschaftlicher Nutzung (Rinder-, Schweine und Geflügelställe sowie Mineraldünger-, Kartoffel-, Hackschnitzel-, Heutrocknungs- und Heulagerhallen), die Außen- und Innenklimadaten sowie die Holzfeuchten erfasst. Die Messstellen für die Holzfeuchten befanden sich in allen Objekten in tragenden Holzbauteilen (Stützen, Bindern) in zwei bis vier verschiedenen Tiefen (15, 25, 40 und 70 mm). Die so erfassten Daten wurden mit den in der Norm vorgegebenen Bedingungen und zusätzlich mit dem Holzzerstörungsmodell nach Viitanen und Ritschkoff (1991) und dem vereinfachten, ingenieurmäßigen Ansatz nach Kehl (2013) abgeglichen (Jiang et al. 2018).

Darauf aufbauend, wurde ein Leitfaden erarbeitet, in dem typische Feuchtequellen z. B. aus dem Einfluss des Außenklimas, der Tier- bzw. Lagerhaltung oder der eingesetzten Technik erfasst und in Gebäudegrundrissen und -schnitten dargestellt werden. Diese werden durch konstruktive Details zur Erreichung der GK 0 für Fichte ergänzt (Simon et al. 2021).

Im Rahmen des Interreg IV Projektes „Bauen in regionalen Kreisläufen“ wurde, zusammen mit einem Ingenieurbüro für Tragwerksplanung, jeweils eine dreischiffige Liegehalle für 170 Milchviehplätze nach den gleichen statischen Grundprinzipien (durch Verbände ausgesteiftes Tragwerk, Flächengründung) für eine Ausführung als Holz- bzw. Stahlkonstruktion geplant und vordimensioniert (Abbildung 1). Das Tragwerkskonzept ist so ausgelegt, dass der Futtertisch den Kern der Halle bildet, an den auf beiden Seiten unabhängig voneinander bzw. nach Bedarf die Dachkonstruktionen für den jeweiligen Liege- und Fressbereich angebaut werden können. Im Gegensatz zu herkömmlichen Hallentragwerken mit Zwei- oder Dreigelenkrahen, ist mit dieser Konstruktion z. B. bei Mischnutzungen (Milch- und Jungvieh unter einem Dach) ein bedarfsgerechter, in einzelne Bauabschnitte untergliederter Ausbau, sowohl auf einer als auch auf beiden Seiten des Futtertisches, möglich. Die zugehörigen Material-Listen bildeten die Grundlage für die Ermittlung des Treibhauspotentials und des Primärenergiebedarfs durch den Lehrstuhl für Holzwissenschaft an der TUM. Die angewendete Ökobilanz-Methodik gemäß DIN EN ISO 14040 und 14044 (Nagus, 2006a, b) ermöglicht die Erfassung der Umweltauswirkungen eines Gebäudes entlang seines Lebenszyklus. Betrachtet wurden die Herstellung der verschiedenen Bauprodukte inklusive der Vorketten, die damit verbundenen Transportaufwendungen und die stoffliche und energetische Verwertung bzw. Entsorgung der Gebrauchtaustoffe (Helm, 2013, Helm et al., 2013). Die bau- und funktionsgleichen Stallmodelle in Holz und Stahl dienten gleichzeitig als Grundlage für die Kostenermittlung auf Bauelementebene gem. DIN 276 (Simon et al. 2013).

Abbildung 1: Stallmodell in Holz- (links) bzw. Stahlbauweise (rechts)  
Figure 1: Model of the stable in timber (left) and steel framing (right)

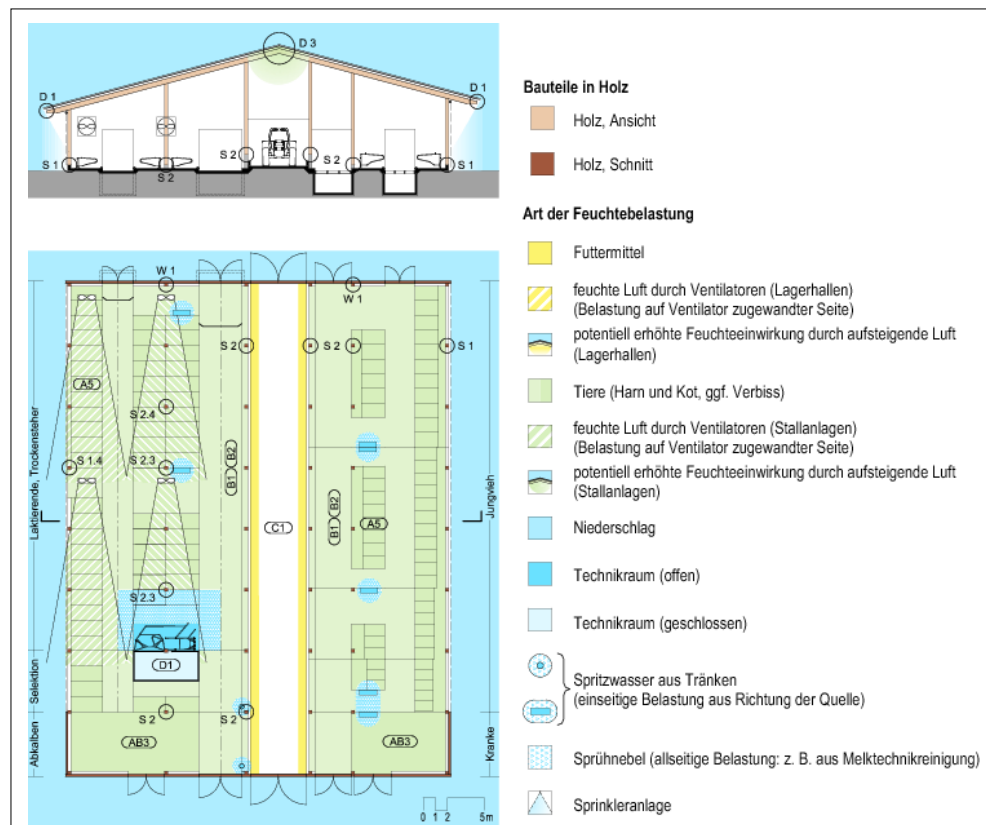


## Ergebnisse

Hinsichtlich der Holzfeuchte, wesentlicher Indikator der angestrebten Dauerhaftigkeit von Holzkonstruktionen, konnte für die 13 evaluierten Projekte der Nachweis erbracht werden, dass bei Beachtung der Regeln des konstruktiven Holzschutzes gemäß DIN 68800-2 zumeist eine Einordnung der Bauteile in GK 0 möglich ist. Bei nutzungs-spezifischen, lokalen Besonderheiten kann durch sog. „besondere bauliche Maßnahmen“ (z. B. Vordächer, Einsatz von Brettschichtholz oder technisch getrocknetem Bauholz), bei extremen globalen Randbedingungen wie z. B. in der Kartoffellagerung mit einer verfahrensspezifischen Luftfeuchtigkeit  $\geq 85\%$  durch den Einsatz von Holzarten mit höherer natürlicher Dauerhaftigkeit (Douglasie, Kiefer, Lärche, Eiche) auf die Verwendung von vorbeugendem chemischen Holzschutz verzichtet werden.

Auf den Untersuchungen und Erkenntnissen des Holzfeuchtemonitorings aufbauend, werden im Leitfaden „Landwirtschaftliches Bauen mit Holz – Leitfaden für Beispielkonstruktionen in Gebrauchsklasse 0 nach DIN 68800-2“ zunächst die Grundlagen des Holzbaus gemäß DIN 68800 zusammengefasst. Die äußeren und inneren Feuchtequellen für typische landwirtschaftliche Verfahren in der Tier- und Lagerhaltung (Rinder, Schweine, Geflügel, Kleinwiederkäuer, Pferde, und Lagerhallen), sind anhand von Musterplanungen (Grundrisse/Schnitte) dargestellt (Abbildung 2).

Abbildung 2: Beispiel Grundriss und -schnitt für einen Milchviehstall, inkl. Legende  
Figure 2: Example ground plan and section for dairy barn, incl. legend



Mit dem sogenannten Maßnahmenkatalog, einer tabellarischen Handlungsanweisung, die in Abhängigkeit von der Art des Bauteils und der Feuchtebelastungen ggf. mehrere konkrete Maßnahmen vorschlägt, können die exemplarisch dargestellte Ausführung des jeweiligen Bauteils nachvollzogen sowie eigene Schlussfolgerungen für andere Projekte abgeleitet werden. Für die genannten nutzungsspezifischen, lokalen Besonderheiten bzw. globalen Randbedingungen, werden im Leitfaden konstruktive Hinweise gegeben, wie durch besondere bauliche Maßnahmen oder den Einsatz von Holzarten mit erhöhter Dauerhaftigkeit auf die Verwendung von vorbeugendem chemischen Holzschutz verzichtet werden kann. Durch die Darstellung der Grundlagen sowie der grundsätzlichen und besonderen baulichen Maßnahmen können die Anforderungen auf Varianten der dargestellten Verfahren oder andere, im Rahmen des Leitfadens nicht dargestellte Haltungs- und Lagerverfahren, übertragen werden.

Hinsichtlich der CO<sub>2</sub>-Bilanz speichert die verbaute Menge von 106 t Holz rund 47 t Kohlenstoff. Das entspricht einer Entnahme von ca. 174 t CO<sub>2</sub> aus der Luft. Das Treibhauspotenzial wird durch die Holzbauweise gegenüber der Stahlbauweise mit einem Bedarf von 77 t Stahlprofilen um gut 200 t CO<sub>2</sub>-Äquivalent und der Primärenergiebedarf um knapp 1,5 Mio. MJ reduziert (Abbildung 3). Unter den verschiedenen Bauelementen trägt das Tragwerk in Holzbauweise mit rund 75 % am meisten zur Reduzierung der Umweltauswirkungen bei (Abbildung 4). Es reduziert den Primärenergiebedarf um mehr als eine Mio. MJ. Durch Berücksichtigung der Substitution von fossilen Energieträgern bei der thermischen Verwertung des Holzes, werden bei der Holz-Variante rechnerisch gut 33 t CO<sub>2</sub>-Emissionen vermieden. Das Tragwerk in Stahlbauweise verursacht dagegen 118 t CO<sub>2</sub>-Emissionen.

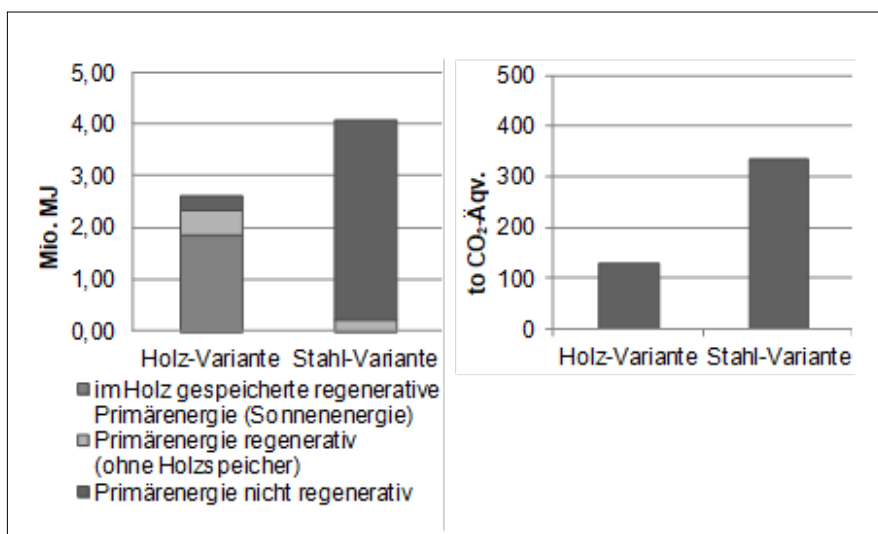


Abbildung 3: Primärenergiebedarf [MJ] (links) und Treibhauspotenzial [CO<sub>2</sub>-Äquivalente] des Modellstalls (rechts) Figure 3 (left side): Primary energy consumption [MJ] (left) and global warming potential [CO<sub>2</sub> equivalents] of the model stable (right)

Die Investition für die Gebäudehülle in Stahl (inkl. Konstruktion und Verkleidung der Wände mit Profilblechen sowie Dacheindeckung mit Sandwichpaneelen ohne Bodenplatte und Stalleinrichtung), liegt bei ca. 315.000 € bzw. ca. 1.850 €/TP (netto, Stand 2012). Bei einer Preissteigerung von ca. 26 % (DeStatis), wären dies aktuell 397.000 € bzw. 2.335 €/ TP (netto, Stand 2021). Der Investitionsbedarf für das gleiche Tragwerk in Holz beläuft sich auf ca. 276.000 € bzw. ca. 1.620 €/TP (netto, Stand 2012). Aktuell wären dies 348.000 € bzw. 2.047 €/TP (netto, Stand 2021). Für die beiden Material-Varianten werden zum einen ca. 77 t Stahlprofile und zum anderen ca. 106 t Holz (= ca. 217 m<sup>3</sup>) benötigt. Die Holzmenge verteilt sich auf ca. 118 m<sup>3</sup> Kantholz und ca. 99 m<sup>3</sup> Schalung/Latten.



## Schlussfolgerung

Hinsichtlich der Dauerhaftigkeit kann Holz bei Beachtung der Vorgaben des konstruktiven Holzschutzes gem. DIN 68800-2 für alle landwirtschaftlichen Nutzgebäude für die Tier- und Lagerhaltung verwendet werden. Durch vertiefte Erkenntnisse aus dem Holzfeuchte-Monitoring landwirtschaftlicher Nutzgebäude können in Teilbereichen über den Leitfaden Handlungsanweisungen gegeben werden, die über die bisherigen Angaben der DIN 68800 hinausgehen. Damit kann dieser interessierten Landwirten als Bauherren sowie Beratern, Planern und ausführenden Firmen als Grundlage für die Planung und Realisierung ihrer landwirtschaftlichen Projekte in Holzbauweise dienen. Mit den Messdaten der TUM als wissenschaftliche Grundlage und der Übersetzung der Ergebnisse in konkrete Handlungsanweisungen im Sinne besonderer baulicher Maßnahmen nach DIN 68800-2, steht dieser Leitfaden im Rang eines sonstigen Nachweises. Hinsichtlich der Umweltauswirkungen Primärenergiebedarf und Treibhauspotenzial, ist Holz gegenüber Stahl der zu bevorzugende Baustoff. Je höher die eingesetzte Menge an Holz, desto größer sind die Einsparungen an Primärenergie und Treibhausgasen. Beim Vergleich der Tragwerke aus Holz und Stahl ergibt sich ein Kostenvorteil für die Holzkonstruktion von ca. 12 %.

Hinzu kommen weitere Vorteile beim Einsatz von Holz als Baustoff für landwirtschaftliche Nutzgebäude. So bekommt der sommerliche Hitzeschutz durch die Gebäudehülle (insb. Dachflächen) in der Tierhaltung im Zuge des Klimawandels eine immer größere Bedeutung. Hier zeigt Holz vorteilhafte bauphysikalische Eigenschaften, um den Energieeintrag durch die Sonneneinstrahlung zu reduzieren. Bei der Verwertung von Rundholzquerschnitten fällt die Seitenware an. Diese kann als Dachschalung verwendet werden, die hinsichtlich des Wärmedurchgangs die gleichen Eigenschaften wie z. B. im landwirtschaftlichen Bauen übliche Sandwichpaneele mit Polyurethanschaumkern (PUR) aufweist. Durch die Erhöhung der Materialstärke (z. B. durch Brettstapelelemente) kann diese Wirkung erheblich gesteigert werden (Stötzel et al., 2019).

Durch den jährlichen Neu- und Umbau landwirtschaftlicher Gebäude besteht für den Baustoff Holz ein großes Potenzial, um zur Sicherung einer zukunftsfähigen Landbewirtschaftung beizutragen. Die Verwendung von Holz sollte daher weiter gefördert und öffentlich befürwortet werden.

## Literatur

DIN 68800-1 (2011): Holzschutz – Teil 1: Allgemeines. Beuth Verlag, Berlin

DIN 68800-2 (2019): Holzschutz – Teil 2: Vorbeugende bauliche Maßnahmen im Hochbau. Beuth Verlag, Berlin

HELM, S., (2013): Vergleich eines landwirtschaftlichen Gebäudes in Holz- versus Stahlbauweise hinsichtlich Primärenergiebedarf und Treibhauspotenzial – Entwicklung eines Software-Tools zur vereinfachten Abschätzung von Umweltauswirkungen landwirtschaftlicher Gebäude. Masterarbeit am Lehrstuhl für Holzwissenschaft/Holzforschung München der Technischen Universität München.

HELM, S., LUBENAU, C., WEBER-BLASCHK, G., RICHTER, K., (2013)b: Primärenergiebedarf und Treibhauspotenzial bei landwirtschaftlichen Nutzgebäuden. In: INTERREG IV Bayern-Österreich. Landwirtschaft - Bauen in regionalen Kreisläufen. Hrsg. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Arbeitsgemeinschaft Landtechnik und landwirtschaftliches Bauwesen in Bayern e.V. (ALB), Freising, Broschüre, 1-21.

JIANG, Y., DIETSCH P., OBERHARDT F., SIMON J., (2018): Landwirtschaftliche Nutzgebäude in Holzbauweise ohne vorbeugenden chemischen Holzschutz (Gebrauchsklasse 0 (GK 0)) – Besondere bauliche Maßnahmen in Anlehnung an DIN 68800. Schlussbericht zum Forschungsvorhaben. Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion der Technischen Universität München (TUM) und Institut für Landtechnik und Tierhaltung der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL). [www.hb.bgu.tum.de/fileadmin/w00bpc/www/04\\_Forschung/02\\_Abgeschlossene\\_Forschungsprojekte/2018/18\\_SB\\_Landwirtschaftliche\\_Nutzgebäude.pdf](http://www.hb.bgu.tum.de/fileadmin/w00bpc/www/04_Forschung/02_Abgeschlossene_Forschungsprojekte/2018/18_SB_Landwirtschaftliche_Nutzgebäude.pdf), Zugriff am 01.04.2019

NORMENAUSSCHUSS GRUNDLAGEN DES UMWELTSCHUTZES (NAGUS, 2006a): Umweltmanagement - Ökobilanz - Grundsätze und Rahmenbedingungen DIN EN ISO 14040:2006.

NORMENAUSSCHUSS GRUNDLAGEN DES UMWELTSCHUTZES (NAGUS, 2006b): Umweltmanagement- Ökobilanz – Anforderungen und Anleitungen DIN EN ISO 14044:2006.

VIITANEN, H., RITSCHKOFF A.C., (1991): Brown rot decay in wooden constructions. Effect of temperature, humidity and moisture. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Forest Products, Report no. 222

SIMON, J., BLENK, M., DIETL, H., GEISCHEDER, S., GOBLIRSCH, G., HELM, S., HUENE, A., RICHTER, K., SCHULZE, A., WEBER-BLASCHKE, G., (2013): Landwirtschaftliche Nutzgebäude in Holzbauweise. In: INTERREG IV Bayern-Österreich. Landwirtschaft - Bauen in regionalen Kreisläufen. Hrsg. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Arbeitsgemeinschaft Landtechnik und landwirtschaftliches Bauwesen in Bayern e.V. (ALB), Freising.

SIMON, J.; DIETSCH, P., WINTER, S., (2021): Landwirtschaftliches Bauen mit Holz - Leitfaden für Beispielkonstruktionen in Gebrauchsklasse 0 nach DIN 68800-2. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Freising.

STÖTZEL, P., SIMON, J., (2019): Bauliche Maßnahmen zur Reduzierung von Hitzestress in Rinderställen. In: Tagungsband der Bautagung Raumberg-Gumpenstein 2019. Hrsg. Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein (HBLFA), Irdning-Donnersbachtal

## Tierwohlpakt hinsichtlich Tierwohl und Maßnahmen zur Emissionsreduktion

Johannes Fankhauser<sup>1</sup>

**Für nähere Informationen zum Vortag kontaktieren Sie bitte den Autor.**

<sup>1</sup>Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus;  
Stubenring 1, 1010 Wien

\*Ansprechperson: Johannes Fankhauser  
E-Mail: johannes.fankhauser@bmlrt.gv.at

## Emissionsminderung Nutztierhaltung - Eindrücke aus dem Verbundvorhaben EmiMin

Eva Gallmann<sup>1</sup>

**Für nähere Informationen zum Vortag kontaktieren Sie bitte die Autorin**

<sup>1</sup>Universität Hohenheim; Garbenstraße 9, Raum 107/10

\*Ansprechperson: Eva Gallmann  
E-Mail: eva.gallmann@uni-hohenheim.de

## Vorstellung des Projekts IBeSt: Innovationen für bestehende Aufzucht- und Mastställe für Schweine in Österreich – zum Wohl von Tier und Mensch

Birgit Heidinger<sup>1</sup> und Eduard Zentner<sup>1</sup>

### Zusammenfassung

Die Schweinehaltung befindet sich seit Jahren im Fokus der öffentlichen Wahrnehmung. Das entstandene Spannungsfeld aus Anforderungen seitens des Tier- und Umweltschutzes, des Marktes, der KonsumentInnen und der AnrainerInnen wächst zunehmend. Vor diesem Hintergrund soll in einer proaktiven Vorgangsweise aller relevanten Akteure (Schweinebranche, Wissenschaft, Beratung und Stallbaubranche) im Projekt „IBeSt“ das Ziel sein, bestehende konventionelle Warmstallsysteme für Ferkelaufzucht und Schweinemast so zu adaptieren, dass eine Verbesserung des Tierwohls herbeigeführt werden kann. Gleichzeitig werden Aspekte der Ökonomie, Arbeitswirtschaft, der Umweltwirkungen (NEC-Richtlinie) und auch die „menschliche Komponente“ besondere Berücksichtigung finden. Hierfür sollen in 18 Praxisbetrieben und im Mastschweinestall der HBLFA Raumberg-Gumpenstein Umbauten vorgenommen werden. Das Projekt ist für einen Zeitraum von vier Jahren (bis 2025) angesetzt und die Ergebnisse sollen einerseits Grundlage zur Adaption der im „Pakt für mehr Tierwohl in der produzierenden Landwirtschaft“ vorgezeichneten Förderstandards in der Schweinehaltung (auch mit Fokus auf die NEC-Vorgaben); dienen. Andererseits sollen insbesondere den konventionellen SchweinehalterInnen Perspektiven für die künftige Ausrichtung der Schweineproduktion in Österreich geboten werden und ihre Identifikation mit dem eigenen Berufsbild bzw. die Akzeptanz der Schweinehaltung im gesellschaftlichen Kontext verbessert werden.

Schlagwörter: Schweinehaltung, Umbau, Verbesserung, Emissionen, Stallklima

### Summary

Since many years, pig production is situated in the main focus of public awareness. In this context, pig farmers are confronted with an increasing field of tension that involves varying demands regarding animal welfare, environmental protection, market specifications and desires of consumers and neighbours. Against this background, a systematic and proactive approach by pig industry, researchers, consultants and stable construction companies is required to improve animal welfare in existing conventional pig housing systems. Therefore, in the project „IBeSt“ (Innovations for existing rearing and finishing pig production systems in Austria – benefitting animals and humans) we plan to adapt 18 piglet rearing and finishing stables as well as the finishing unit of AREC Raumberg-Gumpenstein. In addition to animal-based indicators, factors such as economy, work management, environmental impact (NEC-Directive) and the „human component“ will be investigated. The project will last for four years and run until 2025. The results are supposed to serve as a basis for the adaptation of funding standards (with emphasis on NEC-Guidelines) predefined in the Austrian „Animal Welfare Pact for

<sup>1</sup>HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Raumberg 38, 8952 Irdning-Donnersbachtal

\*Ansprechperson: Birgit Heidinger

E-mail: birgit.heidinger@raumberg-gumpenstein.at

Producing Agriculture". Furthermore, it is the aim to present future perspectives for conventional pig producers in Austria. Special focus will be placed on the improvement of pig farmers' identification with their own profession and the acceptance of pig production in the social context.

Keywords: pig husbandry, rebuild, improvement, emissions, stable climate

## Einleitung und Problemstellung

Schweinehaltende Betriebe sind seit Jahren in einem an Intensität wachsenden, komplexen Spannungsfeld aus Marktanforderungen, KonsumentInnenvorstellungen, AnrainerInnenwünschen, Tierschutz- und Umweltauflagen verortet. Waren vor nunmehr 10 Jahren vor allem die Ferkelproduktion mit der permanenten Fixierung von Mutter-sauen in Abferkelbuchten im Hauptfokus – was letztlich auch zur Novellierung der 1. ThVO (BGBl. II Nr. 61/2012 vom 09.03.2012) führte – so verlagerte sich die Aufmerksamkeit begleitend und zunehmend in die nachgelagerten Bereiche der Ferkelaufzucht und Schweinemast. Mit dem im Oktober 2020 geschlossenen „Pakt für mehr Tierwohl in der produzierenden Landwirtschaft“ wurde auch für die Schweinehaltung ein neuer Weg vorgezeichnet. Die Förderschienen sollen evaluiert und angepasst werden und mit höheren Fördersätzen will man „Anreize statt Verbote“ in Richtung mehr Tierwohl bzw. tiergerechterer Haltung schaffen. Ab 2022 wird es in der Schweinemast und Ferkelaufzucht keine Förderung mehr für den Neubau von Haltungssystemen nach dem Mindeststandard (Vollspaltensystem) geben. Weiterhin wird mit diesem Pakt eine praxisorientierte Forschung forciert. Genau hier soll auch das Projekt IBeSt: „Innovationen für bestehende Aufzucht- und Mastställe für Schweine in Österreich – zum Wohl von Tier und Mensch“ ansetzen: In Österreich werden geschätzt 90 % der Aufzuchtferkel und Mastschweine in Vollspaltensystemen gehalten. Diese Systeme wurden vor Jahrzehnten europaweit aus Gründen der Kosteneffizienz und Arbeitswirtschaft etabliert und gerieten, wie bereits erwähnt, in den vergangenen Jahren deutlich in der Kritik. Jedoch können und wollen nicht alle SchweinehalterInnen ihr bisheriges Haltungssystem sofort aufgeben und beispielsweise in einen neuen „Tierwohlstall“ (vgl. Heidinger und Zentner 2017) investieren. Hierbei sind natürlich auch ökonomische Aspekte wie laufende Abschreibungen der bisherigen Stallungen, die Genehmigungs- und Anrainersituation, die Vermarktungsmöglichkeiten und viele weitere Faktoren mitentscheidend. In dieser überwiegenden Masse an vorhandenen Vollspaltenställen liegt aber auch ein enormes Potenzial, das nicht außer Acht gelassen werden sollte und kann. Genau dieses Potenzial bzw. die Verbesserungsmöglichkeiten in bestehenden Stallsystemen der Ferkelaufzucht und Schweinemast hin zu mehr Tier-, aber auch „Menschenwohl“ unter Berücksichtigung der Umweltwirkungen sollen im Rahmen des Projekts IBeSt erörtert und umfassend untersucht werden.

## Projektziele

In diesem Projekt steht gemäß dem „Pakt für mehr Tierwohl“ eine Verbesserung des Tierwohls in bestehenden, konventionellen Aufzucht- und Mastställen für Schweine im Fokus. Dabei muss auch die Sicherstellung einer effizienten Produktion von Schweinefleisch in Österreich, die aber den Anforderungen aller Beteiligten besser gerecht wird, Berücksichtigung finden. Als allgemeines Ziel sollen in Zusammenarbeit mit der schweinehaltenden Praxis rasch und kostengünstig umsetzbare Umbaumaßnahmen in bestehenden Aufzucht- und Mastställen gefunden werden, die für einen Großteil der Betriebe realisierbar sind und somit für viele Schweine in Österreich eine Verbesserung darstellen. Als Besonderheit in diesem Forschungsprojekt soll neben dem Fokus auf das

Tier aber auch der tierhaltende Mensch – die Landwirtin bzw. der Landwirt und der bäuerliche Familienverband – besonders in den Mittelpunkt gerückt werden. Darüber hinaus soll untersucht werden, welche Umweltwirkungen (z.B. Ammoniak-, Geruchsemissionen) die geänderten baulichen und managementbezogenen Bedingungen in den Stallungen nach sich ziehen. Damit lautet die zu Grunde liegende Fragestellung wie folgt:

### **Wie können bestehende Haltungssysteme in der Ferkelaufzucht und Schweinemast verbessert werden und welche Effekte hat dies auf Tier, Mensch und Umwelt?**

Die im Rahmen des Projekts ermittelten Ergebnisse sollen den konventionellen SchweinehalterInnen grundlegende Perspektiven für die künftige Ausrichtung der Schweineproduktion in Österreich (und möglicherweise mit Vorbildwirkung in der EU) liefern. Weiterhin können die Ergebnisse dem auftraggebenden Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus (BMLRT) als Grundlage zur Definition von neuen Förderrichtlinien in der Schweinehaltung insbesondere mit Fokus auf die NEC-Vorgaben („National Emission Ceiling“, Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union (2016)) bzw. den „Pakt für mehr Tierwohl“ dienen.

## **Forschungsbereiche und Methoden**

Das gesamte Forschungsvorhaben ist in drei interagierende Arbeitspakete unterteilt:

- AP 1 – Tier: Hier liegt der Fokus auf Erhebungen zum Tierwohl und der Tiergesundheit unter den geänderten Haltungsbedingungen (Tierverhalten, Behandlungsdaten, Produktionsparameter, klinische Indikatoren).
- AP 2 – Umweltwirkungen: In diesem Paket werden in der adaptierten Haltungsförm die Gestaltungsmöglichkeiten betreffend das Stallklima (Wirkung auf die Tiere, Lenkungsmöglichkeit auf das Tierverhalten bzw. Effekte auf die Tiergesundheit) sowie die Umweltwirkungen (Emissionen) eruiert.
- AP 3 – Mensch & Ökonomie: Neben den ökonomischen und arbeitswirtschaftlichen Auswirkungen des Stallumbaus für die Betriebe, stehen auch ganz besonders die TierhalterInnen als Menschen im Mittelpunkt. Es sollen Verbesserungen in der Identifikation der LandwirtInnen mit ihrem Produktionssystem bzw. ihrer Arbeit sowie hinsichtlich der Akzeptanz des Haltungssystems bei den KonsumentInnen erzielt werden.

Die Untersuchungen werden in Form einer „Multicenter-Studie“ angelegt. Auf Basis eines experimentellen Ansatzes soll intensiv mit Praxisbetrieben zusammengearbeitet werden. Dabei werden teilnehmende Betriebe jeweils nur einen Teil ihrer bestehenden Buchten umbauen und einen Teil im „Altbestand“ weiterführen, wodurch eine direkte Vergleichsmöglichkeit gegeben sein wird („Case-Control“). Es werden insgesamt neun Aufzucht- und neun Mastbestriebe in ganz Österreich für eine Teilnahme gesucht. In verschiedenen Regionen sollen dadurch „Modellbetriebe“ geschaffen werden, welche als „Pioniere“ ihre Erfahrungen und ihr Wissen zu diesem Entwicklungsprozess kommunizieren. Dabei stehen auch ein kontinuierlicher Reflexionsprozess und offener Austausch zwischen den teilnehmenden Betrieben im Fokus. Durch die angestrebte betriebliche Vielfalt im Projekt kann auch eine Bewertung der gesetzten Maßnahmen hinsichtlich

Praxistauglichkeit sichergestellt werden. Der geplante haltungs- und managementbezogene Maßnahmenkatalog umfasst folgende Bereiche:

- mehr Platz (Mindestansatz laut Förderstandard: +33 % in der Aufzucht und +23 % in der Mast)
- größere Gruppen (Mindestfläche je Bucht: Aufzucht 10 m<sup>2</sup> und Mast 20 m<sup>2</sup>)
- Einrichtung von Funktionsbereichen (Liegebereich mit max. 10 % Perforation auf zumindest 1/3 der Buchtenfläche, Bereich ggf. beheiz-/kühlbar, Erhöhung des Liegekomforts, Reduktion der Lichtintensität)
- optimiertes Beschäftigungsmaterial (fressbar, wühlbar, kaubar, veränderbar)
- Stallkühlung in der Mast bzw. Temperaturzonenbildung in der Aufzucht (Vermeidung von Hitzestress, Emissionsreduktionspotenzial, Steuerung des Tierverhaltens)

Die genannten Faktoren sollen in Form eines „Pakets“ betriebsindividuell kombiniert und umgesetzt sowie im Rahmen der drei Arbeitspakete integrativ evaluiert werden. Darüber hinaus finden im Projekt jene haltungsbezogenen Faktoren Berücksichtigung, von denen bekannt ist, dass sie auch für die Problematik des Schwanzbeißen bei Schweinen von besonderer Relevanz sind. Durch die geplanten Umbaumaßnahmen können erste haltungsbezogene Voraussetzungen geschaffen werden, um in Österreich einen intensiv zu begleitenden, schrittweisen Prozess zur Haltung von Schweinen mit intakten Schwänzen einleiten zu können (vgl. Europäische Kommission 2019).

Im Rahmen des Arbeitspakets „Umweltwirkungen“ kommt dem Schweineforschungsstall in Raumberg-Gumpenstein besondere Bedeutung zu: Mit der vor Ort zur Verfügung stehenden Technik wird es möglich sein, die drei Forschungsabteile (mit unterschiedlich ansteuerbarem Lüftungssystem und Temperaturen) gezielt zu adaptieren und umfassend hinsichtlich allfälliger durch den Umbau geänderter Umweltwirkungen zu vergleichen und zu beurteilen. Grundsätzlich können auf baulicher Seite durch geänderte Buchtenstrukturen (Funktionstrennung, gezielte Klimatisierung/Temperaturzonenbildung, Reduktion emittierender Oberflächen) Emissionen und Immissionen vermindert werden (BMNT 2018). Den stallklimatischen Bedingungen ist hierbei besonderer Stellenwert beizumessen, da ein direkter Konnex zum Tierverhalten und der Funktionalität einer Buchtenstrukturierung bzw. Funktionstrennung besteht. Für die Schweine müssen (nach Tierkategorie bzw. Gewichtsklasse) daher adäquate stallklimatische Bedingungen geschaffen werden, denn erfahrungsgemäß führen zu hohe, nicht den Bedürfnissen der Tiere entsprechende Abteilterperaturen, auf Grund der mangelnden Fähigkeit der Schweine zu schwitzen, zum „Suhlen“ im eigenen Kot/Urin. Dadurch werden Buchten (planbefestigte Flächen) und Tiere vermehrt verschmutzt und dies hat erhöhte Schadgas- und Geruchsemissionen zur Folge. Schlechte stallklimatische Bedingungen wirken sich nachweislich nachteilig auf die Tiergesundheit aus (Zentner et al. 2013).

Vor diesem Hintergrund sollen neben stallklimatischen Begleitmessungen (Temperatur, relative Luftfeuchte) in allen Projektbetrieben, in Raumberg-Gumpenstein zusätzlich folgende potenziell tangierten, umweltrelevanten Bereiche eingehend evaluiert werden:

- Ammoniakemissionen (NH<sub>3</sub>)
- Emissionen von Schad- bzw. klimarelevanten Gasen (H<sub>2</sub>S, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>)
- Geruchsemissionen
- Staubemissionen

Die Berechnung und das Ausweisen von konkreten Kennzahlen für o.g. Parameter ist insbesondere auch vor dem Hintergrund der geltenden Baugesetze der Länder und mit Fokus auf allenfalls notwendige Baubewilligungen (Zubauten zur Kompensation des reduzierten Tierbestands) unbedingt erforderlich. Weiterhin sind die gesetzten Maßnahmen im Hinblick auf die in der NEC-Richtlinie geforderte Ammoniakreduktion aus der Landwirtschaft zu evaluieren.

## Projektpartner und -struktur

Im Projekt IBeSt soll in ähnlicher Konstellation wie im Projekt zur Evaluierung neuer Abferkelbuchten „Pro-SAU“ (Heidinger et al. 2017) die erfolgreiche und konstruktive Zusammenarbeit fortgesetzt werden: In bewährter Weise werden WissenschaftlerInnen (HBLFA Raumberg-Gumpenstein, BOKU, AGES, HAUP, Messerli Institut), gemeinsam mit der Branche (VÖS, Junge Veredler, Praxisbetriebe), Beratung (LK Österreich und Länderkammern) sowie österreichischen Stallbauunternehmen nach tauglichen Lösungen für mehr Tierwohl in der konventionellen Schweinehaltung suchen und diese eingehend, auch mit Fokus auf Umwelteffekte, erörtern. Neue Wege sollen in Sachen Identifikation von LandwirtInnen mit ihrem Berufsstand, der Kommunikation und Interaktion mit der landwirtschaftlichen Praxis, aber insbesondere mit den KonsumentInnen bzw. der Gesellschaft beschritten werden: Hierbei wurde der Zugang gewählt auch ausgewiesene KommunikationsexpertInnen bzw. die Konsumentenvertretung und Vermarktung (u.a. Verein Land schafft Leben, AMA) von Beginn an in die Projektarbeit einzubeziehen.

## Ausblick

Das auf vier Jahre ausgelegte Projekt IBeSt wurde im 1. Quartal 2021 beim Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus (BMLRT) eingereicht und befindet sich aktuell in der Begutachtungsphase. Vor dem Hintergrund, dass Bautätigkeiten in der Landwirtschaft überwiegend in der vegetationslosen und daher etwas weniger arbeitsintensiven Winterperiode erfolgen, wird bereits jetzt intensiv nach potenziellen Projektbetrieben gesucht, die bereit wären, Ende 2021 Umbauten zu tätigen. Schweinehaltende Betriebe mit Ferkelaufzucht und/oder Mast (auch kombinierte Betriebe), die Interesse an einer Teilnahme im Projekt haben, können sich gerne beim Geschäftsführer des VÖS, DI Michael Klaffenböck, melden:

klaffenboeck@schweine.at oder Tel.: +43 664 889 22 106

Bei Fragen stehen auch die AutorInnen gerne zur Verfügung.

Korrespondenzadresse:

Dr. Birgit Heidinger

Stellv. Leiterin der Abteilung für Tierhaltungssysteme, Technik und Emissionen

Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt Raumberg-Gumpenstein

Altirdning 11

A-8952 Irdning-Donnersbachtal

Tel.: +43 (0) 3682 22451-371

E-Mail: birgit.heidinger@raumberg-gumpenstein.at

www.raumberg-gumpenstein.at



## Literatur

BMNT (2018): Ratgeber für die gute fachliche Praxis in der Landwirtschaft zur Begrenzung von Ammoniakemissionen, Wien.

EUROPÄISCHE KOMMISSION (2019): Bewertung der Maßnahmen des Mitgliedstaates zur Verhütung von Schwanzbeißen und zur Vermeidung des routinemäßigen Schwanzkupierens bei Schweinen, Gesundheits- und Lebensmittelaudits und Analysen, Europäische Kommission, Brüssel.

EUROPÄISCHES PARLAMENT; RAT DER EUROPÄISCHEN UNION (2016): EU-Richtlinie über die Reduktion der nationalen Emissionen bestimmter Luftschadstoffe, zur Änderung der Richtlinie 2003/35/EG und zur Aufhebung der Richtlinie 2001/81/EG, 31 S.

HEIDINGER, B.; ZENTNER, E. (2017): Konzeptvorstellung eines emissionsarmen Tierwohlstalles für die konventionelle Schweinemast. Bautagung Raumberg-Gumpenstein 2017, Irdning-Donnersbachtal, Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein, 73-80.

HEIDINGER, B., STINGLMAYR, J., MASCHAT, K., OBERER, M., BLUMAUER, E., KUCHLING, S., LEEB, C., HATZMANN, E., ZENTNER, E., HOCHFELLNER, L., LAUBICHLER, C., DOLEZAL, M., SCHWARZ, L., MÖSENBACHER-MOLTERER, I., VOCKENHUBER, D., BAUMGARTNER, J. (2017): Pro-SAU: Evaluierung von neuen Abferkelbuchten mit Bewegungsmöglichkeit für die Sau, Abschlussbericht zu den Forschungsprojekten Nr. 100964, 100986, 101062; BMLFUW-LE.1.3.2/0086-II/1/2013, Wien, Online: [https://www.dafne.at/dafne\\_plus\\_homepage/index.php?section=dafneplus&content=result&come\\_from=homepage&&project\\_id=3316](https://www.dafne.at/dafne_plus_homepage/index.php?section=dafneplus&content=result&come_from=homepage&&project_id=3316).

ZENTNER, E.; HEIDINGER, B.; GUGGENBERGER, T., (2013): Einfluss des Lüftungssystems auf die Lungengesundheit von Mastschweinen. Bautagung Raumberg-Gumpenstein, Irdning-Donnersbachtal.

# Untersuchung von drei Abluftreinigungsanlagen für die Schweinemast

Michael Kropsch<sup>1</sup>, Christian Fritz<sup>1</sup> und Eduard Zentner<sup>1</sup>

## Zusammenfassung

Der vorliegende Beitrag fasst die Ergebnisse des Projekt PigAir „Pilotprojekt Versuchsstall Abluftwäscher für Mastschweineeställe“ zusammen, das in den Jahren 2018 bis 2020 an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein durchgeführt wurde. Finanziert wurde das Projekt vom Amt der Steiermärkischen Landesregierung und vom Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus.

Als eine mögliche Maßnahme zur Minderung von Ammoniak als Feinstaub-Vorläufer-substanz wurden drei verschiedene Abluftreinigungsanlagen für Mastschweineestellungen versuchstechnisch betrachtet. Gegenstand der Untersuchungen waren die technische Reinigungsleistung der Geräte, die Bedienerfreundlichkeit und der Wartungsbedarf sowie die Kosten der Anlagen inkl. des Betriebs.

Der Vergleich der drei Systeme (1) Chemowäscher plus Biostufe, (2) Rieselbettreaktor und (3) Biofilter, zeigte für alle Geräte eine sehr gute Ammoniak- und Geruchsabscheidung. Bedienung, Kontrolle und Wartung bedingen einen Arbeitsaufwand von je ca. 100 Stunden pro Jahr. Die betriebswirtschaftlichen Auswertungen resultieren in einem Anteil der Investitionskosten von rund 50 % an den Gesamtkosten des Anlagenbetriebs. Die laufenden Sachkosten belaufen sich auf ca. 30 % und die Arbeitskosten auf ca. 20 bis 25 %. Während bei Stallgrößen von ca. 500 Tierplätzen Gesamtkosten von € 20 bis € 40 pro Tierplatz und Jahr anzuführen sind, steigen die Kosten, speziell für kleinere Stallungen, auf bis zu € 80 pro Tierplatz und Jahr. Eine Ammoniakreduktion mit Hilfe von Abluftreinigungsanlagen für kleinere Stallungen kann damit nicht als kosteneffiziente Maßnahme gewertet werden.

Als Fazit ist festzuhalten, dass es nicht an technisch geeigneten Anlagen anlagen mit guter Abluftreinigungsleistung fehlt. Der Aufwand für Betreuung und Wartung der Anlagen ist jedoch relativ hoch und verbunden mit den Investitions- und Betriebskosten stellt die Abluftreinigung einen großen Kostenfaktor dar.

Schlagwörter: Mastschweinehaltung, Abluftreinigung, Ammoniak, Geruch, Arbeitsaufwand, Kosten

<sup>1</sup> HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Raumberg 38, 8952 Irdning-Donnersbachtal

\*Ansprechperson: Michael Kropsch

E-Mail: michael.kropsch@raumberg-gumpenstein.at

## Einleitung

In umwelttechnischer Hinsicht ist die nutztierhaltende Landwirtschaft seit einiger Zeit mit im Fokus, wenn es um „die Verursacher“ und geforderte Reduktionen von luftgetragenen Emissionen geht. Bekanntermaßen wird Ammoniak fast ausschließlich (rund 95 %) aus landwirtschaftlichen Bereichen emittiert – eine Reduktion wie sie u. A. im Rahmen der EU NEC-Richtlinie gefordert ist, kann demnach nur hier ansetzen. Die Emissionen von Ammoniak tangieren jedoch nicht nur diesen Luftschadstoffbereich. Konsequenzen ergeben sich auch für die Bildung von Feinstaub. Sekundäre Feinstaubpartikel entstehen in der Atmosphäre aus gasförmigen Vorläufersubstanzen – Ammoniak stellt hier den limitierenden Faktor dar.

An unterschiedlichen „Schrauben lässt sich drehen“, wenn es um die Reduktion von Ammoniak in der Nutztierhaltung geht – gegenständlich wird der Fokus auf die Schweinehaltung gelegt. Zielführend sind beispielsweise eine eiweißangepasste Fütterung sowie die Verwendung von Futtermittelzusatzstoffen, die nachgewiesenermaßen zu einer geringeren Ammoniakfreisetzung führen. Eine weitere, bis dato in Österreich kaum in Verwendung stehende Möglichkeit Ammoniakemissionen zu reduzieren, ist die Verwendung von Abluftreinigungstechnologien. Bevor jedoch ein breiterer Einsatz derartiger Anlagen in der heimischen Landwirtschaft angedacht ist ist es zielführend, am Markt befindliche Technologien auf ihre Praxistauglichkeit für die österreichische Betriebsstruktur zu untersuchen.

Eignen sich die untersuchten Anlagen zur Nachrüstung an bestehenden Stallungen, mit welchem Abscheidegrad für Ammoniak und Geruch ist zu rechnen, ab welchen Bestandsgrößen ist ein Einsatz sinnvoll, wie hoch sind die Investitionskosten und die laufenden Kosten für Betrieb und Serviceaufwand der untersuchten Technologien? Der Klärung dieser und weiterer fachspezifischer Fragen widmete sich die HBLFA Raumberg-Gumpenstein im Rahmen des "Pilotprojektes Versuchsstall Abluftwäscher für Mastschweineställe" (Akronym PigAir), im Auftrag des Amtes der Stmk. Landesregierung. Für die diesbezüglichen Untersuchungen wurde, im Rahmen des Projektes, ein neuer Schweineforschungsstall an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein errichtet und mit Abluftreinigungsanlagen (ARA) ausgestattet.

Abbildung 1:  
Abluftreinigungsanlagen am  
Schweineforschungsstall der  
HBLFA Raumberg-Gumpenstein;  
von links: Fa. Reventa,  
Fa. Schönhammer, Fa. Hagola



Drei Abluftreinigungsanlagen unterschiedlicher Technik, von verschiedenen Herstellern, wurden im Rahmen von PigAir untersucht:

- Lavamatic - kombinierter Chemowäscher plus Biofilter, Fa. Reventa
- Rieselbettfilter System RIMU – 1-stufiger biolog. Abluftwäscher, Fa. Schönhammer
- Biofilter NH<sub>3</sub>60° - Biofilter mit NH<sub>3</sub>-Abscheidung, Fa. Hagola

## Hintergrund

Wissenschaftliche Studien zeigen, dass die Feinstaubbelastung – in urbanen Gebieten – zu einem relativ hohen Anteil auf sekundär gebildete Partikel zurückzuführen ist. Es handelt sich hierbei um Partikel, die sich durch chemische Reaktionen in der Atmosphäre aus den Vorläufersubstanzen Ammoniak (NH<sub>3</sub>), Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) und Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>) bilden. Die Sektoren Industrie und Verkehr bilden dabei die Hauptemittenten für Stickstoffdioxid und Schwefeldioxid, die Landwirtschaft ist hingegen der Hauptverursacher für Ammoniak-Emissionen. Im Rahmen der Sitzungen der Arbeitsgruppe Landwirtschaft des Luftreinhalteprogramms Steiermark, wurden unterschiedliche Möglichkeiten zur Reduktion der Ammoniak-Emissionen, im Besonderen aus der Tierhaltung, diskutiert. Als potentielle Techniken, neben einer eiweißangepassten Fütterung und erprobten Futtermittelzusatzstoffen, haben sich hierbei Abluftreinigungstechnologien herauskristallisiert.

Bis dato liegen in der heimischen Landwirtschaft hinsichtlich des Einsatzes von Abluftreinigungsanlagen wenig bis keine Erfahrungen vor. Da aus zahlreichen Untersuchungen in Deutschland bekannt ist, dass der Einsatz und Betrieb einer derartigen Technologie mit erheblichen Kosten und technischem Aufwand verbunden ist, war es zwingend notwendig, in einem Pilotprojekt abzuklären, wie sich dies für „österreichische Verhältnisse“ (kleinere Abteile bzw. Betriebe, nachträglicher Einbau auf bestehenden Betrieben), darstellt; bevor die Abluftreinigung auch hierzulande mehr und mehr in der Praxis Fuß fasst. Die aus dem gegenständlichen, steirischen Pilotprojekt gewonnenen Daten dienen als Entscheidungsgrundlage der öffentlichen Hand, für eine potenzielle Förderung eines zukünftigen Einsatzes der Abluftreinigungstechnologie in der Praxis. Bei einer positiven Gesamtbewertung der überprüften Abluftreinigungsanlagen könnte die Umsetzung in die Praxis auf zwei Wegen erfolgen: Zum einen über ein durch Fördermittel gestütztes Nachrüstprogramm für bestehende Ställe und zum anderen über eine gesetzliche Vorschreibung von Abluftwäschern für neu zu errichtende Ställe, ab einer bestimmten Anzahl an Tierplätzen. Eine erste, grobe Abschätzungsrechnung zeigt, dass bei einer fiktiv angenommenen Nachrüstung von Mastschweinebetrieben ab einer Anzahl von 500 Tierplätzen im Feinstaub-Sanierungsgebiet Mittelsteiermark, eine Reduktion der Ammoniak-Emissionen (bezogen auf die Ammoniak-Gesamtemissionen in diesem Raum), um ca. 20 - 30 % erreicht werden können.

## NEC-Richtlinie

Durch die Vorgaben der EU NEC-Richtlinie (2001/81/EG) zur Einhaltung nationaler Emissionshöchstmengen ergibt sich die Notwendigkeit, neben Aktivitäten zur erforderlichen Reduktion der Feinstaubemissionen, auch die Ammoniakemissionen, die zu rund 95 % aus der Landwirtschaft stammen, markant zu reduzieren. Für Österreich liegen hier die Vorgaben mittlerweile bei einer Reduktion von rund -19 % (gegenüber 2005) bis 2030. Die Messung von Ammoniak (vor und nach der Abluftreinigung) erfolgt durch einen Analyzer der Fa. LumaSense Technologies.

## Geruchsemissionen

Nicht zuletzt durch die Novellierung des Steiermärkischen Baugesetzes im Jahr 2008 ergab sich eine Verschärfung für landwirtschaftliche Betriebe, in deren unmittelbarer Nachbarschaft potenziell Geruchsbelästigungen auftreten. Aufgrund des Zusammenhangs zwischen Ammoniak- und Geruchsemissionen könnten hier zukünftige Techniken, die primär auf die Reduktion der Ammoniak-Emissionen fokussieren, auch zur Lösung von „Geruchskonflikten“ im Rahmen landwirtschaftlicher Bau- oder Beschwerdeverfahren beitragen.

## Zielsetzung

In Österreich sind derzeit nur einige wenige Stallungen mit Abluftreinigungsanlagen ausgerüstet – ein großer Erfahrungsschatz hinsichtlich der anfallenden Kosten, des Wartungsaufwandes sowie der Betriebs-Praktikabilität liegen aus diesem Grunde in der Praxis nicht vor. Im Vorfeld eines in Zukunft möglicherweise breiteren Einsatzes von Abluftreinigungstechnologien in der heimischen Landwirtschaft erscheint es unabdinglich, ein Pilotprojekt zur Klärung wesentlicher Fragen durchzuführen – gegenständlich sind im neuen Schweineforschungsstall an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein, im Auftrag des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung, drei unterschiedliche Abluftreinigungsanlagen, auf nachfolgende Fragestellungen hin untersucht worden:

- Welcher Abscheidegrad für  $\text{NH}_3$  und Geruch ergibt sich für typische steirische schweinehaltende Betriebe?
- Mit welchen Investitions- und Betriebskosten pro Tierplatz muss gerechnet werden?
- Welche Probleme und Zusatzkosten ergeben sich durch die Ausbringung oder Entsorgung des Waschwassers (Schlammrückstände) bzw. gibt es Einsparungspotential beim Kunstdünger?
- Bis zu welcher minimalen Stallgröße (bzw. Größe des Abteils) ist der Einbau eines Wäschers technisch machbar?
- Mit welchen technischen Herausforderungen ist im Langzeitbetrieb zu rechnen?
- Welche Begleitmaßnahmen müssten für die erfolgreiche Umsetzung dieser Maßnahme gesetzt werden?
- In welcher Relation liegen die laufenden Kosten für den Betrieb eines gegebenen Schweinestalls (Abteils) mit Abluftreinigungsanlage im Vergleich zu einem herkömmlichen, mit Zwangsentlüftung?

## Auswahl der Abluftreinigungsanlagen (ARA)

Die für das Pilotprojekt auszuwählenden Abluftreinigungseinheiten sollten jedenfalls DLG-zertifizierte Anlagen sein bzw. ein Gutachten eines unabhängigen Sachverständigenbüros „aufweisen“, welches die Einhaltung der DLG-Prüfkriterien für die Abscheidegrade von Geruch und Ammoniak bestätigt. Des Weiteren müssen die ARAs nachträglich und mit geringem Aufwand in bereits bestehende Stallungen integriert werden können; bevorzugt werden Systeme, die seitlich an den Außenwänden anzubauen sind. Es ist auch zu gewährleisten, dass die zu testenden drei Abluftreinigungstechnologien betriebsindividuell in Größe (der Abteile) und Leistungsvermögen (Luftdurchsatz) adaptierbar sind.

Die Auswahl der in Frage kommenden Anlagen erfolgte durch Einholung entsprechender Firmenangebote bzw. Vor-Ort-Gespräche, wobei neben den potenziellen Kosten auch

weitere Bewertungskriterien (zeitliche Umsetzbarkeit, Betreuung und Servicierung durch Firmenmitarbeiter, Ressourcenbedarf etc.) Beachtung fanden.

Entsprechend den oben beschriebenen Kriterien fiel die finale Auswahl der zu testenden Abluftreinigungsanlagen auf Produkte der Fa. Reventa, der Fa. Schönhammer und der Fa. Hagola. Die herstellenden Firmen haben ihren Firmensitz allesamt in Deutschland (Fa. Schönhammer, Bayern; Fa. Reventa, Nordrhein-Westfalen; Fa. Hagola, Niedersachsen).

## Material und Methoden

### Versuchsstallung

Im Vorfeld der projektmäßigen Untersuchung der Abluftreinigungsanlagen wurde eigens dafür ein neuer Mastschweinestall an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein errichtet. In Kooperation mit der Bundesimmobiliengesellschaft BIG und unter Eigenleistung der Kollegenschaft am Forschungsstandort Gumpenstein entstand das neue Stallgebäude im Zeitraum von April 2017 bis Jänner 2018; mit der Einstellung von 414 Tieren wurde der Schweinestall am 24. Jänner 2018 in Betrieb genommen.

Das Stallgebäude besitzt drei separierte Abteile (je 6 Buchten, für je insgesamt 138 Tiere), die jeweils über eine angeschlossene Abluftreinigungsanlage entlüftet werden. Im Rahmen der ersten vier Mastdurchgänge wurde das Projekt PigAir durchgeführt. Für die Auswertung relevant sind die Durchgänge II bis IV, der 1. diente als Vorbereitungsdurchgang.



Abbildung 2: Schweineforschungsstall der HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Ostansicht

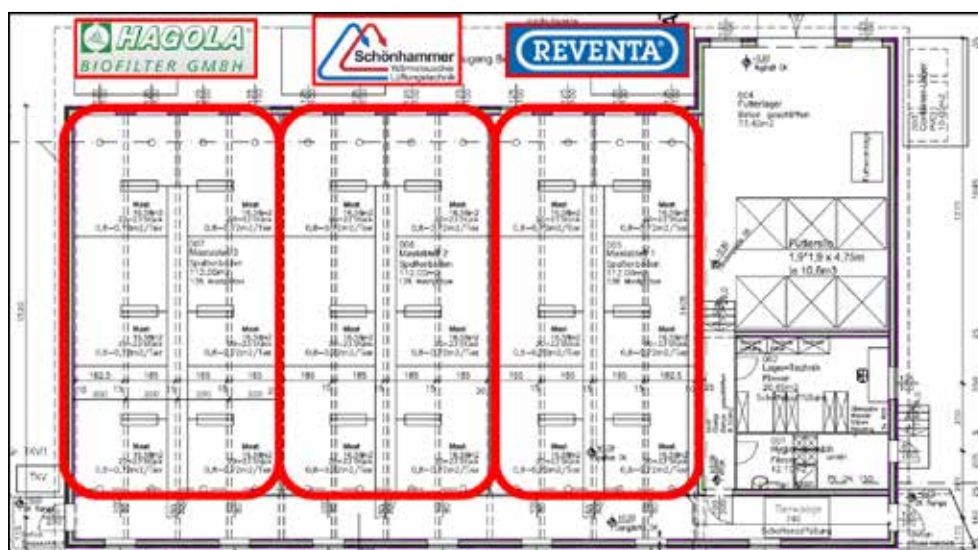


Abbildung 3: Grundriss des Schweineforschungsstalls der HBLFA Raumberg-Gumpenstein mit Positionierung der drei zu testenden Abluftreinigungsanlagen und Herstellerinformationen

## Mastverlauf

Jedes Abteil wurde, zu Beginn des Mastdurchgangs, am selben Tag bestückt – die Tiere wurden konventionell, auf Vollspaltenböden mit darunterliegendem Güllekeller, gehalten. Pro Abteil stehen jeweils sechs Buchten, zu je 23 Tierplätzen, zur Verfügung.

Nach einer Mastperiode von 14 – 16 Wochen erfolgt, nach Erreichen des Mastendgewichts von 110 kg, die Abholung zur Schlachtung; den An- und Abtransport der Tiere sowie die Kosten für die Mastferkel wurden von der Fa. Styriabrid, dem steirischen Projektpartner der HBLFA Raumberg-Gumpenstein, übernommen.

Abbildung 4: Blick in ein Mastabteil; rot gekennzeichnet ist die Schadgas-Messstelle im Rohgas



## Lüftung

Über eine – in jedem Abteil – verbaute Porendecke gelangt Frischluft über den Dachraum in den Tierbereich. Die Fortluft wird über je einen Abluftkamin aus den Abteilen abgesaugt, und den nachgelagerten Abluftreinigungsanlagen, im nördlichen Stallaußenbereich, zugeführt. Auffallend ist der lange, waagrechte Kamin im Abteilinneren; dieser ist, für eine laminare Abluftführung am Punkt der Probennahme, für die gastechnischen und olfaktometrischen Untersuchungen (Abbildung 4, roter Kreis), erforderlich.

## Fütterungsmanagement

Die Auswahl und Organisation der Futtermittel für den Abluftreinigungsanlagen-Versuch oblag der Fa. Styriabrid; Ziel war es eine Mischung einzusetzen, die die Praxis in Österreich widerspiegelt. Die Kosten für die Herstellung und Anlieferung des dreiphasigen Futtermittels trug ebenfalls die Fa. Styriabrid.

Zum Einsatz kam, während der relevanten Untersuchungsperiode über drei Mastdurchgänge, ein dreiphasiges Fütterungsregime. Rezept 1 (Mast I) wurde ab dem Tag der Einstallung bis zu einem Lebendgewicht von 70 kg gefüttert, Rezept 2 (Mast II) ab Erreichen eines Gewichts von 70 kg bis 100 kg und Rezept 3 (MAST III) ab 100 kg Lebendgewicht.

## Messtechnik

Während der Versuchsdurchgänge erfolgte in den Schweinemastabteilen (Rohgas) und im Nachgang an die untersuchten Abluftreinigungsanlagen (Reingas) die permanente Messung von Temperatur und rel. Luftfeuchte sowie die Erfassung der Ammoniak-, Kohlendioxid- und Lachgaskonzentrationen (Gasmessung mittels photoakustischer Messtechnik). Zusätzlich wurde der Abluftvolumenstrom, mittels Messventilator an der Kamineinmündung, erfasst.

Die Wiegung der Tiere zur Erfassung der Mastleistung, erfolgte zu Beginn jedes Mastdurchgangs im Zuge der Einstallung und in der Folge durch vier- bis fünfmaliges Wiegen im Verlauf der Mast, sowie abschließend bei der Ausstallung der Tiere.

## Equipment

Ergänzend zu den Aufzeichnungen hinsichtlich Schad- und klimarelevanten Gasen, Temperatur und rel. Luftfeuchte erfolgte die Mitprotokollierung des Stromverbrauchs (Abluftreinigungsanlage, Ventilator) und des Wasserverbrauchs mittels elektronischer Zähleinrichtungen.

## Olfaktometrie

Die olfaktometrischen Untersuchungen zur Beurteilung der Abreinigung von „schweine-typischen“ Gerüchen durch die getesteten Abluftreinigungsanlagen erfolgte, gemäß VERA Test Protocol for Air Cleaning Technologies, acht Mal im Verlauf eines Mastdurchgangs. Die diesbezüglichen Untersuchungen wurden in etwa in der Mitte einer Mastperiode, nach einer „Einlaufzeit“, zur Betriebssicherung der biologischen Abluftreinigungseinheit. An den acht Probenahmeterminen wurden jeweils drei Geruchsprobensäcke aus dem Rohgas (Abluftkamin im Stallabteil) und je drei aus dem Reingas (nach erfolgter biologischer Abluftreinigung) gezogen und am dienststellen-eigenen Olfaktometer durch ein vierköpfiges Probandenteam ausgewertet.

## Abluftreinigungsanlagen

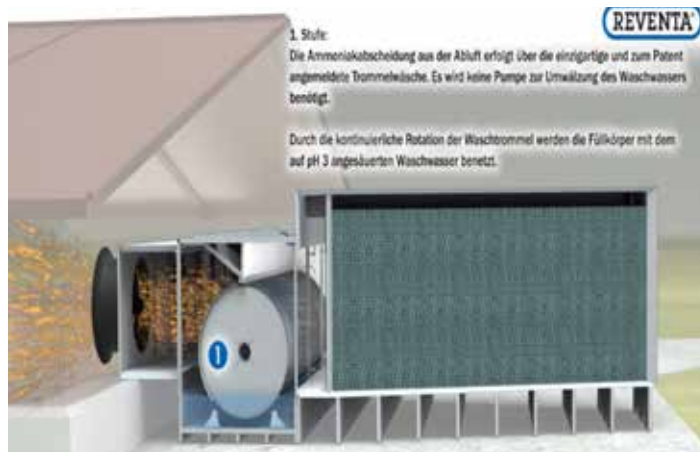
### Reventa Lavamatic – Chemowäscher plus Biostufe

Von Reventa wurde ein zweistufiges System zur Abreinigung von Ammoniak und Geruch, am neuen Schweineforschungsstall der HBLFA Raumberg-Gumpenstein untersucht; prinzipiell eignet sich die untersuchte Technik auch zum nachträglichen Anbau an bestehende Stallungen/Abteile. Die Stallabluft wird durch den in der Stallwand „sitzenden“ Ventilator in die Druckkammer der Reinigungsanlage geleitet und von dort weiter, durch eine „Waschtrommel“. Im Inneren der Trommel befinden sich zahlreiche Füllkörper aus Kunststoff, die durch die langsame Drehbewegung fortwährend im Pumpensumpf mit Prozesswasser (pH 3) benetzt werden. Beim Luftdurchtritt durch die Trommel findet an den benetzten Füllkörpern die Abscheidung von Staub und Ammoniak statt; übersteigt das Prozesswasser einen gewissen, voreingestellten Leitwert, wird die Flüssigkeit abgeschlämmt und durch „frisches“ Prozesswasser ersetzt. Sollte die Einleitung des abzuführenden, gesättigten Prozesswassers in eine Beton-Güllegrube erfolgen, muss diese, auf Grund des niedrigen pH-Wertes, mit einer säurebeständigen Beschichtung versehen sein. Alternativ ist die Sammlung in einem speziellen IBC-Container möglich; unmittelbar vor Ausbringung der Gülle kann das Abschlämmwasser anteilmäßig dem Fass beigemischt werden.



In der zweiten Stufe passiert die bereits von Staub und Ammoniak gereinigte Stallabluft, einen Biofilter zur Abscheidung der Geruchsstoffe. In Folge des Durchtritts der Stallluft durch die Zellulosemembran der biologischen Abluftreinigungseinheit der Lavamatic ,siedelt sich auf den Zellulosepads eine Mikrobengemeinschaft an, die in Folge ihres Stoffwechsels - Geruchsmoleküle aufspaltet und Geruchsimmissionen auf ein Minimum reduziert. Wenn möglich, sollte die Biostufe kontinuierlich betrieben werden, um die Vitalität der Bakterien nicht zu gefährden und eine unterbrechungsfreie Funktion sicherzustellen. Bei Wiederinbetriebnahme nach längerem Stillstand ist ein gewisser Zeitraum zur Regeneration des Biofilms erforderlich. Stillstandzeiten von wenigen Tagen sind unkritisch, wenn die Berieselung mit Frischwasser weiterhin erfolgt. Die nachstehenden Abbildung skizziert überblicksmäßig den Reinigungsvorgang durch Lavamatic:

Abbildung 5: Lavamatic, schematische Darstellung der Abreinigung von Ammoniak und Staub



### Schönhammer Rieselbettfilter – Einstufige biologische ARA

Bei der Abluftreinigungsanlage der Firma Schönhammer, die am neuen Schweineforschungsstall der HBLFA Raumberg-Gumpenstein untersucht wurde, handelt es sich um einen einstufigen, biologisch arbeitenden Abluftwäscher zur Abscheidung von Staub, Ammoniak und Geruch. Der Rohgasabluftvolumenstrom aus dem Versuchsabteil gelangt dabei über den Abluftkamin in die Druckkammer des Wäschergehäuses und wird von dort (im Überdruckverfahren) in das Füllkörperpaket eingeleitet. Die Füllkörper werden im Gegenstromverfahren, mit Prozesswasser über den darüberliegenden Düsenstock, kontinuierlich berieselt; der nachgeschaltete Tropfenabscheider verhindert den Austrag N-haltiger Aerosole und begrenzt die Wasserverluste innerhalb des Wäschers. Die Funktionsweise des Rieselbettfilters beruht auf dem Prinzip der biologischen Oxidation der Abluftinhaltsstoffe. Innerhalb des Filterpaketes gelangt das durchströmende Rohgas in Kontakt mit der großen spezifischen Oberfläche der Kunststoffelemente und mit dem im Kreislauf geführten Prozesswasser. In Folge des Durchtritts der Stallabluft siedeln sich spezifische Mikroorganismen, unter Ausbildung eines Biofilms, im Filterpaket an; im Prozesswasser gelöste Abluftinhaltsstoffe werden in der Folge durch die Mikroorganismen verstoffwechselt und zum Aufbau neuer Biomasse verwendet. Die Ammoniakabscheidung erfolgt durch Nitrifikanten, die das gelöste Ammoniak zu Nitrit und Nitrat oxidieren. Die dadurch entstehende Aufsalzung des Waschwassers wird kontinuierlich überwacht – für eine sichere Stickstoffausscheidung ist der diesbezügliche Leitfähigkeitswert mit 20 mS/cm begrenzt. Ist dieser Wert erreicht, erfolgt die automatische Abschlämmlung eines Teils des gesättigten Prozesswassers in die Güllegrube und nachfolgend die Zufuhr von Frischwasser zur Verdünnung des Waschwassers und Herabsetzung des Leitwerts. Der pH-Wert im Prozesswasser muss stets zwischen  $\text{pH} > 6,5$  und  $\text{pH} < 7,2$  geregelt sein.

Die nachstehende Abbildung (Abbildung 6) legt den Vorgang der Abluftreinigung durch den Rieselbettfilter System RIMU dar:

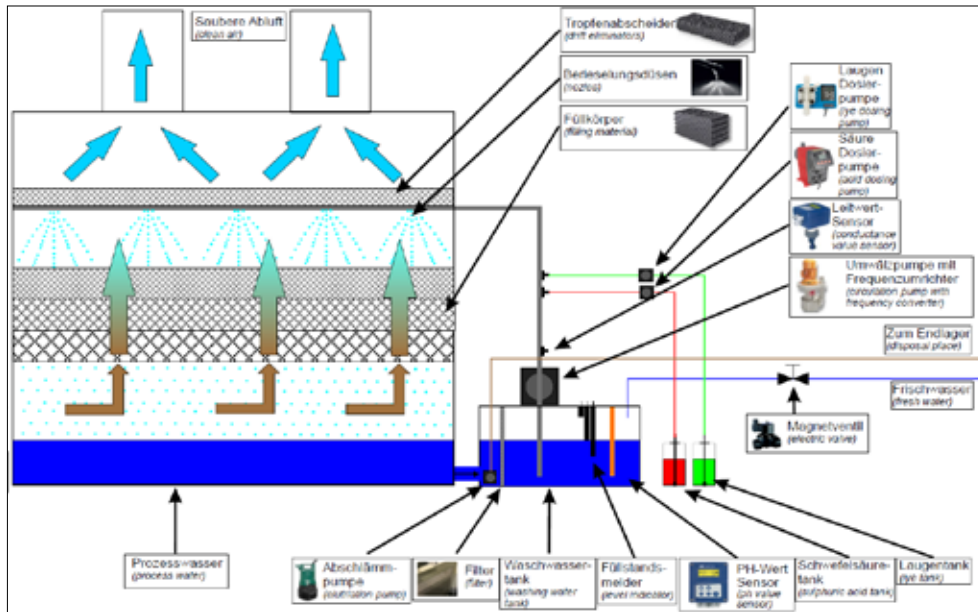


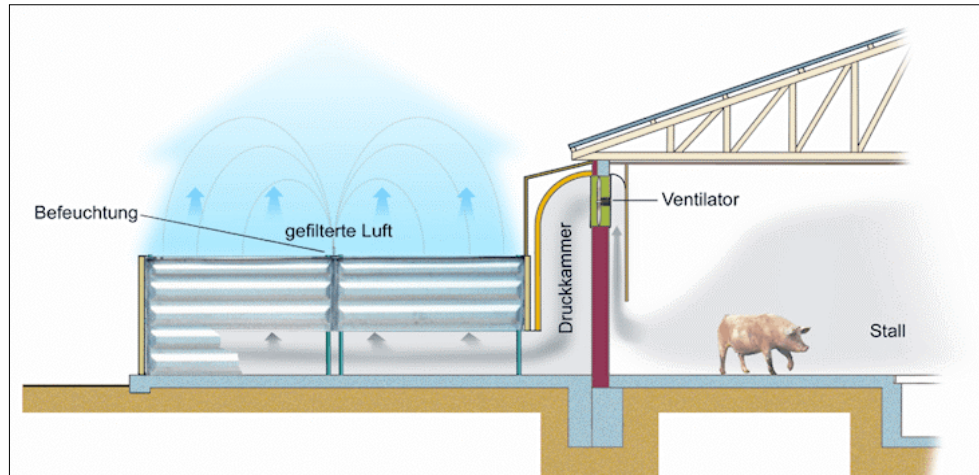
Abbildung 6: Rieselbettfilter, schematische Darstellung des Systems und der Komponenten

### Hagola NH360° – Biofilter mit NH<sub>3</sub>-Abscheidung

Von Hagola wurde ein einstufiges, biologisches Abluftreinigungssystem zur Reduktion von Geruch, Ammoniak und Staub am neuen Schweineforschungsstall der HBLFA Raumberg-Gumpenstein untersucht – im versuchstechnischen Fokus stand die Abscheidung von Ammoniak und Geruch. Die Stallabluft gelangt durch den in der Stallwand „sitzenden“ Ventilator in die Druckkammer des Biofilters und wird von dort durch das horizontal liegende, ständig feucht gehaltene Filtermaterial gedrückt. Es handelt sich dabei um ein modular aufgebautes Filtersystem aus identischen Filtermodulen mit einer Abmessung von je 2,25 x 2,25 m; das Filtermaterial besteht aus Weichholzhackschnitzeln. Unterhalb der Hackschnitzelschicht schließt eine Lage aus recyceltem Kunststoff (auf einem Kunststoffgitter aufliegend) an, die als ständige Besiedelungsfläche für die abscheiderrelevanten Mikroorganismen dient. Zuunterst der Filterschicht befindet sich ein Holzrost, liegend auf einem nach unten geöffneten C-Profil. Die C-Profile sorgen durch die Umkehrwirkung für eine gleichmäßige Verteilung der Staubbeklastung auf die gesamte Filterfläche und durch die abbremsende Wirkung für eine längere Verweildauer der Abluft in der Filterschicht. Die Anzahl der erforderlichen Module richtet sich nach dem Tierbesatz des betreffenden Schweineabteils/Schweinestalls und dem daraus resultierenden Abluftvolumenstrom. Je Quadratmeter Filterfläche und Stunde ist die Behandlung (Reinigung) von bis zu 440 m<sup>3</sup> Abluft möglich.

Unterhalb der Filterschüttung wird das Umlaufwasser – zur Berieselung der Weichholzhackschnitzeln – in einer korrosionsbeständigen Wanne aufgefangen und im Filtersystem im Kreislauf geführt. Regeltechnisch wird der pH-Wert des Umlaufwassers, durch Zudosierung von 96 %iger Schwefelsäure, zwischen 6 – 6,5 justiert; dieser gewährleistet ein geeignetes Milieu für die Mikroorganismen und ist die Voraussetzung für eine dauerhafte Abscheideleistung. Bei Überschreitung eines maximalen Leitfähigkeitswerts von 25 mS/cm wird das gebrauchte Umlaufwasser abgeschlämmt und durch frisches Prozesswasser ersetzt. Auf Grund des annähernd neutralen pH-Wertes und der unkritischen Inhaltsstoffe kann die Abschlammung direkt in die Güllegrube erfolgen.

Abbildung 7: Hagola NH360°, schematische Darstellung des Reinigungsvorgangs



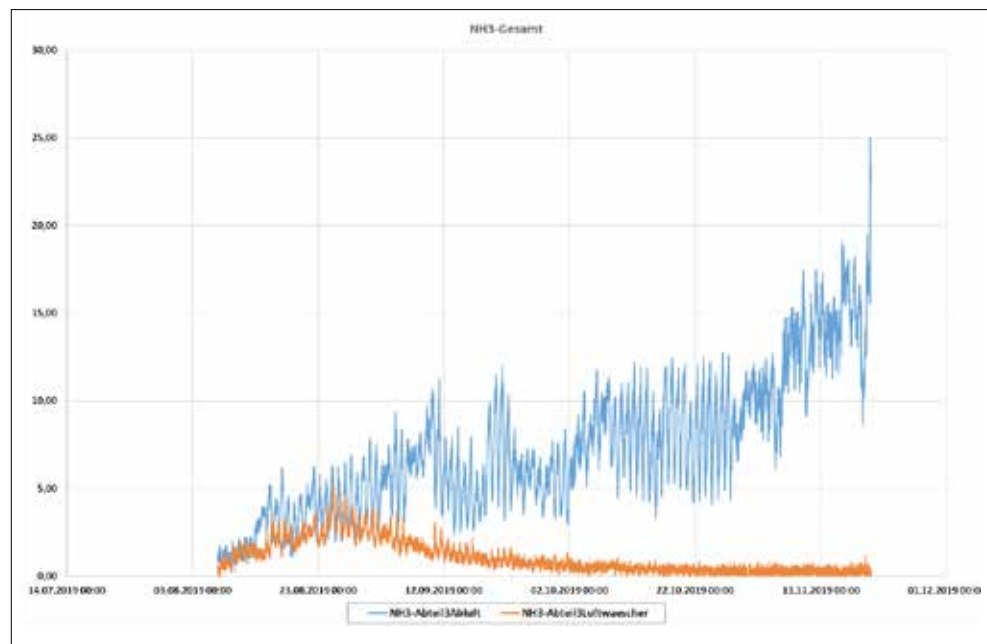
## Zentrale Ergebnisse

Im Rahmen des Projektes galt es mehrere zentrale Fragen zu behandeln; die Ausführungen zu deren Beantwortung werden nachfolgend dargelegt.

### Mit welchem Abscheidegrad für Ammoniak und Geruch kann für typische steirische Produktionsbetriebe gerechnet werden?

Die Untersuchung der drei Abluftreinigungsanlagen der Fa. Reventa (kombinierter Chemowäscher plus Biostufe), der Fa. Schönhammer (Rieselbettfilter) und der Fa. Hagola (Biofilter) fanden jeweils an Abteilen für 138 Mastschweine statt; diese Stallgröße dürfte die Stalleinheiten in der Praxis gut widerspiegeln. Gemäß der vorliegenden Studie liegt der Abscheidegrad hinsichtlich Ammoniak zwischen 81 – 93 % und jener für Geruch zwischen 80 – 89 %, im Mittel über die drei untersuchten Mastdurchgänge.

Abbildung 8: Beispiel der Ammoniakabscheidung von einer der untersuchten Abluftreinigungsanlagen;  $\text{NH}_3$ -Konzentration im Rohgas (blau, MW = 7,2 ppm) und im Reingas (orange, MW = 1,1 ppm),



## Mit welchen Investitions- und Betriebskosten pro Tierplatz muss gerechnet werden?

Die Kostenauswertung umfasst die zentralen Kostenpositionen für Investitionen, Betriebsmittel und laufende Arbeiten. Es wurden Anlagenkonfigurationen für unterschiedliche Tierplatzzahlen, entsprechend eines Nennvolumenstroms von 19.000 (V19), 25.000 (V25) und 50.000 m<sup>3</sup>/h (V50) unterschieden. Die Verbrauchs- und Einsatzmengen an Betriebsmitteln entstammen den PigAir-Erhebungen über drei Mastdurchgänge, an jeweils einer V19-Anlage; basierend darauf wurden die Daten für V25 und V50 abgeschätzt.

Eine Interpretation der Kostengrößen hat darauf Bezug zu nehmen, dass es sich bei den betrachteten Anlagen um eher kleine Anlagengrößen handelt; die Kosten von Abluftreinigungsanlagen weisen eine deutliche Größendegression auf. Die folgende Abbildung zeigt, dass sich die Kostenanalyse zur Versuchsanlage im Projekt PigAir hinsichtlich der Größendegression erwartungsgemäß in bestehende Studien einfügt.

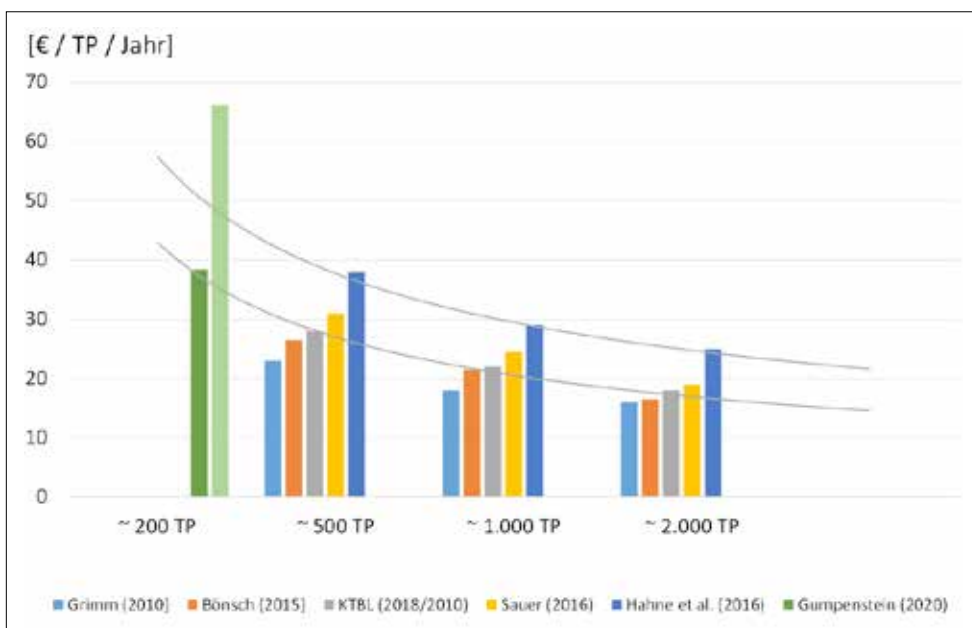
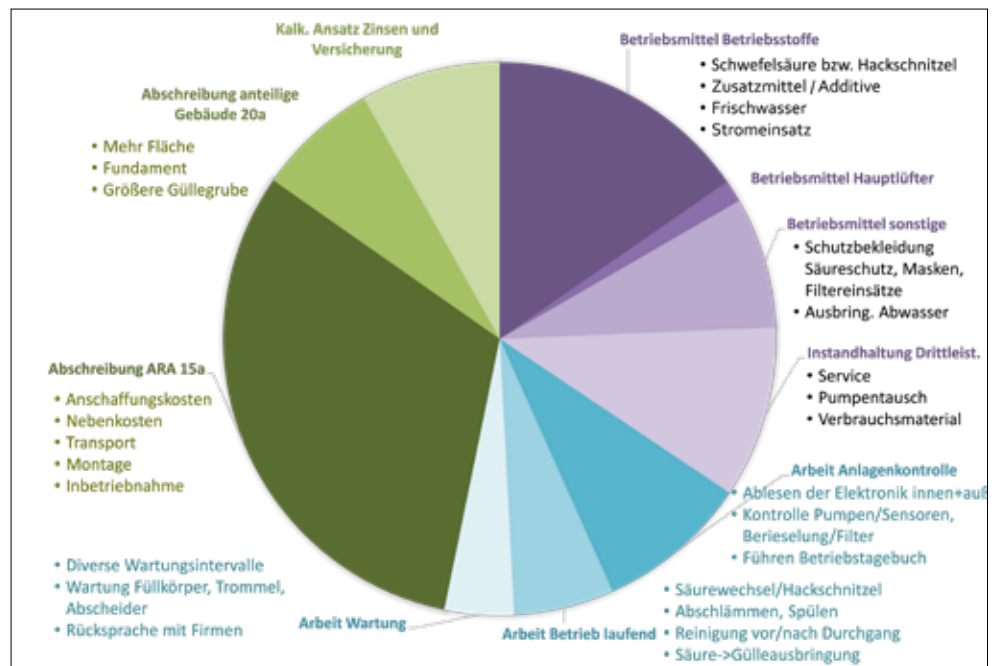


Abbildung 9: Jährliche Gesamtkosten des durchschnittlichen Anlagenbetriebs auf Basis der Kalkulation im Projekt PigAir; Vergleich der Ergebnisse hinsichtlich der Größendegression, in Abhängigkeit von der Anzahl an Tierplätzen, mit unterschiedlichen Studien in Deutschland (vgl. Fritz 2019).

Die Kosten für die Installation und den laufenden Praxisbetrieb der betrachteten Anlagen betragen bei 138 Tierplätzen zwischen € 61 und € 75 pro Tierplatz und Jahr. Bei der Kalkulation auf Basis der Versuchsdaten wurden ein praxisorientierter Betrieb und eine fachgerechte Wartung der Anlagen sowie eine 15jährige Nutzungsdauer angesetzt. Von den Gesamtkosten für den Anlagenbetrieb entfallen etwa 50 % auf fixe Kosten aus der Investition in die Anlage und auf bauliche Adaptionen (nicht miteingerechnet sind hier zusätzlich anfallende Kosten für die etwaige Errichtung einer zentralen Abluftanlage). Etwa 30 % entfallen auf variable Sachkosten für Betriebsmittel und ca. 20 % auf Arbeitskosten für Anlagenbetrieb, Anlagenkontrolle und Wartung. In Abhängigkeit vom Anlagentyp sowie der konkreten Situation und Ausstattung eines landwirtschaftlichen Betriebs, können sich Höhe und Relation der Kosten abweichend gestalten. Bei größeren Anlagen für Stallungen ab 550 Tierplätze sinken die Kosten auf € 24 bis € 29 pro Tierplatz und Jahr.

Abbildung 10: Schematische Aufteilung der Kosten in laufende Kosten, Arbeitskosten, Investitionskosten, kalkulatorische Kosten und Aufteilung auf einzelne Kostenpositionen. Je nach Art der Anlage und Tierplatzzahl bzw. Größe der betriebenen ARA bestehen z.T. erhebliche Abweichungen vom dargestellten Schema



### Welche Herausforderungen und Zusatzkosten ergeben sich durch die Ausbringung oder Entsorgung des Waschwassers (Schlammrückstände) bzw. gibt es Einsparungspotential beim Kunstdünger?

Je nach Anlagentyp gibt es unterschiedliche Arten an „Waschwasser“, die einen unterschiedlichen Umgang bedingen. Beim Betrieb der Lavamatic der Fa. Reventa fällt von Seiten des Chemowäschers Abschlammwasser mit einem pH-Wert im Bereich von 3 an. Dieses Abschlammwasser muss in einem separaten Behälter (IBC-Container) gelagert werden bzw. kann nur dann direkt in eine Güllegrube eingeleitet werden, wenn diese eine säurefeste Beschichtung aufweist. Dieses Abschlammwasser der Chemostufe ist stark angereichert mit Stickstoff aus dem Abbau des Ammoniaks aus der Stallabluft; es kann durch Zugabe zu „normaler“ Gülle ausgebracht werden. Dies kann jedoch nur unmittelbar vor der Ausbringung stattfinden – am Versuchsstandort wurde dazu das Güllefass zu zwei Drittel mit Gülle aus der Grube, plus zu einem Drittel mit Abschlammwasser aus der Chemostufe gefüllt. Monetär und technisch ist hier die erforderliche säurefeste Pumpe zur Befüllung des Güllefasses zu berücksichtigen sowie der Umstand, dass dieses Abschlammwasser einen großen Gehalt an Stickstoff beinhaltet. Nachdem nicht eindeutig ist, wo die zusätzlichen Stickstoffmengen benötigt werden, wurde bei keiner der Abluftreinigungsanlagen ein Potenzial für eine mögliche Einsparung an mineralischen Düngemitteln ausgewiesen.

Waschwasser aus der Biostufe der Lavamatic sowie Abschlammwasser aus dem Rieseltbettfilter der Fa. Schönhammer und dem Biofilter der Fa. Hagola kann direkt in die Güllegrube eingeleitet werden. Monetär und technisch ist hier das erforderliche, größere Fassungsvermögen der Grube für die Lagerung zu berücksichtigen. Bei Systemen mit Biofiltersubstrat (Abluftreinigungsanlage der Fa. Hagola) fallen zudem Arbeiten und Kosten für Austausch, Entsorgung bzw. Kompostierung und Ausbringung der gesättigten Hackschnitzel an. Erfolgen die Instandhaltungs- und Wartungsarbeiten gemäß den Angaben der Hersteller, so ist mit keinen Problemen hinsichtlich Schlammrückständen in den Anlagen zu rechnen. Die vorgeschriebene regelmäßige Wartung der Abluft-

reinigungsanlagen ist zudem insgesamt zur Aufrechterhaltung der ordnungsgemäßen Funktion unabdingbar. Eine mangelnde Instandhaltung eines Rieselbettfilters kann bspw. zu einem Verkleben und Verwachsen der Füllkörper mit Staub und Stoffen aus der Stallabluft führen; mit der Folge eines steigenden Druckwiderstandes der Lüftungsanlage und verminderter Luftwechselraten, die den Tierbestand gefährden.

### Bis zu welcher minimalen Stallgröße (bzw. Größe des Abteils) ist der Einbau eines Wäschers technisch machbar?

Für die Frage der technischen Machbarkeit auf einem landwirtschaftlichen Betrieb ist relevant, inwiefern eine für die Installation geeignete Anlage am Markt verfügbar ist. Eine der betrachteten Anlagen ist in der kleinsten, kommerziell erhältlichen Variante für einen Tierbesatz von 275 Schweinen konfiguriert. Bei Anlagen, die für Versuchszwecke oder als Prototypen für spezielle Gegebenheiten konfiguriert werden, ist technisch gesehen vieles machbar. Im Sinne der tatsächlichen technischen Machbarkeit auf einem Wirtschaftsbetrieb, ist allerdings auch auf die ökonomische Eignung einer Technologie abzustellen. Der Begriff „Stand der Technik“ subsummiert nicht nur die rein technisch-prinzipielle Machbarkeit der Abreinigung von Luftschadstoffen, vielmehr sind auch die Kosten derartiger Anlagen, bezogen auf die Betriebsgröße (Anzahl an gehaltenen Schweinen), mit zu betrachten. Semantisch bzw. rechtlich besitzt der Begriff „Stand der Technik“ in seinem vollen Umfang nur bei jenen Betrieben Gültigkeit, die der RL 2070/75/EU („Industrieemissionsrichtlinie“) unterliegen; darunter fallen landwirtschaftliche Anlagen mit mehr als 2000 Plätze für Mastschweine. Hier ist die Ausstattung der Stallungen mit Abluftreinigungsanlagen zwingend erforderlich.

### Mit welchen technischen Herausforderungen ist im Langzeitbetrieb zu rechnen?

Ein wichtiges Problemfeld schaffen etwaige Störungen und Fehlfunktionen, deren Dringlichkeit und Ursache für den Benutzer nicht unmittelbar erkennbar sind. Insbesondere wenn es keine einfache oder zwingende Erforderlichkeit zur sofortigen Problembehebung gibt, können Anlagen mitunter über einen langen Zeitraum außerhalb des Normbereichs funktionieren – darunter leidet jedoch die Abscheideleistung von Ammoniak und Geruch.

Aus diesem Grunde ist es eine zentrale Anforderung, dass den Herstellerangaben hinsichtlich Kontrolle und Wartung der Geräte fortlaufend und in vollem Umfang nachgekommen wird. Bevor eine Abluftreinigungsanlage angeschafft wird, muss sich der künftige Betreiber im Klaren sein, dass eine derartige Investition nicht nur kostenintensiv ist, sondern sich auch im Mehraufwand an Arbeit niederschlägt. Es fallen relativ hohe Arbeitszeiten für tägliche, wöchentliche und monatliche Kontroll- und Wartungstätigkeiten an. Erfahrungen aus Deutschland weisen darauf hin, dass Landwirte diesem Aspekt zum Teil wenig Relevanz beimessen. Dies führt dazu, dass auch bei technisch ausgereiften Anlagen, die bei Inbetriebnahme noch einwandfrei arbeiten, nach einigen Jahren im Praxiseinsatz ein großer Prozentsatz nur mehr bescheidene Abscheideleistungen aufweist. Einer Entwicklung in diese Richtung ist jedenfalls vorzubeugen.

## In welcher Relation liegen die laufenden Kosten für den Betrieb eines gegebenen Schweinestalls (Abteils) mit Abluftreinigungsanlage im Vergleich zu einem herkömmlichen, mit Zwangsentlüftung?

Mehrere kostenrelevante Parameter würden sich deutlich erhöhen. So beträgt der Mehrstromeinsatz aufgrund der Abluftreinigung im gegenständlichem Versuchsbetrieb mehr als 100 % des Stromeinsatzes für die Stallentlüftung. Insgesamt würden bei dem Betrieb einer Abluftreinigungsanlage – bei kleineren Betrieben mit 138 Tierplätzen, wie im Versuch getestet – variable Sachkosten in der Höhe von ca. € 20 pro Tierplatz und Jahr zusätzlich anfallen. Im Mittel, über betriebswirtschaftlich schwächere und stärkere Betriebe hinweg, liegen die Direktkosten im Betriebszweig Schweinemast in einer Größenordnung von mehr als € 400 pro Tierplatz und Jahr, wovon mehr als 90 % für Ferkelzukauf und Futter veranschlagt werden. Die Direktkosten würden demnach mit der Abluftreinigung um ca. 5 %, die Direktkosten ohne Ferkel und Futter jedoch um ca. 50 % steigen. Eine deutliche Erhöhung würde sich auch bei den baulichen Kosten ergeben. Die Stallplatzkosten würden von einer Größenordnung von € 70 pro Tierplatz und Jahr um rund € 30 auf € 100 pro Tierplatz und Jahr ansteigen. Nicht mitgerechnet sind hier etwaige Kosten eines Umbaus für die Installation einer zentralen Abluftanlage; diese ist unabdingbare Voraussetzung für die Führung der Stallabluft über eine nachgeschaltete Abluftreinigungsanlage.

## Hinweise für die Praxis

Ergänzend zu den dargelegten technischen und wirtschaftlichen Fakten sind wichtige Faktoren anzuführen, die hinsichtlich einer Nutzung von Abluftreinigungsanlagen - unabhängig von der jeweiligen Technologie - jedenfalls Beachtung finden müssen. Das Augenmerk richtet sich auf die Eigenverantwortung des Anwenders und auf das Service der Herstellerfirmen bzw. den Support durch ein österreichisches Vertriebsnetz.

## Betreiber von Abluftreinigungsanlagen

Wesentlich bei der beabsichtigten Nutzung einer ARA-Technik ist es, sich im Vorfeld, neben den technischen und monetären Aspekten, damit auseinanderzusetzen, dass derartige Geräte ein Mindestmaß an Betreuungs- und Wartungsaufwand erfordern. Es handelt sich um technisch aufwendige Geräte, die zur Aufrechterhaltung ihrer Funktionalität routinemäßiger Instandhaltungsarbeiten (tägliche/wöchentliche/monatliche Kontrollen und Reinigungsarbeiten etc.) bedürfen. Untersuchungen aus Deutschland zeigen, dass ein beträchtlicher Anteil von - bei Inbetriebnahme einwandfrei arbeitender Abluftreinigungsanlagen - nach einigen Jahren im Praxiseinsatz nicht oder nur noch marginal, die ursprüngliche Funktionstüchtigkeit aufweisen. Dies kann im Allgemeinen nicht den eingesetzten Technologien oder den Herstellerfirmen angelastet werden, vielmehr liegt hier die Verantwortung beim betreibenden Landwirt. Werden bspw. Reinigungsarbeiten von Ventilen und Düsen etc. nicht vorgenommen oder Filtermaterial zur biologischen Abluftreinigung nicht entsprechend den Herstellerangaben gewechselt, liegt es auf der Hand, dass über kurz oder lang die Effektivität der eingesetzten Anlagen schwindet. Dies gilt es jedenfalls zu vermeiden und ist im Vorfeld eines etwaigen breitflächigeren Einsatzes von Abluftreinigungsanlagen in Österreich allen Beteiligten (Landwirte, Behörden, Sachverständige) bewusst zu machen.

Folgende Gründe für nicht bestandene Überprüfungen in Deutschland wurden festgestellt:

- keine Säure vorhanden
- Steuerung arbeitet mit falschem pH-Wert – Sonde nicht kalibriert
- Wände von Biowäschern verdreckt bzw. Spülleitungen/Düsen verstopft
- abgesackte Wurzelholzschüttungen
- Bioschüttungen nicht ausreichend befeuchtet
- Standzeiten der Bioschüttungen überschritten

Die Hauptursachen für diese häufig vorgefundenen Fehlfunktionen waren:

- mangelnde Wartung und Kontrolle durch den Betreiber
- mangelnde Unterweisung durch den Anlagenhersteller
- Anlage ist wartungsunfreundlich installiert

In diesem Zusammenhang sei ein Aspekt der Abluftreinigungstechnologie hervorgehoben, der die Abscheidung von Geruch betrifft. Eine Reduktion des schweine-typischen Geruchs ist nur mittels biologischer Reinigung möglich. Je nach Gerätetyp kommen dafür unterschiedliche Trägermaterialien (Zellulosepads, Kunststoff, Hack-schnitzel) zum Einsatz auf denen sich - in Folge des Durchtritts von Stallabluft - Mikro-organismen ansiedeln, die im Rahmen ihrer Stoffwechselaktivitäten Geruchsmoleküle aufspalten. Die Folge des zu Nutzemachens der Mikrobenaktivität bedingt, dass sich - bevor ein gewisses Maß an Geruchsabscheidung möglich ist - eine „kritische Masse“ der Bakteriengemeinschaft auf dem Trägermaterial bilden muss. Und dieser Aufbau der geruchsmindernden Mikroben nimmt eine gewisse Zeit in Anspruch; mit einem Zeitraum zw. 4 und 8 Wochen ist hier bei Erstinbetriebnahme, jedenfalls zu rechnen. Dieser Um-stand muss den Betroffenen (Landwirte, Nachbarn, Behörden, Sachverständigen) bekannt sein, um unrealistische Erwartungen zur anfänglichen Geruchsabscheidung und ev. darauf beruhende Beschwerden hintanzuhalten.

## **Herstellerfirmen und Support vor Ort**

Im Rahmen der Durchführung des gegenständlichen Projektes wurde evident, wie zentral der Support durch die Herstellerfirmen bzw. durch ein österreichisches Ver-triebsnetz ist. Um eine optimale Versorgung heimischer Landwirte zu gewährleisten sind jedenfalls lokale Strukturen zu etablieren, die eine einwandfreie Inbetriebnahme von Abluftreinigungstechnologien und die Einschulung der Landwirte, sowie eine rasche Unterstützung im Problemfall, sicherstellen.

Neu-, Zu- und Umbauten von Stallgebäuden bedürfen in der Regel einer baurechtlichen Genehmigung – das geplante Gebäude, plus erforderlicher technischer Anlagen zum Be-trieb desselben (Ventilatoren, Abluftreinigungsanlagen etc.) sind dabei Gegenstand des Ermittlungsverfahrens. Insbesondere gilt es seitens der Behörden zu prüfen, ob – durch den zukünftigen Betrieb des Bauvorhabens – Nachbarrechte tangiert werden; zentrale Frage ist, inwieweit umliegende Grundstücke durch Immissionen (Lärm, Geruch etc.) beaufschlagt werden. Die bescheidmäßig erlassene Baubewilligung kann in der Folge Auflagen enthalten, deren Einhaltung eine negative Beeinflussung der Nachbarschaft ausschließt. Bezogen auf Stallungen/Abteile mit nachgeschalteter Abluftreinigungsanlage bedeutet dies, dass ein rechtmäßiger Betrieb nur dann vorherrscht, wenn die eingesetzte



Technik aktiv und funktionstüchtig ist. Ist die Anlage auf Grund eines technischen Gebrechens nicht in Betrieb, wird der Stall/das Abteil rechtswidrig betrieben. Zudem kann dies, bei bestehenden Nachbarschaftskonflikten hinsichtlich Geruchsbelästigung, zu einer Verschärfung der Situation führen.

Aus diesem Grunde ist rasche Hilfestellung und Unterstützung durch den Anbieter/die Vertriebsfirma zwingend erforderlich. Neben der Voraussetzung eines fernwartungs-technischen Zugriffs auf die Steuerungseinrichtung von Abluftreinigungsanlagen ist – im Falle größerer Gebrechen – zu gewährleisten, dass Servicetechniker binnen kurzer Zeit (optimal wäre innerhalb von 24 Stunden), vor Ort sind, um die Geräte wieder in Betrieb zu setzen.

Bei beabsichtigter Anschaffung einer Abluftreinigungstechnik erscheint es demnach zielführend, bereits im Vorfeld mit dem Anbieter/der Vertriebsfirma über einen Wartungsvertrag und dessen genauem Umfang zu sprechen.

## Literatur

BANZHAF, S., SCHAAP, M., WICHNIK KRUIT, R.J., DENIER VAN DER GON, H.A.C., STERN, R., AND BUILTJES, P.J.H. (2013): Impact of emission changes on secondary inorganic aerosol episodes across Germany. *Atmos. Chem. Phys.*, 13, pp 11675-11693.

BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT (2015): Emissionsminderung durch Abgasreinigung in bayrischen Tierhaltungsanlagen – Endbericht Teil 2 zum Forschungsvorhaben P2110, Augsburg.

BMLFUW (HG) (2017): Pauschalkostensätze. Baukosten im landwirtschaftlichen Bauwesen. 01.08.2017. Beilage zur Sonderrichtlinie des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft zur Umsetzung von Projektmaßnahmen im Rahmen des Österreichischen Programms für ländliche Entwicklung 2014 – 2020, Wien.

BMNT (2019): Grüner Bericht 2019, Tabellenteil. Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus, Wien.

BROER, L. (2015): Erfahrungen bei Bau und Überwachung von Abluftreinigungsanlagen in Niedersachsen, 12. KTBL-Vortragsveranstaltung - Aktuelle rechtliche Rahmenbedingungen in der Landwirtschaft, 02. Juni 2015, Ulm.

DLG-PRÜFBERICHT 5699 (2007): Hagola Biofilter GmbH – Abluftreinigungssystem für die Schweinehaltung, DLG e. V. – Testzentrum Technik & Betriebsmittel, Groß-Umstadt.

DLG-PRÜFBERICHT 6380 (2016): Hagola Biofilter GmbH – Abluftreinigungssystem HAGOLA NH360° für die Schweinehaltung, DLG e. V. – Testzentrum Technik & Betriebsmittel, Groß-Umstadt.

ERISMAN, J.W. AND SCHAAP, M. (2004): The need for ammonia abatement with respect to secondary PM reductions in Europe. *Environmental Pollution* 129, 159-163.

FRITZ, C. (2019): Abluftreinigung in der Mastschweinehaltung - eine betriebswirtschaftliche Betrachtung für Österreich. *Bautagung Raumberg-Gumpenstein 2019*, 59 – 70.

KTBL (HG.) (2018): Betriebsplanung Landwirtschaft 2018/19 – KTBL-Datensammlung. 26. Auflage. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft eV (KTBL), Darmstadt.

LAMPING, H. (2011): Problematik der behördlichen Überwachung von Abluftreinigungsanlagen in der Tierhaltung, Workshop Emissionsminderung Tierhaltung – Abluftreinigung, 20. und 21. Juli 2011, Bonn.

ÖTTL, D. (2013): Fact Sheet – Ammoniakminderungsmaßnahmen im Sanierungsgebiet-Mittelsteiermark. Amt d. Stmk. Landesregierung, A15 – Referat für Luftreinhaltung, Graz.

ÖNORM EN 13725, Luftbeschaffenheit – Bestimmung der Geruchsstoffkonzentration mit dynamischer Olfaktometrie, Ausgabe: 2006-04-01, Österreichisches Normungsinstitut, Wien.

ÖKL (2019): ÖKL-Richtwerte für die Maschinenselbstkosten 2019. Unverbindliche Berechnungsgrundlage für den land- und forstwirtschaftlichen Einsatz in der Nachbarschaftshilfe. Preisbasis 3. und 4. Quartal 2018. Österreichisches Kuratorium für Landtechnik und Landentwicklung – ÖKL, Wien.

TRIMBORN, M. (2006): Biofilter/Biowäscher an Tierhaltungsanlagen als relevante Quelle von Lachgas durch Ammoniakabscheidung? Landwirtschaftliche Fakultät der Universität Bonn, Schriftenreihe des Lehr- und Forschungsschwerpunktes USL, Nr. 138, 59 Seiten.

UBA (2016): Maßnahmen zur Minderung sekundärer Partikelbildung durch Ammoniakemissionen aus der Landwirtschaft. Umweltbundesamt, Wien, 79 Seite

VDI-RICHTLINIE NR. 3477: Biologische Abgasreinigung – Biofilter, Verein Deutscher Ausgaben März (2016) Verein Deutscher Ingenieure e. V., Düsseldorf

VDI-RICHTLINIE NR. 3880, Olfaktometrie – Statische Probenahme, Ausgabe Oktober 2011, Verein Deutscher Ingenieure e. V., Düsseldorf.

VDI-RICHTLINIE NR. 3884 – Blatt 1, Olfaktometrie – Bestimmung der Geruchsstoffkonzentration mit dynamischer Olfaktometrie, Ausführungshinweise zur Norm DIN EN 13725, Ausgabe

VERA (2018): Test Protocol for Air Cleaning Technologies, Version 2:2018-09, International VERA Sekretariat, [www.vera-verification.eu](http://www.vera-verification.eu), abgerufen am 26.09.2018



# SaLuT - multifunktionaler Lösungsansatz zu Tierwohl und Emissionen in der Schweinemast?

Eduard Zentner<sup>1</sup>, Birgit Heidinger<sup>1</sup>

## Zusammenfassung

Die landwirtschaftliche Nutztierhaltung und hierbei insbesondere die Schweinehaltung gerät zunehmend in den Fokus der öffentlichen Wahrnehmung. Verortet in einem Spannungsfeld aus Tierschutzanforderungen, Umweltschutzauflagen und dem Konflikt mit AnrainerInnen muss es das oberste Ziel der Schweinebranche sein, zum einen in einen offenen und sachlichen Diskurs auf Augenhöhe mit der Bevölkerung/den KonsumentInnen zu treten und zum anderen durch konstruktive Zusammenarbeit mit Forschung und Stallbaubranche zielorientierte Lösungen für die zahlreichen Problemstellungen zu erörtern. Das vorgestellte neuartige Konzept eines emissionsarmen Tierwohlstalles wird im Rahmen eines EIP-Agri Projektes in allen Details untersucht und könnte hierbei einen möglichen Lösungsansatz im Bereich der Schweinemast bieten.

Schlagwörter: Emissionsminderung, Ammoniak, Geruch, Tierwohlergehen, Schweinehaltung

## Summary

Livestock farming in general, and pig husbandry in particular have raised growing public awareness. The pig industry is located in a conflict situation between requirements concerning animal welfare and environmental protection as well as the requests of residents. As a main goal pig industry has to maintain an open and objective dialogue with costumers. Furthermore a constructive cooperation with stable construction industry and science must be established in order to create target-oriented solutions for those numerous problems. Concerning this matter the novel low-emission barn concept with enhanced animal welfare is being examined in all details as part of an EIP-Agri project and could represent a new approach for pig fattening industry.

Keywords: Reduction of emissions, ammonia, odour, animal welfare, pig husbandry

<sup>1</sup> HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Raumberg 38, 8952 Irdning-Donnersbachtal

\*Ansprechperson: Eduard Zentner

E-Mail: eduard.zentner@raumberg-gumpenstein.at

## Einleitung und Problemstellung

Die landwirtschaftliche Nutztierhaltung generell und die Schweinehaltung im Besonderen geraten zunehmend in den Fokus des gesellschaftlichen beziehungsweise öffentlichen Interesses. Sie findet sich in einem Spannungsfeld aus Umweltschutz, Anrainerproblematik, Wirtschaftlichkeit und Tierwohldiskussion wieder. Die derzeit größte Problematik im ländlichen Raum besteht im schwelenden Konflikt zwischen tierhaltenden Betrieben und AnrainerInnen in den Siedlungsgebieten. Die Befürchtung, dass eine ständige Geruchsbelästigung die Wohn- und Erholungsfunktion im Siedlungsgebiet beeinträchtigt, veranlasst AnrainerInnen gegen Tierhaltungsbetriebe aufzutreten. Bei Stallneubauten tritt dieser Konflikt mitunter so massiv auf, dass behördliche Genehmigungsverfahren durchaus mehrere Jahre andauern können und letztlich häufig negativ beurteilt werden. Diese Problematik betrifft mittlerweile Schweinemastbetriebe im gesamten Bundesgebiet. Die derzeit vorherrschende Situation führt zu einem massiven Einbruch hinsichtlich der Anzahl der TierhalterInnen und Tiere und hat das Potenzial in naher Zukunft durchaus die österreichische Eigenversorgung in diesem Bereich zu gefährden.

Unter den Emissionen aus der Nutztierhaltung sind insbesondere gas- oder partikel-förmige Bestandteile aus allen Bereichen der Tierhaltung zu verstehen, die besonders in der politischen Diskussion, auf Grund internationaler (NEC-Guideline, Göteborg Protokoll 1999) und daraus resultierend nationaler Vorgaben, aber vor allem im direkten Nahbereich der Betriebe, zu erhöhter Aufmerksamkeit führen. Die Emissionsquellen und deren jeweilige Anteile sind in den Abbildungen 1-3 ersichtlich.

Bezüglich der Partikel ist die Feinstaubthematik mit den Größenordnungen PM (particulate matter) 10 und PM 2,5 ein vielstrapaziertes Thema. Im Bereich der Gase ist in Bezug auf die Nutztierhaltung insbesondere Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) in Diskussion. Dass sich beide Themenbereiche tangieren – aus Ammoniak werden durch chemische Reaktionen sekundäre Feinstaubpartikel gebildet – zeigen einige aktuelle wissenschaftliche Untersuchungen. Unter den Emissionen aus der Tierhaltung ist aber vor allem auch der Geruch von großer Relevanz.

Mehrere wissenschaftliche Studien in Europa zeigen, dass die Feinstaubbelastung zu einem relativ hohen Anteil – auch in urbanen Gebieten – aus sogenannten sekundär gebildeten Partikeln besteht (e.g. Banzhaf et al., 2013; Marcazzan et al., 2003; Renner und Wolke, 2010; Erisman und Schaap, 2004; Angelino et al., 2013; Uhrner et al., 2013; Bauer et al., 2009). Es sind dies Partikel, die sich erst durch chemische Reaktionen in der Atmosphäre aus den Vorläufersubstanzen  $\text{NH}_3$  (Ammoniak),  $\text{NO}_2$  (Stickstoffdioxid) und  $\text{SO}_2$  (Schwefeldioxid) bilden.

Mit dem Emissionshöchstmengengesetz-Luft, BGBl. I Nr. 34/2003, wurde die EU-Richtlinie 2001/81/EG über nationale Emissionshöchstmengen für bestimmte Luftschadstoffe in nationales Recht umgesetzt. Die Richtlinie ist auch als „NEC-Richtlinie“ bekannt; NEC steht hierbei für den englischen Begriff „National Emission Ceilings“.

Es werden nationale Emissionshöchstmengen für die Schadstoffe Schwefeldioxid ( $\text{SO}_2$ ), Stickstoffoxide ( $\text{NO}_x$ ), flüchtige organische Verbindungen außer Methan (NMVOC) und Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) festgelegt. Diese Emissionshöchstmengen sind seit dem Jahr 2010 einzuhalten.

Der EU-Richtlinie liegt die Idee zu Grunde, die grenzüberschreitenden Umweltprobleme Versauerung und bodennahes Ozon gemeinsam und EU-weit zu bekämpfen. Die

Emissionshöchstmengen wurden für alle Mitgliedstaaten individuell festgelegt. Sie basieren auf Berechnungen, mit denen die Maßnahmen zur Einhaltung konkreter Umweltziele bei gleichzeitiger Minimierung der Kosten in der Europäischen Union modelliert wurden. Grundlagen und Methode wurden im Kommissionsvorschlag zur Richtlinie detailliert dargestellt.

Aus diesem Grund muss es Ziel der Branche sein, auch auf nationaler Ebene zusammen mit Stallbauern und der Wissenschaft aktiv neue (technische) Lösungen zur Reduktion der Emissionen (Ammoniak und Staub) zu erarbeiten. Das Stallkonzept des „emissionsarmen Tierwohlmaststalls“ kann eine solche Lösungsform darstellen und soll

in den kommenden Jahren auch einer wissenschaftlichen Prüfung hinsichtlich des Emissionsreduktionspotenzials und Kriterien des Tierwohlergehens unterzogen werden.

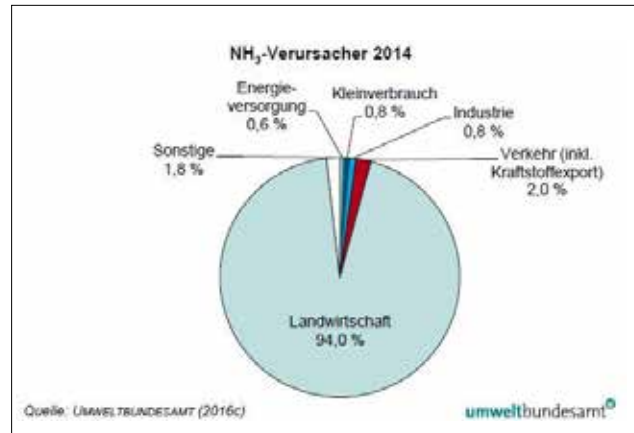


Abbildung 1: Ammoniak emittierende Quellen (Quelle: Umweltbundesamt 2016)

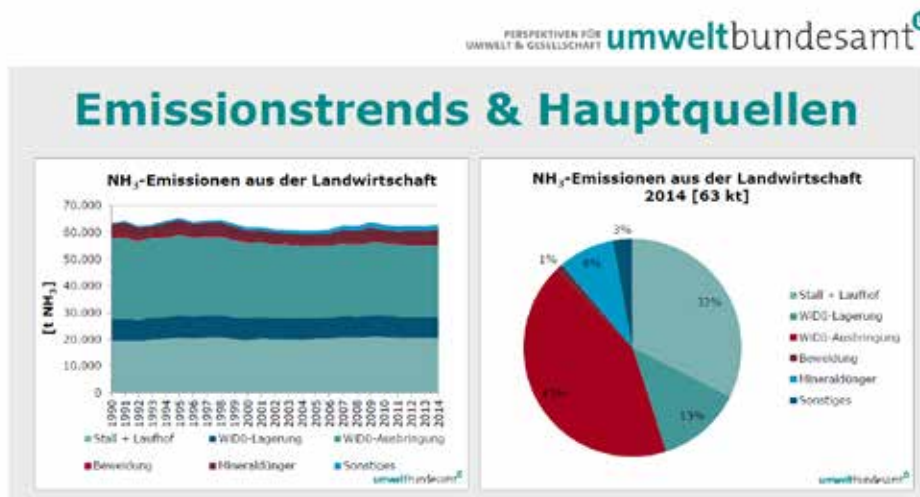


Abbildung 2: NH<sub>3</sub>-Hauptquellen nach Emissionsbereichen (Quelle: Umweltbundesamt 2016)

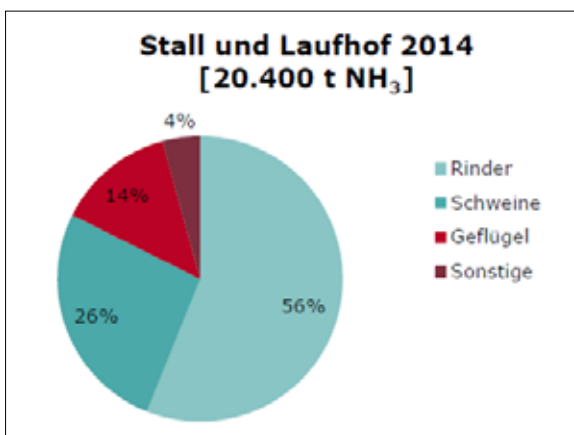
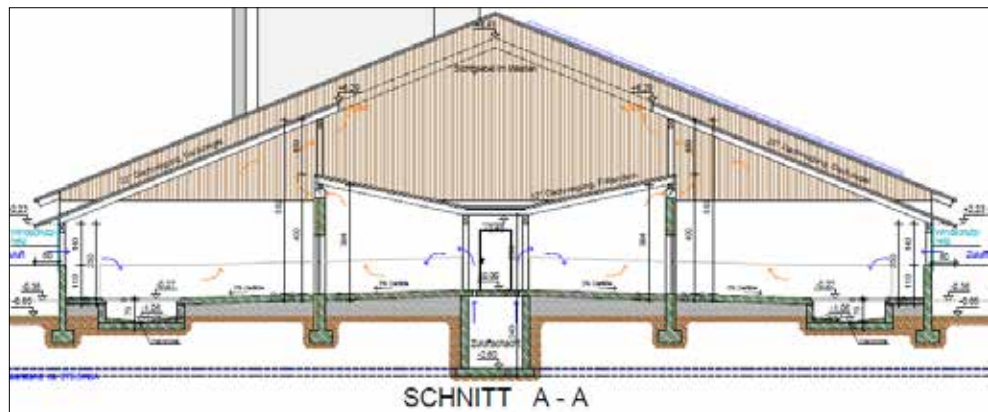


Abbildung 3: Ammoniak-Quellen in der Landwirtschaft nach Tierarten (Quelle: Anderl 2016)

## Beschreibung des Stallkonzepts

Ziel in der Etablierung eines neuen Systems in der Schweinemast war eine Ausrichtung in den Bereich Tierwohl bei gleichzeitiger Minimierung der Emissionen wie Ammoniak und Geruch. Beim „emissionsarmen Tierwohlstall für die Schweinemast“ handelt es sich um eine Haltungsform in Dreiflächenbuchten unter Außenklimabedingungen. Ausgehend von einem reduzierten Stallinnenbereich, welcher den Schweinen als klimatisierte und wärmegeämmte Ruhezone dient, werden die Funktionsbereiche Fressen, Aktivität und Ausscheidung in den Außenbereich verlagert. Dadurch wird den Tieren die Möglichkeit geboten, gemäß ihrer artspezifischen Verhaltensweisen Liege-, Fress- und Kotplatz zu trennen (vgl. Abbildung 6). Der Auslauf ist in der Gesamtheit überdacht und das Dach wärmegeämmnt ausgeführt, was gemäß VDI 3894/1 bzw. auf Grund der verminderten Jahresdurchschnittstemperatur ein Reduktionspotential von bis zu 33 % bietet. Der überdachte Auslauf ist zudem an den Öffnungen mit regelbaren Curtains ausgeführt. Damit soll zum einen eine Zugluft bei hohen Windgeschwindigkeiten und gleichzeitig tiefen Temperaturen sowie ein unnötig hoher Wärmeeintrag im Sommer und durch die Überdachung auch eine permanente Durchfeuchtung emittierender Oberflächen (Kotbereich) vermieden werden.

Abbildung 4: Schnitt des doppelreihigen emissionsarmen Tierwohlmaststalls mit Darstellung der Funktionsbereiche und Unterflur-Zuluftführung (Quelle: Fa. Lorber&Partner)



### Funktionsbereich Ruhen

Der Liegebereich befindet sich im wärmegeämmten Stallinnenraum (Abbildung 5) und ist in Form einer herkömmlichen Bucht (Trennwände mit Paneelen) ohne Abdeckung auf planbefestigtem Boden mit 2 % Gefälle und integrierter Bodenheizung ausgestaltet. Die rückwärtige Buchtenwand (entlang des Bedienungsganges) ist verschiebbar ausgeführt, sodass die Fläche des Ruhebereichs an die Größe der Tiere angepasst werden kann. Durch diese Maßnahme soll gewährleistet sein, dass die Tiere sich den Innenbereich

Abbildung 5: Stallinnenraum mit zuluftführendem Kontrollgang, Liegebereich links und rechts mit verschiebbaren Buchtenrückwänden (Quelle: Raumberg-Gumpenstein)



auch tatsächlich als ihren Ruheplatz aneignen und nicht verschmutzen. Zum Zweck der Erhöhung dieser Akzeptanz und zur Steigerung des Tierkomforts wird minimal eingestreut (0,05 kg pro Tier und Tag). Das Einstreuen erfolgt mittels Ballenauflöser samt Zyklonentstaubung und wird voll automatisiert umgesetzt.

## Funktionsbereich Ausscheidung und Entmistung

An den planbefestigten Fressbereich schließt ein perforierter Mistbereich an (Abbildung 6). Um entsprechenden Kotdurchtritt zu gewährleisten, hat sich hier die Verwendung von Kunststoffrosten bewährt. Darunter befindet sich ein V-förmig ausgestalteter Keller (5 -10 % Gefälle zur Mitte hin) mit Schieberentmistungssystem und einer Harnrinne (Abbildung 7). Die Harnrinne ist mit einem natürlichen Gefälle ausgeführt, der Harn fließt in der Folge gesondert in einen geschlossenen Behälter.



Abbildung 6: Auslauf mit Fress- bzw. Aktivitäts- und Mistbereich (Quelle: Raumberg-Gumpenstein)

- 2-stündige Entmistungsfrequenz: Hochfrequente, rasche Verbringung von Kot aus dem Stallbereich in abgedeckte Wirtschaftsdüngercontainer und somit Reduktion der Emissionsquellen/emittierenden Flächen. Nachteil: Schmierfilmbildung mit gesteigerter Ammoniak- und Geruchsfreisetzung
- 4x tägliche Entmistungsfrequenz: Längeres Verbleiben im Stallinneren, dafür Vorteil der Krustenbildung an der emittierenden Oberfläche (dadurch geringere Freisetzung) und verbesserte Abschiebung mit geringen Rückständen.

Die am Betrieb Neuhold gewählte Entmistungsform mit Kot-Harn-Trennung, die sofortige Harnableitung, die Abschiebung in einen Container und in der Folge die Kompostierung des Fistmistes ist bislang in der Praxis nicht untersucht. Die seitlichen Buchtentrennwände im Ausscheidungsbereich sind in Form von Gittern ausgeführt, sodass das natürliche Revierverhalten die Schweine dazu veranlasst, ihren Kot und Harn dort abzusetzen. Die Tränkeeinrichtungen befinden sich ebenfalls in diesem Bereich – Feuchtigkeit regt zum Harn-/Kotabsatz an.



Abbildung 7: Schieberentmistungstechnik im Auslaufbereich (Quelle: Schauer Agrotech GmbH)

## Beschäftigung

Das eigentliche Beschäftigungsmaterial sollte den Tieren ausschließlich im Auslaufbereich und zusätzlich angeboten werden, um ruhende Tiere im Stallinnenraum nicht zu stören. Als Ort der Verabreichung von Stroh, Heu, Sägespänen, Holzmehl oder Torf bietet sich dort der planbefestigte Bereich oder der Trog an (Verabreichung über das Fütterungssystem). Das im Ruhe- bzw. Liegebereich eingebrachte Stroh wird in einem Ballenauflöser (Abbildung 8) aufbereitet und über eine Zyklonabsaugung (Abbildung 9) von mehr als 80 % der Feinstaubanteile befreit. Das über eine Rohrkettenfördereranlage eingebrachte Stroh wird von den Tieren aber auch als Nahrung aufgenommen. Die vermehrte Strohaufnahme hat wiederum durch dessen Struktur eine positive Auswirkung auf die Konsistenz des Kots, dies ist vor allem in weiterer Folge für die Kompostierung von Vorteil.



Abbildung 8: Stroh-Ballenauflöser



Abbildung 9: Stroh-Entstaubungsanlage



## Lüftungsprinzip

Die Luftversorgung im Stall erfolgt über eine Unterflurzuluft-Firstentlüftung. Der Stall verfügt über zwei wechselbare Ansaugöffnungen an der Nord- und Südseite, diese sind zusätzlich mit jeweils einem Cool-Pad ausgestattet. Im Schnitt des Einreichplanes (Abbildung 4), ist der im Querschnitt der etwa 2 mal 2 Meter große Unterflur-Zuluftschaft eingezeichnet. Durch diesen gelangt die Zuluft in weiterer Folge in den Bedienungs- bzw. Kontrollgang des Ruhebereiches, welcher mit einem Spaltenboden (Abbildung 5) versehen ist. Auf dem Weg über den Unterflurbereich bis in den Tierbereich wird die Zuluft im Sommer gekühlt bzw. im Winter vorgewärmt. Die Kühlfunktion für die Sommermonate soll zudem einer Verschmutzung der planbefestigten Flächen, aber insbesondere einer Suhlebildung entgegenwirken. Den Tieren stehen mit diesem Lüftungssystem ganzjährig Bedingungen zur Verfügung, die annähernd Außenklimaqualität aufweisen. Die Abluftführung verläuft in weiterer Folge über regelbare Klappen, (Abbildung 10) zuerst in den Bewegungsbereich des Stalles und unter Zuhilfenahme der Schwerkraftwirkung entweicht die Stallluft über offene Flächen am First (Abbildung 11) über das Dach ins Freie.

Der Vorteil dieser Lüftungsvariante besteht darin, dass im Gegensatz zur Zwangsbe- und -entlüftung keinerlei Ventilatoren o.ä. für den Betrieb verbaut wurden. Lediglich ein Hilfsventilator für jene Zeiten, in denen keine Schwerkraftwirkung vorliegt, ist im Unterflurbereich vorhanden. Die Stellmotoren der Abluftklappen sind ebenfalls elektrisch angesteuert. Dies verringert die Lüftungsenergie im laufenden Betrieb des Tierwohlstalles gegenüber einem Warmstall deutlich und erhöht auch die Funktionssicherheit, da im Falle eines technischen Defekts (z.B. Stromausfall in Folge Blitzschlag) keine Tierausfälle mehr zu befürchten sind. Auf eine Alarmanlage kann ebenfalls verzichtet werden.

Abbildung 10: Regelbare Abluftklappen im Bewegungsbereich



Abbildung 11: Freie Abluftöffnungen am First



## Biosicherheit

An den Kotbereich grenzt ein rund 100 cm breiter Treib- und Kontrollgang (Abbildung 6) an. Rollbare Windschutznetze dienen insbesondere bei feucht-kalter Witterung als Schutz, sollen aber in der warmen Jahreszeit unnötige Hitze durch direkte Sonneneinstrahlung in den Tierbereich mindern. Mittels doppelter Umzäunung (ca. 100 cm hoher Betonsockel als Stallaußengrenze sowie Buchtenwand im Innenbereich), ist die Einhaltung der Biosecurity-Vorschriften gewährleistet.

## Faktor Umwelt: Beschreibung der emissionsmindernden Maßnahmen

Die derzeit vorliegende und allgemein gültige Literatur weist darauf hin, dass insbesondere tierfreundliche Stallsysteme als emissionstechnisch schlechter zu bewerten bzw. mit negativen Umweltwirkungen behaftet sind. Insbesondere die Verwendung von Stroh als Einstreu bzw. Beschäftigungsmaterial führt zu erhöhtem Feinstaubaufkommen in PM 10 Fraktionen (VDI 3894, Blatt 1). Die Feinstaubpartikel gelten zudem als Trägermaterial für emittierende Stoffe wie Geruch und Ammoniak. Offenfront- bzw. Außenklimastallungen gelten weiteres auf Grund diffus emittierender Abströmungen als immissionstechnisch nachteilig. Bisherige und ohne Kühlfunktion ausgestattete Außenklimasysteme gelten insbesondere in der Sommersituation als problematisch. Ihrem natürlichen Verhalten zufolge beginnen Schweine bei zunehmenden Temperaturen mit einer Suhlebildung auf planbefestigten Flächen. Das Abliegen in diesem Kot-Harngemenge nutzen die Tiere zur Kühlung und versuchen über diese Konduktion Wärme über die Bodenfläche abzuleiten. Damit ist allerdings auch die negative Konsequenz einhergehend, dass die Emissionen im Tierbereich ansteigen und auch der Verschmutzungsgrad der Tiere.

Im neuen Stallkonzept wird versucht, die Emissionen bereits an der Quelle entscheidend zu reduzieren. Die Kombinationswirkung folgender prozessintegrierter, emissionsmindernder Maßnahmen (vgl. VDI 3894, Blatt 1) soll hierbei zielführend sein und in einem wissenschaftlichen Projekt auch umfassend untersucht bzw. beurteilt werden:

### Reduktion der Stickstoff- und Phosphorausscheidung – Nährstoffmanagement

- 1.a) Multiphasenfütterung mit einer Futterzusammensetzung, die an die spezifischen Anforderungen der jeweiligen Produktionsphase angepasst ist
- 1.b) Einsatz von zugelassenen Futtermittelzusätzen zur Verringerung des gesamten ausgeschiedenen Phosphors

### Reduktion emittierender Oberflächen – Haltung und Lagerung

- 2.a) Trockenheit und Sauberkeit der Tiere und Bodenflächen durch planbefestigtes, teilw. eingestreutes Schrägbodensystem
- 2.b) gezielte Kühlung im Stallinnenraum (Verhinderung von Suhlebildung durch Hitzestress)
- 2.c) Gliederung der Buchtenfläche in Funktionsbereiche – insbesondere Anlage eines von den Schweinen eindeutig als solchen erkennbaren Ausscheidungs- bzw. Kotbereichs
- 2.d) Laufende Entfernung des Wirtschaftsdüngers aus dem Stall-Ausscheidungs-bereich mittels angepasster Schieberintervalle

## Ureaseminimierung – Düngermanagement

- 3.a) Trennung von Kot und Harn (Harngrube – geschlossen ausgeführt)
- 3.b) Außenklimabedingungen (verringerte mittlere Jahresdurchschnittstemperatur)
- 3.c) Kühlung des Stallinnenraums

Die sowohl in der VDI 3894/1 publizierten Maßnahmen als auch vom KTBL veröffentlichten Literatur (z.B. Eurich-Menden et al. 2011) gelten unbestritten als Stand der Technik im Bereich der Emissions-Minderungsmöglichkeiten. Eigene Untersuchungen an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein zeigen selbst für Einzelmaßnahmen im Bereich der Fütterung ein beachtliches Reduktionspotenzial auf. Im Bereich der Mastschweinehaltung kommt ergänzend hinzu, dass mit einer Ammoniakminderung oft eine Geruchsminderung einhergeht. Im Detail sind für Ammoniak die in Tabelle 1 angeführten Prozentsätze in Abzug zu bringen.

Tabelle 1:  
Ammoniak-Reduktions-  
potenzial unterschiedlicher  
emissionsmindernder Maß-  
nahmen (Quelle: HBLFA  
Raumberg-Gumpenstein)

Maßnahme	Minderungspotenzial
Multiphasenfütterung	40 %
Zuluftkühlung	10 %
Reduktion der emittierenden Oberfläche	10 %
Außenklima – Schrägbodenstall	33 %
Futtermittelzusatzstoffe	25 %
Trennung von Kot und Harn	55 %

Die Subsummierung aller durchführbaren Maßnahmen ergäbe ein Reduktionspotenzial von mehr als 150 %! - dass eine derartige Summenbildung nicht zulässig ist, versteht sich von selbst. Bis dato wurde das tatsächliche Reduktionspotenzial jedoch nicht systematisch untersucht – weder im Hinblick auf Ammoniak-, noch auf Geruchsemissionen. Geht man davon aus, dass sich die emittierende Oberfläche um etwa 70 % verringern wird und mit dem geplanten Einbau eines Unterflurschiebers mehrmals täglich der durch den Rost durchgetretene Kot entfernt wird und Harn dabei permanent in einen geschlossenen Behälter abrinnen kann, dann lässt sich mit der jahrelangen Erfahrung in diesem Bereich eine erste Prognose treffen: Auf Grund der langjährigen Forschungstätigkeit in Raumberg-Gumpenstein sehen die ExpertInnen eine Emissionsminderung für Ammoniak von zumindest 80 % und für Geruch von mindestens 60 - 70 %- verglichen mit herkömmlichen konventionellen Schweinemastställen als durchaus realistisch an. Je nach technischer Ausstattung der Stallungen sind aber auch Minderungspotenziale möglich, die jenen der DLG-Kriterien für Abluftreinigungsanlagen entsprechen.

## Faktor Tierwohl: Was bringt's dem Schwein?

Im neuen Tierwohlstallsystem steht den Mastschweinen zur Endmast eine Fläche von 1,1 m<sup>2</sup> je Tier zur Verfügung. Dies liegt über den gesetzlichen Mindestanforderungen und ist als überaus positiv zu bewerten. Im Stallkonzept mit 3-Flächenbuchten sind unterschiedliche Klimabereiche vorgesehen, die den Tieren auch die klare Trennung in Funktionsbereiche ermöglichen, sowie Bewegungs- und Beschäftigungsanreize bieten. Der im wärmegeprägten Stallinnenraum befindliche Ruhebereich kommt den biologischen Bedürfnissen der Tiere entgegen: Zum Ruhen suchen Schweine bevorzugt einen dunkleren, zugluftfreien, trockenen und optisch geschützten Bereich auf (entsprechend den in der Natur von den Schweinen angelegten Schlafnestern). Auf dem planbefestigt ausgeführten Liegeplatz muss die empfindliche Nase nicht über den Güllekanälen bzw. Exkrementen ruhen. Gemäß dem artspezifischen Verhalten wird der Ruheplatz von den Schweinen sauber gehalten, wobei jedoch auf eine angepasste Besatzdichte von 0,2 m<sup>2</sup> je 30 kg-Ferkel beim Einstellen und 0,45-0,5 m<sup>2</sup>/Endmasttier (110 kg) zu achten ist, da es bei zu großem Platzangebot zur Verkotung kommen kann. Die kontinuierliche Anpassung der Platzverhältnisse an die Tiergröße ist durch die verschiebbare Buchtenrückwand gewährleistet.

Im neuen Stallkonzept ist das Einstreuen im Liegebereich erforderlich. Bereits geringe Mengen erhöhen die Attraktivität des Liegebereichs und den Liegekomfort deutlich. Entsprechend einer Studie der Landesanstalt für Schweinezucht Boxberg haben Stroh-mengen ab ca. 20 g pro Tier und Tag eine gute Schutzwirkung auf die Gliedmaßen und Gelenke der Schweine (Pflanz 2007). Über die offene Stallfront werden die Tiere einer großen Temperaturbandbreite ausgesetzt. Diese Reize fordern und fördern das Immunsystem der Schweine und steigern deren Resistenz.

Wie sich bereits in einer vorangegangenen Untersuchung der HBLFA Raumberg-Gumpenstein zeigte, nimmt das Lüftungssystem bzw. vorherrschende Stallklima erheblichen Einfluss auf die Gesundheit und hierbei insbesondere auf die Lungengesundheit der Mastschweine (vgl. Zentner, Heidinger und Guggenberger 2013). Unter den im neuen Stallkonzept vorherrschenden Außenklimabedingungen mit bester Luftqualität ist jedenfalls zu erwarten, dass die Tiere keine derartigen gesundheitlichen Beeinträchtigungen aufweisen werden. Als weiterer positiver Aspekt der Haltung von Mastschweinen in Offenfront- bzw. Außenklimaställen ist der großzügige Einfall von Tageslicht zu nennen. Dieser ermöglicht den Schweinen einen dem Verlauf des natürlichen Tageslichts angepassten Aktivitätsrhythmus, fördert die Stoffwechselaktivität, Hormon- und körpereigene Vitaminproduktion (Vitamin D) und hat ebenfalls stärkenden Einfluss auf das Immunsystem. Insgesamt ist auf Grund der genannten gesundheitsfördernden Aspekte auch von einem geringeren Medizinaleinsatz verbunden mit geringeren Kosten hierfür auszugehen. Erste Erfahrungen mit dem innovativen Stallsystem bestätigen diese Annahmen – sind jedoch noch in diesem Projekt wissenschaftlich zu belegen.

Neben den Beschäftigungsmaterialien, welche im Auslaufbereich angeboten werden müssen, können im Ausscheidungsbereich während der Sommermonate auch Abkühlmöglichkeiten in Form von Duschen angebracht werden. Als positiver Nebeneffekt wird durch die entstehende Feuchtigkeit in diesem Bereich das Ausscheidungsverhalten stimuliert und reduziert ein mögliches „Umkippen“ des Verhaltens (Liegen im Spalten- und Koten im Liegebereich). Eine Darstellung des Buchtenkonzepts für 25 Tiere ist in Abbildung 12 ersichtlich.

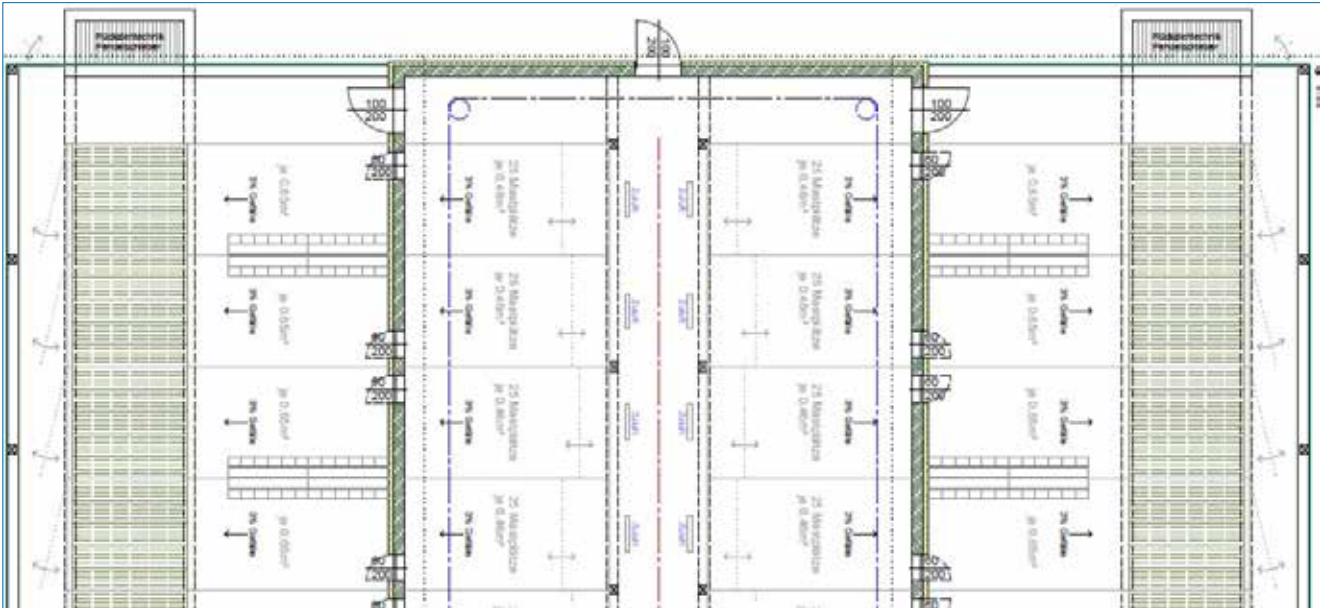


Abbildung 12: Grundriss  
Einreichplanung - Buchtengestaltung  
(Quelle: Lorber&Partner)

## Projektpartner und Untersuchungsparameter:

- HBLFA – Höhere Bundeslehr- und forschungsanstalt Raumberg-Gumpenstein (BMLRT)
  - Wissenschaftliche Projektleitung
  - Geruchsemissionen Tierbereich
  - Tierwohlevaluierung
  - Lärmemissionen
  - Feinstaubemissionen
  - Stallklima
  - Betriebswirtschaftliche Betrachtung
  - Futtermittel- und Wirtschaftsdüngeruntersuchung
- ÖGUT – Österreichische Gesellschaft für Umwelt und Technik
  - Administrative Projektleitung
- Lorber&Partner – Bauunternehmen
  - Detailplanung, Einreichung und Ausführung
- Schauer Agrotronic GmbH
  - Konzepterstellung, Stallplanung und Stalleinrichtung
- Fachstelle für Tierhaltung und Tierschutz
  - Tierwohlevaluierung
- TÜV Austria
  - Durchführung der Geruchs-Rasterbegehungen

- Land Steiermark A15
  - Auswertung der Geruchs-Rasterbegehungen
- LfL – Landesanstalt für Landwirtschaft Bayern
  - Ammoniak- und Stickstoffdepositionsmessungen
- DLG – Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft
  - F-TIR Schad- bzw. Fremdgasmessungen im Tierbereich
- Medizinische Universität Graz – Diagnostik und Forschungszentrum für Molekulare BioMedizin
  - Luftkeim- und Bioaerosolmessungen

## Schlussfolgerungen und Ausblick

In diesem innovativen Konzept für einen Schweinemast-Tierwohlstall werden erstmals emissionsmindernde Maßnahmen in gebündelter Form umgesetzt, welche mit den Bereichen einer stickstoffreduzierten Multiphasenfütterung, einer Stalkühlung, einer teilweisen Auslaufhaltung und insbesondere durch eine völlig neuartige Entmistungstechnik in Form einer Kot-Harntrennung ein Emissionsminderungspotenzial von zumindest 80 % für den Bereich Ammoniak und mindestens 60 % für Geruch erwarten lässt. Durch das Ausschöpfen dieser emissionsmindernden Potenziale und in Verbindung mit Maßnahmen zur Förderung des Tierwohlergehens, soll sowohl dem Umweltschutz Rechnung getragen als auch die Akzeptanz bei AnrainerInnen und KonsumentInnen gesteigert beziehungsweise Konfliktsituationen entschärft werden. Es darf davon ausgegangen werden, dass dieser neuartige Tierwohlmaststall durchaus eine zukunftsfähige und wirtschaftliche Ergänzung zu bisherigen Haltungsformen in der Schweinemast darstellen kann. Die wirtschaftliche Betrachtung im EIP-Projekt SaLuT wird insbesondere auf den Kosten-Nutzenfaktor inkl. der aktuellen Fördersituation eingehen.

## Literatur

ANDERL, M., (2016): Vortrag in Graz beim Amt d. Stmk. Landesregierung, Abteilung A10 – Land und Forstwirtschaft in der Sitzung der AG Landwirtschaft zur Umsetzung des Luftreinhalteprogramms des Landes Steiermark 2014.

ANGELINO, E., COSTA, M.P., D'ALLURA, A., FINARDI, S., FOSSATI, G., LANZANI, G., PERONI, E., RADICE, P., SILIBELLO, C., (2013): Air Quality Influence of Ammonia and Nitrogen Oxides Emissions Reduction over the Po Valley. Proceedings of 15th Conf. on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes 6-9 May 2013 (Eds. R. San Jose, J. L. Pérez), Madrid, 201-205.

BANZHAF, S., SCHAAP, M., WICHNIK KRUIT, R.J., DENIER VAN DER GON, H.A.C., STERN, R., BUILTJES, P.J.H., (2013): Impact of emission changes on secondary inorganic aerosol episodes across Germany. Atmos. Chem. Phys., 13, pp 11675-11693.

- BAUER, H., KASPER-GIEBL, A., LIMBECK, A., RAMIREZ-SANTA CRUZ, C., JANKOWSKI, N., KLATZER, B., POURESMAEIL, P., DATTLER, A., HANDLER, M., SCHMIDL, CH., PUXBAUM, H., (2009): AQUELLA Graz Süd PM2.5 Quellenanalyse von PM10- und PM2.5 Belastungen in Graz, TU-Wien, 49 S.
- ERISMAN, J.W., SCHAAP, M. (2004): The need for ammonia abatement with respect to secondary PM reductions in Europe. *Environmental Pollution* 129, 159-163.
- EURICH-MENDEN, B., DÖHLER, H., VAN DEN WEGHE, H., (2011): Ammoniakemissionsfaktoren im landwirtschaftlichen Emissionsinventar – Teil 2: Geflügel und Mastschweine. *Landtechnik* 66, 60-63.
- HEIDINGER, B., ZENTNER, E., (2017): Konzepterstellung eines emissionsarmen Tierwohlstalles für die Schweinemast. Bautagung Raumberg-Gumpenstein
- MARCAZZAN, G.M., CERIANI, M., VALLI, G., VECCHI, R., (2003): Source apportionment of PM10 and PM2.5 in Milan (Italy) using receptor modelling. *The Science of the Total Environment*, 317, pp 137-147.
- PFLANZ, W. (2007): Gesamtheitliche Beurteilung innovativer Schweinemastverfahren für Baden-Württemberg. Diss. Univ. Hohenheim.
- RENNER, E., WOLKE, R., (2010): Modelling the formation and atmospheric transport of secondary inorganic aerosols with special attention to regions with high ammonia emissions. *Atmos. Environ.* 44, 1904-1912.
- UHRNER, U., REIFELTSHAMMER, R., STEINER, M., LACKNER, B., (2013): Modelling in PMinter – a holistic approach - from base data to emissions to exposure, considering local, regional & long range transport & chemistry. Presentation at the final Conference of the SI-AT Project PMinter in Maribor.
- UMWELTBUNDESAMT (2016): Anderl, M., Gangl, M., Haider, S., Moosmann, L., Pazdernik, K., Poupa, S., Purzner, M., Schieder, W., Stranner, G., Zechmeister, A. Emissionstrends 1990 – 2014. Ein Überblick über die Verursacher von Luftschadstoffen in Österreich (Datenstand 2016). REP-0574. Umweltbundesamt, Wien.
- ZENTNER, E., HEIDINGER, B., GUGGENBERGER, T., (2013): Einfluss des Lüftungssystems auf die Lungengesundheit von Mastschweinen. Bautagung Raumberg-Gumpenstein 2013, 53–68.

Bericht

## Bautagung 2021

Herausgeber:

Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein,  
A-8952 Irdning-Donnersbachtal

Druck, Verlag und © 2021

ISBN: 1818-7722

ISSN: 978-3-902849-85-4