



Bautagung Raumberg-Gumpenstein 2013

gemäß Lehrer und Beraterfortbildungsplan

raumberg
gumpenstein

Neue Techniken - Neue Herausforderungen

15. und 16. Mai 2013
Grimmingsaal
HBLFA Raumberg-Gumpenstein

Bautagung Raumberg-Gumpenstein 2013

gemäß Fortbildungsplan
des Bundes

Neue Techniken -
neue Herausforderungen

15. und 16. Mai 2011

Organisiert von:

Lehr- und Forschungszentrum
für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft,
Umwelt und Wasserwirtschaft



Impressum

Herausgeber

Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft
Raumberg-Gumpenstein, A-8952 Irdning
des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft,
Umwelt und Wasserwirtschaft

Direktor

HR Prof. Mag. Dr. Albert Sonnleitner

Leiter für Forschung und Innovation

HR Mag. Dr. Anton Hausleitner

Für den Inhalt verantwortlich

die Autoren

Redaktion

Institut für Artgemäße Tierhaltung und Tiergesundheit

Satz

Brettschuh Sigrid
Krimberger Brigitta
Wechsler Nicole

Lektorat

Vockenhuber Daniela

Druck, Verlag und © 2013

Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein, A-8952 Irdning

ISSN: 1818-7722

ISBN 13: 978-3-902559-94-4

Diese Tagung wurde vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft,
Umwelt und Wasserwirtschaft, Beratungsabteilung finanziert und gefördert.

Dieser Band wird wie folgt zitiert:

Bautagung Raumberg-Gumpenstein 2013, 15. und 16. Mai 2013, Bericht LFZ Raumberg-Gumpenstein 2013

Inhalt

Raum- und Funktionsprogramm zum Einsatz vom Melkrobotern <i>Max Fruhstorfer und Franz Wolkerstorfer</i>	5
Moving Floor - ein neues System zur Kälberhaltung <i>Gregor Huber</i>	9
Kompoststall - funktionell und tiergerecht? <i>Elfriede Ofner-Schröck, Michael Zähner, Gregor Huber, Kathrin Guldimann, Thomas Guggenberger und Johann Gasteiner</i>	15
Licht im Rinderstall <i>Klaus Reiter und Franziska Walter</i>	23
Ein neues Verfahren zur Sanierung von Stallfußböden? <i>Alfred Pöllinger, Huber Gregor und Beat Steiner</i>	29
Ammoniakemissionen aus Milchviehställen und Maßnahmen zur Minderung <i>Sabine Schrade, Beat Steiner und Margret Keck</i>	33
Neue Dimensionen in der Rundballentrocknung Gotthard Wirleitner ^{1*}	41
Brandschutz in der Landwirtschaft Thomas Schuster-Szentmiklósi ^{1*}	47
120. Verordnung der Steiermärkischen Landesregierung vom 6. Dezember 2012, mit der bautechnische Anforderungen fest-gelegt werden (Steiermärkische Bautechnikverordnung 2012 – StBTV 2012).[CELEX-Nr. 32010L0031]	
§ 1	
OIB-Richtlinien	
(1) Den im 1. Teil des II. Hauptstückes des Steiermärkischen Baugesetzes festgelegten Anforderun- gen wird entsprochen, wenn folgende OIB-Richtlinien, jeweils Ausgabe Oktober 2011 (Anlagen), soweit diese unter Berücksichtigung des Abs. 3 anzuwenden sind, eingehalten werden:	
1. OIB-Richtlinie 1: Mechanische Festigkeit und Standsicherheit	
2. OIB-Richtlinie 2: Brandschutz (Revision Dezember 2011)	
3. OIB-Richtlinie 2.1: Brandschutz bei Betriebsbauten	
4. OIB-Richtlinie 2.2: Brandschutz bei Garagen, überdachten Stellplätzen und Parkdecks	
5. OIB-Richtlinie 2.3: Brandschutz bei Gebäuden mit einem Fluchtniveau von mehr als 22 m	
6. OIB-Richtlinie 3: Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz	
7. OIB-Richtlinie 4: Nutzungssicherheit und Barrierefreiheit	
8. OIB-Richtlinie 5: Schallschutz	

Raum- und Funktionsprogramm zum Einsatz vom Melkrobotern

Max Fruhstorfer^{1*} und Franz Wolkerstorfer¹

Arbeiterleichterung gefragt

Die Strukturen der Milcherzeugung ändern sich und die durchschnittlichen Kuhzahlen bzw. die Menge der erzeugten Milch je Betrieb steigt. Spezialisierte Familienbetriebe mit 60 bis 80 Kühen werden weiter zunehmen. Daneben wird es einzelne Betriebe mit über 100 Kühen geben. Die Milchviehhaltung ist meist durch einen hohen Arbeitsaufwand und durch einen hohen Anteil an regelmäßig wiederkehrenden und zeitgebundenen Arbeiten gekennzeichnet. Das Melken inklusive Vor- und Nachbereitungsarbeiten nimmt dabei einen großen Anteil ein. Dies beeinflusst in weiterer Folge die Flexibilität der anfallenden anderen Arbeiten bzw. die Gestaltung des Tagesablaufes.

Hier versuchen die Entwicklung und der Einsatz von Automatischen Melksystemen (AMS) anzusetzen. Neben einer möglichen Reduzierung und Flexibilisierung der Arbeitszeit werden von automatischen Melksystemen auch eine erhöhte Melkhäufigkeit und dadurch bedingte Verbesserungen von Milchleistung, Eutergesundheit und Milchqualität erwartet. Dem gegenüber steht ein hoher Kapitalbedarf. Daher ist der betriebswirtschaftlichen Betrachtung und Planung bei der Anschaffung und der damit verbundenen Kosten eines AMS (Gebäude, Quote, Tiere, laufende Kosten) besonderes Augenmerk zu schenken.

Stallkonzept an die Technik anpassen

Damit sich die Entscheidung für ein AMS auch langfristig als richtig herausstellt, braucht es nicht nur betriebswirtschaftliche Überlegungen sondern auch genaue planerische Details für den Einbau und die Anordnung des Melkroboters. Hier liegt, wie die Beratungspraxis zeigt, sehr oft der Grund, warum Milchviehhalter mit dieser doch schon sehr ausgereiften Technik dann im praktischen Einsatz nicht vollauf zufrieden sind.

Planungstipps

Die Melkbox ist so zu positionieren, dass der Zugang möglichst kurz, geradlinig und stufenlos erfolgen kann. Auf Trittsicherheit ist zu achten, Melkbox und Warteraum sollen für die Tiere leicht einsehbar sein. Ein Vorwartebereich mit Platz für mind. 5 bis 7 Kühe hilft, den Zeitaufwand für allfälliges Nachtreiben zu minimieren. Kühe, die den Warteraum betreten, können diesen nur über die Melkbox verlassen. Der Ausgang aus der Melkbox sollte nicht in einer Ecke sein und ähnlich einem Treibgang ohne Wendemöglichkeit, Platz für zwei Kühe hintereinander bieten. Damit der Tierverkehr nicht gestört wird, sollten von den Tieren gerne angenommene Stalleinrichtungen nicht in unmittelbarer Nähe des

Ein- und Austriebs angeordnet sein. Für eine unauffällige, den Melkablauf nicht störende Tierbeobachtung empfiehlt sich ein Raum (Büro) mit Blick zum AMS und Warteraum. Wird nach dem AMS selektiert, sollte die Selektionsbucht mit Liegeboxen ausgestattet sein und einen Zugang zum Fressbereich mit einem Selbstfanggitter zur Fixierung der Tiere besitzen. Selektionsbereiche für Behandlung und Wellness sollten so angeordnet sein, dass diese einen automatischen Zu- und Abtrieb zur Melkbox aufweisen. Besonderes Augenmerk sollte auch auf einen möglichst störungsfreien Winterbetrieb gelegt werden.

Die Erweiterungsmöglichkeiten sind bei der Planung zu berücksichtigen. Dabei ist zu bedenken, dass der Tierbestand zu verdoppeln wäre, um einen zweiten Melkroboter optimal ausnutzen zu können.

Tierumtrieb

Wichtig bei der Planung des Kuhverkehrs ist, besonders auf die Situation für rangniedrige Tiere zu achten. Ein Abweisbügel von einer halben Kuhlänge am Eingang zur Melkbox verhindert das Verdrängen rangniedriger Kühe.

Freier Kuhverkehr

Die Tiere haben jederzeit freien Zugang zum Fressplatz oder Melkroboter. Die Kühe können individuell, ihrem Rhythmus entsprechend, die Melkbox aufsuchen. Das führt in der Praxis meist zu höherer Futteraufnahme. Mit vermehrtem Nachtreiben niederleistender Kühe oder nicht

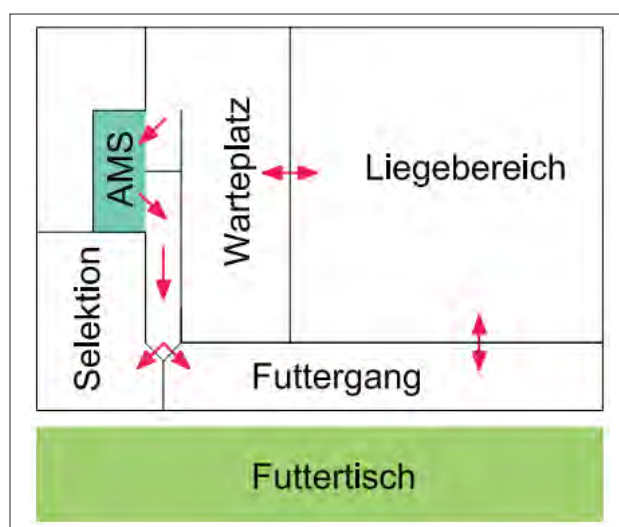


Abbildung 1: Freier Kuhverkehr (Skizze, ÖKL)

¹ Landwirtschaftskammer OÖ, Beratungsstelle Rinderproduktion, Auf der Gugl 3, A-4021 LINZ

* Ansprechperson: Franz Wolkerstorfer und Max Fruhstorfer E-mail: Franz.Wolkerstorfer@lk-ooe.at, Max.Fruhstorfer@lk-ooe.at

fitter Kühe ist aber zu rechnen. Der freie Kuhverkehr ist die kostengünstigste Variante.

Gelenkter Kuhverkehr

Die Tiere können den Fressbereich nur über den Melkroboter erreichen. Einwegtore sorgen dafür, dass Kühe, welche nach dem Fressen in den Liegebereich gehen, nur wieder über die Melkbox zum Fressen gelangen können. Diese Umtriebsform führt zur geringsten Arbeitsbelastung, da das Nachtreiben meist gänzlich entfällt. Laut einer Untersuchung spanischer Wissenschaftler sinkt aber die Besuchsfrequenz am Futtertisch und die Futteraufnahme geht leicht zurück. Diese Form des Kuhverkehrs ist nicht unbedingt empfehlenswert.

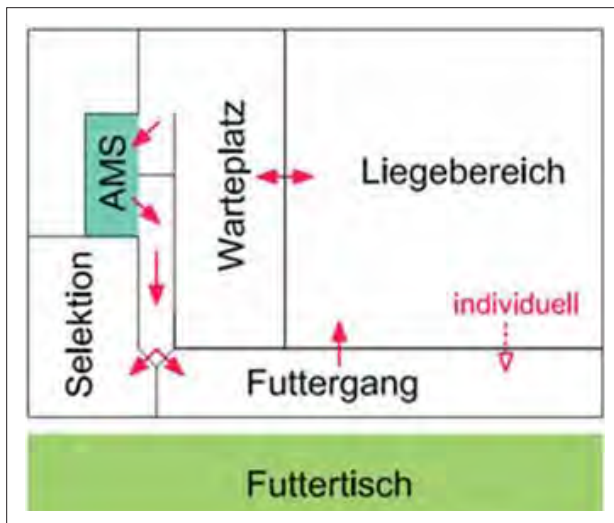


Abbildung 2: Gelenkter Kuhverkehr (Skizze, ÖKL)

Selektiv gelenkter Kuhverkehr – Feed First

Zwischen Liege- und Fressbereich sind Selektionstore eingebaut, wobei aktive Tore besser angenommen werden als passive. Die Tiere haben jederzeit Zugang zum Fressbereich, auf dem Rückweg zum Liegebereich werden sie je nach Melkanpruch selektiert. Der Anteil an nachzutreibenden Kühen wird hier sehr gering gehalten, die Investitionskosten sind allerdings höher. Gelenkter und selektiv gelenkter Kuhverkehr erfordern eine klare Trennung von Fress- und Liegebereich.

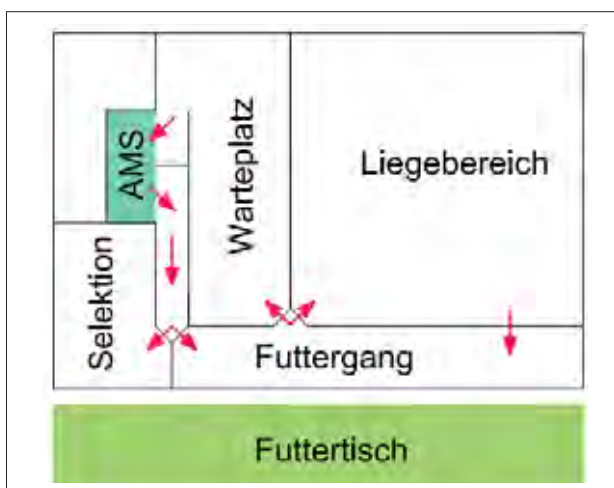


Abbildung 3: Feed-First (Skizze, ÖKL)

Zusammenfassung Planung – 10 Fragen zum Raum für AMS

Welche Möglichkeiten des Kuhverkehrs bietet der Grundriss? Gibt es die Möglichkeit Tiere automatisch selektieren zu lassen?

Wo geschieht Klauenpflege und Tierbehandlung?

Werden Frischmelker getrennt gehalten?

Wie werden kranke (abkalbende, Transitzühe) Tiere gehalten (melken, füttern)?

Sieht die Kuh den Roboter von weitem?

Was fällt beim Ein/Ausgang (Hindernisse) und Vorwartebereich (Absperbarkeit) auf?

Wie ist die Frostsicherheit des Systems gewährleistet?

Wie ist der Zugang zum Roboter für das Melkpersonal (schmutzig, sauber)?

Sind das System und der Grundriss erweiterungsfähig?

Technik

Am Markt werden AMS als Ein- oder Mehrboxanlagen angeboten. Die Einboxanlage ist eine eigenständige Einheit, wo der Roboterarm oder Melkblock fix mit der Melkbox verbunden ist. Bei der Mehrboxenanlage (2 bis 4 Boxen), fährt die Melkeinheit zur Melkbox. Es können bis zu 180 Kühe gemolken werden und Bestandsvergrößerungen sind in kleinen Schritten möglich. In der Praxis wird in Österreich hauptsächlich in Einboxenanlagen investiert. Damit können bei 55 bis 65 Kühen 150 bis 180 Melkungen pro Tag erzielt werden. Die optimale Melkfrequenz liegt bei 2,4 bis 2,7 Melkungen/Kuh/Tag, wobei am Beginn der Laktation je nach Leistung mehr als 3 Melkungen möglich sind. Gegen Ende der Laktation sind auch weniger als 2 Melkungen möglich. Die Zitzenfindung durch den Roboterarm erfolgt mit Laser und/oder Kamera.

Ein Vorteil beim Roboter melken ist die höhere Melkfrequenz durch kürzere Zwischenmelkzeiten. Beides trägt zum Ausschwemmen von Mastitisserregern bei. Bei starken Variationen der Zwischenmelkzeiten von unter 6 Stunden und über 12 Stunden reagieren manche Kühe mit höheren Zellgehalten. Durch erhöhten Euterinnendruck bei verlängerten Zwischenmelkzeiten, lassen diese Tiere Milch laufen. Dieser Effekt ist durch die beeinträchtigte Schließfunktion der Zitze auch bei zu kurzen Zwischenmelkzeiten zu beobachten. Durch ausgelaufene Milch auf die Liegefläche können sich andere Tiere der Herde mit Erregern infizieren.

Die Anzahl der Melkungen ist abhängig von:

- Milchfluss
- Milchmenge
- Ansetzgeschwindigkeit
- Verteilung der Boxenbesuche
- Wegzeiten der Kühe, Klauengesundheit
- Besuche ohne Melkanrecht
- Dauer der Reinigung

Die Zitzenreinigung wird nass mit rotierenden Bürsten oder mit einem eigenen Reinigungsbecher durchgeführt. Die ersten Milchstrahlen werden von der Sammelmilch getrennt. Die Reinigung der Zitzen erfolgt nicht immer

entsprechend dem Verschmutzungsgrad. Daher können sich beim automatischen Melken Umwelterreger, vor allem durch mangelhafte Reinigung der Zitzen ausbreiten. Eine gute Stallhygiene mit funktionierenden, richtig eingestellten Liegeboxen und das eventuelle Rasieren der Euterhaare sorgen für saubere, leicht zu reinigende Euter. Erfolgt die Zitzenreinigung nur mit Wasser, können Keime durch Schmiereffekte übertragen werden. Bei Bürstenreinigung stellen hingegen die Borsten ein Keimreservoir dar. Eine perfekte Euterreinigung ist nicht immer 100%ig gewährleistet.

Melkroboter in der Praxis - Ergebnisse einer Befragung in OÖ

Es wurden 2008 19 Betriebe mittels Fragebogen befragt. Darüber hinaus wurden im Laufe der Zeit viele Erfahrungen von Betrieben durch die Berater gesammelt. Die Zahl der AMS in OÖ hat sich relativ stark erhöht auf derzeit ca. 140 Anlagen.

Die Erfahrungen und viele Kontakte mit AMS Betrieben, Veranstaltungen zu dem Thema, Beratungen und auch Auswertungen der Daten der Leistungskontrolle sind in eine Broschüre (zweite Auflage) eingeflossen. Laufend werden neue Erkenntnisse aus Wissenschaft und Praxis in der Beratung zum Thema AMS verarbeitet.

Die Entscheidung über die Anschaffung eines AMS Systems wurde bei den meisten Betrieben aus überwiegend arbeitswirtschaftlichen Gründen getroffen, was aus der Tabelle "Gründe für AMS" hervorgeht.

Gründe für AMS (Wichtigkeit 1- 5)

Lebensqualität	1,11
Arbeits erleichterung	1,32
Flexibilität Termingebundenheit	1,39
Arbeitszeiteinsparung	1,92
Eutergesundheit	2,50
Interesse an der Technik	2,58
Stallneubau	3,47
Wirtschaftlichkeit	2,95
Leistungssteigerung	3,16

Im Folgenden sind die Antworten auf offen gestellte Fragen dargestellt. Die Betriebsleiter wurden gebeten diese zum Abschluss des Fragebogens jeweils mit 3 Nennungen pro Frage zu beantworten. Die Darstellung ist nicht gewertet oder gereiht. Es sind alle Nennungen abgebildet. Die Meinungen und Erfahrungen sind natürlich rein subjektiv und großteils abhängig von der einzelbetrieblichen Situation.

„Was gefällt mir am AMS am besten?“

- Flexibilität
- Arbeits erleichterung
- Arbeitszeiterparnis
- Verbesserte Lebensqualität
- Besserer Überblick über die Herde, da eine Vielzahl an Daten von jeder Kuh vorhanden ist, schnelles Handeln bei Krankheit bzw. Problemen möglich
- Geringere Verletzungsgefahr

- Interesse der Jugend
- Geringerer Zeitaufwand für die Reinigung des Melkstandes notwendig
- Kurze Wege zur Technik
- Leistungssteigerung
- Hoher Melkkomfort für die Kühe (stressfreies Melken)
- Weniger Euterdruck durch mehrmaliges Melken
- Verbesserte Eutergesundheit
- Tiergerechtheit (Ruhe im Stall)
- Kein Blindmelken

„Was empfehlen Sie einem Betrieb, der AMS anschaffen will?“

- Technisches Verständnis und die Vorliebe für die Technik
- Entsprechende Herdengröße/ ausreichende Fläche/ ausreichendes Milchkontingent
- Im Klaren darüber sein, dass auch mit AMS viel Zeit im Stall zu verbringen ist, um genug Zeit für die Pflege, Fütterung und die Tierbeobachtung aufwenden zu können
- Freude im Umgang mit Kühen
- PC- Kenntnisse
- Eingehende Wirtschaftlichkeitsüberlegungen
- vor der Anschaffung genaue Informationen und Erkundigungen einholen
- AMS taugliche Kühe (Euterform, Klauengesundheit) sind Voraussetzung
- Vorhandene Betriebsweiterentwicklungsmöglichkeiten
- Mit AMS ist kein Nebenerwerb möglich
- Position des AMS im Stall genau überdenken, am besten zentral im Stall anordnen, genügend Raum rundherum, wenn möglich Wartebereich einplanen, auch Erweiterungsmöglichkeiten bedenken
- Geduld und gute Nerven bei der schwierigen Umstellungsphase, wenn möglich die Umstellungsphase nicht in der arbeitsintensiven Zeit durchführen, wenn möglich im Parallelverfahren (nicht alle Tiere gleichzeitig umstellen)
- Vorteil: Wenn die Kühe bereits Transponder kennen, eventuell „Anfüttern“ der Kühe in der Melkbox
- Mindestens 2 Personen am Betrieb, die bestens mit der Technik vertraut sind. Ständige Erreichbarkeit zumindest von einer dieser Personen gefordert
- Intensive Auseinandersetzung mit den Kühen
- Notstromaggregat und eigener Akku für Computer notwendig
- Erprobtes System wählen
- Darauf achten, jederzeit einen verlässlichen Servicemann zu bekommen
- Hohe Anforderung an die Fütterung, TMR oder AGR in Kombination mit Transponder

„Was waren die schlechtesten Erfahrungen, die ich mit der Installation eines AMS gemacht habe?“

- Bei Stromausfall (Stillstand) keine andere Alternative
- Teilweise kleinere technische Schwierigkeiten, lange Lieferzeit für Software
- Massiver Zeitaufwand in der Umstellungsphase (rund um die Uhr im Stall)
- Entsprechende Zeit zu Beginn notwendig, um die Steuerung des AMS und das Anlernen der Kühe zu gewährleisten
- Reperaturservice schlecht; Gewisse Abhängigkeit von der Herstellerfirma
- Starker Leistungsabfall; Kühe reagieren sehr sensibel
- Höhere Remontierung aufgrund der Euterform
- Beschränkte Kapazität
- Störungen in der Umstellungsphase
- Alarmbereitschaft zu jeder Tages- und Nachtzeit
- Mehr Kosten für Reparatur, Wartung und Betrieb des AMS im Vergleich zu anderen Melksystemen
- Lange Installationsphase
- Betriebsexkursionen verschrecken Kühe
- Totale Verweigerung der Kühe
- Bei frischer Einstreu gehen die Kühe nicht so gerne zum Melken

Informationen nutzen

Ein automatisches Melksystem liefert eine Fülle von Informationen über die Tiere. Es gilt daher die nutzbaren Messtechniken des Melkroboters für seine Zwecke bestmöglich zu nutzen. Dementsprechend gehören diese Aussagen (Informationen) nach ihrer Wichtigkeit analysiert. Bei einer Warnung von „euterkranken“ Tieren durch das AMS gehört eine Einzeltierkontrolle, sprich ein Schalmtest, durchgeführt. Ist der Befund positiv, sind sofort weitere Schritte wie zum Beispiel eine bakteriologische Untersuchung der Milch zu setzen. Auch von den Ergebnissen der Milchleistungsprüfung lassen sich wichtige Erkenntnisse ableiten.

Die Weichen für eine gute Eutergesundheit werden bereits vor der Umstellung auf das Roboter melken gestellt. Bereits vier bis sechs Wochen vor der Inbetriebnahme des Melkroboters und bei bekannt auffälligen Tieren ein bis zwei Wochen davor, sollte eine bakteriologische Untersuchung der Viertelgemelke durchgeführt werden. Bei Nachweis kuhassoziierter Erreger empfiehlt sich eine Herdensanierung, bevor mit dem automatischen Melken begonnen wird. Melkroboter können also nur den Ist-Zustand erhalten, bestenfalls mit eingebauter Zwischendesinfektion und bestem Management Verbesserungen bewirken. Es liegt also in erster Linie am Roboterbesitzer selbst, mit welchem Eutergesundheitsstatus er mit dem neuen Melksystem startet.

Roboter melken ist mittlerweile Stand der Dinge und bei konsequenter Umsetzung der daraus entstehenden Managementaufgaben können sie im täglichen Einsatz die in sie gesetzten Erwartungen durchaus erfüllen. Die laufende Weiterentwicklung dieser Technik wird sicher noch weitere Verbesserungen in der Handhabung, Bedienung und auch der Arbeitssicherheit bringen.

Moving Floor - ein neues System zur Kälberhaltung

Technische Beurteilung

Gregor Huber^{1*}

Zusammenfassung

Die Automatisierung in Rinderställen nimmt immer stärker zu. Die Firma Moving Floor aus Schweden bietet eine Kälberbox an, die sich automatisch ausmistet und einstreut. Mit dem Moving Floor haben sie ein Produkt im Programm, das je nach Gruppendurchschnittsgewicht für 3 bis 4 Kälber geeignet ist. Mit feinen Einstreumaterialien wie Sägespänen und gehäckseltem Stroh betreibt sich die Box nahezu automatisch. Man ist lediglich dazu angehalten Einstreumaterial nachzufüllen und den Mist im Frontbereich zu beseitigen. Für langes Stroh ist der Einstreubehälter nicht geeignet, die Funktion des Entmistens wird dadurch aber nicht beeinflusst. Die Einsatzsicherheit ist sowohl im Sommer als auch im Winter bei Minustemperaturen gegeben. Detaillösungen wie eine Dachkonstruktion, eine Einstiegstür in den Tierbereich oder eine integrierte Wassertränke sollten

noch verbessert werden. Möchte man diesen Bereich vollständig automatisieren, sollte man genügend Zeit in eine durchdachte Planung investieren, denn nur eine vollständige Automatisierung des Entmistungsprozesses bis zum Endlager spart im Endeffekt Zeit und entlastet den Landwirt. Die Kosten in der Höhe von € 207,48 je Tier und Jahr sind verglichen mit einem herkömmlichen Gruppeniglu hoch, und über die Arbeitszeiteinsparung nicht wettzumachen. Der Hersteller bietet nach eigenen Angaben in Zukunft einen Kälbertränkeautomaten und Kraftfutterspender an, der auf diese Gruppengröße abgestimmt ist. Dies wäre eine sinnvolle Erweiterung, die die Kälberhaltung nahezu automatisiert, eine tägliche Arbeiterleichterung bringt, und somit ein Komplettsystem darstellen würde. Im Sinne der Tiergesundheit würde die Reduktion der Keimbelastung, geringerer Fliegenbefall im Sommer und ein geringerer Einstreumaterialaufwand diesem System entgegenkommen.

Einleitung

Die Automatisierung in wachsenden rinderhaltenden Betrieben gewinnt immer mehr an Bedeutung. Gründe wie eine flexiblere Arbeitszeiteinteilung, eine Erleichterung der oft anstrengenden körperlichen Arbeit und die Optimierung von Prozessen durch ein Datenmanagement der Systeme veranlassen Landwirte in diese Technik zu investieren. Die am Markt angebotenen technischen Hilfsmittel erleichtern die Arbeit beim Melken, Füttern, Reinigen von Lauf- und Liegebereichen und Einstreuen.

Eine schwedische Firma mit dem Namen „Moving Floor AB“ bietet rund um die Haltung von Kälbern und Kühen einige neue Automatisierungssysteme an. Wir hatten die Möglichkeit, eine sich automatisch ausmistende und einstreuende Kälbergruppenbox namens „Moving Floor“ - „beweglicher Boden“ hinsichtlich der praktischen Eignung und technischen Ausführungen zu untersuchen.

Versuchsaufbau

Technische Daten wie Gewicht, Abmessung, Softwareeinstellungen und die Eignung von unterschiedlichen Einstreumaterialien wurden in den Stallungen des LFZ Raumberg-Gumpenstein erhoben. Alle weiteren Erhebungsparameter wie Handhabung, Einsatzsicherheit, Strom- und Luftverbrauch, Stallklima und Arbeitswirtschaft wurden auf einem Praxisbetrieb in Prambachkirchen gemessen. Dieser Betrieb

hatte das Kälberhaltungssystem bereits einige Monate vor unseren Messungen in Betrieb, somit war er mit der Haltungsform bereits vertraut und es konnten für die Praxis repräsentative Werte erhoben werden. Da beide Boxen ohne Dachkonstruktion geliefert wurden, und somit ein Einsatz im Freien nicht möglich war, wurde bei den Kälberboxen eine eigene Dachkonstruktion gebaut, um einen Einsatz im Freien zu ermöglichen. Die Dachkonstruktion in Gumpenstein wurde ähnlich einer Rundbogenhalle ausgeführt, das Dach am Praxisbetrieb wurde in Form eines Pultdaches ausgeführt (Abbildungen 1 und 2).

Funktionsweise

Der Aufbau dieses Haltungssystems ist vergleichbar mit einem Laufband aus dem Freizeitbereich. Die Kälber werden auf einem Gummiband gehalten, das sich je nach Einstellung langsam schubweise weiterbewegt. An der Hinterseite befindet sich ein Behälter für Einstreumaterial. Während sich das Band nach vorne Richtung Futterkrippe bewegt, wird vom Einstreubehälter mit einem Schieber, je nach Programmierung, frisches Material auf das Band geschoben. Betrieben wird die Kälberbox mit Strom (220 V → 24V Gleichspannung) und Druckluft. Die Stromversorgung dient ausschließlich zur Versorgung der Steuerung und der Pneumatikventile, die Druckluft bewegt mit Hilfe eines handelsüblichen Druckluftbremszylinders das Gummiband nach vorne.

¹ Abteilung für Tierhaltung und Aufstallungstechnik, Institut für artgemäße Tierhaltung und Tiergesundheit, LFZ Raumberg-Gumpenstein, Raumberg 38, A-8952 IRDNING

* Ansprechperson: Gregor Huber, E-mail-Adresse: gregor.huber@raumberg-gumpenstein.at



Abbildung 1 und 2: Möglichkeiten der Dachgestaltung

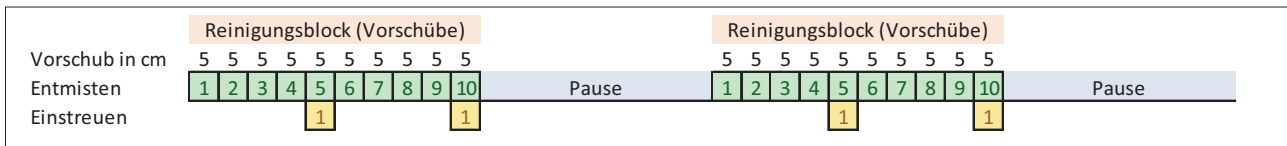


Abbildung 3: Programmfolge der selbstreinigenden Kälberbox

In der Programmfolge lassen sich folgende Parameter einstellen:

- Anzahl der Vorschübe je Reinigungsblock (1 Vorschub entspricht 35 mm)
- Pausezeit zwischen den Reinigungsblöcken in Sekunden
- Tag / Nachtmodus (im Nachtmodus wird die Pausezeit verdoppelt)
- Zuteilung des Einstreumaterials

Die Reinigungsintensität lässt sich durch die Anzahl der Vorschübe je Reinigungsblock und der Pausezeit zwischen den Reinigungsblöcken beeinflussen, daraus ergibt sich die Anpassung an das Tiergewicht die in der Box gehalten werden. Die Hinzugabe von Einstreumaterial wird an die Entmistungsvorschübe angepasst. Demnach wird in *Abbildung 3* nach jedem fünften Entmistungsvorschub einmal eingestreut.

Tierschutzrechtliche Evaluierung

Die nutzbare Fläche für Tiere beträgt 7,07 m². Daraus ergeben sich für Kälber laut 1. Tierhaltungsverordnung je nach durchschnittlichem Tiergewicht die in *Tabelle 1* angegebenen Belegdichten.

Der Boden besteht aus einem dünnen umlaufenden Gummiband, das auf einem Bretterboden aufliegt. Es ist daher auf eine ausreichende Einstreumatte zu achten, da eine ausreichend weiche Liegefläche ansonsten nicht gegeben ist. Um stehende oder liegende Tiere vor Verletzungen während

Tabelle 1: Belegdichten bei unterschiedlichen Durchschnittsgewichten der Gruppe

Durchschnittsgewicht der Gruppe	Erforderliche Fläche	Belegdichte
≤ 150 kg	1,6 m ² /Tier	4 Tiere
151 kg – 220kg	1,8 m ² /Tier	3 Tiere
> 220 kg	2 m ² /Tier	3 Tiere

des Ausmistvorganges zu schützen, ist an der Frontseite der Kälberbox ein Sicherheitssensor montiert, der das komplette System blockiert, wenn ein Tier ungewollt zwischen Frontgitter und Boden gelangt. Eine Wassertränke ist nicht integriert, was bedeutet, dass Wasser in einem Eimer über den Futtertroch zur Verfügung gestellt werden muss.

Eignung der Einstreumaterialien

Am LFZ Raumberg-Gumpenstein wurden unterschiedliche Einstreumaterialien auf Ihre Eignung untersucht. Es wurde die Auslassöffnung des Einstreubehälters eingestellt und ein 24 Stunden Testbetrieb gestartet.

Nach dem Testbetrieb wurde erhoben, ob es durch das Einstreumaterial zu Störung kommt bzw. ob das Einstreumaterial ausreichend verteilt wurde (*Tabelle 2*).

Grundsätzlich ist darauf zu achten, dass es sich um trockenes Material handelt, damit es zu keinen Brückenbildungen im Behälter kommt. Besonders gut geeignet sind Sägespä-

Tabelle 2: Auflistung des verwendeten Einstreumaterials

Material	Eignung
Sägespäne	Ja
Hobelspäne	Ja
Strohpellets	Ja
Rapsstroh gehäckselt/gemahlen	Ja
Getreidestroh gehäckselt/gemahlen	Ja
Getreidestroh gemulcht (Vorbauhäcksler beim Presse)	Bedingt
Getreidestroh geschnitten	Nein
Getreidestroh lang	Nein

ne, Hobelspäne, Strohpellets und fein gehäckselt oder gemahlene Raps- und Getreidestroh (Abbildung 4 und 5).

Diese Materialien lassen sich mit der passenden Höhe der Auslassöffnung und dem Intervall gleichmäßig und in variabler Menge sauber dosieren. Stroh, das direkt beim Pressvorgang mit Vorbauhäcksler gemulcht wurde, ist bedingt geeignet.

Wird es vor dem Befüllen entsprechend aufgelockert und die Auslassöffnung weiter geöffnet, ist es möglich auch dieses Material zu verwenden. Geschnittenes und langes Stroh ist zum automatischen Einstreuen nicht geeignet. Würde man die Streuöffnung so weit öffnen, dass das Material aus dem Behälter befördert werden kann, würde es sich nicht mehr dosieren lassen.

Funktion und Software

Wie in Tabelle 3 berechnet sind für die Reinigung der gesamten Lauf- und Liegefläche 106 Hübe bei einem Zeitbedarf von 23 Minuten notwendig. Leider gibt es in der Software keine Möglichkeit ein Reinigungsprogramm zu starten, so kann man die gesamte Box nur durch Verändern der eingestellten Parameter oder manuell über einen Taster am Pneumatikventil entleeren.

Die komplette Menüführung benötigt an sich etwas Einarbeitungszeit. Einerseits gibt es noch keine Übersetzung vom Englischen in die deutsche Sprache, andererseits wäre es besser nachvollziehbar wenn man die Reinigungsintensität nicht über die Anzahl der Hübe sondern in Zentimeter und Pausenzeit programmieren könnte.

Speziell für Betriebe, die über ein Netzwerk verfügen wäre eine Computeranbindung wertvoll, um die Prozesse auch vom Büro aus kontrollieren zu können.

Der Zugang in den Tierbereich erfolgt über das Frontgitter, was bei gefülltem Trog sehr mühsam sein kann. Eine separate Zugangstür wäre wünschenswert, sowie eine Vorrichtung um Wasser anzubieten oder um die Tränkeimer befestigen zu können.

Tabelle 3: Berechnung der Prozesszeit für eine Komplettreinigung

Vorschub des Gummibandes bei einem Hub	35 mm
Dauer pro Hub bis zum Start des nächsten Hub	13 sec
Länge Lauf- Liegefläche	3700 mm
Anzahl der Hübe für eine Komplettreinigung der nutzbaren Fläche	106 Hübe
Zeitbedarf für eine Komplettreinigung	23 min



Abbildung 4: Befüllter Einstreubehälter



Abbildung 5: Einstreumaterial auf der Liegefläche

Arbeitswirtschaft

Die tägliche Arbeit begrenzt sich neben den Fütterungsarbeiten auf die Kontrolle und das eventuell notwendige Auffüllen des Einstreumaterials (Abbildung 6). Je nach Reinigungsintensität ist es auch notwendig, den Mist, der aus der Kälberbox befördert wird, zu entfernen. Auf unserem Praxisbetrieb wurde täglich eingestreut (ungeschnittenes Stroh) und jeden zweiten Tag der aus der Box fallende Mist beseitigt. Für das Einstreuen wurde eine tägliche Arbeitszeit von 0,5 Minuten je Tier und Tag aufgewendet.

Für das Ausmisten im Frontbereich der Box wurden im Schnitt 0,81 min je Tier und Tag benötigt, wobei diese Arbeit im Durchschnitt alle 2,3 Tage erledigt wurde. Daraus ergibt sich eine Gesamtzeit für Einstreuen und Ausmisten von 1,31 min je Tier und Tag. Vergleicht man diese Gesamtzeit mit einem Gruppen-Iglu der Firma Calf-Tel (MultiMax) (EILERS und JÜLICH, 2011) so würde sich daraus ein Mehraufwand von 0,31min je Tier und Tag ergeben.

Dieser Mehraufwand ist einerseits durch die kleine Gruppengröße und andererseits durch die Inselfösung auf unserem Praxisbetrieb zu erklären, weite Entfernungen vom Strohlagertplatz und zum Mistendlager tragen negativ dazu bei.

Würde man den Moving Floor mit einer Schieber- oder Schubstangenentmistung kombinieren, um den Mist im Frontbereich automatisch zu entfernen, könnte man 61 %

der täglichen Arbeit einsparen und es würden nur 0,5 min je Tag und Tier für das Einstreuen aufgewendet.

Einsatzsicherheit

Bei entsprechender Einstellung der Einstreumatte ist mit keinen Störungen zu rechnen. Sollte die Einstreumatte zu

stark anwachsen kann es passieren, dass der Mist den Sicherheitsmechanismus (*Abbildung 7*) im Frontgitter auslöst und somit das komplette System blockiert. Die Technik funktionierte sowohl im Sommer - als auch im Winterbetrieb bis minus 20 Grad Außentemperatur ohne Probleme. Voraussetzung ist jedoch eine Druckluftversorgung mit Luftentfeuchter.

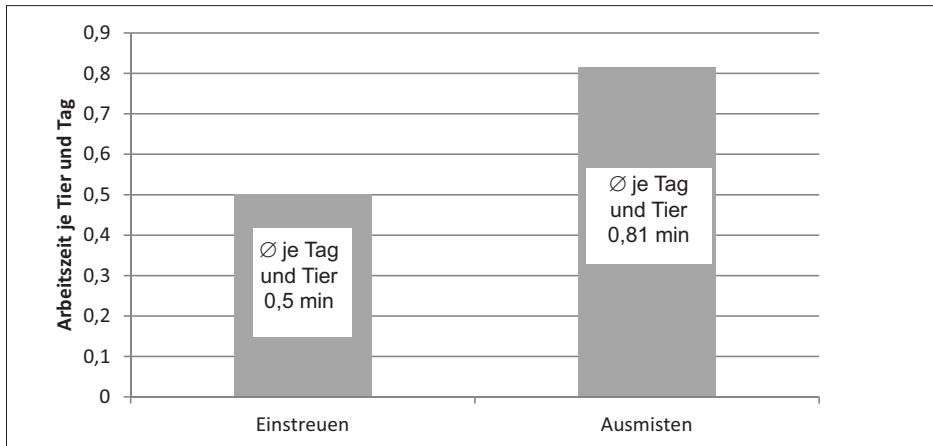


Abbildung 6: Arbeitszeitbedarf für Einstreuen und Ausmisten je Tier und Tag in Minuten auf dem Praxisbetrieb



Abbildung 7: Sicherheitssensor

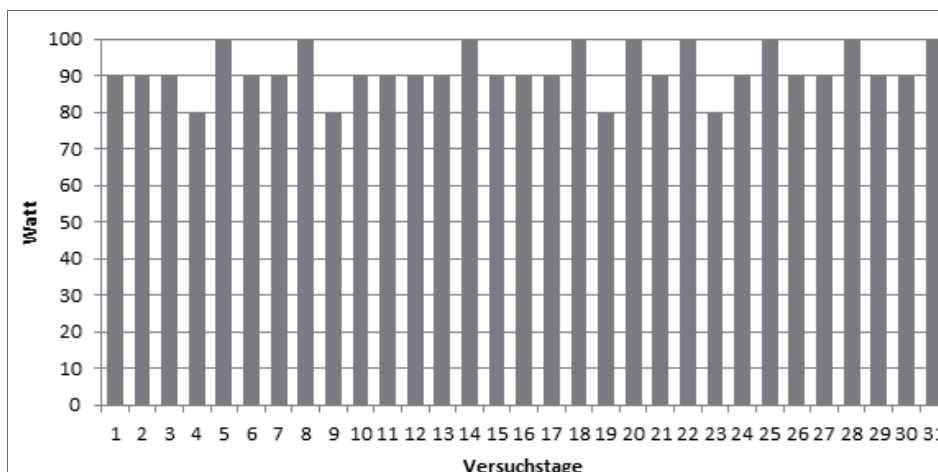


Abbildung 8: Stromverbrauch je Tag in einem Monat

Stromverbrauch

Der Stromverbrauch wurde mittels eines zwischengeschalteten Stromzählers aufgezeichnet. Aufgezeichnet wurde der Verbrauch je Minute. Zusammengefasst ergibt sich ein Stromverbrauch von 94,8 W/Tag. Der Stromverbrauch (*Abbildung 8*) bezieht sich lediglich auf die Steuerung und die Pneumatikventile. Der Verbrauch des Kompressors wurde nicht miterfasst, da dieser in der Hofwerkstatt auch anderweitig verwendet wurde und eine getrennte Aufzeichnung nicht möglich war.

Der Verbrauch für einen Entmistungszyklus beträgt 10 Watt. Dem Diagramm kann man entnehmen, dass zwischen 8 - und 10-mal je Tag ein Reinigungszyklus gestartet wurde. Die Schwankungen ergeben sich durch einen Pause-Intervall von 9300 Sekunden. Rechnerisch würde es so zu 9,3 Entmistungen je Tag kommen.

Druckluftverbrauch

Um den Druckluftverbrauch festzustellen wurde in der Zuleitung ein Druckluftzähler der Firma Testo (Testo 6441) installiert. Kombiniert mit einem Mikromec Datenlogger der Firma Technetics wurden im Minutentakt jeweils der Mittelwert und der Maximalwert aufgezeichnet. Der Volumstrom war so gering, dass er mit der eingesetzten Messtechnik nicht erfasst werden konnte. Herstellerangaben werden mit 2 Liter je Hub angegeben.

Klima

Die Temperatur und Feuchtedaten wurden mit Testostor

171-3 Datenloggern der Firma Testo in einem Aufzeichnungsintervall von 10 Minuten aufgezeichnet. Es wurde jeweils ein Datenlogger im Tierbereich, unter Dach und im Außenbereich montiert.

Der Temperaturverlauf (Abbildung 9) war im ausgewählten Zeitraum und bei Minustemperaturen unter Dach und im Außenbereich annähernd gleich. Im Tierbereich ergab sich trotz der offenen Seitenwände über den gesamten Messzeitraum im Durchschnitt eine um 1,1 Grad höhere Temperatur. Die drei geschlossenen Seiten ermöglichen somit das gewünschte zugluftfreie Mikroklima im Tierbereich.

Kalkulation

In der angestellten Kalkulation (Tabelle 4) wurde eine komplette Automatisierung des Systems „Moving Floor“ unterstellt. Um den Mist im Frontbereich zu entfernen wurde eine Schubstangenentmistung mit Hochförderer zugrunde gelegt. Da diese Erweiterung für mehrere Boxen geeignet ist, wurde sie mit einem Anteil von einem Viertel einer Box hinzugerechnet. Demnach ergeben sich Gesamtkosten bei einer Box von € 207,48 je Jahr und Tier.

Für einen Gruppeniglu, der Platz für fünf Tiere bietet, entstehen Jahreskosten je Tier in der Höhe von € 44,20. Unterstellt man eine Einsparung von 4,92 Stunden je Tier und Tag und multipliziert es mit einem Stundenlohn von € 10,- Euro, so ergeben sich noch immer Kosten in der Höhe von € 158,20 je Tier und Jahr.

Kalkulatorisch über die Arbeitszeiteinsparung ergibt sich somit kein Kostenvorteil für dieses System gegenüber herkömmlichen Systemen.

Nicht untersucht wurden die geringere Einstreumenge und die möglicherweise höhere Tiergesundheit aufgrund einer geringeren Keimbelastung, die diesem System eventuell zugutekommen würden.

Literatur:

EILERS, U. und S. JÜLICH (2011): Verfahrenstechnischer Vergleich verschiedener Systeme für die Kälbergruppenhaltung, Versuchsbericht // Landwirtschaftliches Zentrum für Rinderhaltung, Grünlandwirtschaft, Milchwirtschaft, Wild und Fischerei, LAZBW ; 2011,1

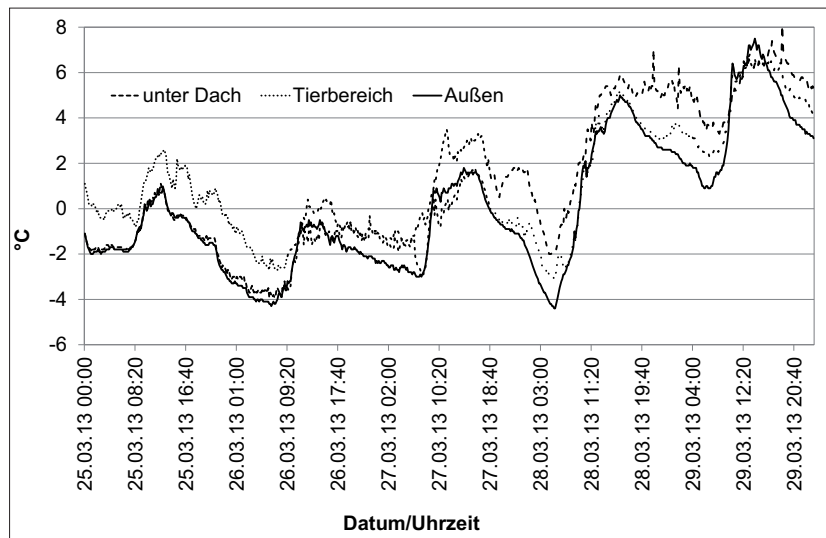


Abbildung 9: Temperaturverlauf in einem ausgewählten Zeitraum

Tabelle 4: Vergleich Gruppeniglu - vollautomatisierter Moving floor

	Gruppeniglu	MovingFloor Vollautomatisiert	
Preis je Box	€ 2.210,00	€ 6.500,00	Jahre
Preis Schubstangenentmistung (1/4)		€ 1.550,00	
Nutzungsdauer	10	10	Jahre
Tiereanzahl	5	4	Tiere
Abschreibung	€ 44,20	€ 201,25	Jahre/Tier
Jahresstromverbrauch 34,6kW á 0,18 Cent/kW		€ 6,23	Jahre
Gesamtkosten je Tier und Jahr	€ 44,20	€ 207,48	
Einsparpotential in Minuten je Tag und Tier		0,81	Minuten
Einsparpotential in Stunden je Jahr und Tier		4,9	Stunden
Stundenlohn		€ 10,00	
Einsparung je Jahr und Tier durch Arbeitszeit		€ 49,28	
Gesamtkosten je Jahr und Tier abzüglich	€ 44,20	€ 158,20	

Tabelle 5: Technische Daten der Kälberbox

Gesamtlänge mit/ohne Dachkonstruktion	5000 mm/4400 mm
Gesamtbreite mit/ohne Dachkonstruktion	2170 mm/2100 mm
Gesamthöhe mit/ohne Dachkonstruktion	2500 mm/1470 mm
Gewicht mit/ohne Dachkonstruktion inkl. Fressgitter und Trog	570 kg/530 kg
Strohbehälter	
Länge	1900 mm
Breite	330 mm
Höhe	910 mm
Fassungsvermögen	0,57 m³
Nutzbarer Tierbereich	
Länge	3700 mm
Breite	1910 mm
Nutzbare Fläche	7,07 m²
Energieversorgung	
Stromversorgung	220 Volt
Druckluft	120 – 140 Psi/8 – 10b ar

Kompoststall - funktionell und tiergerecht?

Elfriede Ofner-Schröck^{1*}, Michael Zähler², Gregor Huber¹, Kathrin Guldemann²,
Thomas Guggenberger¹ und Johann Gasteiner¹

Zusammenfassung

Kompostställe für Milchvieh erfreuen sich auch in Mitteleuropa immer größerer Beliebtheit. Ein Kompoststall ist eine Zweiflächenbucht, bei der die Liegefläche mit Sägespänen, Hobelspänen oder feinen Hackschnitzeln eingestreut wird und diese unter Einarbeitung von Kot und Harn geruchsneutral verrotten. In einem gemeinsam Forschungsprojekt zwischen dem Lehr- und Forschungszentrum Raumberg-Gumpenstein (LFZ) und der Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon (ART) wurden unter anderem die Themenbereiche Technopathien, Tierverschmutzung, Liegeverhalten und die aktuelle Lahmheitssituation in Kompostställen beleuchtet. Die Untersuchungen wurden an insgesamt 138 Kühen auf fünf österreichischen Kompoststallbetrieben durchgeführt. Im Liegeverhalten (Anteil stehender und liegender Kühe, Wahl des Liegeplatzes) zeigten die Kühe keine Unterschiede zwischen den Tageszeiten bzw. Temperaturen. Große Unterschiede im Liegeverhalten waren zwischen den Betrieben erkennbar. Die Tierverschmutzung lag im Durchschnitt bei 0,44, wobei das Euter am saubersten und der Unterschenkelbereich am schmutzigsten war. Die Veränderungen an Karpal- und Tarsalgelenken waren sehr gering. Die Lahmheitsbeurteilungen zeigten einen Anteil von 25 % lahmen Kühen. Dieser Prozentsatz liegt deutlich unter einer Reihe von Ergebnissen auf Liegeboxenlaufstallbetrieben (31 – 46 %) und ist sehr positiv zu bewerten. Aus den vorliegenden Ergebnissen kann der Kompoststall als tiergerechtes System bezeichnet werden. Fortführende Untersuchungen zur Analyse weiterer Einflussfaktoren auf die Tiergesundheit sowie zur Klärung noch offener Fragen zur Wirtschaftlichkeit und zu alternativen Einstreumaterialien sind anzustreben.

Schlagwörter: Kompoststall, Rind, Verhalten, Sauberkeit, Lahmheit

Summary

Compost barns for dairy cattle are showing increased popularity also in Central Europe. The compost barn typically consists of a large bedded lying area and a solid feeding alley. The lying area is mostly bedded with sawdust or dry fine wood shavings or wood chips and has to be aerated twice a day. In a joint research project between the Agricultural Research and Education Centre Raumberg-Gumpenstein (AREC) and the Agroscope Reckenholz-Tänikon (ART) among others, the topics skin lesions, cleanliness, lying behaviour and the current lameness situation of animals in compost barns were analyzed. The investigations were conducted on five Austrian dairy farms keeping a total of 138 cows in compost barns. Concerning lying behaviour cows showed no differences between times of day and temperatures. Large differences in lying behavior were evident between farms. The dirtiness of animals averaged 0.44, while the udder was the cleanest and the lower leg the dirtiest area. Only a few lesions in carpal and tarsal joints could be found. In lameness assessments 25 % of cows were scored to be lame in compost barns. This percentage is significantly lower than a series of results on cubicle housing systems (31 - 46%). From the present results, the compost barn can be seen as an animal-friendly system. Further investigations are desirable to analyze other factors affecting animal health and to resolve any outstanding issues concerning economy and alternative litter materials.

Keywords: compost barn, cattle, behaviour, cleanliness, lameness

1. Einleitung und Problemstellung

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. Neben den bereits bekannten Tiefstreu- und Tretmistsystemen hat sich in letzter Zeit auch in Mitteleuropa ein alternatives System mit freier Liegefläche etabliert – der Kompoststall.

In Israel und Amerika werden Kompostställe bereits seit längerer Zeit erfolgreich gebaut und betrieben. Aus Amerika – insbesondere Minnesota – stammen auch ein Großteil der derzeit vorliegenden wissenschaftlichen Erkenntnisse zu diesem Stallsystem (BARBERG et al., 2007a; BARBERG et al., 2007b; ENDRES & BARBERG, 2007; ESPEJO et al., 2006; JANNI et al., 2007). Praktische Erfahrungen in Österreich und in der Schweiz liegen insbesondere durch die Tätigkeit der Bauberatung der Landwirtschaftskammer

¹ LFZ Raumberg-Gumpenstein, Abteilung für Tierhaltung und Aufstallungstechnik, Raumberg 38, A-8952 IRDNING

² ART Reckenholz-Tänikon, Gruppe Bau, Tier und Arbeit, Tänikon, CH-8356 ETTENHAUSEN

* Ansprechperson: Dr. Elfriede Ofner-Schröck, E-mail: elfriede.ofner-schroeck@raumberg-gumpenstein.at

Oberösterreich vor. Sie hat wesentlich zur Etablierung des Kompoststalles in unseren Breiten beigetragen.

Als Vorteil des Kompoststalles wird häufig auch eine Verbesserung der Tiergerechtheit und Tiergesundheit genannt. Erste, zum Teil aus Amerika stammende, wissenschaftliche Studien zeigten in Kompostställen geringere Häufigkeiten an Lahmheiten, Sprunggelenksveränderungen, und Mastitisinfektionen, weniger Umweltkeime in der Einstreu, niedrigere Tank-Zellengehalte und bessere Brunsterkennungsraten (BARBERG et al. 2007a; LOBECK et al., 2011; van GASTELEN et al., 2011).

Beschreibung des Systems Kompoststall

Der Kompoststall ist, wie bereits eingangs erwähnt, ein Stallsystem mit freier Liegefläche, bei dem das Liegeverhalten der Tiere nicht durch Stalleinrichtungsgegenstände gesteuert oder eingeschränkt wird. Lange und breite Liegepositionen oder volle Seitenlage sind in diesem System möglich. Zumeist wird ein Kompoststall als Zweiflächenbucht mit eingestreuter Liegefläche und befestigtem Fressgang betrieben. Der Fressgang kann entweder planbefestigt oder mit Spaltenboden ausgestattet sein. Hinsichtlich des Einstreumaterials für die Liegefläche gibt es verschiedene Ansätze. Entweder wird bereits fertiger Kompost (z. B. Hecken – oder Gartenkompost) in den Stall eingebracht oder die Einstreu (z. B. Säge- oder Hobelspäne) durchläuft erst im Stall einen Kompostierungsprozess (HOLZEDER, 2012). In Österreich liegen derzeit insbesondere mit Säge- und Hobelspänen gute Erfahrungen vor. Hobel- und Sägespäne sind saugfähig, lassen sich gut bearbeiten und bilden eine lockere Kompostmatratze.

Zu Beginn wird mit einer ca. 25 bis 30 cm hohen Einstreu-Matratze gestartet, auf die alle 2 bis 7 Wochen eine Einstreumenge von zirka 0,4 bis 1,3 m³/Tier nachgestreut wird (10 – 15 m³/Tier und Jahr). Das Liegeflächenmaterial wird ein- bis zweimal täglich mit einem Grubber oder Kultivator bis zu einer Tiefe von 20 bis 25 cm gelockert und der anfallende Kot und Harn eingearbeitet. So gelangt Luft in die Matratze, sodass das Gemisch mithilfe aerober Mikroorganismen verrotten kann (HOLZEDER, 2011). Es ergibt sich ein locker-krümeliges Liegeflächenmaterial. Durch den Kompostierungsvorgang steigt die Temperatur in der Matratze an. Diese soll im Idealfall zwischen 40 und 70 °C liegen, um die organische Substanz rasch umzusetzen, pathogene Keime abzutöten, aber nützliche Keime zu fördern (HOLZEDER, 2012). Der Aufbau einer neuen Matratze sollte möglichst nicht in der kalten Jahreszeit erfolgen, da bei Kälte der Rotte-Prozess nur schwer in Gang kommt. Der Liegebereich kann durch Mauern vom Fressgang getrennt oder zirka 30 bis 50 cm tiefer liegend angeordnet werden. Zweimal im Jahr (Frühjahr und Herbst), wenn die Kompost-Matratze etwa eine Dicke von 50 bis 60 cm erreicht hat, wird entmistet.

Die Größe der Liegefläche ist von entscheidender Bedeutung für die Sauberkeit und das Wohlbefinden der Tiere aber auch für die Wirtschaftlichkeit des Stallsystems. Während in Israel eine Fläche zwischen 13 und 20 m² pro Tier zur Verfügung steht, arbeitet man in den USA mit 7,5 bis 9,2 m² großen Liegeflächen pro Kuh (LEIFKER, 2010). Hinsichtlich Liegeflächengröße, räumlicher Aufteilung und Bewirtschaftung (Einstreu, Entmistung) sind die in

Österreich gebräuchlichen Systeme eher mit den amerikanischen zu vergleichen. Positive Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit haben einfache Baukonstruktionen mit geringeren Baukosten sowie ein vergleichsweise geringer Arbeitszeitbedarf für die Pflege der Liegeflächen. Von großer Relevanz in Bezug auf die Wirtschaftlichkeit des Kompoststall-Systems ist aber die Verfügbarkeit von günstigen Einstreumaterialien. Dabei waren im zeitlichen Verlauf und in unterschiedlichen Regionen in letzter Zeit Preise von 6 bis 23 €/m³ Sägespäne zu beobachten. Hier muss betriebsindividuell nach günstigen Bezugsquellen gesucht werden bzw. sind auch weitere Forschungsarbeiten zu alternativen Einstreumaterialien anzustreben. Jedenfalls kann der Kompoststall als interessantes System für Betriebe im Grünland mit geringer Strohverfügbarkeit gesehen werden.

2. Tiere, Material und Methode

In einem gemeinsamen Forschungsprojekt zwischen dem Lehr- und Forschungszentrum Raumberg-Gumpenstein (LFZ) und der Eidgenössischen Forschungsanstalt Agroscope-Reckenholz-Tänikon (ART) wurden die Rahmenbedingungen zum Bau und Betrieb von Kompostställen für die Milchviehhaltung analysiert. Dabei wurden unter anderem die Themenbereiche Technopathien, Tierverschmutzung, Liegeverhalten und die aktuelle Lahmheitssituation beleuchtet.

Erhebungen zum Tierverhalten, zur Tiersauberkeit, zu Technopathien und Lahmheitsbeurteilungen fanden auf fünf österreichischen Kompoststallbetrieben in Oberösterreich und der Steiermark statt. Die Untersuchungen wurden an insgesamt 138 Kühen durchgeführt. Die Herdengröße der Betriebe bewegte sich zwischen 18 und 35 Kühen. In eine Fragebogenerhebung wurden noch zwei weitere oberösterreichische Betriebe, also insgesamt sieben Kompoststallbetriebe, einbezogen.

2.1 Tierverhalten

Die Liege- und Stehplatzwahl der Tiere wurde durch Direktbeobachtung erhoben. Auf jedem Betrieb wurde an zwei Tagen das Verhalten von 10 Fokustieren während der Zeitperioden 10:30 bis 12:30 h und 14:00 bis 16:00 h im 5-Minuten-Intervall erfasst. Es wurde unterschieden, ob und wo die Tiere liegen – am Rand (Nähe Außenwand, Nähe Innenwand), im Zentrum oder außerhalb der Liegefläche. Außerdem wurden die zum jeweiligen Zeitpunkt aufgesuchten Orte für das Stehen dokumentiert.

2.2 Tiersauberkeit

Die Sauberkeit der Tiere wurde nach dem Schema von FAYE und BARNOUIN (1985) an allen Tieren der Herde bewertet. Diese Schema beurteilt die Tiere an fünf Körperregionen (Zonen) nach fünf Noten (0 = keine Verschmutzung bis 2 = total verschmutzt oder mit dicken Krusten bedeckt):

Zone 1: Fläche zwischen Schwanzansatz, Sitzbeinhöcker u. Bereich der Euteraufhängung

Zone 2: Euter von hinten betrachtet

Zone 3: Unterschenkel, Fläche Tarsus bis Afterklaue

Zone 4: Euter seitlich betrachtet

Zone 5: Oberschenkel, Fläche Keule bis Tarsus

2.3 Veränderungen am Tier (Technopathien)

Die Veränderungen (Technopathien) am Tier wurden ebenfalls bei allen Tieren der Herde nach dem System EKESBO (1984) bewertet. Die Beurteilung beschränkte sich auf Carpus, Tarsus und Tarsalhöcker. Es wurden haarlose Stellen, trockene Krusten und offene Wunden jeweils nach Größe sowie Schwellungen erhoben.

2.4 Lahmheiten

Im vorliegenden Projekt wurden die Tiere nach einem von WINCKLER & WILLEN (2001) entwickelten Schema beurteilt, bei dem der Grad der Lahmheit nach fünf Scores (Werten) eingestuft wird:

- 1 normal Gang unbeeinträchtigt
- 2 geringgradig lahm klammer Gang, vorsichtiges Fußten
- 3 mittelgradig lahm verkürzte Schrittlänge mit einer Gliedmaße
- 4 lahm verkürzte Schrittlänge mit mehreren Gliedmaßen oder deutliche Entlastung einer Gliedmaße
- 5 hochgradig lahm zusätzliches Unvermögen oder extremes Widerstreben, wenn eine oder mehrere Klauen belastet werden

Vor der Lahmheitsbeurteilung wurden die Tiere im Fressgitter fixiert, dann einzeln abgelassen und beim Gehen am Fressgang beurteilt.

2.5 Fragebogenerhebung

Neben den direkten Untersuchungen im Stall wurde auf sieben Kompoststallbetrieben auch eine Fragebogenerhebung durchgeführt. Anhand eines insgesamt 27 Fragen umfassenden Bogens wurden allgemeinen Betriebsangaben, Fragen zum Tierbestand, zur Milchleistung, zu Stallbau und Haltung, Einstreu und persönlicher Einschätzung des Systems im Gespräch mit den Betriebsleitern erörtert.

2.6 Statistische Datenauswertung

Die Datenauswertung erfolgte mit Microsoft Excel und den Statistik-Softwarepaketen R und Statgraphics Centurion.

3. Ergebnisse und Diskussion

In diesem Beitrag werden ausgewählte Ergebnisse des Forschungsprojekts „Rahmenbedingungen für den Einsatz von Kompostställen in der Milchviehhaltung“ vorgestellt. Eine Gesamtdarstellung aller Ergebnisse

gibt der Abschlussbericht zu diesem Projekt (OFNER-SCHRÖCK et al., 2013).

3.1 Tierverhalten

Die Anteile an stehenden und liegenden Kühen zeigen, dass neben den Unterschieden zwischen Vormittag und Nachmittag vor allem sehr große Unterschiede zwischen den Betrieben bestehen (Tabelle 1). Im vorliegenden Temperaturbereich konnte kein Zusammenhang zwischen der Temperatur und dem Anteil liegender Kühe beobachtet werden. Auch bei höheren Temperaturen war kein Meiden der Liegefläche erkennbar. Weiters standen nur sehr selten und nur wenige Tiere auf der Liegefläche. Hinsichtlich des Liegeortes gab es keine Unterschiede zwischen Vormittag und Nachmittag (Abbildung 1). Viel größer waren auch hier die Unterschiede zwischen den Betrieben. Einen großen Einfluss auf die Wahl der Liegeplätze und auf das Liegeverhalten insgesamt hat die bauliche Anordnung und Form der Liegefläche (lang und schmal bis kurz und breit). Die offene Bauweise mit einer guten Durchlüftung bei allen Betrieben ermöglichte auch bei warmen Temperaturen ein gutes Stallklima. ZÄHNER (2001) konnte in Untersuchungen zeigen, dass Kühe im Sommer vermehrt offene und im Winter eher geschützte Liegebereiche nutzen.

Tabelle 1: Anteil stehender und liegender Kühe sowie Temperatur in den zwei Tagesperioden auf den fünf untersuchten Kompoststallbetrieben.

Periode	Betrieb	Anteil stehender Tiere [%]			Anteil liegender Tiere [%]			Temperatur [°C]		
		Mittel	Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.
Vor-mittag	1	76.4	46.4	100.0	23.6	0.0	53.6	16.5	16.1	16.9
	2	45.3	13.0	100.0	54.7	0.0	87.0	15.4	12.9	18.5
	3	51.8	31.3	78.8	48.2	21.2	68.8	19.8	17.0	22.4
	4	42.8	10.0	90.0	57.2	10.0	90.0	20.9	19.6	25.0
	5	59.8	10.0	100.0	40.2	0.0	90.0	20.4	19.1	26.0
Nach-mittag	1	36.5	10.7	64.3	63.5	35.7	89.3	19.0	17.5	21.3
	2	22.6	0.0	100.0	77.4	0.0	100.0	17.6	13.9	22.2
	3	69.6	33.3	100.0	30.4	0.0	66.7	21.1	18.8	23.9
	4	55.5	30.0	80.0	44.5	20.0	70.0	22.5	21.2	24.0
	5	71.5	40.0	100.0	28.5	0.0	60.0	21.7	20.7	22.6

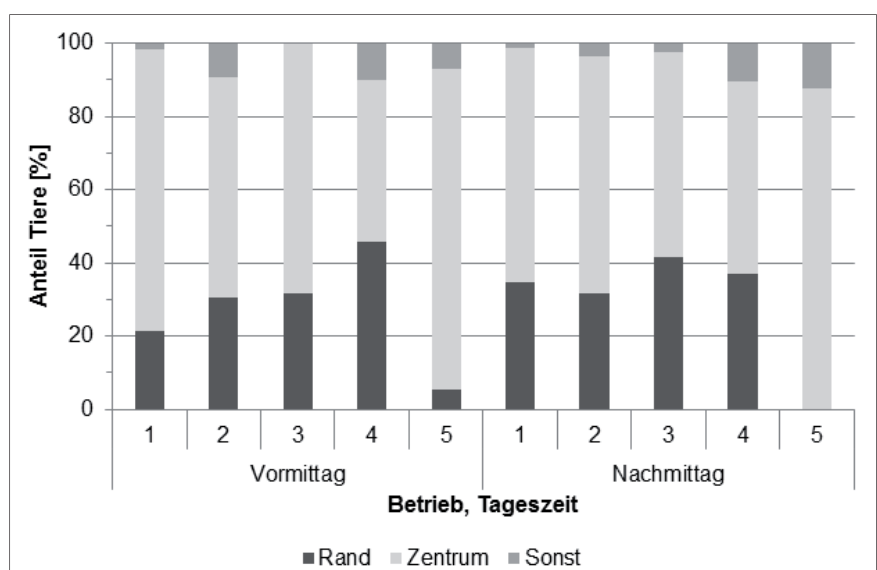


Abbildung 1: Anteil der liegenden Kühe in verschiedenen Bereichen auf (Rand, Zentrum) und außerhalb (Sonst) der Liegefläche.

Tabelle 2: Tierverschmutzung gegliedert nach Betrieben und Zonen (Körperregionen)

		Mittelwerte Verschmutzung					Mittelwert aller Zonen	Summe der Zonen (Index)
Betrieb	Tierzahl	Schwanzansatz	Euter hinten	Unterschenkel	Euter seitlich	Oberschenkel		
1	27	0,70	0,26	1,26	0,26	0,81	0,66	3,29
2	23	0,72	0,41	1,04	0,30	0,37	0,57	2,84
3	32	0,50	0,25	0,56	0,14	0,14	0,32	1,59
4	18	0,21	0,16	0,26	0,08	0,21	0,18	0,92
5	35	0,51	0,29	0,79	0,19	0,41	0,44	2,19
Mittelwert aller Kühe n=135		0,54	0,28	0,80	0,19	0,39	0,44	2,17

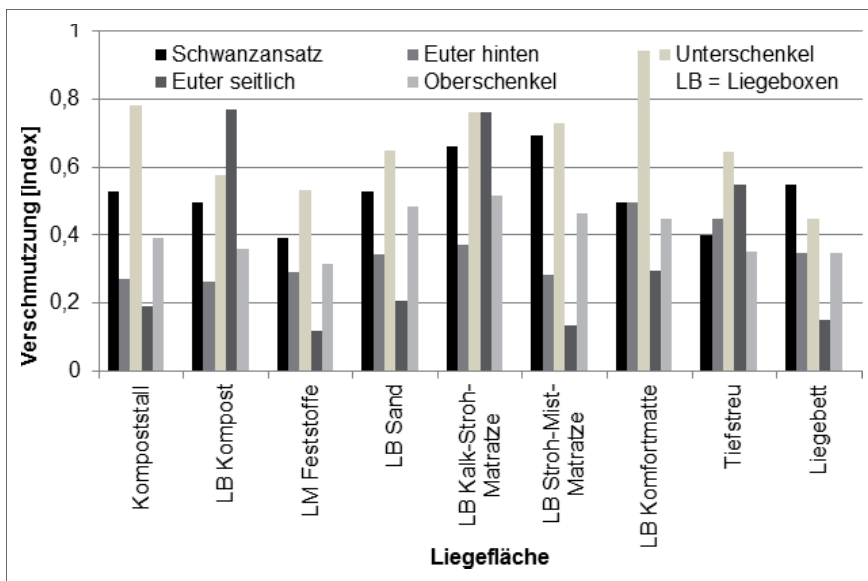


Abbildung 2: Tierverschmutzung in unterschiedlichen Haltungssystemen (Vergleichswerte zum Kompoststall aus KECK et al., 2004; ZÄHNER et al., 2009)

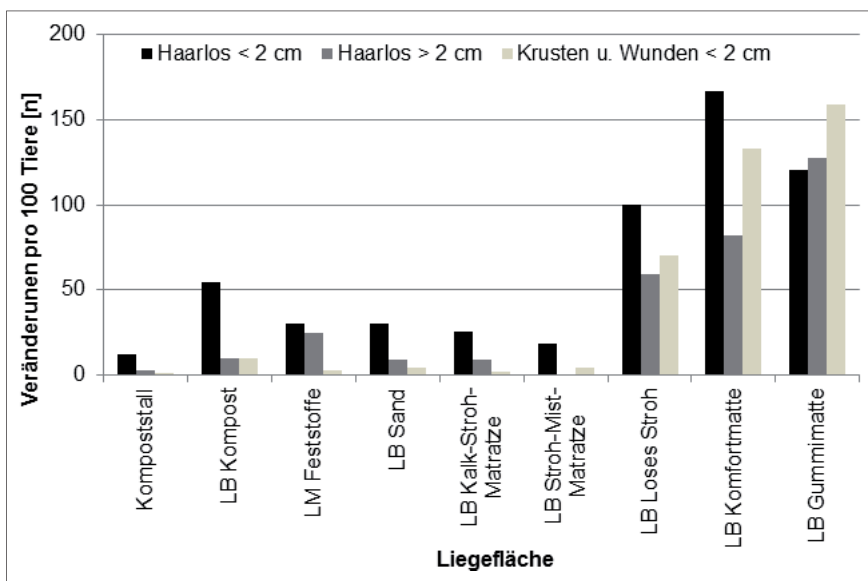


Abbildung 3: Tiere mit Veränderungen an den Gelenken in unterschiedlichen Haltungssystemen (Vergleichswerte zum Kompoststall aus ZÄHNER et al., 2009; BUCHWALDER, 1999; SCHAUB et al., 1999).

3.2 Tiersauberkeit

Tabelle 2 stellt die Ergebnisse zur Tiersauberkeit zusammenfassend dar. Der Gesamtschnitt über alle Zonen lag bei 0,44. Die am stärksten verschmutzte Körperregion war die Zone 3 (Unterschenkel, Fläche Tarsus bis Afterklaue) mit einer Durchschnittsnote von 0,80; die geringste Verschmutzung lag in der Zone 4 (Euter seitlich betrachtet) mit einer Durchschnittsnote von 0,19 vor. Wie *Abbildung 2* zeigt, ist die Sauberkeit der Tiere mit anderen Haltungssystemen vergleichbar (KECK et al., 2004; ZÄHNER et al., 2009). HÖRNING (2003) fand in Liegeboxenlaufställen eine durchschnittliche Verschmutzung von 0,40 (54 Betriebe), in Tiefstreu-ställen 0,59 (30 Betriebe) und in Tretmistställen 0,77 (29 Betriebe), betonte jedoch die hohen Schwankungen innerhalb eines Systems.

Die Tiere im Kompoststall weisen eine gute Sauberkeit auf. Die höhere Verschmutzung im Bereich des Unterschenkels entsteht vermutlich größtenteils auf den Fressgängen. Die sehr geringe Verschmutzung des Euters ist im Hinblick auf die Eutergesundheit positiv zu bewerten, da insbesondere die Euterverschmutzung mit einem erhöhten Risiko für die Infektion mit pathogenen Keimen verknüpft ist (SCHREINER & RUEGG, 2003). Betriebsindividuelle Einflüsse wie Besatzdichte, aber auch das Management des Kompoststalles wie die Frequenz des Einstreuens und Entmistens, Einstreumaterial und Einstreumengen sowie die „Kotkonsistenz“ der Tiere sind bei der Interpretation der Tierverschmutzung zu berücksichtigen.

3.3 Veränderungen am Tier (Technopathien)

In den untersuchten Kompoststallbetrieben lagen hinsichtlich Technopathien nur geringe Veränderungen an den Tieren (n = 135) vor. Haarlose Stellen < 2 cm wiesen im Mittel 9,6 % aller Kühe (Max: 25,9 %; Min: 2,2 %) auf. Haarlose Stellen > 2 cm waren im Mittel an 2,2 % aller Kühe (Max: 12,6 %; Min: 0 %) zu finden. Trockene Krusten < 2 cm zeigten im Mittel 0,7 % aller Kühe (Max: 4,4 %; Min: 0 %). Eine Schwellung lag nur bei einer einzigen Kuh vor und offene

Wunden waren an keinem Tier feststellbar. Vergleicht man den Anteil an Tieren mit intaktem Haarkleid an den Gelenken mit Werten aus anderen Haltungssystemen, so ergibt sich das in *Tabelle 3* und *Abbildung 3* dargestellte Bild. Im Kompoststall weisen im Mittel 82,6 % aller Tiere ein intaktes Haarkleid an den Gelenken auf. Dies ist nach den genannten Autoren ein vergleichbarer Wert zum Liegeboxenlaufstall mit Stroh-Mist-Matratze (86,2 %). Die von BARBERG et al. (2007a) durchgeführte Erhebung zum Tierwohl in Kompostställen in Minnesota (USA) ergab bei 25 % der Tiere (n = 796) Veränderungen am Tarsus. Dabei hatten 24 % der Tiere haarlose Stellen und bei den restlichen 1 % der Tiere handelte es sich um Schwellungen. Bei sieben von zwölf Herden wurden keine Veränderungen gefunden.

3.4 Lahmheiten

Tabelle 4 zeigt die auf dem jeweiligen Betrieb festgestellten Lahmheitsgrade. Betrachtet man die Gesamtheit der beurteilten Kühe (n = 138), so wiesen 42,0 % einen Wert von 1; 31,9 % einen Wert von 2; 16,7 % einen Wert von 3; 6,5 % einen Wert von 4 und 2,2 % einen Wert von 5 auf (*Abbildung 4*, *Tabelle 4*). Bei der weiteren Auswertung wurden zur besseren Übersicht und Vergleichbarkeit mit Literaturangaben die Werte 3 + 4 + 5 als „lahm“ und 1 + 2 als „nicht lahm“ zusammengefasst (*Tabelle 5*). In der Gesamtheit aller beurteilten Kühe (n = 138) waren somit 73,9 % als „nicht lahm“ und 25,4 % als „lahm“ einzustufen.

Als Vergleich dazu werden Werte aus Lahmheitsbeurteilungen herangezogen, die nach völlig gleicher Methodik auf zehn Liegeboxenlaufstallbetrieben in der Steiermark durchgeführt wurden (OFNER-SCHRÖCK et al., 2009). In der Gesamtheit aller dabei beurteilten Kühe (n = 175) waren 54,3 % als „nicht lahm“ und 45,7 % als „lahm“ einzustufen. *Abbildung 4* zeigt die auf den Liegeboxenlaufstallbetrieben festgestellten Lahmheitsgrade.

Vergleicht man die Beurteilungsergebnisse auf den fünf Kompoststallbetrieben und den zehn Liegeboxenlaufstallbetrieben, so zeigen sich signifikante Unterschiede in der Anzahl an lahmen Kühen ($p < 0,001$). Während auf den Kompoststallbetrieben nur rund 25 % aller Kühe als „lahm“

Tabelle 3: Anteil an Tieren mit intaktem Haarkleid an den Gelenken in unterschiedlichen Haltungssystemen [%] (Vergleichswerte zum Kompoststall aus ZÄHNER et al., 2009; BUCHWALDER, 1999; SCHAUB et al., 1999).

	Mittelwert	Standardfehler	Maximum	Minimum
Kompoststall	82,6	8,3	97,1	52,2
LB Kompost	59,3	6,0	66,7	52,0
LB Feststoffe	59,3	9,3	72,3	46,2
LB Sand	52,3	5,1	65,0	37,5
LB Kalk-Stroh-Matratze	78,2	2,5	82,0	58,0
LB Stroh-Mist-Matratze	86,2	4,8	95,0	68,2
LB Loses Stroh	32,1	13,8	76,5	0,0
LB Komfortmatte	14,6	3,7	44,4	0,0
LB Gummimatte	9,8	3,1	18,8	4,8

LB = Liegeboxen

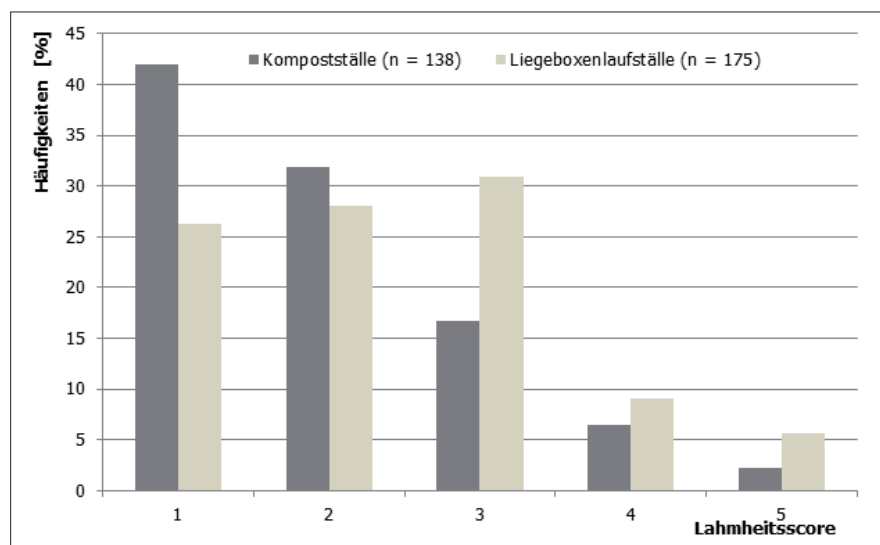


Abbildung 4: Lahmheitsgrade aller Kühe (n=138) der untersuchten Kompoststallbetriebe im Vergleich zu den Lahmheitsgraden aller Kühe (n=175) der untersuchten Liegeboxenlaufstallbetriebe nach OFNER-SCHRÖCK et al. (2009).

Tabelle 4: Lahmheitsgrade je Kompoststallbetrieb in Prozent der gehaltenen Kühe.

Betrieb Nr.	Kuhzahl	Score 1	Score 2	Score 3	Score 4	Score 5
1	34	38,2	29,4	14,7	14,7	2,9
2	21	33,3	23,8	23,8	9,5	9,5
3	30	33,3	36,7	26,7	3,3	0,0
4	18	50,0	27,8	16,7	0,0	0,0
5	35	54,3	37,1	5,7	2,9	0,0
Summe	138	42,0	31,9	16,7	6,5	2,2

Tabelle 5: Zusammengefasste Lahmheitsgrade der in den Kompostställen gehaltenen Kühe (Scoregrade 1 + 2 = „nicht lahm“; Scoregrade 3 + 4 + 5 = „lahm“)

Betrieb Nr.	Kuhzahl (Score 1 + 2)	% „nicht lahme“ Kühe (Score 3 + 4 + 5)	% „lahme“ Kühe
1	34	67,6	32,4
2	21	57,1	42,9
3	30	70,0	30,0
4	18	77,8	16,7
5	35	91,4	8,6
Summe	138	73,9	25,4

einzustufen waren, fielen auf den Liegeboxenlaufstallbetrieben rund 46 % in diese Kategorie. Fortführende Untersuchungen zur Analyse weiterer Einflussfaktoren (z. B. Fütterung, Klauenpflege) und zur Vergrößerung der Stichprobe sind anzustreben. Untersuchungen anderer Autoren

auf österreichischen Liegeboxenlaufstallbetrieben zeigten einen Anteil von 31 % lahmen Tieren (Stichprobengröße = 30 Betriebe, DIPPEL et al. 2009) bzw. 36 % lahmen Tieren (Stichprobengröße = 80 Betriebe, MÜLLEDER et al., 2004). In der von BARBERG et al. (2007a) durchgeführten Erhebung in Kompostställen in Minnesota (USA) wurde bei 7,8 % der Tiere (n = 793) eine klinische Lahmheit anhand des fünfstufigen Systems nach SPRECHER et al. (1997) festgestellt. In zwei von zwölf Herden war keine lahme Kuh vorzufinden.

3.2 Ausgewählte Ergebnisse der Fragebogenerhebung

Auf sieben Kompoststallbetrieben wurde neben den direkten Untersuchungen im Stall auch eine Fragebogenerhebung durchgeführt. Nachfolgend werden einige ausgewählte Ergebnisse daraus dargestellt.

Klauenerkrankungen im Vergleich zum vorher verwendeten System. Alle Betriebsleiter gaben an, dass im Kompoststall weniger Klauenerkrankungen auftreten als im zuvor verwendeten Haltungssystem und dass sich die Klauengesundheit generell verbessert hat. Drei der besuchten Betriebe hielten ihre Kühe vor dem Bau des Kompoststalles in Anbindehaltung, ein Betrieb in einem Tiefstreusystem und ein Betrieb in einem Liegeboxenlaufstall. Aktuell treten nach Angabe der Betriebsleiter kaum Klauenerkrankungen in ihrer Herde auf (0 – 1 Erkrankung pro Jahr).

Klauenpflege. Die befragten Landwirte gaben an, im Durchschnitt etwa einmal jährlich bzw. bei Bedarf eine Klauenpflege durchzuführen. Durch eine zweimal jährlich durchgeführte, fachgerechte funktionelle Klauenpflege könnte die Häufigkeit von Lahmheiten gegebenenfalls noch weiter gesenkt werden.

Hygiene und Eutergesundheit. Die Eutergesundheit wird neben anderen Faktoren auch von der Art des Haltungssystems beeinflusst. Diesbezüglich zogen alle Kompoststallbetreiber im Vergleich zum zuvor verwendeten Haltungssystem eine positive Bilanz: sauberere Tiere, weniger Mastitiden, generell verbesserte Eutergesundheit.

Stallboden im Fressgang und Auslauf. Der Fressgang ist auf zwei Betrieben als Spaltenboden (auf einem Betrieb: gummiert) und auf drei Betrieben als planbefestigter Betonboden ausgeführt. Auf den vier Betrieben, die ihren Kühen einen Auslauf anbieten, wird dreimal eine planbefestigte Betonfläche und einmal eine Kombination aus planbefestigtem Beton und Spaltenboden verwendet.

Einstreuart und -zusammensetzung. Auf den im Projekt besuchten Praxisbetrieben wurden Sägespäne, Hobelspäne und Hackschnitzel vor allem aus der Holzart Fichte (zum Teil auch Pappel) eingesetzt. Hobel- und Sägespäne sind saugfähig, lassen sich gut bearbeiten und bilden eine lockere Kompostmatratze.

Wie wird die Liegefläche angenommen? – Persönliche Einschätzung der Landwirte. Ausreichendes und bequemes Liegen entlastet die Extremitäten und wirkt sich positiv auf die Klauengesundheit aus. Für die Jahreszeiten Frühjahr, Herbst und Winter gaben alle Landwirte an, dass die Liegefläche „sehr gut“ angenommen wird. In den Sommermonaten wird die Liegefläche nach Einschätzung zweier

Landwirte lediglich „gut“ angenommen, drei Landwirte berichteten auch in dieser Jahreszeit über eine „sehr gute“ Akzeptanz der Liegefläche, wobei einer hinzufügte, dass das Einbauen und Betreiben eines Ventilators und einer Sprenkleranlage wesentlich zu dieser günstigen Situation beitragen.

Literatur

- BARBERG, A.E., ENDRES, M.I., SALFER, J.A. and J.K. RENEAU, 2007a: Performance and Welfare of Dairy Cows in an Alternative Housing System in Minnesota. *J. Dairy Sci.* 90: 1575-1583.
- BARBERG, A.E., ENDRES, M.I. and K.A. JANNI, 2007b: Compost Dairy Barns in Minnesota: A Descriptive Study. *Applied Engineering in Agriculture, American Society of Agricultural and Biological Engineers*, Vol. 23(2): 231-238.
- BUCHWALDER, T. 1999: Einfluss der Liegeplatzqualität auf das Verhalten und die Schäden bei Milchkühen im Boxenlaufstall. Interner Schlussbericht, Tänikon.
- DIPPEL, S., DOLEZAL, M., BRENNINKMEYER, C., BRINKMANN, J., MARCH, S., KNIERIM, U. and C. WINCKLER, 2009: Risk factors for lameness in cubicle housed Austrian Simmental dairy cows. *Prevent. Vet. Med.* 90: 102-112.
- ENDRES, M.I. and A.E. BARBERG, 2007: Behavior of Dairy Cows in an Alternative Bedded-Pack Housing System. *J. Dairy Sci.* 90: 4192-4200.
- EKESBO, I. 1984: Methoden der Beurteilung von Umwelteinflüssen auf Nutztiere unter besonderer Berücksichtigung der Tiergesundheit und des Tierschutzes. *Wien. Tierärztliche Monatsschrift* 71(6/7):186:190.
- ESPEJO, L.A., ENDRES, M.I. and J.A. SALFER, 2006: Prevalence of lameness in high-producing Holstein cows housed in freestall barns in Minnesota. *J. Dairy Sci.* 89: 3052-3058.
- FAYE, B. et J. BARNOUIN, 1985: Objectivation de la propreté des vaches laitières et des stabulations – L'indice de propreté. *Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix. I.N.R.A.* 59:61-67.
- HÖRNING, B., 2003: Nutztierethologische Untersuchungen zur Liegeplatzqualität in Milchviehlaufstallsystemen unter besonderer Berücksichtigung eines epidemiologischen Ansatzes. *Habilitationsschrift, Universität Kassel, Witzenhausen.*
- HOLZEDER, S., 2011: Kompoststall – eine Alternative stellt sich vor. In: Tagungsband zur Bautagung Raumberg-Gumpenstein 2011, LFZ Raumberg-Gumpenstein, Irdning, S. 5 – 6, www.raumberg-gumpenstein.at.
- HOLZEDER, S., 2012: Komfort zum Wohlfühlen. *Elite* 3/2012, S. 54 – 59.
- JANNI, K.A., ENDRES, M.I., RENEAU, J.K. and W.W. SCHOPER, 2007: Compost Dairy Barn Layout and Management Recommendations. *Applied Engineering in Agriculture, American Society of Agricultural and Biological Engineers*, Vol. 23(1): 97-102.
- KECK, M., ZÄHNER, M. und R. HAUSER, 2004: Minimalställe für Milchkühe bewähren sich: Empfehlungen für die Planung und den Betrieb. *FAT-Bericht Nr. 620, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART.*
- LEIFKER, A. 2010: Grenzenlose Freiheit? *top agrar* 4/2010, S. R6 – R 10.
- LOBECK, K.M., ENDRES, M.I., SHANE, E.M., GODDEN, S.M. and J. FETROW, 2011: Animal welfare in cross-ventilated, compost-bedded pack, and naturally ventilated dairy barns in the upper Midwest. *J. Dairy Sci.* 94: 5469-5479.
- MÜLLEDER, C. und S. WAIBLINGER, 2004: Analyse der Einflussfaktoren auf Tiergerechtigkeit, Tiergesundheit und Leistung von Milchkühen

- im Boxenlaufstall auf konventionellen und biologischen Betrieben unter besonderer Berücksichtigung der Mensch-Tier-Beziehung. Endbericht zum Forschungsprojekt 1267, Eigenverlag Wien, 184 Seiten.
- OFNER-SCHRÖCK, E., GASTEINER, J., GUGGENBERGER, T., MÖSENBACHER-MOLTERER, I., HÄUSLER, J., KRIMBERGER, B., ZAINER, I., ZAINER, J., FINOTTI, E. und C. BACHLER, 2009: Vergleich der Bewertung der Tiergerechtheit von Rinderhaltungssystemen mit dem Tiergerechtheitsindex TGI 35 L und mit Hilfe von ethologischen und tiergesundheitslichen Parametern. Abschlussbericht Projekt Nr. BAL 03 2324, LFZ Raumberg-Gumpenstein, Irnding.
- OFNER-SCHRÖCK, E., ZÄHNER, M., HUBER, G., GULDIMANN, K., GUGGENBERGER, T. und J. GASTEINER, 2013: Rahmenbedingungen für den Einsatz von Kompostställen in der Milchviehhaltung. Abschlussbericht, LFZ Raumberg-Gumpenstein, Irnding, www.raumberg-gumpenstein.at, (im Druck).
- SCHAUB J., FRIEDLI K. und B. WECHSLER, 1999: Weiche Liegematten für Milchvieh-Boxenlaufställe - Strohmattentzen und sechs Fabrikate von weichen Liegematten im Vergleich. FAT-Berichte Nr. 529, Tänikon.
- SCHRADE, S., ZÄHNER, M. und W. SCHAEREN, 2008: Einstreu in Liegeboxen für Milchvieh: Kompost und Feststoffe aus der Separierung von Gülle als Alternative zur Stroh-Mist-Matratze. ART-Bericht Nr. 699, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART.
- SCHREINER, D.A. and P.L. RUEGG, 2003: Relationship between udder and leg hygiene scores and subclinical mastitis. *J. Dairy Sci.* 86: 3460-3465.
- SPRECHER, D.J., HOSTETLER, D.E., and J.B. KANEENE, 1997: A lameness scoring system that uses posture and gait to predict dairy cattle reproductive performance. *Theriogenology* 47:1179-1187.
- WINCKLER, C. and S. WILLEN, 2001: The reliability and repeatability of a lameness scoring system for use as an indicator of welfare in dairy cattle. *Acta Agric. Scand., Sect. A, Animal Sci. Suppl.* 30: 103 – 107.
- ZÄHNER M., 2001: Beurteilung von Minimalställen für Milchvieh anhand ethologischer und physiologischer Parameter. Dissertation ETH, Zürich.
- ZÄHNER M., SCHMIDTKO J., SCHRADE S., SACHAEREN W. und S. OTTEN (2009): Alternative Einstreumaterialien in Liegeboxen. Tagungsband Bautagung Raumberg-Gumpenstein 2009, Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein. 33 – 38.

Licht im Rinderstall

Klaus Reiter^{1*} und Franziska Walter¹

Zusammenfassung

Licht ist für das Leben auf der Erde elementar. Das Sehen und Erkennen der Umwelt ist mit der Aufnahme von optischen Informationen verbunden. Rinder sehen die Umwelt anders als Menschen. Sie sehen u.a. weniger scharf, die Hell-Dunkel-Anpassung ist langsamer, in der Dämmerung sehen sie besser als Menschen. Dies ist beim Stallneubau u. bei der Ausgestaltung existierender Ställe zu beachten. Licht spielt auch bei der Tierbeobachtung, beim Umgang mit den Rindern, beim Treiben und Verladen der Tiere eine Rolle. Des weiteren beeinflusst das Licht auch rhythmische Vorgänge des Verhaltens und die Physiologie des Tieres, insbesondere Tages- und Jahresrhythmen. Bei Rindern können biologische Effekte des Lichts auf die Fruchtbarkeit, das Wachstum und die Milchleistung beobachtet werden. Fragen nach einer adäquaten Beleuchtungsintensität, der Beleuchtungsdauer, aber auch der spektralen Zusammensetzung des Lichtes im Rinderstall rücken deshalb immer mehr in den Mittelpunkt für eine tiergerechte Haltung. LED-Leuchten eignen sich aufgrund ihrer spektralen Zusammensetzung des Lichtes, der hohen Lichtausbeute, der langen Lebensdauer und des geringen Stromverbrauches besonders als Lichtquelle für den Stallneubau und für die Umrüstung alter Ställe.

Schlagwörter: Licht, Sehen bei Rindern, biologische Rhythmen, LED-Strahler

Einleitung

Für die Lebewesen auf der Erde ist das Licht der Sonne nicht nur Energielieferant, sondern auch ein wichtiger Informationsträger. Das Wachstum der Pflanzen, aber auch die biologischen Rhythmen bei den Tieren und Pflanzen hängen vom Licht ab. Der Bereich des sichtbaren Lichtes ist für Menschen und bei den verschiedenen Tierarten unterschiedlich. Als Licht wird der für den Menschen sichtbare Bereich der elektromagnetischen Strahlung bezeichnet. Bestimmte Tierarten sehen auch im infrarot- u. ultravioletten Bereich. Deshalb werden auch diese angrenzenden Bereiche als sichtbares Licht bezeichnet. Vögel sehen im Spektrum von Ultraviolett bis Dunkelrot (einzelne Vogelarten). Primaten sind Trichromaten mit drei Farbrezeptoren. Wir Menschen z. B. sehen im Bereich von 380 bis 780 nm, d. h. von Violett bis Dunkelrot. Rinder, Pferde und Schweine sind sogenannte Dichromaten. Auch für Rinder hat Licht eine große Bedeutung. Zur Orientierung im Stall und auf der Weide, zum Erkennen der Artgenossen und des Landwirtes ist Licht notwendig. Die Verarbeitung der Lichtinformatio-

nen ist beim Rind anders als bei uns Menschen. Die Kenntnis der Informationsaufnahme und -verarbeitung ist somit für eine tiergerechte Haltung der Rinder von Bedeutung. Hierbei sind die Beleuchtungsintensität und -dauer, aber auch die spektrale Zusammensetzung des Lichtes wesentliche Faktoren. Neben der Bedeutung für die Orientierung der Tiere beeinflusst Licht auch das Verhalten, das Wachstum, die Fruchtbarkeit und die Milchleistung sowie das Wohlbefinden der Tiere.

Wie sehen Rinder?

Beim Sehen von Rindern sind verschiedene Aspekte des Sehens wie Sehfeld, Sehschärfe, Bewegungssehen, Dämmerungssehen, Adaptation und Farbsehen von Bedeutung.

Licht ist für die Aufnahme von optischen Informationen entscheidend. Rinder besitzen große, seitwärts liegende Augen mit großen Pupillen.

Das Gesichtsfeld des Rindes ist mit ca. 330° sehr weit. Rinder können Vorgänge vor, seitwärts sowie über und hinter sich erkennen, ohne den Kopf zu drehen. Das hat den Vorteil, dass sie in der Lage sind, nahezu die ganze Umwelt zu überblicken und Feinde schnell zu erkennen (GRANDIN 1997). Nur in einem kleinen Bereich von ca. 30° hinter sich können die Tiere nichts sehen. In dem Bereich, in dem sich die Sehfelder beider Augen überschneiden, kann dreidimensional gesehen werden. Aufgrund der Position der Augen kann das Rind daher nur in einem kleinen Feld vor sich räumlich sehen und Abstände wahrnehmen. Der binokulare, dreidimensionale Seh-Raum beim Rind beträgt 30 bis 50° (BOUISSOU et al. 2001, HULSEN 2004).

Das Rinderauge kann nur im geringen Maße akkommodieren, d. h. vom Sehen in der Nähe auf das Sehen in die Ferne umschalten. Rinder sehen weniger scharf als wir Menschen (EIERMANN 1978). Nach BOUISSOU et al. (2001) haben Rinder nur 1/22 bis 1/12 der Sehschärfe des Menschen. Die Rinder können somit Abgrenzungen, Konturen schlecht erkennen. Sie haben Schwierigkeiten in schattigen Bereichen auf der Weide oder im Stall. Das Sehen von statischen Objekten ist eingeschränkt und in der Ferne nicht scharf. Das Bewegungssehen bei Rindern ist dagegen sehr gut ausgebildet und besser ausgeprägt als das des Menschen (KOLB 1984, LOEFFLER 2002). Rinder können schon kleinste, vor allem horizontale Bewegungen im Raum sehr gut erkennen. Bewegungen in Richtung der Sehachse werden ungenauer wahrgenommen. Dies ist vor allem beim Treiben der Rinder auf der Weide und im Stall besonders zu beachten.

Die Netzhaut des Rinderauges enthält, wie bei anderen Wirbeltieren, verschiedene Zelltypen, die miteinander zu einem

¹ Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Landtechnik und Tierhaltung, Prof.Dürrwaechter Platz 2, D-85562 POING-GRUB

* Ansprechperson: Prof. Dr. Klaus Reiter, E-mail: klaus.reiter@lfl.bayern.de

Netzwerk verschaltet sind. Die visuellen Rezeptorzellen untergliedern sich in Stäbchen und Zapfen (ECKERT 2002). Die Informationen der Zapfen werden für das Farbsehen (chromatisches Sehen) genutzt. Die Stäbchen dienen dem Schwarz-Weiß-Sehen (achromatisches Sehen) und ermöglichen das Sehen bei niedrigen Beleuchtungsintensitäten bzw. bei Dämmerlicht (Dämmerungssehen).

Das Innere des Rinderauges weist eine reflektierende Membran auf, die als tapetum lucidum bezeichnet wird. Durch diese reflektierende Membran und die Anordnung der Zellen im Auge wird das einfallende Licht verstärkt (LOEFFLER 2002). Dadurch erfolgt eine intensive Reizung der Netzhautzellen, auch beim Einfall von wenig Licht. Deshalb besitzen Rinder im Gegensatz zu Menschen ein sehr gutes **Dämmerungssehen**. Auch **geringe Beleuchtungsintensitäten** reichen den Rindern zur Orientierung in der Nacht im Stall und auf der Weide aus.

Nach CAMPENHAUSEN (1993) ist die Dunkeladaptation des menschlichen Auges für die Zapfen nach ca. sieben Minuten abgeschlossen und für die Stäbchen nach ca. einer halben Stunde. Die Helladaptation verläuft im Vergleich zur Dunkeladaptation viel schneller. Bei Rindern dauert die Hell- und Dunkeladaptation länger (RYBA und UHL 1989). Im Stall ist deshalb eine gleichmäßige Ausleuchtung aller Stallbereiche von Bedeutung. Beim Treiben der Rinder vom Stall in den Auslauf und vor allem zurück muss dies beachtet werden.

Beim Menschen konnten drei verschiedene Zapfentypen zum Farbsehen differenziert werden. Menschen sehen trichromatisch. Beim Hausrind wurden nur zwei Farbpigmente mit Maxima im Bereich der kurzen Wellenlängen (440-455 nm) und im Bereich der mittleren und langen Wellenlängen (536-555 nm) gefunden. Dies bedeutet, dass Rinder dichromatisch sehen.

Die wissenschaftlichen Meinungen zum Farbsehen bei Rindern gehen auseinander. In Untersuchungen mit Hilfe des Elektoretinogramms wurde festgestellt, dass Rinder Blau, Grün und Gelb sehen, Rot dagegen schlecht oder gar nicht. Das Maximum der Sensitivität lag im Blau und Grün-Bereich (JACOBS et al. 1997).

Neuere Untersuchungen beim Pferd gehen davon aus, dass Pferde nicht im Rotbereich sehen (CAROLL et al. 2001). Auch aus der Sicht der Evolution des Farbsehens auf der Grundlage molekulargenetischer Studien wird davon ausgegangen, dass erst bei den Neuweltaffen das Rotsehen wieder ausgeprägt war (NATHANS 2009). Auf der anderen Seite zeigen Verhaltensuntersuchungen andere Ergebnisse. GRÄF (1977) untersuchte mit Hilfe von Wahlversuchen das Farbsehvermögen von Rindern. Die Tiere unterschieden die Farben Rot, Gelb, Mittelblau, Grün und Hellblau in Kombination mit sechs Grautönen im gleichen Helligkeitsbereich. Die Ergebnisse zeigten, dass alle untersuchten Farben von Grau unterschieden wurden. DABROWSKA et al. (1981) zeigten in einem Versuch, dass Rinder am schlechtesten kurzwelliges Licht wahrnehmen und unterscheiden können. Den Kühen war es möglich, die Farbreize Gelb, Pink, Rot, Violett, Blau, Grün und Gelbgrün zu unterscheiden, wobei Blau die geringsten und Rot die meisten Richtigwahlen hatte.

Bedeutung von Licht für eine tiergerechte Haltung von Rindern

Bei Rindern und anderen Säugetieren erfolgt die Lichtaufnahme über das Auge und die Haut. Licht spielt nicht nur beim Sehen eine bedeutende Rolle sondern auch bei der Steuerung biologischer Rhythmen. Lichtinformationen werden über das Auge zum Gehirn, zum Sehzentrum und zur „Inneren Uhr“, dem Nucleus suprachiasmaticus (SCN), weitergeleitet und verarbeitet (nicht-visuelle Information). Der SCN steuert als endogener Zeitgeber die rhythmischen Vorgänge im Körper. Über eine Reihe von Interneuronen werden Signale an die Zirbeldrüse gesendet. Die Zirbeldrüse sondert eine Reihe von Hormonen ab, wobei Melatonin das wichtigste ist (DAHL et al. 2000). Melatonin ist eine chemische Signalsubstanz, welche den Tag-Nacht-Rhythmus, die Fruchtbarkeit, das Immunsystem und den Schlaf beeinflusst (KASUYA et al. 2009). Bei Rindern zeigt die Melatoninsekretion einen circadianen Rhythmus, mit niedrigen Konzentrationen am Tag und hohen Konzentrationen in der Nacht (DAHL et al. 2000).

Neben dem circadianen Rhythmus existiert ein endogener Jahresrhythmus, der durch Zeitgeber wie Beleuchtungsintensität und -dauer sowie die Temperatur gesteuert wird. Dadurch werden weitere hormonelle Regulationsmechanismen wie z. B. die Wachstumshormon- u. Sexualhormonausschüttung beeinflusst. Damit beeinflusst die Lichtdauer in Kombination mit der Beleuchtungsintensität die Fruchtbarkeit, Wachstum und Leistung von Nutztieren. So werden beispielsweise Legehennen in der Aufzucht unter Kurztag-Bedingungen gehalten. Mit der Legereife wird der Lichttag verlängert, so dass die Eiproduktion erhöht wird. Außerdem hat bei Pferden und Schafen die Manipulation der Tageslänge einen Effekt auf den Eintritt und das Ende der Zuchtseason. Auch wenn sich Rinder asaisonal fortpflanzen, kann eine jahreszeitliche Beeinflussung auf die Fortpflanzung festgestellt werden. Der Eintritt der Geschlechtsreife wird durch die Jahreszeit, in der das Tier geboren wird, beeinflusst. Es konnte in Untersuchungen festgestellt werden, dass bei Kalbinnen, die unter Langtag-Bedingungen (long day; LD) mit 16 Stunden-Lichttag gehalten wurden, die Wachstumsrate erhöht und die Tiere früher geschlechtsreif wurden. Bei LD-Bedingungen in der Aufzucht von Kalbinnen wurde im Vergleich zu Kurztag-Bedingungen (short day; SD) das Wachstum des Parenchymgewebes im Euter (PETERS et al. 1980) aktiviert, was zu erhöhter Milchleistung in der darauffolgenden Laktation führte. In zahlreichen Untersuchungen konnte gezeigt werden, dass auch bei laktierenden Kühen die Lichttaglänge einen Effekt auf die Milchleistung hatte. Wurden Kühe (Schafe) unter LD-Bedingungen (16 Stunden Licht, mit 200 Lux) gehalten, so produzierten sie mehr Milch (REKSEN et al. 1999, DAHL et al. 2000 und MORRISSEY et al. 2008). In weiteren Untersuchungen wurden laktierende Milchkühe unter LD-Bedingungen und unter natürlichen Bedingungen gehalten. Es wurden Milch- und Blutproben von den Tieren genommen, wobei festgestellt wurde, dass bei LD-Bedingungen die Milchleistung, der Prolaktinspiegel und der Gehalt von Wachstumshormonen (IGF-I) anstieg (DAHL 2000).

Eine entscheidende Frage für die Gestaltung der Beleuchtung in Ställen ist, bei welchen Schwellen der Beleuchtungs-

intensität während der Tages- und Nachtzeiten ein Effekt auf die Melatonin- u. Wachstumshormonausschüttung messbar ist. In speziellen Untersuchungen zur Melatoninausschüttung konnte ab einer Beleuchtungsintensität von 50 Lux ein erster reduzierender Effekt auf die Plasma-Melatonin-Konzentrationen festgestellt werden. Ab einer Beleuchtungsintensität von 200 Lux wurde über einen längeren Zeitraum eine Reduzierung der Melatoninkonzentration analysiert (LAWSON und KENNEDY 2000). Ausgehend davon sollte eine Beleuchtungsintensität von mehr als 50 Lux, optimal mehr als 200 Lux, während des Tages im Stall erreicht werden. In weiteren Untersuchungen wurde festgestellt, dass eine Beleuchtungsintensität von 10 Lux oder weniger den normalen Anstieg der Melatoninkonzentrationen während der Nachtstunden sicherte (MUTHURMALINGAM et al. 2006). Deshalb sollte die Beleuchtungsintensität in den Nachtstunden auf keinen Fall 10 Lux überschreiten (Notbeleuchtungen und Beleuchtungen von automatischen Melksystemen).

Aufgrund der Jahresrhythmik sollte bei den Rindern ein Wechsel zwischen verschiedenen Lichttaglängen erfolgen. Eine dauerhafte Haltung der Tiere unter LD-Bedingungen (16 Stunden Licht und 8 Stunden Dunkelheit), zeigte keine Effekte auf die Milchleistung der Tiere. Untersuchungen ergaben, dass sich ein zeitlich begrenzter Wechsel auf Kurztag-Bedingungen (8 Stunden-Lichttag) positiv auf die Milchleistung der Tiere auswirkte. Wenn die Tiere während der Trockenstehzeit 3 Wochen lang unter SD-Bedingungen gehalten wurden, stieg in der darauf folgenden Laktation die Milchleistung wieder an (AUCHTUNG et al. 2005). Weiterhin konnte gezeigt werden, dass Kühe, die während des Trockenstehens unter Kurztag-Bedingungen (8 Stunden Licht und 16 Stunden Dunkelheit) gehalten wurden, eine intensivere Umgestaltung und Zellerneuerung im Eutergerewebe aufwiesen (WALL et al. 2005).

Einsatz von unterschiedlichen Lichtquellen

Im Stall können verschiedene Lampen eingesetzt werden: Leuchtstofflampen, Natriumdampf, Metaldampflampen sowie LED-Strahler. Leuchtstofflampen sind Niederdruckentladungslampen. Wegen ihrer langgestreckten Form eignen sie sich besonders gut zur Ausleuchtung von



Abbildung 1: Blick in einen Milchviehstall mit eingeschalteten LED-Strahlern und Leuchtstoffröhren; rechts ist ein LED Strahler mit 1200 Einzel-LED's zu sehen

Stallgebäuden. Die Lampen sollten nicht höher als 3 m über der zu beleuchtenden Fläche angebracht werden, da sonst die Effektivität stark abnimmt.

Natriumdampflampen sind Metaldampflampen mit Natriumfüllung, die gelblich leuchten. Natriumdampflampen benötigen, anders als Leuchtstofflampen, keinen fluoreszierenden Leuchtstoff. Die Gasentladung selbst erzeugt sichtbares Licht, wodurch der Wirkungsgrad dieser Lampen deutlich erhöht ist. Rinder sehen in diesem Farbereich nicht so gut. Aufgrund des gelben Lichts können Verletzungen und Blutungen bei den Tieren unter diesen Lichtbedingungen schlechter gesehen werden. Natriumhochdruckdampflampen besitzen mit 130 Lumen/Watt eine sehr hohe Lichtausbeute und eine Lebensdauer von ca. 16000 Stunden.

Halogenmetaldampflampen gehören zu den Hochdruckentladungslampen. Sie erzeugen wie alle Entladungslampen Licht beim Durchgang durch ionisiertes Gas oder Metaldampf. Sie besitzen eine hohe Lichtausbeute von rund 100 Lumen/Watt und eine lange Lebensdauer mit bis zu 15000 Betriebsstunden. Zudem zeichnen sie sich durch eine gute Farbwiedergabe aus. Eingesetzt werden Halogenmetaldampflampen auch in der Außenbeleuchtung.

Neu auf dem Markt sind LED-Strahler. Die Kurzform LED steht für „Light Emitting Diode“ auf Deutsch „Licht emittierende Diode“. LED-Lampen wandeln elektrische Energie in Licht um. Sie funktionieren wie Halbleiterdioden, die in Durchlassrichtung Licht erzeugen. Strom fließt durch die Diode und dabei wird Licht abgestrahlt. Durch den linsenförmigen Kunststoffkörper, der direkt darüber liegt, erfolgt eine Bündelung der Strahlung. Die Lebensdauer ist im Vergleich zu anderen Lampen deutlich höher, jedoch liegen auch die Anschaffungskosten deutlich über den anderer Lampenarten. Es gibt LED-Strahler in unterschiedlicher Qualität. Bei schlechter Qualität kann die Lebensdauer deutlich reduziert sein. LED-Röhren ohne Kühlung, oftmals als Ersatz für Leuchtstoffröhren verwendet, dürfen nicht im Stall eingesetzt werden. Es besteht erhöhte Brandgefahr.

Zur Bewertung von LED-Strahlern in Milchviehställen wurde vor zwei Jahren ein neuer Stall mit LED-Strahlern und Leuchtstoffröhren ausgerüstet. Der Stall hatte eine Länge von 65 Metern und 26 Metern Breite. Es war ein Außenklimastall mit mittigem Lichtband und Curtains.



Im Stall befanden sich 72 Kuhplätze, 54 Jungvieh- und 30 Kälberplätze. Im Stall befanden sich ein Melkbereich mit automatischem Melksystem und ein Trockensteherbereich. Es wurden 22 LED-Strahler und 20 Leuchtstofflampen im Stall installiert. Die LED-Strahler (Lucid Arena) waren mit 1200 Einzel-LED's ausgestattet. Der Abstrahlwinkel betrug 120°, die Lebensdauer wurde mit rund 50.000 Stunden angegeben. Die Leistungsaufnahme eines Strahlers lag bei 100 Watt. Die LED-Strahler wurden in einer Höhe von 8 Metern an der Decke in 2 Reihen im Abstand von 6 Metern angebracht. Der Abstand zwischen den beiden Reihen betrug 10 Meter. Zusätzlich waren an den Seiten des Stalls Leuchtstoffröhren installiert worden (Abstand zur Seitenwand betrug 3 Meter.) Mittels eines Dämmerungsschalters wurden bei einer Unterschreitung der Beleuchtungsintensität von 150 Lux die Lampen im Stall eingeschaltet und bei Überschreitung dieser Werte die Lampen wiederum ausgeschaltet. Der Lichttag begann um 6:00 Uhr und endete um 18:00 Uhr. Damit wurde in den Herbst-, Winter- u. Frühjahrsmonaten ein Lichttag mit 12 Stunden Licht geschaltet. Nach Ablauf des definierten Lichttages wurde eine Orientierungslampe vor dem automatischen Melksystem eingeschaltet.

Die Beleuchtungsintensität wurde über dem Stallboden horizontal an 80 Messstellen gemessen. Die Messungen wurden zu verschiedenen Tages- bzw. Nachtzeiten und an Tagen mit unterschiedlicher Wetterlage mittels eines neu entwickelten Luxmeters (Firma Ahlborn) durchgeführt.

An Sonnentagen wurde tagsüber eine mittlere Beleuchtungsintensität von über 6000 Lux im Stall gemessen. An Tagen mit bedecktem Himmel wurden mittlere Werte von rund 4000 Lux festgestellt (Tabelle 1).

Durch das mittige Lichtband und die Curtains konnte viel Licht in den Stall gelangen. Während der Dämmerungsphase, wenn die Beleuchtungsintensität die Schwelle 150 LUX unterschritt, wurden alle Lampen im Stall eingeschaltet. In den definierten Stallbereichen lag bei eingeschaltetem Licht die Beleuchtungsintensität im Mittel bei über 100 LUX. Im Bereich des Fressganges und der ersten Liegeboxenreihe wurden Werte von rund 140 LUX festgestellt. Das Licht hatte Tageslichtqualität und die Farbtemperatur lag im Bereich von 6500 Kelvin. Insgesamt wirkten die Stallbereiche bei eingeschalteten LED-Strahlern besonders hell und gleichmäßig ausgeleuchtet. Im Bereich der Trockensteher waren die Lampen zu diesem Zeitpunkt bereits ausgeschaltet und die Beleuchtungsintensität lag bei Werten von rund 10 LUX. Im Wartebereich vor dem automatischen Melksystem war eine Energiesparlampe mit 40 Watt zur Orientierung der Tiere vorhanden, die nach 18:00 Uhr eingeschaltet wurde. Die mittlere Beleuchtungsintensität lag in diesem Bereich bei 8 LUX.

Tabelle 1: Mittlere Beleuchtungsintensität (Lux) in einzelnen Bereichen eines Milchviehstalles bei LED Beleuchtung

	gesamter Stall	Milchkühe	Trockensteher	Jungvieh
an Tagen mit bedecktem Himmel	3709.5	4800.6	4180.0	3277.9
nach Sonnenuntergang alle Lampen an	1 06.8	109.7	10.2	110.0

Schlussfolgerungen

Beim Bau von Ställen sollten verschiedene Aspekte des Lichts und dessen Einfluss auf Fruchtbarkeit, Wachstum, Milchleistung und Wohlbefinden sowie zur Orientierung der Tiere im Stall beachtet werden. Damit die Rinder und der Landwirt alle Einzelheiten im Stall sehen können und zur Wirksamkeit des Lichtes auf biologische Rhythmen sollte dieser so gebaut werden, dass viel Licht während des Tages einfällt. Ein wichtiger Faktor ist, dass auch das Wohlbefinden von Mensch und Tier durch die Beleuchtungsintensität beeinflusst wird. In neuen Ställen wird dies durch ein mittiges Lichtband an der Decke, lichtreflektierende Wände und lichtdurchlässige Curtains erreicht. In alten Anbinde- und Laufställen sind oftmals sehr schlechte Lichtbedingungen vorhanden. Messungen ergaben durchschnittliche Werte von 10 bis 30 Lux. In diesen Ställen sollte auch am Tag Licht eingeschaltet werden, um mindestens 100 Lux zu erreichen. Wichtig ist, dass der Stall gleichmäßig ausgeleuchtet wird und keine Dunkelbereiche vorhanden sind. In der Nacht sollte nur wenig Licht im Stall eingeschaltet werden, da sonst der natürliche Tag-Nacht-Rhythmus gestört wird. Maximal 10 Lux sollten im Bereich von Notbeleuchtungen und von automatischen Melksystemen vorhanden sein. In Ställen mit natürlichem Lichttag (ohne zusätzliche Beleuchtung) wird im Winter zur Verrichtung von Arbeiten und zur Tierkontrolle häufig Licht eingeschaltet. Dies hat einen negativen Einfluss auf die rhythmischen Vorgänge im Organismus (KASUYA et al. 2008). Deshalb ist es notwendig, die Lichtbedingungen auf die Tiere und die Arbeitsabläufe abzustimmen. Ein Kompromiss ist, im Winter mit Hilfe eines Dämmerungsschalters einen Lichttag mit 12 Stunden im Stall zu schalten. Die Beleuchtungsintensität sollte in der Zeit nach dem Sonnenuntergang insbesondere im Liege- und Fressbereich Werte von 150 bis 200 Lux aufweisen. Im Frühjahr, mit länger werdenden Tagen, wird das Licht dann wieder ausgeschaltet. Werden Langtag-Bedingungen geschaltet, sollten die Trockensteher unter Kurztag-Bedingungen gehalten werden, möglichst in einem separaten Stall ohne Zusatzbeleuchtung. Die Kalbungen und damit die Trockensteherzeiten sind aber über das Jahr verteilt. Das Problem ist, dass nur im Winter ein natürlich kurzer Lichttag vorhanden ist und die Rinder nicht in Dunkelställen gehalten werden. Der Effekt eines verkürzten Lichttages während der Trockensteherzeit ist somit nur vom Spätherbst bis zum zeitigen Frühjahr gegeben. Die Haltung der laktierenden Kühe unter Langtag-Bedingungen mit zusätzlicher Beleuchtung und 16 Stunden Lichttag hätte somit nur während dieser Zeit einen Einfluss auf die Milchleistung. Hinzu kommt, dass eine sprunghafte Umstellung von einem 16 Stunden-Lichttag auf einen 8-Stunden-Lichttag eine Belastung für die Tiere darstellt. Aus der Sicht des Verhaltens und der biologischen Rhythmik der Tiere ist eine Haltung mit einem dauerhaften 16-Stunden-Lichttag kritisch zu sehen. LED-Strahler haben eine sehr hohe Lichtausbeute (bei geringem Stromverbrauch) sowie eine lange Lebensdauer und somit geringe Gesamtkosten je Jahr. Das Licht entspricht in der Farbzusammensetzung der Sehleistung der Rinder (Maximum der Sehleistung im Blau-Grün-Bereich). Die Strahler sollten eine Farbtemperatur von 6500 Kelvin aufweisen. LED-Strahler eignen sich besonders als Beleuchtungsquelle in Milchviehställen. Zur Erhöhung der Wirksamkeit sollten die Strahler in einer Höhe von 6 Metern angebracht werden.

Literatur

- AUCHTUNG, T.L., A.G. RIUS, P.E. KENDALL, T.B. MCFADDEN, and G.E. DAHL (2005): Effects of photoperiod during the dry period on prolactin receptor and milk production of dairy cows. *Journal of Dairy Science* 88, 121-127.
- BOUISSOU, M.F., A. BOISSY, P. LE NEINDRE and I. VEISSIER (2001): The social behaviour of cattle. In: *Social Behaviour in Farm Animals*. Hrsg.: Keeling L.J. and H.W. Gonyou, CAB International Wallingford, Oxon, New York, 113-145.
- CAMPENHAUSEN, C. (1993): *Die Sinne des Menschen. Einführung in die Psychophysik der Wahrnehmung*. Georg Thieme Verlag Stuttgart, New York.
- CAROLL, J., MURPHEY and C.J., NEITZ, J. (2001): Photopigment basis for dichromatic vision in the horse. *Journal of Vision* 1, 80-87.
- DAHL, G.E., BUCHANAN, B.A. and TUCKER, H.A. (2000): Photoperiodic Effects on Dairy Cattle: A Review – *Journal of Dairy Science* 83, 885-893.
- ECKERT R., D. RANDALL, W. BURGGREN und K. FRENCH (2002): *Tierphysiologie*. Georg Thieme Verlag Stuttgart, New York.
- EIERMANN, U. (1978): *Untersuchungen über die Sehschärfe beim Kalb in Abhängigkeit von der Beleuchtungsstärke*. Diss. agr., Hohenheim.
- GRÄF, R. (1977): *Untersuchungen über das Farbsehvermögen des Rindes*. Diss. med. vet., München.
- GRANDIN, T. (1997): The design and construction of facilities for handling cattle. *Livestock Production Science*, 49, 103-119.
- HULSEN, J. (2004): *Kuhsignale. Krankheiten und Störungen früher erkennen*. Verlag Roodbont Zutphen (NL).
- JACOBS, G. H., DEEGAN J.F. and NEITZ, J. (1998): Short Communication: Photopigment basis for dichromatic color vision in cows, goats and sheep – *Visual Neuroscience* 15, 581-584.
- KASUYA, E., KUSHIBIKI, S., YAYOU, K., HODATE, K. and SOUTH, M. (2008) – Light exposure during night suppresses nocturnal increase in growth hormone secretion in Holstein steers. *J. Anim. Sci.* 86, 1799-1807.
- KOLB, E. (1984): *Vom Leben und Verhalten unserer Haustiere*. S. Hirzel Verlag Leipzig.
- LAWSON, T.A. and A.D. KENNEDY (2001): Inhibition of nighttime melatonin secretion in cattle: threshold light intensity for dairy heifers. *Can. J. Anim. Sci.* 81, 153-156.
- LOEFFLER, K. (2002): *Anatomie und Physiologie der Haustiere*. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart.
- MORRISSEY, A.D., CAMERON and A.W.N., TILBROOK, A.J. (2008): Artificial lighting during winter increases milk yield in dairy ewes - *Journal of Dairy Science* 91, 4238-4243.
- MUTHURAMALINGAM, P., A.D. KENNEDY and R.J. BERRY (2006): Plasma melatonin and insulin-like growth factor1 responses to dim light at night in dairy heifers. *J. Pineal Res.* 40, 225-229.
- NATHANS, J. (2009): The evolution and physiology of human color vision. *Neuron* 24, 299-312.
- PETERS, R.R., L.T. CHAPIN and H.A. TUCKER (1980): Growth and humoral response of heifers to various photoperiods. *J. Anim. Sci.* 51, 1148-1153.
- REKSEN, O., A. TVERDAL, K.E. BOE and E. ROPSTAD (1999): Effect of photointensity and photoperiod on milk yield and reproductive performance of Norwegian red cattle. *Journal of Dairy Science* 82, 810-816.
- RYBA, N. and R. UHL (1989): In vitro dark adaptation of electrical light responses in the retina from bovine eyes. *Exp. Brain Res.* 74, 618-624.
- WALL, E.H., T.L. AUCHTUNG, G.E. DAHL, S.E. ELLIS, and T.B. MCFADDEN (2005): Exposure to short day photoperiod during the dry period enhances mammary growth in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 88, 1994-2003.

Ein neues Verfahren zur Sanierung von Stallfußböden?

Alfred Pöllinger^{1*} Huber Gregor¹ und Beat Steiner²

Zusammenfassung:

Betonböden im Rinderlaufstall verlieren innerhalb kurzer Zeit (5-10 Jahre) die für eine tierschutzgerechte Rinderhaltung notwendige Rutschfestigkeit. Für Spaltenböden gibt es relativ wenige geprüfte und auf längere Nutzungsdauer ausgerichtete Sanierungsverfahren, weshalb ein Sanierungsunternehmer das „Kugelgranulat Scheuern“ entwickelt hat. Dabei wird über einen 4 kW E-Motor eine Scheuerplatte angetrieben und ein Kugelgranulat mit Wasser injiziert. Damit werden Verkalkungen an der Oberfläche vibrationsarm abgetragen.

Dieses Verfahren wurde vom LFZ Raumberg-Gumpenstein in Kooperation mit der ART Tänikon und der BBK Horn (NÖ) auf drei Betrieben vor und nach der Sanierung (unmittelbar im Abstand von 16 Monaten) und auf vier weiteren Betrieben nur 16 Monate nach der Sanierung untersucht.

Mit dem Kugelgranulat Scheuern wurde unmittelbar nach der Sanierung eine hohe Rutschfestigkeit erreicht (GL_MW 0,375). Im zeitlichen Vergleich (rd. 16 Monate später) musste allerdings eine rasche Verringerung der Rutschfestigkeit festgestellt werden. Im Vergleich zu den bereits bekannten Sanierungsverfahren (HDW und Aufrauen/Rillieren) konnte mit dem Kugelgranulat Scheuern nach rd. 16 Monaten ein minimal höherer Gleitreibbeiwert (>0,30) gemessen werden. Positiv zu erwähnen sind der vibrationsarme und damit im Hinblick auf Schäden im Betongefüge schonende Geräteinsatz.

Weitere Untersuchungen von mechanischen Sanierungsverfahren, vor allem in Kombination mit einer periodischen Säurebehandlung, sind prüfenswert. Mit der Kombination von chemischen und mechanischen Verfahren könnte die Dauerhaftigkeit der Sanierungsmaßnahme möglicherweise kostengünstig erhöht werden.

Schlüsselwörter: Laufstall, Betonboden, Spaltenboden, Rutschfestigkeit, Sanierung

Summary:

After just a few years, the skid resistance of solid-concrete floors in loose housing for dairy cows decreases sharply.

For slatted floors there are only a few methods known and tested to improve the skid resistance. Therefore, a new method the „Kugelgranulat Scheuern“ (pelletgranulat sanding) was developed. The equipment will be powered by a 4 kW E-engine which moves the sanding plate, thereby enjecting water and pelletgranulat. There are no vibrations transmitted from the machine the slatted floor.

This new system was tested by the Austrian federal agricultural research institute Raumberg-Gumpenstein in cooperation with the Swiss federal institute FAT Tänikon. The testing was completed on three farms with slatted floors. The skid resistance was measured before, immediately after and 16 months after the refurbishment by the ballgranulat sanding.

There were good results shown immediately after the refurbishment (GL_MW 0,375). After 16 months, the skid resistance decreases sharply. In comparison to well known refurbishment methods (pressure washing, and grooving and roughening in both directions (both crossways and lengthways direction)) the skid resistance value was slightly higher after 16 months (>0,30).

Further investigations from mechanical refurbishment methods in combination with chemical refurbishment methods (citrus acid) have to be done.

Keywords: loose housing, concrete floor, slatted floor, skid resistance, refurbishment

Einleitung und Problemstellung:

Laufflächen werden in Rinderställen nach wie vor überwiegend aus Beton hergestellt. Auf diesen Laufställen nimmt die Trittsicherheit bei Beton-Laufflächen innerhalb weniger Jahre rasch ab. Das gilt sowohl für planbefestigte als auch für perforierte Betonböden. Dies wirkt sich auf das Lauf-, das Körperpflege- und das Brunstverhalten aus (STEINER, 2007; STEINER et al., 2009). Der ideale Stallboden für Milchkühe sollte trittsicher, verformbar und leicht zu reinigen sein (BERGSTEN, 2004, zitiert in HAUFE et al., 2010).

Zu den Anforderungen an die Materialoberfläche zählt neben Aspekten des Tierschutzes und der Emissionsminderung somit auch eine entsprechende Rutschfestigkeit. Zur mechanischen Sanierung von planbefestigten Betonoberflächen eignet sich unter Berücksichtigung dieser Anforderungen im Besonderen die Kombination von Aufrauen und Rillieren zur Wiederherstellung der Fein- und Grobstruktur (STEINER, 2007). Das Rillieren erfolgt mit Rund- und Achtkantlamellen längs mit 3,0 mm Bearbeitungstiefe, 10 mm Breite und 20 mm Achsabstand – für die Grobstruktur.

¹ LFZ Raumberg-Gumpenstein, Raumberg 38, A-8952 IRDNING

² Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, CH-8356 ETTENHAUSEN

* Ansprechperson: Dipl.Ing. Alfred Pöllinger, E-mail: alfred.poellinger@raumberg-gumpenstein.at

Das Aufrauen erfolgt mit Rundlamellen in Querrichtung mit 1,5 mm Bearbeitungstiefe 7 mm Breite und 8 mm Achsabstand – für die Feinstruktur.

Zur Sanierung von Spaltenböden werden von der Industrie unterschiedlichste Verfahren angeboten, allerdings können nur wenige Verfahren aus wissenschaftlicher Sicht empfohlen werden. Neben den Möglichkeiten des Spaltentausches oder der Aufbringung von Gummiaufgaben werden zur Sanierung die Verfahren Säurebehandlung (vorzugsweise Zitronensäure), das Hochdruckwasserstrahlen mit Strahlmittel (HDW) sowie das Rillieren eingesetzt (STEINER, 2007). Die zur Zeit verfügbaren Sanierungsverfahren auf Spaltenböden weisen meist erhebliche Nachteile auf: Säurebehandlungen sind zwar günstig in der Anwendung, allerdings fehlt die Langzeitwirkung (max. 1 Jahr). HDW mit Strahlmittel erweist sich sehr arbeitsaufwendig und ergibt bei mehrfacher Anwendung erhebliche Ablagerungen des Strahlmittels in den Güllekanälen. Mit den Fräsverfahren wiederum werden die Spaltenkanten sowie die Statik beeinträchtigt.

Im Zuge der Verfahrensvergleiche von verschiedenen in der Praxis angebotenen Sanierungsverfahren auf Betrieben in Niederösterreich entwickelte ein Anbieter, der bereits das HDW auf Betrieben einsetzt, eine Schleiftechnik zum Aufrauen der Spaltenbodenoberfläche. Das sogenannte „Kugelgranulat Scheuern“ wurde beginnend im Jahr 2010 auf mehreren Betrieben eingesetzt und seitens des LFZ Raumberg-Gumpenstein in enger Abstimmung mit der BBK Horn und der ART in Tänikon wissenschaftlich begleitet.

Material und Methoden:

Praxisbetriebe:

Auf sieben milchviehhaltenden Betrieben mit Betonspaltenböden wurde das Verfahren „Kugelgranulat Scheuern“ zur Erhöhung der Rutschfestigkeit eingesetzt. Auf drei Betrieben wurde die Ausgangssituation, unmittelbar nach dem Aufrauen und ca. 16 Monate nach der Sanierung die Oberflächenrauheit untersucht. Auf vier weiteren Betrieben wurde nur einmalig, nach der Sanierung, die Gleitreibung auf den behandelten Spalten gemessen (Tabelle 1). Auf weiteren fünf Praxisbetrieben wurden die wissenschaftlich bereits gut untersuchten Verfahren Hochdruckwasserstrahlen (1 Betrieb), das Längsrillieren (3 Betriebe) und das Aufrauen und Rillieren vergleichend untersucht (1 Betrieb).

Funktionsweise des Kugelgranulat Scheuerns:

Ein speziell behandeltes Mineral wird in Form eines Kugelgranulates unter ein von der Firma entwickeltes, rotierendes Scheuerwerkzeug injiziert. Die mineralischen Kugeln bringen aufgrund der kleinen, mikroskopischen Auflagefläche die Ablagerungen/Verkalkungen zum Abplatzen. Gleichzeitig wird die Betonoberfläche leicht angeraut. Die Rautiefe ergibt sich durch Drehzahl, Art und

Tabelle 1: Überblick zu den untersuchten Betrieben deren Spaltenböden mit dem Verfahren „Kugelgranulat Scheuern“ saniert wurden.

Betriebe	Anzahl Tiere auf Spalten u. Rasse ¹⁾	Fabrikat und Herstellungsjahr der Spalten	Messtermine	
			Sanierung	Tage (Jahre) nach Sanierung
Betrieb A	39 MK Fleckvieh	Max Lochboden 1997	Okt.2011	525 (1,44)
Betrieb B	32 MK Fleckvieh	Petz Betonboden (Kunstfaser) 1997	Dez.2011	477 (1,31)
Betrieb C	20 MK Fleckvieh	Max Lochboden 1988	Nov.2011	485 (1,33)
Betrieb D	23 MK Fleckvieh	Max Lochboden 1995	Jän.2012 n.g. ²⁾	439 (1,20)
Betrieb E	65 Kalbinnen Holstein	Max Lochboden 1994	Nov.2011 n.g.	507 (1,39)
Betrieb F	30 MK Fleckvieh	Petz Betonboden 1999	Dez.2011 n.g.	473 (1,30)
Betrieb G	33 MK Fleckvieh	Stallit 1999	Mai 2012 n.g.	335 (0,92)

¹⁾ Anzahl Tiere die sich auf den zu sanierenden Spaltenboden befanden

²⁾ n.g. nicht gemessen

Tabelle 2: Technische Daten der Scheuereinheit (Firmenangabe)

Motorleistung in kW	4
Notwendiger Stromanschluss in A	16
Durchmesser der Scheuerplatte in mm	400
Eigengewicht in kg	120
Notwendiger Durchgang in mm	500
Lärmpegel in dP	85
Kugelgranulatbedarf/100 m ² in kg	5
Besonderheiten	Vibrationsfrei



Bild1: Das Kugelgranulat Scheuern mit der Schleifeinheit zum Sanieren von planen Oberflächen

Auflast des Scheuertellers bzw. durch die Granulatmenge (www.wimmer-innovativ.at). Es bedarf eines herkömmlichen Wasseranschlusses. Das Wasser ist der Träger für das Injizieren der Kugelgranulate und sorgt für einen staubfreien Betrieb. Die Aufwandmenge an Granulat liegt bei 5-10 kg pro 100 m² zu sanierender Fläche.

Dieses neuartige Verfahren auf Basis der beschriebenen Technik entfernt laut Firmenangaben schonend und ohne Veränderung des Betongefüges alle Verunreinigungen

und Ablagerungen. Die Arbeitsweise ist vibrationsarm und stellt damit keine übermäßige mechanische Belastung für den Spaltenboden dar.

Messung der Gleitreibung:

Die Gleitreibung wurde mit dem Gleitmessgerät GMG08 der ART in Tänikon gemessen. Die Messungen erfolgten im gereinigten und nassen Zustand der Oberflächen. Das «GMG08» besteht aus einem fahrbaren Rahmen, in dem Lineareinheit, Prüfkörper, Kraftmessdose, Computer und Batterie eingebaut sind (Abbildung 1). Bei der Gleitreibungsmessung wird ein 10 kg schwerer Prüfkörper mit konstanter Geschwindigkeit von 0,02 m/s über eine Messstrecke von 370 mm gezogen. Die runde Gleiterscheibe aus Polyamid PA 6 mit einer Härte von 73°-Shore-D simuliert eine Klaue mit einem Durchmesser von 97 mm und einem «Tragrand» von 3/1 mm. Über eine Kraftmessdose und eine elektronische Auswerteinheit werden pro Millimeter fünf Gleitreibwerte erfasst; woraus 1750 auswertbare Werte pro Messstrecke resultieren. Der Gleitreibwert μ entspricht dem Koeffizienten aus Reibkraft und Normalkraft. Mit dem Computer werden verschiedene statistische Auswerteparameter hochlaufend berechnet, am Bildschirm angezeigt und automatisch gespeichert (zitiert aus STEINER, 2009).

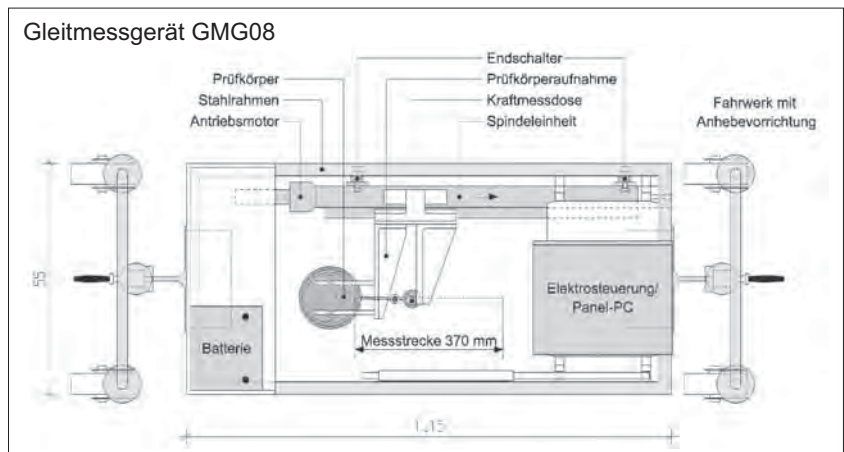


Abbildung 1: Zur Messung der Rutschfestigkeit mit dem Gleitmessgerät GMG08 wird ein Prüfkörper, der eine Klaue simuliert, über eine Strecke von 370 mm gezogen (STEINER, 2007).

Tabelle 3: Ergebnisse der Gleitreibungsmessung bei unterschiedlichen Sanierungs-

Verfahren	HDW 2500 bar		Längsrillieren		Aufrauen/Rillieren		Kugelgranulat Scheuern	
	2	3	2	3	2	3	2	3
Zeitpunkt ¹⁾								
Anzahl Betriebe		1		3		1		3
Anzahl n	12	12	44	35	24	13	36	87
GL_MW μ	0,380	0,284	0,369	0,264	0,351	0,277	0,375	0,304
Signifikanz		a		b		b		a
MW PP1 μ ssa	0,040	0,040	0,076	0,078	0,065	0,062	0,043	0,029
Signifikanz		a		b		c		a

R² = 66,9 % (GL_MW) und 63,3 % (PP1_MW)

Standardfehler der Schätzung: 0,0293 (GL_MW) und 0,0157 (PP1_MW)

¹⁾ 2 = unmittelbar nach der Sanierung; 3=rd. 16 Monate nach der Sanierung

Statistische Auswertung:

Für die statistische Auswertung wurden alle in der Praxis untersuchten Verfahren herangezogen und dazu Klassen gebildet. Für die Bewertung der Beziehung zwischen den einzelnen Klassen und den abhängigen Parametern (Gleitreibwert und PP1) wurde das Programm Statgraphics Centruion XV verwendet. Mit einer multivariaten Regressionsanalyse wurden die Daten ausgewertet. Zum direkten Vergleich mit dem Verfahren „Kugelgranulat Scheuern“ wurden nur jene Verfahren herangezogen, bei denen sowohl die Ausgangssituation, als auch der zeitliche Verlauf (unmittelbar und ca. 16 Monate nach der Sanierung) miterhoben wurden.

Ergebnisse:

Die Ergebnisse der Rutschfestigkeitsmessungen sind in der Tabelle 3 zusammengefasst. Es sind die Gleitreibmittelwerte (GL_MW) und die Spitze-Spitze Mittelwerte (PP1_MW) unmittelbar (=2) und rund 16 Monate (=3) nach der Sanierung mit den wichtigsten Begleitparameter (Anzahl Betriebe und Anzahl der Einzelwerte) und den Signifikanz aufgeführt.

Unmittelbar nach der Sanierung wurden auf allen Oberflächen eine ausreichend hohe Rutschfestigkeiten gemessen.



Bild 2: Oberflächenstruktur unmittelbar nach dem „Kugelgranulat Scheuern“

Die Varianten HDW 2500 bar und das Kugelgranulat Scheuern (beide GL_MW 0,38) unterschieden sich dabei signifikant von den beiden Fräsvarianten – Längsrillieren (0,37) und Aufrauen/Rillieren (0,35).

Im zeitlichen Verlauf (rd. 16 Monate später) konnte mit dem Kugelgranulat Scheuern eine minimal höhere Dauerhaftigkeit bei der Rutschfestigkeit (GL_MW > 0,30) erzielt werden. Generell sank die Rutschfestigkeit bereits nach 16 Monaten sehr rasch ab (Abbildung 3).

Unmittelbar nach der Sanierung wurden auf allen Oberflächen eine ausreichend hohe Rutschfestigkeiten erreicht. Die Varianten HDW 2500 bar und das Kugelgranulat Scheuern (beide GL_{MW} 0,38) unterschieden sich dabei signifikant von den beiden Rillvarianten – Längsrillieren (0,37) und Aufräumen/Rillieren (0,35).

Diskussion:

Das Kugelgranulat Scheuern wurde drei bereits wissenschaftlich untersuchten Verfahren zur Oberflächensanierung von Betonböden gegenübergestellt. Dabei zählen die beiden Varianten HDW 2500 bar (Hochdruckwasserstrahlen) für Spaltenböden und das Längsfräsen für planbefestigte Böden nicht zu empfohlenen Sanierungsverfahren. Die Datendichte ist bei den Varianten, die nur auf einem Betrieb untersucht wurden zu gering, können aber in Verbindung zu bereits durchgeführten Untersuchungen (Steiner, 2007) als Vergleichswerte herangezogen werden. Die Datendichte zum Kugelgranulat Scheuern ist für eine erste Bewertung ausreichend.

Die materialabtragende Wirkung der Sanierungsmaßnahme wurde auf den Praxisbetrieben nicht explizit untersucht. Aufgrund einer optischen Beurteilung der sanierten Spaltenböden kann von einem untergeordneten Materialabtrag ausgegangen werden. Auf eine, wie im ART Bericht 690 „Sanierung von Beton-Laufflächen“ (STEINER, 2007) geforderte Beurteilung der Spaltenböden auf ihre Sanierungsfähigkeit (Rissfreiheit, Statik, etc.) wurde in dem Projekt aus Zeitgründen verzichtet.

Literatur:

BERGSTEN C., 2004: Healthy feet requires cow comfort 24 hours. In: Proceedings of the 13th International Symposium and 5th conference

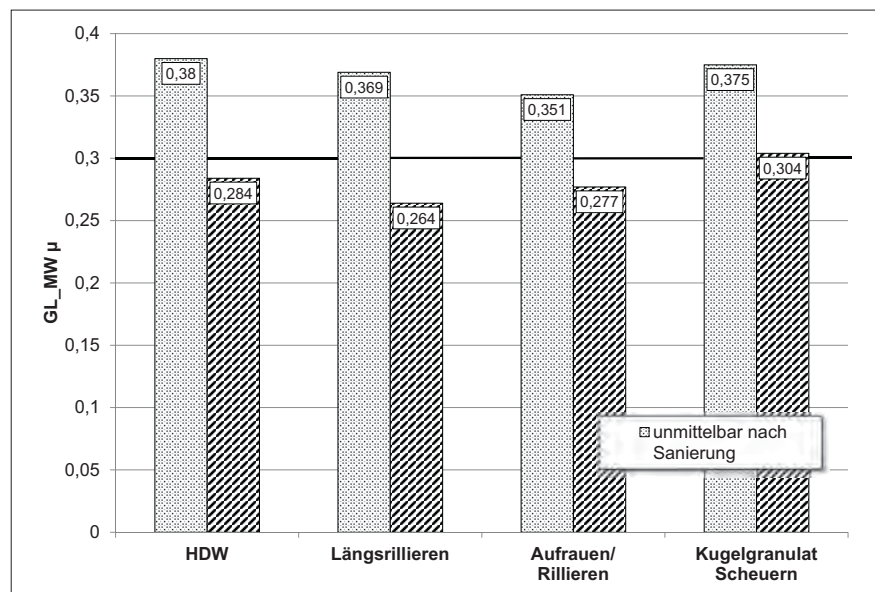


Abbildung 3: Wechselwirkung der Gleitreibmittelwerte der unterschiedlichen Verfahren unmittelbar und ca. 16 Monate nach der Sanierung

on lameness in ruminants, 9. Session: Housing Management, Animal Behaviour and Claw Health. Maribor, Slovenia, pp. 184–191

HAUFE, H. C., FRIEDLI, K., WECHLSER, B., STEINER, B., 2010: Laufflächen im Liegeboxenlaufstall: Ein Vergleich verschiedener Bodenarten im Hinblick auf die Klauengesundheit und das Tierverhalten. ART Bericht 723. Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Tänikon, CH-8356 Ettenhausen. ISSN 1661-7568

STEINER, B., 2007: Sanierung von Beton-Laufflächen, Entwicklung und Bewertung von neuen Verfahren. ART Bericht Nr. 690. Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Tänikon, CH-8356 Ettenhausen

STEINER, B., KECK, M., THALMANN, C., ZÄHNER, M., 2009: Bodensanierung in Rinderstallungen - Entwicklung und Bewertung von neuen Verfahren. Bautagung Raumberg-Gumpenstein 2009, 45 – 50. ISBN: 978-3-902559-30-2.

STEINER, B., 2009: Bodengestaltung in Melkständen. ART Schriftenreihe 9 Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, CH-8356 Ettenhausen

Ammoniakemissionen aus Milchviehställen und Maßnahmen zur Minderung

Sabine Schrade^{1*}, Beat Steiner¹ und Margret Keck¹

Zusammenfassung

Laufställe sind bedeutende Quellen von Ammoniak-Emissionen (NH₃). Bisher fehlten Emissionsdaten für Liegeboxenlaufställe mit Laufhof. Die Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART und die Empa bestimmten die NH₃-Emissionen des Haltungssystems Liegeboxenlaufstall mit planbefestigten Laufflächen und Laufhof für Milchvieh. Die Messungen auf sechs Praxisbetrieben waren übers Jahr verteilt und deckten somit jahreszeitliche und betriebliche Unterschiede ab. Als relevante Einflussgrößen auf die NH₃-Emission resultierten die Temperatur, die Windgeschwindigkeit im Stall und der Harnstoffgehalt der Tankmilch. Lösungen zur Minderung setzen bei bedarfsgerechter Fütterung, verbessertem Stallklima, weniger verschmutzter Fläche, raschem Harnabfluss von den Laufflächen und optimierter Entmistung an. Planbefestigte Laufflächen mit 3 % Quergefälle und Harnsammelrinne ermöglichen rasches Abfließen von Harn ins gedeckte Güllelager. Eindrücke von sechs Praxisbetrieben in Deutschland und Österreich zeigen, dass eine präzise Ausführung des Gefälles und häufiges Entmisten für einen ungehinderten Harnabfluss wichtig sind.

Schlagwörter: Emissionen, Ammoniak, Minderungsmaßnahmen, Milchvieh, Harnabfluss

Summary

Loose-housing systems are major sources of ammonia emissions (NH₃). To date, emission data for cubicle loose-housing systems with outdoor exercise area have been lacking. Agroscope Reckenholz-Tänikon Research Station ART and Empa have determined the NH₃ emissions of dairy-cattle cubicle loose-housing systems with solid-concrete flooring and an outdoor exercise area. Taken on six commercial farms, the measurements were spread out over the year, thus covering seasonal and operational differences. Temperature, wind speed in the housing, and urea content of tank milk proved to be important influencing variables for NH₃ emissions. Abatement solutions begin with needs-based feeding, an improved housing climate, reduction of soiled surface area, rapid urine drainage from the exercise areas, and optimised dung removal. Solid-concrete floor surfaces with a 3% transverse slope and a urine collection gutter enable rapid drainage of urine into the covered slurry store. Impressions from six commercial farms in Germany and Austria show that precise construction of the slope and frequent dung removal are important for unimpeded urine drainage.

Keywords: Emissions, ammonia, abatement measures, dairy cattle, urine drainage

1. Einleitung

Bei Hochleistungskühen gelangen knapp 20 % des zugeführten Stickstoffs in die Milch, rund 30 % werden im Kot und etwa 50 % im Harn ausgeschieden (TAMMINGA, 1992). NH₃ entsteht überwiegend aus Harnstoff im Harn mit Hilfe des Enzyms Urease. Die NH₃-Bildung erfolgt, wenn Harnstoff mit Flächen in Kontakt kommt, die mit Kot oder Kot-Harn-Gemisch verschmutzt sind oder waren und somit ureaseaktive Mikroorganismen aufweisen. Die mit Kot und Harn verschmutzten Laufflächen sind also die wesentlichen Quellen der NH₃-Emissionen. In Form von NH₃ geht der Landwirtschaft wertvoller Stickstoffdünger verloren. NH₃ in der Atmosphäre wird schliesslich als saurer Regen ausgewaschen und belastet als Stickstoffdünger empfindliche Ökosysteme.

Aktuelle Emissionsdaten für NH₃ aus der Milchviehhaltung sind zur vergleichenden Bewertung von Haltungssystemen nötig, als Beitrag für Emissionsinventare sowie als Referenz für Minderungsmaßnahmen. Gemäß den Umweltzielen Landwirtschaft (BUNDESAMT FÜR UMWELT und

BUNDESAMT FÜR LANDWIRTSCHAFT, 2008), müssen die NH₃-Emissionen um rund 40 % vermindert werden. Angesichts dieses hohen Handlungsbedarfs gilt es, die vorhandenen Möglichkeiten zur Emissionsminderung von Ammoniak konsequent auszuschöpfen und neue Lösungen aufzuzeigen.

In diesem Beitrag sind systematische Messungen von NH₃-Emissionen bei sechs Milchviehlaufställen mit planbefestigten Laufflächen und Laufhof dargestellt. Weiter wird ein Überblick über NH₃-Minderungsmaßnahmen sowie Untersuchungen zu planbefestigten Laufflächen mit Gefälle für raschen Harnabfluss aufgezeigt.

2. NH₃-Messungen auf Milchviehbetrieben

Literaturdaten für NH₃-Emissionen bei Milchvieh waren für die in der Schweiz verbreiteten freigelüfteten Laufstallsysteme mit Laufhof nicht aussagekräftig. Bisher wurden Messungen überwiegend in zwangsgelüfteten oder weitgehend geschlossenen Ställen ohne Laufhof durchgeführt. Die fehlenden Emissionsdaten bei freier Lüftung und von

¹ Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Tänikon 1, CH-8356 ETTENHAUSEN

* Ansprechperson: Dr. Sabine Schrade, E-mail: sabine.schrade@agroscope.admin.ch

Flächenquellen sind im Wesentlichen auf Schwierigkeiten bei der Ermittlung der Luftwechselrate zurückzuführen.

Ziel dieser Untersuchung war es, die NH_3 -Emissionen für die in der Schweiz häufige Situation der Milchviehhaltung im Laufstall mit Laufhof zu bestimmen.

2.1 Material und Methoden

Die Messungen erfolgten in zwölf Messperioden auf sechs Praxisbetrieben mit freigelüfteten Liegeboxenlaufställen mit planbefestigten Laufflächen und Laufhof. Messungen in je zwei von drei Jahreszeiten (Sommer, Übergangszeit, Winter) pro Betrieb deckten die klimatische Variation im Jahresverlauf ab. Um die Emissionen von zwei Bereichen mit unterschiedlicher Quellstärke abzubilden, wurde eine Tracer-Ratio-Methode mit zwei Tracergasen (SF_6 , SF_5CF_3) entwickelt und erfolgreich eingesetzt. Zur Charakterisierung der jeweiligen Messsituation, zur Plausibilisierung von Messdaten als Bezugsgrößen und zur Ableitung von wichtigen Einflussgrößen auf die Emissionen, dienten neben beschreibenden Betriebsdaten folgende Parameter: Außenklima, Klima in Stall und Laufhof, Tieraufenthalt, Laufflächenverschmutzung sowie Stickstoff-Input, -Output und -Verwertung.

Für die Messungen wurde das in der Schweiz weit verbreitete Haltungssystem für Milchvieh im Laufstall mit Laufhof ausgewählt. Dabei handelte es sich um freigelüftete Eingebäudelaufställe mit Liegeboxen, planbefestigten Laufflächen und längs zum Stallgebäude angeordnetem Laufhof. Auf drei Betrieben war der Laufhof räumlich vom Stallgebäude getrennt und auf drei Betrieben als kombinierter Liegegang/Laufhof ausgeführt (Abbildung 1). Die sechs Praxisbetriebe unterschieden sich bezüglich Fütterung, Management, Bewirtschaftungsweise, Herdenleistung, Größe sowie bei baulichen und verfahrenstechnischen Aspekten. Damit konnte für dieses Haltungssystem die Praxisvielfalt abgedeckt werden. Die Bestandesgrößen variierten zwischen 20 und 74 Tieren.

2.2 Ergebnisse und Diskussion

Mit dem systematischen Messansatz auf sechs Praxisbetrieben konnten betriebliche und jahreszeitliche Effekte aufgezeigt werden. Die Tracer-Ratio-Methode hat sich im Praxiseinsatz bewährt. Die Vielfalt der erhobenen Begleitparameter ermöglichte die jeweilige Messsituation detailliert zu beschreiben und einzuordnen sowie Einflussgrößen auf die NH_3 -Emission aufzuzeigen. Im Stickstoff-Niveau unterschieden sich die einzelnen Betriebe und Messperioden zum Teil deutlich. So variierte beispielsweise der mittlere Harnstoffgehalt der Tankmilch zwischen den Betrieben und Messperioden von 13 bis 31 mg pro 100 ml.

Die Tagesmittelwerte der NH_3 -Emissionen variierten im Sommer über alle Messperioden hinweg von 31 bis 67 g/GV·d und lagen damit etwas höher als punktuelle Literaturwerte mit 9 bis

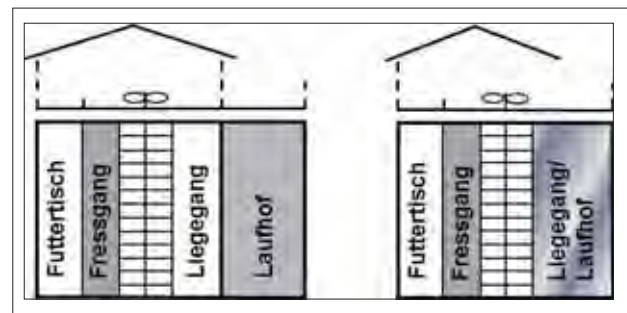


Abbildung 1: Schematische Skizzen für die beiden Stallkonzepte: Laufhof getrennt vom Stallgebäude (links); kombinierter Liegegang/Laufhof (rechts)

57 g/GV·d (ROM et al., 2004; ZHANG et al., 2005). In der Übergangszeit reichten die NH_3 -Emissionen von 16 bis 44 g/GV·d. Im Winter lagen die Tagesmittelwerte mit 6 bis 23 g/GV·d deutlich tiefer als die von SEIPELT (1999) im Winter gemessene Emission mit 40 g/GV·d. Die mittleren NH_3 -Emissionen der jeweils drei Messtage auf einem Betrieb innerhalb einer Messperiode waren sehr konsistent.

Tagesgänge waren nur in der warmen Jahreszeit erkennbar. Bis zu einer Temperatur von etwa 7 °C veränderte sich das NH_3 -Niveau bei Erhöhung der Temperatur kaum. Dagegen stiegen die NH_3 -Emissionen bei einem höheren Temperaturniveau mit zunehmender Temperatur deutlich an (Abbildung 2).

Als relevante Einflussgrößen auf die NH_3 -Emission resultierten in einem linearen Gemischte-Effekte-Modell, welches die hierarchische Datenstruktur von Betrieb, Messperiode und Messtag berücksichtigt, die Windgeschwindigkeit im Stall ($F_{1,1053} = 99,49$; $p < 0,001$) sowie eine Interaktion der Außentemperatur ($F_{1,1053} = 100,78$; $p < 0,001$) und des Harnstoffgehalts der Tankmilch ($F_{1,5} = 6,91$; $p = 0,047$). Diese Einflussgrößen geben Hinweise auf die Minderungsansätze bedarfsgerechte und

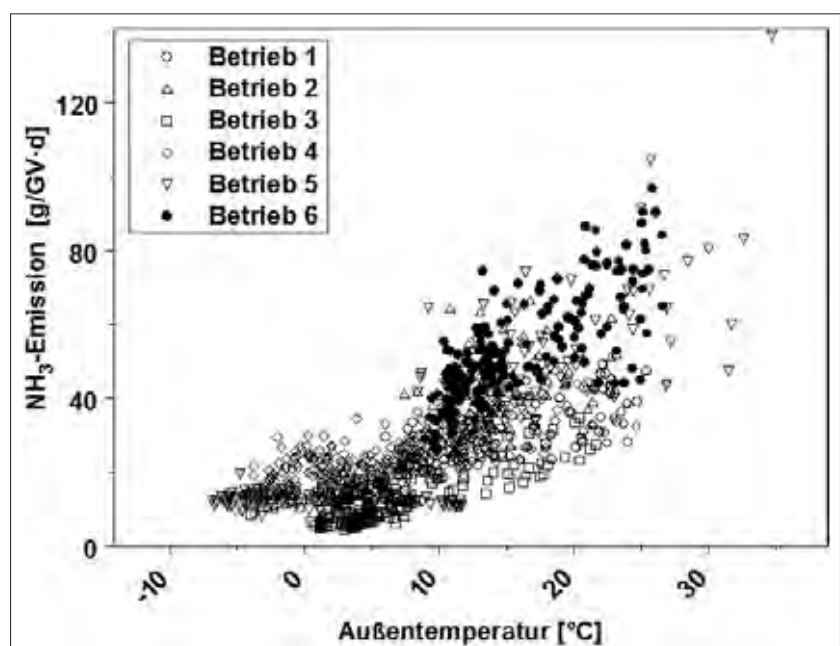


Abbildung 2: NH_3 -Emission [g/GV·d] als Funktion der Außentemperatur [°C], dargestellt als einzelne Messzyklen differenziert nach Betrieben.

Tabelle 1: Beispiele aus der Literatur für baulich-verfahrenstechnische und organisatorische Maßnahmen zur Minderung von NH₃-Emissionen aus der Haltung von Rindvieh (verändert nach KECK et al. 2006)

Maßnahme, Prinzip	Beschreibung, Varianten	Ort	Quelle
Reduktion der emissionsaktiven Fläche	Verringerung der Lauffläche	Praxis	SOMMER et al. (2006)
	Abdeckung der Gülleoberfläche in Güllekanälen unterflur	Praxis, Labor	VAN DOOREN u. MOSQUERA (2010)
Schneller Harnabfluss von Laufflächen	Größere Schlitzbreite bei Spaltenboden	Labor	SVENNERSTEDT (1996,1999)
	Planbefestigte Laufflächen: 3 % Gefälle, Rinne mittig bzw. seitlich	Praxis	BRAAM et al. (1997a; 1997b) SWIERSTRA et al. (1995)
	Rillenboden mit Ablauföffnungen	Praxis	SWIERSTRA u. BRAAM (1999)
	Rillenboden mit/ohne Ablauföffnungen; Schlitze zwischen Flächenelementen	Praxis, Labor	VAN DOOREN u. MOSQUERA (2010)
Schnelles Entfernen der Exkremente von Laufflächen	Reinigung von Spaltenböden	Praxis	ANDERSSON et al. (1994) KROODSMA et al. (1993)
	Erhöhte Reinigungsfrequenz von planbefestigten Laufflächen	Labor	KECK (1997)
		Praxis	BRAAM et al. (1997b)
Binden von Harn an Einstreu	Stroheinstreumenge variiert	Labor, Praxis	GILHESPY et al. (2009)
Harnanfall im Stall reduziert durch Weidehaltung	Weidedauer variiert: 0, 10, 20 h/d	Praxis, Modell	MONTENY et al. (2001)
	Weidedauer variiert: 0, 12, 18, 22 h/d	Labor, Praxis	GILHESPY et al. (2006) WEBB et al. (2003)

ausgeglichene Fütterung sowie Stallklimaaspekte. Bei SCHRADE et al. (2012) sind die Untersuchungen detaillierter beschrieben.

3. Übersicht über NH₃-Minderungsmaßnahmen

Zur Erreichung der Umweltziele sind NH₃-Minderungsmaßnahmen bei der Haltung von Rindvieh umzusetzen. *Tabelle 1* gibt einen Überblick über Labor- und Praxisuntersuchungen zur Minderung von NH₃-Emissionen aus der Rindviehhaltung. Der direkte Vergleich von Minderungsangaben verschiedener Untersuchungen ist nicht zulässig, da diese sich sowohl im Referenzniveau als auch im gewählten Versuchsansatz sowie bei den Randbedingungen unterscheiden.

Als Grundlage für Empfehlungen, Förderprogramme sowie für das Emissionsinventar sind wissenschaftlich gesicherte Minderungsdaten nötig. Daher sind systematische Emissionsmessungen mit Versuchsansätzen erforderlich, die eine Übertragung der Ergebnisse auf die Praxis sowie einen Vergleich zwischen verschiedenen Maßnahmen und Studien ermöglichen. Weitere Minderungsansätze müssen gezielt bis zur Praxisreife weiterentwickelt und deren Minderungspotenzial quantifiziert werden. Für erfolgversprechende Minderungsmaßnahmen gelten folgende Anforderungen (nach KECK und SCHRADE 2011):

- Deutliches Minderungspotenzial
- Keine oder geringe unerwünschte Effekte (z.B. hoher Energieverbrauch)
- Realisierbarkeit und Funktionalität
- Möglichst keine Verlagerung auf andere Verlustpfade (z.B. N₂O, CH₄)
- Akzeptanz in der Praxis
- Wirtschaftliche Tragbarkeit
- Synergien zum Tierschutz
- Umsetzbarkeit nicht nur bei Neubauten, sondern möglichst auch bei bestehenden Stallgebäuden und Umbauten

- Kontrollmöglichkeit
- Kombinierbarkeit mit weiteren Maßnahmen

Bei der Auswahl von Minderungsmaßnahmen sind neben Erkenntnissen zum Wirkungsprinzip und Minderungspotenzial eine Einschätzung zur Verbreitung in der Ausgangssituation, zum Veränderungspotenzial und Umsetzungsspielraum erforderlich. Organisatorische Maßnahmen können durch ihre enorme Breitenwirkung ein quantitativ bedeutendes Minderungspotenzial erschließen.

4. Untersuchungen zu Laufflächen mit raschem Harnabfluss

4.1 Literaturübersicht

Auf planbefestigten Laufflächen ohne Gefälle verbleibt bis zum nächsten Entmistungszeitpunkt stehende Nässe. Stehende Nässe (Harnpfützen) in Senken und Mulden stellen ein großes NH₃-Bildungs- und -Freisetzungspotenzial dar (*Abbildung 3*). Auf dem kürzesten Weg soll Harn mit einem Quergefälle zu einer Sammelrinne geführt werden.

In den Niederlanden wurden in den 90er Jahren NH₃-Emissionen von Laufflächen mit Gefälle in der Rindviehhaltung untersucht. Eine planbefestigte Lauffläche mit einem Quergefälle von 3 % zur Mitte hin und einer mittigen Harnrinne zeigte im Vergleich zur Referenz mit herkömmlichen Spaltenboden eine Minderung der NH₃-Emissionen um rund 50 % (SWIERSTRA et al., 1995). Die Entmistung erfolgte dabei stündlich. Bei Versuchen von BRAAM et al. (1997a) reduzierten sich die NH₃-Emissionen bei einem einseitigen Gefälle von 3 % mit Harnrinne an den Liegeboxen im Vergleich zu planbefestigten Laufflächen ohne Gefälle und einem Spaltenboden (Referenz) um rund 20 %. Bei einem Quergefälle mit 3 % zur Mitte hin und einer mittigen Harnrinne (Entmistung alle 2 Stunden) waren die NH₃-Emissionen im Vergleich zur perforierten Referenzlauffläche um rund 50 % vermindert (BRAAM et al., 1997b). In der Praxis erfolgt das Ableiten



Abbildung 3: Stehende Nässe auf planbefestigter Lauffläche ohne Gefälle (links); rasches Abfließen von Harn durch Quergefälle (rechts).

des Harns in den Querkanal häufig über die Führungsrinne der Schieberentmistungsanlage. Doch dieses Volumen ist begrenzt und es kann zum Überlaufen und so zu stehendem Harn kommen. Daher sind ausreichend gross konzipierte Harnsammelrinnen mit minimalem Gefälle für ein gezieltes Abführen der Flüssigkeiten erforderlich. Die Funktion von solchen Rinnen muss zusätzlich durch mechanische Räumere am Mistschieber unterstützt werden (Abbildung 4).

Im Folgenden sind Untersuchungen zum Harnabflussverhalten im halbtechnischen Massstab sowie Erhebungen auf Praxisbetrieben zu Laufflächen mit Gefälle, Harnsammelrinne und Entmistungsschieber dargestellt.

4.2 Versuche zum Harnabfluss im halbtechnischen Massstab

Systematische Untersuchungen zum Harnabfluss von sieben Bodenoberflächen bei variiertem Gefälle (0 – 5 %) im halbtechnischen Massstab an der ART haben STEINER et al. (2011) in Tänikon durchgeführt. Die Laufflächen waren mit einem Kot-Harn-Gemisch standardisiert vorbefeuchtet und verschmutzt. Appliziert wurden jeweils 2 l Wasser, was dem Volumen eines durchschnittlichen Harnvorgangs einer Kuh entspricht (RUTZMOSER, 2009). Gemessen wurde die Zeitdauer des Abflusses sowie die Masse und die Ausbreitungsfläche der zurückbleibenden Flüssigkeit. Bei den untersuchten Laufflächen zeigte das Gefälle einen deutlich stärkeren Effekt auf das Abflussverhalten als die Oberflächenstruktur (Abbildung 5). Bis zu 3 % Gefälle resultierte insbesondere bei der Abflussdauer und der zurückbleibenden Masse bei allen Laufflächenbelägen ein starker Rückgang. Aus den Versuchen leitet sich demnach ein Gefälle von rund 3 % bei der Ausführung von planbefestigten Laufflächen als empfehlenswert ab (STEINER et al., 2011).

4.3 Erhebungen auf Praxisbetrieben

Auf sechs Praxisbetrieben in Deutschland und Österreich wurden Erfahrungen von Betriebsleitenden zu planbefestigten Laufflächen mit Quergefälle und Harnsammelrinne erfragt und verfahrenstechnische Details erhoben. Bei den Ställen handelt es sich mit Ausnahme von einem geschlossenen, nicht wärmedämmten Stall um Aussenklimaställe

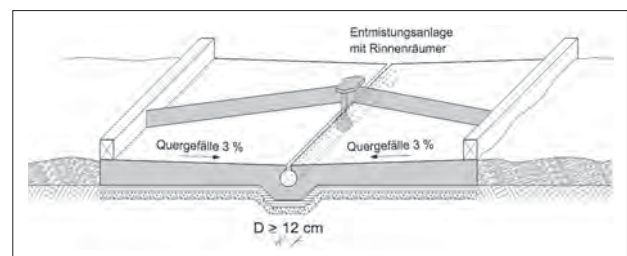


Abbildung 4: Lauffläche mit Gefälle und Harnsammelrinne ausgeführt mit Kunststoffrohr sowie Entmistungsschieber mit Rinnenräumer (Quelle: BUNDESAMT FÜR UMWELT und BUNDESAMT FÜR LANDWIRTSCHAFT, 2011)

(Tabelle 2). Die Liegeboxen sind als Hoch- bzw. Tiefboxen ausgeführt und alle Betriebe setzen Stroh als Einstreu ein. Gründe für den Einbau der planbefestigten Laufflächen mit Gefälle und Harnsammelrinne sind in erster Linie saubere und trockene Klauen und somit Verbesserung der Klauengesundheit. Als weiteren Grund führten Landwirte saubere Kühe an, was die Euterreinigung erleichtert. Der Landwirt von Betrieb 4 gab an, dass das Gefälle und die Harnsammelrinne auch zum raschen Abfluss des Regenwassers vom integrierten Laufhof dienen.

Auf jedem Betrieb wurde eine einzelne Lauffläche (Fressgang oder Laufhof) detaillierter betrachtet und unter anderem auch das Gefälle ausgemessen. Bei vier der untersuchten Laufflächenmaterialien handelt es sich um Gummibeläge, bei zwei um Beton. Das Quergefälle wurde von allen Betriebsleitern mit 2 % angegeben. Die an sechs bis zehn Positionen gemessenen Werte waren jedoch vielerorts deutlich tiefer und variierten bei den meisten Betrieben über die Längsachse stark. Aufgrund der nicht zufriedenstellenden Ausführung des Gefälles bildeten sich zum Teil Harnpfützen und nach der Entmistung bleibt Restverschmutzung zurück. Bei Betrieb 6 ist in der Längsachse zusätzlich ein Gefälle von knapp 1 % eingebaut. Dies führt dazu, dass Harn in der Harnsammelrinne sofort in den Querkanal abfließen kann. Dieser Effekt war in diesem Stall deutlich erkennbar.

Die besuchten Betriebe entmisten mit Klappschiebern der Firmen Prinzing bzw. Schauer. Diese sind zusätzlich mit einer Räumerklappe aus Stahl bzw. Hartkunststoff zur Reinigung der Harnsammelrinnen ausgestattet (Abbildung 4).

Alle besuchten Betriebe hatten bereits Erfahrungen mit mindestens einer Winterperiode und waren im Grossen und Ganzen mit dem System zufrieden. Wie herkömmliche Schieber kommen auch diese bei Frost an ihre Grenzen. Empfohlen wird daher, den Schieberbahnhof im Stall vorzusehen bzw. den Schieber im Winter im Stall zu parken. Bei Laufflächen mit Gefälle müssen sich zudem die Schieberarme der Bodenneigung anpassen können. Um eine bessere Reinigungsqualität bei abgetrockneter Verschmutzung zu erzielen, befeuchten zwei Betriebe die Lauffläche im Sommer zum Teil zusätzlich mit Wasser von der Melkstandreinigung.

Die Entmistungshäufigkeit variiert zwischen den Betrieben von zwei Mal täglich (bei Weidegang) bis zu zwölf Mal täglich. Zum Teil startet die Entmistung automatisch mittels Zeitschaltuhr. Zwei Betriebe verfügen über Sicherheitsvorkehrungen des Schiebers wie eine Notausleiste vor dem Abwurf und eine Überlastsicherung.

4.4 Fazit zu Laufflächen mit raschem Harnabfluss

Zur Minderung von NH₃-Emissionen sind alle drei Elemente Quergefälle, Harnabflussrinne und häufiges Entmisten

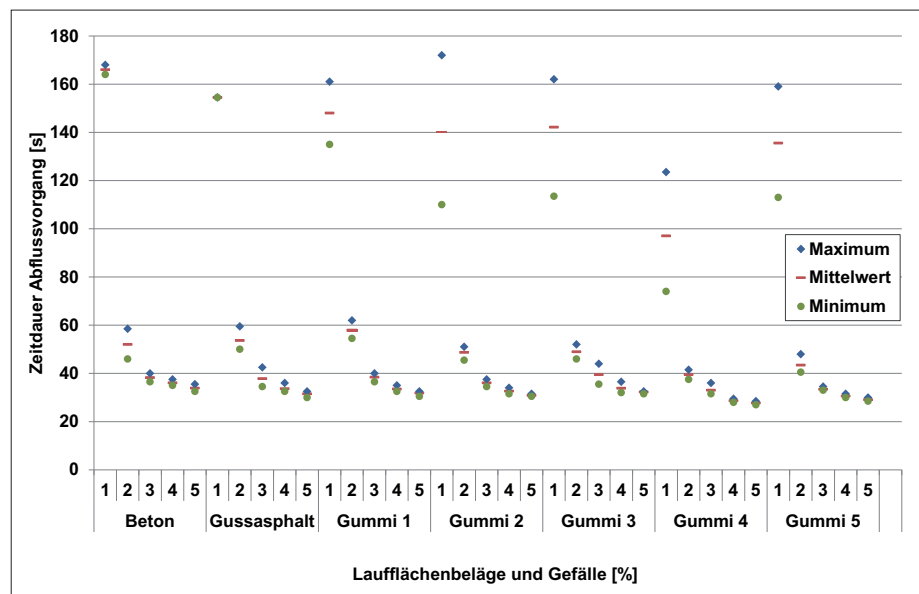


Abbildung 5: Zeitdauer des Abflussvorgangs bei unterschiedlichen Laufflächenbelägen und Gefällestufen (Quelle: STEINER et al., 2011)

wichtig. Neben einem präzise ausgeführten Quergefälle mit 3 % ist zudem für ein gezieltes Abführen der Flüssigkeiten eine ausreichend gross konzipierte Harnsammelrinne mit Längsgefälle erforderlich. Die Funktion von solchen Rinnen muss durch mechanische Harnrinnenräumer am Entmistungsschieber unterstützt werden. Weiter kann Harn nur bei einer sauberen Lauffläche ungehindert abfliessen. Häufiges Entmisten ist demnach in Stallbereichen mit hohem Tieraufenthalt und entsprechend grossem Kot- und Harnanfall besonders relevant. Voraussetzung für häufiges Entmisten sind tiergerechte Schieber, die sich durch

Tabelle 2: Übersicht über die untersuchten Betriebe mit planbefestigten Laufflächen mit Quergefälle, Harnsammelrinne und Entmistungsschieber mit Räumerklappe zum Reinigen der Harnsammelrinne.

Betrieb Nr.	1	2	3	4	5	6
Stall	Aussenklima Umbau	Aussenklima Neubau	Aussenklima Umbau	Aussenklima Umbau	Geschlossen, keine Wärmedämmung Umbau	Aussenklima Neubau
Anzahl Milchkühe/-Plätze [n]	30	33	30	28	40	80
Baujahr	2011	2006	2010	2010	2008	2007
Ausführung Liegefläche	Tiefboxen mit Langstroh	Hochboxen mit Matratze und Kurzstroh	Tiefboxen mit Langstroh	Tiefboxen mit Langstroh	Hochboxen mit Matratze und Kurzstroh	Tiefboxen mit Langstroh
Untersuchte Lauffläche	Fressgang	Fressgang	Fressgang	Integrierter Laufhof	Fressgang	Fressgang
Bodenbelag	Gummi	Beton mit Besenstrich	Gummi	Gummi	Beton mit Granitsteinen	Gummi
Breite [m]	3,7	3,7	3,5	4,5	2,8	4,0
Quergefälle Minimum-Maximum [%]	0,3 – 1,9	1,1 – 2,6	0,6 – 1,9	0,5 – 1,7	keine Angabe	0,8 – 2,2
Tiefe Harnsammelrinne [cm]	17	30	17	17	30	30 Längsgefälle von 1%
Entmistungsschieber						
Reinigungswerkzeug	Metallklappe	Metallklappe	Metallklappe	Metallklappe	Metallklappe	Hartkunststoffklappe
Material Harnrinnen-Räumerklappe	Stahl	Stahl	Stahl	Stahl	Stahl	Hartkunststoff
Häufigkeit Entmisten [n/Tag]	6	5 bzw. 2 (bei Weide)	mindestens 5	4	keine Angabe	12
Start Schieber	manuell	manuell	automatisch und manuell	manuell	keine Angabe	automatisch

geringe Baumasse, tiefe Arbeitsgeschwindigkeit und entsprechende Sicherheitsvorkehrungen auszeichnen. Weiter sind Ausweichmöglichkeiten für die Tiere vorzusehen und Sackgassen zu vermeiden. Die Entmistungszeitpunkte sind zeitlich auf die Melk- und Fütterungszeiten und den Umtrieb der Tiere im Tagesablauf abzustimmen. Saubere und trockene Laufflächen verringern nicht nur die Entstehung und Freisetzung von Ammoniak, sondern fördern auch die Stallhygiene und die Klauengesundheit.

5. Ausblick

Zur Verbesserung der Datengrundlage für NH_3 -Emissionen von der Stallhaltung von Milchvieh und zur vergleichenden Bewertung von Haltungssystemen sind weitere Emissionsmessungen bei Liegeboxenlaufställen mit unterschiedlich ausgeführten Laufflächen und Mehrgebäudeställen mit integriertem Laufhof erforderlich. Dabei gilt es, die Minderungsprinzipien optimiertes Flächenangebot, rascher Harnabfluss und schnelles Entfernen der Exkremente bestmöglich aufeinander abzustimmen.

Um die Umweltziele im Bereich NH_3 -Minderung zu erreichen, sind praxistaugliche Maßnahmen für die Stallhaltung von Rindvieh nötig.

6. Literatur

- ANDERSSON, M., JEPPSSON, K. H. und E. VON WACHENFELT, 1994: Ammonia emission from different surfaces in livestock buildings. In: European Society of Agricultural Engineers (EurAgEng). International Conference on Agricultural Engineering, 29.8.-1.9.1994, Milano, 185–186.
- BRAAM, C.R., KETELAARSK, J.J.M.H. und M.C.J. SMITS, 1997a: Effects of floor design and floor cleaning on ammonia emission from cubicle houses for dairy cows. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 45, 49–64.
- BRAAM, C.R., SMITS, M.C.J., GUNNINK H. und D. SWIERSTRA, 1997b: Ammonia Emission from a Double-Sloped Solid Floor in a Cubicle House for Dairy Cows. *Journal of Agricultural Engineering Research* 68, 375–386.
- BUNDESAMT FÜR UMWELT und BUNDESAMT FÜR LANDWIRTSCHAFT, 2008: Umweltziele Landwirtschaft. Hergeleitet aus bestehenden rechtlichen Grundlagen, Umwelt-Wissen, Bern.
- BUNDESAMT FÜR UMWELT und BUNDESAMT FÜR LANDWIRTSCHAFT, 2011: Baulicher Umweltschutz in der Landwirtschaft - Ein Modul der Vollzugshilfe Umweltschutz in der Landwirtschaft, Bern.
- GEORG, H. und S. RETZ, 2011: Emissionsreduktion bei Haltung auf Spaltenböden - Bewertung eines neuartigen Reinigungsverfahrens. In: Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein (ed.) *Bautagung Raumberg-Gumpenstein*. 25–28.
- GILHESPY, S. L., WEBB, J., RETTER, A. und D. CHADWICK, 2006: Dependence of ammonia emissions from housing on the time cattle spent inside. *Journal of Environmental Quality*, 35, 1659–1667.
- GILHESPY, S. L., WEBB, J., CHADWICK, D., MISSELBROOK, T., KAY, R., CAMP, V., RETTER, A. L. und A. BASON, 2009: Will additional straw bedding in buildings housing cattle and pigs reduce ammonia emissions? *Biosystems Engineering*, 102, 180–189.
- KECK, M., 1997: Ammonia emission and odour thresholds of cattle houses with exercise yards. In: Voermans J.A.M. and Monteny G.J.. *Ammonia and Odour Emissions From Animal Production Facilities. Proceedings of a International Symposium in Vinkeloord, Netherlands*, 349–355.
- KECK, M., SCHRADE, S. und M. ZÄHNER, 2006: Minderungsmaßnahmen in der Milchviehhaltung. In: KTBL (Ed.) *Emissionen der Tierhaltung. Messung, Beurteilung und Minderung von Gasen, Stäuben und Keimen.*, KTBL-Schrift 449. 211–227.
- KECK, M. und S. SCHRADE, 2011: Anforderungen an Massnahmen zur Minderung von Ammoniakemissionen in der Rindviehhaltung. In: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (ed.) *Emissionen der Tierhaltung - Treibhausgase, Umweltbewertung, Stand der Technik.* Kloster Banz, Bad Staffelstein. 360364
- KROODSMA, W., HUIS IN'T VELD, J.W.H. und R. SCHOLTENS, 1993: Ammonia emission and its reduction from cubicle houses by flushing. *Livestock Production Science*, 35, 293–302.
- MONTENY, G.J., HUIS IN'T VELD, J.W.H., VAN DUINKERKEN, G., ANDREE, G. und F. VAN DER SCHANS, 2001: Naar een jaarrondemissie van ammoniak uit melkveestallen. *IMAG, Praktijkonderzoek Veehouderij, Centrum voor Landbouw en Milieu, Wageningen*.
- ROM, H.B., ZHANG, G.Q. und C. WANG, 2004: Survey of ammonia emission from naturally ventilated housing facilities for cattle. In: European Society of Agricultural Engineers (EurAgEng). *International Conference on Agricultural Engineering*, 12 to 16 September 2004, Leuven., *Book of Abstracts*, 668–669.
- RUTZMOSER, K., 2009: Schriftliche Mitteilung. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft - Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft Grub, 11.05.2009.
- SCHRADE, S., ZEYER, K., GYGAX, L., EMMENEGGER, L., HARTUNG, E. und M. KECK, 2012: Ammonia emissions and emission factors of naturally ventilated dairy housing with solid floors and an outdoor exercise area in Switzerland. *Atmospheric Environment*, 183–194.
- SEIPELT, F., 1999: Quantifizierung und Bewertung gasförmiger Emissionen aus frei gelüfteten Milchviehställen mit Trauf-First-Lüftung. Georg-August-Universität Göttingen, VDI-MEG 339, 188 S.
- SOMMER, S. G., ZHANG, G.Q., BANNINK, A., CHADWICK, D., HARRISON, J. H., HUTCHINGS, N. J., MENZI, H., MONTENY, G.J., NI, J.Q., OENEMA, J. und J. WEBB, 2006: Algorithms determining ammonia emissions from buildings housing cattle and pigs and from manure stores. *Advances in Agronomy*, 89, 261–335.
- STEINER, B., KECK, M., KELLER, M. und K. WEBER, 2011: Bewertung von Abflussverhalten auf planbefestigten Laufflächenbelägen in Rinderställen. In: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (Ed.), 10. Tagung: Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, Kiel, 350–357.
- SVENNERSTEDT, B., 1996: Drainage properties and ammonia emissions of slatted floor systems for animal buildings. In: European Society of Agricultural Engineers (EurAgEng). *International Conference on Agricultural Engineering*, 23 to 26 September 1996, Madrid., 479–480.
- SVENNERSTEDT, B., 1999: Drainage properties and ammonia emissions in slatted floor systems for animal buildings. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 19–25.
- SWIERSTRA, D., SMITS, M.C.J. und W. KROODSMA, 1995: Ammonia emission from cubicle houses for cattle with slatted and solid floors. *Journal of Agricultural Engineering Research* 62, 127–132.
- SWIERSTRA, D. und C.R. BRAAM, 1999: Grooved floor system to reduce ammonia emission and to prevent slipperiness in loose houses for cows. In: *Conference of Construction, Engineering and Environment in Livestock Farming*, TU München-Weihenstephan.
- TAMMINGA S., 1992: Nutrition management of dairy cows as a contribution to pollution control. *Journal of Dairy Science* 75, 345–357.

VAN DOOREN, H.J. und J. MOSQUERA, 2010: Measurement of ammonia emissions from three ammonia emission reduction systems for dairy cattle using a dynamic flux chamber. CIGR World Congress. Québec Canada.

WEBB, J., BALSDON, S. und D. CHADWICK, 2003: Investigation of how ammonia emissions from buildings housing cattle vary with the time cattle spend inside those buildings. Bau, Technik und Umwelt

in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung - Beiträge zur 6. Internationalen Tagung 25.- 27. März 2003 in Vechta, 303–310.

ZHANG, G., STRØM, J.S., LI, B., ROM, H.B., MORSING, S., DAHL, P. und C. WANG, 2005: Emission of ammonia and other contaminant gases from naturally ventilated dairy cattle Buildings. Biosystems Engineering 92, 355–364.

Neue Dimensionen in der Rundballentrocknung

Gotthard Wirleitner^{1*}

Zusammenfassung

Bisher galt es als schwierig, Rundballen mit einer Dichte über 130 kg TM/m³ und einem Durchmesser über 1,60 m zu trocknen. Im vergangenen Jahr ist es gelungen, Rundballen mit 1,80 m Durchmesser bei einem Frischgewicht teilweise über 800 kg in 16 bis 36 Stunden zu trocknen. Aus arbeitswirtschaftlichen Gründen wurden die Ballen nicht abgedeckt, aber einmal während der Trocknung gewendet. Der Schlüssel zum Erfolg lag in einer Verbesserung der Durchströmung und einer Verringerung des Luftdurchsatzes sowie einer guten Wärmeisolierung in Verbindung mit einem Luftentfeuchter. Noch dazu lagen die Betriebskosten in einem moderaten Bereich von 0,7 bis 1,5 Cent/kg Heu.

Schlagwörter: Rundballen, Heu, Trocknung, Entfeuchtung, thermische Solarenergienutzung, Anlagenplanung, Optimierung, Trocknungskosten

Summary

Previously it was considered as difficult to dry hay bales of a density above 130 kg TM/m³ and diameters more than 1,60 m. Last summer it worked to dry such large bales of particular more than 800 kg weight within 16 to 36 hours. In accordance with working time restrictions it was not necessary to cover the bale-top, but to turn over the bales once while drying.

The key of success was to improve the air flow in the dryer-system, to reduce the air flow rate and to prepare a thermal insulation associated with a heat pump dehumidifier. Moreover the operating costs are moderate in a range of 0,7 to 1,5 Cent per kg dry hay.

Keywords: round bale, hay, drying, dehumidification, thermal solar energy usage, equipment design, improvement, operating costs

Einleitung

Die Trocknung von Rundballen ist schwieriger als jene von Loseheu in Boxen. Die Probleme sind vielfach auf eine ungleichmäßige Durchlüftung infolge von Feuchtigkeits- und Dichteunterschieden innerhalb der Ballen, aber auch zwischen den Ballen einer Trocknungscharge zurückzuführen. Eine größere Dichte im Vergleich zu Loseheu erschwert die Durchströmung. Die Trocknung sollte rascher als bei Loseheu, möglichst innerhalb von 40 bis 60 Stunden bis auf eine Restfeuchte von 13 % abgeschlossen sein. Das ist mit einer einfachen Kaltbelüftung eher selten möglich. Schlagkräftige Ballentrocknungen arbeiten daher in der Regel mit Warmluft oder entfeuchteter Luft.

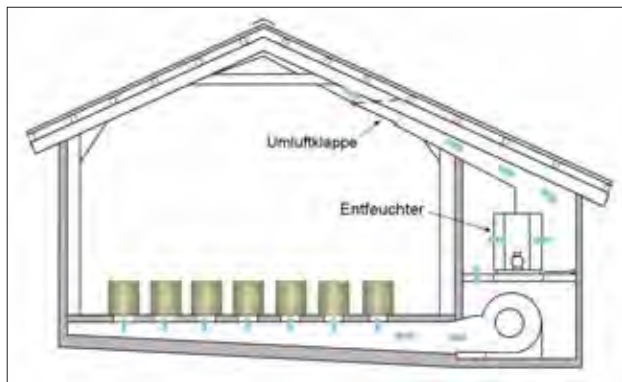


Bild 1: Funktionsschema einer Rundballentrocknung mit Entfeuchtung und Dachabsaugung (Ballenreihen werden in der Praxis meist längsseitig im Gebäude angeordnet!)

Bauformen

Rundballen-Trocknungen werden meist mit Untenbelüftung aus einem massiven Luftkanal ausgeführt. Idealerweise lässt man Betonkanäle konisch bis auf etwa 30 cm Endhöhe verlaufen, an der Einblasseite ist eine Luftgeschwindigkeit unterhalb von 8 bis 10 m/s günstig. Bei einfacher Untenbelüftung sollten zumindest feuchte Ballen einmal gewendet werden, kritisch ist meist die obere Außenzone der Ballen. Das Trocknen von zwei direkt aufeinander stehenden Ballen erscheint eher problematisch, eventuell ist dies zur Vortrocknung von Ballen möglich, wenn die unteren Ballen bereits zum Teil trocken ist. Der Durchmesser der Luftzutrittsöffnung („Ballenloch“) sollte mit 0,8 x Ballendurchmesser oder



Bild 2: Ballentrocknung mit Untenbelüftung und Rollplane

¹ Am Pfaffenbühel 8, A-5201 SEEKIRCHEN

* Ansprechperson: Dipl.Ing. Gotthard Wirleitner, E-mail: g.wirleitner@gmx.at

Ballendurchmesser minus 35 cm dimensioniert werden. Eine Blechkranzhöhe von 14 cm hat sich bewährt.

Üblich sind weiter Anlagen mit Blechkanal für Untenbelüftung. Zum besseren Druckausgleich werden bei gleichbleibendem Kanalquerschnitt teilweise unterschiedlich hohe Bremsleisten an der Kanaloberseite oder Lochbleche unterhalb des Ballenloches eingebaut.

Alternativ zu ortsfesten Kanälen verwendet man auch flexible Polyamid-Schläuche in Verbindung mit Stahlblech-Zwischenringen. Damit können zwei Ballenlagen übereinander belüftet werden. Etwas problematisch erscheint dabei die Stabilität der aufeinander stehenden Ballen, besonders bei weicher Pressung.



Bild 3: Modellbetrieb mit zweireihigem Betonkanal und darüberliegendem wärmeisoliertem Blechkanal sowie gedämmter Wandseite.



Bild 4: Links typische Problemzone bei Untenbelüftung, rechts Adapterring auf zu kleinem Ballenloch



Bild 5: Untenbelüftung aus einem Blechkanal, links ein Ballendeckel



Bild 6: Rundballenbelüftung mit flexiblen Schläuchen (Foto: LASCO)

Für je 8 Ballen wird auch eine Kompakteinheit mit Zwischenringen samt aufgebautem Ventilator angeboten. Industriell gefertigte Komplettanlagen werden auch mit kombinierter Oben- und Untenbelüftung angeboten. Eine Belüftung von Rundballen aus der Ballenmitte über ein perforiertes Rohr konnte bisher nicht überzeugen.

Tipps zur Planung

Wie erwähnt, ist für eine schlagkräftige Ballentrocknung eine Anwärmung oder Entfeuchtung der Trocknungsluft Voraussetzung. Dabei sollte die Lufttemperatur je nach Trocknungsdauer etwa 45 bis maximal 50 °C nicht übersteigen. Neben einer Solar-Dachwärmenutzung sind Warmluftöfen mit Stückgut- oder Hackgutfeuerung und Luftentfeuchter verbreitet. Bei ausreichender Leistung einer Gebäudeheizung oder zur Verfügung stehender Abwärme kann die Trocknungsluft über Wärmetauscher übergeben werden. Je 10 °C Anwärmung und 10.000 m³/h benötigt man rund 33 kW Heizenergie. Warmluftöfen werden entsprechend den Brandschutzvorschriften meist extern angeordnet. Luftentfeuchter werden auch als Kompaktanlage samt Ventilator angeboten.

Für einen Entfeuchter ist ein entsprechender Raum in der Lüfterkammer (meist oberhalb des Ventilators) einzuplanen. Der Sammelkanal einer Dachabsaugung sollte so groß dimensioniert werden, dass die Luftgeschwindigkeit unter 4 m/s bleibt. Im Dach soll die Luftgeschwindigkeit im Bereich um 4 m/s (3 bis 6,5 m/s) liegen.



Bild 7: Links Kompaktentfeuchter mit Lüfter, rechts Warmluftofen

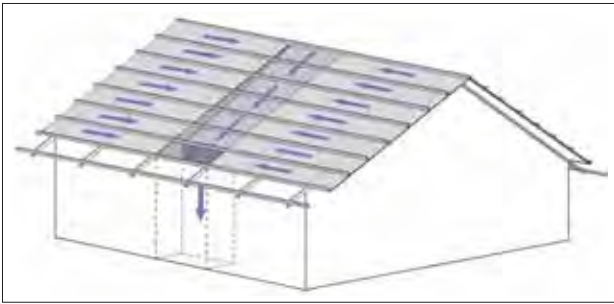


Bild 8: Dachabsaugung bei einem Pfettendach und mittigem Sammelkanal

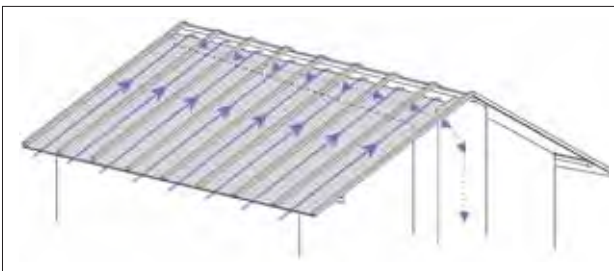


Bild 9: Dachabsaugung bei einem Sparrendach und Sammelkanal im Firstbereich

Für die Bauplanung ist die Anordnung der Ballen entscheidend. Mehr als drei nebeneinander liegende Reihen sind schon aus Gründen der Manipulierbarkeit der Ballen nicht empfehlenswert. Zwei Ballenreihen auf einer Ebene können noch gut per Frontlader bedient werden, ebenso eine darüber liegende Ballenreihe. Eine hydraulische Wendezange ist zweckmäßig.

Mehr als drei übereinanderliegenden Ballenreihen können mit Teleskopschwingen zum Frontlader erreicht werden.

Der Freiraum zwischen benachbarten Ballen sollte mindestens 20 bis 30 cm betragen. Damit ergibt sich typischerweise ein Rastermaß von 1,7 bis 2 m. Bei der Zahl der belüfteten Ballen ist zu bedenken, dass bei kleinen Erntemengen offene Ballenlöcher mit trockenen Ballen abgedeckt werden müssen oder Zuleitungen abzusperrt sind. Bei mehrreihiger oder mehrstöckiger Anordnung der Ballen kann aus



Bild 10: Kompaktanlage für 8 Ballen mit Zwischenringen (Foto MRH-Rieser)

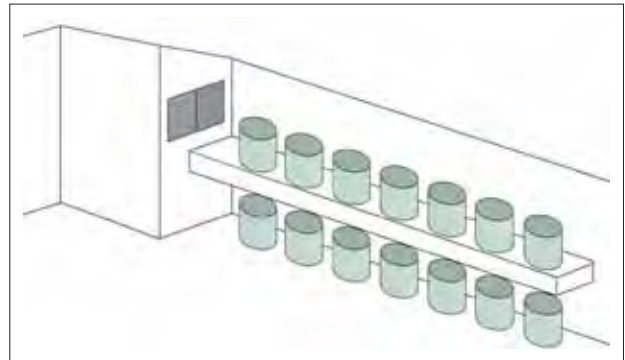


Bild 11: Schema einer einfach bedienbaren zweistöckigen Ballentrocknung an der Gebäude-Längsseite (links Lüfterkammer mit Entfeuchter)



Bild 12: Ballenentnahme mit Frontlader und Wendezange, rechts oben im Bild ist die hochgefahrte Rollplane erkennbar

diesem Grund die Speisung durch je einen getrennten Ventilator pro Reihe oder Stockwerk zweckmäßig sein. Sehr lange Ballenreihen (z.B. mehr als 18 bis 20 Ballen) können eventuell in Verbindung mit einem Entfeuchter ohne Zusatzlüfter eine mangelhafte Umluftführung und unerwünschte Kondensationen bewirken. Damit erscheinen Einheiten mit über 50 bis 60 Ballen eher nicht empfehlenswert.

Ventilatorauswahl

Zur Ballentrocknung sind druckstabile Ventilatoren mit einem Maximaldruck von mindestens 1.500 bis 1.600 Pa empfehlenswert. Typischerweise schwankt der erforderliche statische Druck zwischen 750 und 1.400 Pa je nach Luftdurchsatz und Ballendichte. Extremwerte bis 2.000 Pa wurden gemessen. *Bild 14* zeigt den erforderlichen statischen Druck in Abhängigkeit von der Ballendichte und dem Volumenstrom je Ballen. Die Daten wurden durch Berechnung des Widerstandbeiwerts aus eigenen Messungen und Literaturangaben [1], [3] ermittelt.

Die Ballendichte beeinflusst über den Luftdurchsatz stark die Trocknungsdauer. Der Luft-Volumenstrom je Ballen soll je nach Durchmesser um 800 bis 2.000 m³/h liegen, um die geforderte kurze Trocknungszeit zu erreichen. Pro m² Ballen-Stirnfläche kann man mit 500 bis 1.000 m³/Luft je Stunde rechnen. Das entspricht etwa einem spezifischen Luft-Volumenstrom von 0,14 bis 0,28 m³/s und m².

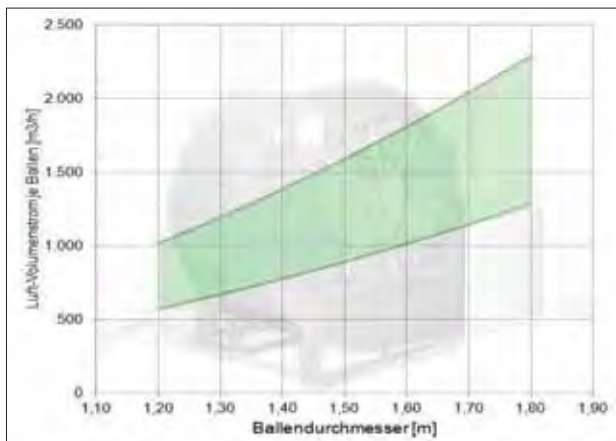


Bild 13: Empfehlenswerter Luft-Volumenstrom für Rundballen

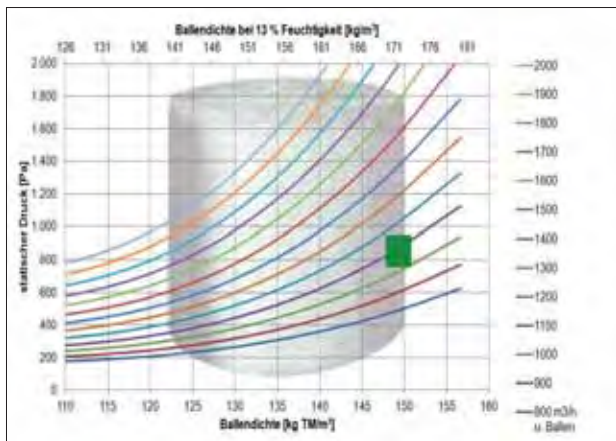


Bild 14: Statischer Druck für Rundballen mit 1,5 m Durchmesser

Ein eher geringer Luft-Volumenstrom ist bei wenig druckstabilen Ventilatoren, aber auch im Entfeuchterbetrieb sinnvoll. Besonders bei Warmluft- oder Entfeuchterbetrieb sollte zumindest der Luftzufuhrkanal wärmeisoliert sein (z.B. 3 cm starke Hartschaumplatten), eine Wärmedämmung des Gebäudes ist sinnvoll. Bei Entfeuchtung empfiehlt sich auch eine enge Abtrennung des Ballenbereiches (z.B. durch eine Rollplane). Nach einem groben Richtwert für die Antriebsleistung des Ventilators kann bei Rundballentrocknung mit etwa 0,4 bis 0,7 kW je Ballen gerechnet werden.

Die Modellanlage

Die Ballentrocknung Fink (Bild 3) arbeitet mit insgesamt 57 Ballen getrennt in zwei Etagen und je einem Ventilator pro Etage. Im Umluftsystem werden beide Etagen von einem leistungsfähigen Entfeuchter bedient. Einer Lüfterleistung von 11 und 18 kW steht eine sehr groß dimensionierte Entfeuchterleistung von etwa dem doppelten Wert gegenüber. Der Volumenstrom je Ballen wurde über Frequenzwandler auf rund 1.100 bis 1.200 m³/h reduziert. Dabei wurde ein moderater statischer Druck im Bereich von 740 bis 960 Pa gemessen. Bei mehreren Trocknungschargen wurde das Ballengewicht vor der Trocknung, beim Wenden und nach der Trocknung festgestellt. Damit stehen in Verbindung mit der Stromzählerablesung zuverlässige Daten zum Energieverbrauch und den Energiekosten zur Verfügung.

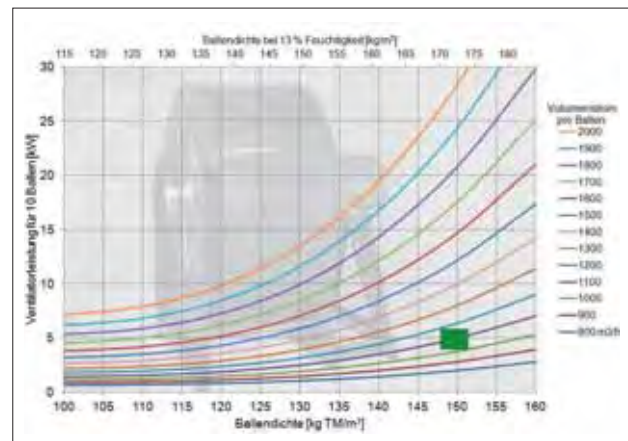


Bild 15: Ventilatorleistung bei Rundballen mit 1,8 m Durchmesser. Der Betriebsbereich der Modellanlage ist markiert

Letztere liegen bei einem Tarif von rund 0,14 €/kWh im Bereich von 0,7 und 1,5 Cent/kg Heu. Ursprünglich vorhandene Ballenlöcher mit 90 cm Durchmesser wurden mit einem Adapter auf 1,43 m vergrößert. Die Anlage ist mit einer speicherprogrammierbaren Steuerung ausgestattet. Damit können Ventilatoren und der Entfeuchter über Frequenzwandler automatisch bedient werden. Die Trocknungszeit lag je nach Frischgutfeuchte im Bereich von 16 bis 36 Stunden. Wegen beschränkter Arbeitszeiten wurde meist gegen Abend um etwa 17 h gemäht und aufbereitet, am nächsten Tag etwa um dieselbe Zeit gepresst. Frische Ballen erreichten ein Gewicht bis zu 930 kg. Die Frischgutfeuchte schwankte in weiten Grenzen von 24 bis 38 %. Pro Ballen wurden bis zu rund 200 kg Wasser abgetrocknet. Die maximale Frischdichte betrug 305 kg/m³ entsprechend 224 kg/m³ Trockenmassedichte. Trotzdem wurden auch solche Ballen trocken.

Bedienung

Der Erfolg mit einer Ballentrocknung steht und fällt mit geeignet gepressten Ballen. Gut belüftbar sind Ballen mit gleichmäßigem Dichteverlauf. Die Ballendichten sollten im Bereich von 110 bis 130 (höchstens 150) kg Heu-TM/m³ bleiben. Zumindest



Bild 16: Stabgurtpresse geöffnet

im äußeren Stirnseitenbereich sollte man die ganze Hand mit ausgestreckten Fingern noch einstoßen können. Der Ballendurchmesser sollte weder zu klein, noch extrem groß sein. Bewährt sind Durchmesser im Bereich von 1,3 bis 1,6 m, maximal bis 1,8 m. Sehr große und lockere Ballen sind oft wenig stabil, am ehesten ist das noch bei Pressen mit Stabgurt der Fall.

Zum Pressen sollte ein breiter Doppelschwad gebildet werden. Je

nach Pressentyp und Hersteller liegt der zulässige Druck am Manometer der Presse bei 60 bis 80 bar. Pressen mit variabler Kammer liefern eher Ballen mit gleichmäßigerer Dichte als solche mit Konstantkammer. Bei Konstantkammer-Pressballen strömt die Trocknungsluft im lockeren Ballenkern verstärkt ab. Besonders bei solchen Ballen ist es zweckmäßig, eine offene obere Stirnseite mit einem Deckel samt Blechkranz abzuschließen. Bei neueren Pressen kann der Dichteverlauf eingestellt werden.

Für Ballenbelüftung sollte der Trockenmassegehalt des Frischguts eher über 65 bis 70 % liegen. Das entspricht typischerweise einer Vorwelkzeit von einem Tag bei zwei- bis dreimaligem Einsatz eines Kreiselzettwenders. Je nach Ertrag und Ballendurchmesser rechnet man mit 4 bis 12 Ballen je ha. Bei einem Durchmesser von 1,5 m kann man bei Wiesenheu von gut 8 Ballen/ha mit einem Frischgewicht von je rund 450 kg ausgehen. Schwierig zu trocknen ist wegen des hohen Strömungswiderstandes Kleeheu, leicht dagegen grobstängeliges Futter wie Luzerne. Es empfiehlt sich eine Kontrolle des statischen Druckes der Anlage mit einem U-förmig verlegten PVC-Schlauch. Ein Schlauchende ist dabei offen, das zweite mündet beispielsweise in den Blechkranz oder in den Ballenkanal. Empfehlenswert ist das einmalige Wenden der Ballen zum Ausgleich schlecht belüfteter Stellen.



Bild 17: einfache Druckmessung mit 8 mm PVC-Schlauch. Im Bild wird knapp 90 mm Wassersäule entsprechend rund 900 Pa gemessen.



Bild 18: Feuchtigkeitskontrolle mit einem Rundstahldorn



Bild 19: Rundballen am Betrieb Franz Fink auf der Dezimalwaage. Rechts Ballen mit Gewichtsdaten

Erst wenn sich ein Rundstahldorn an allen Stellen ohne großen Widerstand in die Ballen einstoßen lässt, sind die Ballen fertig getrocknet. Feuchte Stellen sind zäh und bieten daher einen starken Widerstand. Ähnlich wie bei Boxentrocknungen sollten äußerlich trocken erscheinende Ballen nachbelüftet werden. Mit speicherprogrammierbaren Steuerungen kann Trocknungszeit, Intervall-Nachtrocknung oder in Verbindung mit einem Frequenzwandler auch der Luftdurchsatz beeinflusst werden. Ebenso ist eine automatische Umschaltung zwischen Umluft- und Frischluftbetrieb möglich.

Literaturverzeichnis:

- [1] HOLPP, M. (2004): Trocknung von Rundballen, Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit.. Fachtagung Landtechnik – Tänikon, 10.03.2004.
- [2] HOLPP, M. (2004): Trocknung von Rundballen - Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit. FAT Bericht Nr. 616/ 2004. Agroscope FAT Tänikon, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik, CH-8356 Tänikon TG, auch verfügbar unter: http://www.bl.t.bmlfuw.gv.at/vero/veranst/041_LT_im_Alpenraum_Tagung9/Referate/03_TrocknungvonRundballen%28HolppMartin%29.pdf (Zugriff 2. Februar 2013).
- [3] PÖLLINGER A., H. WEINGARTMANN, F. HANDLER, E. BLUMAUER und J. PAAR (2008): Pressdichte bei Heubelüftung. Der fortschrittliche Landwirt, Heft 5, 2008 oder https://www.dafne.at/prod/dafne_plus_common/attachment_download/205f87610e0fdbf490e5097a09babd60/VT_Heu-Rundballen_Pressdichte_Teil_2_final.pdf. (Zugriff 2. Februar 2013).
- [4] DeBUSK, K.E. and G.F. GRANDLE: Drying, Handling, Storing an Feeding Hay in Tennessee. The University of Tennessee Agricultural Extension Service PB1255. <http://bioengr.ag.utk.edu/Extension/ExtPubs/PB1255.pdf> (Zugriff 2. Februar 2013).

Brandschutz in der Landwirtschaft

Thomas Schuster-Szentmiklósi*



Brandschutz in der Landwirtschaft

Brandschutz in der Landwirtschaft Dipl.-HTL-Ing. Thomas Schuster-Sz.

Steiermärkisches Bautechnikverordnung

§ 1

OIB-Richtlinien

(1) Den im 1. Teil des II. Hauptstückes des Steiermärkischen Baugesetzes festgelegten Anforderungen wird entsprochen, wenn folgende OIB-Richtlinien, jeweils Ausgabe Oktober 2011 (Anlagen), soweit diese unter Berücksichtigung des Abs. 3 anzuwenden sind, eingehalten werden:

1. OIB-Richtlinie 1: Mechanische Festigkeit und Standsicherheit
2. OIB-Richtlinie 2: Brandschutz (Revision Dezember 2011)
3. OIB-Richtlinie 2.1: Brandschutz bei Betriebsbauten
4. OIB-Richtlinie 2.2: Brandschutz bei Garagen, überdachten Stellplätzen und Parkdecks
5. OIB-Richtlinie 2.3: Brandschutz bei Gebäuden mit einem Fluchtniveau von mehr als 22 m
6. OIB-Richtlinie 3: Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz
7. OIB-Richtlinie 4: Nutzungssicherheit und Barrierefreiheit
8. OIB-Richtlinie 5: Schallschutz
9. OIB-Richtlinie 6: Energieeinsparung und Wärmeschutz

Brandschutz in der Landwirtschaft Dipl.-HTL-Ing. Thomas Schuster-Sz.

VORSTELLUNG



Dipl.-HTL-Ing. Thomas
SCHUSTER – SZENTMIKLÓSI
allg. beeid. und gerichtl. zertif. Sachverständige für
Explosions- und Brandursachenermittlung
und Brandschutzwesen

Bautechniker - seit 1988 Angestellter bei der
Landesstelle für Brandverhütung in Steiermark

Tätigkeiten: Kommissionen
Beratungen + Begutachtungen
Betriebsbrandschutz
Vorträge
Brandursachenermittlung

Brandschutz in der Landwirtschaft Dipl.-HTL-Ing. Thomas Schuster-Sz.

OIB

Brandschutz

OIB RL 2 Brandschutz

OIB RL 2.1 Brandschutz bei Betriebsbauten

OIB RL 2.2 Brandschutz bei Garagen, überdachten
Stellplätzen und Parkdecks

OIB RL 2.3 Brandschutz bei Hochhäusern

Lüftung

OIB RL 3 Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz

Fluchtwege

OIB RL 4 Nutzungssicherheit und Barrierefreiheit

Brandschutz in der Landwirtschaft Dipl.-HTL-Ing. Thomas Schuster-Sz.

Steiermärkisches Bautechnikverordnung

Mit 1. Jänner 2013 in Kraft getreten:

Landesgesetzblatt

Jahrgang 2012 · Ausgabe und verkauft am 19. Oktober 2012 · 47. Stück

120. Verordnung der Steiermärkischen Landesregierung vom 6. Dezember 2012, mit der bautechnische Anforderungen festgelegt werden (Steiermärkische Bautechnikverordnung 2012 – StBTV 2012).
[CELEX-Nr. 32010L0031]

Brandschutz in der Landwirtschaft Dipl.-HTL-Ing. Thomas Schuster-Sz.

OIB – Richtlinie 2

Brandschutz Ausgabe: Oktober 2011

3.7 Feuerstätten und Verbindungsstücke

Feuerstätten und Verbindungsstücke müssen von brennbaren Bauteilen, Bekleidungen und festen Einbauten einen solchen Abstand aufweisen oder so abgeschirmt sein, dass diese unter allen beim Betrieb auftretenden Temperaturen nicht entzündet werden können.

Brandschutz in der Landwirtschaft Dipl.-HTL-Ing. Thomas Schuster-Sz.

¹ Landesstelle für Brandverhütung in der Steiermark, Roseggerkai 3, A-8010 GRAZ

* Ansprechperson: Dipl.-HTL-Ing. Thomas Schuster-Szentmiklósi, E-mail: t.schuster@bv-stmk.at

OIB – Richtlinie 2
 Brandschutz Ausgabe: Oktober 2011

3.7 Feuerstätten und Verbindungsstücke

Verbindungsstücke dürfen nicht durch Decken, in Wänden oder in unzugänglichen bzw. unbelüfteten Hohlräumen geführt werden.



Brandschutz in der Landwirtschaft Dipl.-HTL-Ing. Thomas Schuster-Sz.

OIB – Richtlinie 2
 Brandschutz Ausgabe: Oktober 2011

3.9 Räume mit erhöhter Brandgefahr

Heiz-, Brennstofflager- und Abfallsammelräume gelten jedenfalls als Räume mit erhöhter Brandgefahr



Brandschutz in der Landwirtschaft Dipl.-HTL-Ing. Thomas Schuster-Sz.

OIB – Richtlinie 2
 Brandschutz Ausgabe: Oktober 2011

3.8 Abgasanlagen

Abgasanlagen müssen von Bauteilen mit brennbaren Baustoffen einen solchen Abstand aufweisen, dass diese unter allen beim Betrieb auftretenden Temperaturen nicht entzündet werden können.

↓

ÖNORM H 5170

Brandschutz in der Landwirtschaft Dipl.-HTL-Ing. Thomas Schuster-Sz.


OIB – Richtlinie 2
 Brandschutz Ausgabe: April 2007

3.9 Räume mit erhöhter Brandgefahr

Wände und Decken raumseitig	REI 90 bzw. EI 90 mind. A2
Türen und Tore	EI ₂ 30-C in Trennwand
Verglasungen	EI 30 in Trennwand
Erleichterungen bei Außenbauteilen	
Bodenbeläge	mind. A2 _{fl}

Brandschutz in der Landwirtschaft Dipl.-HTL-Ing. Thomas Schuster-Sz.

ÖNORM H 5170 Heizanlagen



Brandschutz in der Landwirtschaft Dipl.-HTL-Ing. Thomas Schuster-Sz.


OIB – Richtlinie 2
 Brandschutz Ausgabe: Oktober 2011

3.9 Räume mit erhöhter Brandgefahr

Heizraum:


- > 50 kW und Feuerstätten für feste Brennstoffe mit automatischer Beschickung
- Ausnahme < 1,5m³ Vorratsbehälter
- ausgenommen Warmluftgeber und Heizstrahler für jeweiligen Aufstellungsraum

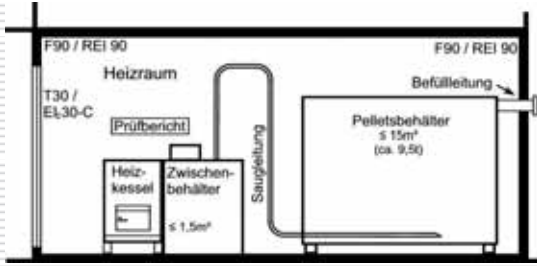
Brandschutz in der Landwirtschaft Dipl.-HTL-Ing. Thomas Schuster-Sz.

ÖNORM H 5170 Heizanlagen 


bis 26 kW	keine Anforderungen an den Aufstellungsraum Rauchwarnmelder
26 bis 50 kW	Aufstellungsraum EI 30
ab 50 kW	Heizraum EI 90

Brandschutz in der Landwirtschaft Dipl.-HTL-Ing. Thomas Schuster-Sz.

MVB 29/2005 



Brandschutz in der Landwirtschaft Dipl.-HTL-Ing. Thomas Schuster-Sz.

OIB – Richtlinie 2 

Brandschutz Ausgabe: April 2007

3.9 Räume mit erhöhter Brandgefahr

Gemeinsame Aufstellung von Behältern (<math><15m^3</math>) für feste Brennstoffe (Pellets) in einem Heizraum ist zulässig.


Heizöl: ab 500l => Lagerraum, bis 5.000l im Heizraum möglich

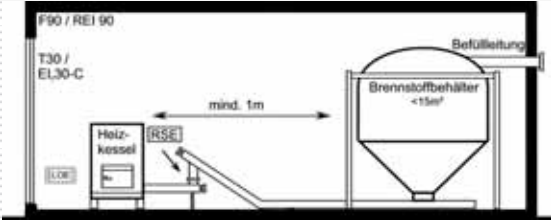
Brandschutz in der Landwirtschaft Dipl.-HTL-Ing. Thomas Schuster-Sz.

Schema - Hackgutfeuerung 



Brandschutz in der Landwirtschaft Dipl.-HTL-Ing. Thomas Schuster-Sz.

MVB 29/2005 



Brandschutz in der Landwirtschaft Dipl.-HTL-Ing. Thomas Schuster-Sz.

Stand der Technik 

Österreichischer Bundesfeuerwehrverband	Die österreichischen Brandverhütungsstellen	prTRVB H 118
TECHNISCHE RICHTLINIEN VORBEUGENDER BRANDSCHUTZ		
AUTOMATISCHE HOLZFEUERUNGSANLAGEN		

Brandschutz in der Landwirtschaft Dipl.-HTL-Ing. Thomas Schuster-Sz.

Bauliche Brandschutzanforderungen

BRANDVEHSCHÜTZUNG

Tabelle 1: Bautechnische Brandschutzanforderungen an Heiz- und Brennstofflageräume bei Brennstoffen gemäß 3.1 (Hackgut) und 3.3 (sonstige Holzreste mit geringem Staubanteil):

Bauteile	Heizraum Anforderungen gemäß Punkt 5.1.2 (angrenzend an brandbeständige öffnungslose Bauteile)			Brennstofflageraum Anforderungen gemäß Punkt 5.1.2 (angrenzend an brandbeständige öffnungslose Bauteile)		
	5.1.1 (alleinstehend)	5.1.2 (angrenzend an brandbeständige öffnungslose Bauteile)	5.1.3 (weder 5.1.1 od. 5.1.2, innerhalb eines Gebäudes)	5.1.1 (alleinstehend)	5.1.2 (angrenzend an brandbeständige öffnungslose Bauteile)	5.1.3 (weder 5.1.1 od. 5.1.2, innerhalb eines Gebäudes)
Außenwände	nicht brennbar ⁽¹⁾	nicht brennbar ⁽¹⁾	F 90 REI 90 ⁽²⁾	keine Anforderung	keine Anforderung	F 90 REI 90 ⁽²⁾
Wände zu angrenzenden Räumen	keine Anforderung	keine Anforderung	F 90 REI 90 ⁽²⁾	keine Anforderung	keine Anforderung	F 90 REI 90 ⁽²⁾
Decke = Dach	nicht brennbar ⁽¹⁾	nicht brennbar ⁽¹⁾	F 90 REI 90 ⁽²⁾	keine Anforderung	keine Anforderung	F 90 REI 90 ⁽²⁾

Brandschutz in der Landwirtschaft Dipl.-HTL-Ing. Thomas Schuster-Sz.

Anlagentechnische Anforderungen Sicherheitsreinrichtungen

BRANDVEHSCHÜTZUNG

- RHE - Rückbrandhemmende Einrichtung
- RSE - Rückbrand - Schutzzeineinrichtung
- RZS - Rückzundsicherung
- SLE - Selbsttätige Löscheinrichtung
- **TÜB - Temperaturüberwachung im Brennstofflageraum / Vorratsbehälter**
- **HLE - Händisch auszulösende Löscheinrichtung**
- FÜF - Flammenüberwachungseinrichtung
- TÜF - Temperaturüberwachungseinrichtung
- DÜF - Drucküberwachungseinrichtung

Brandschutz in der Landwirtschaft Dipl.-HTL-Ing. Thomas Schuster-Sz.

prTRVB H 118 Autom. Holzfeuerungsanlagen bauliche Anforderungen

BRANDVEHSCHÜTZUNG

Bild 4: Automatische Austragung aus dem angebauten Brennstofflager (5.1.2); Heizleistung > 400 kW oder Lagermenge > 200 m³, Brennstoff gemäß Punkte 3.1 (Hackgut) und 3.3 (sonstige Holzreste)

Brandschutz in der Landwirtschaft Dipl.-HTL-Ing. Thomas Schuster-Sz.

Anordnung TÜB und HLE

BRANDVEHSCHÜTZUNG

Brandschutz in der Landwirtschaft Dipl.-HTL-Ing. Thomas Schuster-Sz.

prTRVB H 118 Autom. Holzfeuerungsanlagen Sicherheitstechnische Anforderungen

BRANDVEHSCHÜTZUNG

Tabelle 3: Erforderliche Sicherheitseinrichtungen für Brennstoffe gemäß Punkt 3.1 (Hackgut), in Abhängigkeit von Anlagenausführung, Heizleistung und Brennstofflagermenge:

Anlagenausführung	Heizleistung	Brennstofflagermenge	Erforderliche Sicherheitseinrichtungen	Ausführbeispiel
Kompaktanlage (Vorratsbehälter im Heizraum)	< 150 kW	< 1,5 m³ im Heizraum	- RHE	Bild 1
Kompaktanlage (Vorratsbehälter im Heizraum mit Verbindung zu einem Brennstofflageraum)	< 150 kW	< 1,5 m³ im Heizraum	- RSE - TÜB (im Vorratsbehälter)	Bild 2
Automatische Austragung aus einem Brennstofflageraum	< 400 kW	≤ 50 m³ im Lageraum	- RSE - TÜB	wie Bild 1, jedoch ohne
	< 400 kW	< 200 m³ im Lageraum	- RSE - TÜB - HLE	Bild 3 Bild 4
Automatische Austragung aus einem Brennstofflager im Wirtschaftstrakt (Bergeraum), wobei die Brandschnittfläche 500m² nicht überschreiten darf; Brandwand zum Wehtrakt	< 150 kW	< 200 m³ im Lageraum	- RSE - TÜB - HLE - SLE - RZS	Bild 5
Automatische Austragung aus einem Brennstofflageraum oder Silo (Großanlage)	> 400 kW Heizleistung oder > 200 m³ Brennstoff im Lageraum		- RSE - TÜB - HLE - SLE - RZS - FÜF oder TÜF - DÜF	Bild 6

Brandschutz in der Landwirtschaft Dipl.-HTL-Ing. Thomas Schuster-Sz.

Anordnung TÜB und HLE

BRANDVEHSCHÜTZUNG

Brandschutz in der Landwirtschaft Dipl.-HTL-Ing. Thomas Schuster-Sz.

prTRVB H 118 Autom. Holzfeuerungsanlagen

Das Diagramm zeigt die Anordnung von Wirtschaftstrakt ($\leq 500\text{m}^2$) und Wohntrakt. Im Wirtschaftstrakt sind Futtervorrat, Brennstofflager, Stallung/Tenne etc. und ein Heizraum mit einer automatisierten Holzfeuerungsanlage (110 kW) dargestellt. Die Anlage ist mit einer Heizleistung von 110 kW und einer Lagermenge von 200 m³ Brennstoff (gemäß Punkte 3.1) ausgestattet. Die Anlage ist mit einer automatisierten Holzfeuerungsanlage (110 kW) dargestellt. Die Anlage ist mit einer Heizleistung von 110 kW und einer Lagermenge von 200 m³ Brennstoff (gemäß Punkte 3.1) ausgestattet.

Brandschutz in der Landwirtschaft Dipl.-HTL-Ing. Thomas Schuster-Sz.

Betriebsbauten nach OIB RL 2.1

- Brandabschnittsgröße bei eingeschossigen Objekten bis 1.800m² möglich
- Abgrenzung durch Brandwände REI 90/A2 mind. 50cm über Dach führend
- Grenzabstand 6/10 der Höhe bzw. mind. 3,0m
- Gebäudeabstände 12/10 der Höhe bzw. mind. 6,0m

Brandschutz in der Landwirtschaft Dipl.-HTL-Ing. Thomas Schuster-Sz.

7. BESONDERE BEST.

7.1 Land- und forstwirtschaftliche Wohn- und Wirtschaftsgebäude

- Der **Wirtschaftstrakt ist vom Wohnbereich** durch durchgehende brandabschnittsbildende Wände bzw. Decken zu trennen
 → REI 90 bzw. EI 90, mind. A2
 → REI 60 bzw. EI 60 bei nicht ganzjährig genutzten landwirtschaftl. Gebäuden $\leq 1.200\text{m}^2$
- **Tierställe** zu darüber liegenden Gebäudeteilen
 → Decken in R 30
- Trennung von **Werkstätten, Einstellräume für Kfz u. Maschinen**
 → REI 90 bzw. EI 90, mind. A2
- Abstand zur Grundstücks- bzw. Bauplatzgrenze
 → Brandübertragung auf Nachbargebäude weitgehend verhindert
 → kein definierter Feuerwiderstand bei Abstand von 6/10 der Höhe der Außenwand, mind. jedoch 3 Meter

Brandschutz in der Landwirtschaft Dipl.-HTL-Ing. Thomas Schuster-Sz.

Weitere

LANDESSTELLE FÜR BRANDVERHÜTUNG IN STEIERMARK
 Roseggerkai 3 8010 Graz

0316 82 74 71

Email: brandverhuetung@bv-stmk.at

Brandschutz in der Landwirtschaft Dipl.-HTL-Ing. Thomas Schuster-Sz.

7. BESONDERE BEST.

7.1 Land- und forstwirtschaftliche Wohn- und Wirtschaftsgebäude

Das Diagramm zeigt die Anordnung von Wohntrakt (GK X) und Wirtschaftstrakt (GK Y) mit einer Garage/Werkstätte. Die Gebäude sind durch eine Brandwand getrennt. Die zulässige Brandabschnittsgröße nach OIB 2.1 'Brandschutz bei Betriebsbauten' ist > 1200m². Die brandabschnittsbildende Wände (R) müssen EI 90 mind. A2 sein. Die Grundrandschutzabstände sind > 3,00m und > 3,00m.

Brandschutz in der Landwirtschaft Dipl.-HTL-Ing. Thomas Schuster-Sz.

Weitere Richtlinien zum Thema:

- OIB-Richtlinie 2: Brandschutz
- OIB-Richtlinie 2.1: Brandschutz bei Betriebsbauten
- OIB-Richtlinie 2.2: Brandschutz bei Garagen, überdachten Stellplätzen und Parkdecks
- Technische Richtlinien vorbeugender Brandschutz: prTRVB H 118, Automatische Holzfeuerungsanlagen
- MVB 29/2005 Merkblatt vorbeugender Brandschutz, Aufstellung von Pelletslagerbehältern im Heizraum und im Freien unmittelbar neben einem Gebäude.

(alle Dokumente auf unserer Homepage)

Einfluss des Lüftungssystems auf die Gesundheit von Mastschweinen

Eduard Zentner,^{1*} Birgit Heidinger¹ und Thomas Guggenberger¹

Zusammenfassung:

Die Abteilung Stallklimatetechnik und Nutztierschutz führt im Rahmen ihrer Tätigkeit stallklimatische Untersuchungen in Kooperation mit den betreuenden Veterinären für ganz Österreich durch.

Im Rahmen einer ab dem Jahr 2006 durchgeführten Kooperation mit der Schirnhofner GesmbH. wurden in einem ersten Durchgang (Sommerdurchgang) jene Betriebe stallklimatisch untersucht, welche im Hinblick auf die Lungenbefunde verstärkt und in höherem Maße negativ beurteilt wurden. In einem dafür erstellten Protokoll wurden die erhobenen Daten und die festgestellten Mängel festgehalten. Zusätzlich wurden entsprechende Gespräche mit den Betreibern abgehalten. Die diagnostizierten Mängel und Möglichkeiten zur Verbesserung oder Behebung der Mängel wurden erläutert.

In einem zweiten Durchgang (Winter) wurde auf die veränderten Bedingungen in der kalten Jahreszeit abgestellt und entsprechende Untersuchungen mittels künstlichen Nebels und Wärmebildaufnahmen durchgeführt. Die Ergebnisse sind deckungsgleich mit den jahrelangen Erfahrungen im Bereich der Schweinehaltung.

Gesundheitliche Probleme bei Mastschweinen führen in vielen Fällen zu Leistungsdepressionen und sind daher von besonderer wirtschaftlicher Relevanz. Die Weitergabe von Schlachtbefunddaten an die Landwirte – wie sie von der Fa. Schirnhofner praktiziert wird – stellt für die Betriebsleiter eine wichtige Informationsquelle bezüglich des Tiergesundheitsstatus dar. Auf Grund dieser Informationen können in Abstimmung mit den jeweiligen BetreuungstierärztInnen und durch das Hinzuziehen von Stallklima-ExpertInnen betriebsindividuelle Konzepte zur Verbesserung des Tiergesundheitsstatus erstellt werden. Die eingehende Beratung bei stallklimatischen Problemen und die nachfolgende korrekte Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen können erheblichen Einfluss auf die Tiergesundheit nehmen, wie die Untersuchung zur Lungengesundheit bei Mastschweinen zeigt: Hierbei konnten in den Jahren nach der entsprechenden

Beratung und Umsetzung signifikante Unterschiede des Ausmaßes erhobener Lungenbefunde verglichen mit den ursprünglichen (hohen) Werten festgestellt werden. Zur Absicherung der erzielten Erfolge und zur weiteren Optimierung der Tiergesundheit ist eine Fortführung derartiger Betreuungsmaßnahmen in vordefinierten Zeitintervallen oder auch anlassbezogen unbedingt zu empfehlen.

Zusammenfassend sei zum Thema Zuluftsysteme erwähnt, dass im Zusammenhang mit Vollspaltensystemen weder eine Unterflur-Betriebsganglüftung, weder eine Türanglüftung noch die verschiedenen Loch- und Vliesdeckenbelüftungen ohne entsprechende Zuluftkonditionierung bzw. –vorwärmung funktionieren können! Einzigartig für dieses Projekt und für diese Untersuchungen war die dankenswerter Weise begleitende Zurverfügungstellung von Daten der Schlachtkörperauswertungen samt den tiergesundheitsrelevanten Parametern durch die Fa. Schirnhofner.

Summary:

Ventilation systems in animal husbandry have to fulfill manifold different tasks such as removing stale air, noxious gases and dust, bringing in fresh air without drafts and cooling down room temperature. All of this is essential for and has great influence on maintaining the health status and welfare of livestock. In the pig fattening industry one can encounter several different ventilation systems - each showing certain advantages and disadvantages. In this paper the main focus of attention lies on problems with ventilation and mistakes that can be frequently observed in practice. Methods for detecting the causes of these problems will be described and the consequences for animal health as well as potential ways of solving the problems will be discussed in the following. Correct counselling regarding stable climate and the precise implementation of the recommended measures can have significant impact on the health status of animals. Therefore these supporting measures should be continued in order to preserve these achievements.

Einleitung

Neben der vorhandenen Genetik der Tiere und den vorherrschenden hygienischen Bedingungen auf schweinehaltenden Betrieben, zählt ein tiergerechtes Stallklima verbunden mit einer artgerechten Tierhaltung, wohl zu den wichtigsten Parametern für eine wirtschaftliche und ökonomische Betriebsführung. Im speziellen ist es die Schweinehaltung,

welche enorme Anforderungen an das Betriebsmanagement, zu diesem gehört die Gewährleistung eines der Nutzungsrichtung entsprechenden Stallklimas, und damit in erster Linie auch an den Landwirt stellt.

Die Strukturänderung der österreichischen Landwirtschaft, weniger Betriebe – höhere Tierzahlen, bedingt neben den gesetzlichen Vorschriften, diese sind auf die Über-

¹ Institut für artgemäße Tierhaltung und Tiergesundheit, LFZ Raumberg-Gumpenstein, Raumberg 38, A-8952 IRDNING

* Ansprechperson: Ing. Eduard Zentner, Email: eduard.zentner@raumberg-gumpenstein.at

gangsfristen im Bundestierschutzgesetz zurückzuführen, die Notwendigkeit, Um- bzw. Neubauten durchzuführen.

Es ist in Österreich gängige Praxis, dass diese Um- bzw. Neubauten aus wirtschaftlichen Gründen sehr oft in Eigenregie von den Landwirten selbst durchgeführt werden. Neben den erforderlichen Produkten für die Bauhülle werden auch die Aufstallungseinrichtungen und die gesamte Lüftungstechnik von den Stallbaufirmen bezogen und in Eigenregie eingebaut. Dass für den einwandfreien Betrieb einer Lüftungsanlage samt Gewährleistung der erforderlichen Luftstraten aber das Einhalten ganz entscheidender Parameter von Nöten ist, wird in vielen Fällen streng vernachlässigt. Die folgende Arbeit soll einen Ein- und Überblick über die in Österreich eingesetzten Lüftungssysteme samt den damit verbundenen Problemen in der Praxis geben.

„Die intensive Haltung landwirtschaftlicher Nutztiere in geschlossenen Gebäuden macht eine Be- und Entlüftung des Stallraumes zum Schutz der Tiere und der Bausubstanz zwingend notwendig. Hohe Luftwechselraten sind im Sommer zur Gewährleistung der Wärmeabfuhr der Tiere notwendig. Häufig entsprechen jedoch im Sommer auf Grund mangelhafter Planung die tatsächlich geförderten nicht den berechneten notwendigen Volumenströmen. Die steuerungstechnische Beherrschbarkeit der einströmenden kühlen Luft führt im Winter und in der Übergangsjahreszeit häufig zu Zugluftproblemen im Tierbereich.“ (BÜSCHER, 1991)

Rechtliche Situation

Im neuen Bundestierschutzgesetz, Mindestanforderungen für die Haltung von Schweinen, welches mit 1. Jänner 2005 in Kraft getreten ist, sind folgende Definitionen, welche im unmittelbaren Zusammenhang mit dem Begriff Stallklima stehen, angeführt.

Allgemein

Grundlegende Anforderungen an Schweineställe

Buchten müssen so gebaut sein, dass die Schweine-Zugang zu einem größen- und temperaturmäßig angemessenen Liegebereich haben, der mit einem angemessenen Ableitungssystem ausgestattet und sauber ist und so viel Platz bietet, dass alle Schweine gleichzeitig liegen, normal aufstehen und abliegen, sowie bei Einzelhaltung andere Schweine sehen können.

Stallklima

In geschlossenen Ställen müssen natürliche oder mechanische Lüftungsanlagen vorhanden sein. Diese sind dauernd entsprechend zu bedienen oder zu regeln und so zu warten, dass ihre Funktion gewährleistet ist. In geschlossenen Ställen muss für einen dauernden und ausreichenden Luftwechsel gesorgt werden, ohne dass es im Tierbereich zu schädlichen Zuglufterscheinungen kommt.

Licht

Steht den Tieren kein ständiger Zugang ins Freie zur Verfügung, müssen die Ställe Fenster oder sonstige offene

oder transparente Flächen, durch die Tageslicht einfallen kann, im Ausmaß von mindestens 3 % der Stallbodenfläche aufweisen. Im Tierbereich des Stalles ist über mindestens acht Stunden pro Tag eine Lichtstärke von mindestens 40 Lux zu erreichen.

Die Bedeutung des Stallklimas für das Tier

Speziell Schweine reagieren wegen ihrem eingeschränkten Thermoregulationsverhalten mit typischen Verhaltensmerkmalen auf mangelhafte Stallklimabedingungen. Das Liegeverhalten der Tiere gibt sehr deutlich Aufschluss über die Behaglichkeit von Buchten samt Über- oder Untertemperatur. Sehr deutlich ist dies bei Ferkeln in den ersten Lebenswochen zu beobachten. Die gestreckte Seitenlage würde von den Temperaturen gesehen Optimalbedingungen, Haufenlage allerdings starke Untertemperatur darstellen.

Die Lüftungsanlagen samt Heizungstechnik sollten so gesteuert werden, dass sich die Tiere, ihrer Art entsprechend, wohlfühlen und ihr genetisches Potential bestmöglich ausschöpfen können. Zu den absoluten Mindestanforderungen zählen die damit verbundene Ausschaltung von Zugluft oder hohe Luftgeschwindigkeiten im Tierbereich. Diese Anforderungen sind in allen Nutztierschutznormen und Gesetzen verankert und stellen bei Nichteinhaltung sogar eine Verwaltungsübertretung dar.



Abbildung 1: Haufenlage ist sicheres Indiz für Untertemperatur im Ferkelnest

Einzelne Stallklimafaktoren

Temperatur

Egal ob Schweinemast, Ferkelaufzucht oder Sauenhaltung, die für die Leistung, die Gesundheit und das Wohlbefinden der Tiere optimale Temperatur oder Temperaturspanne ist sicherzustellen. Sie verändert sich mit dem Alter und der Größe der Tiere und ist in hohem Maße vom Haltungssystem abhängig. Die Folgen des Über- oder Unterschreitens der thermoneutralen Zone sind meist wirtschaftliche Nachteile, durch schlechte Leistungen und vermehrtes Auftreten von Krankheiten.

Im Sommer und Winter werden an eine Lüftungsanlage unterschiedliche Anforderungen gestellt. Während im Winter die spezifisch schwerere und sehr viel kältere Au-

ßenluft nicht unmittelbar in den Tierbereich gelangen soll und das Hauptaugenmerk bei der Minimierung der Wärmeverluste durch die Lüftung liegt, versucht man im Sommer gerade mittels Luftbewegung im Tierbereich den Wärme(ab)transport zu verbessern, um zu großen Hitzestress für die Tiere zu verhindern. Besonders die hohen Temperaturen führen oft zu bedrohlichen Situationen, weil speziell Schweine über eine äußerst geringe Hitzetoleranz gegenüber einer relativ großen Toleranz gegenüber Kälte verfügen. Ob es in einem Stall zu Zuglufterscheinungen kommt, hängt in erster Linie von der Zuluftführung, also den Zuluftleitungen ab.

Sie ist ein nicht zu unterschätzender Faktor hinsichtlich der Leistungen und der Gesundheit der Tiere. Speziell Schweinen ist es bei gleichzeitigem Eintreten von hoher Temperatur und hoher Luftfeuchte kaum mehr möglich, Körpertemperatur an die Umwelt abzugeben. Erhöhte Feuchtigkeitsgehalte bieten zusätzliche Nährböden für Krankheitserreger, während im Gegensatz dazu speziell in beheizten Abteilen die rel. Luftfeuchte oft unter 40 % abfällt, und es dadurch zu vermehrter Staubbelastung kommt. Diese stellt wiederum eine zusätzliche Belastung der Schleimhäute und des Lungentraktes dar. Der Optimalbereich liegt zwischen 60% und 80%.

Luftbewegungen

Die optimalen Luftströmungen, wie sie in Verbindung mit verschiedenen Lüftungssystemen immer wieder dargestellt und versprochen werden, sind in den meisten Fällen in der Praxis kaum oder gar nicht vorzufinden. Das Zusammenspiel von vielen Faktoren wie Temperaturschwankungen der Zuluft, Energieabgabe der Tiere, Öffnungen oder Querschnitte der Zuluftöffnungen und die verschiedenen Aktivitätsphasen der Tiere, machen einen kontrollierten und vorhersehbaren Strömungsverlauf fast unmöglich. Zusätzliche Brisanz erhält diese Thematik mit der meist nicht optimalen Anordnung von Zu- und Ablufteinheiten. Luftkurzschlüsse und eine ungleichmäßige Abluftströmung sind nicht selten vorzufinden.

Luftkurzschlüsse sind speziell im Sommer vermehrt zu beobachten. Die Ventilatoren fahren auf voller Leistung und saugen ungenutzt die Frischluft ab bevor sie überhaupt in den Tierbereich gelangen kann.

Schadgase – Fremdgase

Das Hauptaugenmerk neben mehr als 100 weiteren Stoffen in der Stallluft gilt in erster Linie den relevanten Gasen wie Ammoniak, Kohlendioxid, Schwefelwasserstoff, Methan und Kohlenmonoxid.

Während das Kohlendioxid vorwiegend durch die Atmung der Tiere auftritt, entsteht Ammoniak durch die Umsetzung von Kot und Harn. Die Konzentration variiert durch die

Tabelle 1: Optimalbereiche für die Lufttemperatur

Tierart und -kategorie	Gewicht (kg)	Optimalbereich (°C)
Rindvieh		
Kälber	50-150	5-20
Jungvieh	150-500	5-20
Mastmuni	150-500	0-15
Milchkühe (10-20 kg Milch pro Tag)	500-700	0-15
Zuchtstiere	um 1000	0-15
Schweine		
Ferkel ²⁾	2-25	33 → 22 ¹⁾
Vormasttiere ²⁾	25-60	22 → 15 ¹⁾
Ausmasttiere ²⁾	60-100	18 → 9 ¹⁾
Zuchtsauen und Eber ²⁾	150-350	8-15
Säugende Sauen (Ferkel siehe oben) ²⁾	150-250	5-15
Schafe		
Lämmer	4-15	22 → 12 ¹⁾
Mastlämmer	15-40	10-16
Zucht- und Wollschafe	60	0-15
Ziegen		
Gitzi	4-20	15-20
Jungtiere und adulte Tiere	20-70	8-15
Pferde		
Alle	100-600	5-15
Kaninchen ³⁾		
Zuchtstiere		10-15
Masttiere		16-20
Hühner		
Küken und Mastgeflügel ²⁾	0,05-0,3	34 → 21 ¹⁾
Junghennen	0,5-1,5	17-21
Legehennen	1,5-2,0	15-22
Truthühner		
Küken ²⁾	0,08-2,0	34 → 21 ¹⁾
Masttiere	2-18	16-18
Anmerkungen:		
¹⁾ → Mit zunehmender Entwicklung der Tiere vom höheren auf den tieferen Wert allmählich abfallend.		
²⁾ Mikroklima: Gilt für Nischen, Örtlichkeiten im Stall, die lokal ein der entsprechenden Tierkategorie angepasstes Klima garantieren.		
³⁾ Für Käfigtiere in Innenräumen ohne Einstreu.		

(Quelle: Bundesamt für Veterinärwesen in der Schweiz Inf. 800.106.01, Seite 6)

Tabelle 2: Grenz- bzw. Empfehlungswerte für Fremdgase in

Gas	MAK - Werte	CIGR* (1984)	Empfehlung
Ammoniak	50 ppm	20 ppm	max. 20 ppm
Kohlendioxid	5000 ppm	3000 ppm	2000 – 3000 ppm
Schwefelwasserstoff	10 ppm	0,5 ppm	0 ppm

verschiedenen Haltungssysteme, Entmistungsverfahren und Lagerzeiträume in den Stallungen. Ammoniak stellt das am häufigsten vorkommende Schadgas dar, das die klinisch relevanten Grenzwerte am häufigsten überschreitet. Schwefelwasserstoff erhält seine Brisanz meist erst bei Ablassen oder Um- bzw. Abpumpen des Flüssigmistes. Die Freisetzung von Schwefelwasserstoff kann für Mensch und Tier tödlich sein. Problematisch in dieser Hinsicht sind sehr lange Entmistungsintervalle und dem damit verbundenen Auftreten von Schwimmdecken.

Aufgaben der Lüftung

Die Be- und Entlüftung eines Stallgebäudes, egal in welcher Nutzungsrichtung, sollte immer einer Gesamtbetrachtung im Hinblick auf Gebäude – Nutzung – Heizung- Lüftung unterzogen werden. Neben der Gewährleistung der erforderlichen Luftraten, wie in Tabelle 4 angeführt, kommen der Lüftung und Luftführung vor allem in den letzten Jahren auf Grund zunehmender Probleme im Zusammenhang mit dem Konflikt Tierhaltung – Anrainer, große Bedeutung im Hinblick auf Emissionen und den daraus entstehenden Immissionen zu. Die angesprochenen Konflikte führen dazu, dass vielfach der Ruf nach Abluftreinigung bzw. Abluftfilterung lauter wird, ja sogar in einigen Bundesländern in Deutschland mittlerweile gesetzlich vorgeschrieben ist. In der Berechnung für die erforderlichen Luftraten ist aus diesem Grund verstärktes Augenmerk auf die Druckstabilität der eingesetzten Ventilatoren zu legen. Die Abluft hat in diesen Fällen enorme Widerstände, sprich Drücke, zu bewältigen. Geht man davon aus, dass neben den Umlenkungen der Abluft in einer Zentralabsaugung auch noch dicke Schichten eines Biofilters, egal mit welchen Materialien befüllt, zu überwinden sind, so wird die Frage der End- und Belüftung vor allem eine Frage der Wirtschaftlichkeit im Hinblick auf den Energiebedarf.

Im Sommer und Winter werden an eine Lüftungsanlage unterschiedliche Anforderungen gestellt. Während im Winter die spezifisch schwerere und sehr viel kältere Außenluft nicht unmittelbar in den Tierbereich gelangen soll und das Hauptaugenmerk bei der Minimierung der Wärmeverluste durch die Lüftung liegt, versucht man im Sommer gerade mittels Luftbewegung im Tierbereich den Wärme(ab)transport zu verbessern, um zu großen Hitzestress für die Tiere zu verhindern. Besonders die hohen Temperaturen führen oft zu bedrohlichen Situationen, weil die meisten Tiere über eine äußerst geringe Hitzetoleranz gegenüber einer relativ großen Toleranz betreffend Kälte verfügen. Ob es in einem Stall zu Zuglufterscheinungen kommt, hängt in erster Linie von der Zuluftführung, sprich den Zuluftteinrichtungen ab.

Völlig konträr zur Abluftführung ist die unmittelbare Wirkung und auch Auswirkung verschiedener Zuluftführungen, sprich Lüftungssysteme, im Hinblick auf die Tiergesundheit zu sehen. Dem Erfordernis eines gleichmäßigen und impulsarmen Lufteintrags bis in den Tierbereich werden nicht alle Lüftungssysteme gerecht. Die heute am Markt befindlichen Systeme im In- und Ausland entsprechen mehr oder weniger den gesetzlichen und damit vor allem theoretischen Vorgaben. Dass verschiedene Systeme in den Wintermonaten nur mit Zuluftvorwärmung oder Heizung ordnungsgemäß funktionieren, bleibt sehr oft unberücksichtigt.

Die wichtigsten Aufgaben der Lüftung in einer Zusammenfassung aufgelistet:

- Ausreichende Frischluftversorgung der Tiere je nach Alter und Gewicht
- Gleichmäßige Zuluftverteilung über das gesamte Abteil
- Zugluftfreies Einbringen mit Vermeiden von hohen Luftgeschwindigkeiten bis in den Tierbereich
- Optimales Zusammenspiel Lüftung – Heizung
- Ablüften von Schadgasangereicherter Stallluft
- Ablüften der von den Tieren erzeugten Körperwärme

Für die Nutzungsrichtung Schwein sei erwähnt, dass der zugluftfreien Einbringung der Frischluft, im Hinblick auf die Tiergesundheit, größte Bedeutung zukommt. Allein der Temperaturunterschied von kalter Zuluft zu Stallluft kann bewirken, dass die Frischluft bis in den Tierbereich enorm an Geschwindigkeit aufnimmt, und diese Geschwindigkeiten wesentlich über der Empfehlung von unter 2 Meter/Sekunde liegen können.

Zu diesem Faktor Temperaturunterschied gesellt sich ein starker Einfluss der unterschiedlichen Zuluftsysteme im Zusammenhang mit Luftgeschwindigkeiten im Tierbereich. Der als impulsarmen Zuluftsystem bekannten Porenlüftung stehen Systeme mit hohen Eintrittsgeschwindigkeiten wie der Strahl- oder Ständerlüftung gegenüber. Die mit diesen Systemen entstehenden Luftwalzen in den Abteilen können während einer Hitzeperiode für eine durchaus angenehm zu empfindende Luftbewegung während der Sommermonate sorgen. Bei einem Wetterumschwung, in den Übergangsmo-naten der Jahreszeiten Frühjahr und Herbst bereiten diese Umstände aber bereits Probleme mit der Tiergesundheit und sind ohne das Installieren von Heizsystemen nicht ordnungsgemäß und zugluftfrei zu betreiben.

Als Variante zwischen Impulsarm und Impulsstark sind die so genannten Zuluftdecken, wie die Loch- bzw. Foliendecken, zu bezeichnen. Sie finden wie die Porendecke starke Verbreitung in der Schweinehaltung. Die Zuluft gelangt über mehr oder weniger große Öffnungen in den verschiedenen Materialien in das Abteil. Zum Einsatz gelangen Kunststofffolien, Textilgeflechte oder auch Hartschaumplatten. Im Gegensatz zur Porendecke in der Schweinemast haben diese Systeme eines gemeinsam, sie benötigen für einen einwandfreien Betrieb die Installation eines Heizsystems.

Zwangslüftungsverfahren

Überdrucklüftung

Sie findet in der Schweinehaltung weniger Verbreitung und funktioniert auf dem System der Luftverdrängung. Die Frischluft wird über die in den Zuluftkanälen installierten Ventilatoren eingeblasen, die Stallluft wird in die dafür vorgesehenen Ablufschächte verdrängt. Die Überdrucklüftung ist schwerer regelbar, sie hat unmittelbaren Einfluss auf die Temperatur im Abteil und benötigt einen aufwendigen und großzügig dimensionierten Aufbau des Zuluftschachtes.

Gleichdrucklüftung

In diesem Fall sorgen zwei Ventilatoren für einen Gleichdruck im Abteil. Während der Zuluftventilator die Frischluft einbringt sorgt der zweite Ventilator für die Abluft. Eigent-

Tabelle 3: Wärmeabgabe von Nutztieren

Tier	Körpergewicht (kg)	Wärmeabgabe (Watt/h)
Kalb	100	261
Jungrind	300	621
Mastbulle	400	766
Kuh	600	986
Mastschwein	60	139
Sau, tragend	150	269
Sau + 10 Ferkel	200	341

Quelle: TU MÜNCHEN, Skriptum Tierhygiene S. 6

Tabelle 4: Erforderliche Mindest- bzw. Sommerluftraten für Nutztiere

	Mindestluftrate pro kg	Sommerluftrate pro kg	Luftrate für 100 Tiere in m ³ /h	
	Tiergewicht in m ³ /h	Tiergewicht in m ³ /h	Mindestluftrate	Sommerluftrate
Rinder				
Kälber bis 180 kg	0,140	1,00	2520	18000
Kälber bis 220 kg	0,130	0,95	2860	21000
Jung- und Mastvieh bis 400 kg	0,120	0,90	4800	36000
Jung- und Mastvieh bis 500 kg	0,110	0,85	5500	42500
Jung- und Mastvieh bis 600 kg	0,100	0,80	6000	48000
Jung- und Mastvieh über 600 kg (bis 800 kg)	0,100	0,75	8000	60000
Kühe 700 kg (15 l/Tag)	0,100	0,75	7000	52500
Kühe 700 kg (25l/Tag)	0,120	0,85	8400	59500
Stier 1000 kg	0,070	0,45	7000	45000
Schweine				
Ferkel bis 10 kg	0,300	2,00	300	2000
Ferkel bis 30 kg	0,250	1,75	750	5250
mast bis 50 kg	0,200	1,50	1000	7500
Mast über 50 kg (bis 110 kg)	0,150	1,00	1650	11000
Leere Sauen 200 kg	0,080	0,60	1600	12000
Säugende Sauen 250 kg	0,100	0,75	2500	18750
Eber 200 kg	0,080	0,60	1600	12000
Pferde				
Kleinpferd (135 cm STM) 450 kg	0,100	0,60	4500	27000
Großpferd (über 165 cm STM) 650 kg	0,100	0,55	6500	35750
Schafe				
Mastlamm bis 40 kg	0,120	1,00	480	4000
Mutterschaf 80 kg	0,120	0,60	960	4800
Bock 100 kg	0,120	0,60	1200	6000
Ziegen				
Geiß 55 kg	0,120	0,50	650	2750
Bock 75 kg	0,120	0,60	900	4500
Geflügel				
Masthähnchen bis 1 kg	0,500	4,50	50	450
Masthuhn bis 2,5 kg	0,500	3,50	125	875
Junghennen bis 2 kg	0,300	2,50	60	500
Legehennen über 2 kg (bis 4 kg)	0,300	2,00	120	800
Puten bis 25 kg	0,300	2,00	750	5000
Truthühner weiblich 9 kg	0,300	2,50	270	2250
Truthühner männlich 20 kg	0,300	2,20	600	4400
Enten bis 3,5 kg	0,300	3,00	105	1050

Quelle: HAUSLEITNER A., Abteilung für Stallklimotechnik und Nutztierschutz, HBLFA Raumberg-Gumpenstein - Praxisempfehlung

lich eine Kombination aus Über- und Unterdrucksystem. Diese Variante bedingt eine aufwändige Steuerung um den Ausgleich zwischen Zu- und Abluft zu gewährleisten und ist energetisch aus diesem Grund auch schlechter zu bewerten.

Unterdrucklüftung

Mit großem Abstand das am weitesten verbreitete System. Die Ventilatoren sitzen mit saugender Wirkung entweder direkt im Abluftschacht des jeweiligen Abteils oder sind in der zentralen Abluft positioniert. Entweder einzeln oder zentral gesteuert sorgen sie für den nötigen Luftaustausch. Neben dem Ventilator sitzt vielfach auch eine temperaturgesteuerte Drosselklappe im Abluftschacht. Im Verfahren der zentralen Abluft kommt der Drosselklappe entscheidende Bedeutung bei der Gestaltung der Stalltemperatur zu. Sie soll vor allem in der Wintersituation, bei niedriger Luftrate, ein Auskühlen der Abteile auf Grund der Schwerkraft verhindern.

Als Zusatzausstattung werden Messventilatoren angeboten, sie sollen Aufschluss über die tatsächlich geförderten Luftraten geben.

Bei allen Zwangslüftungsverfahren gilt die Gewährleistung einer kontrollierten Lufteinbringung in das Abteil. Undichtigkeiten im Zuluftsystem, die Luft geht immer den Weg des geringsten Widerstandes, sind auf alle Fälle zu vermeiden.

Aus Gründen der bereits erwähnten Probleme mit Anrainern im Genehmigungsverfahren kommt vielfach nur die Unterdruckvariante zum Tragen.

Verschiedene Zuluftsysteme in der Praxis

Allgemeines

Die angebotenen Systeme sind vielfältig und darum auch völlig unterschiedlich zu bewerten. Jedes Zuluftsystem hat seine typischen Eigenschaften und diese können auch mit späteren Adaptierungen nicht umgekehrt werden. Hohe Lufteintrittsgeschwindigkeiten bewirken eine dementsprechende Luftbewegung in den Abteilen. Dass damit

auch Luftbewegung und Luftwalzen im Güllebereich mit Aufsteigen und Eintrag von Luft aus diesem Bereich wahrscheinlich sind, sollte bereits in der Planung berücksichtigt werden und dem Landwirt klar sein. Den Tieren steht damit nicht nur Frischluft sondern auch verbrauchte und mit Schadgasen, wie Ammoniak, Kohlendioxid oder Schwefelwasserstoff, angereicherte Luft zur Verfügung.

Aus diesem Grund sollten mit dem gelieferten und zu installierenden Lüftungssystem auch auf die dementsprechenden Merkmale und Montageprobleme hingewiesen werden. Dass allein eine unzureichende Wärmedämmung der raumumschließenden Bauteile, wie kalte Außenmauern oder die Abgabe von Körperwärme der Tiere (Tab.3), für zusätzliche Luftbewegung sorgen kann, ist oft nicht bekannt.

Strahl Lüftungssysteme

Wie der Name bereits ausdrückt, wird bei diesem System versucht, die Zuluft durch wenige und kleine Öffnungen in das Abteil einzustrahlen oder einzublasen. Die Raumluft selbst wird durch diesen Impuls der Frischluft in Bewegung versetzt. Der Gewichtsunterschied von kalter Zuluft und der wärmeren Stallluft macht es notwendig, an den Einströmöffnungen verstellbare Klappen zu montieren. Diese Klappen sollen gewährleisten, dass die Zuluft nicht sofort in den Tierbereich abfällt, sondern mit Hilfe des Phänomens „Coanda Effekt“ sich an die glatte Deckenkonstruktion anlehnt und sich während des Einströmens anzuhaften versucht. Dies bedingt allerdings auch in der Wintersituation eine minimale Eintrittsgeschwindigkeit von 1 Meter/Sekunde. Das erfordert wiederum auf alle Fälle den Einsatz einer Raumheizung, ansonsten würde das Abteil innerhalb sehr kurzer Zeit auskühlen, die eingestellte Solltemperatur ist auf keinen Fall zu halten und die Tiere würden schwere gesundheitliche Schäden erleiden.

Die Strahl Lüftung kann innerhalb ihres Systems unterteilt werden in:

- Wandseitige Einströmdüsen mit verstellbarem Querschnitt
- Zentral angeordnete Elemente mit oder ohne Wärmerückgewinnung
- Kanalelemente mit ein- oder beidseitigen Öffnungen mit verstellbaren Lamellen

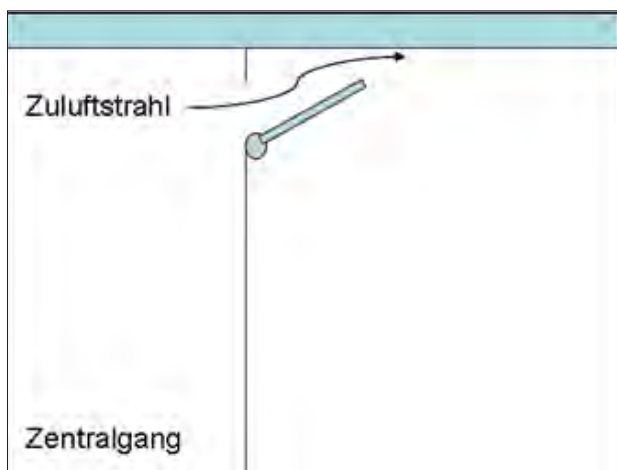


Abbildung 2: Strahl Lüftung mit verstellbarer Einströmklappe

Wandseitige Einströmdüsen

Die Zuluft gelangt über den Zentralgang in das Zuluftsystem. Die verstellbaren Pendelklappen sind längs der Abteilwand zum Zentralgang montiert. Je näher zur Deckenkonstruktion umso höher das Eintreten des Coanda Effekts im Abteil selbst.

In den Sommermonaten wird der Zuluftquerschnitt je nach Lufrate vergrößert. Künstlich erzeugte Widerstände wie Querbalken der Deckenkonstruktion oder quer eingebaute Beleuchtungskörper sollten auch aus energietechnischen Gründen vermieden werden.

Aus den oben angeführten Gründen sollten bei einer Strahl Lüftung folgende Planungsgrößen unbedingt beachtet werden:

- Raumtiefe nicht größer als das Vierfache der Raumhöhe
- Mindesteinströmgeschwindigkeit im Winter 1 m/sec
- Maximale Einströmgeschwindigkeit im Sommer 4 m/sec
- Einbau der Öffnung direkt unter der Stalldecke

Zuluftseitig werden diese Elemente entweder aus einem von der Decke abgehängten Zwischenraum oder direkt aus dem Dachraum versorgt. Sie bewirken je nach System eine Luftbewegung in alle Richtungen. Besonderes Merkmal dieser Varianten ist die Möglichkeit, von der Unterseite des Strahlkörpers Stallluft anzusaugen und vermischt mit Frischluft und damit leicht vorgewärmt in das Abteil abzugeben. Die rund ausgeführte 360° Variante hat den Nachteil,



Abbildung 3: Zentrale Strahl Lüftungseinheit mit 360° Öffnungen



Abbildung 4: Rechteckige Strahl Lüftungseinheit mit Öffnungen in 4 Richtungen

über keine vertikalen richtunggebenden Lamellen zu verfügen. Der Coander Effekt kommt dabei nicht zum Tragen

Strahl Lüftungskanäle

Das System kommt bei Abteilen mit einer Tiefe von mehr als 4 Meter zum Einsatz. Die Kanäle werden, wenn möglich, zuluftseitig ebenfalls aus dem Zentralgang versorgt. Im Gegensatz zu den wandseitigen Einströmdüsen, genügt eine punktuelle Zuluftöffnung in den Zuluftkanal. Im Abteil selbst ist der Kanal je nach Abteibreite ein- oder beidseitig mit Zuluftöffnungen versehen. Um der Frischluft auch in dieser Variante eine Richtung zu geben, sind die Öffnungen mit verstellbaren Lamellen ausgestattet. Diese Lamellen sind entweder per Hand oder mechanisch je nach Zuluftgeschwindigkeit zu steuern. Das größte Problem neben der Zugluftgefahr stellt die mangelnde Möglichkeit zur Reinigung der Kanäle und Lamellen dar. Das unmittelbare Zusammentreffen von Frischluft und Stallluft führt an den Lamellen der Zuluftöffnung zu starkem Kondensat. Dieses Kondensat wiederum verkrustet mit den im Kanal anhaftenden Staubablagerungen und setzt die mechanischen Lamellen außer Funktion. In der Folge werden diese rich-



Abbildung 5: Strahl Lüftungskanal mit starkem Kondensat und entfernten Lamellen

tungsgebenden Lamellen meist entfernt, die Funktion der Strahl Lüftung ist in diesem Fall nicht mehr gewährleistet.

Loch- oder Foliendeckenlüftung

Diese Lüftung weist gegenüber der Strahl Lüftung eine stark reduzierte Eintrittsgeschwindigkeit in das Abteil auf. Sie wird entweder teil- oder vollflächig ausgeführt. Zum Einsatz gelangen die verschiedensten Materialien, von gelochten Hartschaumplatten, doppellagigen Kunststofffolien bis hin zu Textilgeflechten.

Bei ungeheizten Einheiten kommt es bei diesem System immer wieder zu großen Problemen mit Kondensat. Im Speziellen tritt dieses Problem auf, wenn kalte Zuluft direkt an der Zuluftdecke auf die warme Stallluft trifft. Zusätzlich kommt es bei Winterluftraten zu ungleichmäßiger Verteilung der Zuluft und zu höheren Luftgeschwindigkeiten, da die kalte Luft direkt unmittelbar nach Eintritt in den Zwischenraum in das Abteil und damit in den Tierbereich abfällt. Die Frischluftversorgung beschränkt sich in diesem Fall auf das erste Drittel des Abteils. Das Zusammenwirken von Kondensat und dem in den Abteilen auftretenden Staub bewirkt, dass alle Textil- oder Vliesdecken großflächig ver-



Abbildung 6: Doppellagige Kunststofffolie als Zuluftelement



Abbildung 7: Textil- oder Kunststoffgeflecht (ACC) als Zuluftelement



Abbildung 8: Textilgeflechte haben keine lange Lebensdauer



Abbildung 9: Gelochte Kunststoffplatten als Zuluftelement

kleben und die Zuluft nur noch kleinflächig und mit hohem Energieaufwand in die Abteile befördert wird. Entscheidend ist der Temperaturunterschied zwischen Frisch- und Stallluft um das bereits angesprochene Kondensat zu vermeiden. Aus diesem Grund ist die zusätzliche Installation einer Heizung zur Zuluftvorwärmung hier unerlässlich. Vorteile hat dieses System teilweise in der einfacheren Montage und bei allfälligen Reparaturmaßnahmen. Als Nachteil sind durchaus die hohen Kosten der verschiedenen Materialien und die doch geringe mechanische Belastbarkeit der einzelnen Varianten anzusehen.

Unterflur- Betriebsganglüftung

Die Frischluft gelangt durch Öffnungen der Bodenkonstruktion im Zentralgang in den Unterbau des Bedienungsgangs des Abteils. Durch die Perforation des Gangbodens, meist mit Betonspalten ausgeführt, gelangt die Zuluft in den Tierbereich.

Die auf Grund des Unterdruckes in das Abteil aufsteigende Zuluft vermischt sich je nach Temperatur im Abteil mit der wärmeren Stallluft und fällt langsam und gleichmäßig in den Tierbereich ab. Diese Darstellung ist allerdings in der Praxis mit wenigen Ausnahmen nicht vorzufinden. Sogar bei einer Abteilstemperatur von plus 20° und einer Zulufttemperatur von plus 15° steigt die Frischluft nicht mehr auf, sondern fällt unmittelbar an der Buchtentrennwand in den Tierbereich ab. Aus diesem Grund ist das geschlossene Ausführen der Buchtentrennwand bis zur Oberkante der Aufstallung zum Bedienungsgang unerlässlich.

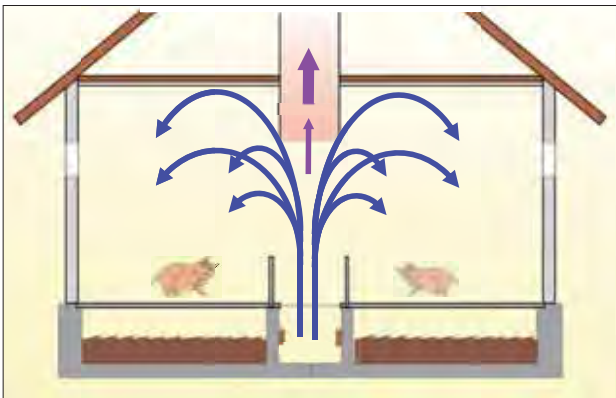


Abbildung 10: Sollsituation der Unterflur-Betriebsganglüftung

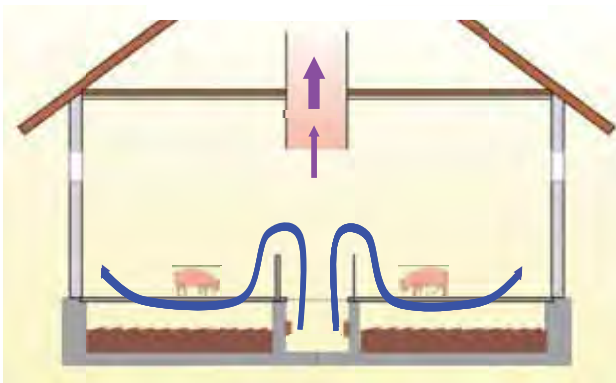


Abbildung 11: Situation bei unzureichender Zuluftvorwärmung

Neben den durch den Zuluftunterbau doch höheren Errichtungskosten fallen vor allem auch höhere Energiekosten durch die Umlenkungen der Zuluft bis in den Tierbereich an.

Futter- oder Türganglüftung

Ähnlich der zuvor beschriebenen Betriebsganglüftung erfolgt der Lufteintrag nicht über die Decke sondern bodennah. Die Zuluft wird nicht aufwendig durch einen eigens errichteten Unterbau, sondern durch eine dafür vorgesehene Öffnung in der Abteiltür, in das Abteil geleitet.



Abbildung 12: Zuluftöffnung in der Abteiltür

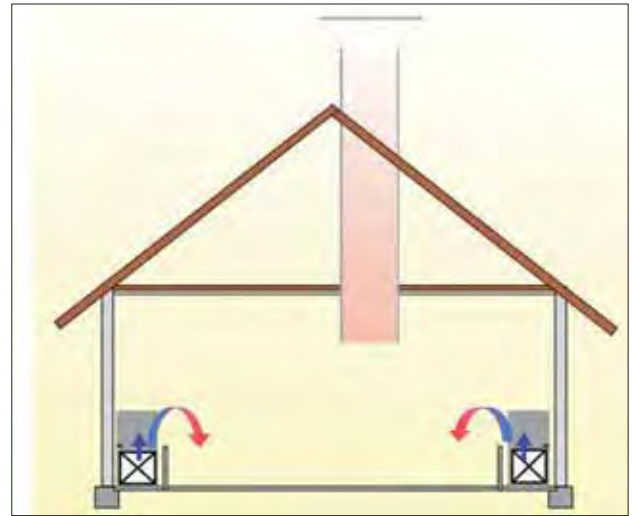


Abbildung 13: Funktionsweise der Türganglüftung



Abbildung 14: Mit Nebel versetzte Luft dringt in das Abteil ein

Die Zuluft gelangt durch einen Zentralgang oder einem vorgelagerten Raum in das Abteil. Dies schafft zusätzlich die Möglichkeit zur Vorwärmung der Luft für die Wintermonate.

Für eine einwandfreie und gleichmäßige Versorgung des Abteils mit Frischluft ist die Anordnung der Ablufteinheit entscheidend. Sie sollte links oder rechts an der Wand zu der Tür positioniert sein, durch die die Luft in das Abteil gelangt.

Porenlüftung

Die Porendecke besteht im Wesentlichen aus luftdurchlässigen Spezial- Holzwolle- Leichtbauplatten, die entweder magnesit- oder zementgebunden ausgeführt sind. Diese Materialien müssen offenporig und fein strukturiert sein. Auf diese Leichtbauplatten wird je nach Anforderung eine strömungsregulierende und geschwindigkeitsreduzierende Spezialdämmschicht aus Mineralwolle gelegt. Anstatt der Holzwolleplatte kann eine Holz-Streuschalung verwendet werden. Dabei ist aber vor allem auf genügend breite Schlitze zwischen den Brettern zu achten, welche eine gleichmäßige Luftströmung ohne zusätzliche Druckverluste gewährleisten. Im Besonderen ist darauf zu achten, dass der Dämmstoff an keiner Stelle vollflächig auf den Brettern aufliegt, sondern mittels Holzleisten etwas abgehoben wird. Vermehrt trifft man vor allem in den letzten Jahren auf geschlitzte oder gelochte Kunststoff- oder Aluwelleplatten als Tragschicht anstelle der Holzwolleplatte. Bei all diesen

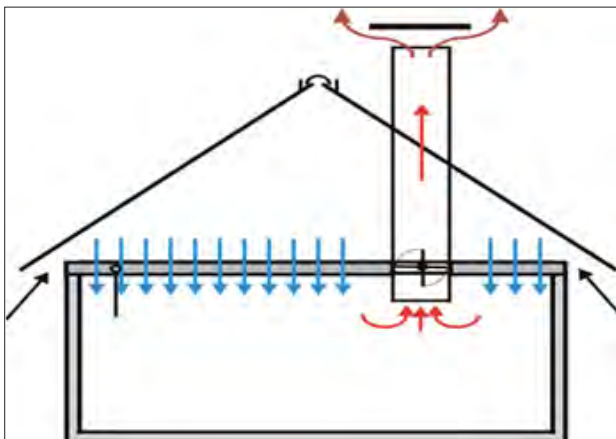


Abbildung 15: Funktionsweise der Porendecke



Abbildung 16: Klassische Porendecke mit Heraklith - Holzwolleplatte

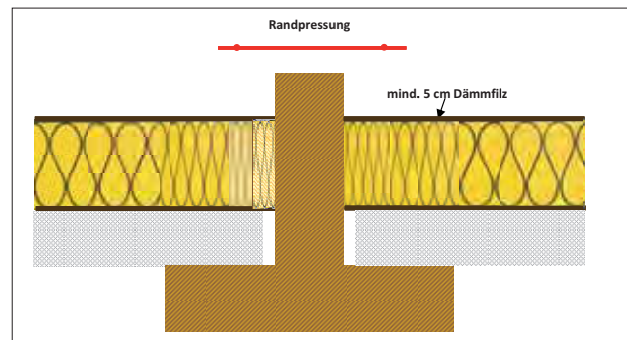


Abbildung 17: Aufbau der Klassischen Porendecke

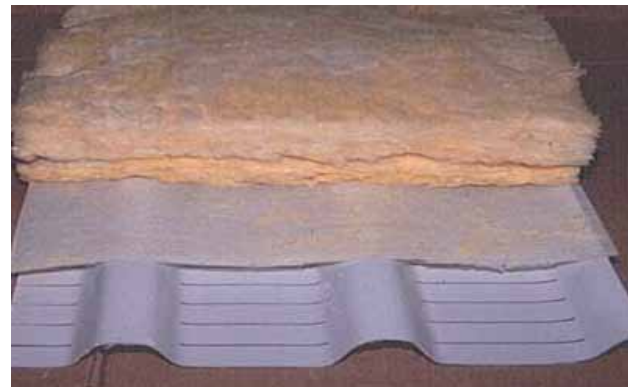


Abbildung 18: Kunststoffwellplatte (Trapezdecke) als Tragschicht, Mineralwolle mit Verstärkungsvlies

Abwandlungen der Porendecke ist das Hauptaugenmerk auf einen möglichst großen Schlitz- oder Lochanteil und auf eine absolut dichte Verlegung des Dämmstoffes, nur dieser ist die eigentliche Luftbremse, zu richten.

Die Zuluftführung über Porendecken erfolgt gleichmäßig und mit so geringer Geschwindigkeit, dass bei sachgerechter Ausführung Zugluft weitestgehend ausgeschlossen ist. Voraussetzung dafür ist natürlich eine völlig lückenlose und gleichmäßige Abdeckung der Tragschicht durch die Mineralwolle. Die Frischluftverteilung im Stall erfolgt durch die langsamen Luftumwälzungen, die durch den Wärmehauftrieb über den Tieren entstehen. Der Abluftschacht beeinflusst diese Umwälzungen kaum. Es ist weitgehend gleichgültig, wo er angeordnet ist. Um Luftkurzschlüsse zu vermeiden, empfiehlt sich aber eine Abdeckung der Mineralwolle in einem Radius von bis zu einem Meter um den Schacht oder ein Absetzen des Schachtes gegenüber der Decke um 60 bis 100 cm. Durch dieses Absetzen des Schachtes entsteht ein Luftpolster zwischen Unterkante der Decke und Unterkante der Ablufteinheit. In diesem Luftpolster kann sich die Frischluft mit der angewärmten Stallluft vermischen und anschließend in den Tierbereich abfallen.

Der installierte Temperaturfühler sollte in keinem Fall in diesem Luftpolster positioniert sein. Er hat den unmittelbaren Tierbereich zu repräsentieren die die vorherrschenden Bedingungen an die Steuereinheit weiterzugeben.

Die Porendecke ist das am meisten verbreitete Zuluftsystem in Österreich. Bei ordnungsgemäßer Ausführung ist es auch vor allem in Hinblick auf die Tiergesundheit auf Grund der impulsarmen Zuluft als das tiergerechteste zu bezeichnen.

Tiergesundheit und Stallklima

Das in modernen, automatisch klimatisierten Schweinestallungen auftretende Syndrom der Ohrrandnekrosen bei Ferkeln wird durch zu kalte Zugluft und dem damit verbundenen Abkühlungseffekt der Körperoberflächen wesentlich mit verursacht. Selbstverständlich steigt durch kalte Zugluft auch die Anfälligkeit für Atemwegsinfektionen und Husten. In Sauenbeständen werden vor allem die zahlreichen Herbstaborte durch Kaltlufteinwirkungen während der kühlen Nächte nach sonnigen, warmen Herbsttagen verursacht. Es reichen schon wenige Stunden mit kalter Zugluft (Zulufttemperatur sinkt nach Sonnenuntergang sofort ab) als Stressor aus, um Sauen in einem empfindlichen Trächtigkeitsstadium zum Abort zu veranlassen (*SCHAFZAHN, 2010*).

In Schweinebetrieben spielen Erkrankungen des Atemwegstraktes eine wesentliche Rolle und stehen an erster Stelle bezüglich wirtschaftlicher Verluste. Als wesentliche Faktoren von Atemwegserkrankungen spielen Aufstellungsbedingungen, Anzahl der Tiere pro Stalleinheit bzw. Bucht, Stallwetter, vor allem Luftfeuchtigkeit, Fremdgase und Temperatur eine entscheidende Rolle.

Die Bedeutung des Luftraumes bzw. des im Stallbereich umgebenden Luftbereiches hinsichtlich Entwicklung von Atemwegserkrankungen wurde in zahlreichen Untersuchungen dokumentiert (*BACKSTRÖM u. BREMER, 1978; KELLEY, 1985*). Staub, hohe Schadgaskonzentrationen, Trockenheit und extrem hohe oder niedrige Luftfeuchtigkeit erhöhen die Empfindlichkeit der Schweine gegenüber Pneumonie-Erregern. Ungünstige Umweltbedingungen können die Wirkung von Sekundärinfektionen von unter natürlichen Bedingungen entstandenen Ausbrüchen von Enzootischer Pneumonie (EP) entscheidend verschlimmern (*CLARK et al., 1993*).

Fremdgase

Verschiedene Gase wie Ammoniak, Schwefelwasserstoffgas, Kohlendioxid und Kohlenmonoxid wurden als wichtige Kontaminanten in Schweineställen festgestellt. Ammoniak stellt das am häufigsten vorkommende Schadgas dar, das die klinisch relevanten Grenzwerte am häufigsten überschreitet (*DONHAM, 1991*). Der direkte Einfluss von hohen Ammoniakkonzentrationen hinsichtlich funktioneller oder morphologischer Störungen auf den Atemwegstrakt wurde in experimentellen Untersuchungen bestätigt. Die chronischen Auswirkungen geringer Ammoniakkonzentrationen über eine gesamte Lebensperiode bei Schweinen ist bisher noch nicht gelungen. *POINTON et al. (1985)* verglichen den durchschnittlichen Ammoniakgehalt zwischen Schweinebetrieben mit einer Prävalenz an Pneumonien über 70 % mit denen von weniger als 30 %. Die durchschnittliche Ammoniumkonzentration in dem Schweinebetrieb mit einer hohen Prävalenz an Pneumonien betrug 11,3 ppm im Vergleich zu 5 ppm bei Schweinen mit niedrigem Pneumonievorkommen. Richtlinien für maximale Konzentrationen von Luftkontaminanten in Schweineställen wurden von *DE BOER und MORRISON (1988)* angeführt.

Temperatur

Wenn die Stalltemperatur zu niedrig ist, verursacht Zugluft eine eklatante Abkühlung des Stallbodens. Temperatur-

schwankungen von über 12°C vermindern die natürliche Immunität und führen dadurch zu gehäuftem Auftreten von Pneumonien bei betroffenen Schweinen (*TIELEN, 1978*). Ebenso kommt es bei Schweinen in Freilandhaltung bei einem plötzlichen Temperaturabfall zu einer vermehrten Häufigkeit von Pneumonien. Die für wirtschaftliche Verluste bedeutendsten Krankheitserreger des Respirationstraktes des Schweines sind einerseits Viren (Influenzavirus A, Porcine Reproductive and Respiratory Syndrome Virus, Porcine Respiratory Corona Virus) und andererseits Bakterien (*Actinobacillus pleuropneumoniae* = APP, *Pasteurella multocida*, *Bordetella bronchiseptica*) sowie Mycoplasmen (*Mycoplasma hyopneumoniae* = EP).

Die klinischen Erscheinungen von Atemwegserkrankungen wie Husten, erschwerte Atmung (Dyspnoe), Fressunlust (Inappetenz), Niedergeschlagenheit (Apathie) und Fieber sind für das Einzeltier meist unspezifisch. Eine systematische Befunderhebung und Dokumentation sind Voraussetzung, um klinische Symptome von Atemwegserkrankungen in Schweinebetrieben erfassen zu können (*MUIRHEAD, 1980; SCHULZE, 1970*).

Untersuchung zur Schlachtkörperauswertung hinsichtlich der Lungengesundheit von Mastschweinen

Beschreibung der Mängel:

Die im Rahmen dieses Projektes untersuchten Betriebe, dies waren in einem ersten Durchgang (Sommer) 28 Betriebe, zeigen unterschiedliche Fehler bzw. Mängel in ihren Systemen. Letztendlich zeichnen sich aber insbesondere bei jenen Betrieben, die entsprechende Sanierungsmaßnahmen gesetzt haben und die damit auch in die Auswertung einbezogen wurden, einige klassische wenn auch dramatische Mängel in der Zuluftführung ab. Es sind dies zu 70% direkte oder indirekte Falschlufteinträge in den Bereich der Gülle unter dem Spaltenboden. Die restlichen 30% verteilen sich auf eine verminderte Frischluftversorgung durch Luftkurzschlüsse von Zuluft zu Abluft und auf durch die Betreiber stark verminderte Luftraten auf Grund von bereits vorherrschenden tiergesundheitlichen Problemen.

Unter direktem Falschlufteintrag in den Bereich der Gülle versteht man Undichtheiten bzw. direkte Verbindungen in



Abbildung 19: Direkter Falschlufteintrag in das Abteil

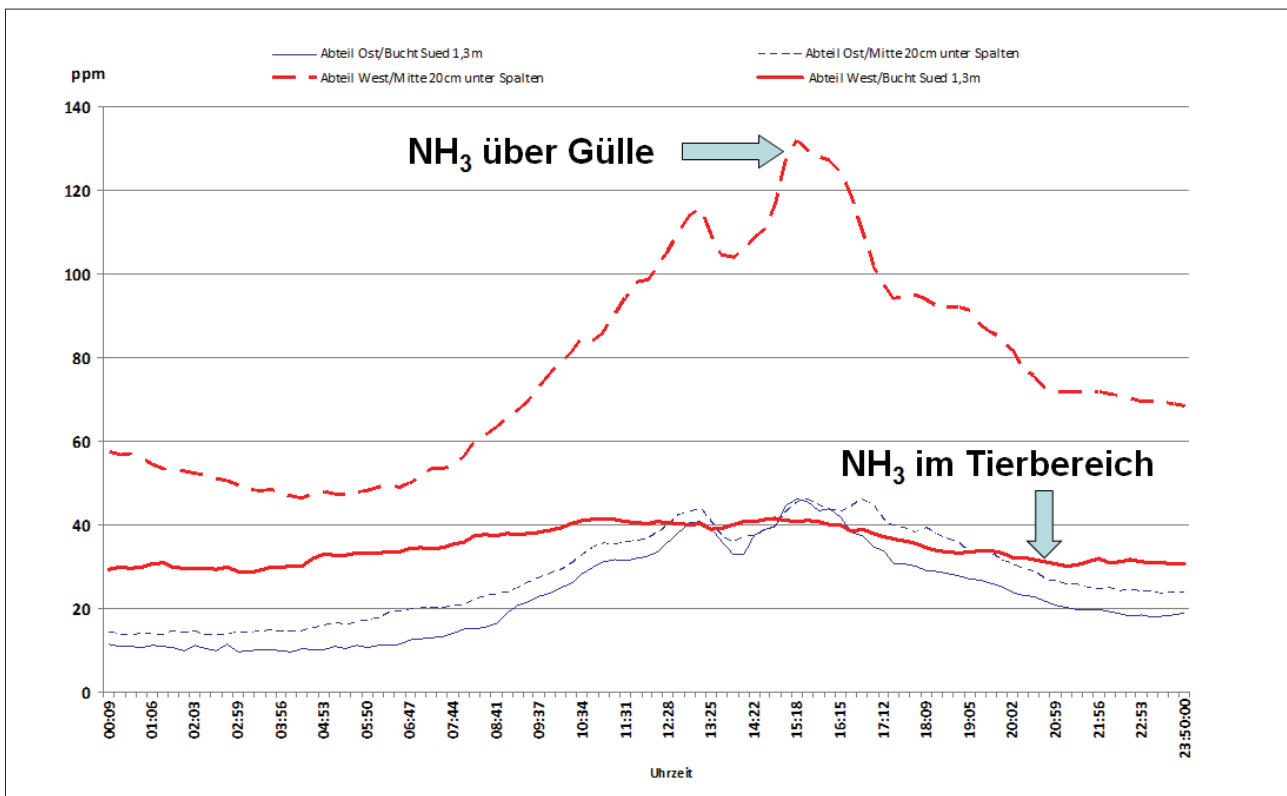


Abbildung 20: Gleichzeitige Messung von NH₃ im Tierbereich und über der Gülle



Abbildung 21: Indirekter Falschlufteintrag über eine Unterflur-Betriebsganglüftung

den Zentralgang, in das Güllelager oder in benachbarte Abteile. Das bedeutet, die Luft gelangt nicht über das eigentliche Zuluftsystem in das Abteil, sondern sie wird durch den an diesen Stellen oft geringeren Unterdruck direkt über die Gülleoberfläche in das Abteil gefördert.

Unter indirekten Falschlufteinträgen versteht man den Eintrag der Zuluft in den Güllebereich verursacht durch Mängel an den Zuluftsystemen, insbesondere durch den Temperaturunterschied von Frischluft zu Stallluft. Das bedeutet, dass aufgrund der physikalischen Eigenschaft der kälteren und damit schwereren Frischluft (Zuluft) ein permanenter Lufteintrag über den Tierbereich, durch den Schlitzanteil im Spaltenboden hindurch, in den unmittelbaren Bereich

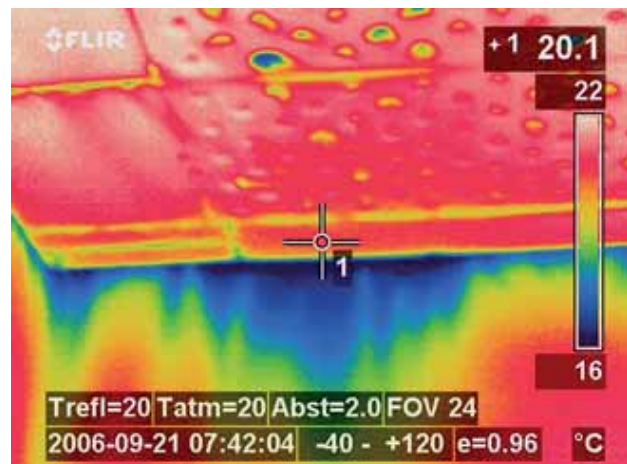


Abbildung 22: Indirekter Falschlufteintrag entlang der Wände über eine undichte Zuluftdecke

der Gülleoberfläche gegeben ist. Je nach Füllhöhe des Güllelagers im Abteil reichert sich die Luft mit hohen Anteilen von Schad- und Fremdgasen an und verliert den Charakter und die positive Eigenschaft einer Frischluft.

Durch den im Abteil vorhandenen Unterdruck gelangt diese Falschlufft unweigerlich wieder in den Tierbereich und ruft in all diesen Fällen sehr hohe Schad- bzw. Fremdgasgehalte in der Stallluft hervor. Grafik ? zeigt das hohe Potenzial an Ammoniak im Bereich der Gülleoberfläche.

Ebenfalls als Ausführungsfehler kann der Bereich der sogenannten Luftkurzschlüsse bezeichnet werden. Dabei fördert das Zuluftsystem zwar ausreichende Mengen in

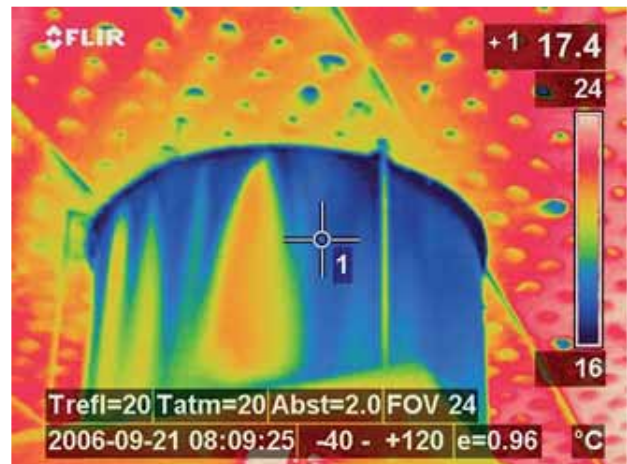


Abbildung 23 und 24: Frischluft wird unmittelbar wieder abgesaugt. Die Wärmebildaufnahme verdeutlicht diesen Mangel.

das Abteil, die Frischluft wird allerdings unmittelbar nach Eintreten in das Abteil wieder abgesaugt.

Wird ein Großteil der Zuluft wieder abgesaugt, ohne dass diese den Tieren jemals zur Verfügung stand, dann führt dies im Tierbereich selbst zu einer Unterversorgung mit Frischluft. Dies zeigte sich in der Untersuchung nicht nur durch erhöhte Ammoniakgehalte. Sogar in der Sommerperiode steigt der Kohlendioxidwert bei derartigen Mängeln im Tierbereich auf bis zu 6000 ppm.

Die Zuluftsysteme der angeführten Beispiele zeigen Ausführungs- und Planungsmängel, diese führen aber zu einem als stark nachteilig zu beurteilenden Stallklima mit unausweichlich negativen Auswirkungen auf die Tiergesundheit und damit auch auf die Wirtschaftlichkeit der Betrieb selbst.

Die Tierhalter versuchen diese Mängel teilweise mit einem Herabsetzen der Mindestluftstraten zu kompensieren. Damit verschlechtern sich alle für das Stallklima wesentlichen Parameter. Die Temperaturen, die rel. Luftfeuchte und alle Schadgase sind im Steigen begriffen. Die bereits vorbelasteten Tiere haben keine Möglichkeit, sich den negativen Einflüssen zu entziehen. Gleichzeitig muss dabei erwähnt werden, dass diese Bedingungen aber auch förderlich für die Entwicklung des Erregerspektrums im Hinblick auf eine Vielzahl der im Schweinebereich auftretenden Krankheiten sind.

Ergebnisse und Beschreibung der Schlachtkörperauswertung:

In Zusammenarbeit mit der Fa. Schirnhofen wurden 28 Schweinemastbetriebe ausgewählt, die erhebliche Probleme im Zusammenhang mit Beanstandungen der Schlachtkörper hinsichtlich der Lungengesundheit aufwiesen.

Am Schlachthof wurde diesbezüglich folgende Unterteilung der erhobenen Befunde vorgenommen:

- Lungenentzündung 10-30 %
- Lungenentzündung >30 %
- Lungenentzündung < 10 %
- Lunge am Tierkörper verwachsen
- Lunge mit Brustfell verwachsen
- Brustfellentzündung < Handfläche

- Brustfellentzündung > Handfläche
- Bauchfellentzündung

Die ausgewählten Betriebe wurden im Jahr 2006 besucht und hinsichtlich ihrer stallklimatischen Gegebenheiten bzw. möglicher Problemquellen für die Tiergesundheit analysiert. Im Anschluss an diese Betriebsbesuche wurden Vorschläge und Empfehlungen zur Verbesserung der stallklimatischen Situation und somit zur Verbesserung des Tiergesundheitsstatus in den Betrieben abgegeben.

In weiterer Folge wurden jene Betriebe (in Summe zehn), die Adaptierungen, Umbauten und Änderungen gemäß den erhaltenen Verbesserungsvorschlägen vorgenommen haben, abermals Ende 2008/Anfang 2009 besucht und die empfohlenen Maßnahmen aus dem ersten Besuch auf deren Tauglichkeit bzw. Auswirkung begutachtet.

Ziel der Untersuchungen war es zu ermitteln, ob die Umsetzung der empfohlenen Maßnahmen einen Einfluss auf die prozentuellen Anteile der am Schlachthof erhobenen Lungenbefunde hat. Der Begriff „Lungenbefund“ umfasst hierbei sämtliche Grade von an den Schlachttieren erhobenen Lungenentzündungen (Pneumonien).

Die Datenauswertung erfolgte mit dem Programm Statgraphics Centurion XV. Der für die Auswertungen herangezogene Datensatz umfasst den prozentuellen Anteil von am Schlachthof erhobenen Lungenbefunden von zehn steirischen Betrieben aus den Jahren 2005 bis 2010 (Tabelle 1). Insgesamt sind in diesem Datensatz die Befunde hinsichtlich der Lungengesundheit von 90133 untersuchten Schlachtschweinen enthalten.

Der Mittelwert der erhobenen Lungenbefunde über alle Betriebe und Jahre hinweg beträgt 37,12 %, wobei der höchste ermittelte Wert bei 60,49 % und der niedrigste bei 5,88 % liegt.

In *Abbildung 25* ist ersichtlich, dass zwischen den Betrieben insgesamt eine starke Inhomogenität hinsichtlich der prozentuellen Anteile der erhobenen Lungenbefunde vorliegt. Auch das Potenzial der einzelnen Betriebe die empfohlenen Maßnahmen umzusetzen bzw. die daraus resultierende Veränderung der Befundwerte ist zwischen den einzelnen Betrieben sehr unterschiedlich.

Die Box beinhaltet 50 % der Werte. In *Abbildung 26* sind die Box-Plots zu den erhobenen Lungenbefunden der Jahre

Tabelle 5: In den Jahren 2005 bis 2010 auf zehn Betrieben erhobener prozentueller Anteil von Lungenbefunddaten

Betr.	Betriebsform	Lungenbefunde 2005 in %	Lungenbefunde 2006 in %	Lungenbefunde 2007 in %	Lungenbefunde 2008 in %	Lungenbefunde 2009 in %	Lungenbefunde 2010 in %
B1	Kombinierter Betrieb	55,37	57,72	39,02	48,10	42,88	40,55
B2	Kombinierter Betrieb	39,27	33,73	22,96	14,35	11,88	5,88
B3	Kombinierter Betrieb	35,00	43,63	42,66	43,14	14,88	15,41
B4	Mastbetrieb	36,53	35,79	19,02	21,21	22,86	37,62
B5	Kombinierter Betrieb	51,06	51,69	42,74	33,19	45,07	47,52
B6	Kombinierter Betrieb	46,41	38,50	30,51	33,62	19,61	27,32
B7	Mastbetrieb	41,38	41,44	39,07	29,88	20,85	20,36
B8	Kombinierter Betrieb	44,74	39,04	48,52	41,68	35,26	37,17
B9	Kombinierter Betrieb	48,68	59,17	54,94	32,51	36,13	43,83
B10	Kombinierter Betrieb	60,49	57,22	45,85	35,70	29,51	37,10

Tabelle 6: Einteilung der Betriebe in Klassen nach Lüftungssystem und Mangel

Betrieb	Lüftungssystem	Mangel
B1	a	III
B2	a	III
B3	a	III
B4	a	III
B5	b	II
B6	c	III
B7	a	I
B8	c	III
B9	a	III
B10	c	III

Lüftungssystem: a = Porendecke, b = Fensterlüftung, c = Strahl Lüftung
Mangel: I = Luftkurzschluss, II = hohe Raumtemperatur, III = Eintrag in die Gülle

Die Daten wurden auf Normalverteilung getestet und für die Analyse der Unterschiede erhobener Lungenbefunddaten zwischen den einzelnen Erhebungsjahren und Betrieben bzw. Lüftungssystemen wurde ein allgemeines lineares Modell (GLM) erstellt:

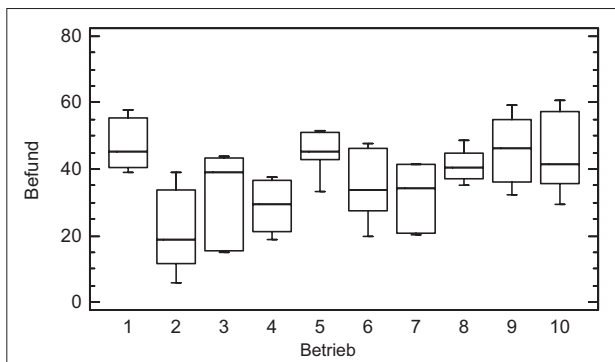


Abbildung 25: Box-Plots zu den erhobenen Lungenbefunden in % differenziert nach Betrieben

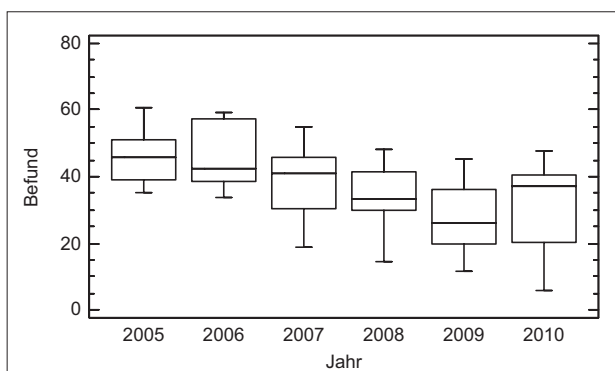


Abbildung 26: Box-Plots zu den erhobenen Lungenbefunden aller Betriebe in % differenziert nach Jahren

2005 bis 2010 ersichtlich. Hier zeigt sich in den Jahren 2005 bis 2009 ein kontinuierlicher Rückgang der prozentuellen Anteile erhobener Befunde. Im Jahr 2010 ist allerdings wieder ein Anstieg der ermittelten Befundwerte zu verzeichnen. Die Betriebe wurden entsprechend des vorhandenen Lüftungssystems und der Art des beanstandeten Mangels, welcher zu tiergesundheitslichen Problemen führt, in unterschiedliche Kategorien bzw. Klassen unterteilt (Tabelle 6).

Modell 1:

$$y_{ijkl} = \mu + B_i + J_j$$

wobei

y_{ij} = Beobachtungswert der abhängigen Variable → Lungenbefund in %

B_i = fixer Effekt des Betriebes (1,2,3,4,9)

J_j = fixer Effekt des Jahres (2005 – 2010)

Wechselwirkungen konnten in Folge linearer Abhängigkeiten nicht bewertet werden.

Modell 2:

$$y_{ijkl} = \mu + L_i + J_j$$

wobei

y_{ij} = Beobachtungswert der abhängigen Variable → Lungenbefund in %

L_i = fixer Effekt des Betriebes (1=Porenlüftung, 2=Strahl Lüftung)

J_j = fixer Effekt des Jahres (2005 – 2010)

Wechselwirkungen konnten in Folge linearer Abhängigkeiten nicht bewertet werden.

Da in den Klassen der Mängel „Luftkurzschluss“ und „hohe Raumtemperatur“ jeweils nur ein Betrieb zugeordnet war, wurden diese Betriebe von der weiteren Auswertung ausgeschlossen. In einem ersten Schritt der Analyse wurde der Parameter Lungenbefund (in %) nach dem Modell 1 geprüft. In einem weiteren Schritt wurde das Modell insofern abgeändert, dass die speziellere Klasse Betrieb durch die allgemeinere Klasse Lüftung ersetzt wurde. Diese Maßnahme ermöglicht Aussagen über die Betriebe und das Lüftungssystem. Eine gemeinsame Auswertung ist nicht möglich, da pro Betrieb nur ein Lüftungssystem vorhanden ist.

In *Tabelle 7* sind die kleinsten Quadrat-Mittelwerte (LS-Means) für die Lungenbefunde unterteilt nach Betrieb, Jahr und Lüftungssystem dargestellt. Das Gesamtmittel beträgt 36,73 % und die Mittelwerte der acht untersuchten Betriebe reichen von 21,35 % bis 47,27 % an ermittelten Lungenbefunden. Im Zeitverlauf stellen sich die Lungenbefunden folgendermaßen dar: Ausgehend von einem Plateau bei etwa 45,71 % (Jahr 2005 und 2006) sinkt der Anteil erhobener Lungenbefunde über drei Jahre auf 26,62 % ab und steigt im letzten Jahr marginal auf 30,61 % an.

Das Lüftungssystem Porendecke hat einen Mittelwert der erhobenen Lungenbefunde von 35,16 % und das System Strahl Lüftung einen Mittelwert von 39,35 %. Das Lüftungssystem Strahl Lüftung scheint demnach in dieser Untersuchung gegenüber der Porenlüftung leichte Nachteile hinsichtlich der Tiergesundheit aufzuweisen. In diesem Zusammenhang ist jedoch zu erwähnen, dass beide Systeme in den untersuchten Betrieben mangelhaft ausgeführt waren und keine fehlerfreie Funktionsfähigkeit gegeben war.

Innerhalb des Modelles unterschieden sich die Klassen Betrieb und Lüftung hoch signifikant ($p = 0,000$). Die Klasse Lüftung erreicht die Signifikanzgrenze nicht ($p = 0,224$). Das Bestimmtheitsmaß erreicht einen Wert von 76,6 % – somit werden über $\frac{3}{4}$ der Streuung durch das Modell erklärt.

Es wurde ein mehrfaches Vergleichsverfahren (Fishers LSD-Methode) angewendet, um festzustellen, welche Mittelwerte sich signifikant voneinander unterscheiden. In *Tabelle 8* sind die Mittelwertvergleiche nach Jahren dargestellt – jene Jahre, die sich signifikant voneinander unterscheiden, sind mit einem Stern gekennzeichnet (mit einem 95 %igen Konfidenzniveau).

Es ist zu erkennen, dass sich zwischen den Jahren zwei Gruppen bilden, die sich hinsichtlich der erhobenen Lun-

Tabelle 7: Kleinste Quadrate-Mittelwerte (LSMeans) für die Lungenbefunde mit 95 %igem Konfidenzintervall nach Betrieb und Jahr

Stufe	Anzahl	Mittelwert	Std. Fehler	Untere Grenze	Obere Grenze
GES. MITTEL	48	36.7288	1.0554	34.5862	38.8714
Jahr					
2005	8	45.8114	2.5852	40.5632	51.0597
2006	8	45.6006	2.5852	40.3523	50.8488
2007	8	37.9359	2.5852	32.6876	43.1841
2008	8	33.7888	2.5852	28.5405	39.037
2009	8	26.6262	2.5852	21.378	31.8745
2010	8	30.61	2.5852	25.3618	35.8582
Betrieb					
B1	6	47.2733	2.98513	41.2132	53.3335
B2	6	21.3467	2.98513	15.2866	27.4069
B3	6	32.4537	2.98513	26.3935	38.5138
B4	6	28.8384	2.98513	22.7782	34.8985
B6	6	32.6621	2.98513	26.602	38.7223
B8	6	41.0673	2.98513	35.0072	47.1275
B9	6	45.8773	2.98513	39.8171	51.9374
B10	6	44.3117	2.98513	38.2515	50.3718
Lüftung					
Porendecke	30	35.1579	2.07643	30.9644	39.3513
Strahl Lüftung	18	39.347	2.68065	33.9333	

Tabelle 4: Mehrfachvergleich der Lungenbefunde nach Jahren; Methode 95 % LSD

Kontrast	Sign.	Differenz	+/- Grenzen
2005 - 2006		0.210877	7.42214
2005 - 2007	*	7.87558	7.42214
2005 - 2008	*	12.0227	7.42214
2005 - 2009	*	19.1852	7.42214
2005 - 2010	*	15.2014	7.42214
2006 - 2007	*	7.6647	7.42214
2006 - 2008	*	11.8118	7.42214
2006 - 2009	*	18.9743	7.42214
2006 - 2010	*	14.9906	7.42214
2007 - 2008		4.1471	7.42214
2007 - 2009	*	11.3096	7.42214
2007 - 2010		7.32585	7.42214
2008 - 2009		7.1625	7.42214
2008 - 2010		3.17875	7.42214
2009 - 2010		-3.98375	7.42214

* kennzeichnet eine statistisch signifikante Differenz

re 2005-2006 unterscheiden sich von den Jahren 2007-2010.

Diskussion und Schlussfolgerungen zur Schlachtkörperauswertung

Zwischen den untersuchten Schweinemastbetrieben lag eine große Variabilität hinsichtlich des Ausmaßes der aufgetretenen Lungenprobleme, der Möglichkeit des Betriebs die empfohlenen Maßnahmen umzusetzen und der daraus resultierenden Reduktion von im Verlauf der Jahre am Schlachthof erhobenen Lungenbefunden vor. Es ist festzuhalten, dass es im Anschluss an die Betriebsbesuche im Jahr 2006 in den darauffolgenden Jahren 2007 bis 2009 zu einem kontinuierlichen Rückgang der ermittelten Lungenbefunde kam. Auch unterscheiden sich die Lungenbefundwerte der ersten Erhebungsjahre 2005 und 2006 statistisch signifikant von den darauffolgenden Jahren 2007-2010. Daraus kann geschlossen werden, dass die Empfehlungen zur Mangelbeseitigung betreffend die stallklimatischen Gegebenheiten für die Betriebsleiter verständlich, umsetzbar und hilfreich waren und somit wesentlich zur Verbesserung der Tiergesundheit beigetragen haben.

Der abermalige leichte Anstieg erhobener Lungenbefunde im Jahr 2010 lässt sich so interpretieren, dass zwei Jahre nach den letzten Betriebsbesuchen die Empfehlungen eventuell nicht mehr so gut umgesetzt worden sind und es somit abermals zum Auftreten derselben oder auch neuer stallklimatischer bzw. tiergesundheitlicher Probleme auf einzelnen Mastbetrieben gekommen ist. Hierbei wäre es zielführend, derartige Betreuungsmaßnahmen durch Stallklima-ExpertInnen in enger Zusammenarbeit mit den betrieblichen BetreuungstierärztInnen über mehrere Jahre hinweg immer wieder nach einem vordefinierten Intervall und auch anlassbezogen fortzuführen, um die erzielten Erfolge abzusichern und weitere Optimierungsmaßnahmen vornehmen zu können.

Literatur beim Verfasser

Messpunkte:

CO ₂ <input type="checkbox"/> ppm <input type="checkbox"/> vol%	Mp 1	Mp 2	Mp 3	Mp 4	Sollwerte max. 2000
NH ₃ (ppm)					max. 20
H ₂ S (ppm)					0
O ₂ (vol%)					20,9
Temp im Tierbereich (°C)					22
rel LF im Tierbereich (%)					max 80
Temp. Boden (°C)					20
Temp Wand (°C)					20
Temp Decke (°C)					20
Temp Luft unter Decke (°C)					20
rel. LF. Deckenbereich (%)					max. 80
Luftg. min Tierbereich (m/sec)					0
Luftg. max Tierbereich (m/sec)					0,2
Licht ein in Lux waagrecht					15
Licht ein in Lux senkrecht					15
Licht aus in Lux waagrecht					15
Licht aus in Lux senkrecht					15

Staub: wenig mittel stark

Ende Messung (Uhrzeit):..... Bearbeiter:.....
Fotos von Nr. bis Nr.

Lage der Messpunkte (Skizze):

Erhebungsbogen 4

Erhebungsblatt

Projekt :

Datum: **Telefon privat:**

Betriebsname: **Telefon beruflich:**

Vorname: **Faxnummer:**

Straße: **e-mail Adresse:**

PLZ/Ort: **Homepage:**

Beschreibung:

Daten Allgemein

Abteilnummer: **Entmistungssysteme:**

- Flüssig-Stauverfahren
- Flüssig-Treibverfahren
- Flüssig-Umspülverfahren
- Festmist-Händisch
- Festmist-Schubstange

Tiergewicht min-max: **Belegverfahren:**

- rein/raus
- kontinuierlich

Fütterungssystem: Trockenfütterung **Bodengestaltung:** planbefestigt

- Breifutterautomaten
- Flüssigfütterung
- Teilspalten
- Vollspalten

Futtermittel: Pellets, Getreide **Stroh:**

- CCM-Silage
- Molke

Fütterungszeiten:

Beschäftigungsmaterial: **Beschäftigungsmaterial-Beschreibung:**

Abteilsdaten

Stalltyp: Außenklima Konventionell

Abteillänge in m: **Nettbuchtenlänge in m:** **Fensteranzahl:**

Abteillbreite in m: **Nettbuchtenbreite in m:** **Fensterhöhe in cm:**

Abteillhöhe in m: **Anzahl der Buchten:** **Fensterbreite in cm:**

Fressplatzlänge je Bucht in m:

Erhebungsbogen

Bauweise Wand: Massiv Leichtbau

Bauweise Decke: Leicht Massiv Lüftungsdecke

Gebäudezustand - Beschreibung:

Lüftungsdaten

Lüftung geregelt: **Alter:**.....

Lüftungssystem: Porenlüftung Strahlilüftung Ständerlüftung

- Futterganglüftung
- Zuluftdecke

Regelungssystem: Trafo Elektronisch Computer

Fühlerposition:

Lüftungsausführung:

Luftbedarf in m³/h: Winter:..... Sommer:.....

Zuluft:

Anzahl Zuluftöffnungen: **Anordnung Zuluftöffnungen:**.....

Zuluftöffnungslänge in cm: **Verteilung Zuluftöffnungen:** G U*

Zuluftöffnungsbreite in cm: **Himmelsrichtung:**

Zuluftöffnungshöhe in cm: (* G = gleichmäßig, U = ungleichmäßig)

Abluft:

Anzahl Abluftöffnungen: **Anordnung Abluftöffnungen:**.....

Abluftöffnungslänge in cm: **Verteilung Abluftöffnungen:** G U

Abluftöffnungsbreite in cm: **Himmelsrichtung:**

Abluftöffnungshöhe in cm:

Ventilator - Drosselklappe:

Ventilatorart: Normal - Axial Übergangsstück:

- EC-Ventilator

Wirksame Kaminhöhe in m:

Nennleistung: **Drosselklappe:**

Durchmesser in cm: **Geregelt:**

Abstand von Ventilator in cm:

Erhebungsbogen 2

Heizung:

Heizungssystem:

- Konvektoren
- Zuluftvorwärmung
- Heizkanone
- Deltarohre

Heizleistung:

Regelung:

Aktuelle Daten

Allgemein: **Beginn (Uhrzeit):**.....

Tiergewicht aktuell: **Solltemperatur (°C):**

Belegung aktuell: **Spreizung (°C):**

Befüllungsstand Kanal (cm):

Klimadaten:

Außentemperatur in °C: **Witterung:** stark bewölkt

- sonnig-heiter
- wechselnd bewölkt
- Nebel
- Regen
- Schnee

Außenfeuchte in %:

Zentralgangtemperatur in °C:

Zentralgangfeuchte in %:

Wind: windig stürmisch

Luftraten:

Minimal Luftrate Zuluft: **Maximal Luftrate Abluft:**

Maximal Luftrate Zuluft: **Druckverlust Stall-Vorraum in pasc:**

Minimal Luftrate Abluft: **Druckverlust Stall-Außen in pasc:**

Abluftgeschwindigkeit Ventilator 1: **Abluftgeschwindigkeit Ventilator 2:**

Umdrehungen Ventilator 1: **Umdrehungen Ventilator 2:**

Luftbewegungs- und Strömungsbild:

Erhebungsbogen G:\Buerer_Stallklimatechnik\Protokolle\Stallerhebungsbogen.indd 3

Energiebedarf und Einsparungspotential in der Schweinehaltung

Thomas Heidenreich^{1*}

Einleitung

Der Anteil der Energiekosten an den Gesamtkosten in der Schweineproduktion beträgt in der Ferkelerzeugung etwa 7 % und in der Schweinemast etwa 2 %, allerdings mit steigender Tendenz. Obwohl dieser Kostenanteil relativ gering ist, gewinnt er auf Grund steigender Strom- und Energiekosten weiter an Bedeutung. So sind seit 2005 die Stromkosten um etwa 30 % und seit 2000 sogar über 80 % gestiegen. Entsprechend sind auch die Öl- und Gaspreise gestiegen.

Trotz des relativ geringen Anteils der Strom- und Heizungskosten an den Gesamtkosten lohnt es sich, seine eigenen Energiesparpotentiale unter die Lupe zu nehmen. Anteilig werden in der Ferkelerzeugung etwa 38 % als Elektroenergie und 62 % als Heizenergie verbraucht. In der Schweinemast beträgt dagegen der Anteil an Heizungskosten nur 36 %, während 64 % in Form von Stromkosten verbraucht werden.

Die Angaben zur Höhe der einzelnen Verbräuche schwanken erheblich. Nach Angaben der LWK Niedersachsen liegt der durchschnittliche Stromverbrauch in der Schweinemast bei 40 kWh je Mastplatz und Jahr, bei Schwankungsbreiten zwischen 20 kWh und 90 kWh. In der Sauenhaltung wurden durchschnittlich 400 kWh ermittelt, ebenfalls mit erheblichen Schwankungsbreiten. Erhebungen der LK Nordrhein-Westfalen ergaben einen durchschnittlichen Bedarf von etwa 240 kWh, bei sehr hohen Schwankungsbreiten zwischen 60 und 2800 kWh. Stromverbräuche in Sachsen von 2002-2006 zeigt *Tabelle 1*.

Gestaltung der Lüftungsanlagen

Der Anteil der Lüftungsanlagen am Gesamtstromverbrauch liegt bei etwa 60 %. Damit ergeben sich hier auch die größten Einsparpotentiale. Diese liegen vorrangig in der

- Optimierung der Abluftführung
- Einsatz energieeffizienter Ventilatoren und Steuerungen sowie
- Reduzierung der Druckverluste in den Zuluftleitungen.

Durch den Einsatz von Einströmdüsen und Diffusoren gegenüber einfachen Abluftkaminen kann nach Untersuchungen von PETERSEN 1999 eine Erhöhung des Luftvolumenstromes und damit eine Energieeinsparung von ca. 25 % erreicht werden. Ebenso zeigen

Untersuchungen der DLG-Prüfstelle, dass insbesondere im Teillastbereich der Ventilatoren durch den Einsatz effizienter Steuerungen Einsparungen zwischen 10 und 35 W/1000 m³ geförderter Luftmenge möglich sind. Eine noch höhere Einsparung ist durch den Einsatz spezieller Ventilatoren (EC-Technik) mit integrierter Steuerung möglich. Untersuchungen der Uni Halle ergaben im Flatdeck Einsparungen von 1,4 kWh = 58 % je aufgezogenem Ferkel gegenüber dem Einsatz einer Standardlüftung mit A

synchronventilator und Phasenanschnittverfahren. Berechnungen auf Basis von Angaben der Fa. Ziehl-Abegg und der Uni Bonn ergeben für den Mastschweinebereich Einsparmöglichkeiten bei einem Strompreis von 0,20 €/kWh von etwa einem Euro je Mastplatz und Jahr.

Durch die effektive Gestaltung der Zuluftanlage und Vermeidung von Strömungsverlusten lassen sich ebenfalls Stromkosten einsparen. So ergibt eine Reduzierung des Stallunterdruckes von 50 auf 30 Pa eine Erhöhung des Luftvolumenstroms bei einem Standardventilator von etwa 10 % und damit eine entsprechende Energieeinsparung.

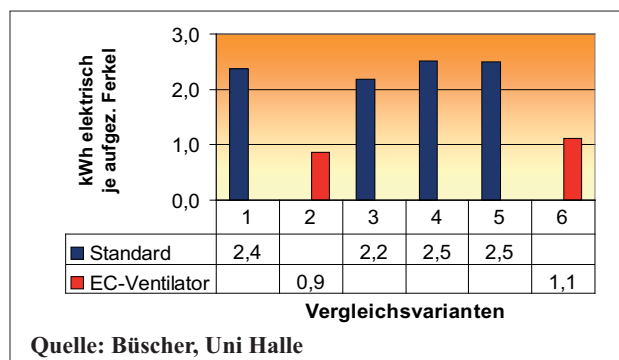


Abbildung 1: Ferkelaufzucht-Versuch Obhausen - Energieaufzeichnungen über zwei Versuchsjahre

Tabelle 1: Stromverbrauch in Sachsen (2002 - 2006)

	ME	02-06	2005	2006	Diff		
		Mittelwert		von bis	06:05		
Strompreis	EUR/kWh	0,10	0,11	0,13	0,09	0,18	0,02
Stromverbrauch/Jahr Mastanlagen							
Mast mit Läuferzukauf	kWh/MS und Jahr	40	41	43	25	51	1,4
Sauenanlagen							
Läufer mit eigener Sauenproduktion	kWh/Sau und Jahr	329	283	341	265	540	58,2
Läufer mit Sauenzukauf		283	270	301	186	463	31,8
Zuchtläufer- u. Jungsauenproduktion		399	411	371	332	415	-40,7

Lfi, FB 3, Me., 8/07

¹ Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Abteilung Tierische Erzeugung, Am Park 3, D-04886 KÖLLITZSCH

* Ansprechperson: Thomas Heidenreich, E-mail: thomas.heidenreich@smul.sachsen.de

Heizung im Schweinestall

Nach Angaben von Feller (2007) beträgt der Heizungsbedarf in Schweineställen:

- Sauenstall mit Ferkelaufzucht 990 kWh
- Sauenstall ohne Ferkelaufzucht 330 kWh, bzw. je
- Ferkelaufzuchtplatz 170 kWh und in der
- Schweinemast 70 kWh pro Jahr.

Einsparpotenziale liegen hier vorrangig in:

- Weitestgehende Vermeidung von Strom als Energieträger
- Nutzung alternativer Energieträger (Biogasabwärme, Holzhackschnitzel und -pellets)
- Einsatz von Wärmetauschersystemen (Luft-Luft-Wärmetauscher, Erdwärmetauscher)

Strom als Energieträger für die Heizung sollte nur zum Einsatz kommen, wenn wasserbasierte Heizsysteme nicht zur Verfügung stehen und andere Heizsysteme nicht einsetzbar sind, z.B. bei der Ferkelnestheizung. Ansonsten ist es kostenmäßig immer günstiger, andere Heizsysteme einzusetzen.

Der Preis für alternative Energieträger wie Holzhackschnitzel oder Holzpellets ist zwar in den letzten Jahren ebenfalls gestiegen, jedoch lassen sich beim möglichen Einsatz dieser Stoffe etwa 30-40% der Heizkosten gegenüber Gas und Öl einsparen.

Tabelle 2: Vergleich unterschiedlicher Energieträger (Preisbasis I/2013)

Energieträger	Heizwert pro Einheit	Preis pro Einheit	Preis pro Kilowattstunde
Strom	1 kWh	0,20 €/kWh	20 ct
Heizöl	9,8 kWh/l	0,82 €/l	8,4 ct
Erdgas	10,5 kWh/m ³	0,73 €/m ³	7,0 ct
Flüssiggas	6,8 kWh/l	0,59 €/m ³	8,7 ct
Rapsöl	9,28 kWh/l	0,95 €/l	10,2 ct
Holzpellets	4,9 kWh/kg	25 €/dt	5,1 ct
Holzhackschnitzel	4,0 kWh/kg	15 €/dt	3,8 ct
Biogas	6,6 kWh/m ³		
	(bei 60% Methan)		
Abwärme	ca. 25%		2,0 - 4,0 ct

Luft-Luft-Wärmetauscher sind seit vielen Jahren auf dem Markt. Sie sind vorrangig dort geeignet, wo hohe Raumtemperaturen erforderlich sind und somit auch hohe Lüftungswärmeverluste zu verzeichnen sind. Die höchste Effektivität ist damit im Flatdeck zu erreichen. Als günstig hat sich die Installation in Verbindung mit einer Zentralabluftführung erwiesen, da bei den älteren Tieren ein höherer Abluftvolumenstrom und damit größere Wärmeverluste stattfinden,

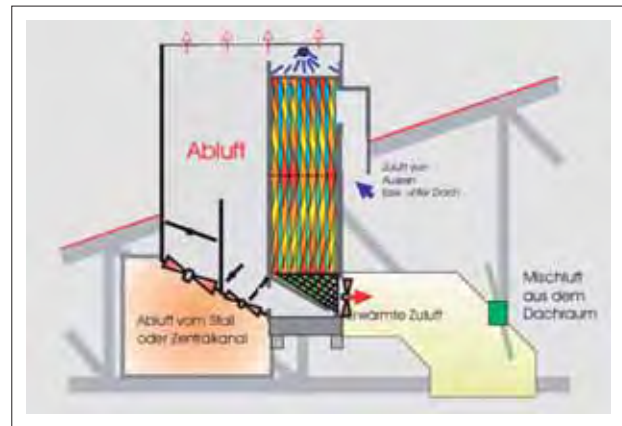


Abbildung 2: Luft-Luft-Wärmetauscher (Quelle: Werkbild Fa. Schönhammer)

der höchste Wärmebedarf jedoch bei den kleineren Ferkeln, bei nur geringem Abluftvolumen besteht.

Erdwärmetauscher ziehen zwar hohe Investitionskosten nach sich, haben aber den Vorteil, dass sie im Winter zum Vorheizen und im Sommer zum Kühlen der Luft einsetzbar sind. Bei guter Dimensionierung erreichen sie eine Erhöhung der Zulufttemperatur von 4 - 6 K bei Außentemperaturen unter 0°C sowie eine Abkühlung der Zulufttemperatur von ebenfalls 4 - 6 K bei Außentemperaturen von über 30 °C. Bei einer Erhöhung der Zulufttemperatur von nur 3 K und ca. 120 Heizungstagen im Jahr lassen sich so etwa 30 - 35 kWh je Mastplatz einsparen.

Hinzu kommt weiterhin eine mögliche Lüfratenabsenkung im Sommer um etwa 25 % was wiederum zu einer entsprechenden Energiebedarfsreduzierung führt.



Abbildung 3: Erdwärmetauscher – Unterflurzuluftkanal (Quelle: Geißler, LSZ Boxberg)

Gewährleistung, Garantie und Haftrücklass bei landwirtschaftlichen Bauten

Rudolf Schütz^{1*}

Einleitung

Die österreichische Landwirtschaft investiert jährlich eine beträchtliche Summe in Bauvorhaben. Sie ist auch in diesem Bereich ein bedeutender regionaler Auftraggeber. Obwohl die Betriebe ständig wachsen wird in der Landwirtschaft nach wie vor traditionell mit einem mehr oder weniger hohen Eigenleistungsanteil gebaut. Dadurch sollen vor allem eigene Arbeitszeit genutzt sowie Baukosten eingespart werden. Bei gutem Zusammenspiel zwischen Bauherren und ausführender Firma kann dabei eine solide Bauqualität ausgeführt werden. Wo gehobelt wird fallen bekanntlich auch Späne. Baumängel können daher nie zur Gänze vermieden werden.

Allgemeines

Garantie und Gewährleistung werden oft miteinander verwechselt. Dabei sind sie sehr verschieden. Eine grundsätzliche Regelung dafür ist im Allgemeinen Bürgerlichen Gesetzbuch (ABGB) und dem Konsumentenschutzgesetz (KSchG) zu finden.

Gewährleistung ist ein gesetzlicher Anspruch, der klipp und klar geregelt ist. Garantie ist eine freiwillige Zusage, im Rahmen derer mehr oder weniger (und auch unter bestimmten Bedingungen) zugesagt wird.

Gewährleistung ist also ein gesetzlich verankertes Recht, vom Vertragspartner (Juristen nennen ihn „Übergeber“), ein Einstehen für Mängel an der Sache zu fordern.

Bei Verbrauchergeschäften (Rechtsgeschäfte zwischen Unternehmer und Verbraucher) kann das Unternehmen Gewährleistungsansprüche weder ausschließen noch wesentlich einschränken. Wenn das im „Kleingedruckten“ versucht wird, wäre das schlicht unwirksam.

Landwirte sind Unternehmer

Anders ist die Rechtslage bei Unternehmern, also bei Verträgen zwischen zwei Unternehmern. Hier besteht kein prinzipielles Verbot der Einschränkung oder des Ausschlusses der Gewährleistungsansprüche. Bei solchen Verträgen bildet erst die Sittenwidrigkeit die Grenze für die Einschränkung oder den Ausschluss der Gewährleistung. Ab wann allerdings tatsächlich von Sittenwidrigkeit gesprochen werden kann unterliegt stets der Beurteilung im Einzelfall.

Rechtsgrundlagen

Allgemeine Rechtsgrundlagen sind zB:

- das ABGB,

- Sonderrechte für Unternehmer im UGB oder
- Sonderrechte für Konsumenten im KSchG.

Dies entspricht der sogenannten „gesetzlichen Normallage“. Anderes gilt für die Anwendung von Normen. Werkvertragsnormen sind grundsätzlich dispositiv (d.h. Regelungen im Bauvertrag sind von den Vertragspartnern frei zu vereinbaren).

Gewährleistungsfragen für Bauwerke sind im Besonderen in den Werkvertrags-ÖNORMEN (z.B. ÖNORMEN A2050, A2060, B2110 u.a.) geregelt.

Was sind eigentlich Normen?

Die international anerkannte Definition von Norm ist „Dokument, das mit Konsens erstellt und von einer anerkannten Institution angenommen wurde und das für die allgemeine und wiederkehrende Anwendung Regeln, Leitlinien festlegt, wobei ein optimaler Ordnungsgrad in einem gegebenen Zusammenhang angestrebt wird.“

Normen sollten auf den gesicherten Ergebnissen von Wissenschaft, Technik und Erfahrung basieren und auf die Förderung optimaler Vorteile für die Gesellschaft zielen, (zitiert nach d. Europäischen Norm EN 45020: 1991 / 3.2).

Sind Normen verbindlich?

Grundsätzlich basieren Normen auf dem Prinzip der Freiwilligkeit und sind daher Empfehlungen. Normung und Normen bedeuten einen wesentlichen Schritt in Richtung Rechtssicherheit. Für deren Anwendung sprechen viele Vorteile und wird daher auch generell empfohlen.

So greift der österreichische Gesetzgeber vermehrt auf den technischen Sachverstand, wie er in Normen enthalten ist, zurück. Durch Bundes- oder Landesgesetzgeber sind derzeit in Österreich 970 Normen für verbindlich erklärt worden. Der Inhalt von Normen wird so Bestandteil von Gesetzen oder Verordnungen. Im privaten Recht können Vertragspartner, etwa für die Erfüllung technischer Anforderungen, Normen zum Vertragsinhalt machen.

Werden Normen nicht ausdrücklich vereinbart ist trotzdem die Wahrscheinlichkeit sehr hoch, dass diese im Streitfall zur Beurteilung zB. im Zuge von Sachverständigengutachten herangezogen werden.

Garantie

Bei der Garantie handelt es sich um eine besondere vertragliche Zusage des Herstellers, im Fall der Mangelhaftigkeit eines Produktes dieses zu reparieren, auszutauschen oder

¹ Landwirtschaftskammer für NÖ, Bauberatung, Wiener Str. 64, A-3100 ST. PÖLTEN

* Ansprechperson: Bmst. Ing. Rudolf Schütz, E-mail: rudolf.schuetz@lk-noe.at

sonst Abhilfe zu schaffen. Durch solche Garantien kann der gesetzliche Gewährleistungsanspruch nicht eingeschränkt werden, worauf auch in der Garantie hinzuweisen ist. Allfällige vertragliche Garantien bestehen daher immer zusätzlich zum gesetzlichen Gewährleistungsanspruch. Die Bedingungen der Garantie, vor allem auch etwaige Beschränkungen, müssen in der Garantieerklärung einfach und verständlich dargelegt werden. Bei Garantie spielt die Frage des Verschuldens des Garantierenden keine Rolle.

Die Garantiedauer ist gesetzlich nicht geregelt und kann auch länger sein als die gesetzliche Gewährleistung, (zB 5 oder 10 Jahre für Laufgangmatten).

Gewährleistung

Unter Gewährleistung versteht man die verschuldensunabhängige Haftung für Sach- und Rechtsmängel, die zum Übergabe- bzw. Lieferzeitpunkt schon vorhanden sind.

Fristen dafür betragen

- für bewegliche Sachen zwei Jahre (zB Laufgangmatte oder Aufstallung nur geliefert-Montage in Eigenregie),
- für unbewegliche Sachen drei Jahre (zB Stallgebäude oder Aufstallung incl. fertiger Montage).

Wann liegt ein Mangel vor?

Ein Mangel liegt dann vor, wenn die Sache oder das Werk nicht die vereinbarten oder wenn kein ausreichende bzw. ausdrücklicher Vereinbarung besteht die gewöhnlich vorausgesetzten Eigenschaften besitzt, (zB Bau-SOLL).

Wann ist ein Mangel eingeschränkt?

Ist ein Mangel auf vom Auftraggeber

- zur Verfügung gestellte Ausführungsunterlagen
- erteilte Anweisungen
- beigestellte Materialien oder
- beigestellte Vorleistungen anderer AN des AG

zurückzuführen, ist der Auftragnehmer von der Gewährleistung hinsichtlich dieses Mangels dann frei, wenn

a) die vorgesehene schriftliche Mitteilung erstattet wurde und der AG den vorgebrachten Bedenken nicht Rechnung getragen hat, oder

b) er diese Mängel auch bei Beachtung der pflichtgemäßen Sorgfalt nicht hätte erkennen können.

Die Gewährleistung des AN wird durch das Bestehen einer Überwachung seitens des AG nicht eingeschränkt.

Geltendmachung von Mängeln

Mängel sind ehestens nach Bekanntwerden, jedoch innerhalb der vereinbarten Gewährleistungsfrist schriftlich bekannt zu geben (Mängelrüge). Treten Mängel innerhalb von 6 Monaten ab der Übernahme auf, wird vermutet, dass diese Mängel zum Zeitpunkt der Übernahme vorhanden waren.

Zur Besichtigung oder Behebung der Mängel hat der AG dem AN zu den vereinbarten Terminen den Zutritt zum Gewährleistungsobjekt zu ermöglichen.

Arten von Mängel

- Offener Mangel: Bei Übergabe des neu errichteten Reihenhauses sind an einigen Wänden deutliche Risse im Verputz feststellbar. Diese sollten sofort (mit eingeschriebenem Brief) gerügt werden.
- Verdeckter Mangel: Ist ein Mangel zwar vorhanden, aber nicht erkennbar, so spricht man von einem verdeckten Mangel. Wird dieser (innerhalb der Gewährleistungsfrist) erkennbar, so sollte er ebenfalls sofort gerügt werden.

Rechte aus der Gewährleistung

Der Übernehmer kann wegen eines Mangels die

- Verbesserung (Reparatur, Nachbesserung oder Nachtrag des Fehlenden),
- den Austausch der Sache,
- eine angemessene Minderung des Entgelts (Preisminderung) oder
- die Aufhebung des Vertrags (Wandlung)

fordern. Zunächst kann der Übernehmer nur die Verbesserung oder den Austausch der Sache verlangen, es sei denn, dass

- a) die Verbesserung oder der Austausch unmöglich ist oder
- b) für den Übergeber, verglichen mit der anderen Abhilfe, mit einem unverhältnismäßig hohen Aufwand verbunden wäre.

Ob dies der Fall ist, richtet sich auch nach dem Wert der mangelfreien Sache, der Schwere des Mangels und den mit der anderen Abhilfe für den Übernehmer verbundenen Unannehmlichkeiten. Die Verbesserung oder der Austausch ist in angemessener Frist und mit möglichst geringen Unannehmlichkeiten für den Übernehmer zu bewirken, wobei die Art der Sache und der mit ihr verfolgte Zweck zu berücksichtigen sind. Sind sowohl die Verbesserung als auch der Austausch unmöglich oder für den Übergeber mit einem unverhältnismäßig hohen Aufwand verbunden, so hat der Übernehmer das Recht auf Preisminderung oder, sofern es sich nicht um einen geringfügigen Mangel handelt, das Recht auf Wandlung. Dasselbe gilt, wenn der Übergeber die Verbesserung oder den Austausch verweigert oder nicht in angemessener Frist vornimmt, wenn diese Abhilfen für den Übernehmer mit erheblichen Unannehmlichkeiten verbunden wären oder wenn sie ihm aus triftigen, in der Person des Übergebers liegenden Gründen unzumutbar sind.

Gewährleistungsansprüche sind schriftlich geltend zu machen.

Unterbrechung und Hemmung der Gewährleistungsfrist

Mit dem Tage der erfolgten Behebung eines Mangels beginnen die Gewährleistungsfristen für jene Teile der Leistung zu laufen, die an die Stelle der mangelhaften Leistung getreten sind.

Ende der Gewährleistung

Mit dem Ablauf der Gewährleistungsfrist wird der AN aus dem Titel der Gewährleistung frei.

Schadenersatz

Schadenersatz wird im Besonderen auch in den Werkvertrags-ÖNORMEN geregelt.

Hat ein Vertragspartner in Verletzung seiner vertraglichen Pflichten dem anderen schuldhaft einen Schaden zugefügt, hat der Geschädigte Anspruch auf Schadenersatz wie folgt:

1) Bei Vorsatz oder grober Fahrlässigkeit auf Ersatz des Schadens samt des entgangenen Gewinns (volle Genugtuung);

2) Wenn im Einzelfall nicht anders geregelt, bei leichter Fahrlässigkeit auf Ersatz des Schadens:

a) Bei Rücktritt und bei Personenschäden ohne Begrenzung,

b) In allen anderen Fällen mit folgenden Begrenzungen:

Bei einer Auftragssumme bis 250.000,00 Euro: höchstens 12.500,00 Euro;

Bei einer Auftragssumme über 250.000,00 Euro: 5 % der Auftragssumme, jedoch höchstens 750.000,00 Euro.

Die Prüf- und Warnpflicht

Der AN hat die Pflicht, die ihm vom AG

- zur Verfügung gestellten Ausführungsunterlagen,
- erteilten Anweisungen,
- beigestellten Materialien und
- beigestellten Vorleistungen

so bald wie möglich zu prüfen und die auf Grund der ihm zumutbaren Fachkenntnis bei Anwendung pflichtgemäßer Sorgfalt erkennbaren Mängel und begründeten Bedenken gegen die vorgesehene Art der Ausführung dem AG unverzüglich schriftlich mitzuteilen. Die Schranken der Erkennbarkeit eines mangelhaften Auftraggeberbeitrages sind dann gegeben, wenn zur Feststellung eines Mangels erst umfangreiche, technisch schwierige oder kostenintensive Untersuchungen oder die Beiziehung von Sonderfachleuten erforderlich wären.

Innerhalb einer zumutbaren Frist hat der AN im Rahmen seiner fachlichen Möglichkeiten Hinweise oder Vorschläge zur Behebung oder Verbesserung zu machen. Der AG hat seine Entscheidung rechtzeitig bekannt zu geben.

Unterlässt der AN die Mitteilung oder trifft der AG keine Entscheidung, haftet jeder für die Folgen seiner Unterlassung.

Trägt der AG den begründeten Bedenken nicht Rechnung und treten Schäden auf, die auf die aufgezeigten Mängel zurückzuführen sind, ist der AN für diese Schäden von seiner Haftung und Gewährleistung befreit.

DOKUMENTATION ist wichtig

Die Notwendigkeit einer Dokumentation ergibt sich dann, wenn Feststellungen getroffen werden, die zu einem späteren Zeitpunkt nicht mehr nachvollzogen werden können oder wenn Vorkommnisse am Erfüllungsort auftreten, die die Ausführung der Leistung beeinflussen. Die Dokumentation wichtiger Umstände und Ereignisse führt jeder Vertragspartner im Eigeninteresse durch. Die Dokumentation dient der späteren Lösung von Beweisfragen.

Zur Dokumentation werden das Baubuch und der Bautagesbericht empfohlen.

Beweissicherung spielt eine wichtige Rolle

Eine zentrale Bedeutung kommt der Beweissicherung zu. Anhand von Schadenslichtbildern, außergerichtlichen Gutachten und Kostenvoranschlägen soll der Beweis für die Geltendmachung der Ansprüche gesichert werden. Wenn die Gefahr einer Bauverzögerung, einer Schadenszunahme oder Beweisvernichtung besteht, ist es ratsam, die Beweissicherung im Gerichtsweg durchzuführen, wobei damit verbundene Kosten zu bevorschussen und in einem nachfolgenden Gerichtsverfahren geltend zu machen sind.

Für die Geltendmachung von Gewährleistungsansprüchen sieht das Gesetz zahlreiche Rechtsbehelfe vor. Am effektivsten ist die Zurückbehaltung des Werklohns.

Haftungsrücklass

Der Hafrücklass dient generell der Sicherstellung von Gewährleistungs- und Schadenersatzansprüchen des Auftraggebers gegen den Auftragnehmer. Zum Unterschied von Garantie und Gewährleistung hat der Hafrücklass im allgemeinen Werkvertragsrecht des ABGB gar keine gesetzliche Grundlage. Es handelt sich um eine Sicherstellung des AG für Mängel, die bei Übergabe des bestellten Werks zwar schon vorhanden, aber noch nicht erkennbar waren. Der AG hat dadurch das Recht, den Werklohn des AN

- bis zu einem bestimmten Teil,
- zeitlich befristet über die Fälligkeit der jeweiligen Werklohnrechnung hinaus,
- ohne Gewährleistungs- oder Schadenersatzansprüche behaupten und beweisen zu müssen, zurückzuhalten.

Durch dieses Einbehalten kann sich der AG gegenüber dem Auftragnehmer aus Gewährleistung und Schadenersatz schadlos halten und das wirtschaftliche Risiko abschwächen.

Wann gilt ein Haftungsrücklass?

Ein Haftungsrücklass kommt grundsätzlich nur zur Anwendung wenn er vertraglich vereinbart ist, dh er wird in der Regel auf Wunsch des AG in den Auftrag aufgenommen. Die einfachste Variante wäre die Vereinbarung der jeweiligen Werkvertrags-ÖNORMEN (zB ÖNORMEN A2050, A2060, B2110 u.a.).

Höhe des Haftungsrücklasses

Grundsätzlich ist die Höhe des Haftungsrücklasses frei vereinbar. Die Werkvertrags-ÖNORMEN regeln, dass der Haftungsrücklass 2 % der jeweiligen Schlussrechnungssumme nicht übersteigen sollte. Unter Schlussrechnungssumme wird der Gesamtpreis zuzüglich der Umsatzsteuer verstanden. Berechnungsgrundlage des Hafrücklasses ist daher nicht der Netto-, sondern der Bruttopreis. Die einvernehmliche Festlegung eines höheren Haftungsrücklasses ist dadurch freilich nicht ausgeschlossen. So finden sich in den Vergabebedingungen von Ausschreibungen

der öffentlichen Hand oft Haftungsrücklasse, die 5 % der Schlussrechnungssumme betragen.

Dauer des Haftungsrücklasses

Üblicherweise ist der Haftungsrücklass nach Ablauf der Gewährleistungsdauer (bei Bauwerken drei Jahre ab Übernahme) an den Auftragnehmer auszus zahlen, sofern er zuvor nicht berechtigt in Anspruch genommen wurde. Es kann aber auch eine längerer Zeitraum vereinbart werden. Nach den Werkvertrags-ÖNORMEN ist der Haftungsrücklass spätestens 30 Tage nach Ablauf der Gewährleistungsdauer zurückzustellen.

Ablöse des Haftungsrücklasses

Der Haftrücklass kann bar einbehalten werden.

Eine beliebte Sicherstellung ist die Bankgarantie, mit der sich ein Bankinstitut zeitlich befristet verpflichtet, auf erste Anforderung ohne Prüfung des zugrunde liegenden Rechtsverhältnisses binnen kurzer Frist einen bestimmten Garantiebtrag an den Auftraggeber zu leisten.

In Zeiten der Bankenkrise können auch spezielle Versicherungsprodukte (zB Rücklassversicherung) eine Alternative sein. Diese haben den Vorteil, dass sie den Kreditrahmen und damit die Liquidität des Auftragnehmers nicht belasten.

Auftragnehmer, die in einen potenten Konzern eingebettet sind, bieten häufig auch abstrakte Garantien der Konzernmutter als Ablöse an.

Inanspruchnahme des Haftungsrücklasses

Die berechtigte Inanspruchnahme des Haftungsrücklasses setzt voraus, dass ein Mangel oder Schaden vorliegt, für den der Auftragnehmer auch tatsächlich einzustehen hat.

Der Auftraggeber hat im Prozessfall zu behaupten und zu beweisen, dass ein Mangel oder Schaden vorliegt und dieser Mangel bzw. Schaden dem Werk des Auftragnehmers zuzuordnen ist. Ein vereinbarter Haftungsrücklass ändert an dieser Behauptungs- und Beweislast des Auftraggebers nichts. Der Haftungsrücklass dient also nicht dazu, dem Auftraggeber die Zuordnung von Gewährleistung und Haftung zu erleichtern und die Beweislast dem Auftragnehmer zuzuschieben.

Die berechtigte Inanspruchnahme des Haftungsrücklasses erfordert zudem, dass

- der Auftragnehmer seine Gewährleistungs- bzw. Schadenersatzpflichten nicht erfüllt und der Auftraggeber den Mangel bzw. Schaden auf Kosten des Auftragnehmers deswegen selbst beheben oder durch Dritte beheben lassen muss oder

- die sofortige Behebung eines Mangels oder Schadens für den Auftraggeber zur Abwendung eines gewichtigen Nachteils dringend erforderlich und eine sofortige Behebung durch den Auftragnehmer nicht möglich ist.

Liegen diese Voraussetzungen nicht vor, zB weil sich Auftraggeber grundlos weigert, die Verbesserung des behaupteten Mangels durch den Auftragnehmer zuzulassen, ist der Auftraggeber nicht berechtigt, den Haftrücklass zu ziehen.

Reicht ein Haftungsrücklass nicht aus, um die Kosten einer Ersatzvornahme zu decken, hat der Auftragnehmer dem Auftraggeber allerdings die darüber hinausgehenden Kosten zu ersetzen.

Im Insolvenzfall kann der Haftungsrücklass ebenfalls einbehalten werden.

Soweit vereinbart, kann zusätzlich „vor“ dem Haftrücklass ein sogenannter **Deckungsrücklass** einbehalten werden. Dieser wird von Abschlagsrechnungen in der Höhe von 5 % des Rechnungsbetrages einbehalten, soweit er nicht vom AN durch ein Sicherstellungsmittel abgelöst ist. Der Deckungsrücklass ist mit Fälligkeit der Schluss- bzw. Teilschlussrechnung durch den Haftungsrücklass zu ersetzen.

Schlussbemerkungen

In den Ausführungen wurde versucht, die wichtigsten Punkte zur Themenstellung kurz zu erläutern. Im Schadensfall kann dadurch eine auf den Einzelfall bezogene konkrete Prüfung nicht ersetzt werden. Eine wichtige Bedeutung kommt dabei dem gemeinsam abgeschlossenen Vertrag (Auftrag) zwischen Firma und Landwirt zu. Aufgrund ihrer Unternehmerstellung sollte bei Landwirten bezüglich vertraglicher Vereinbarungen das Problembewusstsein geschärft werden. Ein Bauvertrag sollte grundsätzlich partnerschaftlich abgewickelt werden. Das findet sich in einigen Punkten der ÖNORM B 2110, da sie gemeinsame Aktionen der Vertragspartner vorsieht. Betreffend Streitigkeit wird das Partnerschaftliche und Schlichtende hervorgehoben: Im Sinne einer Streitverhinderung ist vor einer Streiteinlassung ein Schlichtungsverfahren anzustreben.

Im Zuge des Schlichtungsversuches wird die Officialberatung häufig beigezogen.

Literatur:

Normungsinstitut ON-Wien, <http://www.on-norm.at>

(im Besonderen ÖNORMEN A2050, A2060, B2110)

A. KROPIK, A: Der Bauvertrag und die ÖNORM B 2110.

www.WKO.at

Praxisleitfaden Schalltechnik in der Landwirtschaft - der Weg zu einer neuen Beurteilungsgrundlage

Michael Kropsch^{1*}, Christoph Lechner², Sigrid Brettschuh¹, Johann Gasteiner¹,
Irene Mösenbacher-Molterer¹, Elfriede Ofner-Schröck¹, Bernhard Rudorfer¹,
Daniela Vockenhuber¹, Eduard Zentner¹

Zusammenfassung

In Österreich gerieten tierhaltende Betriebe als potenzielle Emittenten von Geräuschen und Lärm in den letzten Jahren zunehmend in das Blickfeld des öffentlichen Interesses. Dies betrifft zum einen den Bereich der Nutztierhaltung und zum anderen technische Anlagen in Stallungen und den landwirtschaftlichen Verkehr. Eines der wesentlichen Ziele des hier vorgestellten Projektes war, neben der Sammlung von Lärmemissionsdaten aus den Bereichen des landwirtschaftlichen Verkehrs und dem Sektor der Stalltechnik, die Ermittlung von Lärmemissionsdaten von Nutztieren.

Die Gesamtheit der während der Projektlaufzeit (2009 – 2012) gewonnenen schalltechnischen Daten und Erkenntnisse bildeten die Basis zur Erstellung eines Leitfadens für schalltechnische Sachverständige. Der, in Zusammenarbeit mit dem *Forum Schall*, entwickelte *Praxisleitfaden Schalltechnik in der Landwirtschaft* stellt fundierte und umfassende Grundlagen für schalltechnische Beurteilungen von landwirtschaftlichen Betrieben dar. Die Erstellung des Leitfadens konnte im Frühjahr 2013 abgeschlossen werden; die Publikation kann – kostenfrei – über die Homepage des Umweltbundesamtes heruntergeladen werden (UMWELTBUNDESAMT, 2013).

Schlagwörter: Landwirtschaft, Nutztiere, Lärm, Immission, Emission

Summary

Farms in Austria are increasingly focused as potential sources of sounds and noise. Not only livestock husbandry is involved but also technical equipment and traffic related to agriculture. One essential aim of the here presented project was – apart from collecting sound emission data related to agricultural traffic and rural technical equipment – to generate noise emission data from livestock husbandry.

The entirety of collected acoustical data and knowledge which were gained during the project term (2009 – 2013) formed the basis for the creation of a noise expert guideline. In cooperation with *Forum Schall* the *Manual for the assessment of farm noise* was compiled. It represents a solid and wide base for acoustical assessments of farms. The guideline was completed in spring 2013 and can be downloaded free of charge from the homepage of the *Austrian Federal Environment Agency* (UMWELTBUNDESAMT, 2013)

Keywords: Farming, animal husbandry, noise, immission, emission

Einleitung

Im Beitrag des Autors zur letzten Bautagung (KROPSCH, 2011) wurde der 2008 am LFZ Raumberg-Gumpenstein ins Leben gerufene Fachbereich Schalltechnik in der Landwirtschaft vorgestellt. Im Rahmen der Darstellung des Aufgabenbereiches wurde auf ein (damals) laufendes Projekt hingewiesen, das sich mit der Ermittlung von Schall-emissionsdaten aus landwirtschaftlichen Quellen befasste. Mittlerweile sind zwei Jahre vergangen – das Forschungsprojekt konnte Ende 2012 abgeschlossen und in Form eines schriftlichen Leitfadens im Frühjahr 2013 publiziert werden.

Im nachfolgenden Beitrag wird, unter Verweis auf den *Praxisleitfaden Schalltechnik in der Landwirtschaft* (UMWELTBUNDESAMT 2013), auf die Darlegung detaillierter Ergebnisse und Berechnungsansätze verzichtet. Vielmehr

soll hier ein genauere Blick auf die Projektarbeiten gerichtet und die Basisarbeiten zur Datengenerierung näher beleuchtet werden. Die dargelegten Informationen wurden weitestgehend dem Projektabschlussbericht (KROPSCH, 2012) entnommen. Mit der Veröffentlichung im vorliegenden Tagungsband sollen die wesentlichen Inhalte einer breiteren Öffentlichkeit zur Kenntnis gebracht werden.

Das Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein entwickelte, gemeinsam mit der Abteilung V/5 des BMLFUW und dem *Forum Schall*, einen Leitfaden für den Umgang mit Lärmemissionen und Lärmimmissionen aus der Landwirtschaft. Der *Praxisleitfaden Schalltechnik in der Landwirtschaft* steht schalltechnischen Sachverständigen als Beurteilungsgrundlage zur Verfügung und liefert einen wesentlichen Beitrag zu einer einheitlicheren Bearbeitung von Lärmproblemen in der Landwirtschaft.

¹ LFZ Raumberg-Gumpenstein, Abteilung Innenwirtschaft, Institut für Artgemäße Tierhaltung und Tiergesundheit, Raumberg 38, A-8952 IRDNING

² Amt der Tiroler Landesregierung, Abteilung Emissionen Sicherheitstechnik Anlagen, A-6020 INNSBRUCK

* Ansprechperson: Michael Kropsch, E-mail: michael.kropsch@raumberg-gumpenstein.at

Eine Kernaufgabe des Projektes war es, die Datenlage hinsichtlich landwirtschaftlicher Lärmemittenten und deren Emissionshöhen zu erweitern – mit Hauptaugenmerk auf die Nutztierhaltung. Die Erhebung der Daten erfolgte an Hand von Schallpegelmessungen auf dem Areal und in den Stallungen des LFZ Raumberg-Gumpenstein sowie auf österreichischen landwirtschaftlichen Betrieben.

Material und Methoden

Die Erfassung der Emissionsdaten für die Messgruppen *Landwirtschaftlicher Verkehr, Maschinen und Technik* und *Nutztiere* erfolgte mit einem Echtzeitschallanalysator der Type *nor140*. Dieses norwegische Fabrikat besitzt einen dynamischen Messbereich von 10 – 140 dB, einen integrierten Frequenzanalysator von 0,4 – 20.000 Hz und bietet die Möglichkeit zur direkten Aufzeichnung des Schalls im WAVE-Format. Zur Auswertung der Geräuschemessungen wurden die Software *NorReview* und für die Emissionsmodellierung *CadnaA*, ein etabliertes und leistungsstarkes Programm zur Berechnung von Lärmimmissionen, eingesetzt.

a) Landwirtschaftlicher Verkehr

Schalltechnische Emissionsdaten von landwirtschaftlichen Kraftfahrzeugen wurden bei einer großen Messkampagne im Juni 2010 auf dem Gelände des LFZ Raumberg-Gum-



Abbildung 1: Schalltechnische Emissionserhebung eines Arbeitsvorganges (Mikrofon in rechter mittlerer Bildhälfte)



Abbildung 2: Schalltechnische Emissionserhebung der Vorbeifahrt eines Hofladers (Mikrofon beiderseits des Weges)



Abbildung 3: Schalltechnische Emissionserhebung eines Ziegenmelkraumes



Abbildung 4: Schalltechnische Emissionserhebung einer Gülle-fassbefüllung (Mikrofon im Hintergrund)

penstein erhoben. Im Rahmen eines simulierten Arbeitsvorganges und einer standardisierten Vorbeifahrt wurden im Gesamten zwei Hoflader und 14 Traktoren, mit Baujahren zwischen 1976 und 2009 und einem Nennleistungsspektrum von 25 kW bis 101 kW, messtechnisch erfasst.

Die Messung der Arbeitsvorgänge erfolgte gemäß ÖNORM EN ISO 3746 auf einem Parkplatz, die Vorbeifahrtsmessungen auf einem Fahrweg in Anlehnung an die EU-RL 2009/63/EG. Für die – im Anschluss – erforderlichen Berechnungen wurden der A-bewertete energieäquivalente Dauerschallpegel ($L_{A,eq}$) und der Schallexpositionspegel (SEL) in Terzbändern ermittelt. Aus diesen Messparametern können die für Ausbreitungsrechnungen relevanten Schallkenndaten von Kraftfahrzeugen, der A-bewertete Schallleistungspegel (L_{WA}) und der A-bewertete längenbezogene Schallleistungspegel (L_{WA}'), berechnet werden.

b) Maschinen und Technik

Eine große Anzahl an nationalen und internationalen Herstellern bieten landwirtschaftliche Maschinen und Geräte in unterschiedlichen Ausführungen an – eine abschließende Ermittlung eines Referenzwertes der jeweiligen Geräteart ist aus diesem Grunde nur schwer möglich. Im Rahmen der Leitfadententwicklung wurde versucht, jene Gerätschaften bzw. Arbeitsvorgänge messtechnisch zu erfassen, die in der

landwirtschaftlichen Praxis eine bedeutende Rolle spielen. Exemplarisch wurden die A-bewerteten Schallleistungspegel folgender Maschinen / Tätigkeiten ermittelt: Melkstände von Rindern, Schafen und Ziegen (getrennt für Vakuumpumpe und Pulsator), Milchkühlanlage, Getreidequetsche, Ganzkornmühle, Gebläsemühle, Maismühle, Mischanlage, Fütterungsanlage für Schweine, Futtermischwagen, Elevator, Güllemixer, Tauchmotorrührwerk, Dickstoffgüllepumpe, Güllefassbefüllung mittels Vakuumpumpe.

Für jene Maschinen und Geräte, die in Innenräumen von Gebäuden zur Anwendung kommen, wurden die Innenpegel (Schalldruckpegel) in den Standorräumen während eines Betriebszyklus in Form des A-bewerteten energieäquivalenten Dauerschallpegels ($L_{A,eq}$) an mehreren Messpunkten ermittelt. Ergänzend erfolgten eine photographische Dokumentation und die Ausmessung der Räume. Auf Basis der Kenntnis des Innenpegels und der schalltechnischen Eigenschaften eines Raumes, charakterisiert durch seine Gesamtoberfläche (Boden, Decke, Wände), der Oberflächenbeschaffenheit seiner Begrenzungsflächen sowie der Art der Einrichtung, kann der A-bewertete Schallleistungspegel ($L_{w,A}$) der Maschine / des Gerätes berechnet werden.

Für Maschinen, die vorwiegend im Freien zum Einsatz kommen, erfolgte die Erhebung der Emissionsdaten gemäß ÖNORM EN ISO 3746 am jeweiligen Einsatzort.

c) Lüftung und Abluftkamine

Die auf dem aktuellen Stand der Technik stehenden Lärmberechnungsprogramme bieten die Möglichkeit, die Richtwirkung von Abluftkaminen in die Immissionsberechnung miteinzubeziehen. Daraus ergibt sich jedoch für die landwirtschaftliche Lärmmodellierung ein Problem: die in die Berechnung einfließenden Korrekturwerte stammen von Untersuchungen an Schornsteinen mit großen Durchmessern (5 m - 7 m) – diese Datengrundlage kann nicht ohne weiteres auf Landwirtschaftskamine (ca. 0,3 m - 0,9 m) übertragen werden. Im Zuge der Leitfadententwicklung konnte im firmeneigenen Luft- und Geräuschprüfstand eines deutschen Ventilatorenherstellers die spezifische Abstrahlcharakteristik zweier Kamine unterschiedlichen Durchmessers (0,65 m und 0,82 m) ermittelt werden.

Im Abstand von zwei und vier Metern von der Ausblasöffnung wurden im Abstand von je 15° (Kreissegmente) Messpunkte gesetzt; der 0°-Messpunkt befand sich in geradliniger Verlängerung des Kamines. Zwei Ventilatoren mit jeweils einem Durchmesser von 0,63 m und 0,80 m, wurden während des Betriebes unter drei unterschiedlichen Leistungsstufen (100%, 66% und 33%) durchgemessen. Diese Betriebszustände gehen darüber hinaus mit unterschiedlichen Luftraten und Ausblasgeschwindigkeiten einher.



Abbildung 5: Prüfanordnung zur Erfassung der Richtwirkung (Abstrahlcharakteristik) und der Geräuschreduktion

Der Betrieb eines Ventilators unter unterschiedlichen Rotordrehzahlen geht einher mit einer Änderung der Höhe der Geräuschemissionen. Im Rahmen der Messkampagne im kombinierten Luft- und Geräuschprüfstand konnte die Reduktion der Schallemissionen bei verminderter Umdrehungszahl quantifiziert werden. Die erhaltenen Daten sind bspw. unerlässlich für die Immissionsprognose einer landwirtschaftlichen Lüftungsanlage unter Sommer- bzw. Winterluftrate.

d) Nutztiere

Durch das freundliche Entgegenkommen österreichischer Landwirte und Landwirtinnen konnten in insgesamt 105 Nutztierstallungen (Rinder, Schweine, Hühner, Puten, Gänse, Pferde, Schafe und Ziegen) rund 430 Einzelmessungen plus schalltechnischer Befundaufnahmen durchgeführt werden.

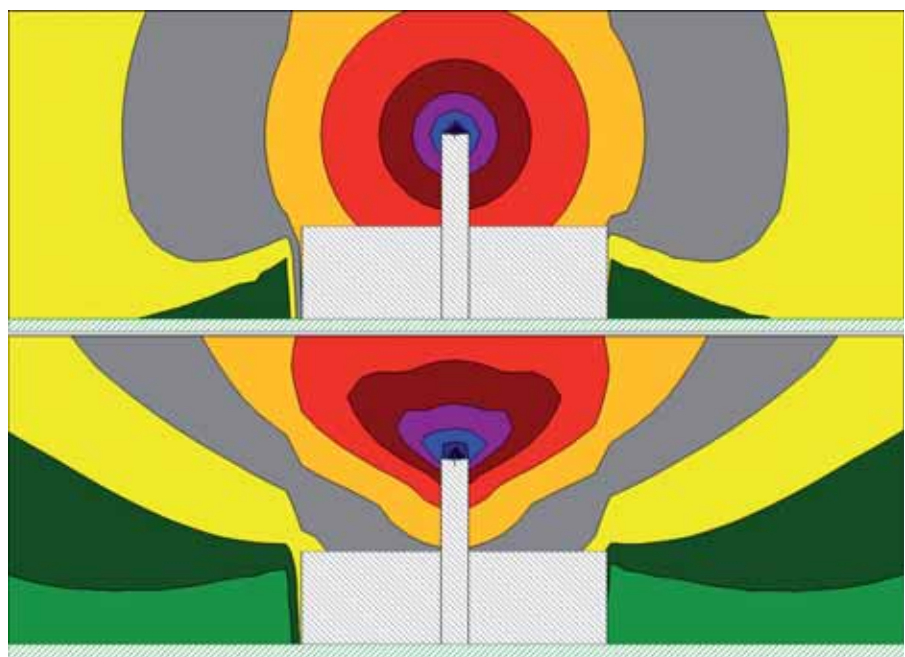


Abbildung 6: Schematische Darstellung der Abstrahlcharakteristik eines Kamines ohne (oben) und mit (unten) Berücksichtigung der Richtwirkungskorrektur.

Im Bereich der Nutztierhaltung lassen sich - aus schalltechnischer Sicht - Phasen höherer Emissionsintensität (Lautstärke und Dauer) von solchen geringerer unterscheiden. Tierische Vokalisationen mit hohem Lautstärkepegel treten in erster Linie in „emotionalen Phasen“ auf (bspw. Fütterung). Davon können deutlich die „normalen Stallphasen“ unterschieden werden – zeitlich betrachtet (während des Beurteilungszeitraumes) spielen diese die Hauptrolle.

In Mehrfachmessungen (je größer ein Stall, desto höher die erforderliche Anzahl der Messpunkte), wurde der Stallinnenpegel in Form des energieäquivalenten Dauerschallpegels ($L_{A,eq}$) ermittelt und die Tierlaute als WAVE-Dateien aufgezeichnet. In einigen Stallungen konnten zusätzlich 12- bis 24-stündige Dauermessungen durchgeführt werden. Durch Langzeitmessungen lässt sich die zeitliche Variabilität einer Geräuschkulisse dokumentieren; in Abhängigkeit von der Tieraktivität und der Tätigkeiten im Stall können an Hand von Pegelverlaufskurven Tageszeiten höherer und niedriger Stallinnenpegel dargestellt werden.

Um die weiterführenden schalltechnischen Berechnungen durchführen zu können (Ermittlung der äquivalenten Schallabsorptionsfläche A), schlossen an die Schallpegelmessungen jeweils eine Vermessung der Raumbegrenzungsflächen (Boden, Decke, Wände), die Erfassung der Anzahl der Tiere



Abbildung 7: Messung des Innenpegels ($L_{A,eq}$) in einem Zuchtsauenstall



Abbildung 8: Messung des Innenpegels ($L_{A,eq}$) in einem Stall des Bundesgestüts Piber

im Stall sowie eine Abschätzung des mittleren Schallabsorptionsgrades α an.

Ergebnisse

a) Landwirtschaftlicher Verkehr

Die Fahrzeugemissionen im Arbeitseinsatz und während der Vorbeifahrt liegen für sämtliche Messobjekte (2 Hoflader und 14 Traktoren) mit einer hohen Genauigkeit (Standardabweichung $\sigma = 2$ dB) bei einem Schallleistungspegel von $L_{W,A} = 99$ dB bzw. bei einem längenbezogenen Schallleistungspegel für eine Fahrbewegung pro Stunde von $L_{W,A}^{\prime,1h} = 62$ dB. Für die Emissionsmodellierung bedeutet dies, dass zukünftig, ohne genauere Kenntnis der in der Praxis zum Einsatz kommenden landwirtschaftlichen Kraftfahrzeuge (Hersteller, Type, Baujahr, Nennleistung), ausreichend genaue Immissionsberechnungen erstellt werden können.

b) Maschinen und Technik

Auf Basis des ermittelten Rauminnenpegels und der schalltechnischen Eigenschaften des Einsatzraumes (Größe, Oberflächenbeschaffenheit der Begrenzungsflächen, Art der Einrichtung), wurden die A-bewerteten Schallleistungspegel ($L_{W,A}$) der Maschinen bzw. der Geräte berechnet. Die Ermittlung der Schallleistungspegel der im Freien betriebenen Maschinen erfolgte nach ÖNORM EN ISO 3746.

Stehen keine näheren Angaben eines Herstellers zu einem spezifischen Gerät zur Verfügung, so können die im Praxisleitfaden dargelegten exemplarischen Schallleistungspegel als Basis für Ausbreitungsrechnungen herangezogen werden.

c) Lüftung und Abluftkamine

Aus der Subtraktion des Messflächenschalldruckpegels (Mittelung der Schalldruckpegel der einzelnen Messpunkte) vom Schalldruckpegel am jeweiligen Messpunkt, kann das Richtwirkungsmaß DI_1 (von Ausblasöffnung in Richtung der einzelnen Messpunkte), errechnet werden. Deutlich trat eine frequenzabhängige Richtwirkung der Abstrahlcharakteristik der erfassten Kamine (Durchmesser 0,65 m und 0,82 m) zu Tage. Begründet liegt diese im Verhältnis des Rohrdurchmessers zur Wellenlänge; in Frequenzbändern mit Wellenlängen kleiner dem Kamindurchmesser treten deutliche Richtwirkungsunterschiede zu Tage, die in der Emissionsmodellierung zu berücksichtigen sind. Angaben in der Fachliteratur (HENN et al., 2008) decken sich mit diesem Ergebnis.

Ein Betrieb der Testventilatoren (Durchmesser 0,63 m und 0,80 m) mit unterschiedlichen Leistungsstufen zeigte hinsichtlich der resultierenden Geräuschemissionen deutliche Unterschiede: Ein Betrieb der Ventilatoren mit 66% Leistung (gegenüber 100%) zeigte eine Verringerung der Geräuschemissionen (A-bewerteter Schallleistungspegel $L_{W,A}$) um 11 – 13 dB. Ein Vergleich der Betriebsarten unter 33% und 100% Leistung ergab eine Emissionsreduktion von 29 – 31 dB.

d) Nutztiere

Die Ermittlung der Geräuschemissionsdaten von Nutztieren in der dargestellten Form ist ein absolutes Novum. Bis dato

gab es keine eingehenden Untersuchungen zu Lautstärke, Dauer, Häufigkeit und Intensität tierischer Schallemissionen. Eine Hand voll Publikationen beschäftigten sich zwar mit dem Thema Landwirtschaft und Lärm, jedoch vorwiegend aus der Sicht des Arbeitnehmerschutzes (DAVIES et al., 2005; EVANS et al., 2004; FRANKLIN et al., 2002). Die veröffentlichten Daten sind weitestgehend ungeeignet zur Verwendung in der Emissionsmodellierung bzw. Immissionsberechnung.

Durch Verschränkung der messtechnisch erhobenen „normalen“ und „emotionalen“ Stallphasen, unter Miteinbeziehung der tierspezifischen Ethologie, konnten gewichtete Emissionsansätze (Verhältnis „normaler“ zu „emotionaler“ Phasen) für die folgenden Nutztiergruppen bzw. Nutzungsrichtungen generiert werden: Milchviehhaltung, Mutterkuhhaltung, Rindermast, Schweinemast, Schweinezucht, Masthühner, Legehühner, Mastputen, Mastgänse, Sport- und Freizeitpferde, Zuchtpferdehaltung, Milchschafe, Fleischschafe, Milchziegen und Fleischziegen. Ergänzend dazu stellt der Praxisleitfaden fundierte Hintergrundinformationen zur Ethologie der einzelnen Nutztierarten zur Verfügung. Diese kompakte Zusammenstellung ermöglicht, dem nicht landwirtschaftskundigen Sachverständigen, die Entstehung und das Ausmaß von Geräuscentwicklungen im Rahmen der Nutztierhaltung nachzuvollziehen.

Erstmals steht mit dem *Praxisleitfaden Schalltechnik in der Landwirtschaft* eine Beurteilungsgrundlage zur Verfügung, die es erlaubt, detaillierte und die Besonderheiten der Tierhaltung berücksichtigende Prognoserechnungen durchzuführen und verlässlichere Angaben zu Schallimmissionen aus der Nutztierhaltung zu machen.

Diskussion

Der vorgestellte *Praxisleitfaden Schalltechnik in der Landwirtschaft* beschränkt sich als Beurteilungsgrundlage auf die schall- und lärmtechnische Behandlung von landwirtschaftlichen Betrieben, insbesondere in Verbindung mit Tierhaltung, unter Voraussetzung guter landwirtschaftlicher Praxis. Tätigkeiten auf Nutzflächen außerhalb der Hofstellen unterliegen nicht der Betrachtung und entziehen sich folglich der Beurteilung durch den Leitfaden.

Im Zuge der Projektplanung war ursprünglich angedacht, auch die Nutztierhaltung auf Freiflächen einer Beurteilung durch den Leitfaden zugänglich zu machen. Im Laufe der Datenerhebung trat jedoch klar zu Tage, dass Nutztiere bei Freilandhaltung zum Teil abweichende Verhaltensweisen (im Vergleich zur Stallhaltung) zeigen; daraus folgt, dass die – ausschließlich – in Stallräumen ermittelten Emissionswerte nicht ohne weiteres auf die Freilandhaltung (z. B. bei Hühnern) übertragen werden können. Für die Miteinbeziehung dieser Geräuschquellen in Emissionsmodellen fehlt somit die Grundlage. Die Klärung dieser Frage ist noch ausständig.

Danksagung

Als Projektleiter darf ich mich an erster Stelle bei den österreichischen Landwirten und Landwirtinnen bedanken, durch deren Entgegenkommen eine Erfassung der

Geräuschemissionen von Nutztieren erst möglich wurde. Ohne die Bereitschaft, schalltechnische Erhebungen in ihren Stallungen durchführen zu lassen, hätte die Fülle an tierischen Emissionsdaten nicht generiert werden können.

In diesem Zusammenhang auch ein herzliches Dankeschön der Landeskammer für Land- und Forstwirtschaft Steiermark, der Abteilung 10 Land und Forstwirtschaft des Amtes der Kärntner Landesregierung, dem Landesverband der Geflügelwirtschaft Oberösterreich sowie dem Niederösterreichischen Landeszuchtverband für Schafe und Ziegen für die Kontaktherstellung zu zahlreichen Betrieben.

Ein aufrichtiger Dank auch der Firma Ziehl-Abegg AG, Deutschland. Durch die Zurverfügungstellung des kombinierten Luft- und Geräuschprüfstandes konnten im Rahmen der Leitfadenerweiterung Messungen zur Abstrahlcharakteristik von landwirtschaftlichen Abluftkaminen durchgeführt und neue Erkenntnisse gewonnen werden.

Nur durch die Hilfe und Mitarbeit zahlreicher Kollegen und Kolleginnen, insbesondere sei hier mein Projektpartner Christoph Lechner erwähnt, konnte die Projektabwicklung und die Erstellung des *Praxisleitfaden Schalltechnik in der Landwirtschaft* erfolgreich durchgeführt und abgeschlossen werden. Ihnen allen sei an dieser Stelle nochmals ein besonderer Dank ausgesprochen.

Literatur

- DAVIES, H., M. WINTERS, E. MACINTYRE, C. PETERS, J. THOM and K. TESCHKE (2005): Noise and Hearing Loss in Farming. School of Occupational & Environmental Hygiene, University of British Columbia, Vancouver.
- EVANS J. P., R. T. WHYTE, J. S. PRICE, J. M. BACON, D. A. SEMPLE, A. J. SCARLETT and R. M. STAYNER (2004): Practical solutions to noise problems in agriculture. Silsoe Research Institute, Bedford and RMS Vibration Test Laboratory, Shropshire.
- FRANKLIN R. C., J. DEPCZYNSKI, K. CHALLINOR, W. WILLIAMS and L. J. FRAGAR (2002): Farm Noise Hazards: Noise Emissions during Common Agricultural Activities. Australian Centre for Agricultural Health and Safety, School for Rural Health, University of Sydney, Sydney.
- HENN, H., G. R. SINAMBARI, M. FALLEN (2008): Ingenieurakustik. Physikalische Grundlagen und Anwendungsbeispiele. Springer Verlag, Heidelberg.
- KROPSCH, M. (2011): Landwirtschaft und Lärm – eine Thematik von zunehmender Brisanz. Bautagung Raumberg-Gumpenstein 2011, 18. und 19. Mai 2011, Bericht LFZ Raumberg-Gumpenstein 2011, 55-62
- KROPSCH, M. (2012): Abschlussbericht Lärmmessung, Projekt Nr. 100483/1, Leitfaden Schalltechnik in der Landwirtschaft, LFZ Raumberg-Gumpenstein
- UMWELTBUNDESAMT (2013): Praxisleitfaden Schalltechnik in der Landwirtschaft. www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/laerm/forumschall/

Bildnachweis

- CadnaA, Software zur Lärmberechnung, Lärmprognose und Lärmkartierung, Firma Datakustik, Greifenberg, Deutschland (*Abbildung 6*)
- LFZ Raumberg-Gumpenstein, Irdning (*Abbildungen 1, 2, 3, 4, 5, 7 und 8*)


Praktische Erfahrungen zur Gruppenhaltung von Zuchtsauen

Franz Huemer^{1*}



Die Schweinezucht

- Gesamt ~85 Zuchtsauen
- 3 Wochen Rhythmus
- Aufteilung auf 7 Gruppen
- ~ 12 Sauen / Gruppe
- ~ 2,4 Würfe / Sau / Jahr
- ~ 35% Remontierungsrate
- Eingliederung von 30 Jungsauen / Jahr
- Leistung von ca. 23 Ferkel / Sau / Jahr



Betriebsspiegel Huemer KEG 2

Ablauf:

- Jungsauen 6 Wochen im Quarantänestall
Eingliederung nach bestandem Bluttest auf PRRS und Leptospirose in die Gruppe
- 2 Gruppen im Deckzentrum
- 3 Gruppen im Wartebereich (Abrufstationen)
mit Platz für 4 Gruppen (+1 Bucht für Jungsauen)
- 2 Gruppen im Abferkelbereich

• => 1 Bereich ist immer Frei => Reinigung
• => Es ergibt sich so ein Arbeitsaufwand von ca. 16h / ZS

Betriebsspiegel Huemer KEG 3

Wartebereich:



Betriebsspiegel Huemer KEG 4


Wartebereich:



Betriebsspiegel Huemer KEG 5

Kapazitäten Wartestallabteil:

- Freie Fläche ca. 35 m²
- ~ 2,4m² verfügbare Fläche auf unserem Betrieb (15 Sauen)
- Gruppengröße bis zu 20 Tieren möglich
- Eine Simultanstation
- Ein Einzelkastenstand für Problemsauen (verletzte, aggressive)



Betriebsspiegel Huemer KEG 6

¹ Peiskam 3, A-4694 OHLSDORF

* Ansprechperson: Franz Huemer, E-mail: f.huemer3@gmail.com

Aufbau der Station


- Selbstfangkäfig mit elektromechanischer Zuhaltung



Betriebsspiegel Huemer KEG 7

Aufbau der Station

- Doppelstation li/re
- Vorratsbehälter mit Füllstandssensor und Zyklon
- Befüllung der Behälter mit Spotmix Anlage
- Terminal für manuelle Bedienung
- Trog mit Wasserventil und Futterausragschnecke
- Flächenantenne für Chiperkennung



Betriebsspiegel Huemer KEG 8

PDA für Management

- Direkte Abfrage der Leistungsdaten
- Individuelle Anpassung der Fütterung aus der Bucht



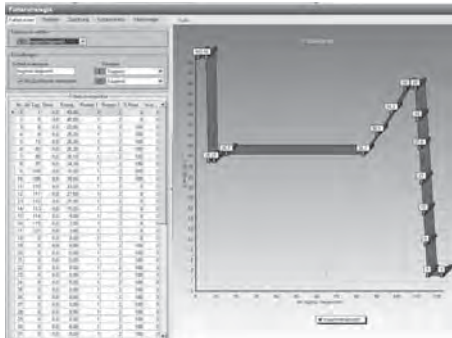
Betriebsspiegel Huemer KEG 9

Fütterung

- SpotMix Fütterung:
 - Zuchtsauen im DZ und Abferkelbuchten
 - Ferkelaufzucht mit Trogsensoren
 - Befüllen der Compident Behälter
- Fütterung über Futterkurven und Sensortest
- Compident Fütterung:
 - Fütterungsstand / Abrufstation
 - Fütterung durch autom. Erkennung mittels Ohrchip

09.06.2008 Betriebsspiegel Huemer KEG 10

PigManager 2:



09.06.2008 Betriebsspiegel Huemer KEG 11

Betriebsspiegel Huemer + KG



Wir bedanken uns
für Ihre
Aufmerksamkeit

Praktische Erfahrungen zur Gruppenhaltung von Zuchtsauen

Erich Decker^{1*}

Familienbetrieb

- 3 Arbeitskräfte Monika, Alois und Erich Decker
- 90 Zuchtsauen
- 500 Ferkelplätze
- 700 Mastplätze
- 36 ha Ackerland
- 7 ha Wald
- 2 ha Wiese



¹ Hürth 10, A-8492 HALBENRAIN

* Ansprechperson: Erich Decker, E-mail: erichdecker@gmx.at

Gruppenhaltungssystem - Abruffütterung mit dynamischer Großgruppe

Josef Kaiser^{1*}



Betriebsdaten

- 160 Produktive Sauen
- 800 Ferkelaufzuchtplätze
- 250 Mastplätze
- Verkauf von 30 kg Ferkel
- Futtergrundlage
 - Maiskornsilage
 - Trockenmais
 - Weizen
 - Rest wird in „Kombiprodukten“ zugekauft (enthält Gerste, Rohfaser, Eiweiß, Mineralstoff)
- Ackerbau
 - 22 ha Mais, 5 ha Zuckerrüben, 5 ha Weizen, 2 ha Ölkürbis

Betriebsentwicklung

2006

- Erneuerung Maststall, Einbau einer Multiphasenfütterung in Mast, Ferkelaufzucht und Abferkelbereich

2007

- Aufstockung von 80 auf 140 Zuchtsauen, dazu Neubau von Deckzentrum & Wartebereich, sowie Teile von Ferkelaufzucht und Abferkelbereich.
- Gesamter Stallbereich an Multiphasenfütterung angeschlossen
- Dreiwochenrhythmus bis Sommer 2012
- ab Sommer 2012 Fünfwochenrhythmus mit 4 Wochen Säugezeit - Aufstockung auf 160 Sauen

Deckzentrum

- Besamungsstände
- Platz für 43 Sauen + 8 Jungsauen (2 Gruppen+10%)
- 2 Jungsauenbuchten
- 1 Eberbucht

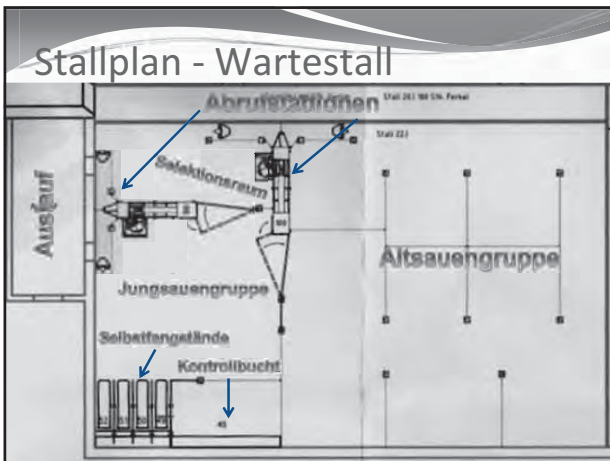


Wartestall

- **2 dynamischen** Gruppe mit Abruffütterung
- 1. „Altsauengruppen“ mit 60 bis 80 Tieren
- 1. Jungs & „Erstlingsauengruppe mit 25 bis 35 Tieren

¹ Am Dorfplatz 19, A-8410 WEITENDORF

* Ansprechperson: Josef Kaiser



Abferkelbereich

- 39 Abferkelbuchten
- Kein Platz für Ammensauen
- - 4. RescueDeck seit Mai 2011



Konventionelle Schweinemast in Kistenhaltung - eine betriebswirtschaftliche Analyse

Martin Karoshi^{1*} und Birgit Heidinger²

Zusammenfassung

Für Betriebe, die sich in der Schweinemast für die Investition in einen Außenklimastall interessieren, gilt es eine Reihe von Kriterien zu beurteilen. Neben produktionstechnischen- und tiergesundheitlichen Faktoren, gesetzlichen und gesellschaftlichen Anforderungen, kommt der wirtschaftlichen Betrachtung eine wesentliche Bedeutung zu. Inwieweit ein Betrieb eine Investition in einen Außenklimamaststall finanziell tragen kann, hängt wesentlich von der ökonomischen Leistung im Stall, von der Tiergesundheit, vom Grad der Fremdfinanzierung und den Möglichkeiten Eigenleistungen einzubringen, ab.

Investitionsentscheidungen in der Landwirtschaft müssen meist auf Rahmenbedingungen, die oft nicht beeinflussbar sind, auf betriebsindividuelle Vorstellungen, Möglichkeiten, Probleme, die der Betrieb jedoch oft selbst in der Hand hat, abgestimmt werden. Gerade die Genehmigungen und auch die Erwartungen der Öffentlichkeit an ein landwirtschaftliches Bauprojekt stellen zusehends eine größere Herausforderung für die Betriebe dar, auch aus ökonomischer Sicht. Gerade diese Rahmenbedingungen beeinflussen eine Entscheidung für oder gegen einen Außenklimastall mitunter stark.

Wesentliche Beweggründe für ein Außenklimastallprojekt können natürlich in der Tierhaltung an sich gefunden werden. Tiergerechtigkeit, Wohlbefinden, Tiergesundheit, Auslauf, etc. können wesentliche Triebkräfte für eine solche Investition darstellen. Ganz zentral wird aber auch die Rentabilität und die Finanzierbarkeit Einfluss auf ein Investitionsprojekt nehmen. Um diesen letztgenannten Einflussfaktor zu präzisieren, wird hier ein Außenklimastallprojekt, in Anlehnung an ein bereits bestehendes Projekt, dargestellt. Das bestehende Projekt wurde vom Betrieb Jeitler aus der Steiermark realisiert und zeichnet sich durch eine hohe Wirtschaftlichkeit (bedingt durch sehr geringe Investitionskosten) und einen gehobenen Tiergerechtheitsstandard aus. Darüber hinaus ist der Betrieb Preisträger des ÖKL-Baupreises 2012.

Gerade für ein Stallbauprojekt dieser Art gilt es eine präzise Investitionsplanung vorzunehmen bevor eine Entscheidung in diese Richtung gefällt wird. Wesentliche Faktoren einer Planung müssen berücksichtigt werden:

- Nimmt man eine Stallbauplanung vor, dann muss grundsätzlich das Projekt als Ziel formuliert werden. Dazu muss die derzeitige Situation des Betriebes eindeutig und klar bestimmt werden können. Fragen wie „Wie

hoch sind die Einkünfte aus Land- und Forstwirtschaft auf meinem Betrieb?“, „Wie viele Arbeitskraftstunden müssen jährlich eingesetzt werden?“, „Wie hoch ist der Privatverbrauch?“ oder „Wie hoch ist die Abschreibung auf meinem Betrieb?“ uvm. sollten jedenfalls beantwortet werden können. Nur wenn man die (wirtschaftliche) Situation des Betriebes genau kennt, kann verlässlich abgeschätzt werden welche Chancen und Herausforderungen die Stallbauinvestition für den Betrieb bedeutet!

- Rechtzeitige Planung. Oft wird erst geplant wenn es „eng“ wird. Die Gefahr von Fehlentscheidungen ist hierbei natürlich groß. Fehlinvestitionen sind meist schwierig oder gar nicht rückgängig zu machen.
- Ein Planungsprozess sollte nicht unter Zeitdruck erfolgen. Es gilt keine überhasteten Überlegungen und Entscheidungen zu treffen.
- Die Familie in die Planung mit einbeziehen. Decken sich die Vorstellungen der Familie mit meinen? Was wollen wir, was wollen wir nicht? Es sollten sich alle Arbeitskräfte mit dem (neuen) Stallsystem identifizieren können.
- Andere Sichtweisen akzeptieren, Kritik zulassen. Dies kann die Präzision meiner Planung durchaus fördern. Darüber hinaus (gesetzliche) Rahmenbedingungen, Sichtweisen von Nachbarn, Anrainer, Kunden, etc. nicht außer Acht lassen.
- Die (Bau-) Beratung hilft die Planung abzusichern, Stärken und Schwächen, Chancen und Risiken aufzuzeigen, die Wirtschaftlichkeit und Finanzierung darzustellen.
- Netzwerkpartner einbinden. Andere Landwirte, Banken, Versicherungen, Vertreter, etc. liefern oft unkompliziert Daten und Informationen, die für meine Planung wichtig sein könnten. Betriebsbesuche zu bestehenden Stallbaulösungen, um neue Erkenntnisse zu gewinnen, zahlen sich meist aus.

Wofür entscheidet man sich nun, sollte die Investition in die Richtung eines Außenklimastalles mit Kistenhaltung gehen? Charakteristisch für diesen Stalltyp sind eine weitgehend ungedämmte Gebäudehülle sowie die Reduktion der technischen Einrichtung (Heizung) und der gänzliche Verzicht auf mechanische Lüftungsanlagen. Das System kann planbefestigt und eingestreut oder mit Teilspaltsystem, mit oder ohne Auslauf geführt werden.

Die Reduktion des umbauten Raumes steht als wesentlicher Ansatzpunkt zur Kostenreduktion im Vordergrund, weshalb ein einreihiger Offenfrontstall - bestehend aus einer Pultdachhalle in Holzkonstruktion nach dem Konzept des Pig-

¹ Landwirtschaftskammer Steiermark, Hamerlinggasse 3, A-8010 GRAZ

² LFZ Raumberg-Gumpenstein, Abteilung Tierhaltung und Aufstallungstechnik, Raumberg 38, A-8952 IRDNING

* Ansprechperson: Mag. Martin Karoshi, E-mail: martin.karoshi@lk-stmk.at

Tabelle 1: Kalkulationsannahmen

Stallgebäude	Pultdachhalle in Holzkonstruktion mit Güllekeller und Auslauf (Pigport III)
Mastplätze	400
Buchtenanzahl	20
Buchtenfläche	25 m ²
Nutzungsfläche je Tier	ca. 1,20 m ²
Bodensystem	Liegefläche planbefestigt, übrige Fläche perforiert, Betonspalten
Entmistung	Flüssig mit Zirkulationssystem



Abbildung 1: Konstruktionsbeispiel – Betrieb Jeitler

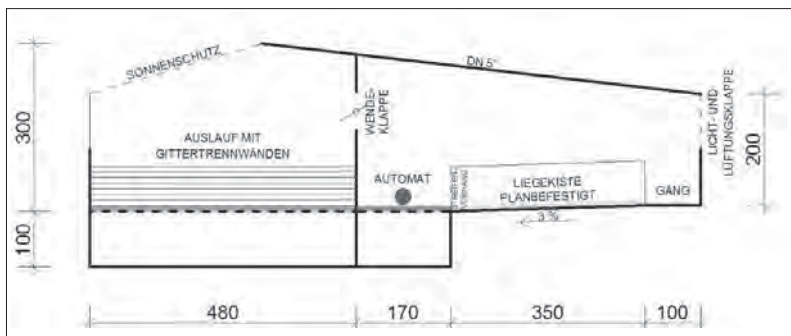


Abbildung 2: Schnitt Außenklima-Kistenstall, Quelle: LFZ Raumberg-Gumpenstein

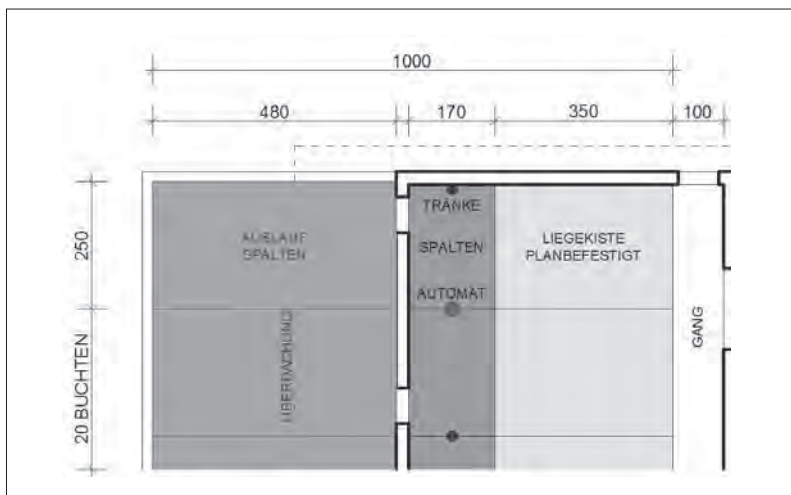


Abbildung 3: Grundriss Außenklima-Kistenstall, Quelle: LFZ Raumberg-Gumpenstein

ports III - hier als Kalkulationsgrundlage dient. In *Tabelle 1* sind die Kalkulationsannahmen dargestellt.

Der Auslauf und ein Teil der Kisten sind mit Betonspalten ausgeführt und darunter befindet sich der Güllekeller. Der Rest der Kisten dient als Liegefläche und ist planbefestigt mit einer integrierten Fußbodenheizung. Die Fußbodenheizung wird mit der betriebseigenen Hackschnitzelheizung gespeist. Die Abdeckung der Kisten wird mit einer einfachen Holzkonstruktion und einer Plane ausgeführt. Das Öffnen der Kisten erreicht man mit einem einfachen Seilzugsystem - durch einen E-Motor betrieben. Die Kistenwände sind ebenfalls aus Holz errichtet. Der Auslauf wird durch Gittertrennwände zwischen den Buchten ausgeführt. Als Sonnenschutz über dem Auslauf dient eine einfache Lattung. Das Pultdach besteht aus einem Kaltdach, einer Dämmung mit Mineralwolle und einem darüber liegenden Trapezblech.

Bei jeder Stallbauinvestition gibt es zumindest drei kritische Faktoren, die einen Erfolg nachhaltig fördern oder in Gefahr bringen können. Diese sind die Leistung und Gesundheit im Stall, die Finanzierung des Projekts und der Arbeitsaufwand (Bedienbarkeit) des Systems. Diese Faktoren regulieren den Erfolg aus betriebswirtschaftlicher Sicht.

Am Beginn steht also die Analyse der Leistung, die in diesem Stall möglich ist und der damit verbundenen Direktkosten. Das Ergebnis, die direktkostenfreie Leistung (weiterhin DfL), dient in weiterer Folge zur dauerhaften Deckung der fixen Kostenbestandteile. In den Direktkosten werden Ferkel-, Futter-, Gesundheits-, Energie- und Verlustkosten berücksichtigt.

Für eine Investitionsentscheidung kann die Betrachtung eines einzelnen Wirtschaftsjahres zu falschen Aussagen und Schlüssen führen. Auch in Zeiten schlechter Marktpreise muss der Betrieb (Betriebszweig) fähig sein, einen ausreichenden Grad der Kostendeckung zu erbringen. Aus diesem Grund lohnt sich die Zeitreihenanalyse der DfL, um das Potential eine Investition zu tragen besser einschätzen zu können. Die Berechnung der durchschnittlichen DfL über elf Jahre kommt zu anderen Werten als die Betrachtung des Zeitraumes über fünf Jahre (vergleiche *Abbildung 4* und *5*). Die Schweineberatung Steiermark (SBS) und die Betriebszweigabrechnung der Arbeitskreise (Ö-Daten, BAWI, 2005-2011) haben die erforderlichen Daten über die Zeitreihe von 2001 bis 2011 zur Verfügung gestellt.

Grundsätzlich sollte bei jeder Investition eine individuelle Analyse und Kalkulation für den Betrieb selbst erfolgen. Dies stellt eine wichtige Anforderung im Hinblick auf eine Investitionsentscheidung dar. Auch in

wirtschaftlich schlechteren Jahren muss eine ausreichend hohe DfL erwirtschaftet werden, um die Investition tragen zu können.

Die Voraussetzungen und Anforderungen an eine solche Investition schwanken naturgemäß stark zwischen den Betrieben. Nicht jeder Betrieb kann im gleichen Maße Eigenleistungen, z.B. Eigenholz einbringen, jeder Betrieb findet hingegen unterschiedliche örtliche Gegebenheiten vor, nicht jeder verfügt über die gleiche maschinelle Ausstattung und schon gar nicht über die gleichen Finanzierungsmöglichkeiten. In Variante 1 des Kalkulationsbeispiels wird die Investition primär ohne Eigenleistungen, mit einer 50%igen Fremdfinanzierung (AIK), inklusive Investition in Siloraum und der Ausnutzung einer Investitionsförderung dargestellt. Prämien und öffentliche Gelder werden nicht berücksichtigt. Zur Beheizung der Kisten wurde eine bestehende Hack- schnitzelheizung anteilig berücksichtigt, genauso wie die Nutzung von notwendigen Maschinen (z.B. Hochdruckreiniger, Güllemixer, etc.).

Die wesentlichen Kalkulationskomponenten für diese Investition sind

- Erschließungskosten
- Güllekeller
- Gebäudehülle
- Siloraum
- Ausstattung der Abteile, Trennwände, Wasser, Tröge
- Misch- und Fütterungsanlage
- Hack- und Fütterungsanlage
- Hack- und Fütterungsanlage
- Außenanlagen
- Nebenkosten

Die daraus errechnete Investitionssumme ergibt einen Bruttowert von EUR 232.071,-. Aus dieser Information heraus gilt es zu klären, welchen Beitrag zu den Einkünften aus Land- und Forstwirtschaft die Schweinemast aus diesem Stall jährlich, unter Abzug der jährlich anfallenden fixen Kostenbestandteile und einer angemessenen Verzinsung des eingesetzten Kapitals, leisten kann. Die fixen Abzugsposten sind Wartungs- und Instandhaltungskosten für Gebäude und Maschinen, Abschreibungen für Gebäude und bauliche Anlagen und Maschinen, Versicherungskosten und Abgabenleistungen, allgemeine Wirtschaftskosten, anteilige Pachtkosten, der jährliche Kapitaldienst und der Zinsanspruch an das eingesetzte Kapital.

Wird der Stall zu 50% fremdfinanziert, eine Investitionsförderung miteinbezogen und die Verzinsung des eingesetzten

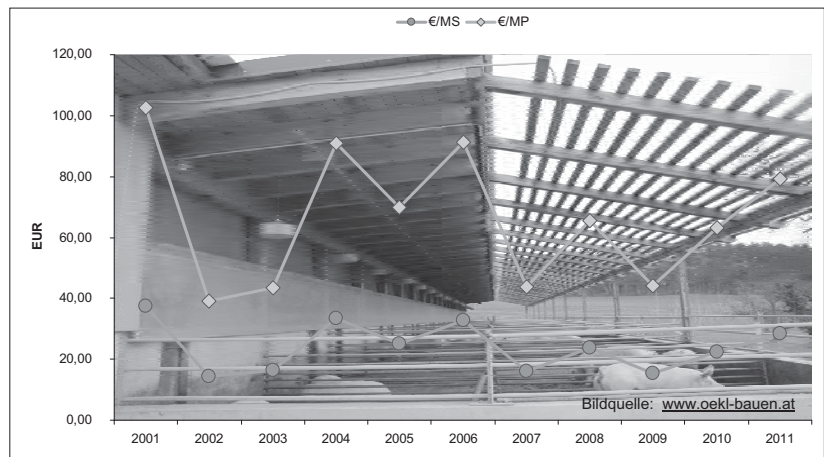


Abbildung 4: DfL je Mastschwein und Mastplatz (durchschnittliche Leistung)

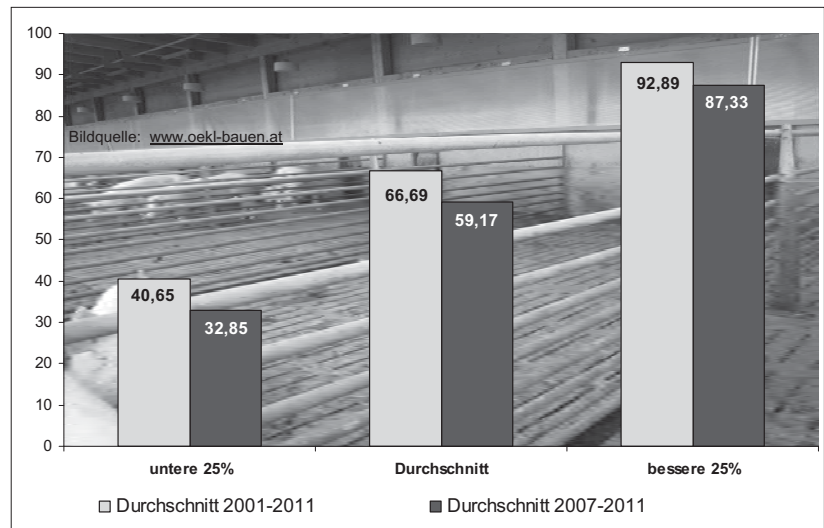


Abbildung 5: Durchschnittswerte der DfL je Mastplatz über unterschiedliche Zeithorizonte

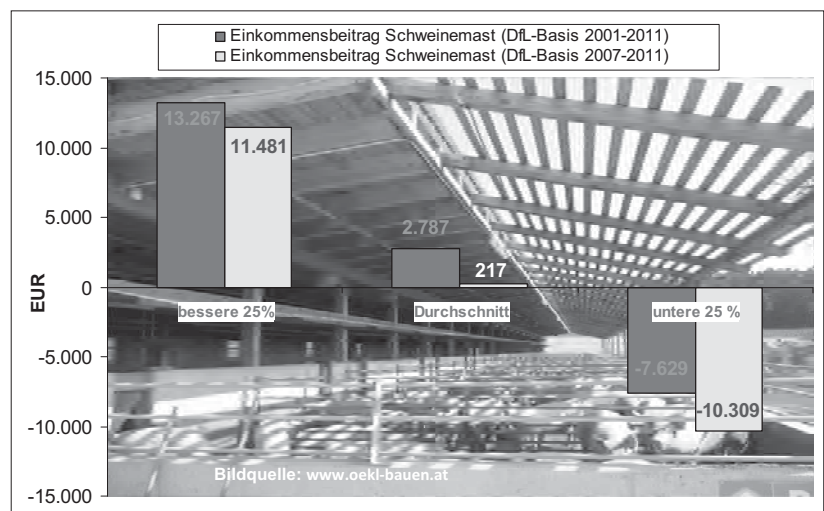


Abbildung 6: Einkommensbeiträge

Kapitals mit 3% festgesetzt, ergibt sich ein jährlicher Aufwand von EUR 23.450,-, der durch die DfL gedeckt werden muss. Je nach DfL-Niveau ergeben sich sodann folgende Einkommensbeiträge, die in *Abbildung 6* ersichtlich sind.

Auch hier wurden DfL-Durchschnittswerte über elf bzw. fünf Jahre angesetzt.

Gemeinsam mit den öffentlichen Geldern leistet der Einkommensbeitrag aus der Schweinemast die Basis, welche (anteilig) den Privatverbrauch, die Abgaben zur bauerlichen Sozialversicherung und vor allem auch das Unternehmerrisiko decken soll. Die Rentabilität der Betriebszweige ist nicht zwangsläufig der Garant für einen stabilen Betrieb. Genau dann nämlich nicht, wenn die (rentablen) Betriebszweige es nicht schaffen, den Privatverbrauch und die SV-Zahlungen zu bedienen. Über einen ausreichend langen Zeithorizont kann sich demnach theoretisch ein hoch rentabel wirtschaftender Betrieb mit einer Existenzgefährdung konfrontiert sehen. Dauerhaft sollte jeder Betrieb eine Überdeckung des Verbrauchs erwirtschaften. Die Überdeckung des Verbrauchs (Eigenkapitalbildung) dient in erster Linie der Inflationsabgeltung bei Investitionsgütern, als Basis für Erweiterungsinvestitionen, zur Finanzierung des technischen Fortschritts und für außerordentlich auftretende Aufwendungen.

Unter den getroffenen Kalkulationsannahmen ist ersichtlich, dass bei wirklich guter Leistung und Gesundheit im Stall ein ernsthafte Einkommensbeitrag aus der Investition erreichbar ist. Auf der anderen Seite muss bei durchschnittlicher bzw. unterdurchschnittlicher Leistung und den getroffenen Annahmen, im Vergleich zu den Arbeitskreiswerten, mit geringen bis stark negativen Beiträgen gerechnet werden. Bei schlechter Leistung im Stall, mit geringer Eigenleistung beim Stallbauprojekt und hohem Grad der Fremdfinanzierung muss ein derartiger Investitionswunsch noch mal einer genauen betriebsindividuellen Analyse unterzogen werden.

Nachdem diese Annahmen nicht auf jeden Betrieb zutreffen werden, wird als Vergleich eine Berechnung (Variante 2) angestellt, die einen hohen Grad an Eigenleistung und keine Fremdfinanzierung beinhaltet. Dies soll den Rahmen der wirtschaftlichen Möglichkeiten abgrenzen. Theoretisch sind der Eigenleistung wenig Grenzen gesetzt; dennoch steht dieser Tatsache ein zügiger Baufortschritt und damit ein rascher Produktionsbeginn im Wege. Daher wurden die Eigenleistungen auf ein vertretbares Niveau gesenkt. Ein Bruttoinvestitionsvolumen von EUR 164.234,-, erscheint

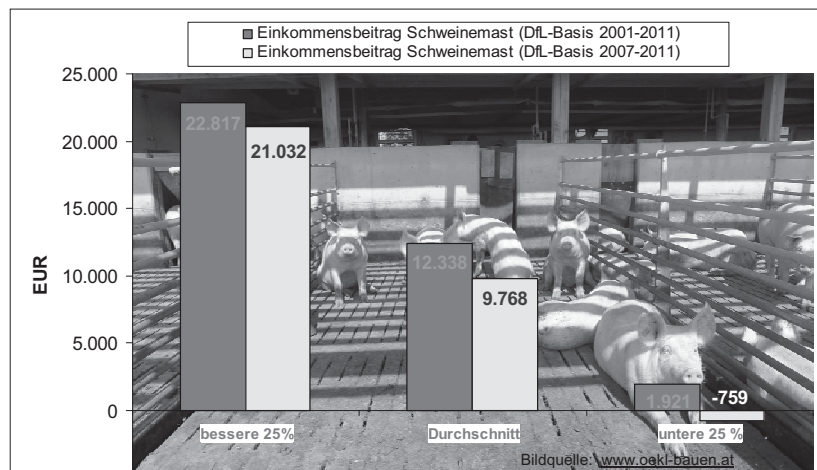


Abbildung 7: Einkommensbeiträge

möglich. Gerade durch die gesamte Eigenfinanzierung muss kein jährlicher Kapitaldienst geleistet werden, was neben den reduzierten Investitionskosten, einen wesentlichen Einfluss auf den jährlichen Einkommensbeitrag hat. Dadurch nämlich kann ein deutlich besseres Ergebnis der jährlichen Einkommensbeiträge, im Vergleich zur vorhergehenden Variante, erzielt werden (siehe *Abbildung 7*).

In einer weiterführenden Gewinnschwellenanalyse (*Tabelle 2*) werden für den Erlös, die Umtriebe und die Verkaufsmengen, bezogen auf die zu verkaufenden Mastschweine, jene Grenzen dargestellt bei welchen die jährliche DfL genau die anteiligen Fixkosten deckt. Eine Entlohnung der eingesetzten Arbeitskräfte wurde an dieser Stelle nicht angesetzt. Die Darstellung bezieht sich wiederum auf die Mittelwerte der Perioden 2001-2011 und 2007-2011.

Dementsprechend muss beispielsweise die Anzahl der Umtriebe bei Investitionsvariante I für einen Betrieb mit durchschnittlicher Leistung zumindest 2,82 Umtriebe haben, um die jährlichen Fixkosten abzudecken.

Die zum Teil unrealistischen Grenzwerte (z.B. 3,28 theoretisch benötigte Umtriebe in Variante I) zeigen die Probleme der Investition bei diesem Leistungsniveau.

Wie in vielen anderen Fällen wird offensichtlich, dass das Management, die Leistung und die Gesundheit im Stall, die Eigenkapitalausstattung des Betriebes und die persönliche Initiative in Form von Eigenleistungen wesentliche Säulen einer erfolgreichen Investition sind.

Tabelle 2: break even-Werte für die beiden dargestellten Investitionsvarianten

	Variante I			Variante II		
	-25%	Durchschnitt	+25%	-25%	Durchschnitt	+25%
break-even-Erlös (DfL Basis 2007-2011)	161,30	154,97	147,73	153,04	146,71	139,47
break-even-Erlös (DfL Basis 2001-2011)	154,52	149,34	142,65	146,26	141,08	134,39
break-even-Umtriebe (DfL Basis 2007-2011)	3,28	3,06	2,87	3,11	2,90	2,71
break-even-Umtriebe (DfL Basis 2001-2011)	2,99	2,82	2,64	2,83	2,66	2,49
break-even-Verkaufsmenge (DfL Basis 2007-2011)	1.311,95	1.225,92	1.146,20	1.244,75	1.160,57	1.082,10
break-even-Verkaufsmenge (DfL Basis 2001-2011)	1.197,84	1.127,17	1.056,79	1.133,80	1.064,82	995,59