



MINISTERIUM
FÜR EIN
LEBENSWERTES
ÖSTERREICH

HBLFA RAUMBERG - GUMPENSTEIN
LANDWIRTSCHAFT

**BAUTAGUNG
RAUMBERG-GUMPENSTEIN 2017
TIERHALTUNGSNEWS
AUS FORSCHUNG
UND PRAXIS**

16. - 17. MAI 2017

rauberg-gumpenstein.at

Bautagung Raumberg-Gumpenstein

gemäß Fortbildungsplan
des Bundes

Tierhaltungsnews
aus Forschung und
Praxis

16. - 17. Mai 2017

Organisiert von:

Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt
für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft,
Umwelt und Wasserwirtschaft



Impressum

Herausgeber

Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft
Raumberg-Gumpenstein, A-8952 Irdning-Donnersbachtal
des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft,
Umwelt und Wasserwirtschaft, A-1010 WIEN

Direktor

HR Mag. Dr. Anton Hausleitner

Leiter für Forschung und Innovation

Dipl. ECBHM Dr. Johann Gasteiner

Für den Inhalt verantwortlich

die Autoren

Redaktion

Institut für Artgemäße Tierhaltung und Tiergesundheit

Satz

Sigrid Brettschuh
Brigitte Krimberger
Nicole Wechsler

ISSN: 1818-7722

ISBN 13: 978-3-902849-49-6

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 2017, 16. - 17. Mai 2017, Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein 2017

Inhaltsverzeichnis

Welche baulichen Anforderungen zur Emissionsminderung kommen auf die österreichische Landwirtschaft zu? Ein erster Ausblick auf die TIHALO II-Studie.....	5
<i>Andreas Zentner und Alfred Pöllinger</i>	
Kompoststall für Rinder - Kompostmanagement, Ammoniakemissionen, VOCs und Mikrobiologie	9
<i>Alfred Pöllinger und Barbara Pöllinger-Zierler</i>	
Laufflächengestaltung: Emissionsminderung und verfahrenstechnische Aspekte - erste Ergebnisse aus dem Emissionsversuchsstall Tänikon.....	13
<i>Michael Zähler, Jernej Poteko, Kerstin Zeyer und Sabine Schrade</i>	
Entmistungsschieber in Milchviehlaufställen: Tiergerechtigkeit - Planung und Ausführung.....	19
<i>Beat Steiner, Katharina Friedli und Michael Zähler</i>	
Besonders tierfreundliche Haltung - stallbauliche Eckpunkte und Wirkung der Fördermaßnahmen	25
<i>Elfriede Ofner-Schröck</i>	
Möglichkeiten zur Gestaltung der Triebwege bei Weidehaltung.....	31
<i>Andreas Steinwider und Hannes Rohrer</i>	
Ökobilanzierung in der österreichischen Landwirtschaft - Einflussfaktor Stallbau	35
<i>Thomas Guggenberger, Markus Herndl, Elisabeth Finotti und Elfriede Ofner-Schröck</i>	
Haltung von Neuweltkameliden	45
<i>Michael Reichmann</i>	
Mutter- und Ammengebundene Kälberaufzucht - Welche Aspekte sind bei Stallbau und Management zu beachten.....	49
<i>Claudia Schneider</i>	
Bauliche und lüftungstechnische Konsequenzen der Novellierung der DIN 18910	53
<i>Wolfgang Büscher</i>	
Horizontallüfter zur Minderung von Hitzestress im Rinderstall.....	57
<i>Eduard Zentner, Benedikt Sträußnigg und Philipp Löffler</i>	

Brunsterkennung - Moderne Systeme im Vergleich	63
<i>Christian Fasching</i>	
Hygienemaßnahmen in der Bauplanung und Betriebsphase bei Schweineställen.....	67
<i>Bettina Fasching</i>	
Hygieneplanung in der Bauplanung und Betriebsphase bei Geflügelställen	69
<i>Peter Pless</i>	
Konzeptvorstellung eines emissionsarmen Tierwohlstalles für die konventionelle Schweinemast	73
<i>Birgit Heidinger und Eduard Zentner</i>	
Pilotprojekt Versuchsstall: Abluftwäscher für Mastschweineställe	81
<i>Michael Kropsch, Eduard Zentner, Christian Gummerer und Dietmar Öttl</i>	
Lichtsysteme im Schweinestall - Anforderungen und LED-Technik	85
<i>Irene Mösenbacher-Molterer und Eduard Zentner</i>	

Welche baulichen Anforderungen zur Emissionsminderung kommen auf die österreichische Landwirtschaft zu? Ein erster Ausblick auf die TIHALO II-Studie

Andreas Zentner^{1*} und Alfred Pöllinger¹

Zusammenfassung

Da die Landwirtschaft (vor allem die tierhaltenden Betriebe) für 94 % der Ammoniakemissionen verantwortlich ist, und sich Österreich zur Reduktion dieser um 12 % bis 2030 verpflichtet hat, müssen effektive Minderungsmaßnahmen gesetzt werden. Dazu ist die gesamte Wirtschaftsdünger-Kette vom Stall, Entmistung, Güllelagerung bis hin zur Gülleausbringung zu berücksichtigen. Um die effizientesten Umsetzungsmaßnahmen identifizieren zu können, bedarf es aktueller Daten, damit die österreichische Luftschadstoffinventur nicht mit Standardwerten berechnet werden muss. Aus diesem Grund wird derzeit die TIHALO II-Studie durchgeführt, bei der an 5000 tierhaltenden Betrieben ein Fragebogen zum Wirtschaftsdünger-Management versandt wurde. Die Ergebnisse daraus werden im August 2017 vorliegen. Im kommenden Herbst gilt es einen intensiven Diskussionsprozess um die effizientesten Minderungsmaßnahmen mit allen Stakeholdern zu starten. Bereits bis 2020 muss 1 % an Ammoniakemissionen eingespart werden.

Schlagwörter: Landwirtschaft, Emissionen, Ammoniak, Minderungsmaßnahmen

Summary

Since agriculture (especially animal farms) is responsible for 94 % of the ammoniated emissions and Austria has committed itself to reduce this amount by 12 % till 2030, so effective reduction measures have to be implemented. The greatest potentials lie in the area of housing systems and dung removal, liquid manure storage and spreading of manure. In order to identify these and to implement them, it requires current data, so the Austrian Air Emissions Inventory are not calculated with standard values. That's why the realisation of the TIHALO II-study is extremely important. It was carried out in 5000 animal-keeping farms by means of a questionnaire. The results will be available in August, 2017 and will make a valuable contribution to the reduction of emissions in Austrian agriculture. In this autumn intensiv discussions about the most effective reduction measures with all stakeholders will be started. As long ago as 2020, 1 % of these ammoniated emissions must be reduced.

Keywords: agriculture, emissions, ammonia, reduction measures

1 Einleitung und Zielsetzung

Österreich hat sich verpflichtet, 12 % seiner Ammoniakemissionen bis 2030 zu reduzieren (NEC-Richtlinien/National Emissions Ceilings Directive). Der landwirtschaftliche Sektor ist für 94 % dieser Emissionen verantwortlich und deshalb müssen Minderungsmaßnahmen effizient ein- und umgesetzt werden. Pro Jahr gehen in Österreich rund 66.000 Tonnen Stickstoff in Form von Ammoniak verloren. Diese Tatsache entspricht etwa einem mittleren Verlust von ca. 45 kg Stickstoff pro Hektar landwirtschaftlicher Nutzfläche auf tierhaltenden Betrieben (UBA, 2016). Diese Emissionen haben damit nicht nur eine wirtschaftliche Bedeutung für den Einzelbetrieb, sondern beeinflussen auch empfindliche Ökosysteme (z.B: Wälder, Magerwiesen,...) und tragen zur Bildung von gesundheitsschädlichen Feinstäuben bei.

NH₃-Verluste beginnen bei der Fütterung im Stall und setzen sich über die Entmistung, die Wirtschaftsdüngerlagerung bis hin zur Wirtschaftsdüngerausbringung fort. Untergeordnet entstehen Ammoniakabgasungen auch durch die mineralische Stickstoffdüngung (z.B: Harnstoff).

Die größten Minderungspotentiale zeigen sich in den Bereichen Fütterung (N-angepasst, rohfaserverreduziert,

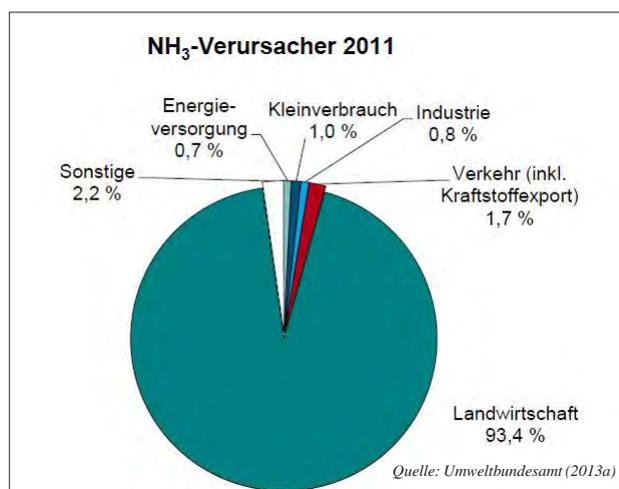


Abbildung 1: NH₃-Emissionen in Österreich 1990-2013 (UBA, 2016)

¹ HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Abteilung Innenwirtschaft, Raumberg 38. A-8952 IRDNING-DONNERSBACHTAL

* Ansprechperson: Andreas ZENTNER, E-Mail: andreas.zentner@raumberg-gumpenstein.at

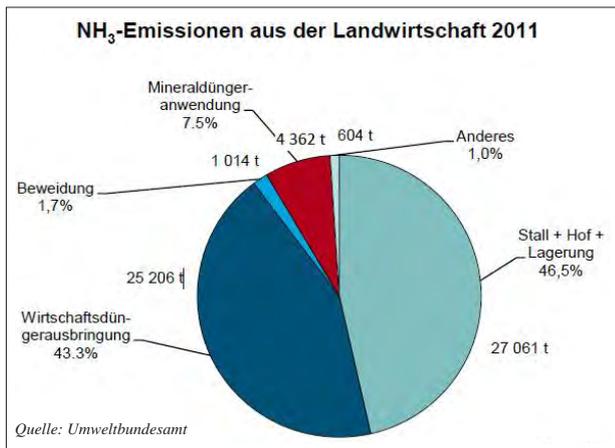


Abbildung 2: Anteil der NH₃-Emissionen nach landwirtschaftlichen Quellen (UBA, 2011)

Weidehaltung,...) und Wirtschaftsdüngerausbringung (Schleppschlauch, Schleppschuh, Schlitztechnik...) sowie Entmistung. Im Rahmen dieser Bautagung soll aber auf die „baulich“ relevanten Bereiche Entmistung und Wirtschaftsdüngerlagerung näher eingegangen werden, welche ca. 46 % der Ammoniakemission in der Landwirtschaft ausmachen (Stall + Fütterung).

Bereits 2005 konnte durch den Fragebogen zum Wirtschaftsdüngermanagement der TIHALO 1-Studie eine solide Datenbasis zur Emissionsberechnung geschaffen und die Förderrichtlinien gezielt angepasst werden (Förderung von festen Güllelagerabdeckungen). Um genau diese vielfältigen Aktivitäten, die bereits jetzt seitens der Landwirtschaft umgesetzt wurden und noch werden, auch dokumentieren zu können, braucht es erneut eine verbesserte Datenbasis (TIHALO 2-Studie), die über die INVEKOS-Daten nicht abdeckbar ist. Ohne diese Daten werden „Standardwerte“ aus internationalen Richtlinien herangezogen, welche die Situation deutlich schlechter darstellen würden als es die österreichische Landwirtschaft ist. Wir gehen davon aus, dass nur so sinnvolle, emissionsmindernde Strategien erarbeitet und damit kostenintensive Investitionen und Aufwendungen verhindert werden.

Dazu wurde im November 2016 ein eigens erarbeiteter Fragebogen in schriftlicher - sowie in Onlineform zum Thema „Tierhaltung in Österreich - Wirtschaftsdüngermanagement“ an 5000 landwirtschaftliche Betriebe in Österreich ausgesendet um die relevanten Daten dazu zu erheben.

2 Maßnahmen und Umsetzung

Zukünftiges

In den letzten Jahren gab es verstärkt Ansätze, die Ammoniakemissionen im Stall- und Lagerbereich zu reduzieren. Viele davon befinden sich aber noch im Forschungsstadium und werden daher in der Praxis noch zu wenig angewandt. Unabhängig von der Tierkategorie sind das im Bereich der:

Fütterung

(KÜLLING, 2000; VAN DUINKERKEN, et al. 2005; KTBL, 2006)

- Zusätze – Reduzierung der Harnstoffkonzentration in Kot und Harn

- Benzoesäure – reduziert den pH-Wert im Urin

Ansäuerung von Flüssigmist

(REINHARDT-HANISCH et al. 2005; KTBL, 2006)

- Ureaseinhibitoren
 - diese verhindern die Umwandlung des Harnstoffs in NH₃ und NH₄
- Säuren (Milch- oder Salpetersäure)
 - Durch die Versauerung von Flüssigmist, sinken die Ammoniakemissionen

Säuberungen/Verdünnungen

- Spülen des Laufganges (Anzahl der Spülvorgänge und Menge) (BRAAM, et al. 1997a; KTBL-TAGUNG, 2006)

Minderungsmaßnahmen mit dem derzeit größten Potential bieten sich (neben der Wirtschaftsdüngerausbringung) immer noch im Bereich der Entmistung und Wirtschaftsdüngerlagerung. Zusätzlich sind hierbei auch Daten aus der Praxis vorhanden.

2.1 Entmistung

Schweinehaltung

Systeme mit Kistenhaltung in Kombination mit Schrägboden in Außenklimaställen oder die Schrägbodenhaltung werden als emissionsmindernd bewertet. Wichtig ist dabei die möglichst rasche Kot- und Harnableitung in das Güllelager. Optimal wäre dabei die Kombination mit einem Unterflurschrapper.

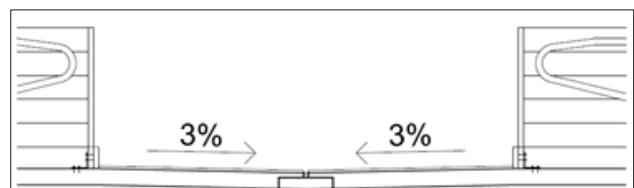
Zu wenig praxiserprobt (KTBL, 2006)

- Stallsysteme mit Vakuumsystem, Kühlrippen, Spülrohre, schräge Güllekanalwände,...
- Luftfilteranlagen, welche derzeit noch nicht zu den gängigen und verfügbaren Techniken zählen, müssen erst auf ihre Praxistauglichkeit geprüft werden.
- Kühlung von Gülle im Stall oder Lager

Rinderhaltung

Wenn Lauf- und Fressgänge möglichst sauber gehalten werden, ergänzen sich damit zwei Fachbereiche. Zum einen geht es dabei um die Emissionsminderung, zum anderen um trockene Umgebungsbedingungen für die Klauen der Tiere (vitales Fundament).

Derzeit laufen Schweizer Untersuchungen zur stärkeren Neigungsstellung (bis zu 3 %) von Laufgängen, damit der Harn möglichst rasch zur Mitte hin über eine Harnrinne abfließen kann (Abbildung 3). Ob dies eine Verbesserung mit sich bringt wird noch geklärt werden, die Tiere kommen jedenfalls gut damit zurecht. Eine hohe Schieberfrequenz



Abbildungen 3: Quergefälle zur Harnrinne (bis zu 3 %) (HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 2015)

(> 5x/Tag) trägt ebenfalls zu trockeneren und saubereren Laufgangbedingungen bei, sowie auch die Laufgangbefeuchtung in den Sommermonaten eine verbesserte Reinigungsqualität bewirken kann (Abbildung 4). Hierbei gibt es aber noch Entwicklungsbedarf, da die Sauberkeit bei Schrapparbeiten oft unzureichend ist und somit die Vorteile einer erhöhten Schieberfrequenz wieder verloren gehen.

Die Gülleeinleitung sollte auch in der Rinderhaltung unterhalb des üblichen Güllespiegels erfolgen, um Emissionen zu reduzieren, was auch einem unkontrollierten Kälteeinbruch im Winter über die Entmistung entgegenwirken würde.

Zu wenig praxiserprobt (KTBL, 2006):

- Überdachung der Laufflächen um die Abtrocknung der verschmutzten Flächen zu reduzieren
- Windströmungen beachten welche außer- und innerhalb des Stalles emissionssteigernd wirken können
- Reinigung der Laufflächen verbessern → Spülen der Laufflächen oder Abschiebetechnik vom Schrapper verbessern

Schaf- und Ziegenhaltung

Die Stallhaltung ist in der Schaf- und Ziegenhaltung als Tieflaufstall ausgeführt. Um Emissionen daraus so gering als möglich zu halten, gilt es den Lauf- und Liegebereich so trocken als möglich zu halten. Die beste Möglichkeit um Emissionen zu vermeiden, ist die Weidehaltung, welche in der Schaf- und Ziegenhaltung intensiv genutzt wird. Auf der Weide werden so gut wie keine Ammoniakemissionen produziert.

Geflügelhaltung

Grundsätzlich gilt, je trockener die Stallhaltungsbedingungen sind, desto geringer sind die Ammoniakemissionen. In der Mastgeflügelhaltung ist das in der Regel über die richtige Einstreuart und -menge, gewährleistet. Wichtig ist, dass bei den Tränken keine unnötigen Nassstellen produziert werden.

2.2 Wirtschaftsdüngerlagerung

Rinder- und Schweinehaltung

Eine große Emissionsquelle stellt die Wirtschaftsdüngerlagerung (Güllelagerung) dar. Vor allem Rindergülle (auch bei Schweinegülle vereinzelt möglich) neigt grundsätzlich zur Bildung einer Schwimmdecke, welche, bei einer Mindeststärke von 20 cm, bis zu 85 % der Ammoniakemissionen verhindern würde (Abbildung 5). Diese emissionsmindernde Schwimmdecke wird jedoch durch das häufige Homogenisieren immer wieder zerstört und die Wirkung wird auf bis zu 40 % reduziert.

Güllebehältnisse, welche nicht zur Schwimmdeckenbildung neigen, sollten daher abgedeckt werden (Abbildung 6). Holz-, Beton- oder Zeltabdeckungen bieten dabei Abhilfe und deren Mehrkosten sollten über die Investitionsförderung abdeckbar sein. Die stickstoffsparende Wirkung bleibt als Gewinn am Betrieb. Eine weitere Möglichkeit zur Abdeckung von Güllegruben und Güllelagunen ohne Schwimmdecke bieten so genannte Schwimmkörper, welche in der Anschaffung deutlich günstiger sind (35 €/m²,

Hexafloor) und auf die schon bestehende Gülle aufgebracht werden können (Abbildung 7). Nachteilig zu bewerten sind hingegen Abdeckungen mit „Leca“ (Blähton), da diese zum Absinken neigen und Schwimmfolien, welche in der praktischen Handhabung noch kritisch zu betrachten sind (Schneedecke, Fixierung und flexible Entfernung).



Abbildungen 4: Verschmutzte Laufgangoberfläche nach Schrapparbeit (HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 2015)



Abbildungen 5: Natürliche Schwimmdecke (HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 2016)



Abbildungen 6: Zelt Dach (HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 2016)



Abbildungen 7: Güllelagerabdeckung mit Strohhäcksel (links) und Hexafloor (rechts), (HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 2016)

Geflügelhaltung

Im Geflügelsektor wäre die Kotbandtrocknung ideal. In jedem Fall sollte der Geflügelmist, und hier besonders der Legehennenkot, unter Dach gelagert werden. Bei freier Feldlagerung von Mastgeflügelmist ist eine Vliesabdeckung angeraten.

3 Schlussfolgerung

Dass in nächster Zukunft weiter an Stall- und Lagertechnik geforscht werden muss, steht außer Frage, da die Umstellung auf emissionsmindernde Maßnahmen ein fixer Bestandteil der zukünftigen österreichischen (europäischen) Landwirtschaft ist. Dieser Weg sollte, nicht nur wegen internationalen Klimaschutzmaßnahmen, interessant sein, sondern auch, weil wir unsere wirtschaftseigenen Dünger so effizient als möglich verwerten wollen. Gleichermassen steht hierbei auch die Wirtschaftlichkeit im Raum, welche jeden einzelnen Landwirt in Österreich betrifft.

Die TIHALO II-Studie soll nach ihrem Abschluss aktuelle Daten zur österreichischen Tierhaltung liefern. Auf Basis dieser Ergebnisse kann für Österreich hochgerechnet werden, wie sich der Trend bei den Ammoniakemissionen entwickelt hat und welche Maßnahmen notwendig sind, um das Ziel von 12 % Minderung bis 2030 zu erreichen. Als weiteren positiven Einfluss liefert diese Studie, neben den Ammoniakemissionen, auch Daten zu anderen landwirtschaftlichen Bereichen wie Tierhaltung, Tiergesundheit, Wirtschaftsdüngermanagement und deren Strategien in Österreich.

Literatur

AMON, B.; PÖLLINGER, A.; KRYVORUCHKO, V.; FRÖHLICH M.; MÖSENBACHER, I., HAUSLEITNER, A. UND AMON, T. (2005): Ammoniak und klimarelevante Emissionen aus einem Schrägbodenstall für Mastschweine. In: Tagungsband der 7. Internationalen Tagung

Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung 2005, 01.-03. März 2005, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V., Braunschweig, S. 559-564.

BRAAM, C.; KETELAARS, J. AND SMITS, M. (1997A): Effects of floor design and floor cleaning on ammonia emission from cubicle houses for dairy cows. *Netherlands J. of Agricultural, Science* 45: 49-64.

NATIONAL EMISSION CEILINGS – DIRECTIVE (2016): <http://www.eea.europa.eu/themes/air/national-emission-ceilings>, 20.04.2017.

KÜLLING, D. (2000): Influence of feed composition and manure type on trace gas emissions from stored dairy manure. Diss. Nr. 13872, ETH Zürich.

KURATORIUM FÜR TECHNIK UND BAUWESEN IN DER LANDWIRTSCHAFT E.V. (2006): Messung, Beurteilung und Minderung von Gasen, Stäuben und Keimen. KTBL-Tagung, 5.-7. Dezember 2006, Bildungszentrum Kloster Banz. ISBN 13: 978-3-939371-19-9.

KURATORIUM FÜR TECHNIK UND BAUWESEN IN DER LANDWIRTSCHAFT E.V. (2015): 12th Conference- Construction, Engineering and Environment in Livestock Farming. Versuchsstall zur Entwicklung und Quantifizierung von Maßnahmen zur Minderung von Emissionen. S. 450-455. ISBN 978-3-945088-09-8.

MONTENY, G.-J.; BANNINK, A. AND CHADWICK, D. (2006): Greenhouse gas abatement strategies for animal husbandry. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 112: 163-170.

REINHARDT-HANISCH, A.; LEINKER, M.; HARTUNG, E UND VON BORELL E. (2005): Wirksamkeit von Ureaseinhibitoren in der Milchviehhaltung. In: Tagungsband der 7. Internationalen Tagung Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung 2005, S. 301-306.

SCHRADE, S.; STEINER, B & KECK, M. (2013): Ammoniakemissionen aus Milchviehställen und Maßnahmen zur Minderung. Bautagung HBLFA Raumberg-Gumpenstein 2013. ISBN: 978-3-3-902559-94-4.

UMWELTBUNDESAMT (2016): Maßnahmen zur Minderung sekundärer Partikelbildung durch Ammoniak aus der Landwirtschaft. Report, REP-0569, Wien.

Kompoststall für Rinder - Kompostmanagement, Ammoniakemissionen, VOCs und Mikrobiologie

Alfred Pöllinger^{1*} und Barbara Pöllinger-Zierler²

Zusammenfassung

Im Rahmen eines Forschungsprojektes wurden auf 23 milchviehhaltenden Betrieben zu drei unterschiedlichen Jahreszeiten (Sommer, Herbst und Winter) punktuell Emissionsmessungen durchgeführt sowie Proben zur Analyse der gebildeten VOCs und charakteristischer Parameter (pH-Wert, C, Ngesamt, TM, etc.) gezogen. Weiters wurde ein mikrobiologisches Screening erstellt.

Bilanziert man das gesamte Kompoststallsystem und setzt es in eine vergleichende Betrachtung mit Liegeboxenlaufställen, so ergeben sich durchschnittlich niedrigere Emissionswerte für Kompostställe. Der Durchschnittswert der gemessenen VOC-Konzentrationen liegt deutlich unter dem eines Liegeboxenlaufstalles.

Das mikrobiologische Screening zeigte, dass es keine große Variation innerhalb der einzelnen Jahreszeiten und auch im Betriebsvergleich gibt. Extrem thermophile Sporenbildner (XTAS) sind in der Kompostmistmatratze von allen untersuchten Betrieben in unbedeutend geringen Konzentrationen vorhanden.

Schlagwörter: Kompoststall, Ammoniak, Emissionen, Geruch, Mikrobiologie

Summary

Compost bedded pack barns – bedding management, ammonia emissions, VOCs and microbiology

Within the project emission measurements of 23 compost bedded dairy barns (CDB) were executed and samples for the analysis of odouractive volatile organic compounds (VOCs) and chemical parameters (e.g. pH, DM, C/N ratio) were taken. In addition, an extensive microbiological screening was carried out.

In analysis of the whole CDB system ammonia emission was less than the emissions from comparable freestall barns with cubicles. The results of the analysis of the odouractive VOCs show considerably lower emissions than in dairy barns with cubicles.

The microbiological screening indicates no wide variation concerning different seasons as well as different farms. Extreme thermophilic spore formers (XTAS) were analysed in a very low concentration range.

Keywords: compost bedded pack barn, ammonium, emissions, smell, microbiology

1 Einleitung und Stand des Wissens

Der Kompoststall für Rinder ist eine Zweiflächenbucht, bei der die Liegefläche mit Sägespänen, Hobelspänen, feinen Hackschnitzeln oder anderen organischen Materialien eingestreut wird und diese unter Einarbeitung von Kot und Harn verrotten. Aus der Sicht der artgemäßen Tierhaltung wird das System durchwegs positiv beurteilt, denn „Stallsysteme mit freier Liegefläche kommen den Bedürfnissen von Rindern in Hinblick auf das Liege- und Sozialverhalten sehr entgegen. Sie ermöglichen den Tieren, ihre artgemäßen Liegepositionen einzunehmen und in sozialem Kontakt mit Artgenossen zu ruhen. Der Fressgang kann entweder planbefestigt oder mit Spaltenboden ausgestattet sein.“ (OFNER-SCHRÖCK, 2013). Der Kompoststall wird auch aus der Sicht der Klauengesundheit positiv beurteilt (BURGSTALLER et al., 2016). Wichtig ist auch die Auslegung der Liegeflächengröße. In Israel stehen zwischen 13 und 20 m² Liegefläche pro Tier zur Verfügung, in den USA 7,5 bis 9,2 m² (LEIFKER, 2010). In Österreich liegt die Bandbreite zwischen 6 und 15 m²/Tier.

Eine der zentralen Herausforderungen für einen Kompoststallbetreiber ist das Sicherstellen des Kompostierungsprozesses in der Liegematratze, insbesondere in der

Übergangszeit von Herbst auf Winter und im Winter selbst. Der Aufbau einer neuen Matratze sollte nicht in der kalten Jahreszeit erfolgen, da bei Kälte der Rotteprozess nur schwer in Gang kommt (HOLZEDER, 2011). Durch die Wärmeerzeugung (25 bis über 50 °C) verdunstet ein hoher Anteil der eingetragenen Flüssigkeit und nur damit ist es möglich die Liegefläche sauber und vor allem trocken zu halten. Die Wahl der Einstreumaterialien richtet sich im Wesentlichen nach der mengen- und preisbezogenen Verfügbarkeit derselben. Dabei spielen die „Strukturstabilität“, die gute Durchmischbarkeit, die Kohlenstoffverfügbarkeit und ein gutes Flüssigkeitsaufnahmevermögen eine entscheidende Rolle (PÖLLINGER et al., 2016).

10 bis 16 m³ an Sägespänen werden pro Kuh und Jahr verbraucht (HOLZEDER, 2011). Weitere Materialien, die derzeit von verschiedenen Betrieben eingesetzt werden, sind Hackschnitzel, ausgesiebtes Material aus der Hackschnitzelreinigung, zerkleinertes Reisig, Miscanthus, Rapsstroh, Maisspindeln, Müllereiabfälle (Kleien), Dinkelspelzen, Heu von Naturschutzflächen und separierte Gärreste. Einige Materialien daraus sind nur als Mischungspartner und nicht für die alleinige Verwendung geeignet (HOLZEDER et al., 2011 und PÖLLINGER et al., 2016). Die Bearbeitung der

¹ HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Abteilung für Innenwirtschaft, A-8952 IRDNING-DONNERSBACHTAL

² Technische Universität Graz, Institut für Analytische Chemie und Lebensmittelchemie, Stremayrgasse 9/2, A-8010 GRAZ

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

Liegefläche erfolgt zweimal täglich mit einem Grubber (Tiefengrubber, Federzinkengrubber/-egge) oder einer Fräse.

Jegliche Form der Tierhaltung steht auch in Verbindung mit Geruchs- und Ammoniakemissionen. Die Geruchsemissionen aus Kompostställen werden zwar in der Praxis subjektiv als niedrig empfunden, wurden jedoch bis dato in wissenschaftlichen Untersuchungen zu Kompostställen noch wenig berücksichtigt (HOLZEDER, 2012). Ammoniak als geruchs- und ökosystemrelevante Verbindung entsteht hauptsächlich beim Abbau der stickstoffhaltigen Ausscheidungen der Tiere im Stall, bei der Lagerung und bei der Ausbringung der Wirtschaftsdünger (Gülle, Stallmist, Jauche). Dementsprechend stellt die Landwirtschaft mit 94% die Hauptquelle der Ammoniakemissionen dar (UBA, 2016). Kompoststallsysteme wurden bisher nur sehr vereinzelt hinsichtlich Ammoniakemissionen (GALAMA et al., 2014; BJERG et al., 2014) und den Emissionen an flüchtigen organischen Verbindungen (volatile organic compounds; VOCs) analysiert (SHANE et al., 2010).

Einen weiteren wichtigen Parameter im System Kompoststall stellt die große Diversität an Mikroorganismen dar (SCHWARZKOPF, 2012). DRIEHUIS et al. (2013) untersuchten die mikrobielle Belastung von Pferdedung, Kompost, getrocknetem Rinderdung und Kompoststallmatratzen und postulieren diese Medien als Brutstätte für thermophile, aerobe Sporenbildner identifiziert zu haben. Die Gruppe der extrem thermophilen aeroben Sporenbildner (XTAS) war auch der Grund dafür, dass in den Niederlanden ein Lieferverbot für die Milch aus Kompoststallbetrieben an Molkereien ausgesprochen wurde. In der Literatur findet man bei GODDEN et al. (2008) und BLACK et al. (2014) Untersuchungen über die vorhandenen Mikroorganismen in einem Kompoststall. Es zeigt sich, dass in manchen Analysen pathogene Keime (z.B.: Mastitiserreger wie E.coli oder Klebsiella ssp.) in deutlich geringeren Konzentrationen vorliegen als in einem vergleichbaren Liegeboxenlaufstall.

2 Material und Methoden

2.1 Betriebe und Begleitparameter

Für die Datenerhebung wurden 23 Betriebe ausgewählt und zu drei unterschiedlichen Jahreszeiten (Sommer, Herbst, Winter) vermessen, um den Zustand der Kompostmatratze in jeder klimatischen Situation nachvollziehen und vergleichen zu können. Begleitend zu den Emissionsmessungen wurden Daten zu Tierbestand, zur Tier- und Eutergesundheit erhoben und Proben zur chemischen Analyse der Kompostmatratze gezogen sowie Temperaturen derselben gemessen.

2.2 Emissionsmessungen und Berechnungen

Auf jedem Betrieb wurden zu Beginn jeder Messung sechs Messpunkte, regelmäßig im Stall verteilt, festgelegt und in einer Skizze festgehalten, um diese für die weiteren Messungen wiederzufinden. Für die Messung der Ammoniakemissionen aus der Kompost - Liegefläche wurde eine 0,5 m² Messhaube (Open dynamic chamber) auf den Messflächen positioniert. Zur Bestimmung der Luftzusammensetzung (NH₃, CO₂, N₂O) wurde der Multigasmonitor - 1412 der Firma Lumasens verwendet.

2.3 Bestimmung der VOCs

Jede Probe aus den 6 Messpunkten pro Kompoststall pro Messzeitpunkt wurde zweifach mittels GC-MS vermessen. Somit erhielt man 12 Analysen pro Kompoststall pro Messzeitpunkt. Es wurde pro Analyse mittels GC-MS je 1 g Probe eingewogen. Als Probenvorbereitungstechnik wurde die SPME (solid phase microextraction) als lösungsmittelfreie Probenvorbereitungstechnik gewählt. Die Anreicherung der Analyten fand an einer 2 cm 50/30 µm DVB/Carboxen/PDMS Stable Flex Faser statt.

Die Analyse erfolgte mit dem Gaschromatographen und anschließender Massenspektrometrie (Fa. Agilent 7890 GC bzw Fa. Shimadzu GC2010). Die Gaschromatographie-Olfaktometrie (GC-O) erfolgte mittels Gaschromatographen und FID (Hewlett Packard 5890 Series II mit FID).

2.4 Mikrobiologische Untersuchungen

Mikroorganismenscreening war primäres Ziel zum einen, um einen Überblick über die vorhandenen Mikroorganismen in einer Kompostmatratze zu generieren und zum anderen, um den Einfluss des Einstreumaterials auf die Diversität der Mikroorganismen zu untersuchen.

Aus diesem Grund wurden neben der Ermittlung der Gesamtkeimzahl Selektivnährmedien mit unterschiedlichen Inkubationstemperaturen (Bsp.: Baird Parker RPF Agar, SGC2 Agar, Columbia Blood Agar, Pseudomonas CFC Agar etc.; alle von Biomerieux bzw. VWR) herangezogen, die eine Identifizierung und Quantifizierung der einzelnen Spezies (Bsp.: extrem thermophile Sporenbildner -XTAS, Klebsiella ssp., Bacillus ssp. oder Streptococcus ssp.) ermöglichen.

3 Ergebnisse

3.1 Betriebsmanagement und Kompostqualität

In der *Tabelle 1* sind ausgesuchte chemische Parameter der untersuchten Komposte angeführt. Es handelt sich dabei nicht um ausgereifte Komposte, die zur Ausbringung vorbereitet waren, sondern um Komposte, die mitten im Umsetzungsprozess beprobt wurden.

Im Mittel weisen die Komposte einen Trockenmassegehaltswert von 34,2 % auf. Das ist auch jener Wert, den es zu erreichen gilt, um gesichert trockene und saubere Liegeflächenbedingungen anbieten zu können.

Der große Schwankungsbereich von 24,5 bis 51,6 % zeigt aber auch die Problematik auf, die es im Management zu bewältigen gilt. Vor allem feuchte Kompostmatratzen (unter 30 % TM) sind aufgrund der folgenden höheren Tierverschmutzung, des tieferen Einsinkens und des unzureichenden Kompostierungsprozesses problematisch.

Tabelle 1: Analyseergebnisse von Komposten aus den 23 Kompoststallbetrieben, Proben aus dem Sommer, Herbst und Winter 2015-16 (Werte in g/kg FM)

Parameter	TM	Ca	N	pH-Wert	C/N
Min	245	1,7	2,2	7,5	11
Max	516	47,0	11,0	9,1	66
Mittelwert	342	6,6	5,1	8,2	30

Abhilfe kann dann nur mehr mit erhöhtem Einstreubedarf und, wenn verfügbar, mit dem Einsatz spezieller Einstreumaterialien gefunden werden.

3.2 Emissionen

Einen großen Einfluss auf die Ammoniakfreisetzung haben das Einstreumaterial und das Liegeflächenangebot wie in *Tabelle 2* anhand verschiedener Betriebe dargestellt wird. Es sind die Gesamtemissionen (Liegefläche und Fressgangfläche) aus dem Kompoststallsystem berechnet. Für den Fressgangbereich wurden Werte aus der Literatur für Liegeboxenlaufställe verwendet.

Der Betrieb 16 mit dem höchsten Emissionswert von 21,1 kg NH₃/GVE/a ist durch ein geringes Liegeflächenangebot und der Verwendung eines speziellen Einstreumaterials (Dinkelspelzen) charakterisiert. Beide Faktoren zusammen wirken emissionserhöhend.

3.3 VOCs

Mittels GC-MS und GC-O konnte eine Vielzahl von aromarelevanten flüchtigen Verbindungen vor allem aus den Gruppen der Aldehyde, Phenole und Säuren identifiziert und hinsichtlich ihrer sensorischen Eigenschaften charakterisiert werden.

Bei der Gesamtanalyse aller geruchsrelevanten VOCs zeigte sich, dass die Konzentrationen dieser VOCs sehr stark variieren; zum einen zwischen den unterschiedlichen Betrieben und zum anderen innerhalb der drei Jahreszeiten.

Betriebe mit Säge- und/oder Hobelspan-Einstreu wiesen die höchste Konzentration an VOCs auf, während in Kompostställen mit anderen Einstreumaterialien wie Dinkelspelzen oder Siebmaterialeien deutlich niedrigere Mengen an geruchsrelevanten VOCs analysiert werden konnten. Bei der multivariaten Datenanalyse konnte keine Korrelation zwischen NH₃-Emissionen und geruchsrelevanten VOCs dargestellt werden. Zusammenfassend ist zu sagen, dass die VOC-Konzentrationen trotz der großen Schwankungsbreite im Durchschnitt unter den VOC-Emissionen in einem Liegeboxenlaufstall liegen, sodass aus emissionstechnischer Sicht der Beweis für die deutlich geringere Geruchsaktivität eines Kompoststalles erbracht werden konnte.

3.4 Mikrobiologie

Bei der mikrobiologischen Analyse der Kompostmatratze konnte gezeigt werden, dass es keine große Variation innerhalb der einzelnen Jahreszeiten und im Betriebsvergleich gibt. Die Betriebe, die eine etwas höhere Gesamtkeimzahl aufweisen, zeigen entweder auf Grund des alternativen Einstreumaterials Dinkelspelzen eine veränderte Mikrobiologie (v.a. thermophile Mikroorganismen) oder Schimmelpilze auf Grund der durchgehend (zu) niedrigen Temperaturen der Kompostmatratze über einen langen Zeitraum (Bsp.: Siebmaterialeien). Weiters wurde das Screening auf das Vorhandensein von extrem thermophilen aeroben Sporenbildnern (XTAS) durchgeführt. Es zeigte sich, dass XTAS in der Kompostmatratze von allen untersuchten Betrieben

Tabelle 2: Ammoniakemissionen ausgesuchter Kompoststallbetriebe mit den Parametern Milchleistung, Liegeflächenangebot und Einstreumaterial

Betrieb	Milchleistung kg/a	Liegefläche m ² /Tier	Einstreu ^{*)}	NH ₃ Liegefläche kg/GVE/a	NH ₃ Fressgang kg/GVE/a	Summe aus LF und FP kg/GVE/a
1	9.500	10,5	1 + 3	1,76	2,14	3,9
10	8.900	11,5	1	0,74	4,54	5,3
11	8.200	9,1	2	1,88	4,86	6,7
13	6.800	4,9	5	4,39	2,24	6,6
17	9.800	8,3	6	0,66	1,80	2,5
16	10.600	5,3	2 + 1	19,09	2,00	21,1
20	10.000	4,4	1	8,06	2,10	10,2

^{*)} 1=Säge/Hobelspäne; 2=Dinkelspelzen; 3=Gülleseparat; 5=Mähgut; 6=Torf

vorhanden waren, allerdings in sehr geringen Konzentrationen (3,8*10⁴ KBE/g). Somit ist der Schluss zulässig, dass trotz des bis dato fehlenden Grenzwerts für diese Klasse an Mikroorganismen von keinem Gefährdungspotential ausgegangen werden kann.

4 Literatur

- BJERG, B. und KLAAS, I. (2014): Water and ammonia evaporation in a compost bedded pack dairy barn with under floor aeration. University of Copenhagen, Denmark.
- BLACK, R.A.; TARABA, J.L.; DAY, G.B.; DAMASCENO, F.A.; NEWMAN, M.C.; AKERS, K.A.; WOOD, C.L.; MCQUERRY, K.J.; BEWLEY, J.M. (2014): The relationship between compost bedded pack performance, management and bacterial counts. *J. Dairy Sci.* 91:1-11.
- BURGSTALLER, J.; RAITH, J.; KUCHLING, J.; MANDL, V.; HUND, A.; KOFLE, J. (2016): Claw health and prevalence of lameness in cows from compost bedded and cubicle freestall dairy barns in Austria. *The Veterinary Journal* 216 (2016) 81-86, Elsevier Verlag.
- DRIEHUIS, F.; LUCAS-VAN DEN BOS, E.; WELLS-BENNIK, M.H.J. (2013): Risks of the use of cattle manure solids as bedding material for milk quality: *Bacillus cereus* and butyric acid bacteria spores. NIZO Rapport E2013/180
- GALAMA, P. (2014): On farm development of bedded pack dairy barns in The Netherlands, Report 707, Wageningen UR Livestock Research.
- HOLZEDER, S. (2012): Komfort zum Wohlfühlen. *Elite 3/2012*, S. 54 - 59
- GODDEN, S.; BEY, R.; LORCH, K.; FARNSWORTH, R.; RAPNICKI, P. (2008): Ability of organic and inorganic bedding materials to promote growth of environmental bacteria. *Journal of Dairy Science* 91: 151-159.
- LEIFKER, A. (2010): Grenzenlose Freiheit. *Top Agrar* 4/2010.
- PÖLLINGER, A.; PÖLLINGER-ZIERLER, B.; KAPP, C.; SCHWAIGER, M.; KONRAD, M.; REISINGER, C.; KOPFER, M. (2016): Kompoststall für Rinder – wichtige Parameter für einen guten Kompostierungsverlauf. ISBN: 978-3-902849-41-0.
- SCHWARZKOPF, K. (2012): Hygienisch-mikrobiologische Untersuchungen von Kompostställen und Einstreumaterialien aus Gärresten und Kompost, Institut für Umwelt- und Tierhygiene sowie Tiermedizin und Tierklinik.
- SHANE, E. M.; ENDRES, M. I.; and JANNI, K. A. (2010): Alternative bedding materials for compost bedded pack barns in Minnesota. *Appl. Eng. Agric.* 26(3):465.
- UBA (2016): Maßnahmen zu sekundären Partikeln aus der Landwirtschaft. Report-0569. Umweltbundesamt GmbH, Wien. ISBN 978-3-99004-382-0.

Laufflächengestaltung: Emissionsminderung und verfahrenstechnische Aspekte - erste Ergebnisse aus dem Emissionsversuchsstall Tänikon

Michael Zähler^{1*}, Jernej Poteko¹, Kerstin Zeyer² und Sabine Schrade¹

Zusammenfassung

Rasches Abfließen des Harns von den Laufflächen vermindert die Entstehung und Freisetzung von Ammoniak (NH_3). Im Emissionsversuchsstall für Milchvieh von Agroscope Tänikon (Schweiz) wurden Emissionsmessungen im Praxismaßstab durchgeführt. Zwei räumlich getrennte Stallabteile ermöglichten vergleichbare Messbedingungen (z.B. Klima). Messungen in drei Jahreszeiten bildeten die klimatische Variation im Jahresverlauf ab. Erste Ergebnisse der Wintermessungen 2015 zeigten für planbefestigte Laufflächen mit 3 % Quergefälle und Harnsammelrinne eine NH_3 -Minderung von rund 20 % gegenüber der Referenz ohne Gefälle. Der Anteil von Harn auf der Lauffläche war in der Minderungsvariante mit Quergefälle im Vergleich zur Referenz ohne Gefälle deutlich reduziert. Ergebnisse zum Tierverhalten zeigten zwischen den Varianten Laufflächen mit 3 % Gefälle und ohne Gefälle und zwischen den Varianten drei und zwölf Entmistungsvorgänge nur geringe Unterschiede bei der Anzahl von Ausrutsch-Ereignissen.

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

Summary

Rapid urine drainage from floor surfaces reduces ammonia (NH_3) formation and release. Emissions were measured on a practical scale in experimental dairy housing at Agroscope Tänikon (Switzerland). The two spatially separated housing compartments enabled comparable measurement conditions (e.g. climate). Measurements over three seasons covered climatic variations throughout the year. The initial results of a four-day measuring period in winter 2015 showed an NH_3 emission reduction of around 20% in the compartment with solid floors with slope and urine-collecting gutter compared to the reference without slope. The amount of urine on the floor surface in the reduced-emissions variant with slope was also significantly lower than for the reference without slope. Results for animal behaviour differed only slightly in terms of the number of slipping events between the 'floor surfaces with 3% slope' and 'no slope' variants, as well as between the variants with three and twelve dung-removal processes, respectively.

Keywords: emissions, ammonia abatement, animal behaviour, dairy cattle, urine drainage

1. Einleitung

Einen großen Einfluss von Harn auf der Lauffläche auf die Ammoniak-Emissionen (NH_3) zeigten KECK (1997), MONTENY (2000) und SNOEK et al. (2014) in Untersuchungen im halbertechnischen Massstab beziehungsweise in Modellrechnungen auf. Die Harnstoffhydrolyse beginnt etwa eine halbe bis eine Stunde nach Kontakt des Harns mit den Exkrementen bzw. der verschmutzten Lauffläche und ist meist nach wenigen Stunden abgeschlossen (MONTENY 2000). Ein schnelles Ableiten von Harn von der ureaseaktiven Lauffläche ins gedeckte Güllelager ist demnach mit Blick auf NH_3 -Minderung wichtig. In Schweizer Laufställen ist ein Großteil der Laufflächen planbefestigt (SCHRADER et al. 2011), weshalb Lösungen für planbefestigte Laufflächen gefragt sind. In den Niederlanden wurden in den 90er Jahren NH_3 -Emissionen von planbefestigten Laufflächen mit Gefälle und Harnsammelrinne(n) in einem einreihigen Liegeboxenlaufstall für Milchvieh untersucht. Planbefestigte Laufflächen mit 3 % Quergefälle und unterschiedlicher Anzahl bzw. Position der Harnsammelrinne(n) zeigten mit 20 bis 50 % NH_3 -Minderung einen deutlichen Effekt im Vergleich zu den Referenzvarianten planbefestigte Lauffläche ohne Gefälle bzw. perforierte Lauffläche (BRAAM et al.

1997a; BRAAM et al. 1997b; SWIESTRA und BRAAM 1995). Diese Untersuchungen lassen sich nur bedingt auf die Schweizer Haltungssysteme übertragen, da es sich um geschlossene Ställe mit vergleichsweise geringerem Laufflächenangebot handelt.

Trockene und saubere Laufflächen verbessern die Stallhygiene und die Klauengesundheit. Diese Synergieeffekte gaben Landwirte in einer Untersuchung von SCHRADER et al. (2013) auf Milchviehbetrieben in Deutschland und Österreich als Hauptgründe für den Einbau von planbefestigten Laufflächen mit Gefälle und Harnsammelrinne an. Das Abfließen des Harns von der Lauffläche kann jedoch insbesondere bei warmen und windigen Witterungsbedingungen die Bildung von Schmierschichten fördern. Die kann zu vermehrtem Ausrutschen der Tiere führen.

Ziel dieser Untersuchung ist eine Bewertung der NH_3 -Minderungsmaßnahme - planbefestigte Laufflächen mit 3 % Quergefälle, Harnsammelrinne und automatisiertem Entmistungsschieber - im Vergleich zur Referenz - planbefestigte Laufflächen ohne Gefälle - unter Schweizer Haltungsbedingungen. In diesem Beitrag werden erste Ergebnisse zu NH_3 -Emissionen, zum Tierverhalten, zur Laufflächenverschmutzung aus Messungen im Emissions-

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

² Empa, Forschungsgruppe Emissionen und Isotope, Überlandstrasse 129, CH-8600 DÜBENDORF

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

versuchsstall von Agroscope und zu Mehr-Investitionen vorgestellt.

2. Material und Methoden

2.1 Emissionsversuchsstall

Der Emissionsversuchsstall von Agroscope am Standort Tänikon besteht aus zwei Stallabteilen mit Liegeboxen für je 20 laktierende Kühe sowie einem Zwischenbereich für Melken, Technik, Büro und Analytik (Abbildung 1). Die beiden räumlich getrennten Stallabteile ermöglichen vergleichbare Versuchsbedingungen (z.B. Klima) im Praxismaßstab (SCHRADER et al. 2015). Bei der vorliegenden Untersuchung waren die Laufflächen im Stallabteil 1 planbefestigt mit 3 % Quergefälle und einer Harnsammelrinne (Minderungsmaßnahme) und im Stallabteil 2 mit planbefestigten Laufflächen ohne Gefälle (Referenz) ausgeführt. In beiden Stallabteilen waren die Laufflächen mit denselben handelsüblichen Gummimatten belegt.

2.2 Quantifizierung der NH_3 -Emissionen

Um Emissionen bei freier Lüftung zu bestimmen, kam eine Tracer-Ratio-Methode mit den beiden Tracergasen Schwefelhexafluorid (SF_6) und Trifluormethylschwefel-pentafluorid (SF_5CF_3) zum Einsatz (SCHRADER et al. 2012). Dabei wurde SF_6 im einen, SF_5CF_3 im anderen Stallabteil kontinuierlich zudosiert, dies ermöglichte, die Emissionen der zwei Stallbereiche separat voneinander zu bestimmen. Die Zudosierung der verdünnten Tracergase (ppm-Bereich) erfolgte mittels eines Rohrsystems mit kritischen Kapil-

laren aus Stahl, das unmittelbar neben den emittierenden Laufflächen z.B. an den Boxenkanten installiert war. Ein Luftsammelproben-System in 2,5 m Höhe bestehend aus Teflonschläuchen und kritischen Kapillaren aus Glas ermöglichte eine repräsentative Probenahme. Die Tracergase wurden mit einem Gaschromatographen (GC-ECD, Agilent 7890A, Agilent Technologies, Santa Clara, USA) und NH_3 mit einem Laserspektrometer (Picarro G2103, Picarro Inc., Santa Clara, USA) analysiert. Neben den Emissionsdaten wurden relevante Begleitparameter zur Beschreibung der Messsituation und als Einflussgrößen auf die Emission erhoben: z.B. Stall- und Außenklima, Tierparameter, Futterdaten etc.

2.3 Dokumentation der Laufflächenverschmutzung

Die Laufflächenverschmutzung dient als Anhaltspunkt hinsichtlich des NH_3 -Emissionspotenzials der Lauffläche und der Rutschfestigkeit. Zur Dokumentation der Laufflächenverschmutzung wurde das Bonitierungschema von KORTH (2008) adaptiert. Art, Anteil und Höhe sowie pH-Wert und Temperatur der Laufflächenverschmutzung wurde zu drei Tageszeiten (Morgen: 3:45-5:15 Uhr; Mittag: 12:00-13:30 Uhr; Abend: 20:20-21:50 Uhr) jeweils unmittelbar vor dem jeweiligen Entmistungsvorgang erhoben. Dazu waren die Laufflächen in ein Raster eingeteilt. Der Flächenanteil der Verschmutzungskategorien (Harn feucht, Kot-Harn-Gemisch feucht, Kot feucht, Kot-Harn-Gemisch trocken, Kot trocken, Sauber feucht, Sauber trocken) wurde visuell pro Feld geschätzt.

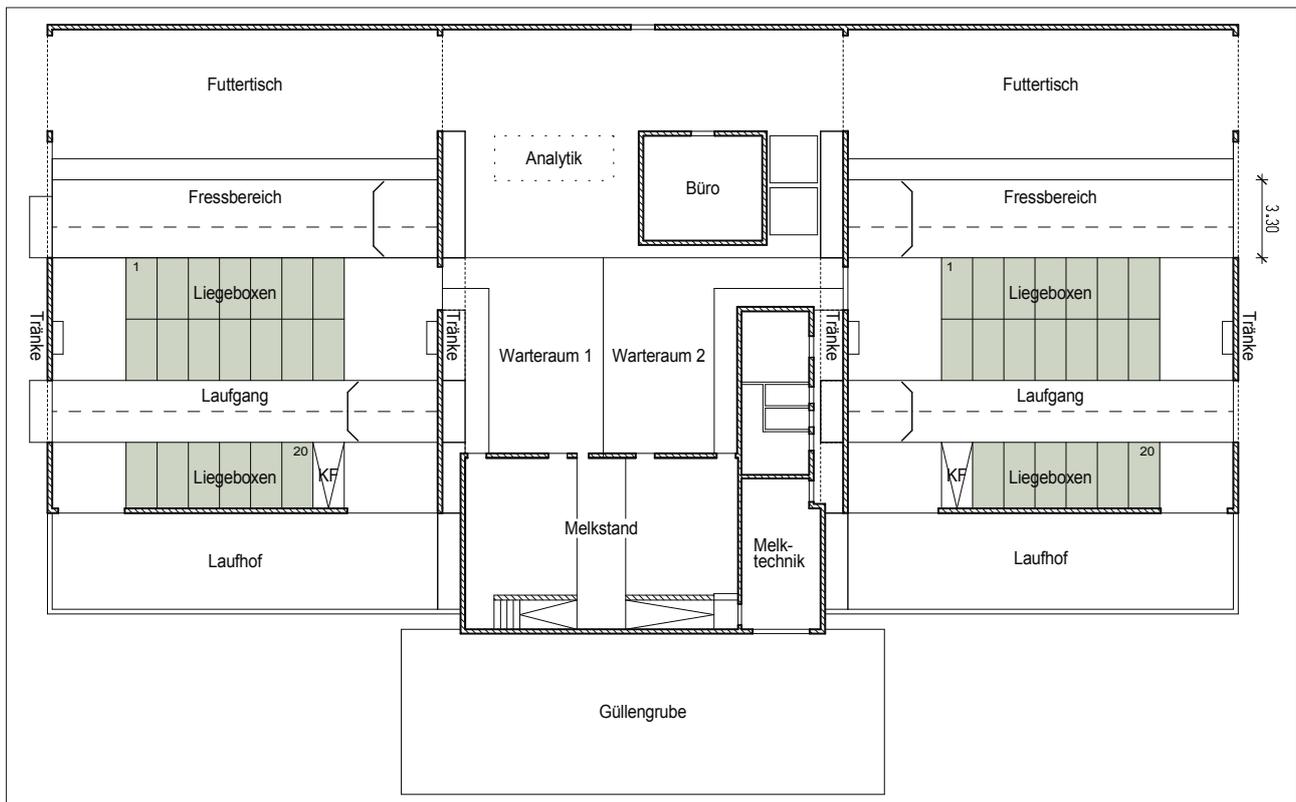


Abbildung 1: Schematischer Grundriss des Emissionsversuchsstalls mit den Stallabteilen 1 (links) und 2 (rechts) sowie dem Zwischenbereich.

2.4 Erhebungen des Tierverhaltens

Die Rutschfestigkeit hat einen grossen Einfluss auf das Tierverhalten, wie z.B. Ausrutschen (STEINER et al. 2009). An insgesamt 30 Tagen im Sommer und Herbst wurde das Verhalten der beiden Herden zu je 20 Kühe von jeweils eine Stunde lang erfasst. Mit Direktbeobachtungen (kontinuierliche Aufnahmen) wurden Stürze und das Ausrutschen (mindestens eine Klauenbreite) im Zusammenhang mit bestimmten Verhaltensweisen aufgenommen. Darüber hinaus wurde die Häufigkeit bzw. das Vorkommen bestimmter Verhaltensweisen (z.B. schnelles Fortbewegen, Schieber übersteigen etc.) dokumentiert.

2.5 Berechnung der Investitionen

Der Einbau von Laufflächen mit Gefälle und Harnsammelrinne führt zu Mehr-Investitionen. Diese wurden mit aktuellen Preisen von Stallbauern sowie dem Planungshilfsmittel Preisbaukasten von Agroscope, aktualisiert auf den Schweizer Baupreisindex 2016, berechnet.

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1 NH₃-Emissionen

Die Verläufe der NH₃-Emissionen des Stallabteils mit Quergefälle und Harnsammelrinne verglichen mit dem Referenzabteil ohne Gefälle an vier aufeinanderfolgenden Tagen im Winter 2015 sind in *Abbildung 2* dargestellt. Die Tagesgänge der NH₃-Emissionen der beiden Stallabteile liefen weitestgehend parallel. Bei Erhöhung der Temperatur nahmen auch die NH₃-Emissionen zu. Die Verläufe der Lufttemperaturen in den beiden Stallabteilen waren nahezu identisch und lagen in diesem Zeitraum zwischen -2 und 12°C (nicht dargestellt). Die NH₃-Emissionen aus dem Stallabteil mit Gefälle und Harnsammelrinne zeigten deutlich tiefere Werte als die aus dem Referenzabteil. Die mittlere NH₃-Reduktion der Minderungsmaßnahme gegenüber der Referenz lag im betrachteten Zeitraum bei rund 20 %. Bezüglich Lebendmasse, Futteraufnahme, Milchleistung und Milchwahstoffgehalt unterschieden sich die Kuhgruppen beider Stallabteile nur wenig.

Die eigenen Messungen bestätigen den deutlichen NH₃-Minderungseffekt von Laufflächen mit Gefälle aus vorhergehenden Untersuchungen. Bei vergleichenden Versuchen von BRAAM et al. (1997a) lag das NH₃-Minderungspotenzial bei einem einseitigen Gefälle von 3 % mit Harnrinne an den Liegeboxen im Vergleich zu planbefestigten Laufflächen ohne Gefälle sowie zu perforierten Laufflächen (jeweils 12 Entmistungsvorgänge pro Tag) mit rund 20 % im Bereich der eigenen Untersuchun-

gen. 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). Da diese Messungen in einem einreihigem Liegeboxenlaufstall für Milchvieh mit Zwangslüftung und vergleichsweise geringem Flächenangebot durchgeführt wurden, sind die Ergebnisse nur bedingt auf aktuelle Haltungsbedingungen in der Milchviehhaltung der Schweiz übertragbar.

3.2 Laufflächenverschmutzung

Die relativen Anteile der Laufflächenverschmutzung nach Kategorien differenziert nach baulicher Variante (0 % Gefälle vs. 3 % Gefälle) Jahreszeiten und Laufgängen zeigt *Abbildung 3*. Dargestellt sind Ergebnisse von je vier Erhebungszeitpunkten im Sommer, Herbst und Winter der Variante

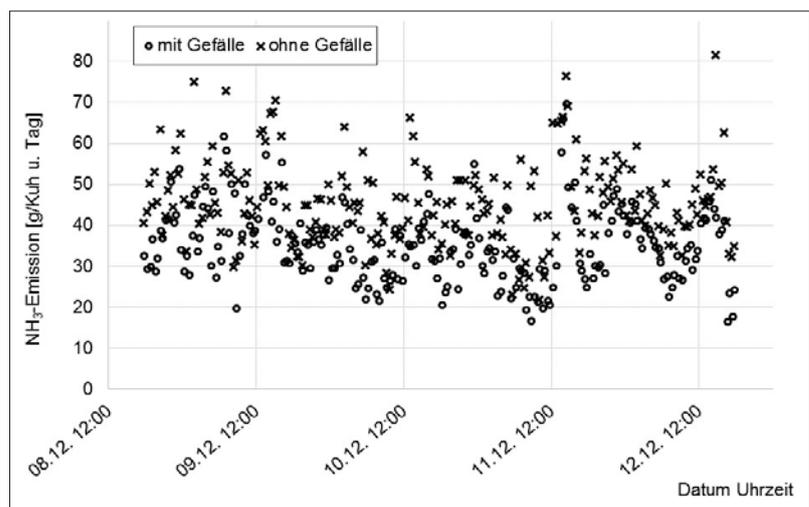


Abbildung 2: Verläufe der NH₃-Emissionen [g/Kuh u. Tag] vom Stallabteil mit Quergefälle und vom Stallabteil ohne Gefälle (Referenz) vom 8.12.2015 bis 13.12.2015.

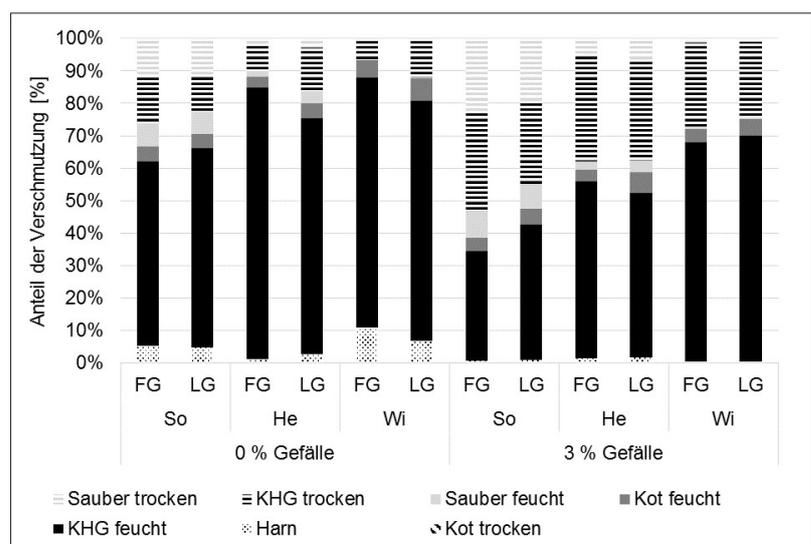


Abbildung 3: Relativer Anteil der Laufflächenverschmutzung nach Kategorien (in %) vom Stallabteil mit Quergefälle (3 % Gefälle) und vom Stallabteil ohne Gefälle (0 % Gefälle) der Variante ohne Laufhof bei 12 Entmistungen pro Tag während der Sommer-, Herbst- und Winter-Messungen; dargestellt als Mittelwerte über je drei Erhebungszeitpunkten an je vier Messtagen; FG = Fressgang, LG = Liegegang, So = Sommer, He = Herbst, Wi = Winter, KHG = Kot-Harn-Gemisch

ohne Laufhof kombiniert mit zwölf Entmistungsvorgängen pro Tag. Die Unterschiede in der Verschmutzung zwischen Fressgang und Liegegang waren nicht systematisch. Deutliche Unterschiede resultierten zwischen den Laufflächen mit und ohne Gefälle: Bei planbefestigten Laufflächen ohne Gefälle war der Anteil des feuchten Kot-Harn-Gemischs über alle Jahreszeiten hinweg höher als bei Laufflächen mit Gefälle. Während feuchter Harn bei Laufflächen mit Gefälle kaum vorkam, nahm diese Kategorie bei Laufflächen ohne Gefälle insbesondere im Sommer und Winter einen erkennbar höheren Anteil an. Demnach bewirkte das Gefälle eine deutliche Reduktion der feuchten Verschmutzungsanteile. Bei beiden Gefällevarianten waren Unterschiede zwischen den Jahreszeiten erkennbar: Die Kategorie „Sauber trocken“ zeigte vom Winter über Herbst zum Sommer hin eine deutliche Zunahme. Je wärmer die Jahreszeit, desto höher war auch der Anteil an trockenen Verschmutzungskategorien. Das Abtrocknen der Laufflächenverschmutzung unter warmen Bedingungen lässt eine vermehrte Schmierschichtenbildung und somit eine verminderte Rutschfestigkeit der Laufflächen erwarten. Dies kann durch das Abfließen von Harn noch verstärkt werden.

3.3 Tierverhalten

Die Tiere rutschten beim Gehen im Sommer bei warmen Temperaturen mit im Durchschnitt 1,1 Mal bei 20 Tieren pro Stunde mehr aus als im Herbst mit im Durchschnitt 0,2 Mal (Abbildung 4). Die Einzelwerte zeigten aber auch deutliche Unterschiede zwischen den einzelnen Tagen (Ausreißer). Bei gewissen Bedingungen wie Unruhe im Stall z.B. durch ein brünstiges Tier resultierten deutlich mehr Ausrutsch-Ereignisse. Im Vergleich zu Erhebungen im Milchviehstall des Versuchsbetriebs Tänikon sind die Anzahl Ausrutschen beim Gehen jedoch um mindestens Faktor 4 tiefer (nicht dargestellt). Die geringe Anzahl an Ausrutschen insgesamt im Emissionsversuchsstall lässt sich durch das Haltungssystem mit genügend und großen Ausweichmöglichkeiten erklären.

Zwischen den Varianten Laufflächen mit 3 % Quergefälle und ohne Gefälle und zwischen den Varianten drei und zwölf Entmistungsvorgänge waren nur kleine Unterschiede bei der Anzahl an Ausrutschen beim Gehen zu erkennen. Das Ausrutschen lässt sich vor allem durch eine mangelnde Reinigungsqualität und so durch die Bildung einer Schmierschicht erklären. Diese entsteht hauptsächlich bei trockenen Laufflächen, wenn der Schieber den Kot nicht mehr vor sich herschieben kann. Das Abtrocknen der Laufflächen ist dabei einerseits abhängig von der Witterung (Temperatur und Wind). Das erklärt die höheren Werte im Sommer. Andererseits ist das Abtrocknen auch abhängig von der Menge an vorhandener Flüssigkeit (z.B. Harn). Sowohl bei Gefälle durch das Abfließen von Harn als

auch durch häufige Entmistungsvorgänge ist weniger Harn auf den Laufflächen vorhanden. Das könnte die etwas tieferen Werte von Ausrutschen bei der Variante ohne Gefälle und drei Entmistungsvorgängen im Sommer erklären. Der Nachteil dieser Variante ist die sehr starke Verschmutzung der Laufflächen mit weiteren negativen Effekten wie Verschlechterung bei Tiersauberkeit, Klauengesundheit, Emissionen etc. Das Ziel muss sein, die Reinigungsqualität bei warmen Bedingungen zu verbessern bzw. die Bildung dieser Schmierschicht zu verhindern. Eine Variante könnte das gezielte Befeuern der Laufflächen vor Entmistungsvorgängen mit Wasser sein. Erste Tests diesbezüglich zeigten erfolgsversprechende Ergebnisse.

3.4 Investitionen

Mehr-Investitionen für den Einbau von Laufflächen mit Gefälle und Harnsammelrinne entstehen einerseits bei der

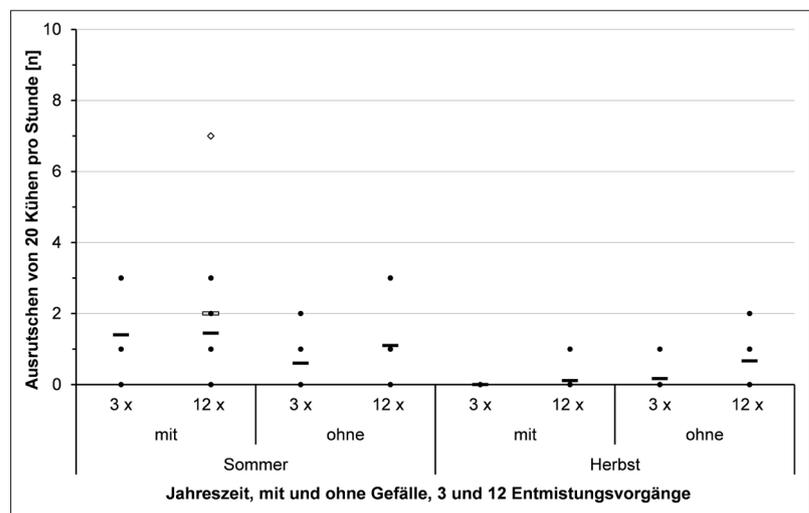


Abbildung 4: Anzahl Ausrutschen von 20 Kühen pro Stunde beim Gehen in den Jahreszeiten Sommer und Herbst, in den Stallabteilen mit Quergefälle (3 % Gefälle) und ohne Gefälle (0 % Gefälle) und bei 3 und 12 Entmistungsvorgänge pro Tag; dargestellt als Einzelwerte (Punkte) sowie Mittelwerte (Striche), ausgefüllt ohne Ausreißer, leer mit Ausreißer.



Abbildung 5: Nachträglicher Einbau einer Harnsammelrinne in bestehendem Stall (Bild: Agroscope)

Stalleinrichtungsfirma und andererseits beim Baumeister. Bei der Stalleinrichtung umfasst dies die Harnsammelrinne, der Endanschlag Harnsammelrinne, allenfalls die Anpassung der Schieber an das Gefälle (Pendelaufhängung der Schieberarme), die Schieberergänzung mit Rinnenräumer für Harnsammelrinne und die Steuerung mit Zeitschaltuhr. Letztere gehört aber nicht direkt zur Lauffläche mit Gefälle und Harnsammelrinne, kann auch bei anderen Systemen eingebaut werden und ist heute teilweise Standard. Die Mehr-Investitionen beim Baumeister umfassen das Versetzen der Harnsammelrinne, das Einbetonieren der Harnsammelrinne (hier ist die Statik zu beachten, *Abbildung 5*), den Wartungsschacht für die Räumungsklappe sowie das Einbauen des Wartungsschachtes. Das Einbauen von Gefälle bis 5 % wird ohne Mehr-Investitionen vom Baumeister berechnet. Je nach Stallgrundriss (Anzahl Laufgänge, Anzahl Liegeboxenreihen, ...) variierten die Mehr-Investitionen sehr stark. Insgesamt entstanden in Modellrechnungen für einen Stall von 60 Kühe Mehr-Investitionen von CHF 330.- pro Kuhplatz (kürzerer Stall mit dreireihige Anordnung) bis CHF 470.- pro Kuhplatz (längerer Stall mit zweireihiger Anordnung). Pro Meter Laufgang waren die Unterschiede der Mehr-Investitionen sehr klein mit CHF 280.- bis 290.- pro Meter.

4. Folgerungen und Ausblick

Rasches Abfließen des Harn von planbefestigten Laufflächen reduziert die NH_3 -Emission. Bei einer viertägigen Messperiode im Winter 2015 im Emissionsversuchsstall konnte für planbefestigte Laufflächen mit 3 % Quergefälle und Harnsammelrinne eine NH_3 -Minderung von rund 20 % gegenüber der Referenz ohne Gefälle nachgewiesen werden. Die Messungen in beiden Stallabteilen erfolgten zeitgleich und daher unter denselben klimatischen Bedingungen. Mit der Auswertung der Emissionsdaten der weiteren Messperioden Sommer und Herbst sowie der statistischen Analyse, können die Ergebnisse breiter abgestützt und das im Jahresmittel erreichbare Minderungspotenzial aufgezeigt werden. Gefälle und Häufigkeit der Reinigung haben keinen direkten Zusammenhang mit der Häufigkeit des Ausrutschens. Indirekt steht das Ausrutschen aber in Zusammenhang mit der Reinigungsqualität bzw. Sauberkeit der Laufflächen (Bildung einer Schmierschicht). Die Reinigungsqualität könnte durch z.B. gezieltes Befeuchten der Laufflächen optimiert werden.

5. Danksagungen

Die Autoren/innen bedanken sich:

Beim Bundesamt für Umwelt (BAFU), Schweiz, für die finanzielle Unterstützung beim Bau des Emissionsstalls und bei den Messungen,

beim Schweizerischen Nationalfonds (SNF) für die Teilfinanzierung des Projekts, beim Versuchsbetrieb Tänikon für die Tierbetreuung und bei M. Keller, H. Lüthi, H. Ott und M. Schlatter für die Unterstützung bei der Versuchsdurchführung.

6. Literatur

- 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.
- 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.
- KORTH, F. 2008: Tieraufenthalt und Verschmutzung im Stallbereich und auf dem Laufhof in der Milchviehhaltung. Bachelorarbeit, Christian-Albrechts-Universität Kiel.
- MONTENY, G. J., 2000: Modelling of ammonia emissions from dairy cow houses. Thesis, Wageningen University, 156 pp.
- SCHRADE, S., KECK, M., ZEYER, K. und L. EMMENEGGER, 2011: Haltungssysteme und Messkonzept für Ammoniakemissionen bei freier Lüftung. *Agrarforschung Schweiz*, 2, 170-175.
- SCHRADE, S., STEINER, B. und M. KECK, 2013: Ammoniakemissionen aus Milchviehställen und Massnahmen zur Minderung. *Bautagung Raumberg-Gumpenstein, Raumberg-Gumpenstein*, 33-40.
- SCHRADE, S., ZÄHNER, M., POTEKO, J., STEINER, B., KECK, M., SAX, M., HERZOG, D. und M. SCHICK, 2015: Versuchsstall zur Entwicklung und Quantifizierung von Massnahmen zur Minderung von Emissionen. *Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft*, 450-455.
- SNOEK, D., STIGTER, H., OGINK, N. und P. GROOT KOERKAMP, 2014: Sensitivity analysis of mechanistic models for estimating ammonia emissions from dairy cow urine puddles. *Biosystems Engineering*, 121, 12-24.
- STEINER, B., KECK, M., THALMANN, C. und M. ZÄHNER, 2009: Bodensanierung in Rinderstallungen - Entwicklung und Bewertung von neuen Verfahren. *Bautagung Raumberg-Gumpenstein, Raumberg-Gumpenstein*, 45-49.
- SWIERSTRA, D. und C.R. BRAAM, 1995: Investitionen und Kosten emissionsmindernder Massnahmen in Boxenlaufställen für Rindvieh. *Bau und Technik in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung - Beiträge zur 2. Internationalen Tagung von 14.-15. März 1995 in Potsdam*, 279-287.

Entmistungsschieber in Milchviehlaufställen: Tiergerechtheit - Planung und Ausführung

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

Zusammenfassung

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

Schlagwörter: Milchvieh, Entmistungsschieber, Stallbau, Tiergerechtheit, Verhalten

Summary

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

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

1. Einleitung

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

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

2. Funktionen von Entmistungsschiebern

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

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

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

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

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

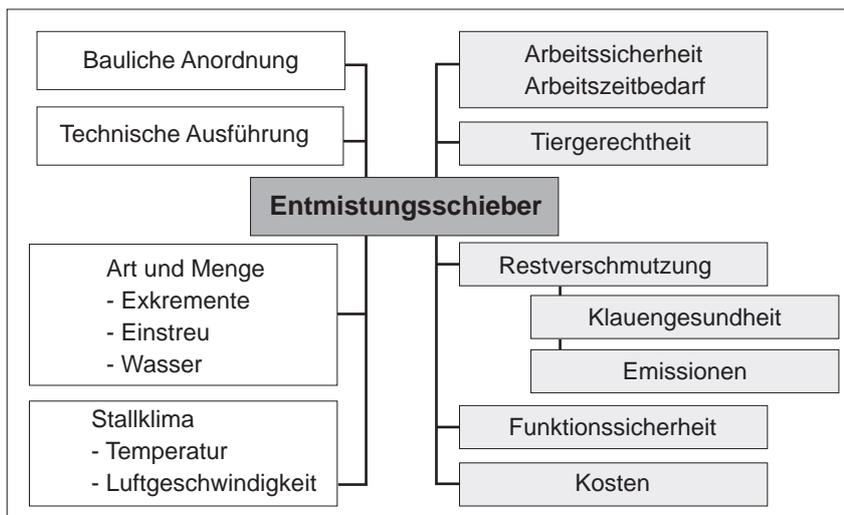


Abbildung 1: Entmistungsschieber haben vielfältige Funktionen (hellgrau), die von Einflüssen des Gesamtsystems (weißer Hintergrund) abhängig sind (STEINER 2016).

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

3. Rechtlicher Rahmen

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

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

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

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

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

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

4. Tiergerechtigkeit

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

4.1 Was bedeuten laufende Schieber für die Kühe?

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

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

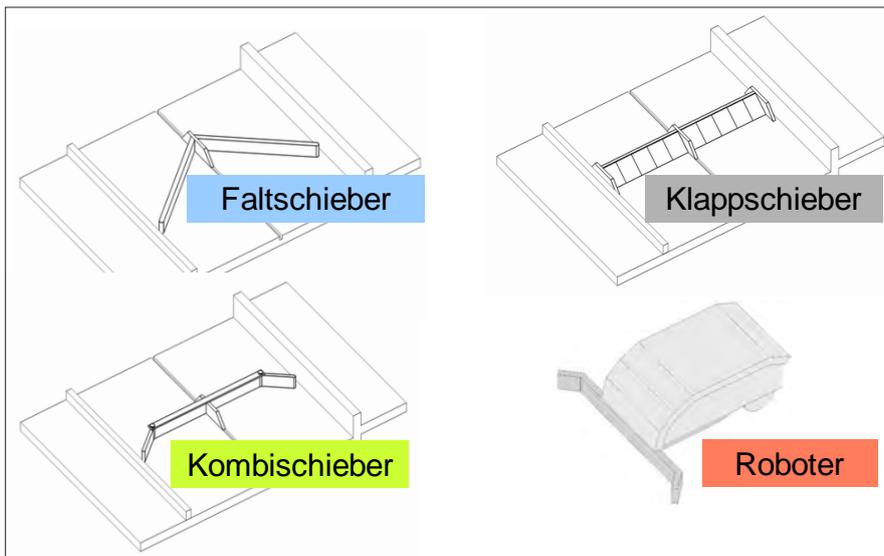


Abbildung 2: Entmistungsschieber – Systemübersicht Laufstall (nach STEINER UND KECK 2000)

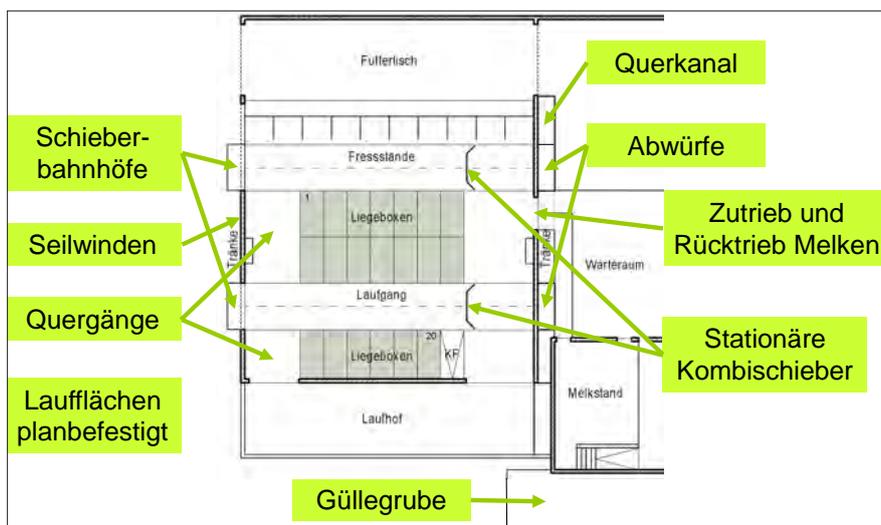


Abbildung 3: In der Phase Projektplanung zu klärende Aspekte zur Entmistungstechnik (STEINER 2016).

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

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

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

4.2 Schieber in Ruheposition - ein Problem?

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

5. Entmistungsschieber im Planungsprozess

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

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

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

6. Gestaltung einzelner Funktionsbereiche

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

Nachfolgend sind einige relevante Aspekte mit entsprechenden Lösungsansätzen zusammenfassend dargestellt.

6.1 Hindernisfreier Zugang zu Liege-, Fress- und Melkbereich

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

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

6.3 Schnittstellen wie Abwurf- und Übergabestellen

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

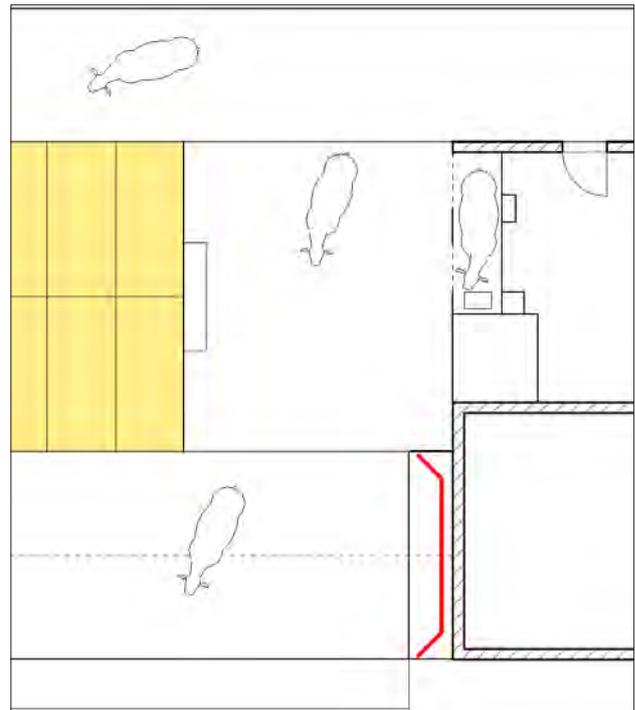


Abbildung 4: Laufflächen sollen hindernisfrei gestaltet sein; wird ein Schieberbahnhof am Rand angeordnet, bleiben Zu- und Abgänge zu Fress-, Liege- und Melkbereichen frei zugänglich (STEINER 2016).

6.4 Schieberausführung und Abstimmung auf Laufflächen

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

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

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

6.5 Einsatz von Entmistungsrobotern

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

7. Schlussfolgerungen

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

8. Literatur

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

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

Besonders tierfreundliche Haltung - stallbauliche Eckpunkte und Wirkung der Fördermaßnahmen

Elfriede Ofner-Schröck^{1*}

Zusammenfassung

In der Förderperiode 2014 – 2020 wird im österreichischen Programm zur ländlichen Entwicklung ein neuer Schwerpunkt beim Tierwohl gesetzt. Zusätzlich zur bekannten Förderung von Weidehaltung wird nun auch eine Förderung für besonders tierfreundliche Haltungssysteme bei der Mast männlicher Rinder und in der Schweinehaltung angeboten. Die Fördermaßnahme sieht die Abgeltung von Leistungen zur Steigerung des Tierwohls durch Gruppenhaltung auf eingestreuten Liegeflächen und ein erhöhtes Platzangebot im Stall vor. Am Beispiel der Haltung von männlichen Rindern lassen sich die Förderbedingungen in eingestreuten Haltungssystemen mit freier Liegefläche (Tretmist-, Tiefstreu-, Streuschicht-, Kompoststall) oder in Liegeboxenlaufställen umsetzen. Eine Reihe von Forschungsergebnissen zeigen die positiven Auswirkungen von besonders tierfreundlichen Haltungssystemen auf das Tierwohl. Im Zuge der Evaluierung des Programmes zur ländlichen Entwicklung werden die Wirkungen dieser Maßnahme erfasst.

Stichwörter: Ländliche Entwicklung, Tierwohl, Rind, Schwein, Haltungssysteme

Summary

In the funding period 2014 - 2020, the Austrian Rural Development Program put a new focus on animal welfare. In addition to the well-known funding of pasture, financial support is also offered for particularly animal-friendly housing systems for male fattening cattle and pigs.

The funding measure provides a compensation of costs for increasing animal welfare by group housing, straw bedded systems and increased space allowance. Using the example of housing systems for male fattening cattle requirements can be implemented in systems with unobstructed bedded lying area (sloped floors, straw yards, compost barns) or in cubicle housing systems.

A number of research results show the positive effects of particularly animal-friendly housing systems on animal welfare. The impact of this measure is assessed as part of the evaluation of the rural development program.

Keywords: rural development, animal welfare, cattle, pigs, housing systems

1. Einleitung

In der Förderperiode 2014 – 2020 wird im österreichischen Programm zur ländlichen Entwicklung ein neuer Schwerpunkt beim Tierwohl gesetzt. Zusätzlich zur bekannten Förderung von Weidehaltung wird nun auch eine Förderung für besonders tierfreundliche Haltungssysteme bei der Mast männlicher Rinder und in der Schweinehaltung angeboten. Die Fördermaßnahme sieht die Abgeltung von Leistungen zur Steigerung des Tierwohls durch Gruppenhaltung auf eingestreuten Liegeflächen und ein erhöhtes Platzangebot im Stall vor. Die Förderung wird in Form von jährlichen Prämien gewährt. Gefördert werden Kosten, die durch die Einstreu bei männlichen Rindern sowie durch Einstreu und Beschäftigungsmaterial bei Schweinen im laufenden Betrieb des Haltungssystems entstehen. Sie wird parallel zur Förderung der „Besonders tierfreundlichen Haltung“ im Rahmen der Investitionsförderung (BMLFUW, 2016) beim Bau von Haltungssystemen angeboten. Die Maßnahmenteilnahme ist vor Verpflichtungsbeginn im vorhergehenden Herbstantrag zu beantragen. Die Maßnahme hat das Ziel, besonders tiergerechte Haltungsverfahren zu fördern, wobei die Auflagen deutlich über die nationalen tierschutzrechtlichen Bestimmungen hinausgehen. Im folgenden Kapitel werden die Fördermaßnahmen gemäß Österreichischem Programm

für ländliche Entwicklung 2014-2020 – Programmtext nach 1. Programmänderung (Version 2.1) im Detail beschrieben (BMLFUW, 2017).

2. Beschreibung der Fördermaßnahme

2.1 Maßnahme „Steigerung des Tierwohls durch Weidehaltung (M 14.1.1)“

Diese Fördermaßnahme sieht die Abgeltung von Leistungen zur Steigerung des Tierwohls durch Weidehaltung vor und wird für Rinder, Schafe und Ziegen angeboten.

Die Förderung wird in Form von jährlichen Prämien gewährt. Sie kann auch in einem einzigen Antrag für eine Laufzeit von mehreren Jahren beantragt werden. Es ist maximal eine Laufzeit bis zum Jahr 2020 möglich. Eine Unterbrechung oder eine frühere Beendigung sind unverzüglich der bewilligenden Stelle mitzuteilen.

Die Fördermaßnahme wird für folgende Tierkategorien angeboten:

- a. Weibliche Rinder ≥ 2 Jahre, Kühe und Kalbinnen
- b. Weibliche Rinder $\geq \frac{1}{2}$ Jahr und < 2 Jahre
- c. Männliche Rinder $\geq \frac{1}{2}$ Jahr, ausgenommen Zuchtstiere

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

* Ansprechperson: Dr. Elfriede OFNER-SCHRÖCK, E-Mail: elfriede.ofner-schroeck@raumberg-gumpenstein.at

d. Weibliche Schafe ≥ 1 Jahr

e. Weibliche Ziegen ≥ 1 Jahr

Rinder: Bestand zum jeweiligen Stichtag aus der Rinderdatenbank

Schafe, Ziegen: Beantragung über die Tierliste im Rahmen des Mehrfachantrages Flächen

Förderverpflichtungen:

1. Weidehaltung an mindestens 120 Tagen im Jahr (zwischen 01.04. und 15.11) von jeweils allen Tieren einer oder mehrerer Kategorien.
2. Zugangsmöglichkeit der Tiere zu Tränke und Unterstellmöglichkeit (oder Möglichkeit der raschen Verbringung in den Stall, wenn notwendig); Verfügbarkeit von Ställen im Winter;
3. Dokumentation der Weidehaltung (insbesondere Zeiträume, Hinderungsgründe, Unterbrechungsgründe);
4. Meldepflicht, wenn die Gesamtdauer von 120 Tagen Mindestweidedauer für einzelne oder mehrere Tiere oder die gesamte Tierkategorien nicht einhaltbar ist. Die Meldung hat innerhalb von 10 Tagen an die AMA zu erfolgen. In diesem Falle erfolgt keine Prämienvergütung für die betroffenen Tiere.

Beträge und Fördersätze:

- 55 Euro/RGVE für Weidehaltung von Rindern, Schafen und Ziegen;
- 27,5 Euro/RGVE für Weidehaltung von Rindern, Schafen und Ziegen bei gleichzeitiger tierbezogener Prämienbeantragung in der ÖPUL-Maßnahme Alpung und Behirtung oder der fakultativ gekoppelten Stützung bei auf Almen aufgetriebenen Rindern, Schafen und Ziegen im Rahmen der Direktzahlungen;
- Förderfähig sind maximal 4 RGVE/ha Weidefläche.

2.2 Maßnahme „Besonders tierfreundliche Stallhaltung für männliche Rinder und Schweine (M 14.1.2)“

Diese Fördermaßnahme sieht die Abgeltung von Leistungen zur Steigerung des Tierwohls durch Gruppenhaltung auf eingestreuten Liegeflächen und ein erhöhtes Platzangebot im Stall vor.

Die Förderung wird in Form von jährlichen Prämien gewährt. Sie kann auch in einem einzigen Antrag für eine Laufzeit von mehreren Jahren beantragt werden. Es ist maximal eine Laufzeit bis zum Jahr 2020 möglich. Eine Unterbrechung oder eine frühere Beendigung sind unverzüglich der bewilligenden Stelle mitzuteilen.

Die Fördermaßnahme wird für folgende Tierkategorien angeboten:

1. Männliche Rinder > 6 Monate, ausgenommen Zuchtstiere
2. Jung- und Mastschweine ab 32 kg Lebendgewicht (inkl. ausgemerzte Zuchtstiere)
3. Zuchtsauen und Jungsauen ab 50 kg Lebendgewicht

Rinder: Bestand zum jeweiligen Stichtag aus der Rinderdatenbank und ergänzende Angaben im Rahmen des Mehrfachantrages Flächen.

Schweine: Beantragung über die Tierliste und ergänzende Angaben im Rahmen des Mehrfachantrages Flächen.

Förderverpflichtungen:

1. Teilnahme mit allen Tieren der jeweiligen Kategorie. Ist bei männlichen Rindern sowie bei Jung- und Mastschweinen aufgrund der Haltung von Tieren in bereits bestehenden Stallungen eine Teilnahme aller Tiere der Kategorie nicht möglich, dann müssen jedenfalls mehr als 50% der Kategorie auf Stroh gehalten werden und es hat eine Meldung über diesen Umstand an die AMA zu erfolgen.
2. Vorliegen einer Stallskizze und eines Belegungsplanes (max. mögliche Belegung) für die teilnehmenden Tierkategorien und die jeweiligen Stallabteile.
3. Haltung von männlichen Rindern in Gruppen unter folgenden Bedingungen:
 - Den Tieren muss eine geschlossene (planbefestigte) Liegefläche zur Verfügung stehen. Die eingestreute Liegefläche hat mindestens ein Ausmaß von 40% der geforderten nutzbaren Gesamtfläche. Der Boden im Liegebereich ist so ausreichend einzustreuen, dass eine weiche und trockene Liegefläche gewährleistet ist.
 - Es steht jedem Tier mindestens folgende nutzbare Gesamtfläche im Stallabteil zur Verfügung:
 - o Männliche Rinder bis 350 kg: 3,0 m² Gesamtfläche;
 - o Männliche Rinder bis 500 kg: 3,6 m² Gesamtfläche;
 - o Männliche Rinder ab 500 kg: 4,2 m² Gesamtfläche.
4. Haltung von Jung- und Mastschweinen in Gruppen unter folgenden Bedingungen:
 - Den Tieren muss eine geschlossene (planbefestigte) Liegefläche zur Verfügung stehen. Die eingestreute Liegefläche hat mindestens ein Ausmaß von 40% der geforderten nutzbaren Gesamtfläche. Der Liegebereich ist so einzustreuen, dass eine trockene Liegefläche gewährleistet ist.
 - Es steht jederzeit ausreichend Beschäftigungsmaterial in Form von Stroh oder Heu zur Verfügung.
 - Es steht jedem Tier mindestens folgende nutzbare Gesamtfläche im Stallabteil zur Verfügung:
 - o Jung- und Mastschweine bis 50 kg: 0,70 m² Gesamtfläche;
 - o Jung- und Mastschweine bis 85 kg: 0,90 m² Gesamtfläche;
 - o Jung- und Mastschweine ab 85 kg: 1,10 m² Gesamtfläche.
5. Haltung von Zuchtsauen und Jungsauen in Gruppen (ausgenommen für Zeitabschnitte, in denen eine Gruppenhaltung gesetzlich nicht vorgesehen ist) unter folgenden Bedingungen:
 - Den Tieren muss eine geschlossene (planbefestigte) Liegefläche zur Verfügung stehen. Diese Liegefläche beträgt zumindest 0,95 m²/Jungsau und 1,3 m²/Zuchtsau. Der Liegebereich ist so einzustreuen, dass eine trockene Liegefläche gewährleistet ist.
 - Es steht jederzeit ausreichend Beschäftigungsmaterial in Form von Stroh oder Heu zur Verfügung
 - Es steht jedem Tier mindestens folgende nutzbare Gesamtfläche im Stallabteil zur Verfügung:

- o Zuchtsauen: 3,00 m² Gesamtfläche [Mindeststandard 2,25 (2,05 – 2,50) m²];
- o Jungsauen: 2,00 m² Gesamtfläche [Mindeststandard 1,65 (1,50 – 1,85) m²].

Beträge und Fördersätze:

- 180 Euro/GVE für besonders tierfreundliche Stallhaltung von männlichen Mastrindern. Bei gleichzeitiger Teilnahme an der Vorhabensart „Tierschutz – Weide“ (14.1.1) mit der Kategorie männliche Rinder reduziert sich die Prämie für die betroffenen Tiere auf 120 Euro/GVE, bei gleichzeitiger tierbezogener Prämienbeantragung in der ÖPUL-Vorhabensart „Alpung und Behirtung“ (10.1.15) oder der fakultativ gekoppelten Stützung bei auf Almen aufgetriebenen Rindern, Schafen und Ziegen im Rahmen der Direktzahlungen reduziert sich die Prämie für die betroffenen Tiere auf 150 Euro/GVE;
- 80 Euro/GVE für besonders tierfreundliche Stallhaltung von Zucht- und Jungsauen;
- 65 Euro/GVE für besonders tierfreundliche Stallhaltung von Jung- und Mastschweinen.

3. Haltungssysteme

Am Beispiel der Haltung von männlichen Rindern (> 6 Monaten, ausgenommen Zuchtstiere) wird nachfolgend die Ausgestaltung von Haltungssysteme beschrieben, die die Anforderungen zur Förderung als besonders tierfreundliche Stallhaltung erfüllen.

Die im vorangegangenen Kapitel dargestellten Förderungsvoraussetzungen gemäß Österreichischem Programm für ländliche Entwicklung 2014-2020 (BMLFUW, 2017) werden im ÖPUL-2015-Maßnahmenerläuterungsblatt „Tierschutz – Stallhaltung“ der AgrarMarkt Austria näher präzisiert (AMA, 2017). Somit muss den in Gruppen gehaltenen Tieren eine geschlossene (planbefestigte) Liegefläche zur Verfügung stehen, wobei Flächen mit einem Perforationsanteil (Spalten, Löcher) von maximal 5 % als planbefestigt angesehen werden können. Der Boden im Liegebereich ist so ausreichend einzustreuen, dass eine weiche und trockene Liegefläche gewährleistet ist. Die eingestreute Liegefläche muss mindestens ein Ausmaß von 40 % der geforderten nutzbaren Gesamtfläche aufweisen. Bei männlichen Rindern zählen auch Liegeboxen mit Gummimatte und Einstreu (z.B. mit Strohmehl) zur eingestreuten Liegefläche. Eingestreute Tiefbuchten zählen als „eingestreute“ Liegefläche, Hochbuchten ebenso, wenn diese eingestreut werden. Insgesamt muss die geforderte Mindesteinstreufäche gegeben sein. Zur nutzbaren Gesamtfläche im Stallabteil zählen alle befestigten Flächen (Stall plus befestigter Auslauf), zu denen die Tiere ständigen Zugang haben, unabhängig davon, ob sie im Stall liegen oder nicht. Die Fläche muss jedoch befestigt (z.B. betoniert) sein. Ein Absperrn des Auslaufs ist mit Ausnahme für Routinearbeiten, wie z.B. Entmisten, nicht zulässig. Geschotterte Auslauflächen zählen nicht zur nutzbaren Gesamtfläche. Die Art der verwendeten Einstreu des Bodens im Liegebereich der Tiere ist grundsätzlich frei wählbar. Als Einstreu kommen sämtliche saugfähige und weiche Materialien wie z.B. Stroh (Getreide- und Maisstroh), Strohpellets, Heu, Heupellets, Sägespane, gemahlene Maisspindel oder gemahlene Elefantengras, Stein- und

Sägemehl, etc. in Frage. Es gibt keine Vorgaben über die Aufwandmenge je Großvieheinheit. Es ist jedenfalls so ausreichend Einstreu zu verwenden, dass die in der jeweiligen Tierkategorie festgelegten Vorgaben erfüllt werden (AMA, 2017).

Im Wesentlichen bieten sich aufgrund dieser Vorgaben Haltungssysteme mit freier Liegefläche (Tretmist-, Tiefstreu-, Streuschicht-, Kompoststall) oder ein Liegeboxenlaufstall zur Haltung männlicher Rinder an. Einige besonders gelungene Stallssysteme für die tierfreundliche Haltung von Masttieren wurden im Rahmen des ÖKL-Bauwettbewerbes 2012 prämiert. Sie sind unter <http://www.oekl-bauen.at/cms/bauwettbewerb/2012.php> zu finden.

3.1 Tretmiststall

Unter einer Tretmistfläche versteht man eine eingestreute Fläche mit einer Bodenneigung zwischen 5 und 10 %, von der der Mist durch die Bewegungen der Tiere in Richtung einer Mistachse getreten wird. Von dort kann dann der anfallende Mist entweder durch mobile Geräte (Traktor) oder stationäre Anlagen (Schieber) regelmäßig abtransportiert werden. Die schräge Liegefläche hingegen wird nie oder nur in Ausnahmefällen (leere Stallungen über den Sommer) entmistet (OFNER-SCHRÖCK et al., 2017). Hinsichtlich des Flächenbedarfes werden die in *Tabelle 1* angegebenen Mindestmaße empfohlen. Dies sind einerseits die verpflichtenden Mindestmaße für den erhöhten Fördersatz in der Investitionsförderung (BMLFUW, 2016) und andererseits für die Tierhaltung in der biologischen Landwirtschaft (EU-VO 889/2008).

3.2. Tiefstreu- oder Streuschichtstall

Bei Tiefstrebuchten handelt es sich um keine schrägen, sondern um eben ausgeführte eingestreute Liegebereiche. Die Liegefläche kann vom angrenzenden Fressgang entweder durch Stufen oder durch eine Schwelle getrennt sein. Die Entmistung der Liegefläche erfolgt in längeren Intervallen (etwa 4 Wochen bis zu mehreren Monaten) mittels Traktor, Hoftrac oder Hoflader (ÖKL, 2015). Der Fressgang kann entweder als planbefestigter Bereich mit mechanischer oder mobiler Entmistung ausgestattet oder mit Spaltenboden und darunterliegendem Güllekanal oder Güllekeller errichtet werden. Der Streuschichtstall funktioniert in ähnlicher Art und Weise, wird jedoch mit einer geringeren Einstreuschicht betrieben. Richtwerte für den Strohbedarf der einzelnen Haltungssysteme befinden sich in *Tabelle 2*.

Tabelle 1: Mindestmaße für Tiefstreu- und Tretmistbuchten (ÖKL, 2015)

Tiergewicht	Mindest-Gesamtbuchtenflächen pro Tier	
	Besonders tierfreundliche Haltung	BIO gemäß EU-VO 889/2008
bis 150 kg	1,60 m ²	bis 100 kg / 1,60 m ²
bis 220 kg	2,50 m ²	bis 200 kg / 2,50 m ²
bis 350 kg	3,00 m²	bis 350 kg / 4,00 m ²
bis 500 kg	3,60 m²	bis 500 kg / 5,00 m ²
bis 650 kg	4,20 m²	über 1,00 m ²
über 650 kg	4,80 m ²	500 kg / 100 kg

in fett gedruckt: verpflichtende Maße gemäß M 14.1.2

3.3 Kompoststall

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 liegen in Österreich derzeit insbesondere mit Säge- und Hobelspänen gute Erfahrungen vor. Das Liegeflächenmaterial wird im Durchschnitt zweimal täglich mit einem Grubber oder einer Fräse gelockert und der anfallende Kot und Harn eingearbeitet (OFNER-SCHRÖCK et al., 2014). Für die Haltung männlicher Rinder ist der Kompoststall grundsätzlich ein mögliches System, es liegen jedoch noch wenig praktische Erfahrungen dazu vor. Als Herausforderung ist das Management der Tiere für den Zeitraum der Liegeflächenbearbeitung zu sehen, wobei hier beispielsweise ein Selbstfangressgitter wertvolle Dienste leistet.

3.4 Liegeboxenlaufstall

Der Liegeboxenlaufstall stellt bei richtiger Ausführung (Gestaltung von Liegeboxen, Buchten und Ställen) ein tierfreundliches und praxistaugliches Haltungssystem für Masttiere dar, das durch einen geringen Strohverbrauch gekennzeichnet ist. Bezüglich Gruppenzusammenstellung, Umgang mit den Tieren und Boxenpflege sind spezifische Anforderungen an das Management zu stellen (SCHULZE WESTERATH und MAYER, 2007). Liegeboxen für Masttiere sind in der Regel als Hochboxen mit weichen Matten ausgeführt, da Tiefboxen mit Strohmatratze durch den bei den männlichen Tieren in der Körpermitte anfallenden Harn stark vernässt werden können. Es wird eine stärkere Liegeflächenneigung (> 3 %, optimal 5 %) als bei weiblichen Tieren vorgesehen (ÖKL, 2015).

4. Wirkung der Fördermaßnahme

4.1 Bedeutung für das Tierwohl

In der Rindermast stehen mehrere Haltungssysteme zur Verfügung, die sich in unterschiedlicher Weise auf die Gesundheit und das Verhalten der gehaltenen Tiere auswirken. In Österreich wird derzeit ein großer Anteil der Masttiere auf Vollspaltenböden gehalten. Als Gründe für die Wahl dieses Haltungssystems werden vor allem wirtschaftliche und arbeitswirtschaftliche Gesichtspunkte genannt. Wie sich diese Haltungsform im Vergleich zu alternativen Haltungssystemen hinsichtlich Schäden am Integument und an den Gelenken, Schwanzspitzenveränderungen, Ektoparasiten, Trichophytie, Verschmutzung, Klauengesundheit und Verhalten der Masttiere (Ruheverhalten, Komfortverhalten, Sozial-/Sexualverhalten) auswirkt, wurde im Rahmen eines groß angelegten Forschungsprojektes untersucht (MÜLLEDER et al., 2008). Die Versuchsanstellung enthielt Vollspaltenbuchten, Vollspaltenbuchten mit Gummiauflagen, Strohbuchten (Tiefstreu- und Tretmistställe) und eine aufeinanderfolgende Kombination aus Stroh- und Vollspaltenbuchten. Die Ergebnisse zeigten, dass in Strohbuchten der geringste Anteil an Tieren mit Schäden an den Karpalgelenken sowie überhaupt keine Wunden noch sonstige schwere Verletzungen an den Schwanzspitzen auftraten. Bei der Untersuchung der Klauengesundheit lagen unterschiedliche Veränderungen in den verschiede-

Tabelle 2: Richtwerte für den Strohbedarf (ÖKL, 2017)

Haltungssystem	Durchschnittlicher Strohverbrauch pro GVE und Tag
Einflächen-Tiefstreustall	12 - 18 kg
Mehrflächen-Tiefstreustall	7 - 12 kg
Mehrflächen-Streuschichtstall	4 - 8 kg
Tretmiststall	2,5 - 5 kg
Liegeboxenlaufstall	0,5 - 1,5 kg

nen Haltungssystemen vor. Bezüglich des Verhaltens der Masttiere war die Anzahl der atypischen Abliege- und Aufstehvorgänge auf Vollspaltensystemen am höchsten, was als Reaktion auf den harten Boden anzusehen ist. In den Strohbuchten entsprach das Verhalten am besten dem natürlichen Verhalten der Rinder. Die durchschnittlichen Tageszunahmen als Ausdruck für die Mastleistung waren mit 1382 g bei den Masttieren in Strohbuchten signifikant höher als bei den Tieren in Vollspaltenbuchten (1322 g), Vollspaltenbuchten mit Gummiauflagen (1326 g) und Stroh-/Spaltenbuchten (1267 g). MÜLLEDER et al. (2008) fassen zusammen, dass das Strohsystem als tiergerechter als die anderen untersuchten Haltungssysteme bezeichnet werden kann und dass Gummiauflagen eine deutliche Verbesserung zu den Vollspaltenbuchten darstellen. Auch andere Autoren (SCHULZE WESTERATH et al., 2007, MAYER et al., 2000, SCHRADER et al., 2001) fanden in Vollspaltenbuchten im Vergleich zu anderen Haltungssystemen vermehrt Veränderungen an den Karpalgelenken und an den Schwanzspitzen. MAYER et al. (2000) berichten, dass Masttiere auf Vollspaltenböden kein normales Liegeverhalten zeigen. Außerdem wurden viele atypische Bewegungsabläufe (z. B. pferdeartiges Aufstehen) gefunden. Die Inzidenz von Verletzungen an den Schwanzspitzen nahm bei allen untersuchten Haltungssystemen mit zunehmendem Platzangebot ab.

Es lässt sich zusammenfassen, dass Haltungssysteme mit einem weichen, verformbaren Liegebereich und zusätzlich einem harten Laufbereich den Bedürfnissen der Tiere am besten entgegen kommen. Buchten mit Gummiauflagen und höherem Platzangebot zeigen eine Verbesserung gegenüber herkömmlichen Beton-Vollspalten-Systemen. Eine Ausrichtung der Fördermaßnahmen (sowohl Investitionsförderung als auch ÖPUL-Tierschutzmaßnahme) hin zu solchen Haltungssystemen hat daher entscheidende Bedeutung für das Tierwohl in der Masttierhaltung. Die Teilnahme an Markenfleischprogrammen kann einen zusätzlichen Beitrag zur Wirtschaftlichkeit leisten.

4.2 Evaluierung der Maßnahme

Das Programm zur ländlichen Entwicklung ist gemäß EU-Verordnung begleitend zu bewerten ist. Dabei soll auch evaluiert werden, in welchem Umfang die Interventionen im Rahmen des Programms zur Entwicklung des ländlichen Raums dazu beigetragen haben, das Wohlbefindens von Rindern, Schafen, Ziegen und Schweinen durch die Förderung tiergerechter Haltungssysteme zu steigern. Unter anderem werden hier Indikatoren wie die Zahl der Begünstigten, öffentliche Ausgaben und Anzahl der Tiere im Förderprogramm herangezogen. Auch Investitionen in tiergerechte Haltungssysteme im Rahmen der Investitionsförderung werden berücksichtigt. Bei der Teilnahme an der

Maßnahme „Steigerung des Tierwohls durch Weidehaltung“ war seit Einführung der Maßnahme im Jahr 2007 ein stetiger Anstieg zu verzeichnen. Die Anzahl der teilnehmenden Betriebe pendelte sich nun bei rund 37.000 Betrieben ein (INVEKOS, 2016). Auch hinsichtlich der Maßnahme „Besonders tierfreundliche Stallhaltung für männliche Rinder und Schweine“ sind diesbezüglich Ergebnisse zur Umsetzung in der Praxis zu erwarten. Regelmäßige Evaluierungsberichte dazu erscheinen auf der Website des BMLFUW.

Literatur

- AMA (2017): ÖPUL-2015-Maßnahmenerläuterungsblatt „Tierschutz – Stallhaltung“. Version 1.0. AgrarMarkt Austria (AMA). <https://www.ama.at/Formulare-Merkblaetter#5201> (2017-04-12)
- BMLFUW (2017): Österreichischem Programm für ländliche Entwicklung 2014-2020 – Programmtext nach 1. Programmänderung (Version 2.1). https://www.bmlfuw.gv.at/land/laendl_entwicklung/leprogramm.html (2017-04-12)
- BMLFUW (2016): Merkblatt „Besonders tierfreundliche Haltung“. Beilage zur Sonderrichtlinie des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft zur Umsetzung von Projektmaßnahmen im Rahmen des Österreichischen Programms für ländliche Entwicklung 2014 – 2020. SRL Pkt. 9, Investitionen in die landwirtschaftliche Erzeugung Beilage 9. https://www.bmlfuw.gv.at/land/laendl_entwicklung/foerderinfo.html (2017-04-12)
- INVEKOS (2016): INVEKOS-Datenpool, Stand: Dezember 2016.
- MAYER, C., SCHRADER, L., FIETZ, D., 2000. Tierschutzprobleme in der Rindviehmast – Vergleich verschiedener Haltungssysteme. 7. Freiland-Tagung, 28. Sept. 2000, Wien. S. 27-32.
- MÜLLEDER, C., ABSMANNER, E., KAHNER, E., ZEINER, H., STANEK, Ch. und TROXLER, J. (2008): Alternative Haltungssysteme für die Rindermast unter österreichischen Verhältnissen unter besonderer Berücksichtigung von Betonspaltenböden mit Gummiauflagen. Endbericht zum Forschungsprojekt 1447, Eigenverlag Institut für Tierhaltung und Tierschutz, Wien, 174 Seiten.
- OFNER-SCHRÖCK, E., BREININGER, W., GASTEINER, J., HOLZEDER, S., PÖLLINGER, A., ZÄHNER, M. (2014): Kompostställe für die Milchviehhaltung - ÖAG-Sonderbeilage, Der fortschrittliche Landwirt, Heft 4 und 5/2014 und www.o eag-gruenland.at
- OFNER-SCHRÖCK, E., LENZ, V., BREININGER W. (2017): Stallbau für die Rinderhaltung – Grundlagen und Beispiele aus der Praxis. Leopold Stocker Verlag, Graz.
- ÖKL (2015): Rindermastställe. ÖKL-Merkblatt Nr. 26, 5. Auflage. Österreichisches Kuratorium für Landtechnik und Landentwicklung (ÖKL), Wien.
- ÖKL (2017): Stallbau für die Biotierhaltung – Rinder. 3. Auflage. Landtechnische Schriftenreihe 227. Österreichisches Kuratorium für Landtechnik und Landentwicklung (ÖKL), Wien.
- SCHRADER, L., ROTH, H. R., WINTERLING, C., BRODMANN, N., LANGHANS, W., GEYER, H., GRAF, B., 2001. The occurrence of tail tip alterations in fattening bulls kept under different husbandry conditions. *Animal Welfare* 10, p. 119-130.
- SCHULZE WESTERATH, H. und MAYER, C. (2007): Liegeboxenställe für Masttiere - Praktische Erfahrungen. Tagungsband zur Bautagung Raumberg-Gumpenstein 2007. www.raumberg-gumpenstein.at
- SCHULZE WESTERATH, H., GYGAX, L., MAYER, C., WECHSLER, B., 2007. Leg lesions and cleanliness of finishing bulls kept in housing systems with different lying area surfaces. *Vet. J.* 174, p. 77-85.

Möglichkeiten zur Gestaltung der Triebwege bei Weidehaltung

Andreas Steinwiddler^{1*} und Hannes Rohrer¹

Zusammenfassung

Am Bio-Lehr- und Forschungsbetrieb Moarhof werden unterschiedliche Weidetriebwegbefestigungssysteme im praktischen Einsatz getestet. Hinsichtlich Errichtungskosten, Dauerhaftigkeit, Betreuungsaufwand, Rutschfestigkeit, Tierkomfort etc. hat jede Variante ihre speziellen Vor- und Nachteile. Es ist daher notwendig, dass betriebsindividuell die optimalen Triebwegsysteme gesucht und umgesetzt werden.

Schlagwörter: Weide, Triebwege, Milchkühe

Summary

At the Institute of Organic Farming different pasture path systems were implemented and tested in practical use. With regard to construction costs, durability, support effort, slip resistance, animal comfort etc. each variant has its specific advantages and disadvantages. It is therefore necessary to implement site adapted systems.

Keywords: grass, pasture path way, dairy cows

Einleitung

Bei Weidehaltung müssen Milchkühe zweimal täglich von der Weide in den Stall gehen. Wenn Tiere über morastige Wege gehen müssen, steigt das Risiko für Klauenkrankheiten, nimmt die Euter- und Futtermittelverschmutzung und das Auftreten von Durchfällen in Regenperioden zu. Es ist daher sinnvoll tiergerechte, kostengünstige und arbeitszeit-sparende Triebwege zu errichten.

Um Fragen zur Triebweggestaltung zu testen, wurde am Bio-Institut der HBLFA Raumberg-Gumpenstein ein Triebwegschaugarten errichtet. Die Triebwege sollten zumindest 10-20 Jahre ohne größeren Aufwand halten und möglichst viele Weideflächen erschließen. Optimal für die Rinder wären trockene und weiche Triebwegausführungen. Die Dauerhaftigkeit des Weges steigt, wenn Wasser seitlich rasch abfließt bzw. diese gut drainiert sind.

Wegbreite je nach Kuherde

Je größer die Herde ist, desto breiter sollte der Weg ausgeführt werden. Im Anfangsbereich ist eine Wegbreite von 3 bis 5 Metern günstig. Bei kleinen Herden ohne „Pendelverkehr“ kann der Weg dann auf bis zu 1 m Breite reduziert werden. Elektrozaune müssen etwa 50 cm vom Wegrand entfernt aufgestellt werden, weshalb sich dadurch eine Gesamtbreite von ca. 2 m ergibt. Die Kühe gehen immer im schmalen Mittelbereich – wer Kosten sparen will gestaltet nur diesen Mittelstreifen mit Befestigungselementen oder Hackgut aus. Bei größeren Herden über 40-50 Kühe sind Wegbreiten von 3 bis 4 m günstig, da ansonsten der Eintrieb viel Zeit kostet. Wenn Weiden neu angelegt werden, sollte aus Zeit- und Kostengründen auf kurze Triebwege Wert gelegt werden. Bei der Wegerrichtung können bei Bedarf Leitungen für Wasser und Strom mitverlegt werden. Werden die Wege mit schweren Fahrzeugen benutzt, dann muss auch der Untergrund entsprechend ausgeführt werden, um eine Spurrillenbildung zu verhindern.

Stufen besser als steile Wege

Wenn Triebwege über steilere Bereiche (Gefälle über 6 %) führen, dann müssen rutschsichere Ausführungen verwendet werden. Dazu zählen je nach Steilheit die Varianten Hackschnitzel, Sand-Schottergemisch, Kunststoffgitter mit Hackschnitzelaufgabe sowie spezielle Kunststoffmatten für steile Wege (z.B. MONTA). Steigungen über 30 % sollten mit Treppen überwunden werden. Die optimale Stufenhöhe liegt zwischen 15 und 30 cm, zu niedrige Stufen und ungleich hohe Stufen sind „Stolperstufen“. Wichtig ist auch, dass die Auftrittsweite zwischen den Stufen zumindest 50-60 cm bzw. noch günstiger über 120 cm beträgt. Die Auftrittsflächen müssen in jedem Fall besonders rutschsicher sein.

Die im folgenden Abschnitt beschriebenen Triebwegsysteme können auch im Bereich von Wasserstellen verwendet werden.

Hackschnitzel

Vor allem für lange Wegstrecken ist eine 10 bis 20 cm dicke Holzspänschicht auf einem unbedingt wasserundurchlässigen Untergrund eine gute Möglichkeit. Der Triebweg sollte dazu bombiert ausgeführt sein. Auf einer Schotterschicht werden dazu nur im schmalen mittleren Gehbereich die Hackschnitzel



Foto 1: Hackschnitzel

¹ HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, A-8952 IRDNING-DONNERSBACHTAL

* Ansprechperson: PD Dr. Andreas STEINWIDDER, E-Mail: andreas.steinwiddler@raumberg-gumpenstein.at

aufgebracht. Je rascher Niederschläge abfließen und der Boden auf trocknet, desto länger ist die Beständigkeit. Es ist jedoch davon auszugehen, dass insbesondere in Schattenbereichen, auf feuchtem Untergrund und in Senken alle ein bis zwei Jahre wieder Holzspäne aufgestreut bzw. die kompostierten Reste entfernt werden müssen. Triebwege mit Hackschnitzeln sind weich, sie können kostengünstig und rasch errichtet werden und man ist dabei auch sehr flexibel. Nachteilig ist vor allem die geringe Dauerhaftigkeit (Foto 1).

Kunststoffgitter

Kunststoffgitter aus dem Garten- und Böschungsbau können ebenfalls verwendet werden. Diese müssen möglichst eben, beispielsweise auf Sand oder Kies, aufgelegt und die Löcher ebenfalls gut aufgefüllt werden. Vor allem in den ersten Wochen sollte zur Schonung der Klauen eine Sand- oder Hackschnitzelschicht aufgebracht werden. Die Lochstege sind relativ kantig und man muss zu Beginn mit Setzungen des Füllmaterials rechnen. Die Gitter weisen spezielle Verbindungspunkte zum einfachen Verbundverlegen auf. Die Gitter sind sehr leicht, zeigen eine gute Haltbarkeit und eignen sich auch für nasse Bereiche, die Befahrbarkeit hängt vom Produkt und dem Fahrzeuggewicht ab. Triebwege mit Gitteruntergrund können auch auf leichten Steigungen verwendet und auch begrünt werden. Die Kosten für die Gitter belaufen sich je nach Abnahmemenge auf 10-15 Euro je m² (Foto 2).



Foto 2: Kunststoffgitter



Foto 3: Kunststoffplatten



Foto 4: Kunststofflochmatten



Foto 5: Kunststofflochmatten für Steigungen



Foto 6: Ausrangierte Liegeboxen-Kunststoffmatten



Foto 7: Beton-Rasengittersteine

nicht verwendet werden. Die Kosten je m² liegen je nach Abnahmemenge zwischen 30-35 Euro (Foto 4).

Kunststoffplatten

Die Kunststoffplatten für Triebwege kommen aus der Pferdekoppelhaltung. Grundsätzlich werden diese, wie auch die Kunststoffgitter, auf ebenem Untergrund verlegt. Die Löcher sind zumeist kleiner und dann klauenschonend aber auch nicht bzw. nur bedingt rutschticher. Auf Steigungen sind sie daher nicht geeignet. Die Platten sind sehr leicht, für nasse Bereiche geeignet und zeigen eine gute Haltbarkeit, die Befahrbarkeit hängt vom Produkt und dem Fahrzeuggewicht ab. Die Kosten für die Gitter belaufen sich je nach Abnahmemenge auf 15-25 Euro je m² (Foto 3).

Kunststofflochmatten

Die Kunststofflochmatten werden über Metallgewebekabelbinder verbunden und können vorübergehend auch direkt auf dem Boden aufgelegt werden. Bei langfristiger Nutzung sollte auch hier ein entsprechender Untergrundaufbau erfolgen. Die Matten können einfach verlegt werden, es ist keine Abdeckung mit Holzspänen notwendig. Sie sind bedingt rutschticher und sollten daher auf steilen Wegen

Kunststofflochmatten für Steigungen

Diese Matten weisen ein V-Rippenprofil und Zwischenhebungen auf, sie sind nicht gelocht und es können laut Hersteller damit Steigungen von 6 bis 15 % gut bewältigt werden. Die Kosten je m² liegen je nach Abnahmemenge und Ausführung zwischen 48-55 Euro (Foto 5).

Ausrangierte Liegeboxen-Kunststoffmatten

Diese Matten sind nicht gelocht und können auf ebenen Wegen verwendet werden. An den Stößen werden diese auf Holzkantern verschraubt oder könnten eventuell auch mit Metallgewebekabelbinder verbunden werden. Die Matten sind – wenn verfügbar sehr kostengünstig. Sie können leicht verlegt werden sind aber nicht rutschticher (Foto 6).

Beton-Rasengittersteine

Beton-Rasengittersteine aus dem Baumarkt weisen eine gute Haltbarkeit auf, der Verlegeaufwand ist jedoch relativ hoch.

Es braucht auch einen gut ausgeführten ebenen Untergrund. Je nach Bodenaufbau ist auch eine entsprechende Befahrbarkeit gegeben. Zum Schutz der Klauen ist in den ersten Monaten nach der Errichtung eine Holzspäne-Schicht günstig. Dieses Produkt ist auch für leichte Steigungen geeignet. Die Materialkosten ohne Unterbau belaufen sich auf 12-15 Euro pro m² (Foto 7).



Foto 8: Ausrangierte alte Spaltenböden



Foto 9: Sand-Schotter-Gemisch



Foto 10: Beton bzw. Asphalt-Triebwege

Ausrangierte alte Spaltenböden

Mit alten Spaltenbodenelementen können Triebwege sehr gut befestigt werden. Diese müssen zur Klauenschonung möglichst eben verlegt werden. Die Spalten werden aufgefüllt und können auch begrünt werden. Die Elemente sind sehr schwer, was den Transport- und Verlegeaufwand erhöht. Sie sind auf Grund der geringen Rutsicherheit nicht für Steigungen geeignet. Je nach Verfügbarkeit und Transportaufwand belaufen sich die Kosten ohne Untergrundaufbau auf 2-8 Euro/m² (Foto 8).

Sand-Schottergemisch

In Weideregionen mit langen Triebwegen (Neuseeland, Irland) dominiert diese Ausführung. Sand-Schottergemische mit unterschiedlicher Körnung werden dazu auf einem Schotteruntergrund bombiert aufgebracht, gut angefeuchtet und dann mit Walzen stark verdichtet. Der Weg wird nach dem Trocknen hart. Zu grobes Material kann zu Klauenpro-

blemen führen. Wenn der Humus vom Untergrund abgezogen wird und dann ein Straßenbauvlies aufgelegt wird, ist keine tiefe Drainagierung notwendig. Wenn entsprechendes Material verwendet wird und das Wasser seitlich rasch abrinnt, dann ist eine gute Haltbarkeit gegeben und können auch Steigungen bis 10 % damit überwunden werden. Lose Steine sollten regelmäßig abgekehrt werden, da diese in geschädigte Klauen eingetreten werden können. Die Kosten je m² belaufen sich auf 5-15 Euro pro m² (Foto 9).

Beton bzw. Asphalt-Triebwege

Beton- bzw. Asphalttriebwege benötigen einen frostsicheren Unterbau. Diese Wege weisen eine lange Haltbarkeit und gute Befahrbarkeit auf, sie sind jedoch hart und nur bedingt rutsicher. Die Säurebeständigkeit und der Bitumenanteil bei Asphalt sowie die Betonqualität sind wichtig. Ohne Unterbau belaufen sich die Kosten auf 20-35 Euro je m² mit entsprechendem Unterbau verdoppelt sich der Aufwand (Foto 10).

Tabelle 1: Vergleich der Varianten

Triebwegesystem/Materialien	Beurteilungskriterien				
	Kosten €/m ¹⁾	Errichtungsaufwand	Beständigkeit	Rutsicherheit	Klauenschonung
Hackschnitzel	3-5	niedrig	gering	gut	gut
Kunststoffgitter	10-15	mittel	hoch	mäßig	mittel
Kunststoffplatten	15-25	mittel	hoch	schlecht	gut
Kunststofflochmatten	30-35	niedrig	hoch	mäßig	gut
Kunststoffmatten für Steigungen	48-52	niedrig	hoch	gut	mittel
Ausrangierte Liegeboxenmatten	2-6	niedrig	mittel	mäßig	gut
Beton-Rasengittersteine	12-15	hoch	hoch	gut	schlecht
Ausrangierte Spaltenböden	2-8	hoch	hoch	mäßig	mittel
Sand-Schottergemisch	5-15	niedrig	mittel	gut	schlecht
Beton-Asphalt	15-35	hoch	hoch	schlecht	mittel

¹⁾ Kosten ohne Unterbau

Zusammenfassung

Mit System und gut durchdacht angelegte Weidetriebwege sparen Arbeitszeit, verhindern die Verschmutzung des Futters und kommen der Tiergesundheit entgegen. Darüber hinaus tragen sie zu einem schönen Hoffbild und zur Freude an der Weidehaltung bei. Dabei müssen die Anforderungen der Tiere, der Zeitaufwand beim täglichen Eintrieb, die Dauerhaftigkeit der Wege, die Weglängen und damit auch die Kosten beachtet werden. Jede Variante hat ihre speziellen Vor- und Nachteile.

Literatur

STEINWIDDER, A., ROHRER, H., HÄUSLER, J. und STARZ, W. (2016): Weidetriebwege richtig anlegen. ÖAG-Info 4/2016.

STEINWIDDER, A. und STARZ, W. (2015): Gras dich fit! Weidewirtschaft erfolgreich umsetzen. Stocker Verlag, 300 S.

Tipp: **Kostenlose Videos zu Weidetriebwegen:** www.raumberg-gumpenstein.at/weideinfos und www.landwirt.com/videos/

Ökobilanzierung in der österreichischen Landwirtschaft - Einflussfaktor Stallbau

Thomas Guggenberger,^{1*} Markus Herndl¹, Elisabeth Finotti¹ und Elfriede Ofner-Schröck¹

Zusammenfassung

Landwirtschaftliche Gebäude werden zum Zweck des Schutzes unterschiedlichster Betriebsmittel und zur Haltung von Tieren errichtet. Wie bei fast allen Herstellungsprozessen entstehen dabei auch schädliche Nebenwirkungen in vorerst unbestimmtem Ausmaß. Mit den Methoden der Ökobilanzierung können diese als Umweltwirkungen bezeichneten Verluste bewertet werden. Dieser Beitrag zeigt den methodischen Ansatz für deren Bewertung im Betriebsmanagement-Werkzeug FarmLife der HBLFA Raumberg-Gumpenstein und prüft den Handlungsbedarf bei der Errichtung von Gebäuden auf Milchviehbetrieben. Die Ergebnisse zeigen, dass die bei der Errichtung der Gebäude entstehenden Umweltwirkungen in vielen Bereichen gering bleiben. Bestätigt wird aber die hohe Abhängigkeit von fossiler Energie und der damit verbundene Effekt auf das Treibhauspotenzial. Die Erzeugung von Baustoffen ist zudem mit der Entstehung von toxisch wirkenden Stoffen belastet. Der exemplarisch gezeigte Handlungsspielraum durch die Auswahl unterschiedlicher Materialien bleibt gering. Erst eine deutliche Änderung der Baukonzepte in Form und Material wird eine stärkere Wirkung zeigen.

Schlagwörter: Umweltwirkung, Stallbau, Baustoffe, Ökobilanz

Summary

Agricultural buildings are constructed in order to protect a lot of different equipment and for animal husbandry. Hereby – alike to nearly all production processes – detrimental secondary effects accrue to an undefined extent, as well. By means of life cycle assessment these losses, which are described as environmental effects, can be evaluated. This article communicates the methodical approach to their evaluation in the tool FarmLife of the AREC Raumberg-Gumpenstein and controls the need for action in terms of buildings on dairy farms. The results show that the environmental effects originating from buildings stay low in many aspects. The high dependence of fossil energy, however, and the combined greenhouse effect are verified. Moreover, the production of building material is charged by the accrument of toxic operative substances. The radius of operation, which has exemplarily been shown by the choice of different materials, stays meagre. Only a clear change of building concepts in terms of structure and material will show a larger impact.

Keywords: environmental effects, construction of housing systems, building material, life cycle assessment

„Nichts geht verloren. Es befindet sich nur irgendwo, wo es nicht hingehört“ (Theodor FONTANE 1819-1898). In der erlebten Zeitspanne Fontanes mag der Schriftsteller das Zitat praktisch gemeint haben, vielleicht hat er damit aber auch die neue (Un)ordnung gemeint, die im 19. Jahrhundert mit der Industrialisierung Europas verbunden war. Rasend schnell verbreiten sich neue Technologien, und das Angebot von Produkten explodiert geradezu. Zwischen 1850 und 1880 verzehnfacht sich etwa die Länge des weltweiten Eisenbahnnetzes von 38.000 auf 367.000 km (MEYER, 1888). Zugleich werden erste Auswirkungen spürbar, die mit der raschen wirtschaftlichen Expansion und der Umwandlung von Ressourcen in Güter verbunden waren. Kohlenrauch liegt in vielen Städten und Landschaften. Die Menschen erkranken ernsthaft (WINIWARTER und BORK, 2015). Alle Schadwirkungen, die von der Produktion ausgehend auf lebende Organismen wirken, bezeichnen wir als Umweltwirkungen. Es liegt schon immer in der Verantwortung des wirtschaftenden Menschen, die Erfolge des Wirtschaftens mit den verbundenen Wirkungen in Einklang zu bringen.

Der Homo Oeconomicus kann jedenfalls nicht im Falle des Scheiterns zur Verantwortung gezogen werden. Er handelt per definitionem immer rational und würde seine Grundlagen, das ist die Natur und Umwelt, nicht selbst zerstören (GILLENKIRCH, 2017). Der Homo Avarus, der gierige Mensch (BERGNER, 2016), ist der Auslöser der Probleme. Ungebildet und unfähig, die Tragweite seines Handelns zu erkennen, optimiert der Homo Avarus seinen persönlichen Gewinn. Die Rechtfertigung dafür wird oft aus der gesellschaftlichen Grundhaltung entnommen. Deren Schwäche zur Exekution wirkungsvoller Regeln fällt gerechterweise als Schadwirkung wieder auf diese Gruppe zurück. Das bedeutet ganz allgemein, dass eine Gesellschaft, die sich der Wirkung ihres Raubbaues nicht rechtzeitig bewusst wird, in Folge mit den Umweltwirkungen zurecht kommen muss. Bevor im nächsten Kapitel auf eigentliche Umweltwirkungen in der Landwirtschaft, im Besonderen jene, die auch mit dem Bauwesen verbunden werden können, eingegangen wird, dürfen hier noch kurz zwei im thematischen Zusammenhang bedenkliche Konzepte der Landwirtschaft auf-

¹ HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Forschungsgruppe Ökoeffizienz, Raumberg 38, A-8952 IRDNING-DONNERSBACHTAL

* Ansprechperson: Dr. Thomas GUGGENBERGER, E-Mail: thomas.guggenberger@raumberg-gumpenstein.at

geführt werden. Diese stehen sehr zentral für die Zunahme von Umweltwirkungen in der Landwirtschaft und fördern zugleich die Irritation lokaler Märkte.

- **Wachse oder weiche:** Dieser Ratschlag empfiehlt dem einzelnen Bauernhof als Reaktion auf fallende Erlöse eine Ausweitung der Produktionskapazitäten. Dies kann im Umfang und/oder in der Leistung erfolgen. Gemäß der allgemeinen Wirtschaftstheorie zu den Stückkosten kann eine Einheit in größeren Strukturen günstiger erzeugt werden als in kleineren. Das stimmt, soweit das Wachstum nicht degressiv verläuft. Dies ist in der Landwirtschaft gemäß des „Gesetzes des abnehmenden Ertragszuwachses“ aber fast immer der Fall (TURGOT, 1768). Aus der Sicht der Umweltwirkungen bedeutet dies, dass mit höheren Leistungen die Umweltwirkungen gezwungenermaßen zunehmen. Zur Erinnerung: Alle Stoffe, die nicht in das Produkt eingehen, werden anderweitig umgewandelt und gehen verloren. Zugleich übersieht die Empfehlung, dass die eigentliche Ursache für ihre Existenz, das marktwirtschaftliche Scheitern, eng mit den Überkapazitäten der Produktion verbunden ist. Intensivere/größere/effizientere Systeme werden unter gleichen Voraussetzungen aber zu mehr Produktion führen. Die Empfehlung führt zu keiner allgemeinen Lösung, sondern erzeugt nur Verdrängungswettbewerb zwischen den Erzeugern zugunsten eines niedrigen Marktpreises. Ökonomische Sicherheit wird nie durch Intensivierung sondern immer nur durch faire, regulierte Marktteilnahme in Abstimmung mit der Konsumentenschaft erzeugt werden.
- **Gemeinsam den Welthunger besiegen:** Eine empathische Empfehlung, die voll inhaltlich zu unterstützen ist. Ausgesprochen wird diese Empfehlung fast immer als zusätzliches Argument für Wachstum, und sie verfehlt damit den eigentlichen Sinn zynischerweise vollständig. Mehr Ertrag am Acker, ausgelöst durch Handelsdünger und Pflanzenschutz, soll mehr Getreide bringen, mehr Milch und Fleisch sollen die Fehlernährung in Schwellenländern ausgleichen. Tatsächlich frisst der Leistungshunger unserer landwirtschaftlichen Nutztiere enorme Mengen an Futtergetreide und Soja von den Weltmärkten und entlässt nur geringe Mengen an Nahrung auf die Zielmärkte. Zugleich entstehen unterschiedlichste Formen von Umweltwirkungen in den Quellländern (z.B. Abholzung von Urwald, ...) und bei uns (z.B. Anreicherung von Nährstoffen über Wirtschaftsdünger, ...).

Was ist Ökobilanzierung?

Die Ökobilanzierung ist eine über Normen definierte Methode um Umweltaspekte und -wirkungen von Produktionssystemen zu analysieren. Die wesentlichen Arbeitsschritte betreffen die Abgrenzung des zu untersuchenden Systems. In diesem Schritt muss eindeutig festgelegt werden wo die Grenze der Untersuchung gezogen wird. Bei der Untersuchung der landwirtschaftlichen Urproduktion spielt etwa das Konzept „Urlaub am Bauernhof“ keine Rolle. Der nächste große Schritt befasst sich mit der Erstellung einer Sachbilanz. Akribisch sind hier alle Betriebsmittel aufzulisten die mit der definierten Produktionseinheit in Verbindung gebracht werden. Die Sachbilanz wird in eine Wirkungsabschätzung weitergeleitet. Diese greift auf umfangreiches

und interdisziplinäres Wissen zurück das Auskunft über die Wirkung des Einsatzes von Betriebsmitteln auf die Umwelt gibt. Diese Wirkungen sind abschließend in eine fachlich verständlichen Kontext zu stellen und mit Empfehlungen für das Produktionssystem zu versehen (KLÖPFER und GRAHL, 2007).

Bewertung von Umweltwirkungen

Die allgemeinen Aspekte und Anregungen, die aus dem ersten Kapitel hervorgehen, müssen in Bezug auf das landwirtschaftliche Bauwesen etwas eingengt werden. Gebäude haben nicht jenen kontinuierlichen Stoffdurchsatz, den wir etwa aus der Kreislaufwirtschaft kennen, sondern sind aus der Sicht der Betriebe sprunghafte Ereignisse. Gebäude werden in der bei uns üblichen festen Bauweise nach einer Planungsphase für eine längere Nutzungsdauer ausgelegt. Diesem Aspekt wird die Ökobilanzierung in der Form gerecht, als die bei der Errichtung anfallenden Umweltwirkungen auf die Nutzungsdauer umgelegt werden. Dieses Verfahren entspricht der ökonomischen Abschreibung. Allerdings gilt hier, dass die Gebäude über ihre kalkulatorische Nutzungsdauer hinaus weiter abgeschrieben werden. Die jährlichen Umweltwirkungen erlangen also zum Ende der Bewertungszeit (z.B. 40 Jahre) nicht sprunghaft einen Erinnerungswert, sondern werden kontinuierlich durch die sich ergebende längere Zeit weiter verdünnt. Formal gilt für die jährliche Bewertung der Umweltwirkungen aus *Formel 1*:

Formel 1: Bewertung der jährlichen Umweltwirkung

$$UW_j = \begin{cases} \frac{UW_t}{ND_k} & \text{wenn } ND_a < ND_k \\ \frac{UW_t}{ND_a} & \text{wenn } ND_a \geq ND_k \end{cases}$$

UW_j = jährliche Umweltwirkung

UW_t = Gesamte Wirkung bei der Errichtung

ND_k = kalkulatorische Nutzungsdauer

ND_a = aktuelle Nutzungsdauer

Bei der Bewertung der Gesamtwirkung (UW_t) unterscheidet die Ökobilanz zwei verschiedene Ansätze. Der Ansatz „From Cradle to Gate“ bewertet die Wirkungen nach ihrem Entstehen bis zur Einsatzgrenze. Sich verzehrende Güter werden mit dieser Methode vollständig beschrieben. Langfristige Güter, die sich nicht vollständig aufbrauchen, können mit der Methode „From Cradle to Grave“ besser beschrieben werden, da ihr stofflicher Restwert am Ende der Nutzung in Abzug gebracht werden kann. Gebäude gehören prinzipiell zu diesen Gütern. In der Recycling-Praxis von Gebäuden ist allerdings festzustellen, dass mit Ausnahme von massiven Eisenträgern derzeit nur eine sehr schlechte Reststoffverwertung umgesetzt wird. Häufiger ist eine thermische Verwertung oder eine Deponierung. Die im weiteren Verlauf gezeigten Ergebnisse wurden dem Datenetz der Projektstruktur FarmLife der HBLFA Raumberg-Gumpenstein entnommen (HERNDL et al., 2016). Dieses Betriebsmanagement-Werkzeug bewertet die Umweltwirkungen aller landwirtschaftlichen Ströme gemeinsam. Da die sich verbrauchenden Materialströme viel intensiver sind als jene, die über eine mögliche Restverwertung verfügen,

wurde für alle Betriebsmittel der Ansatz „From Cradle to Gate“ umgesetzt.

Zu klären ist nur noch die Relevanz einzelner Umweltwirkungen für die Bewertung von Gebäuden. Der Fortschritt der Messtechnik und die Möglichkeiten der Systemanalyse haben im Laufe der Zeit zu einer langen Liste von bewertbaren Umweltwirkungen geführt. Diese Ausweitung ist möglich, in der Anwendung aber wegen der hohen Korrelation zwischen den Parametern oft nicht sinnvoll. Aus einer überbestimmten Liste von Umweltwirkungen sind jene zu bevorzugen, die möglichst viele andere Wirkungen miterklären. Dieser Beitrag lehnt sich in der Auswahl an eine bestehende Veröffentlichung an (HERNDL et al., 2016).

Managementbereiche und Umweltwirkungen

Umweltwirkungen zu bewerten ist die eine Sache, ihre Verursacher zu finden und diese - wenn überhaupt möglich - zu eliminieren eine andere. In der Landwirtschaft führt dieser Prozess sehr häufig zu immer gleichen Verursachern, die sich in Managementgruppen (NEMECEK et al., 2005, *Abbildung 1*) zusammenfassen lassen. Folgende Bereiche lassen sich definieren:

- **Ressourcenmanagement:** Für die Herstellung von Baumaterialien und den Errichtungsprozess werden große Mengen an unterschiedlichsten Ressourcen benötigt. Viele Massstoffe sind in ihrer Verfügbarkeit begrenzt oder/und benötigen bis zur Fertigstellung hohe Mengen an Umwandlungs- oder Verarbeitungsenergie. Die Abhängigkeit von fossiler Energie ist eine allgemeine Herausforderung im Bauwesen. Ihr folgt mit engem Bezug der Anfall von Treibhausgasen. Der Abbau natürlicher Lagerstätten oder die Holznutzung werden mit dem Landverbrauch oder der Entwaldung bewertet.
- **Schadstoffmanagement:** Die Nutzung von chemischen Substanzen oder Schwermetallen führt zu Schäden in unterschiedlichen Eintragszielen. Die Schädigung, die wir als Toxizität bezeichnen, kann sich in festen, flüssigen oder gasförmigen Medien niederschlagen. Praktische Zielmedien sind der Boden, das Grundwasser und der Mensch, der mit den Stoffen kontaminiert wird. Im landwirtschaftlichen Bauwesen wird die Toxizität durch die Verwendung von Hilfsstoffen bei der Herstellung der Baustoffe (Al im Zement, ...) oder die Verwendung von Pestiziden für pflanzliche Materialien ausgelöst. Die verwendete Methodik CML (GUINÉE et al., 2002) wird für die Präsentation der Ergebnisse über die Schädlichkeit eines Referenzstoffes (z. B. 1,4 Dichlorbenzol) normiert.
- **Nährstoffmanagement:** Schäden in diesem Bereich entstehen durch die Verfrachtungen von mobilen Nährstoffen (bevorzugt N und P) aus der Land- bzw. Bauwirtschaft in angrenzende, empfindliche Ökosysteme (diverse Landschaften, Wasser, Luft). Dort

lösen diese Stoffe eine Entartung der bestehenden Systeme oder eine Versauerung aus.

Zwei elementare Baustoffe im Vergleich

Bei der Bewertung von Umweltwirkungen ist von der Wirkung elementarer Baustoffe auszugehen. Die Liste der benötigten Grundmaterialien im Bauwesen ist lang. Eine elementare Entscheidung für alle Bauwerber im landwirtschaftlichen Zweckbau betrifft die Verwendung von Holz oder Beton als Grundstoff. *Tabelle 1* stellt zwei gängige Ausgangsmaterialien einander gegenüber und vergleicht für einen m³ die entstehenden Umweltwirkungen. Beide Datensätze wurden der Ecoinvent-Datenbank der ETH-Zürich entnommen (ECOINVENT, 2011).

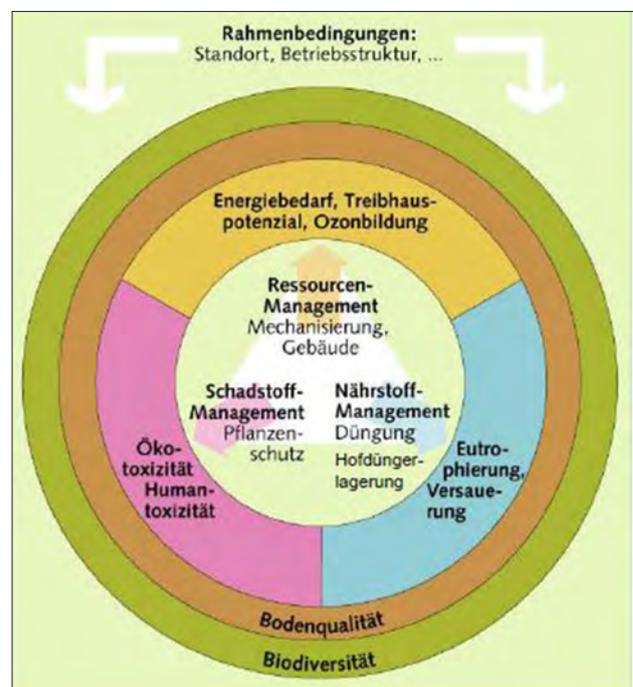


Abbildung 1: Das Managementdreieck in der Landwirtschaft (NEMECEK et al., 2005). Das innere Dreieck zeigt die Beziehung der verschiedenen Managementbereiche landwirtschaftlicher Betriebe und jene Betriebsmittel, die die dargestellten Umweltwirkungen bevorzugt auslösen. Um die Produktionsfunktionen im Kern können weitere thematische Kreise angeordnet werden.

Tabelle 1: Umweltwirkungen von einem m³ Baumaterial (ECOINVENT, 2011)

Umweltwirkung	Einheit	Bauholz, luftgetrocknet geschnitten, an Baustelle	Stahlbeton 80 kg Eisen/m ³ an Baustelle	Verrhältnis Holz : Stahlbeton
Nicht erneuerbare Energie	MJ eq	1536	5071	0,30
Treibhausgas	kg CO ₂ eq	85	480	0,18
Versauerung	m ²	5,8	16,1	0,36
Eutrophierung aquatisch N	kg N	0,035	0,092	0,39
Eutrophierung aquatisch P	kg P	0,005	0,010	0,50
Kalium-Verbrauch	kg	0,003	0,000	18,65
Phosphor-Verbrauch	kg	0,002	0,002	0,99
Landverbrauch	m ² a	2659	11	236,72
Abholzung	m ²	0,23	-0,08	-2,98
Wasserverbrauch	m ³	0,71	5,74	0,12

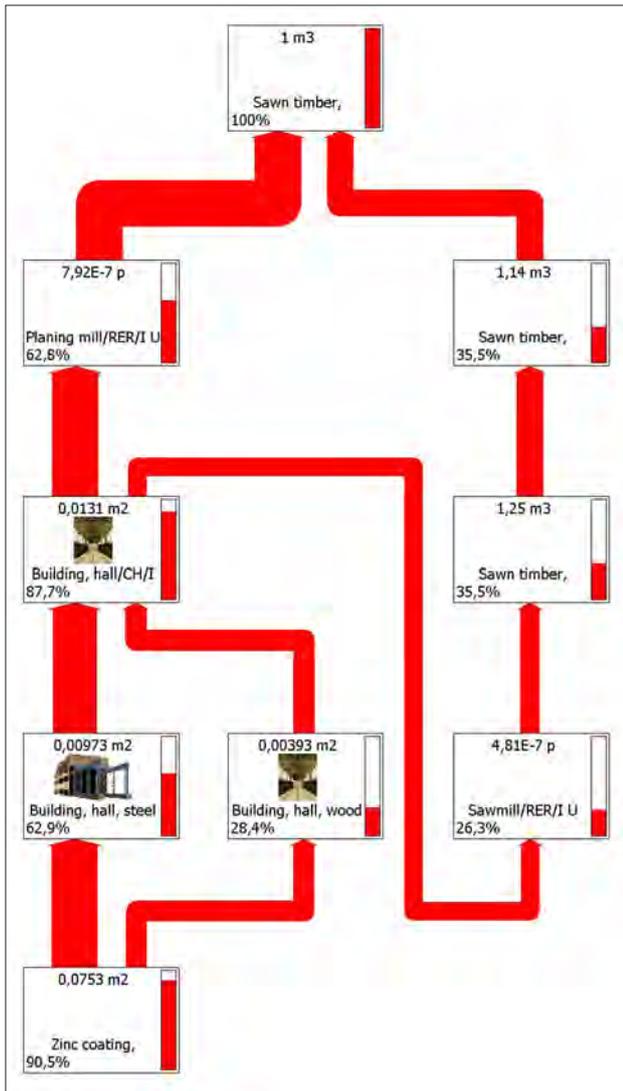


Abbildung 2: Stoffliche Zusammensetzung der Entstehung von Bauholz. Die Abbildung zeigt zum einen die Verlustquellen in der Verarbeitung von Holz. Für einen m³ an Bauholz müssen 1,25 m³ Qualitätsholz bereitgestellt werden. Die tatsächlichen Umweltwirkungen, angezeigt durch die Breite der Pfeile, entstehen aber durch die Infrastruktur der Holzverarbeitung.

Das Bauholz wird in seiner Baumart von Fichten/Tannen dominiert, wurde motormanuell geschlägert und mit einer Seilbahn zur Forststraße gebracht. Von dort wurde das nicht geschälte Holz mit einem Lastwagen zur nächsten Säge gebracht. Nach der Entrindung wurde das Holz in übliche Segmentgrößen geschnitten, luftgetrocknet und später an die ortsnahe Baustelle geliefert.

Der Stahlbeton wurde in einem ortsnahen Betonwerk aus lokalem Sand und Schotter mit den üblichen Anteilen an Zement hergestellt. Der Zement wurde aus dem europäischen Mischprodukt eingekauft. Dies gilt auch für den Stahlbeton, der gemeinsam mit dem Zement an die ortsnahe Baustelle geliefert wird.

Die Ergebnisse in Tabelle 1 zeigen mit Ausnahme des Schadstoffmanagements einige der bisher besprochenen Umweltwirkungen. Der Anfall einzelner Wirkungen für Stahlbeton kann rasch nachvollzogen werden. Die Zement-

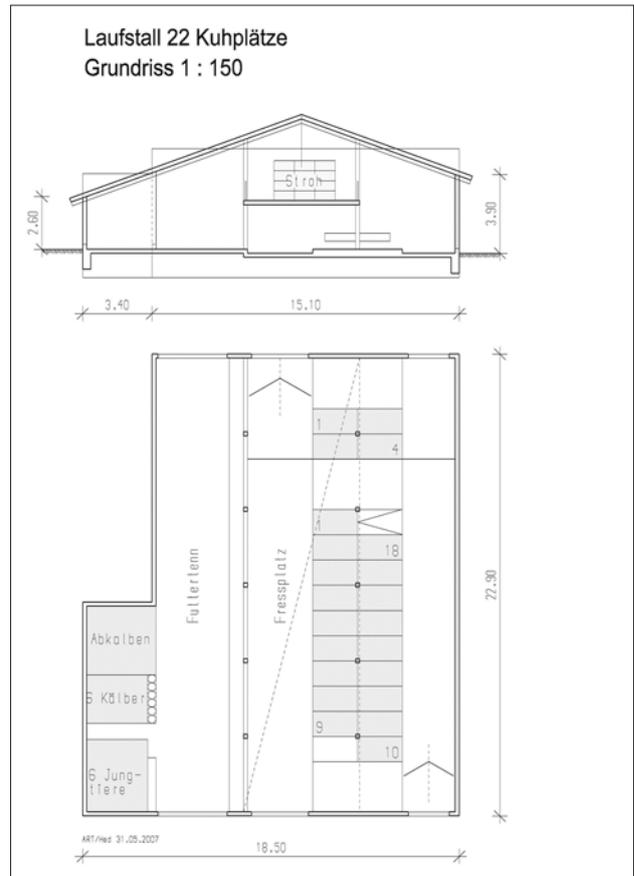


Abbildung 3: Grundriss und Querschnitt durch die Bauhülle für das Modell Boxenlaufstall (DUX et al., 2009). Die Abbildung zeigt die konzeptionelle Vorstellung einer Gebäudehülle für einen Boxenlaufstall mit 22 Liegeplätzen. Alle Bewegungs- und Managementbereiche sowie der für die Remontierung notwendige Abkalbungs-, Kälber- und Aufzuchtbereich sind integriert.

herstellung ist ein äußerst energieraubender Prozess, der auf der Nutzung von fossiler Energie oder der Verbrennung von Müll beruht. Dass dabei Treibhausgase frei werden und sauer wirkende Stoffe entstehen, ist verständlich. Die Erzeugung von Stahlbeton benötigt dafür kaum Platz. Einige Bergwerke und Kiesgruben reichen für ein Land aus. Im Verhältnis schneidet Bauholz über viele Parameter hinweg viel günstiger ab als Stahlbeton. Nur ein Drittel bis die Hälfte fallen je m³ in vielen Bereichen an. Dass der Wald viel Platz verbraucht, empfinden wir nicht wirklich als negative Wirkung.

Überraschend ist, dass die Umweltwirkungen überhaupt so hoch sind. Abbildung 2 zeigt, warum das so ist. Der größere Anteil der Umweltwirkungen entsteht über die Infrastruktur des Sägewerkes und die angebundene Holzindustrie. Eine denkbare Erweiterung des Wirkungskonzeptes auf den Forststraßenbau würde das Baumaterial Holz etwas näher an den Beton heranführen. Umgekehrt kann eine lokale Verarbeitung von Rundholz aus den eigenen hofnahen Wäldern mit geringem Aufschließungsgrad die Umweltwirkungen fast gegen null senken. Dies gilt vor allem dann, wenn der Bewertungsansatz „From Cradle to Grave“ gewählt wird. Es ist anzunehmen, dass die Verbrennung von Altholz noch mehr Energie freisetzt, als für die Schlägerung und Bringung benötigt wird.

Die AutorInnen des Beitrages sind keine Statiker und vermögen deshalb nicht den Vergleich in eine bautechnische Anwendung weiter zu führen. Logisch ist, dass die hohe Tragfähigkeit von Stahlbeton für einige Bauelemente durch den geringeren Verbrauch vielleicht sogar zu einem Vorteil für diesen Baustoff führen wird, während andere, flächige Elemente mit geringer Belastung günstigere Effekte im Baustoff Holz zeigen werden.

Baugruppen im landwirtschaftlichen Bauen

Die in *Abbildung 2* ersichtliche Methodik zeigt, dass für die Bewertung von komplexen Strukturen zuerst die Wirkung der Einzelteile bekannt sein muss. So müssen im Bauwesen erst die primären Wirkungen von Bauholz, Stahlbeton, Glas, Ziegeln, statischen Metallbauteilen, chemischen Hilfsstoffen des Bauwesens, Bewertungen für die Ver- und Entsorgung der Gebäude usw. bekannt sein. Diese Arbeit wird von ecoinvent und allen angeschlossenen Institutionen und Forschungsstellen streng nach gültigen Normen (FINKBEINER et al., 2006) erledigt. Erst dann können mit dem Bauwesen vertraute Experten ein Mengengerüst für ein modellhaftes landwirtschaftliches Gebäude aufstellen. Dieses wird in der Sprache der Ökobilanzierung als Produktinventar bezeichnet. Aus der gemeinsamen Bewertung von Produktinventar und dessen Umweltwirkung entsteht die in Formel 1 als UW_t bezeichnete Gesamtsumme. Diese Summe wird in der Regel durch eine praktische Referenzgröße geteilt, um eine Übertragung auf andere Situationen zu ermöglichen.

Die mit dieser Technik verbundenen Unsicherheiten sollen am Beispiel eines Boxenlaufstalles (*Abbildung 3*) dargestellt werden: Der Einheitsprozess (DUX et al., 2009), das ist der Fachbegriff für den modellhaften Musterstall, wurde für die Größe von 22 Liegeboxen definiert. Der Stall wird in Hallenform konzipiert, über dem Boxenbereich findet sich eine Strohbühne. Alle weiteren Funktionen, die mit einem Bestand von 22 Muttertieren verbunden sind (Abkalben, Kälber, Nachzucht) sind im Gebäudevolumen von rund 2.400 m³ integriert. Ebenso eine Futterachse. Das Fundament und der Unterbau sind immer in Beton ausgeführt. Für den Hallenaufbau wurden Varianten in Holz bzw. Stahl berechnet. Die jeweiligen Summen werden durch die 22 Plätze dividiert und der Wirkungswert pro Stallplatz in die Datenbank aufgenommen.

Die gewählte Methode entspricht vollständig der methodischen An-

leitung der Ökobilanzierung, stößt aber in der Praxis auf zumindest zwei bedeutende Probleme. Zum einen weichen die tatsächlichen Baustrukturen vom gedanklichen Modell mehr oder weniger deutlich ab. Zum anderen können Effekte der Ausführungsgröße nicht berücksichtigt werden.

Damit die Gesamtstruktur eines landwirtschaftlichen Betriebes - trotz der Schwierigkeiten - möglichst realistisch abgebildet werden kann, wurde für jede bedeutende Funktion eine Auswahl an gängigen Modellen entwickelt. Diese bilden gemeinsam einen Baukasten, aus dem die benötigten Elemente ausgewählt und über eine einfache Größe (Stallplätze, Fläche, Volumen, Stück, ...) an den Betrieb angepasst werden können. Alle Elemente in diesem Baukasten wurden von der Belegschaft des Agroscope | Schweiz, Forschungsgruppe Ökobilanzen erstellt und im Rahmen der Forschungs Kooperation FarmLife (Dafne 100799| 100800) ohne Veränderung für Österreich übernommen. Den Kollegen und Kolleginnen in Zürich darf an dieser Stelle noch einmal für ihre herausragende Arbeit gedankt werden!

Tabelle 2: Baugruppen im Baukasten Ökobilanzierung landwirtschaftlicher Gebäude der Forschungsgruppe Ökobilanzen, Agroscope.

Rinderstallungen und deren direkte Stalleinrichtung		
Baugruppe	Einheit	Variante
Vollspaltenboden	Stallplatz	Holzkonstruktion nicht isoliert, Metallkonstruktion
Vollspaltenboden	Stallplatz	Metallkonstruktion
Anbindestall	Stallplatz	Mauer-Beton-Konstruktion
Boxenlaufstall	Stallplatz	Mauer-Beton-Konstruktion, Holzkonstruktion nicht isoliert, Metallkonstruktion, Minimalstall
Tiefstreustall	m ²	Holzkonstruktion nicht isoliert, Mauer-Beton-Konstruktion, Metallkonstruktion
Iglu	Stück	Einzeltier, Gruppenhaltung
Laufhof	m ²	befestigt, perforiert, planbefestigt, Schnitzelplatz, unbefestigt
Melktechnik Tank	Melkplatz m ³	Eimermelkanlage, Rohmelkanlage, Melkstand Milchkühltank
Schweinehaltung		
Schweinemast	Mastplatz	Teilspaltenboden, Vollspaltenboden
Schweinezucht, Abferkeln	Stallplatz	ohne Fixierung, Flatdeck, Teilspaltenboden
Schweinezucht, nicht säugende Schweine	Stallplatz	Teilspalten
Legehennen und Mastgeflügel		
Legehennen, Bodenhaltung	Stallplatz	Metallkonstruktion isoliert, mit Wintergarten; Holzkonstruktion isoliert, ohne Wintergarten; Metallkonstruktion isoliert, ohne Wintergarten
Legehennen, Bodenhaltung	Stallplatz	Metallkonstruktion isoliert, mit Wintergarten; Holzkonstruktion isoliert, ohne Wintergarten; Metallkonstruktion isoliert, ohne Wintergarten
Mastgeflügel, Bodenhaltung	Mastplatz	Metallkonstruktion isoliert, mit Wintergarten; Holzkonstruktion isoliert, ohne Wintergarten; Metallkonstruktion isoliert, ohne Wintergarten
Futter- und Güllelager, Lagerhallen und Wirtschaftsgebäude		
Raufutterlager	m ³	Kaltbelüftung (Holz n. isoliert), Solarbelüftung (Holz n. isoliert), Holz nicht isoliert
Silage-Lager, Flachsilo	m ³	Beton
Silage-Lager, Hochsilo	m ³	Kunststoff, Holz, Beton, Stahl
Kraftfutterlager	m ³	Kunststoff, Metall
Güllelager, Beton	m ³	mit / ohne Abdeckung
Lagerhallen	m ³	Holz nicht isoliert, Mauer-Beton-Konstruktion
Wirtschaftsgebäude	m ³	Holzkonstruktion

Im Rahmen der Ökobilanzierung landwirtschaftlicher Betriebe in FarmLife können die einzelnen Baugruppen von den teilnehmenden landwirtschaftlichen Betrieben gebucht werden. Dafür wurde – wie für alle anderen Bereiche eines Betriebes – ein eigenes Software-Modul in den Erfassungskatalog integriert. *Abbildung 4* zeigt einige exemplarische Buchungen von Baugruppen. Diesen werden nach der Auswahl und einer umfangreichen numerischen Bewertung die hinterlegten Umweltwirkungen zugeordnet. Die eigentliche Herausforderung für den Benutzer – das hat die praktische Anwendung gezeigt – besteht nicht in der Benutzung der Software sondern in der Komplexität der Gebäudehüllen und der damit verbundenen Funktionen. Diese sind oft nicht einfach aus den Gebäuden zu extrahieren.

Dazu ein Beispiel: In einer sehr großen Gebäudehülle aus dem Jahr 1920 befindet sich nach einem Umbau im Jahr 2011 ein Teil eines Boxenlaufstalles. Das Gebäude ist zum Teil mit alten Güllegruben unterkellert. Neue Güllegruben und ein Teil der Liegeboxen sowie ein Futtergang wurden an das Gebäude angefügt. Der Zubau wurde mit einem Pultdach an den Altbestand angefügt. Ebenso wurde ein Melkstand neu errichtet. Ähnliches gilt für die Aufzuchttrinder auf der gegenüberliegenden Seite des Stalles. Diese befinden sich in einem Tiefstreustall, welcher ebenfalls zur Hälfte in alter bzw. neuer Baustruktur vorliegt. Vor dem Stall stehen Gruppeniglus für die Kälber. Der Gesamtbereich wird von einer tragfähigen Decke vom Raufutterlager getrennt. In diesem Bereich sind auch noch ein Kraftfutterlager und am Rande eine große Garage für landwirtschaftliche Maschinen eingebaut. Von außen entspricht das Gesamtkonzept einem Gebäude. Die Trennung der einzelnen Baugruppen nach Alter und Funktion ist hier keine leichte Aufgabe.

Umweltwirkungen von Gebäuden auf Milchviehbetrieben im Betriebsnetz FarmLife

Beginnend mit dem Jahr 2013 erfasste die Forschungsgruppe Ökoeffizienz der HBLFA Raumberg-Gumpenstein unterschiedlichste landwirtschaftliche Betriebe in Österreich. 57 Milchviehbetriebe wurden für eine Analyse der Umweltwirkungen von Gebäuden aus unterschiedlichen Projektdaten entnommen.

An diese Grundgesamtheit werden folgende Fragen gestellt:

- Welchen Anteil hat das landwirtschaftliche Bauwesen in der Summe der Umweltwirkungen?
- Ist der Anteil in einzelnen Bereichen so relevant, dass alternative Techniken entwickelt werden müssen?

Die untersuchten Betriebe haben eine gute Verteilung im Milchviehgebiet der Bundesländer Steiermark, Kärnten sowie dem südlichen Bereich von Nieder- und Oberösterreich. Strukturen aus Tirol bzw. Vorarlberg sind kaum enthalten. Die Dichte nimmt zur Nähe der HBLFA tendenziell zu. Für die Strukturanalyse wurden zwei beschreibende Parameter entnommen (*Tabelle 3*). In ihrem Gesamtvolumen wurde die Hälfte der Gebäude mit einer Größe zwischen 2.500 und 5.000 m³ bewertet. Das größte Bauvolumen ist 25-mal größer als das kleinste Bauvolumen. Im Median nutzt ein Betrieb rund 3.750 m³ an umbautem Raum. Ein bedeutender Anteil der Streuung in den dargestellten Bauvolumina resultiert aus der unterschiedlichen Flächenausstattung der Betriebe. Wird der umbaute Raum auf die Betriebsfläche normiert, steht im Median einem ha an Betriebsfläche auf Milchviehbetrieben ein Bauvolumen von 129 m³ gegenüber.

Tabelle 3: Eckdaten der gesamten Gebäudestruktur auf 57 Milchviehbetrieben

Parameter	Einheit	Minimum	Unteres Viertel	Median	Oberes Viertel	Maximum
Umbauter Raum	m ³	604	2465	3754	4934	15376
Umbauter Raum/ha	m ³	59	99	129	150	317
Gewichtetes Alter	Jahre	11	20	33	47	266

Abbildung 4: Buchungsmodul für Baugruppen in FarmLife. Die Anwender wählen aus dem Angebot der farbigen Elemente die geeignete Baugruppe aus und ergänzen die Auswahl durch die Anzahl von Einheiten und das Baujahr

Trotz der Korrektur variiert dieser Wert weiterhin sehr stark. Das größere Viertel benötigt pro ha Betriebsfläche 66 % mehr an Bauvolumen als das untere Viertel. Die Gebäude sind rund 33 Jahre alt. Drei Viertel des Gebäudevolumens sind jünger als 50 Jahre. Dies bedeutet, dass der Großteil der genutzten Bauhüllen ab 1970 entstanden ist. Damit befinden sich viele Gebäude noch innerhalb der buchhalterischen Grenze und spielen auch in der Vollkostenrechnung eine anteilige Rolle. Die in den Grunddaten vorhandene Streuung setzt sich, und das war auch so zu erwarten, in der Analyse der Umweltwirkungen fort. Methodisch wurde für die erste Frage die Umweltwirkung der Bewertungsgruppe Gebäude prozentual mit der Gesamtlast normiert. *Abbildung 5* zeigt mit Ausnahme des Ressourcenverbrauches an Kalium ein engeres Gefüge. Das Treibhauspotenzial, der Ressourcenverbrauch an Phosphor, der Flächenbedarf und die globale Abholzung sind ganz eng an das betriebliche Gefüge gebunden. Die Schwankungen sind gering, der Anteil bleibt im Mittel unter 6 %. Eine größere Schwankungsbreite gibt es bei der Bewertung des Einsatzes fossiler Energie (Energiebedarf). Im Median liegt hier der Anteil der Gebäude bei 25,7 %. Das untere Viertel errichtet seine Gebäude mit einem Anteil von 19,1 %, das obere Viertel mit 34,5 %. Dass sich dieser höhere Anteil nicht direkt im Anteil des Treibhauspotenzials niederschlägt, liegt an der hohen THG-Last der Tierhaltung. Unter der Annahme, dass diese Last systembedingt ist und nicht direkt durch Managemententscheidungen im Bereich der Betriebsmittel beeinflusst wird, kann eine Bewertung auch ohne diesen Anteil durchgeführt werden. Nun zeigt sich die enge Bindung zum Energiebedarf. Die Anteile und Verteilungen sind fast deckungsgleich.

Das Baugewerbe ist grundsätzlich im geringen Ausmaß bei der Umsetzung jener Nährstoffe beteiligt, die in der landwirtschaftlichen Kreislaufwirtschaft eine große Rolle spielen. Trotzdem entstehen im geringen Ausmaß (1,7 % der Gesamtlast im Median) chemische Verbindungen, die auf die Umwelt versauernd reagieren. Die aquatische Eutrophierung N (0,6 % im Median) spielt im Gegensatz zur aquatischen Eutrophierung P (7,9 % im Median) keine Rolle (*Abbildung 6*). Der Phosphor wird entweder im Zuge der Bauphase frei oder entsteht bei der Gewinnung (Kies- und Schottergruben) der Rohmaterialien.

Es ist eine Besonderheit der untersuchten Stichprobe, dass die zurechenbare Schädwirkung durch toxische Stoffe in Summe nicht sehr hoch ist. Der direkte Einsatz von Pflanzenschutzmitteln auf den Betriebsflächen ist gering. Bedeutende Mengen an Schädwirkungen in den variablen Betriebsmitteln entstehen bei konventionellen Betrieben eventuell durch den Zukauf von Kraftfutter. Die deutlich größere Last entsteht bei der Erzeugung bzw. Errichtung der fixen Betriebsgüter. *Abbildung 7* zeigt den Anteil der Gebäude an der Summe von toxisch wirkenden Stoffen. Die Wirkungen auf Lebewesen im Boden (terrestrisch) und Wasser (aquatisch) kommen im Median zu einem Fünftel bzw. einem Viertel aus den Gebäuden, die Schädwirkung auf den Menschen zu einem Drittel.

Handlungsspielraum in der Gebäudestruktur von Milchviehbetrieben

Ausgehend von den Unterschieden bei der Bewertung von Holz und Stahlbeton scheint die Umsetzung eines umwelt-

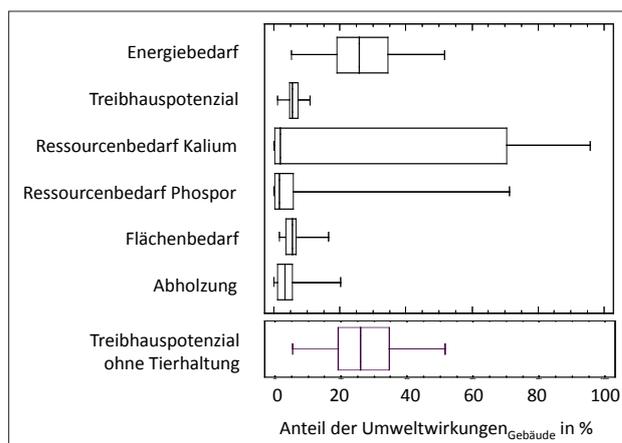


Abbildung 5: Anteilige Wirkung von Gebäuden im Ressourcenmanagement. Mit Ausnahme des fossilen Energiebedarfes (26 %) bleibt der Median der anteiligen Umweltwirkungen für alle Parameter unter 6 %. Bei der alternativen Bewertung des Anteils an Treibhausgasen unter Ausschluss der tierischen Emissionen entsteht eine enge Bindung an die fossile Energie.

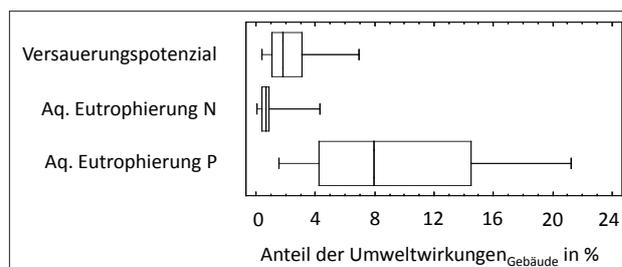


Abbildung 6: Anteilige Wirkung von Gebäuden im Nährstoffmanagement. Das Versauerungspotenzial und der N-Umsatz im Bauwesen sind gering. Das Eutrophierungspotenzial von Phosphor ist über den lokalen Austrag bei der Errichtung und durch Ausschwemmung in den Vorleistungsketten zu erklären.

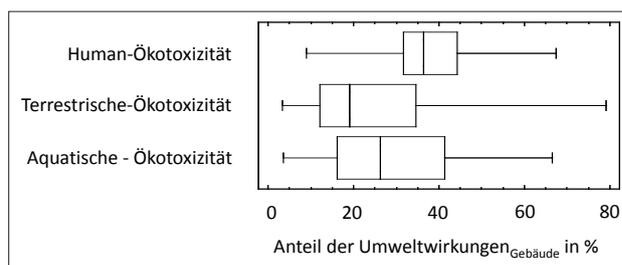


Abbildung 7: Anteilige Wirkung von Gebäuden im Schadstoffmanagement. Auf Milchviehbetrieben mit hohem Grünlandanteil entstehen toxische Wirkungen durch den Futtermittelzukauf (konventionell) und die Ausstattungen mit Maschinen und Gebäuden. Diese Belastung ist beträchtlich.

verträglicheren Baukonzeptes auf landwirtschaftlichen Betrieben möglich. Zur exemplarischen Prüfung des Handlungsspielraumes wurde auf einem tatsächlich existierenden Betrieb eine Modifikation gängiger Bauverfahren geprüft. Das Basiskonzept besteht aus einer Gebäudestruktur, die vorwiegend aus Beton und Stahl errichtet wurde. Im alternativen Konzept bestehen alle Gebäudeteile ab dem Fundament aus Holz. Auf einen betonierten Fahrstilo wurde verzichtet, dafür wurde der Heubergerraum vergrößert. In *Tabelle 4* werden die Effekte im Umstieg auf das alternative

Konzept dargestellt. In den kritischen Bereichen wird durch die Maßnahmen eine Reduktion der Umweltwirkungen im Bereich zwischen -7 und -3 % entstehen. Zunahmen entstehen im P-Bedarf und beim Flächenbedarf. Die Veränderungen sind deshalb nicht deutlicher, weil viele Baugruppen ohne grundlegende Systemveränderung nicht alternativ ausgeführt werden können. Die Fundamente und Güllegruben bleiben bei beiden Varianten in Stahlbeton. Auch Inneneinrichtung und Melktechnik wurden nicht verändert. Ein deutlicher Unterschied wird erst entstehen, wenn ein alternativer Stall mit regionalem, wenig bearbeiteten Rundholz auf Punktfundamenten errichtet wird. Der Stallboden wäre in dichtem Lehm zu gestalten. Das Wirtschaftsdüngersystem wäre auf Stapelmist umzustellen. Der Handlungsspielraum wird also erst dann groß, wenn eine deutliche Änderung in der Gesamtstruktur durch ein geändertes Verfahren möglich wird.

Zusammenfassung und Empfehlungen

Ausgehend vom Einleitungsziat des Theodor Fontane bestätigt dieser Beitrag stringent, dass auch das landwirtschaftliche Bauwesen in noch unbestimmtem Ausmaß die Umwelt beeinträchtigt. Die normierte Ökobilanzierung geht diesen negativen Beziehungen in unterschiedlichsten Bereichen nach und bezeichnet das Ergebnis als Umweltwirkung. Der Ansatz der Ökobilanzierung beruht darauf die Wirkung von kleinen Einzelteilen und Prozessen zu erkunden und über deren Einsatzmengen auf ein produktives Gesamtsystem zu übertragen. Auch wenn in diesem Beitrag die Umweltwirkungen von Gebäuden im Vordergrund stehen, so muss doch festgehalten werden, dass die Komplexität landwirtschaftlicher Betriebe weit über diesen Teilbereich hinausgeht. Gemeinsam ist allen Bereichen, dass viele Wirkungen in unterschiedlichen Anteilen über mehrere Betriebsbereiche hinweg gefunden werden können. Was die Analyse in Gebäuden findet, das findet sich auch in anderen Mengenverhältnissen in Maschinen usw. Da die Fracht an Umweltwirkungen bei der Erzeugung von Baumaterialien und der Errichtung der Gebäude entsteht, hat die Methode der jährlichen Bewertung für die Dringlichkeit des Handlungsbedarfes große Bedeutung. Wir müssen uns methodisch mit der Bewertung der Nutzungsdauer und mit der Verwertung beim Abriss des Gebäudes auseinandersetzen. Beide Aspekte werden im Beitrag beschrieben. Eine erste bedeutende Kernbotschaft lautet in diesem Zusammenhang: Gebäude müssen so errichtet werden, dass sie ihrer Funktion möglichst lange gerecht werden können. Die primäre Fracht bei der Errichtung wird wiederum von den gewählten Materialien und Baugruppen bestimmt. Je weiter wir uns hier vom Ursprung einfacher Materialien entfernen, umso „teurer“ werden die Baustoffe im Hinblick auf ihre Umweltwirkung. Die Forderung nach langer Nutzung wird umso dringlicher, je komplexer die verwendeten Materialien werden. Diese Erkenntnis führt zur zweiten Forderung: Die Verwendung möglichst gering verarbeiteter Baumaterialien senkt das Risiko von Umweltwirkungen. Der letzte Aspekt betrifft den Umfang landwirtschaftlicher Bauten der stark mit Funktion verbunden ist. Ausschlaggebend für das notwendige Bauvolumen landwirtschaftlicher Betriebe ist der Betriebstyp und die Betriebsfläche. Hier besteht ein großer Unterschied zwischen viehlosen und viehhaltenden Betrieben. Im Betriebszweig der Milchproduktion etwa, muss das

Tabelle 4: Veränderungspotenzial durch ein alternatives Baukonzept

Umweltwirkung	Veränderung in %
Energiebedarf	-5,95
Treibhauspotenzial ohne Tierhaltung	-5,67
Versauerungspotenzial	-3,79
aq. Eutrophierung N	-0,39
aq. Eutrophierung P	+1,66
Human Ökotoxizität	-5,38
Boden Ökotoxizität	-7,07
Wasser Ökotoxizität	-3,55
Ressourcenverbrauch Kalium	-0,15
Ressourcenverbrauch Phosphor	+0,04
Flächenbedarf	+2,05
Abholzung	+0,78
Wasserverbrauch	8,69

Gebäudevolumen in enger Beziehung zur nutzbaren Fläche stehen. Die scheinbar günstigeren Baukosten je Stallplatz im Neubau verleiten fast alle Betriebsleiter Stallungen über die Verhältnisse hinaus zu errichten. Damit setzten sie den in der Einleitung kritisierten Zusammenhang von „Wachse oder Weiche“ in Gang. Die dritte Forderung lautet deshalb: Das Gebäudevolumen ist realistisch an die eigenen Möglichkeiten und den eigenen Bedarf anzupassen. Baustrukturen die ein modulartiges, langsames Wachsen ermöglichen sind hier von Vorteil. Ob und wie die drei Forderungen in den hier untersuchten 57 Milchviehbetrieben umgesetzt wurden ist nicht wirklich bekannt. Deutlich zeigt sich aber in *Tabelle 3*, dass der umbaute Raum pro ha deutlichen Schwankungen unterworfen ist. Dies gilt auch für das Gebäudealter, wobei ein bedeutender Anteil der derzeit benutzten Strukturen schon ein akzeptables Nutzungsalter erreicht hat. Die verwendeten Baustoffe in Österreich sind nicht außergewöhnlich. Es dominieren Gebäude mit massiven Fundamenten, die oft in Holzkonstruktionen nach oben geführt werden.

Für die Analyse von Umweltwirkungen wurden zwischen 2013 und 2016 viele Milchviehbetriebe erfasst und nach den beschriebenen Technik der Forschungsgruppe Ökobilanzen | Agroscope | Schweiz bewertet. Es zeigt sich, dass die Umweltwirkung Energiebedarf, dieser ist eng mit dem Anfall des Treibhauspotenzials verbunden, eine große Bedeutung bei der Errichtung von Gebäuden hat. Bedeutend ist auch der Anteil jener Umweltwirkungen die die Toxizität beschreiben. Alle anderen dargestellten Umweltwirkungen sind gering. Weil sowohl die Treibhausproblematik als auch die Toxizität in direkter Wirkung zu unserer Gesellschaft stehen, sollten die drei aufgestellten Forderung bei jedem Bauprojekt bedacht und weitgehend umgesetzt werden.

Literatur

- BERGNER, T. (2016): Die gierige Gesellschaft: Wie ein Gefühl eine soziale Revolution auslösen kann, Schattauer, Stuttgart, 325 S.
- DUX, D.; ALIG, M. und HERZOG, D. (2009): Umweltwirkungen von landwirtschaftlichen Gebäuden. *AgrarForschung* 16 (8), 284-289.
- ECOINVENT (2011): Ecoinvent LCA-Database, Ecoinvent, Zürich.
- FINKBEINER, M.; INABA, A.; TAN, R.B.H.; CHRISTIANSEN, K. und KLÜPPEL, H.J. (2006): The new international standards for life cycle assessment: ISO 14040 and ISO 14044. *International Journal of Life Cycle Assessment* 11, 80-85.
- GILLENKIRCH, R. (2017): Gablers Wirtschaftlexikon. <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/8004/homo-oeconomicus-v12.html>.

- GUINÉE, J.; GORREE, M.; HEIJUNGS, R.; HUPPES, G.; KLEIJN, R.; UDO DE HAES, H.; VAN DER VOET, E. und WRISBERG, M. (2002): Life Cycle Assessment. An operational guide to ISO standards. Volume 1, 2, 3. Centre of Environmental Science, Leiden University (CML), The Netherlands.
- HERNDL, M.; BAUMGARTNER, D.U.; GUGGENBERGER, T.; BY-STRICKY, M.; GAILLARD, G.; LANSCHKE, J.; FASCHING, C.; STEINWIDDER, A. und NEMECEK, T. (2016): Einzelbetriebliche Ökobilanzierung landwirtschaftlicher Betriebe in Österreich, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irnding-Donnersbachtal, 93 S.
- KLÖPFER, W. und GRAHL, B. (2007): Ökobilanz (LCA), Wiley-VCH, Weinheim, 426 S.
- MEYER (1888): Eisenbahn. Meyers Konversationslexikon 4. Auflage, Band 5, 428–447.
- NEMECEK, T.; HUGUENIN-ELIE, D.; DUBOIS, D. und GAILLARD, G. (2005): Ökobilanzierung von Anbausystemen im Schweizerischen Acker- und Futterbau, Agroscope, FAL Reckenholz, Zürich, 156 S.
- WINIWARTER, V. und BORK, H.-R. (2015): Geschichte unserer Umwelt. Sechzig Reisen durch die Zeit, Theiss, Konrad, Stuttgart, 192 S.

Haltung von Neuweltkameliden

Michael Reichmann^{1*}

Zusammenfassung

Da die Zahl der Neuweltkameliden in Österreich stetig steigt, sollten auch entsprechende Richtlinien und Anforderungen an die Tierhaltung gestellt werden. Lamas und Alpakas sind sehr anpassungsfähige Tiere und stellen nur geringe Anforderungen an bauliche Ausstattung von Unterkünften und Haltungsvorrichtungen. Ein entsprechendes Platzangebot in einem geeigneten Stall oder Unterstand, Auslauf und Weidehaltung für Bewegungsfreiheit und Distanzverhalten sind eine dringende Forderung an eine tiergerechte Haltung.

Summary

Since the number of new world camelids in Austria is continuously increasing, appropriate guidelines and requirements for animal husbandry are necessary. Llamas and alpacas are very adaptive and have only low requirements concerning the construction of accommodation and holding devices. Sufficient space in the housing system as well as in the outdoor yard and on pasture is important to meet the animals requirements of freedom of movement and social interactions and to provide an animal-friendly system.

Allgemeines

Neuweltkamele zählen zu der Familie der Kamele. Sie kamen ursprünglich nur in den Anden Südamerikas vor, von wo aus sie sich in den letzten Jahren über nahezu die ganze Erde, einschließlich Österreich, ausbreiteten.

Während das Guanako und das Vikunja wildlebenden Arten der Kamele (Kameliden) darstellen, sind das Lama und das Alpaka domestizierte Formen, deren Haltung und Züchtung als Woll- und Fleischlieferanten bereits vor 4000 bis 5000 Jahren einsetzte.

Haltung in Peru

In ihrer Heimat Peru werden die Neuweltkameliden ganzjährig im Freien ohne Schutz vor Hitze, Kälte und Nässe gehalten. Die Witterung z.B. in den Zuchtgebieten rund um Macusani ist je nach Jahreszeit sehr unterschiedlich. Während in den Regenmonaten November bis März Niederschlagsmengen zwischen 100 und 130 mm/Monat fallen (in höheren Lagen auch in Form von Schnee), gibt es in der Trockenzeit von April bis Oktober kaum Niederschlag.



Die Temperaturen bewegen sich im Durchschnitt zwischen 5°C und 10°C wobei es in den Monaten Juni und Juli auch Temperaturen um minus 10°C geben kann. Im normalen Lebensraum in Höhenlagen zwischen 3500m und 5000m Seehöhe stehen den Tieren keine Bäume oder andere Unterschlupfmöglichkeiten zur Verfügung.

Die Tiere haben deshalb eigene Schutzmechanismen gegen diese Widrigkeiten entwickelt:

1. Das Fell der Neuweltkameliden nimmt keine Feuchtigkeit auf, ist thermoregulierend und bietet durch seine Dichte und Stapellänge optimalen Schutz vor UV-Strahlung in großen Höhen, weshalb besondere Schutzmaßnahmen gegen Umwelteinflüsse nicht zwingend notwendig sind.
2. Die besondere Stellung beim Liegen (Neuweltkameliden winkeln die Füße unter dem Körper ab und ruhen darauf) macht eine Isolierung des Bodens überflüssig.

Haltung in Österreich

Das Österreichische Tierschutzgesetz (TSchG 2004) verpflichtet Tierhalter dafür Sorge zu tragen, dass das Platzangebot, die Bewegungsfreiheit, die Bodenbeschaffenheit, die bauliche Ausstattung, das Klima, die Betreuung und Ernährung sowie die Möglichkeit zu Sozialkontakt den physiologischen und ethologischen Bedürfnissen der Tiere angemessen sind (§13 (2) TSchG 2004).

1. Platzangebot und Bewegungsfreiheit

Mindestanforderungen an eine artgerechte Tierhaltung sind nur für Lamas in der Anlage 11 der 1.Tierhaltungsverordnung (1.ThVO 2004) festgelegt. So wird eine Haltung in mit Zäunen gesicherten Gehegen und einem Stall oder Unterstand (mindestens zwei Seitenwände und Überdachung) gefordert. Lamas sollen, abgesehen von zugekauften Tieren in Quarantäne, besonders aggressiven Tieren oder kranken

¹ Tierarzt, Roseggerstraße 132, A-8670 KRIEGLACH

* Ansprechperson: Dr. Michael REICHMANN, E-Mail: reichmann.dr.@a1.net



Tieren, in Gruppen gehalten werden. Die Mindeststallfläche beträgt pro adultem Tier 2 m², muss jedoch pro Gruppe mindestens 6 m² umfassen. Die Gehegefläche richtet sich nach der Bodenbeschaffenheit. So reichen in Gehegen mit ausschließlich befestigtem Boden 250m² je Tiergruppe bzw. 40m² je adultem Tier, während für sonstige Gehege mindestens 800m² pro Gruppe bzw. 100 m² je adultem Tier zur Verfügung stehen müssen. Die Erhaltung einer Bodenvegetation, die Weidemöglichkeit bietet, ist in Gehegen ohne ausschließlich befestigtem Boden sicherzustellen.

Um den Tieren artgerechtes Verhalten bei der Futteraufnahme zu ermöglichen sollten Gehege mit ausschließlich befestigtem Boden nur in Ausnahmesituationen (z.B. Quarantäne, Separierung aggressiver Tiere) bzw. vorübergehend (z.B. im Winter) erlaubt sein. Da Neuweltkameliden „Stubenhocker“ sind, ist Sorge zu tragen, dass der Auslauf auch in den Wintermonaten ansprechend gestaltet ist (Fütterung im Freien, Gelände schneefrei), da sich die Tiere sonst die ganze Zeit im Stall aufhalten und somit der Platzbedarf dort steigt (ausreichend Platz für Futteraufnahme und Kotplätze muss berücksichtigt werden).

Zur Erhaltung der Bodenvegetation (Kurzrasenweide) muss die Besatzdichte in Gebieten mit mäßiger Vegetation deutlich geringer ausfallen. 800m² Weidefläche für acht adulte Tiere mit Nachzucht sind sehr wenig, da man ja auch Kotplätze und Weidewechsel (z.B. für Weidepflege) einberechnen muss.

Bei den Neuweltkameliden handelt es sich um Distanztiere, d.h., dass die Einzeltiere einen Mindestabstand untereinander einhalten und damit direkten Körperkontakt vermeiden. Aus meiner Sicht sollte im Gehege eine Mindestfläche von 5000m² je Gruppe bzw. 1000m² je adultem Tier zur Verfügung stehen, um den Tieren ein artgerechtes, stressarmes Dasein zu ermöglichen und der Forderung nach Erhaltung adäquater Bodenvegetation und hygienischer Bedingungen gerecht zu werden.

Für die Versorgung verletzter oder kranker Tiere müssen entsprechende Unterbringungsmöglichkeiten vorhanden sein (§15 TSchG 2004). Die Tiere sollen von der Herde getrennt gehalten werden, Sichtkontakt ist aber notwendig. Es kann auch notwendig sein, dass neugeborene Crias mit ihrer Mutter zum Aufbau der Mutter-Kind-Beziehung in den ersten Tagen nach der Geburt von der Herde separiert werden müssen. Dies lässt sich einfach durch kleine Abteilungen im Stall und durch abgegrenzte Bereiche im Gehege bewerkstelligen.

2. Stallboden

Der Boden im Stall oder Unterstand muss geschlossen, rutschfest und trocken sein (Anlage 11, 1.ThVO 2004). Aus hygienischer Sicht empfiehlt sich ein leicht zu reinigender Betonboden der mit genügend Einstreu (z.B. Sägespäne und Heu bzw. Stroh) trocken und rutschfest gehalten wird. Normalerweise legen die Tiere ihre Kothaufen im Freien an. Es kann aber passieren, dass bei ungünstigen Witterungsbedingungen (z.B. längere Regenperiode, Schnee im Gehege) die Tiere aus Bequemlichkeit den Kothaufen auch im Stall oder Unterstand einrichten. Hier ermöglicht ein geschlossener Boden das saubere Entmisten, regelmäßig erneuerte Einstreu hält den Boden trocken. Zu beachten ist ebenfalls, dass ein rutschiger oder unebener Boden zu Verletzungen der Gliedmaßen (z.B. Frakturen, Kontusionen oder Distorsionen) führen kann.

Auch das Gehege sollte leicht zugänglich sein um entsprechende Pflegetätigkeiten (z.B. Grasschnitt, Reinigung der Kotplätze, Dünge- und Desinfektionsmaßnahmen, Weidumbbruch und -erneuerung) und Tierbeobachtung (besonders in der Geburtenzeit) problemlos durchführen zu können. Lamas und Alpakas sollten während der Vegetationsperiode ständig Zugang zu Weiden (vornehmlich Kurzrasenweide) haben.

3. Die bauliche Ausstattung

Das für die bauliche Ausstattung der Unterkünfte und die Haltungsvorrichtung verwendete Material, muss für die Tiere ungefährlich sein und sich angemessen reinigen lassen (§18 (1) TSchG 2004). Die Unterkünfte sind so auszuführen, dass die Tiere keine Verletzungen insbesondere durch scharfe Kanten oder Unebenheiten erleiden können (§18 (2) TSchG 2004).

Besonderes Augenmerk ist hier auf die Oberfläche der verwendeten Materialien zu legen, da sich Neuweltkameliden sehr gerne zur Pflege des Vlieses an Haltungsvorrichtungen und Zäunen scheuern und sich durch scharfe Kanten und abstehende Splitter verletzen können.

Futtertröge und Tränken müssen hygienisch sein. Einige Alpakas nehmen z.B. bei warmem Wetter im Sommer gerne ein Bad, weshalb sich Tröge als Tränken nur bedingt eignen. Es ist sicherzustellen, dass Tränken im Winter frostsicher ausgeführt sind. Da die Neuweltkameliden Synchronfresser und Distanztiere sind, müssen außerhalb der Vegetationszeit ausreichend Fressplätze in unterschiedlichen Bereichen des Stalles zur Verfügung stehen.

Auch die Umzäunung des Geheges sollte entsprechend ausgeführt werden. Zäune müssen für die Tiere gut erkennbar sein (Anlage 11, 1.ThVO 2004) und die Herde vor schädlichen Einflüssen von außen schützen. Unwissende Passanten oder Besucher stellen oft durch übertriebene Fürsorglichkeit (nicht artgerechte oder verdorbene „Futtermittel“) ein Risiko dar. Hunde und Raubtiere können die Herde verunsichern und Panikreaktionen auslösen. Wildtiere und auch landwirtschaftliche Nutztiere können Infektionserreger (z.B. Lippengrind, Infektiöse Keratokonjunktivitis, Bösartiges Katarrhal-fieber) und Parasiten (z.B. Bandwürmer, Leberegel) in die Neuweltkamelidenherde einbringen. Auf sägeraue Bretter und Schwartlinge als Baumaterial für Zäune sollte wegen der Verletzungsgefahr der Tiere verzichtet werden.

4. *Klima*

Neuweltkameliden sind sehr anpassungsfähig, was auch die nahezu weltweite Verbreitung beweist. An heißen Sommertagen sind die meisten Tiere für eine Abkühlung mittels Berieselung oder Rasensprenger sehr dankbar, ansonsten erfüllt ein ständig zugängiger Offenstall oder Unterstand die Anforderungen der Tiere.

Literatur

- TSchG (2004): Bundesgesetz über den Schutz der Tiere, Bundesministerium für Gesundheit und Frauen.
- 1.ThVO (2004): Verordnung der Bundesministerin für Gesundheit und Frauen über die Mindestanforderungen für die Haltung von Pferden und Pferdeartigen, Schweinen, Rindern, Schafen, Ziegen, Schalenwild, Lamas, Kaninchen, Hausgeflügel, Straußen und Nutzfischen, Bundesministerium für Gesundheit und Frauen.

Mutter- und Ammengebundene Kälberaufzucht - Welche Aspekte sind bei Stallbau und Management zu beachten

Claudia Schneider^{1*}

Zusammenfassung

Mit der mutter- und ammengebundenen Kälberaufzucht kann dem natürlichen Verhalten der Rinder besser entsprochen werden als mit der üblichen künstlichen Aufzucht. Das Kalb trinkt Milch vom Euter, zwischen Kuh und Kalb kann eine soziale Bindung entstehen. Dabei haben sich in der Praxis sehr verschiedene Ansätze entwickelt: ob die Kälber nur bei der Mutter oder noch bei einer Amme saugen, ob diese noch gemolken wird, wie lange der Kontakt zwischen Kuh und Kalb ist, wo und wann das Säugen stattfindet. Für den Stallbau bedeutet

diese Aufzucht, dass es nach wie vor einen guten Kälberstall braucht und zusätzliche Einzelboxen für einen guten Start und die Angewöhnung von Kalb und Kuh. Weil sich die Kälber nun im Kuhstall bzw. Bereichen davon aufhalten, müssen diese entsprechend gestaltet sein. Das Management besteht in erster Linie aus sehr guter Tierbeobachtung und flexibler Planung. Über Beobachtungen muss sichergestellt werden, dass die Kälber genügend Milch und Festfutter erhalten und die Euter der Kühe leer werden. Eine bewusste regelmässige Beziehungspflege verhindert, dass die Kälber verwildern. Die grösste Herausforderung bleibt das Absetzen der Kälber.

Die übliche landwirtschaftliche Praxis auf Milchviehbetrieben besteht darin, die Kälber an ihrem ersten Lebenstag von ihren Müttern zu trennen, damit diese normal gemolken werden. Die Kälber werden anschliessend meistens zweimal am Tag mit Milch aus Nuckeleimern gefüttert bzw. über einen Tränkeautomaten mit Milch oder Milchaustauscher versorgt. Diese Verfahrensweise entspricht nicht dem artgerechten Verhalten, bei der das Kalb am Euter der Mutter die Milch trinken kann und eine soziale Beziehung zwischen Kuh und Kalb entsteht. Inzwischen gibt es immer mehr Betriebe, die mit dem System der mutter- und ammengebundenen Kälberaufzucht versuchen, dem natürlichen Verhalten ihrer Tiere zu entsprechen.

Natürlicherweise sondert sich die Kuh für die Geburt von der Herde ab. Nach der Geburt leckt die Kuh das Kalb intensiv und umsorgt es. Das Kalb steht auf und trinkt nach ca. 1 Stunde die wertvolle Kolostralmilch. In den ersten 24 Stunden nach der Geburt findet die Prägung statt, die Kuh erkennt ihr Kalb nun. Während das Kalb am versteckten Ort bleibt, geht die Kuh zum Fressen zurück in den Herdenverband, kommt aber immer wieder, um das Kalb zu lecken und zu trinken. In den ersten 2 Wochen säugt das Kalb 6 bis 8 Mal pro Tag, ab der dritten Woche 4 bis 5 Mal. Zu diesem Zeitpunkt nimmt die Kuh ihr Kalb mit in die Herde, wo es sich der Kälbergruppe anschliesst. Nach 5 Monaten verlässt das Kalb diesen „Kindergarten“ wieder und läuft mit den älteren Tieren mit. Das Absetzen von der Mutter findet bei weiblichen Tieren mit 8 bis 9 Monaten, bei den männlichen mit 11 Monaten statt.

Auf den Betrieben gibt es sehr verschiedene Lösungen dafür, dem Kalb die Milchaufnahme am Euter und eine Beziehung zur Kuh zu ermöglichen. Die Lösungen unterscheiden sich in:

- der Kuh, an der das Kalb saugt (Mutter oder Amme) und darin ob die Kuh zusätzlich gemolken wird
- der Häufigkeit und Dauer des Kontaktes (permanent oder restriktiv zum Säugen)
- der Dauer der Säugeperiode (kurzzeitig oder bis zum Absetzen)
- Zeitpunkt und Ort des Zusammentreffens (vor/nach dem Melken)
- den Kälbern, die einbezogen werden (Aufzucht und/oder Mast)

Aus diesen verschiedenen Lösungsansätzen resultieren unterschiedliche Anforderungen an den Stallbau und an das Management. Gleichzeitig stellen natürlich der bestehende Stall und vorhandene Abläufe Entscheidungskriterien dar, wie auf einem Betrieb Lösungen gefunden werden.

Stallbau

Auch bei der mutter- und ammengebundenen Kälberaufzucht ist grundsätzlich ein separater Kälberstall erforderlich, in dem den Kälbern eine Liegefläche, Futter und Wasser zur Verfügung stehen. Dass die Kälber sich in einer Gruppe zusammen aufhalten, entspricht der natürlichen Bildung eines Kindergartens.

In einem eigenen Kälberstall können Futter und Wasser in einer an die Grösse der Kälber angepassten Höhe und Qualität angeboten werden. Auf den meisten Betrieben sind die Kälber zudem nicht dauernd bei den Kühen und eine Trennung zum Melken der Kühe, für die Nacht oder ausserhalb der Säugezeiten wird somit möglich. Spätestens zum (graduellen) Absetzen von der Milch braucht es die Separationsmöglichkeit. Betriebe, die mit Ammen arbeiten,

¹ Forschungsinstitut für biologischen Landbau, Department für Beratung, Bildung und Kommunikation, Ackerstraße 113, Postfach 219, CH-5070 FRICK

* Ansprechperson: Dr. Claudia SCHNEIDER, E-Mail: claudia.schneider@fibl.org

können grössere Kälber später vom Kälberstall zu den Kühen lassen und damit eine Reduktion der aufgenommenen Milchmenge erreichen.

Im Kuhstall müssen zusätzliche Abkalbe- bzw. Einzelboxen eingeplant werden. Die ersten Tage oder Wochen nach der Geburt wird die Kuh mit Ihrem Kalb alleine in einer Einzelbox gehalten. Dadurch kann sich die Beziehung zwischen dem Kalb und der Kuh entwickeln, das Kalb kann ohne Störung genügend (Biest-)Milch aufnehmen. Arbeitet ein Betrieb vorrangig mit Ammen, können Kalb und Amme in diesen Einzelboxen miteinander vertraut gemacht und aneinander gewöhnt werden.

In restriktiven Systemen, wo die Kälber und Kühe nur zu den Säugezeiten zusammen sind, muss ein guter Ort im Stall fürs Zusammentreffen gefunden werden. Je nach Platzverhältnissen nutzen die Betriebe einen Teil des Kuhstalles oder den Kälberstall. Es ist von Vorteil, wenn Kuh- und Kälberstall nicht weit voneinander entfernt sind. Natürlich lernen die Tiere den Weg schnell und brauchen auch nicht wirklich eine Aufforderung, aber der zeitliche und Putz-Aufwand wird grösser je weiter entfernt. Sehen die Kälber in den Kuhstall, lernen sie durch Nachahmen schnell von den Kühen wie z.B. die Raufutteraufnahme.

Bei Ammensystemen mit permanentem oder über mehrere Stunden dauerndem Kontakt muss der Stallbereich, in dem die Ammen mit ihren Kälbern gehalten werden, wie ein Mutterkuhstall ausgestattet sein. Die Abtrennungen müssen kälbersicher sein, alle Ressourcen müssen für die Kälber gut zugänglich sein.

Generell sollten die Bereiche, wo die Kälber sich aufhalten werden, auf Gefahren hin geprüft werden. Ein bestehender Milchviehstall ist nicht für die Anforderungen von Kälbern gebaut. Das Entmistungssystem, das Fressgitter, die Abtrennbügel der Liegeboxen und ein glatter Boden stellen Gefahrenpotentiale dar, die im Bedarfsfall angepasst werden müssen.

Management

Neben den stallbaulichen Anpassungen spielt vor allem das Management eine grosse Rolle für die Etablierung einer mutter- und ammengebundene Kälberaufzucht.

Die durch ein Kalb aufgenommene Milchmenge kann höchstens abgeschätzt werden. Eine Kontrolle des Milchkonsums ist nicht mehr in dem Maße wie beim Nuckel-eimer oder beim Automaten möglich. Das heisst, die Tierbeobachtung wird zum zentralen Instrument. Wer kein Interesse dafür hat, wird sich schwer tun. Die Bereitschaft zur flexiblen Planung ist die zweite wichtige Voraussetzung, besonders in der Anfangsphase, wenn auf dieses System umgestellt wird. Wer Vertrauen in seine Kühe hat, wird flexibel reagieren können.

Nicht nur die genügende Milchaufnahme muss am Kalb selber erkannt werden, auch die Festfutteraufnahme muss im Blick bleiben. Damit die Kälber nach dem Absetzen keinen starken Wachstumseinbruch erleiden, sollten sie schon vorher eine gute Festfutteraufnahme haben. In der Praxis ist zu beobachten, dass die Kälber eher gut mit Milch versorgt sind - und sich dadurch prächtig entwickeln. Der Vergleich mit anderen Kälbern hinkt hier, weil in der künstlichen Aufzucht der Milcheinsatz immer noch gering



Abbildung 1: Direkt aneinander angrenzende Stallbereiche für Kühe und Kälber erleichtern in Systemen mit restriktivem Kontakt das Zusammenstreffen.



Abbildung 2: Weil Jungkühe keine oder wenig Erfahrung haben, ist bei diesen Tieren eine besonders gute Beobachtung nötig.

ist, auch wenn man inzwischen das Potential eines guten Wachstums in den ersten Monaten erkannt hat.

Vom Management ist auch zu lösen, wie man die Kälber auf eventuelle spätere andere Haltungsbedingungen vorbereitet. Im Idealfall werden alle Kälber am Euter abgetränkt. Kommen Kälber auf Mastbetriebe, sind solche mit einer Mast an Ammen die einfachste Lösung. Für den Verkauf an andere Mastbetriebe müssen die Kälber erst das Trinken am Nuckel erlernen.

Bei den Kühen ist die Leerung der Euter ein wichtiger Beobachtungsparameter. Störungen der Milchabgabe beim Melken treten auf, wenn Kühe gleichzeitig vom Kalb besaugt werden. Mit Ammen, die von Kälbern geleert werden und gar nicht mehr maschinell gemolken werden, umgeht

man das Problem. Betriebe, die alle Kühe in den Melkstand nehmen (wollen), um Ihnen das „Milchkuh-Sein“ nicht abzugewöhnen, haben aber durchaus Systeme gefunden, wie die Euter trotz Melken mit gleichzeitigem Säugen leer werden. Und die Erfahrung zeigt, je länger das System (regelmässig) läuft, desto besser funktioniert es.

Säugen mehrere Kälber an einer Kuh, ist bei der Kontrolle der Euter zudem der Zustand der Zitzen zu kontrollieren. Rissige Zitzen bedürfen einer Pflege.

Vor allem in ammengebundenen Systemen mit saisonaler Abkalbung, wo die Ammenkühe mit den Kälbern auf die Weide gehen, ist die Verwilderung ein Thema. Es empfiehlt sich, bewusst und regelmässig die Beziehung zu den Tieren zu pflegen. Eine frühe positive Prägung erreicht man am einfachsten durch die Anwesenheit bei der Geburt und das Ansprechen und Streicheln der neugeborenen Kälber. Werden die Kälber (zweimal) täglich zum Säugen vom Men-

schen zu den Kühen gelassen, bedeutet das ebenfalls eine positive Erfahrung, so dass die Angst der meisten Betriebe, wilde Kälber zu erhalten, unbegründet blieb.

Nicht vollständig gelöst ist die Frage, wie das Absetzen ohne Stress für Kalb und Kuh vollzogen werden kann. Sicher verursacht eine schrittweise Entwöhnung im Vergleich zum abrupten Absetzen weniger Trennungsschmerz. Auch liegen gute Erfahrungen damit vor, wenn die Kuh zum Kalb noch visuellen und Körperkontakt durch ein Gatter hindurch haben kann. Aber weil man die Bindung entstehen lässt, ist es umso schwieriger, sie zu trennen.

Literatur

SPENGLER NEFF, A. et al., 2015: Mutter – und Ammengebundene Kälberaufzucht in der Milchviehhaltung. FiBL-Merkblatt, Forschungsinstitut für biologischen Landbau, Frick (CH)

Bauliche und Lüftungstechnische Konsequenzen der Novellierung der DIN 18910

Wolfgang Büscher^{1*}

Zusammenfassung

In diesem Beitrag werden die Planungsgrundsätze und die wesentlichen Änderungen zur der DIN 18 910 (2017) im Vergleich zur Vorgängerversion aus dem Jahre 2004 beschrieben. Die Planungsgrundsätze orientieren sich an den aktuellen Tierschutz- und Umweltschutz-Anforderungen. Wesentliche Änderungen ergeben sich aus den

Beschlüssen, keine regional spezifische Sommerluftrate mehr zu berücksichtigen und auf der Anerkennung von nachweisbaren Kühlleistungen bei der Sommerluftratenberechnung. Beide Entscheidungen tragen – in der Hoffnung aller beteiligten Normenausschuss-Mitglieder – zum schonenden Umgang mit wertvollen Ressourcen, zur Emissionsminderung und zum Tierwohl bei.

Schlagwörter: Wärmeschutz, Luftraten, Gebäudeschutz

Einführung

Die DIN 18 910 ist in erster Linie eine Baunorm, in der die erforderlichen Rechenschritte für die Wärmebilanzierung eines Stalles aufgeführt sind. Indirekt stellt sie aber auch die Grundlage für die Dimensionierung der Lüftungsanlagen in zwangsbelüfteten Ställen in Deutschland dar, weil die Abfuhr der Raumlasten im Winter und im Sommer einen wesentlichen Bestandteil dieser notwendigen Berechnungen darstellt.

Geltungsbereich und Vorgehensweise

Die DIN 18 910 in der Fassung von 2017 stellt die vierte Überarbeitung dieser Norm seit ihrem ersten Erscheinen im Jahre 1974 dar. Während bei der Version aus dem Jahre 2004 beabsichtigt war, einen Teil II für frei belüftete Gebäude zu erstellen, ist man in der aktuellen Version wieder davon abgerückt, sodass sich der Geltungsbereich auf zwangsbelüftete, wärmegeämmte Gebäude beschränkt. Das sind in der Konsequenz in erster Linie Schweine- und Geflügelställe für Legehennen und Masthähnchen. Rinder- und Putenmastställe sind in Deutschland überwiegend als Außenklimaställe (also ohne Zwangslüftung und ohne Wärmedämmung) konzipiert.

In Bezug auf die Vorgehensweise bei der Planung gibt die Präambel wichtige Hinweise:

„Die vorliegende Norm dient in erster Linie dem vorbeugenden Gebäudeschutz von Tierställen. Die Planungsschritte sollen sicherstellen, dass der Wasserdampf im Winter aus dem Stall abgeführt wird. Gleichzeitig soll den im Stall befindlichen Tieren und Menschen ganzjährig eine zufriedenstellende Luftqualität bereitgestellt werden.

Für die Aufstellung der dazu erforderlichen Wärmebilanzen sind Berechnungen

- zum Tierbesatz;
- zum Lüftungswärmestrom;
- zum Transmissionswärmestrom

unter Winter- und Sommerbedingungen erforderlich.

Planung und Dimensionierung im Sinne dieser Norm (und der zugrundeliegenden Rechengänge) orientieren sich an extremen Einsatzbedingungen, zum Beispiel am minimalen Tierbesatz im „Winter“ und dem maximalen Tierbesatz im „Sommer“. Alle Zwischenzustände sollen durch die Einstellungsmöglichkeiten der Lüftungsanlage - entsprechend des momentanen Bedarfes - vorgenommen werden können.

Der Rechengang der DIN 18910 1 soll es ermöglichen, die große Individualität der verschiedenen Stallanlagen bei der Planung zu berücksichtigen. In der Konsequenz sind die im Anhang aufgeführten Luftraten-Tabellen lediglich „Fallbeispiele“, deren Übertragbarkeit auf den konkreten Stall im Einzelfall zu prüfen ist.“

In der Konsequenz bedeutet dies, dass zur Ausführung und zur Einstellung von Lüftungs- und Heizungsanlagen in der Norm nicht weiter Stellung genommen wird und dieses den Herstellern und Landwirten - im Sinne guter fachlicher Praxis - überlassen wird.

Bei der aktuellen Überarbeitung hat sich – wie schon in 2004 – das Problem ergeben, dass es wenige Untersuchungen zu den tierphysiologischen Kennwerten gibt, die sich auf die aktuell in den Ställen befindlichen Tierrassen und Herkünfte beziehen. Die in der DIN 18910 angegebenen Werte basieren daher auf den Angaben im CIGR-Report 2002 (siehe *Abbildung 1*) und den Ergänzungen aus dem Jahre 2008 (siehe *Abbildung 2*) auf der physiologischen Stoffwechselleistung der Tiere bei der jeweils genannten Temperatur der Stallluft.

Diese tabellarischen Werte beziehen sich auf durchschnittliche Tierleistungen bei üblicher Fütterung und Haltung und sind Durchschnittswerte eines Tages (24 h). Da die Berechnungsmethoden im Anhang A der DIN 18 910 aufgeführt sind, können andere Kalkulationsgrundlagen verwendet werden, wenn aktuellere Basisliteratur verfügbar ist. Hier wären Untersuchungsergebnisse aus dem Geflügelbereich besonders wichtig, weil sich der züchterische

¹ Universität Bonn, Institut für Landtechnik, Nußallee 5, D - 53115 BONN

* Ansprechperson: Prof. Dr. Wolfgang BÜSCHER, E-Mail: buescher@uni-bonn.de

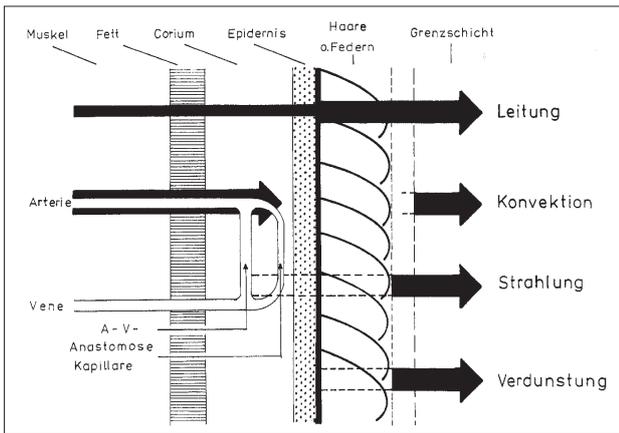


Abbildung 1: Mechanismen zur Wärmeabgabe, die den Nutzieren zur Verfügung stehen (Quelle: Vorlesungsunterlagen Prof. Büscher, Universität Bonn)

Fortschritt dort besonders schnell entwickelt und in diesem Bereich die Basisdaten der DIN-Norm einer regelmäßigen Aktualisierung bedürfen.

Eine dynamische Anpassung der Tierleistung ist in den Berechnungsformeln in der Regel möglich, weil sich die Wärmeproduktion der Tiere immer als Summe aus einem Wert für die „Erhaltung“ sowie einem Wert für die „Leistung“ ergibt. Der Leistungswert ergibt sich z. B. bei wachsenden Tieren aus den täglichen Zunahmen und kann somit dynamisch angepasst werden. Aus wissenschaftlicher Sicht sollte das jedoch nicht unbegrenzt durchgeführt werden, weil solche Extrapolationen sehr schnell zu Unter- oder Überschätzungen der Wirklichkeit führen können. Hintergrund ist die Tatsache, dass der Tierbestand, aus dem die Berechnungsgrundlagen abgeleitet wurden, solche Leistungen nicht aufgewiesen hat und man nicht sicher sein kann, ob der vermutete Zusammenhang auch oberhalb des Untersuchungsbereiches so besteht.

Änderungen gegenüber der Vorversion

In der neuen Version der Norm wird nicht mehr nach zwei Klimazonen in der Sommersituation unterschieden. Es gibt für ganz Deutschland nur noch eine Sommerlufratenberechnung. Die Gründe hierfür sind pragmatischer Natur:

- in anderen Ländern der EU gab es diese Unterscheidung nie, so dass die Sommerlufraten in einigen Regionen Deutschlands (aus der Sicht nicht-Deutscher-Lüftungsfirmen) extrem überzogen waren.
- Es gab immer wieder Probleme bei der Zuordnung der Standorte, in welcher Zone sie liegen. Da sich ein Unterschied von 33 % in der Anlagendimensionierung durch die Zuordnung ergibt, hatte diese einen starken Kosteneffekt, der immer wieder zu Diskussionen über Vor- und Nachteilen von Standorten geführt hat.

Fakt ist, dass - nach den Erfahrungen der an der Norm beteiligten Personen - die Sommerlufrate wenig Einfluss auf das Wohlbefinden der Tiere hat. Viel wichtiger wurde eine gute Luftführung und eine Ansaugung von möglichst kühler Frischluft im Sommer bewertet. Beide Einflussfaktoren lassen sich durch die Anlagendimensionierung nicht beeinflussen.

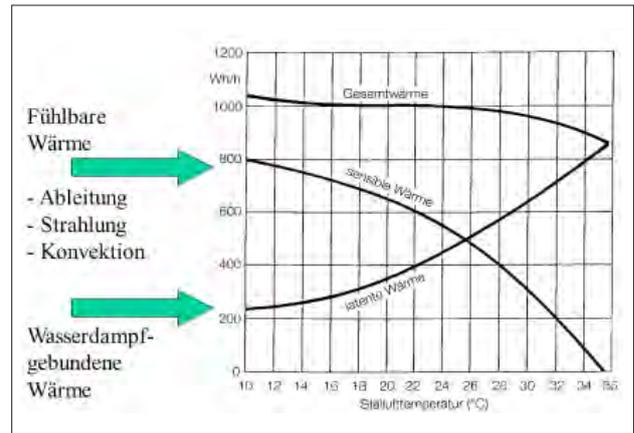


Abbildung 2: Wärmeabgabe von Schweinen in Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur. Grundsätzlich gilt: je höher die Umgebungstemperatur, um so bedeutender wird die Wärmeabgabe über Verdunstung (Bildquelle: Vorlesungsunterlagen Prof. Büscher, Universität Bonn)

Die Höhe der Sommerlufrate hat in Deutschland aktuell einen zweiten wichtigen Kosteneffekt. Da in vielen Fällen eine Abluftreinigung im Genehmigungsverfahren für die Ställe gefordert wird, ergibt sich aus der Sommerlufrate auch eine Dimensionierungsvorgabe für die Größe dieser ohnehin kostenintensiven Zusatztechnik. Davon sind zwar nicht die Betriebskosten dieser Anlagen betroffen, aber in großem Maße deren Anschaffungspreise.

Eine weitere wesentliche Änderung der neuen Norm ist, dass erstmals bei der Lufratenberechnung im Sommer eine Kühlleistung berücksichtigt werden kann. Dies hat aus den oben genannten Gründen (Stichwort „Abluftreinigung“) eine große Kostenrelevanz, wurde aber grundsätzlich als Tierwohl-Maßnahme eingestuft, um den Tieren eine echte Entlastung unter lang anhaltender Sommerhitze zu verschaffen. Aber auch unter Umweltgesichtspunkten hat diese Entscheidung ihre Berechtigung, weil viele Untersuchungen gezeigt haben, dass die Emissionen mit steigender Lufrate zunehmen, sodass eine Kühlung indirekt auch eine emissionsmindernde Wirkung hat.



Abbildung 3: Die Wasserdampfgebundene Wärmeabgabe zur Entwärmung des Körpers im Sommer erfolgt (je nach Tierart) primär über die Haut oder über die Lunge (Bildquelle: Vorlesungsunterlagen Prof. Sauerwein, Universität Bonn)

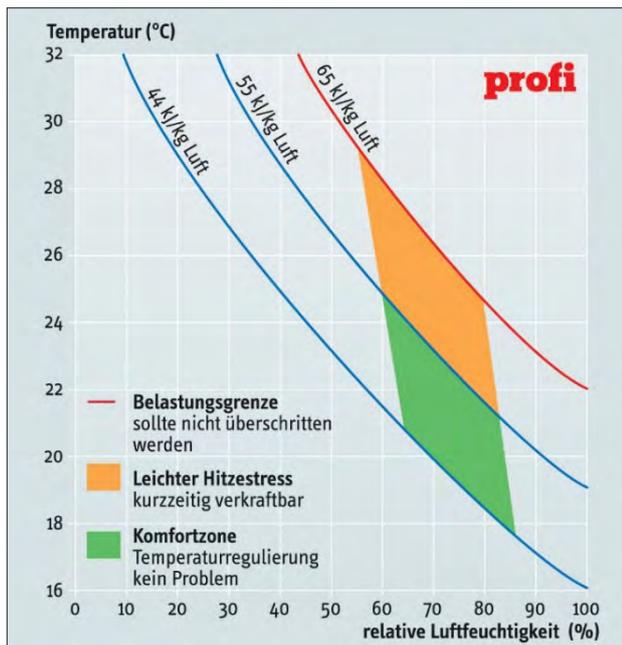


Abbildung 4: Die physiologische Belastung des Tieres lässt sich am besten mit Hilfe von Behaglichkeitsfenstern in einem Diagramm aus Temperatur und Relativer Luftfeuchte darstellen. (Bildquelle: Vorlesungsunterlagen Prof. Büscher, Universität Bonn)

In einigen Fachgremien gab es kontroverse Diskussionen zur Anrechenbarkeit der Sprühbefeuchtung als „Stallkühlung“ zur Minderung der zu installierenden Lüftungsleistung in zwangsbelüfteten Stallanlagen nach DIN 18 910 (2017). Basierend auf den Einwänden zum Gründruck der Norm war deshalb eine grundsätzliche Entscheidung erforderlich. Die Ablehnung basiert auf folgenden Sachzusammenhängen, die sich aus der Physiologie der Nutztiere ergibt.

Unsicher ist, wann genau der Wärmeinhalt der Luft (also die Enthalpie) zum Stressfaktor für die jeweilige Tierart

und den Haltungsabschnitt wird. Untersuchungen zeigen, dass mit steigendem Alter und mit steigender Leistung Hitzestress zunehmend zum Problem wird. Da die biologischen Leistungen der Nutztiere seit Jahrzehnten stetig ansteigen, ist davon auszugehen, dass sich dieser Trend auch in Zukunft fortsetzen wird!

Als Planungsgrundsatz der DIN 18 910 wurde beschlossen, dass der Stall auch unter extremen Bedingungen funktionieren soll (worst-case-Betrachtung). Um den Tieren im Stall auch bei großer Hitze im Sommer die Chance zu geben, sich zu entwärmen, soll die Sprühbefeuchtung (Wasserzugabe zur Temperaturabsenkung ohne Enthalpieabsenkung) nicht als „Kühlung“ zur Minderung der Sommerluftfrate anerkannt werden. Daher heißt es in der aktuellen Norm: „In Ställen, die über eine Kühlungsmöglichkeit verfügen, kann bei der Planung der Sommerluftvolumenstrom entsprechend vermindert werden. Der Nachweis der anrechenbaren Kühlleistung muss durch den Hersteller erbracht oder durch objektive Prüfberichte der Kühltechnik belegt werden. Eine Reduzierung des Sommerluftmassenstroms durch Kühltechniken ist nur bis zu 50 % des Planungswertes „ohne Kühlung“ möglich.“

Literatur:

- CIGR Working Group (2002): Report IV of Working Group on Climatisation of Animal Houses; Heat and moisture production at animal and house levels. Research Centre Bygholm (Denmark), ISBN 87 88976-60-2
- S. PEDERSEN, V. BLANES-VIDAL, H. JOERGENSEN, A. CHWALIBOG, A. HAEUSSERMANN, M.J.W. HEETKAMP and A.J.A. AARNINK: “Carbon Dioxide Production in Animal Houses (2008): A literature Review”. Agricultural Engineering International: CIGR EJournal. Manuscript BC 08 008, Vol. X.
- DIN 18 910-1 (2004): „Wärmeschutz geschlossener Ställe, Wärmedämmung und Lüftung - Planung und Berechnungsgrundlagen“ – Teil 1 (Bezugsquelle: Beuth Verlag GmbH, Burggrafstraße 6, D-10772 Berlin)

Horizontallüfter zur Minderung von Hitzestress im Rinderstall

Eduard Zentner,^{1*} Benedikt Sträußnigg und Philipp Löffler¹

Zusammenfassung

Zunehmend hohe Tagestemperaturen, welche oft in Form von Hitzeperioden über Tage und Wochen andauern, führen leistungsabhängig zu einer enormen Belastung der Milchkühe. Es geht nicht mehr darum ob man den Tieren eine Entlastung bietet, sondern vielmehr geht es in einer gesetzlichen Verpflichtung nach dem Tierschutzgesetz um die Frage, mit welcher Technik man diesen Belastungen im Stall entgegenwirkt. Dabei gibt es eine Vielzahl an technischen Möglichkeiten, letztlich ist aber für jedes Stallgebäude im Einzelnen zu prüfen, mit welcher Technik den Tieren tatsächlich eine Entlastung geboten wird.

Schlagwörter: Hitzestress, Milchvieh, Stallgebäude; Strahlungswärme, Tierwohl, Ventilation

Summary

Increasingly high day temperatures, which often persist in the form of heat periods for days and weeks, lead to an enormous strain on the dairy cattle.

It is no longer a question of whether the animals are relieved, but rather a legal obligation according to the animal welfare law is the question, with which technology we counteracts these burdens in the stables.

There are a lot of technical possibilities, but in the final analysis it is necessary to examine in detail which technique is actually used to relieve the dairy cattle.

Keywords: heat stress, dairy cattle, stable building; Radiation heat, animal welfare, ventilation systems

Einleitung und Problemstellung

Die globalen Simulationen zeigen lt. BÖHM, R. et al. für Europa bis zum Jahr 2050 eine Zunahme der mittleren Jahrestemperatur von etwa 2,5 °C und bis 2100 von 4,5 °C. Diese Werte liegen deutlich über den angegebenen mittleren Globalwerten, was durch die Landmassenverteilung und die atmosphärischen Zirkulationen begründet ist.

Je weiter man in die Zukunft blickt, umso größer sind die Unterschiede in den Szenarien, während aufgrund der Trägheit des Systems für die nächsten drei Jahrzehnte kaum Unterschiede in den Simulationen bestehen. Diese prognostizierte Erwärmung liegt damit höher als der in den letzten 150 Jahren beobachtete Temperaturanstieg in der Region um rund 2 °C (Abbildung 1).

Mit dieser Erwärmung ist auch eine Zunahme aller Arten von positiven Temperaturextremwerten (heiße Tage, absolute Maxima etc.) bei etwa analoger Abnahme der negativen Temperaturextremwerte (Frost, absolute Minima etc.) realistisch zu erwarten.

Das bedeutet für die heimische Landwirtschaft, dass sich die Bedingungen und die Situation im Bereich der Nutztierhaltung weiter verschärfen werden. EITZINGER, J. et al. gehen davon aus, dass mit dem Klimawandel und der einhergehenden Erwärmung auch die Wetterextreme weiter zunehmen

werden (Trockenheiten, Starkniederschläge, Stürme, Hagel, Frost, Hitzeperioden usw.). Es erfolgt eine Verschiebung der Temperaturzonen mit entsprechenden Auswirkungen auf die Phanologie und das Wachstum der Kulturpflanzen. Die Vegetationszeit wird um ca. 7–10 Tage pro Dekade länger und beginnt früher und die Entwicklungsraten der Pflanzen werden beschleunigt. Das Produktionspotenzial in bisher von der Temperatur begrenzten Anbauregionen würde

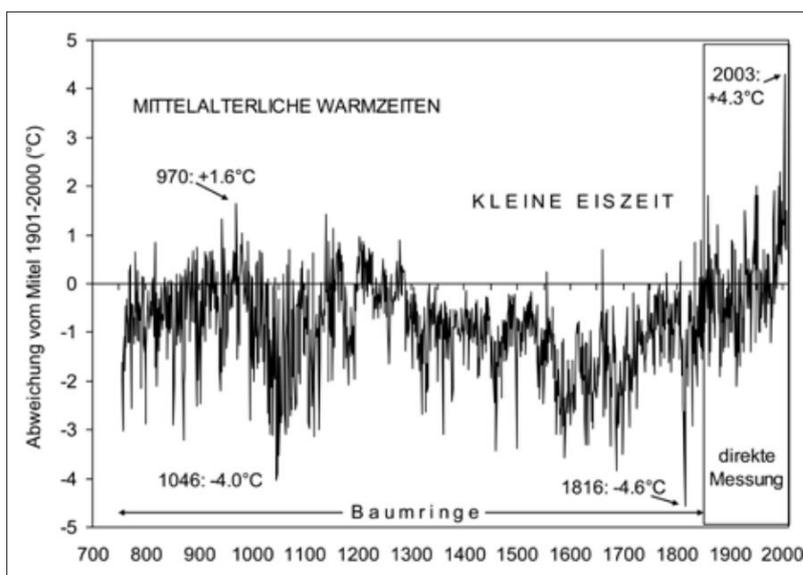


Abbildung 1: Historischer Temperaturverlauf im Alpenraum (aus Baumringen und Messungen) Quelle: BÖHM, R. et al.

¹ HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Abteilung für Stallklimotechnik und Nutztierschutz, Raumberg 38, A-8952 IRDNING-DONNERSBACHTAL

* Ansprechperson: Ing. Eduard ZENTNER, E-Mail: eduard.zentner@raumberg-gumpenstein.at

sich insbesondere durch eine verlängerte Vegetationsperiode verbessern, wie z. B. der Futtergewinnung in vielen niederschlagsreichen Grünlandregionen. Das Risiko von Frostschaden durch Spätfroste, insbesondere bei Obstkulturen, könnte sich durch die frühere Vegetationsperiode an verschiedenen Standorten auch erhöhen. Letztere Aussage von Eitzinger hat sich im letzten Frühjahr sowie in den letzten Wochen dieses Jahres bereits dramatisch bewahrheitet. In gleichem Maße strebt die Milchproduktion nach immer mehr Leistung, mittlerweile werden auch in heimischen Stallungen vielfach mehr als 10.000 Liter/Jahr, in einzelnen Fällen mehr als 12.000 Liter/Jahr im Stalldurchschnitt erzielt.

Damit steht aber auch außer Diskussion, dass nicht nur aus ethischen Gründen sondern vor allem auch aus gesetzlichen Gründen Handlungsbedarf besteht. Wenn nach dem Bundestierschutzgesetz nach §18/5 die Stalltemperatur, als auch die rel. Luftfeuchte in einem Bereich gehalten werden muss, welcher für die Tiere als unschädlich zu bezeichnen ist, dann ist die Frage nach geeigneten Minderungsmaßnahmen tatsächlich obligat.

In *Abbildung 1* verdeutlicht sich, dass es weitläufige Temperaturextreme wie eine „Kleine Eiszeit“ im Mittelalter bereits immer gegeben hat. Eindeutig verschärft hat sich aber die Situation ab dem Jahr 1700 - ein Trend in steigende mittlere Jahrestemperaturen ohne Kehrtwende ist klar ersichtlich.

In *Abbildung 2* stellen die Autoren für den Alpenraum sogar eine noch höhere Zunahme gegenüber der globalen Situation fest.

Luftführung und Stallklima

In Österreich geplante und umgesetzte Laufstallungen werden vom eingangs beschriebenen Außenklima beeinflusst. Unter bestmöglicher Nutzung der natürlichen Luftströmungen und Turbulenzen soll ein entsprechender Luftwechsel im Stall gewährleistet sein. Dabei kommt der Planungsphase, sowohl im Hinblick auf die Positionierung als auch auf die Ausführung der Dachhaut zu. Es gilt vordringlich, den Tieren eine freie natürliche Windanströmung zur Verfügung zu stellen um den Effekt der Verdunstungskühlung (wind-chill-effect) bestmöglich zu nutzen.

Zu den heißesten Tagen gesellen sich allerdings und damit verschärft sich die Gesamtsituation im Stall selbst, hohe Anteile an Calmen (< 0,5m/sec.) bzw. Windstille. Damit steht die Luft im Stall und der gewünschte Effekt durch natürliche Luftanströmung bleibt aus.

Im Rahmen eigener Betriebsbesuche, diese resultieren in der Regel insbesondere auf Anfrage der betreuenden Veterinäre, verdeutlicht sich die Problematik zunehmender Tagestemperaturen sowie unzureichender Berücksichtigung wichtiger Planungselemente. Vorzufinden

sind nach wie vor und trotz ausreichender Fachliteratur unzureichend gedämmte Dachkonstruktionen, welche neben den Belastungen der herkömmlichen Tagestemperatur eine vielfach unterschätzte Zusatzbelastung in Form von Strahlungswärme verursachen.

Laut HEIDENREICH 2009 beträgt bei wolkenlosem Himmel die Globalstrahlung etwa 800 W/m². Entsprechend der Farbe der Dachhaut wird ein Teil davon reflektiert. Je heller die Farbe, desto höher die Rückstrahlung. Deshalb sollten bei Außenklimaställen vorrangig Dachplatten in hellen Farbtönen (hellgrau oder weiß) zum Einsatz kommen. Die wirksame Strahlungswärme kann trotzdem noch bis zu 300 Watt je m² Dachfläche betragen. Im Sommer wurden Dachinnentemperaturen eines roten Wellfaserzementdaches

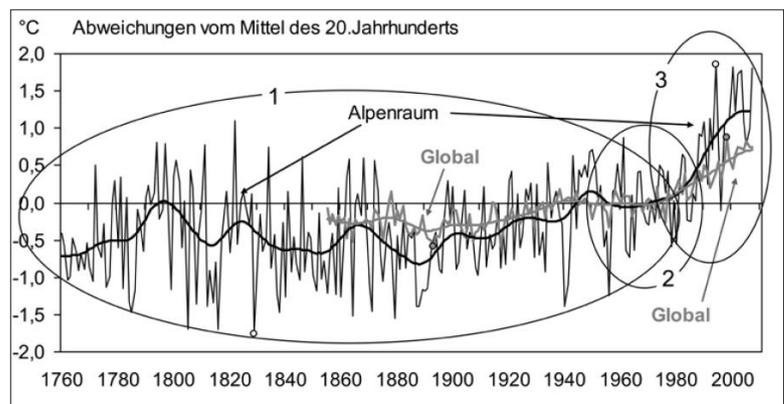


Abbildung 2: Gemessenes Jahresmittel der Lufttemperatur im Großraum Alpen 1760–2007 (schwarz) und im globalen Mittel 1858–2007 (grau). Quelle: BÖHM, R. et al.

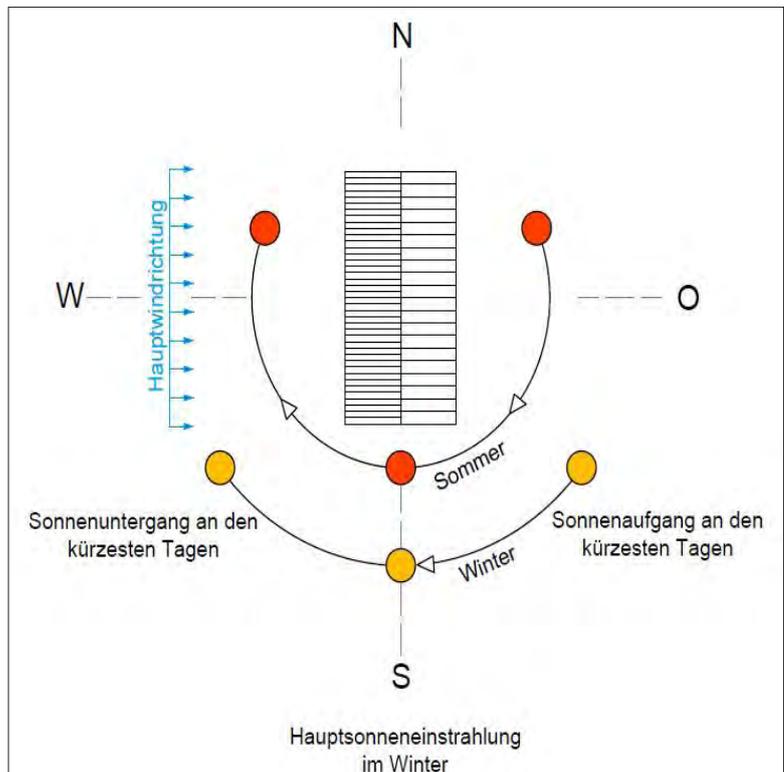


Abbildung 3: Berücksichtigung der Hauptwind- und Himmelsrichtung für Außenklimastallungen, Quelle: ÖKL MB Nr.69 2014

von z. T. über 60 °C gemessen. Bei dunklen grauen (Abbildung 4) oder schwarzen Dächern erhöht sich dies auf etwa 85 °C. Berücksichtigt man eine Dachfläche von etwa 10 m² je Kuh und einen u-Wert der Dachplatten von 3,3 ergeben sich bei Dachtemperaturen von 35 bis 60 °C, zusätzliche Wärmeeinträge zwischen 165 bis 990 Watt je Kuh.

Für die Tiere und in der Folge wirtschaftlich negativ für den Landwirt äußern sich die Mängel in einer Futterdepression, einer verminderten Trächtigkeit sowie vielfachen negativen tiergesundheitlichen Konsequenzen. Eine Abhilfe oder Verminderung dieser extremen Belastungen kann auf unterschiedliche Weise erfolgen. Nachdem die Beurteilung von Hitzestress im Milchviehbereich immer eine Konsequenz aus Temperatur in Grad Celsius sowie der relativen Luftfeuchte ist, muss dies immer im Kontext gesehen werden. Der ursprünglich verstärkte Einsatz von Wasser in Form von Kuhduschen oder Vernebelungstechniken kann dabei die Situation durch das Entstehen von tropischen Bedingungen sogar verschärfen. Aus diesem Grund (siehe Abbildung 5) ist jede Technik zur Minderung von Hitzestress unter Zuhilfenahme von Wasser nicht unsere Empfehlung.

Unschwer ist an Abbildung 5 auch erkennbar, dass die mittlerweile auch in Österreich vorherrschenden Sommertemperaturen mit bis zu 40 Grad Celsius in jedem Fall eine Gefahr für die Tiere darstellen. Es ist völlig ausgeschlossen, dass die Luftfeuchte auf ein Maß reduziert wird, um hier eine Entlastung herbeizuführen. Deutlicher kann auch eine zusätzliche Einbringung von Wasser mit der verbundenen Anhebung der rel. Luftfeuchte mit deren negativen Auswirkung nicht dargestellt werden.

Ventilatoren zur Minderung von Hitzestress

Zum Einsatz kommen vermehrt Axialventilatoren mit einem Durchmesser zwischen 0,7 und 1,4 Metern. Diese Techniken eignen sich besonders für eine gezielte Verbesserung der Luftströmung über den Liegeboxenreihen. Die Tiere sollen insbesondere im Ruhebereich und zum Wiederkäuen beste Bedingungen vorfinden. Dazu sind die Ventilatoren in einer Höhe von etwa 3 Metern über Grund und mit einer Neigung von der Vertikalen von etwa 10 bis 15° zu montieren.

Nach Barnwell ist der bestmögliche Kühleffekt bei etwa 2,5 m/sec. gegeben. Geschwindigkeiten bis 5 m/sec. bringen zwar keinen verbesserten Kühleffekt, sind aber im Nahbereich nicht zu verhindern. Geschwindigkeiten unter 1 m/sec. können

sich insbesondere bei hoher Luftfeuchte ins Negative verkehren (Tabelle 1). Aus diesem Grund sind Angaben der Hersteller betreffend Wurfweiten und Windgeschwindigkeiten für eine gezielte und effektive Planung unerlässlich. Neben den Axialventilatoren, die sich stallspezifisch für eine gezielte Anordnung in jedem Stall eignen, sind sogenannte Horizontal- oder Großraumlüfter am Markt. Diese werden unter der Dachkonstruktion montiert und sollen, je nach

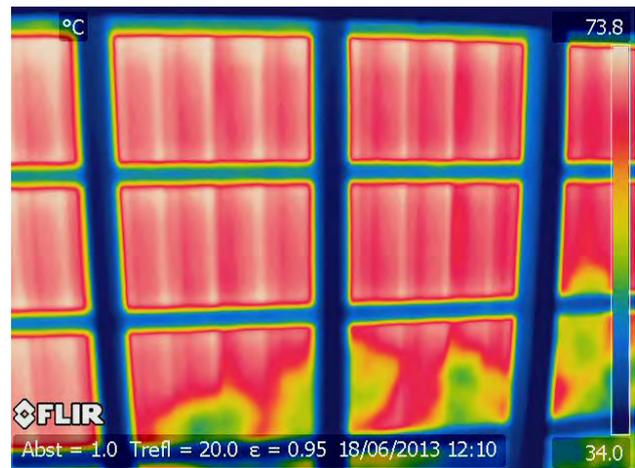


Abbildung 4: Wärmebildaufnahme einer ungedämmten grauen Dachkonstruktion, Quelle: ZENTNER 2013

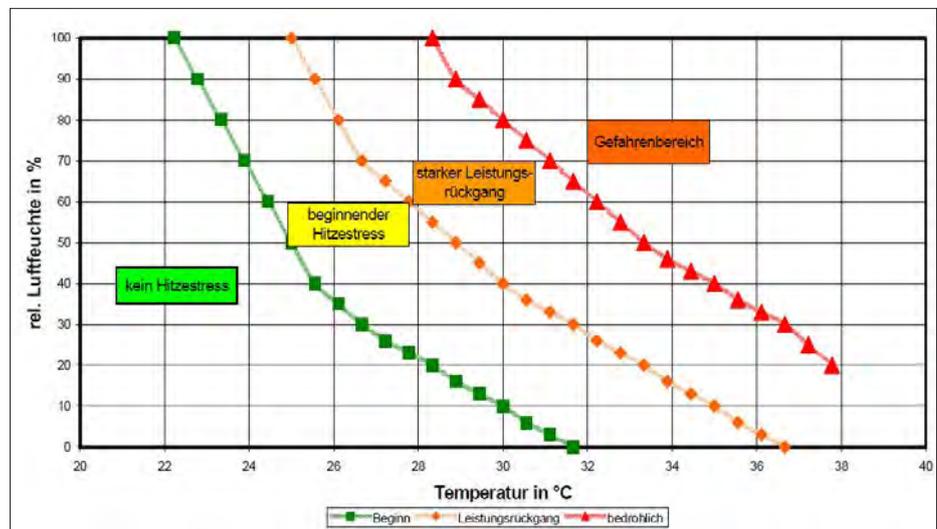


Abbildung 5: THI – Temperature Humidity Index, Hitzestress in Abhängigkeit von Temperatur und Luftfeuchte

Tabelle 1: Kühlwirkung der Luft in K durch Nutzung der Verdunstungskälte (Quelle: BARNWELL; R., 1997)

Temperatur in °C	25		30		35	
rel. Feuchte in %	50	70	50	70	50	70
Luftgeschwindigkeit in m/s	Kühlwirkung					
0,00	0,00	-1,60	0,00	-2,20	0,00	-3,30
0,50	1,10	-0,50	2,80	-0,60	2,80	-0,50
1,00	2,80	0,60	5,00	2,20	8,40	4,50
1,50	3,90	1,70	6,60	3,90	10,60	6,20
2,00	6,20	3,90	8,30	5,00	11,70	8,90
2,50	7,30	5,10	9,40	6,10	12,80	10,60

Ausführung und Durchmesser der Lüfter, für eine großflächige Anströmung und Durchlüftung im Tierbereich sorgen. Verfügbar am Markt sind Durchmesser von 3 bis 7,5 Metern. Laut Firmenangaben saugen die Deckenventilatoren die Luft von oben und blasen kegelförmig und großflächig in den Stall- bzw. bestenfalls in den Liegeboxenbereich aus. Dabei gilt allerdings derselbe Grundsatz wie bei den vertikal, leicht schräg montierten Axialventilatoren. Es braucht eine entsprechende Luftgeschwindigkeit im Tierbereich, um tatsächlich den Effekt der Verdunstungskühlung nutzen zu können. Geschwindigkeiten von weniger als 1 m/sec. reichen speziell bei gehobener Luftfeuchte jedenfalls nicht aus, um eine Entlastung herbei zu führen.

Generelle Empfehlungen:

- Nur getestete Technik ankaufen
- Wurfweiten und Streukegel beachten
- Energieverbrauch und Lärmpegel beachten
- Die größtmögliche Körperoberfläche (Bauch-Rücken) anblasen
- Wenn möglich Frischluft ansaugen (Mist- Güllelager meiden)
- Ansaugen von Norden oder Osten (kühlere beschattete Ansaugstellen)
- Keine Horizontalventilatoren bei ungedämmten Dächern
- In Blasrichtung für offenen Fronten oder Tore sorgen

Praxisbeispiel Horizontallüfter:

Im Rahmen einer Diplomarbeit (LÖFFLER B., STRÄUSS-NIGG P., 2017) wurde ein Milchvieh-Praxisbetrieb in der Weststeiermark von der Anschaffung der Technik über die Montage bis hin zu gutachterlichen Messungen, begleitet. Der Betrieb weist mit ca. 60 Milchkühen eine durchschnittliche Milchleistung von 12.000 Litern auf. Die Tiere werden in einem neuen Offenfront-Außenklimastall gehalten, wobei das besondere Augenmerk auf der ungedämmten, mit einer zementgebundenen Wellplatte (Welleternit) versehenen Dachkonstruktion liegt. Vorangegangene Messungen zeigen eine Plattentemperatur von > 80°, die Höhe der Dachkonstruktion liegt bei ca. 7 Metern über Grund.

Eingebaut wurden laut den Empfehlungen des deutschen Händlers drei Ventilatoren mit einem Durchmesser von 4,80 Metern. Der vom deutschen Hersteller angegebene Wirkungsbereich beträgt beachtliche 26 Meter im Durchmesser. Die Montagehöhe der Flügelblätter liegt am Mittelpunkt ca. 1,5 Meter unter der Dachkonstruktion. Die Drehzahl der Ventilatoren ist über eine elektronische Regelung steuerbar. Die Kosten liegen laut vorliegender Rechnung und ohne Montage bei rund € 20.000,- brutto.

Die Montage selbst gestaltete sich im Wesentlichen unkompliziert. Die Inbetriebnahme der Ventilatoren samt Steuerung war als problemlos zu bezeichnen. Damit blieb die Frage der Wirkungsweise, diese wurde anhand kalibrierter Messgeräte zur Erfassung von Temperatur und rel. Luftfeuchte sowie der Messung der Luftgeschwindigkeit in m/sec. durchgeführt.

Die in der Folge dargestellten Messungen wurden am 5. August 2016 im Rahmen der Diplomarbeit durchgeführt. Gemessen wurde im neu angebauten Special Needs Bereich in 0,4 Meter über Grund. Es waren zu diesem Zeitpunkt keine Tiere im Messbereich, es gilt die freie Anströmung der Messgeräte.

Bei der Darstellung der Geschwindigkeiten in *Abbildung 7* gilt es zu beachten, dass diese im Bereich der Liegeboxen und bei Belegung durch die Kühe auf Grund der Widerstände eher noch geringer ausfallen werden.

Der erste Kreis in *Abbildung 7* bildet den Ventilator-Mittelpunkt ab. Jeder weitere Kreis bzw. Messpunkt befindet sich in einem Abstand von jeweils einem weiteren Meter vom



Abbildung 6: Horizontallüfter über gegenständigen Liegeboxenreihen

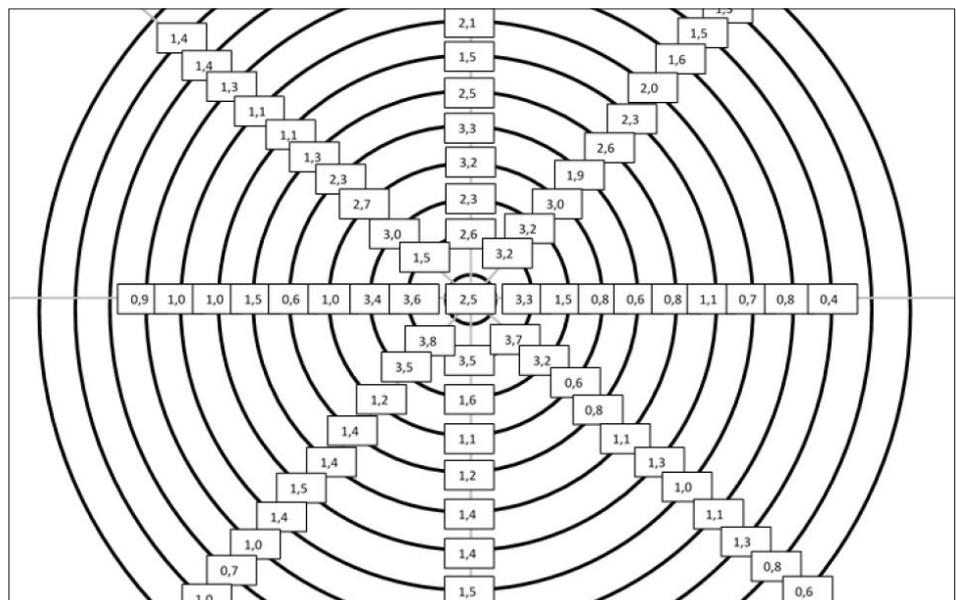


Abbildung 7: Luftgeschwindigkeiten bei voller Leistung in m/sec. im Tierbereich gemessen

Mittelpunkt. Gemessen wurde in den acht Richtungen Nord, Nordost, Ost, Südost, Süd, Südwest, West und Nordwest.

Interpretation der Messungen:

Die Rauchproben bestätigen die logische Konsequenz, dass die heiße Luft unter der Dachkonstruktion angesaugt in den unmittelbaren Tierbereich verbracht wird. Die Messungen bei Volllast (*Abbildung 7*) verdeutlichen, dass der versprochene Wirkungsbereich mit 26 Metern im Durchmesser auch nicht im Ansatz erfüllt wird. Bereits in einem Abstand von 4 Metern vom Mittelpunkt sinkt die Luftgeschwindigkeit in einigen Richtungen trotz freier Anblasung auf weniger als 1 m/sec. (siehe dazu *Tabelle 1*).

Bei 50 % der Ventilatorleistung ist dieser Effekt bereits in einem Abstand von 2 Metern vom Mittelpunkt zu beobachten.

Infolge der Messungen wurde der Händler kontaktiert, dieser wiederum teilte dieses Ergebnis dem Hersteller mit. Die Konsequenz war ein Betriebsbesuch durch einen Berater des Herstellers. Dieser bestätigte die ordnungsgemäße Montage, forderte aber die Montage von Windschutznetzen bzw. rollbaren Curtains. In unserem Auftrag forderte der Landwirt daraufhin die Übermittlung von Testergebnissen oder Messprotokollen. Diese wiederum, so der Hersteller als auch der Händler, standen für dieses Produkt nicht zur Verfügung. Die vor dem Verkauf mündlich als auch schriftlich übermittelten Empfehlungen resultierten aus den Erfahrungen der Vergangenheit.

Daraufhin wurden dem Landwirt die ersten Zahlungsaufforderungen übermittelt. In Absprache mit unserer Dienststelle sowie der Rechtsabteilung der Landwirtschaftskammer Steiermark wurde der deutsche Händler über die rechtlichen und gesetzlichen Bedingungen in Österreich betreffend Garantie und Gewährleistung sowie zur Prüfung von Stalleinrichtungen aufgeklärt. Letztendlich wurden die drei Ventilatoren vom Händler wieder demontiert, dem Landwirt entstanden keine Kosten.

Schlussfolgerungen und Ausblick

Die auch in Österreich mittlerweile vorherrschenden klimatischen Bedingungen machen den Einsatz von zusätzlicher

Technik zur Minderung von Hitzestress im Rinderstall nicht nur notwendig, auf Grund der Gesetzeslage besteht eigentlich die Verpflichtung dazu.

Am Markt ist ausreichend Technik verfügbar, die den Tieren ganz wesentlich die Belastung in einem ausreichenden Ausmaß nehmen kann. Es ergeht allerdings die dringende Empfehlung, insbesondere auch an die Beratung, dass nur in geprüfte und entsprechend effiziente Technik investiert werden sollte. Eine Überprüfung durch die „Fachstelle für tiergerechte Tierhaltung und Tierschutz zur Bewertung und Kennzeichnung serienmäßig hergestellter Haltungssysteme und Stalleinrichtungen“ kann dabei einen wesentlichen Beitrag zu mehr Investitionssicherheit, aber vor allem zu mehr Tierwohl bringen.

An der HBLFA Raumberg-Gumpenstein laufen derzeit umfangreiche Untersuchungen zur Wirkungsweise und Effizienz von mehreren Axialventilatoren. Diese Ergebnisse stehen in Kürze zur Verfügung, ähnliche Untersuchungen gibt es von Kollegen Dr. J. Zahner von der LfL in Bayern.

Literatur

- BÖHM, R. et al.(2007): Mögliche Klimafolgen für die Wasserwirtschaft in Österreich, Herausgegeben in: Auswirkungen des Klimawandels auf die österreichische Wasserwirtschaft; von Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Stubenring 1, 1012 Wien Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband (ÖWAV), Marc-Aurel-Straße 5, 1010 Wien
- EITZINGER, J. et al.(2007): Der Klimawandel und seine absehbaren Folgen für die Landwirtschaft, Herausgegeben in: Auswirkungen des Klimawandels auf die österreichische Wasserwirtschaft; von Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Stubenring 1, 1012 Wien Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband (ÖWAV), Marc-Aurel-Straße 5, 1010 Wien
- HEIDENREICH, T.(2009): Luftführung und energietechnische Aspekte zur Verringerung von Hitzestress in Rinderstallanlagen, Bautagung HBLFA Raumberg-Gumpenstein 2009, S. 29 – 32
- ÖKL Merkblatt Nr. 69; Außenklimaställe für Rinder, Herausgeber: Österreichisches Kuratorium für Landtechnik und Landentwicklung, 1040 Wien, Gußhausstraße 6

Brunsterkennung - Moderne Systeme im Vergleich

Christian Fasching^{1*}

Zusammenfassung

Unter Precision Livestock Farming oder auch Precision Dairy Farming versteht man den Einsatz von Sensortechnik in der Tierhaltung bzw. Milchproduktion. Der rasante Fortschritt eröffnete in den vergangenen Jahren neue Möglichkeiten. Neben zahlreichen Mess-, Steuerungs- und Regelfunktionen in den verschiedensten Bereichen der Milchproduktion, hält mittlerweile die kontinuierliche und individuelle Tierbeobachtung Einzug. Im Wesentlichen geht es dabei um das Erkennen von Brunstereignissen und das Überwachen der Tiergesundheit. In Abhängigkeit vom Systemhersteller nutzen diese Brunsterkennungssysteme Parameter wie Aktivität, Fress- und Wiederkauverhalten sowie die Körpertemperatur. Das Ergebnis sind Brunst- und Geburtsmeldungen sowie Gesundheitsalarme wie „Abfall der Wiederkautätigkeit“, „Minderaktivität“, oder „Anstieg bzw. Abfall der Körpertemperatur“.

Summary

Precision Livestock Farming or even Precision Dairy Farming is the use of sensor technology in livestock farming, respectively dairy production.

The fast progress in recent years has opened new opportunities. Besides many measuring-, control- and regulation functions in different areas of dairy production, continuous and individual observation have found their way into animal production.

Basically it deals with heat detection and monitoring animal health.

Depending on the system, these heat detection systems use parameters such as activity, feeding- and chewing behaviour as well as body temperature. The results are heat- and birth reports as well as health alerts, for example “decrease in chewing activity”, “inactivity” or “increasing/decreasing body temperature”.

Die Brunst erkennen

Studien belegen, dass es schwieriger wurde, die Brunst durch visuelle Beobachtung richtig zu erkennen. So hat sich in den vergangenen Jahren der Anteil der Kühe, die während der Brunst einen Duldungsreflex zeigen, von 80 auf 50 % reduziert. Die Duldungsdauer hat gleichzeitig von 15 auf 5 Stunden abgenommen (DOBSON, WALKER, MORRIS, ROUTLY und SMITH, 2008). Auch die während der Brunst erhöhte Bewegungsaktivität nimmt mit steigender Milchleistung ab (LÓPEZ-GATIUS, SANTOLARIA, MUNDET und YÁNIZ, 2005). Hinzu kommt, dass sich das Brunstgeschehen bei mehr als der Hälfte der Kühe auf die Nacht beschränkt (ROSSOW, 2005). Trotz dieser schwierigen Rahmenbedingungen werden durch die visuelle Beobachtung, in Abhängigkeit vom Aufwand, 60 bis 85% der Brunstereignisse erkannt (BECKER, KANITZ und HEUWIESER, 2005).

Moderne Brunsterkennungssysteme beobachten tierindividuell und über 24 Stunden am Tag. Sie erreichen Brunsterkennungsraten bis über 90 % und erkennen auch Zwischenbrunstperioden oder Kühe die „mitstieren“ richtig. Aus den verschiedensten Motiven heraus, investieren Betriebe in moderne Brunsterkennungssysteme. Fest steht, dass diese Technik eine Unterstützung zur bestehenden Brunstbeobachtung darstellt. Nutzer bestätigen höhere Fruchtbarkeitsleistungen und eine niedrigere Zwischenkalbezeit. Ein weiteres Argument, welches häufig mit Brunsterkennungssystemen in Verbindung gebracht wird, ist die Zeitersparnis. Betriebe, die gezwungen sind die

Arbeitszeit-Effizienz zu steigern, können mithilfe dieser modernen Brunsterkennungssysteme „dasselbe in kürzerer Zeit“ oder „mehr in gleicher Zeit“ erledigen.

Auf Grund der eingeschränkten Möglichkeit zur Brunstbeobachtung sind derartige Systeme auch für Nebenerwerbsbetriebe relevant. Sofern Eltern oder Großeltern die Brunstbeobachtung nicht mehr wahrnehmen können bzw. diese abgeben müssen, sind Brunsterkennungssysteme oft die einzige Alternative.

Brunsterkennungssysteme im Vergleich

Gemeinsam mit der Fachzeitschrift LANDWIRT führte die HBLFA Raumberg-Gumpenstein im vergangenen Winter einen Praxistest durch. Inhaltlich umfasst der Test einen Systemvergleich, die Brunsterkennungsrate und die qualitative Beschreibung der Brunstmeldung, von in Österreich relevanten Brunsterkennungssystemen.

Die Erreichbarkeit und Bereitschaft zum Mitmachen des jeweiligen Vertriebspartners waren weitere Kriterien die für die Teilnahme entscheidend waren. Aufgenommen in den Praxistest wurden letztendlich die Systeme Heatime (Lely), Nedap Neck (Boumatic, Gea, Happel), Smartbow und Smaxtec.

Der Systemvergleich basiert auf Recherchen beim jeweiligen Hersteller mit Stand Jänner 2017. Die Bestimmung der Brunsterkennungsrate und die qualitative Beschreibung der Brunstmeldung erfolgten auf Betrieben, welche mit einem der genannten Brunsterkennungssysteme arbeiten. Die Brunstereignisse wurden entsprechend dem Milchprozes-

¹ HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Abteilung für Tierhaltung und Aufstallungstechnik, Altiirdning 38, A-8952 IRDNING-DONNERSBACHTAL

* Ansprechperson: Dipl.Ing. Christian FASCHING, E-Mail: christian.fasching@raumberg-gumpenstein.at

Tabelle 1: Moderne Brunsterkennungssysteme im Vergleich (Stand Jänner 2017)

	Heatime HR	Nedap Smart Tag Neck	SmartBow	smaXtec
Parameter Brunsterkennung	Bewegungsaktivität	Bewegungsaktivität	Bewegungsaktivität	Bewegungsaktivität
Zusätzliche Qualitative Brunstbewertung in der Benutzeroberfläche	ja, Indexbewertung; (Bewegungs-, Wiederkauaktivitätsänderung und Zyklusregelmäßigkeit)	ja, Dauer und Intensität der Bewegungsaktivitätsänderung	ja, Dauer und Intensität der Verhaltensänderung	keine
Empfehlung zum Besamungszeitpunkt	ja	ja	ja ¹⁾	nein
Funktionen	Bewegungs-, Wiederkauaktivität und Überwachung des geburtsnahen Zeitraums²⁾	Bewegungsaktivität und Futteraufnahmeverhalten	Bewegungs- und Wiederkauaktivität	Überwachung Körpertemperatur, Wasseraufnahme, Hitzestress und Erkennung des Kalbebeginns³⁾
Zusatzfunktionen gegen Aufpreis	-	All in one (Verhaltensdokumentation 24h) ⁴⁾ Positionserfassung ⁵⁾	Positionserfassung	Messung Pansen-pH ⁵⁾
Platzierung Tiersensor	Hals	Hals	Ohr	Netzmagen
Möglichkeit der Teilausstattung	ja	ja	ja	nein
Laufende Arbeiten⁶⁾	keine	keine	Batterie der Sensoren alle 2 - 3 Jahre wechseln	keine
Batteriewechsel Sensor	nein	nein	ja	nein
Interner Speicher	ja 12 x 2 h	ja 24 h	nein	ja 50 Tage
Weidetauglichkeit	ja	ja	ja ⁷⁾	ja
ISO Standard zur Tieridentifikation	nein	FDX	nein	nein
Computersystem/Software	Sämtliche Systeme mit WEB-Browser, (WEB-Interface), Terminal	Sämtliche Systeme mit WEB-Browser (WEB-Interface)	PC - lokal installiertes Programm	Sämtliche Systeme mit WEB-Browser (WEB-Interface)
Internetanbindung	optional⁸⁾ (empfohlen)	optional⁹⁾ (empfohlen)	optional¹⁰⁾ (empfohlen)	Voraussetzung
WEB-Interface	ja ¹¹⁾	ja ¹¹⁾	nein	ja
App Anwendung	ja¹¹⁾ (iOS, Android)	nein (optimiertes WEB-Interface)¹¹⁾	ja¹²⁾ (Android)	ja (iOS, Android)
Brunstmeldung	Bildschirmmeldung, Mail, SMS, Push-Notification	Leuchte Kontrollbox, Bildschirmmeldung, Mail	Bildschirmmeldung, Mail, SMS	Bildschirmmeldung, Mail, Push-Notification
Garantierte Batterielaufzeit Sensor	5 Jahre	3 Jahre für 100 % der Sensoren, weitere 2 Jahre für 50 % der Sensoren	keine	keine
Lebensdauer Sensor laut Hersteller	6 - 7 Jahre	7 - 10 Jahre	10 Jahre	4 Jahre
Lebensdauer Batterie laut Hersteller	6 - 7 Jahre	7 - 10 Jahre	2 - 3 Jahre	4 Jahre
Investitionskosten 50 Kühe; netto ¹³⁾	€ 11.650,-	€ 10.577,-	€ 6.450,-	€ 5.880,-
Investitionskosten 20 Kühe; netto¹³⁾	€ 7.180,-	€ 6.527,-	€ 5.160,-¹⁴⁾	€ 2.649,-
Kosten je Sensor; netto ¹³⁾	€ 149,-	€ 127,-	€ 48,- bzw. € 125,- ¹⁵⁾	€ 98,-
Kosten laufend; netto	keine	keine	verpflichtender Supportvertrag¹⁶⁾; Batterie, Dorn, Gegenstück, Ersatzohrmarken¹⁷⁾	€ 129,-¹⁸⁾
Vertrieb in Österreich	Wasserbauer	Bräuer (Nedap), BouMatic (HeatSeeker), GEA (Cowscout), Happel (Lactivator)	Garant	smaXtec

1) Standardeinstellung kann betriebsindividuell angepasst werden; Empfehlung zur Dauer bei der Einschulung

2) Es wird der Zeitraum von 260. bis 5. Laktationstag überwacht

3) Ein Climate Sensor erfasst die Lufttemperatur und Luftfeuchte; der THI wird berechnet

4) Verhaltensdokumentation über 24 h; unterschieden wird zwischen Wiederkaufen, Futteraufnahme, Ruhezeit und Übrige Zeit wie bsp. trinken usw.; kann nicht nachgerüstet werden

5) Kann nicht nachgerüstet werden

6) Auch wenn Hersteller keine laufenden Arbeiten angeben kann es sein, dass Halsbänder zum Nachstellen, die Batterien der Sensoren zu wechseln und defekte/verlorene Sensoren oder ausgezogene Ohrmarken zu erneuert sind

7) Mit solarbetriebenen Weideempfänger

8) Ohne Internetanbindung keine Wartung und Updates; beschränkt die unterschiedlichen Möglichkeiten der Brunstmeldung

9) Ohne Internetanbindung keine Wartung und Updates; Software wird lokal installiert und über einem Browser bedient

10) Ohne Internetanbindung keine Wartung und Updates

11) Beschränkt auf Systeme mit Internetanbindung

12) Die Verwendung der App Anwendung beschränkt sich auf Android und ausschließlich auf die Reichweite des systemeigenen Netzwerkes im Betriebsgelände

13) Listenpreis; ohne Fracht, Installation, Einschulung und laufende Kosten; Stand Jänner 2017

14) Mindestabnahmemenge 40 Ohrmarken, Mindestpreis für 40 Tiere

15) Ersatzohrmarke EUR 48,-; Ohrmarke zum Aufstocken EUR 125,- für zwei Funktionen, für eine Funktion EUR 85,-

16) Standard EUR 3,-; Premium EUR 6,- je Ohrmarke und Jahr

17) Bei Standard Supportvertrag immer; bei Premium Supportvertrag bei mehr als 5 % Verlustohrmarken

18) Jährlich für GSM Modul; Datenübertragung über Mobilfunknetz

teronverlauf bestimmt und mit den Brunstmeldungen des Systems verglichen.

Systemvergleich, Brunsterkennungsrate und qualitative Beschreibung der Brunstmeldung; erste Ergebnisse

Sämtliche Systeme nutzen spezifische Aktivitätsprofile zur Brunsterkennung. Werden beispielsweise die für die Brunst charakteristischen Kopfbewegungen erfasst, kann eine Brunst auch in der Anbindehaltung erkannt werden. Laut Hersteller liegt die Brunsterkennungsrate dann 20 % unter der von Laufställen. Entscheidend dabei ist die Kopffreiheit.

Nicht alle der genannten Systeme geben eine qualitative Brunstbewertung aus. Heatime beispielsweise nutzt einen Index, welcher in Abhängigkeit von Bewegungs- und Wiederkauaktivitätsänderung sowie Zyklusregelmäßigkeit gebildet wird.

Die Empfehlung zum optimalen Besamungszeitpunkt orientiert sich bei Heatime, Nedap Neck und Smartbow an der Aktivitätsänderung. Bei Smartbow kann die standardmäßig eingestellte Dauer zwischen Brunst und Besamung auf Wunsch des Betriebsleiters individuell angepasst werden.

Ein erheblicher Unterschied besteht bei der Batterielaufzeit der Sensoren. Sie wird von den Herstellern mit zwei bis zehn Jahren angegeben. Teilweise werden garantierte Batterielaufzeiten bzw. kostenloser Ersatz angeboten. Bei Smartbow beschränkt sich die Batterielaufzeit auf zwei bis drei Jahre, was die Möglichkeit des Batteriewechsels notwendig macht. Bei den anderen drei Systemen kann die Batterie der Sensoren nicht gewechselt werden.

In Abhängigkeit vom System entstehen laufende Arbeiten. Bei Sensoren am Halsband kann es sein, dass das Halsband an die Körperkondition angepasst werden muss. Bei Smartbow ist die Batterie der Sensoren zu wechseln.

Die Sensoren der Hersteller sind zum Teil mit internen Speichern ausgestattet. Sofern keine Funkverbindung besteht, werden die Daten im internen Speicher abgelegt und bei nächster Gelegenheit übertragen. Weidetauglichkeit und Reichweite der Sensoren/Antenne sind in Abhängigkeit der Gegebenheiten vor Ort sehr variabel und mit den Herstellern abzustimmen.

Ausschließlich Nedap Neck bietet einen ISO Standard zur Tieridentifikation an. Die anderen Anbieter arbeiten daran.

Die beste Brunsterkennungsrate zeichnen sich für Heatime ab. Das System erkennt im Praxistest bis über 90 % der Brunstereignisse. Die qualitative Beschreibung der Brunstmeldung entspricht der Wahrscheinlichkeit, dass ein Brunstereignis tatsächlich vorliegt, wenn es vom System als solches erkannt wird. In Abhängigkeit vom System kann eine Wahrscheinlichkeit von 65 bis 95 % erwartet werden.

Die netto Investitionskosten für 20 Kühe belaufen sich ohne Fracht, Installation und Einschulung bei EUR 2.600,- bis 7.200,-, für 50 Kühe bei EUR 5.900,- bis 11.700,-. In Abhängigkeit vom System können auch laufende Kosten für Support und GSM Module entstehen.

Die Antwort auf die Frage, in wie weit ein Brunsterkennungssystem rentabel ist, muss sich jeder selbst geben bzw. muss in Absprache mit dem Berater gefunden werden. Die Kosten einer übersehenen Brunst werden mit 40 bis 84 Euro angegeben (JUNG, 2009). Ist zu erwarten, dass auch Erkrankungen und/oder Verluste durch die Überwachung der Tiergesundheit vermieden werden können, ist dies in der Kalkulation zu berücksichtigen. Auch der Gewinn an Lebensqualität ist für viele ein Argument welches nicht zu beziffern ist, aber für das nachhaltige Bestehen des Betriebes entscheidend sein kann.

Literatur

- BECKER, F., KANITZ, W. und HEUWIESER, W. (2005): Vor- und Nachteile einzelner Methoden der Brunsterkennung beim Rind. *Züchtungskunde*, 77, 140-150.
- DOBSON, H., WALKER, S. L., MORRIS, M. J., ROUTLY, J. E. und SMITH, R. F. (2008): Why is it getting more difficult to successfully artificially inseminate dairy cows? *Animal*, 2(8), 1104-1111. doi:10.1017/S175173110800236X
- JUNG, M. (2009): Brunstbeobachtung - Welche Möglichkeiten bieten Technische Hilfsmittel? Paper presented at the Milchrindtage Brandenburg, Brandenburg.
- LÓPEZ-GATIUS, F., SANTOLARIA, P., MUNDET, I. und YÁÑIZ, J. L. (2005): Walking activity at estrus and subsequent fertility in dairy cows. *Theriogenology*, 63(5), 1419-1429. doi:10.1016/j.theriogenology.2004.07.007
- ROSSOW, N. (2005): Fruchtbarkeitsmanagement in Milchviehbeständen.

Hygienemaßnahmen in der Bauplanung und Betriebsphase bei Schweineställen

Bettina Fasching^{1*}

Hygienemaßnahmen und das Auge des Landwirts sind die Grundlage einer erfolgreichen Tierhaltung.

Biosicherheitsmaßnahmen stellen bei zunehmenden Bestandesgrößen ein wesentliches Standbein für die Gesunderhaltung von Herden - nicht nur in der Schweinehaltung - dar.

Durch größere Tierzahlen ergeben sich andere Krankheitsdynamiken als bei kleinen oder Kleinstbetrieben. Vorausschauend gesetzte Maßnahmen können so manchen wirtschaftlichen Schaden durch Krankheitserreger verhindern. Der Krankheitsdruck von außen soll verhindert oder verringert werden. Innerhalb eines Bestandes können durch kluge Trennung von Arbeitsschritten und Aufgabenfeldern Infektionsketten wirkungsvoll unterbrochen werden.

All das setzt natürlich eine gute Kenntnis der Betriebsabläufe von der Futteranlieferung bis zur Abholung von Schweinen zur Schlachtung voraus. Und ganz besonders eine kritische Auseinandersetzung mit diesen. Viele Abläufe sind nach einem Umbau oder Neubau nicht mehr einfach zu ändern, umso wichtiger ist es vorab, eine gute Planung besonders auch im Hinblick auf die Tiergesundheit durchzuführen. Hochgesundheitsherden werden zunehmend einen größeren Stellenwert auch in der Schweinehaltung in Österreich einnehmen. Sie bieten neben besseren Leistungen vor allem auch den Vorteil, den Arzneimitteleinsatz reduzieren zu können. Hierfür ist allerdings vorausschauendes Denken und Planen im Bereich der Biosicherheit unabdingbar.

Biosicherheits- oder Hygienemaßnahmen sind kein „Alles oder Nichts Problem“.

Es ist ein fließender sich ständig weiterentwickelnder Prozess, der besonders mit Weitsicht und vorausschauend zu denken und zu führen ist. Dies ist sehr stark abhängig von der Lage des Betriebes und dem Umfeld. Zudem hat der Gesetzgeber mit der Schweinegesundheitsverordnung ein Gesetz geschaffen, das speziell im Bereich Biosicherheit

ein Anstoß zur Verbesserung der Hygienestandards im Schweinehaltungsbereich ist.

Ziel der Verordnung ist es, den Hygienestatus aller österreichischen Betriebe anzuheben, um einerseits Exportmärkte bedienen zu können und andererseits die Betriebe vor massiven wirtschaftlichen Schäden durch Tierseuchen zu schützen.

Nicht zu vergessen bei allen baulichen Optimierungsmaßnahmen ist der Faktor „Mensch“. Ist der Ablauf nicht „praktisch“, halten sich nicht alle an die Regeln (Stichwort: „der Opa hat das schon immer so gemacht“), oder wird schlicht der Sinn des Tuns nicht erkannt, helfen keine Zäune, keine Trennung von Altersgruppen und auch keine Sanktionen des Gesetzgebers.

Aufklärung, Hinweisen auf die Wichtigkeit von gewissen Maßnahmen und das Mitnehmen aller Betriebe sind der Schlüssel zum Erfolg im Bereiche Hygiene und Biosicherheit.

Die Herausforderungen für die Landwirtschaft in diesem Bereich sind vielfältig. Zunehmende Bestandesgrößen bei einer abnehmenden Betriebszahl, Steigerungen beim Kostendruck und damit einhergehend stehen dafür oft weniger Arbeitskräfte zum Durchführen der Maßnahmen am Betrieb zur Verfügung. Teilweise werden Arbeiten bereits an Fremdarbeitskräfte ausgelagert. Hierfür sind aber auch eine Mitarbeiterführung und Schulungen notwendig. Die Erwartungshaltung der Verbraucher und der Politik haben im Hinblick auf Tiergesundheit, Haltung der Tiere und Biosicherheit oft mit den Realitäten am Betrieb nur mehr wenig zu tun. In der Branche selbst fokussiert man sich oftmals sehr stark auf eine einzelne Krankheit oder ein spezielles Thema und vergisst mitunter das vorausschauende Denken.

Wesentlich wäre es, sich auf die eigenen Stärken im Management und der Optimierung der Betreuung im Tierbereich zu konzentrieren. Das Arbeiten an strukturbedingten Schwächen sollte dabei nicht vergessen werden.

¹ Landwirtschaftskammer Steiermark, Schweinebesamung Gleisdorf, Am Tieberhof 11, A-8200 GLEISDORF

* Ansprechperson: FTA Dr. Bettina FASCHING, E-Mail: bettina.fasching@lk-stmk.at

Hygieneplanung in der Bauplanung und Betriebsphase bei Geflügelställen

Peter Pless^{1*}

Zusammenfassung

Die gesetzlichen Vorgaben betreffend die in der Bauplanung und Betriebsphase eines Geflügelmaststalles zu beachtenden Hygienekriterien sind im 2. Hauptstück der Geflügelhygieneverordnung 2007, BGBl II Nr. 100/2007 idGF festgelegt. Eine sachgemäße Umsetzung ist dabei von entscheidender Bedeutung, da solche Betriebe häufig eine hohe Belastung mit Campylobacter-Keimen aufweisen, die seit Jahren an erster Stelle der Verursacher lebensmittelbedingter Erkrankungen beim Menschen stehen. Eine von der Veterinärdirektion des Amtes der Steirischen Landesregierung durchgeführte Studie über die Auswirkung von Mängeln bei den Hygienekriterien und der Belastung der Betriebe mit Campylobacter spp. hat gezeigt, dass Verbesserungsmaßnahmen im Stallumfeld, bei den Stallzugängen und Hygieneschleusen, die Schädlingsbekämpfung sowie beim baulichen Zustand des Gebäudes die höchste Priorität haben. Seit einigen Jahren gibt es auch wieder eine erhöhte Salmonellenbelastung der Broilerherden. Im Rahmen eines Salmonella-Aktionsplans werden die erforderlichen Verbesserungsmaßnahmen durch Untersuchungen im Labor der Steirischen Veterinärdirektion unterstützt.

Um Bauplanung bzw. Betriebssanierung zu optimieren, können die Betriebe auch das im Rahmen eines EU Forschungsprojektes erstellte „Best Practice“-Handbuch als umfangreiches E-Learning Programm einsetzen.

Schlagwörter: Geflügelhygieneverordnung 2007, Campylobacter, Salmonella, Schwerpunktaktionen, „Best Practice“ Handbuch

Summary

The legal requirements of regarding hygienic criteria in the construction planning and operating phase of poultry houses are laid down in the 2nd main section of the Poultry Hygiene Regulation 2007, BGBl II Nr. 100/2007 idGF. Since poultry flocks have often a high load of campylobacter which are mainly responsible for outbreaks of food borne diseases a professional implementation is of crucial importance.

A study carried out by the Veterinary Directorate of the Styrian Provincial Government on the impact of deficiencies in the hygiene criteria and the burden on Campylobacter spp. has shown that improvement measures in the outside area, stable entry room/hygiene barrier, pest safety and the structural condition of the building have the highest priority.

In recent years there has been a steadied increase in Salmonella-positive broiler flocks. In the framework of a Salmonella action plan, the necessary improvements are supported by bacteriological tests in the laboratory of the Styrian Veterinary Directorate.

In order to optimize construction planning and improvement measures, poultry farms can also use the „Best Practice“ manual, developed in the course as part of an EU research project, as an extensive e-learning program.

Keywords: Poultry Hygiene Regulation 2007, campylobacter, salmonella, focus activities, Best Practice Manual

Rechtliche Grundlagen

Grundlage der Hygieneplanung für die Bauplanung und Betriebsphase von Geflügelställen ist die Geflügelhygieneverordnung 2007, BGBl II Nr. 100/2007 idGF, über Gesundheitskontrollen und Hygienemaßnahmen in Geflügel-Betrieben die auf den § 2 Abs. 1-3 des Tiergesundheitsgesetzes idGF und der VO (EG) Nr. 2160/2003 zur Bekämpfung von Salmonellen und bestimmten anderen durch Lebensmittel übertragbaren Zoonoseerregern basiert.

Im 2. Hauptstück der Geflügelhygieneverordnung 2007 sind im § 7 die allgemeinen Bestimmungen für Betriebe geregelt. Diese umfassen im

- Abs. 1 die mikrobiologischen Anforderungen der Trinkwasserverordnung BGBl. II Nr. 304/2001,
- Abs. 3 die Anforderungen an die Betriebsanlagen, Gebäude, Einrichtungen und Ausstattungsgegenstände,

- Abs. 4 deren Lage, Anordnung und Produktionsweise zur Verhinderung der Einschleppung und Ausbreitung von Krankheiten,
- Abs. 5 die Vorkehrungen und Maßnahmen die das Eindringen von Insekten, Vögeln, Schadinsekten hintanhaltend. Weiteres sind in diesem Absatz auch die Anbringung der Fenster, Türen sowie Beleuchtung und Stallklimaregulierung mit zweckmäßiger Gestaltung sowie die Befestigung der Gebäudevorplätze und deren freien Zugänglichkeit und in
- Abs. 6 bei mehreren Produktionseinheiten die klare Trennung der einzelnen Funktionsbereiche.

Im § 8 mit den besonderen Bestimmungen sind die Hygienevorschriften für die Produktion festgelegt und umfassen die Bekleidungsrichtlinien, Desinfektionsmöglichkeiten (Hygieneschleusenfunktion) für die betriebseigenen Mitar-

¹ Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Abteilung 8 Gesundheit, Pflege und Wissenschaft, Fachabteilung Gesundheit und Pflegemanagement, Referat Veterinärdirektion/öffentliches Veterinärwesen, Haus der Gesundheit, Friedrichgasse 9, A-8010 GRAZ

* Ansprechperson: Dr. Peter PLESS, E-Mail: peter.pless@stmk.gv.at

beiter, Betreuungstierärzte und sonstigen betriebsfremden Personen (z. B. AMA Kontrolle).

Die Reinigungs- und Desinfektionsmaßnahmen beinhaltet § 9. Werden im Zuge der amtlichen Probenahmen Salmonellen nachgewiesen, ist der Reinigungserfolg bakteriologisch zu überprüfen.

Gem. § 37 der Geflügelhygieneverordnung ist bei den Mastbetrieben vor der Schlachtung eine Salmonellenuntersuchung durch den Betreuungstierarzt vorzunehmen. Die Konsequenzen bei positiven Nachweisen sind in der Verordnung 2073/2005 über mikrobiologische Kriterien für Lebensmittel angeführt und betreffen die Schlacht-, Zerlegungs- und Verarbeitungsbetriebe. Da Campylobacter-Keime seit mehreren Jahren die häufigsten Verursacher lebensmittelbedingter Erkrankungen beim Menschen sind und Geflügelfleisch zu rund 80 % mit Campylobacter spp. kontaminiert ist, wird diese Verordnung um das Prozesshygienekriterium Campylobacter jejuni (<1000 Kbe/g Nackenhaut) vermutlich 2018 erweitert.

Problemstellung Campylobacter spp. und Salmonella spp.

Neben den Aspekten der Tiergesundheit in Verbindung mit einer optimalen Mastleistung sowie des Tierschutzes stellt bei der Geflügelproduktion und hier vor allem bei der Geflügelmast die Belastung der Bestände mit den humanpathogenen Keimen Campylobacter spp. und Salmonella spp. eine große Herausforderung dar.

Die Campylobacteriose ist mit insgesamt 6.260 im Jahr 2015 bestätigten Isolaten die am häufigsten gemeldete lebensmittelbedingte Infektionserkrankung beim Menschen in Österreich und der EU (siehe *Abbildung 1*). Waren bis 2006 noch die Salmonellen aufgrund Salmonella Enteritidis-positiver Konsumierer führend, stehen seit diesem Jahr die Campylobacteriosen an erster Stelle.

Lebensmittel tierischer Herkunft stellen die Hauptinfektionsquellen und Übertragungswege für die menschlichen Campylobacteriosen dar. Untersuchungen im Rahmen des Zoonosenmonitorings durch die AGES sowie Untersuchungsprogramme der Veterinärverwaltung Steiermark zeigen bei den Geflügelbeständen Nachweisraten von 50 – 80 % (Campylobacter jejuni/coli).

Salmonellen stellen mit 1.514 Fällen hinter Campylobacter die zweithäufigste lebensmittelbedingte Erkrankung dar. Im humanen Bereich steht S. Enteritidis nach wie vor an erster

Stelle, von zunehmender Bedeutung ist jedoch das Serovar S. Infantis, bei dem in den letzten Jahren ein starker Anstieg zu verzeichnen ist. Ein wesentlicher Grund dafür ist, dass S. Infantis bei den nicht humanen Isolaten mit großem Abstand den ersten Platz eingenommen hat (siehe *Abbildung 2*) und insbesondere bei den Hühnermastbetrieben eine hohe Nachweisrate gegeben ist. Erschwerend kommt hinzu, dass bei diesem Erreger ein Großteil der Isolate multiresistent ist (Bericht über Zoonosen und ihre Erreger in Österreich 2015).

Projektarbeiten der Steirischen Veterinärverwaltung

Um gezielte Verbesserungen bei der Hygieneplanung in der Bau- und Betriebsphase bezugnehmend auf Biosicherheitsmaßnahmen gegen Campylobacter spp. in den Hühnermastbetrieben setzen zu können, wurde 2011 von der Steirischen Veterinärverwaltung das Projekt „Erhebungen zum Eintrag von Campylobacter spp. in die Hühnermast- und

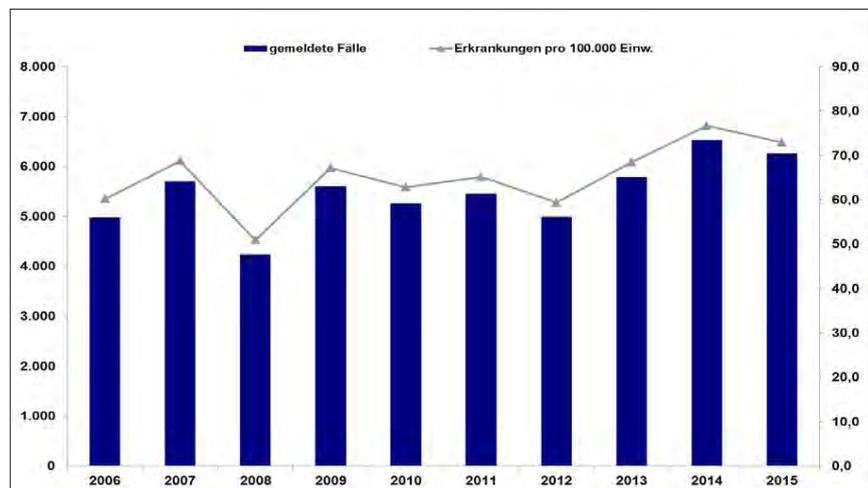


Abbildung 1: Campylobacter – gemeldete Erkrankungsfälle 2006 – 2015, AGES Jahresbericht 2015

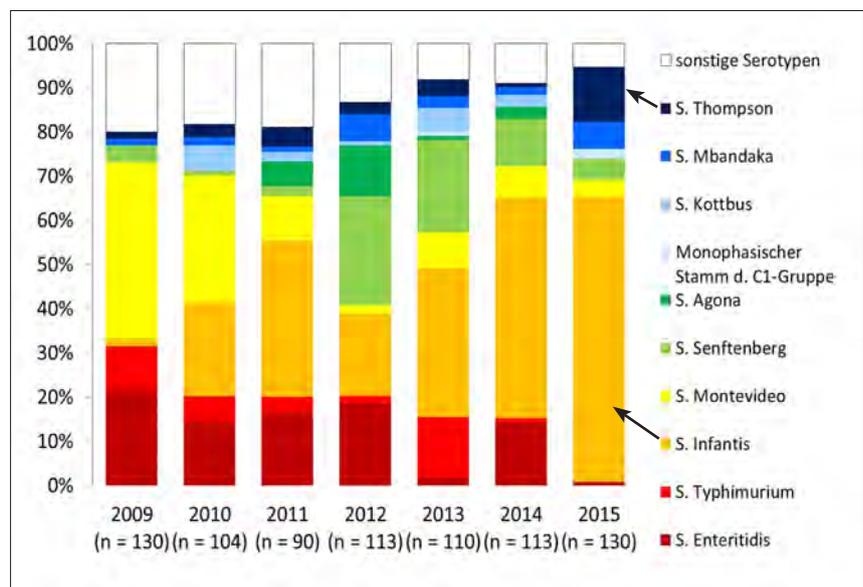


Abbildung 2: Verteilung der nicht humanen Serotypen 2009 - 2015

Schlachtbetriebe“ umgesetzt. Dabei wurden jeweils mehrere Mastpartien von insgesamt 53 Mästern untersucht und diese einem Betriebsaudit bezüglich Einhaltung von Hygienebestimmungen und Biosicherheitskriterien unterzogen. Diese wurden entsprechend der Erhebungsdaten mit den Faktoren 1 – 5 (sehr schlecht bis sehr gut) bewertet und gemäß Fachexpertisen mit den Risikofaktoren 1, 10 und 100 gewichtet. Die Summe der beiden Faktoren ergab die Risikoprioritätszahl (RPZ) die den Betrieben zugewiesen und folgend dem Anteil positiver Betriebe gegenübergestellt wurde. Somit gilt: je höher die RPZ umso besser sind in diesem Betrieb Hygienekriterien, bauliche Voraussetzungen, Infrastruktur etc. umgesetzt bzw. vorgefunden worden. Zusätzlich wurden die Untersuchungsergebnisse der Kotuntersuchungen in 5 „Kotkategorien“ zusammengefasst. So erhielt ein Betrieb, bei welchem alle Mastdurchgänge *Campylobacter*-negativ waren den Wert 5, wenn alle Mastdurchgänge *Campylobacter*-positiv waren, den Wert 1. Die Ergebnisse zeigten sehr deutlich, dass Betriebe mit hoher RPZ deutlich weniger *Campylobacter*-positive Herden aufwiesen.

Weiters wurde der Korrelationsfaktor für jedes einzelne Kriterium getrennt ermittelt. In der *Tabelle 1* sind jene, mit den höchsten Korrelationskoeffizienten aufgelistet.

In den letzten Jahren kam es zu einem deutlichen Anstieg *Salmonella*-positiver Hühnermastbetriebe wobei es sich hierbei ausschließlich um Serotypen handelt, die sich von außen (Umgebung, Futtermittel) kommend im Betrieb manifestieren. Im Jahr 2016 konnten im Rahmen der Untersuchungen gemäß § 37 der Geflügelhygieneverordnung 2007 bei insgesamt 48 steirischen Hühnermastbetrieben *Salmonellen* nachgewiesen werden. Der Schwerpunkt mit insgesamt 26 betroffenen Betrieben lag dabei beim Serovar *S. Infantis*, gefolgt von *S. Thompson* mit 17 Betrieben.

Um Verbesserungen erzielen zu können, wurde in Kooperation mit der Österreichischen Qualitätsgeflügelvereinigung (QGV) und den Betreuungstierärzten ein Aktionsplan erstellt. Dabei werden verstärkt Initiativen zur Verbesserung der Betriebshygiene, baulichen und technischen Gegebenheiten und der Reinigungs- und Desinfektionsmaßnahmen gesetzt.

Um Fehlerquellen aufdecken zu können, hat sich die Steirische Veterinärdirektion bereit erklärt, die in den Betrieben gezogenen Proben kostenfrei im landeseigenen Labor zu untersuchen und bei bestimmten Problembetrieben die Betreuungstierärzte in Form von Betriebsbesuchen und speziellen Untersuchungsprogrammen zu unterstützen.

Tabelle 1: Korrelationskoeffizient nach SPEARMAN zwischen Hygienekriterien und der Kotkategorie

Hygienekriterium	Korrelationskoeffizient
Stallumfeld	0,69
Vorraum, Hygieneschleuse (Stallzugang)	0,61
Schädlingssicherheit (inkl. Vögel)	0,60
Stallreinigung nach Ausstallung	0,58
baulicher Zustand des Stallgebäudes	0,57
andere Tiere am Betrieb	0,55
Stallkleidung	0,50
Wasch- und Desinfektionsmöglichkeiten	0,50
Abholung (Fangsystem)	0,45
Lüftungssystem	0,49
Einstreulagerung	0,39
Häufigkeit der Abholungen	0,38

Der Aktionsplan wurde im Juli 2016 gestartet, wobei nicht nur Betriebe mit *S. Infantis* beteiligt waren. Betrachtet man die Ergebnisse der Untersuchungen, so konnten die größten Probleme bei der Reinigung und Desinfektion der Stallräume wie etwa beim Übergang vom Boden zur Wand oder zur Decke (Ritzen), im Ventilationssystem, bzw. in den Lüftungsschächten oder bei älteren gemauerten Futtersilos festgestellt werden. Bei *Salmonella*-positiven Betrieben konnten häufig Mängel bei Stallvorräumen (Hygieneschleuse) und Stallvorplätze bzw. in der Stallumgebung erhoben werden. In Proben aus diesem Bereich, von Einstreulagern und Geräten (Traktoren und Radladern) sowie bei am Betrieb gefangenen Mäusen und Käfern konnten immer wieder *Salmonellen* nachgewiesen werden.

Grundlagen zur Bauplanung bzw. Betriebsanierung

Aufgrund der hohen Belastung der Hühnermastbestände mit *Campylobacter* spp. wurden im Rahmen eines Forschungsprojektes der EU neue Ansätze in der Primärproduktion von Geflügel entwickelt (CamCon-Projekt). Mit der Erstellung eines „Best Practice“ Handbuchs sind die Biosicherheitsmaßnahmen mit Erfassung der Infektionsquellen, Übertragungswege und Risikofaktoren dargestellt. Sie umfassen jene präventiven Maßnahmen des Geflügelbetriebes die notwendig sind, die Einschleppung in die Stallumgebung und das Stallgebäude zu verhindern. Mit Einrichtung dieses E-Learning Programms soll für die Geflügelhalter und Berater die praktikable Umsetzung der rechtlichen Vorgaben der Hygieneverordnung deutlich verbessert werden (www.camcon-eu.net). Ergänzend dazu liegt auch der Entwurf eines Zertifizierungsprogramms „Geflügelproduktion mit verminderter *Campylobacter*-Kontamination“ mit einem entsprechenden Maßnahmenkatalog vor. Aufgrund des hohen Anteils an *Salmonella*-positiven Herden in der Steiermark ist dieses Programm auch Grundlage des *Salmonella* (*Infantis*) Aktionsplans.

Folgende wesentliche Maßnahmen sind hierbei zu berücksichtigen:

Standort des Hofes, Betriebsumfeld:

Gebäudevorplätze und das Stallumfeld sind zu befestigen; Graswuchs um den Stallbereich ist kurz zu halten, Äcker und Bäume sollten einen wesentlichen Abstand zum Stallgebäude haben; andere Nutztiere sowie Haustiere sollten nicht im Betriebsumfeld gehalten werden.

Management des Hofes:

Hat ein Betrieb mehrere Stalleinheiten, so sollten alle im gleichen Intervall geschlachtet werden (All-in, All-out); Einhaltung einer ausreichenden Leerstehzeit (rd. 10 Tage) da längere Trockenstehzeiten die *Campylobacter*-Belastung deutlich senken, zur Diskussion steht, diese Zeit bei *Salmonella*-positiven Mastpartien auf 3 – 4 Wochen zu erhöhen (deutlich geringere Empfindlichkeit bei *Salmonellen*); ordnungsgemäße Reinigung und Desinfektion nach jeder Herde; sofortige Entsorgung von verendeten Tieren (TKV-Sammelstelle, eigener TKV-Container am Betrieb).

Baulicher Status des Maststalles:

Gebäude sollten aus widerstandsfähigen Materialien wie Ziegel, Beton etc. gebaut sein (auch Vorraum); es darf keine

Risse, Spalten und Öffnungen in Außenwänden, Innenwänden, Böden Türen oder Toren (Be- und Entladung) geben; Fenster und Belüftungsöffnungen müssen gegen Wildvögel gesichert sein; die Flächen vor den Zugängen sollten asphaltiert oder betoniert sein; ein Vorraum muss vorhanden sein, aus einem unreinen und reinen Bereich bestehen und durch eine physische Barriere (Tür, Balken) getrennt sein; eine Reinigungseinrichtung für Hände muss gegeben sein.

Biosicherheitsverfahren beim Betreten und Verlassen des Stalles:

In jedem Stall sollte eigenes Schuhwerk und Schutzanzüge für Mitarbeiter, Tierärzte und sonstige Besucher vorhanden sein und von diesen im reinen Bereich jedes Mal verwendet werden; vor Betreten des reinen Bereichs und des Stalls müssen die Hände gereinigt und desinfiziert werden; eine Fußwanne zur Stiefeldesinfektion muss vor dem Betreten des Stalls verwendet werden; Stallkleidung bzw. Schutzanzüge sind vor Einstellung einer neuen Herde zu waschen bzw. zu entsorgen.

Geräte, Werkzeuge und Utensilien:

Diese sind ausschließlich zur Verwendung in einem Stall vorgesehen und müssen nach Ausstallung gereinigt und desinfiziert werden; Maschinen und Transportmittel sollten

gereinigt und desinfiziert werden (Fahrerkabinen, Reifen, Förderbänder).

Schadnagerbekämpfung:

Installierung eines regelmäßigen Schadnagerbekämpfungsprogramms im Außen- und Innenbereich des Stalls, Bekämpfung von Käfern in der Einstreu.

Wasserversorgung:

Sicherstellung der Trinkwasserqualität und Durchführung regelmäßiger bakteriologischer Untersuchungen wenn keine Versorgung von einer öffentlichen Trinkwasserleitung erfolgt und erforderlichenfalls mit Desinfektionsmittel aufbereitet werden.

Futter

Futter muss in geschlossenen Silos oder Futtersäcken gelagert werden, sodass Schadnager, Wildvögel oder Insekten (Getreideschimmelkäfer) ferngehalten werden.

Ver- und Entsorgung von Einstreu:

Frisches Einstreu sollte in geschlossenen Einrichtungen sauber gelagert und vor Nagern und Schädlingen geschützt werden; nach Ausstallung sollte verbrauchte Einstreu weit vom Hof entfernt gelagert werden.

Konzeptvorstellung eines emissionsarmen Tierwohlstalles für die konventionelle Schweinemast

Birgit Heidinger^{1*} und Eduard Zentner¹

Zusammenfassung

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

Schlagwörter: Emissionsminderung, Ammoniak, Geruch, Tierwohlergehen, Schweinehaltung

Summary

Livestock farming in general, and pig husbandry in particular have raised growing public awareness. The pig industry is located in a conflict situation between requirements concerning animal welfare and environmental protection as well as the requests of residents. As a main goal pig industry has to maintain an open and objective dialogue with costumers.

Furthermore a constructive cooperation with stable construction industry and science must be established in order to create target-oriented solutions for those numerous problems.

Concerning this matter the novel low-emission barn concept with enhanced animal welfare could represent a new approach for conventional pig fattening industry.

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

Einleitung und Problemstellung

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

Unter den Emissionen aus der Nutztierhaltung sind insbesondere gas- oder partikelförmige Bestandteile aus allen Bereichen der Tierhaltung zu verstehen, die besonders in der politischen Diskussion, auf Grund internationaler (Göteborg Protokoll 1999) und daraus resultierend nationaler Vorga-

ben, aber vor allem im direkten Nahbereich der Betriebe zu erhöhter Aufmerksamkeit führen. Die Emissionsquellen und deren jeweilige Anteile sind in den *Abbildungen 1-3* ersichtlich.

Im Bereich der Partikel ist die Feinstaubthematik mit den Größenordnungen PM (particulate matter) 10 und PM 2,5 ein vielstrapaziertes Thema. Im Bereich der Gase ist in Bezug auf die Nutztierhaltung insbesondere Ammoniak (NH₃) in Diskussion. Dass sich beide Themenbereiche tangieren – aus Ammoniak werden durch chemische Reaktionen sekundäre Feinstaubpartikel gebildet – zeigen einige aktuelle

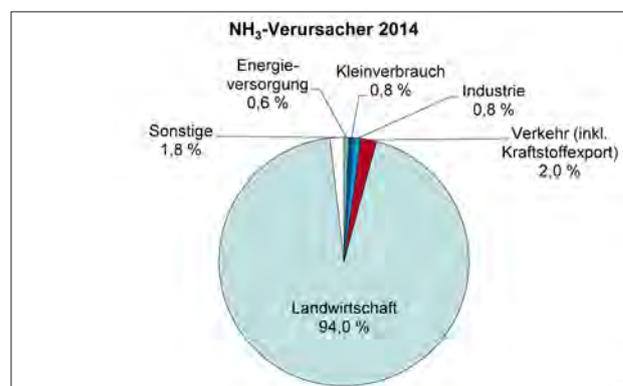


Abbildung 1: Ammoniak emittierende Quellen (Quelle: UMWELTBUNDESAMT 2016)

¹ HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Abteilung für Stallklimotechnik und Nutztierschutz, Raumberg 38, A-8952 IRDNING-DONNERSBACHTAL

* Ansprechperson: Dipl.Ing. Birgit HEIDINGER, E-Mail: birgit.heidinger@raumberg-gumpenstein.at

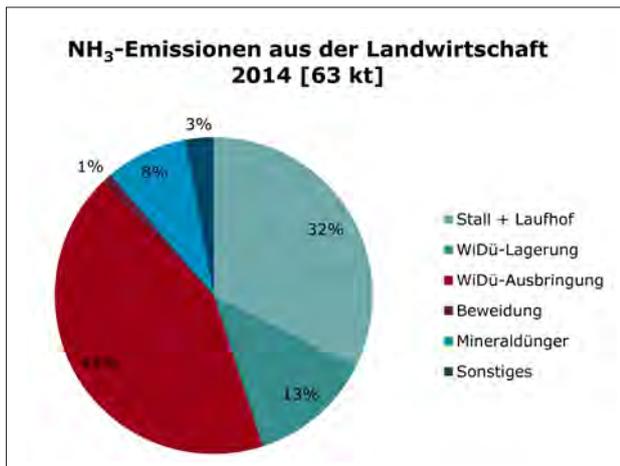


Abbildung 2: Ammoniak-Hauptquellen nach Emissionsbereichen (Quelle: ANDERL 2016)

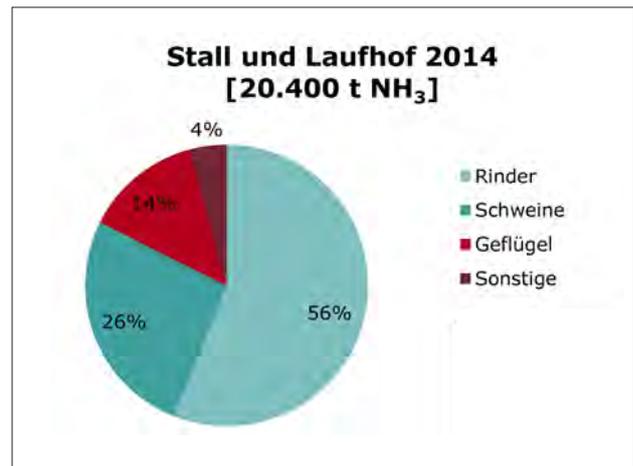


Abbildung 3: Ammoniak-Quellen in der Landwirtschaft nach Tierarten (Quelle: ANDERL 2016)

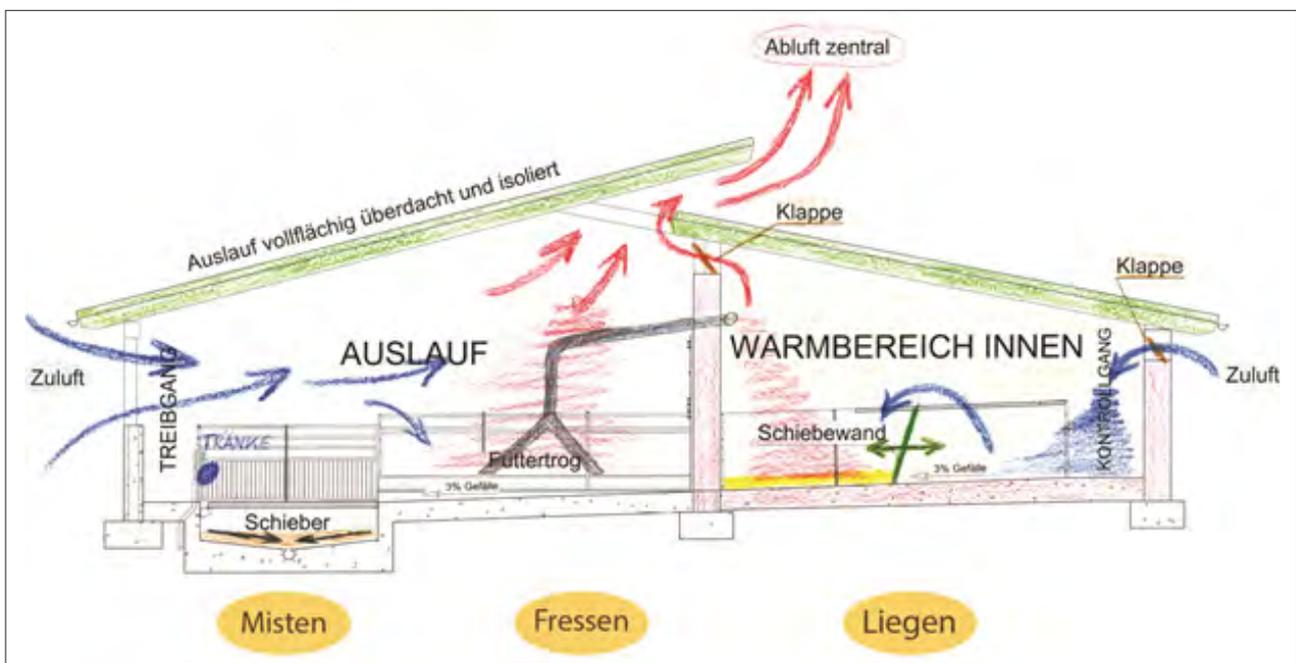


Abbildung 4: Querschnitt des emissionsarmen Tierwohlmaststalls mit Darstellung der Funktionsbereiche und Luftführung (Quelle: Schauer Agrotronic GmbH)

wissenschaftliche Untersuchungen. Unter den Emissionen aus der Tierhaltung ist aber vor allem auch der Geruch von großer Relevanz.

Mehrere wissenschaftliche Studien in Europa zeigen, dass die Feinstaubbelastung zu einem relativ hohen Anteil – auch in urbanen Gebieten – aus sogenannten sekundär gebildeten Partikeln besteht (e.g. BANZHAF et al., 2013; MARCAZZAN et al., 2003; RENNER und WOLKE, 2010; ERISMAN und SCHAAP, 2004; ANGELINO et al., 2013; UHRNER et al., 2013; BAUER et al., 2009). Es sind dies Partikel, die sich erst durch chemische Reaktionen in der Atmosphäre aus den Vorläufersubstanzen NH₃ (Ammoniak), NO₂ (Stickstoffdioxid) und SO₂ (Schwefeldioxid) bilden.

Mit dem Emissionshöchstmengengesetz-Luft, BGBl. I Nr. 34/2003, wurde die EU-Richtlinie 2001/81/EG über nationale Emissionshöchstmengen für bestimmte Luftschadstoffe in nationales Recht umgesetzt. Die Richtlinie ist auch als

„NEC-Richtlinie“ bekannt; NEC steht hierbei für den englischen Begriff „National Emission Ceilings“.

Es werden nationale Emissionshöchstmengen für die Schadstoffe Schwefeldioxid (SO₂), Stickstoffoxide (NO_x), flüchtige organische Verbindungen außer Methan (NMVOC) und Ammoniak (NH₃) festgelegt. Diese Emissionshöchstmengen sind seit dem Jahr 2010 einzuhalten.

Der EU-Richtlinie liegt die Idee zu Grunde, die grenzüberschreitenden Umweltprobleme Versauerung und bodennahes Ozon gemeinsam und EU-weit zu bekämpfen. Die Emissionshöchstmengen wurden für alle Mitgliedstaaten individuell festgelegt.

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

Aus diesem Grund muss es Ziel der Branche sein, auch auf nationaler Ebene zusammen mit Stallbaufirmen und der Wissenschaft aktiv neue (technische) Lösungen zur Reduktion der Emissionen (Ammoniak und Staub) zu erarbeiten. Das Stallkonzept des „emissionsarmen Tierwohlmaststalls“ kann eine solche Lösungsform darstellen und soll in den kommenden Jahren auch einer wissenschaftlichen Prüfung hinsichtlich des Emissionsreduktionspotenzials und Kriterien des Tierwohlergehens unterzogen werden.

Beschreibung des Stallkonzepts

Beim „emissionsarmen Tierwohlstall für die Schweinemast“ handelt es sich um eine Haltungsform in Dreiflächenbuchten unter Außenklimabedingungen. Ausgehend von einem reduzierten Stallinnenbereich, welcher den Schweinen als wärmegeämmte Ruhezone dient, werden die Funktionsbereiche Fressen, Aktivität und Ausscheidung in den Außenbereich verlagert. Dadurch wird den Tieren die Möglichkeit geboten, gemäß ihrer artspezifischen Verhaltensweisen Liege-, Fress- und Kotplatz zu trennen (vgl. *Abbildungen 4 und 8*). Der Auslauf ist überdacht und das Dach wärmegeämmnt ausgeführt, was gemäß VDI 3894/1 ein Emissionsreduktionspotential von bis zu 33 % bietet.

Funktionsbereich Ruhen

Der Liegebereich befindet sich im wärmegeämmnten Stallinnenraum (*Abbildung 5*) und ist in Form einer herkömmlichen Bucht (Trennwände mit Paneelen) ohne Abdeckung auf planbefestigtem Boden ausgestaltet. Die rückwärtige Buchtenwand (entlang des Bedienungsganges) ist verschiebbar ausgeführt, sodass die Fläche des Ruhebereichs an die Größe der Tiere angepasst werden kann. Durch diese Maßnahme soll gewährleistet sein, dass die Tiere den Innenbereich auch tatsächlich als ihren Ruheplatz anerkennen und nicht verschmutzen. Zum Zweck der Erhöhung dieser Akzeptanz und zur Steigerung des Tierkomforts wird minimal eingestreut (0,05 kg pro Tier und Tag). Das Einstreuen kann von Hand oder voll automatisiert erfolgen. Zur Vermeidung unnötiger Staubbelastung sollte entstaubtes Stroh mit möglichst kurzer Halmlänge (max. 3 cm, da bessere Saugfähigkeit) zur Anwendung kommen.

Funktionsbereich Fressen

Über eine Schwenktüre, welche von den Schweinen mit dem Rüssel geöffnet wird, gelangen die Tiere in den überdachten Auslauf (*Abbildung 6*). Hier findet sich der planbefestigte Fressbereich, in welchem die Mast Schweine am Langtrog gefüttert werden. Zu Mastbeginn liegt das Tier-Fressplatzverhältnis bei 1:1, im weiteren Verlauf der Mastperiode sinkt es bedingt durch die vorgesehenen Troglängen (vgl. *Abbildung 8*) auf 1:2. Auf Grund der stark emissionsmindernden Wirkung wird jedenfalls eine Multiphasenfütterung empfohlen. Diese kann trocken/breilig über Automaten oder flüssig (sensorgesteuert) erfolgen.

Funktionsbereich Ausscheidung und Entmistung

An den planbefestigten Fressbereich schließt ein perforierter Mistbereich an. Um entsprechenden Kotdurchtritt zu gewährleisten, hat sich hier die Verwendung von Drei-

kantrosten bewährt. Darunter befindet sich ein V-förmig ausgestalteter Keller (5-10 % Gefälle zur Mitte hin) mit Schieberentmistungssystem und Harnrinne (*Abbildung 7*). Zur Reduktionswirkung von Ammoniakemissionen über die Schieberfrequenz bestehen aktuell unterschiedliche Ansichten und (noch in Untersuchung befindliche) Herangehensweisen:



Abbildung 5: Stallinnenraum mit Kontrollgang, Liegebereich und verschiebbaren Buchtenrückwänden (Quelle: Schauer Agrotronic GmbH)



Abbildung 6: Auslauf mit Fress-, Aktivitäts- und Mistbereich (Quelle: Schauer Agrotronic GmbH)

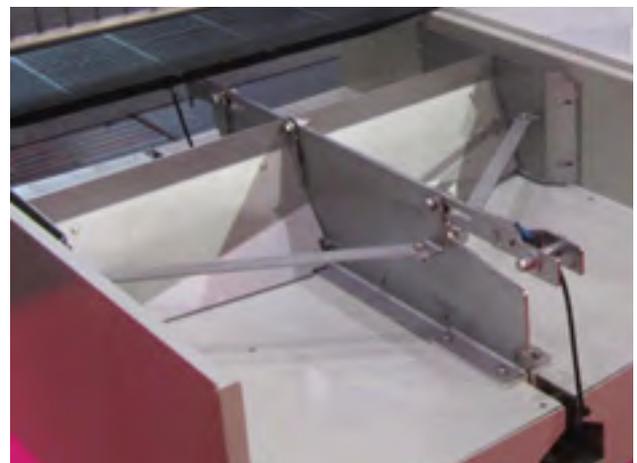


Abbildung 7: Schieberentmistungstechnik im Auslaufbereich (Quelle: Schauer Agrotronic GmbH)

- 2-stündige Entmistungsfrequenz: hochfrequente, rasche Ausbringung von Kot und Harn aus dem Stallbereich in abgedeckte Wirtschaftsdüngerlager und somit Reduktion der Emissionsquellen/emittierenden Flächen. Nachteil: Schmierfilmbildung mit gesteigerter Ammoniak- und Geruchsfreisetzung
- 4x tägliche Entmistungsfrequenz: längeres Verbleiben im Stallinneren, dafür Vorteil der Krustenbildung an der emittierenden Oberfläche (dadurch geringere Freisetzung)

Auch ist forschungsseitig künftig die Entwicklung eines tiergewichtabhängigen Entmistungsregimes anzudenken.

Wird zusätzlich eine Güllespülung vorgesehen, ist jedenfalls darauf zu achten, dass ein entsprechender Geruchsverschluss zwischen Stall- und Vorgrubenbereich angebracht wird, um unnötige Emissionen und eine gesundheitliche Beeinträchtigung der Tiere im Stall zu verhindern.

Die seitlichen Buchtentrennwände im Ausscheidungsbe- reich sind in Form von Gittern ausgeführt, sodass das natürliche Revierverhalten die Schweine dazu veranlasst, ihren Kot und Harn dort abzusetzen. Die Tränkeeinrichtungen befinden sich ebenfalls in diesem Bereich – Feuchtigkeit regt zum Harn-/Kotabsatz an.

Beschäftigung

Beschäftigungsmaterial sollte den Tieren ausschließlich im Auslaufbereich angeboten werden, um ruhende Tiere im Stallinnenraum nicht zu stören. Als Ort der Verabreichung von Stroh, Heu, Sägespänen, Holzmehl oder Torf bietet sich dort der planbefestigte Bereich oder der Trog an (Verabreichung über das Fütterungssystem).

Lüftungsprinzip

Die Luftversorgung im Stall erfolgt über eine Traufen-Firstlüftung. In *Abbildung 4* ist mit Pfeilen die Führung der Zu- bzw. Abluft eingezeichnet. Im Stallinnenbereich gelangt die Zuluft über sensorgesteuerte Klappen zunächst in den Kontrollgang, erwärmt sich dort, strömt weiter in den Ruhebereich der Schweine und wird über ebenso sensorgesteuerte Abluftklappen entsorgt. Die Abluftführung verläuft im Gegensatz zu herkömmlichen Außenklimaställen über den offenen First, im Auslauf je nach Außentemperatur und Windeinfluss diffus oder auch über First. (Bei Notwendigkeit durch ein absolutes Naheverhältnis zu Wohn- oder im Dorfgebieten kann der Stall auch mechanisch entlüftet werden.)

Der Vorteil dieser Lüftungsvariante besteht darin, dass im Gegensatz zur Zwangsbe- und -entlüftung keinerlei Ventilatoren o.ä. für den Betrieb notwendig sind. Lediglich die Stellmotoren der Luftklappen sind elektrisch gesteuert. Dies verringert den Energiebedarf im laufenden Betrieb des Stalles deutlich und erhöht auch die Funktionssicherheit, da im Falle eines technischen Defekts (z.B. Stromausfall in Folge Blitzschlag) keine Tierauffälle mehr zu befürchten sind.

Um den Stallinnenraum in den Sommermonaten möglichst kühl halten zu können und im Winter eine Vorkonditionierung der Zuluft zu erzielen, wäre auch eine Unterflurzuluftführung im Bereich des Kontrollganges anzudenken. Diese Variante soll in einem Projektstall getestet werden.

Biosicherheit

An den Mistbereich grenzt ein rund 100 cm breiter Treib- und Kontrollgang an. Schieb- oder rollbare Windschutznetze dienen insbesondere bei feucht-kalter Witterung als Schutz. Mittels doppelter Umzäunung (ca. 100 cm hoher Betonsockel als Stallaußengrenze sowie Buchtenwand im Innenbereich) ist die Einhaltung der Biosecurity-Vorschriften gewährleistet.

Faktor Umwelt: Beschreibung der emissionsmindernden Maßnahmen

Die derzeit vorliegende und allgemein gültige Literatur weist darauf hin, dass insbesondere tierfreundliche Stallsysteme als emissionstechnisch schlechter zu bewerten bzw. mit negativen Umweltwirkungen behaftet sind. Insbesondere die Verwendung von Stroh als Einstreu bzw. Beschäftigungsmaterial führt zu erhöhtem Feinstaubaufkommen in PM10 Fraktionen (VDI 3894, Blatt 1). Offenfront- bzw. Außenklimastallungen gelten zudem auf Grund diffus emittierender Abströmungen als immissionstechnisch nachteilig.

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

1. Reduktion der Stickstoff- und Phosphorauscheidung – Nährstoffmanagement:
 - a) Multiphasenfütterung mit einer Futterzusammensetzung, die an die spezifischen Anforderungen der jeweiligen Produktionsphase angepasst ist
 - b) Einsatz von zugelassenen Futtermittelzusätzen zur Verringerung des gesamten ausgeschiedenen Phosphors
2. Reduktion emittierender Oberflächen – Haltung und Lagerung:
 - a) Trockenheit und Sauberkeit der Tiere und Bodenflächen durch planbefestigtes, teilw. eingestreutes Schrägbodensystem
 - b) gezielte Kühlung im Stallinnenraum (Verhinderung von Suhlebildung durch Hitzestress)
 - c) Gliederung der Buchtenfläche in Funktionsbereiche – insbesondere Anlage eines von den Schweinen eindeutig als solchen erkennbaren Ausscheidungs- bereichs
 - d) laufende Entfernung des Wirtschaftsdüngers aus dem Stall/Ausscheidungsbe- reich
 - e) Verringerung der Überströmung der Wirtschaftsdün- geroberfläche mittels Lagerabdeckung
- 3.) Ureaseminimierung – Düngermanagement:
 - a) Trennung von Kot und Harn (Vorgrube)
 - b) Außenklimabedingungen (verringerte mittlere Jahrestemperatur)
 - c) Kühlung des Stallinnenraums

Die sowohl in der VDI 3894/1 publizierten als auch als vom KTBL veröffentlichten Literatur (z.B. EURICH-MENDEN et al. 2011) gelten unbestritten als Stand der Technik im

Bereich der Emissions-Minderungsmöglichkeiten. Eigene Untersuchungen der HBLFA Raumberg-Gumpenstein zeigen selbst für Einzelmaßnahmen ein beachtliches Reduktionspotenzial auf. Im Bereich der Mastschweinehaltung kommt ergänzend hinzu, dass mit einer Ammoniakminderung oft eine Geruchsminderung einhergeht. Im Detail sind für Ammoniak die in *Tabelle 1* angeführten Prozentsätze in Abzug zu bringen.

Tabelle 1: Ammoniak-Reduktionspotenzial unterschiedlicher emissionsmindernder Maßnahmen

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

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

Faktor Tierwohl: Was bringt´s dem Schwein?

Im neuen Tierwohlstallsystem steht den Mastschweinen zur Endmast eine Fläche von 1,1 m² je Tier zur Verfügung. Dies liegt über den gesetzlichen Mindestanforderungen und ist als überaus positiv zu bewerten. Im Stallkonzept mit 3-Flächenbuchten sind unterschiedliche Klimabereiche vorgesehen, die den Tieren auch die klare Trennung in Funktionsbereiche ermöglichen sowie Bewegungs- und Beschäftigungsanreize bieten. Der im wärmegeämmten Stallinnenraum befindliche Ruhebereich kommt den biologischen Bedürfnissen der Tiere entgegen: Zum Ruhen suchen Schweine bevorzugt einen dunkleren, zugluftfreien, trockenen und optisch geschützten Bereich auf (entsprechend den in der Natur von den

Schweinen angelegten Schlafnestern). Auf dem planbefestigt ausgeführten Liegeplatz muss die empfindliche Nase nicht über den Güllekanälen bzw. Exkrementen ruhen. Gemäß dem artspezifischen Verhalten wird der Ruheplatz von den Schweinen sauber gehalten, wobei jedoch auf eine angepasste Besatzdichte von 0,2 m² je 30 kg-Ferkel beim Einstallen und 0,45-0,5 m²/Endmasttier zu achten ist, da es bei zu großem Platzangebot zur Verkotung kommen kann. Die kontinuierliche Anpassung der Platzverhältnisse an die Tiergröße ist durch die verschiebbare Buchtenrückwand gewährleistet.

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

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

Neben den Beschäftigungsmaterialien, welche im Auslaufbereich angeboten werden müssen, können im Ausscheidungsbereich während der Sommermonate auch Abkühlmöglichkeiten in Form von Duschen angebracht

Tabelle 2: Vergleich der Baukosten zwischen emissionsarmem Tierwohlmaststall und herkömmlichem Warmstall mit Vollspaltenboden (excl. MwSt.) (Quelle: Schauer Agrotronic GmbH)

Kostengruppe		Tierwohl-	
		mastschweinstall	KTBL-Stall
Baunebenkosten (Planung, Genehmigung)	€ je Tierplatz	-	-
Erschließung	€ je Tierplatz	-	-
Bauwerk - Baukonstruktionen	€ je Tierplatz	430	290
Bauwerk - technische Anlagen	€ je Tierplatz	161	100
Außenanlagen (Gülle, Futtersilos)	€ je Tierplatz	44	58
Gesamtkosten	€ je Tierplatz	635	448

werden. Als positiver Nebeneffekt wird durch die entstehende Feuchtigkeit in diesem Bereich das Ausscheidungsverhalten stimuliert und reduziert ein mögliches „Umkippen“ des Verhaltens (Liegen im Spalten- und Koten im Liegebereich). Eine Darstellung des Buchtenkonzepts für 15 bzw. 25 Tiere ist in *Abbildung 8* ersichtlich.

Faktor LandwirtIn: Was bringt's dem Bauern/der Bäuerin?

Ein wichtiger Faktor für die Auswahl von Stallbauvarianten sind die zu erwartenden Baukosten. Der emissionsarme Tierwohlmaststall wurde bereits von sechs österreichischen und zwei deutschen LandwirtInnen errichtet und acht Betriebe befinden sich aktuell in der Bauphase. Ein Vergleich der Baukosten zum herkömmlichen Warmstall-System ist in *Tabelle 2* dargestellt.

Durch den Wegfall aufwändiger (Zwangsbe-)Lüftungstechnik ergeben sich im laufenden Betrieb des Stalles wesentlich geringere Energiekosten, was jedenfalls die Mehrkosten in der Errichtung aufwiegen sollte.

Für LandwirtInnen besteht über diese Haltungsform die Möglichkeit die Förderung für „besonders tierfreundliche Haltung“ (25 %) zu erwerben, was ebenfalls eine Reduktion der Baukosten gegenüber der konventionellen Förderung um 5 % nach sich zieht. Des Weiteren ermöglicht die Haltungsform die Teilnahme an diversen Label-Programmen und eröffnet damit die Perspektive einen Mehrerlös je Mastschwein zu erzielen.

Aus arbeitswirtschaftlicher Sicht kann der zusätzliche Arbeitsschritt des täglichen Nachstreuens zum einen vollautomatisiert werden oder im Zuge des ohnehin nötigen täglichen Kontrollganges und Verabreichens der Beschäftigungsmaterialien von Hand erfolgen. So es im Bau vorgesehen wird, kann die Gabe der Beschäftigungsmaterialien ebenso automatisiert über das Fütterungssystem ablaufen.

Erste Ergebnisse der Schlachtkörperauswertung zeigen, dass die Mastschweine im neuen Stallkonzept unter Außenklimabedingungen ähnliche Magerfleischanteile (durchschnittl. 61,4 %) aufweisen wie ihre „Kollegen“ aus dem Warmstall (desselben Betriebes unter winterlichen Bedingungen). Auch die Tageszunahmen sind mit 840 g/T sehr zufriedenstellend.

Im Hinblick auf eine Funktionssicherheit bietet der Stall wesentliche Vorteile, insbesondere auf eine Notlüftung, Alarmierung oder automatisch öffnende Türen oder Fenster

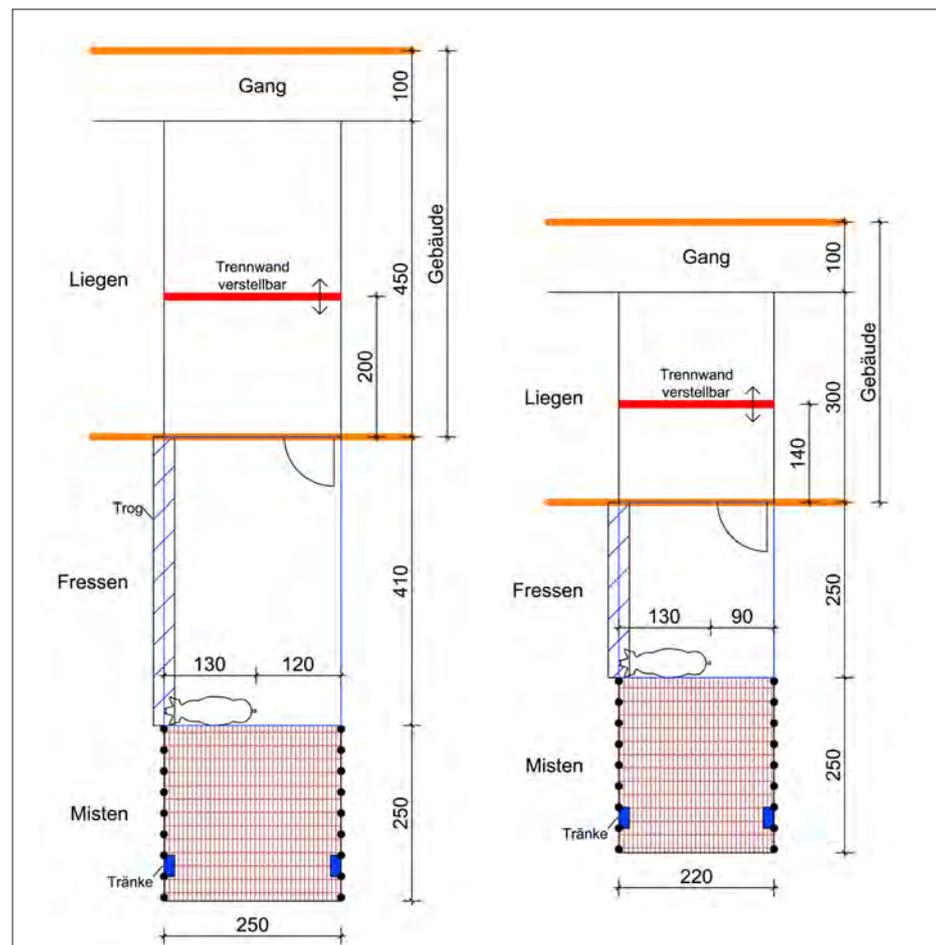


Abbildung 8: Buchtenkonzept für 25 Mastschweine (links) und 15 Tiere (rechts)

kann bei diesem Stallsystem gänzlich verzichtet werden. Der natürliche Luftaustausch im Ruhebereich und der offene Bewegungs- und Entmistungsbereich sind ganzjährig gewährleistet.

Durch dieses „transparente“ Stallkonzept ist eine wesentliche Verbesserung hinsichtlich der Verbesserung der AnrainerInnen- und KonsumentInnenakzeptanz zu erwarten. Skeptische und der Tierproduktion gegenüber kritisch eingestellte Personen können anders als in bisherigen Warmstallprojekten direkt in den Tierwohlstall hineinschauen und sich selbst ein Bild von der Situation der Schweine machen. All dies soll und wird zu einer verträglicheren Diskussion auf Augenhöhe und einem Abbau von Vorurteilen gegenüber SchweinehalterInnen beitragen.

Schlussfolgerungen und Ausblick

In diesem innovativen Stallkonzept werden erstmals emissionsmindernde Maßnahmen in gebündelter Form umgesetzt, welche mit den Bereichen einer stickstoffreduzierten Multiphasenfütterung, einer Stallkühlung, einer teilweisen Auslaufhaltung und insbesondere durch eine völlig neuartige Entmistungstechnik ein Emissionsminderungspotenzial von zumindest 80 % für den Bereich Ammoniak und 60 % für Geruch erwarten lässt. Durch das Ausschöpfen dieser emissionsmindernden Potenziale und in Verbindung mit Maßnahmen zur Förderung des Tierwohlergehens soll sowohl dem Umweltschutz Rechnung getragen als auch die

Akzeptanz bei AnrainerInnen und KonsumentInnen gesteigert beziehungsweise Konfliktsituationen entschärft werden. Über die EIP-Schiene wurde bereits ein konkretes Projekt zur wissenschaftlichen Überprüfung der postulierten Minderungs- und Verbesserungspotenziale eingebracht („SaLu_T – Saubere Luft in der Tierproduktion“).

Es darf davon ausgegangen werden, dass dieser neuartige Tierwohlmaststall durchaus eine zukunftsfähige und wirtschaftliche Ergänzung zu bisherigen konventionellen Haltungformen in der Schweinemast darstellen kann.

Literatur

- ANDERL, M. (2016): Vortrag in Graz beim Amt d. Stmk. Landesregierung, Abteilung A10 – Land und Forstwirtschaft in der Sitzung der AG Landwirtschaft zur Umsetzung des Luftreinhalteprogramms des Landes Steiermark 2014.
- ANGELINO, E., COSTA, M.P., D'ALLURA, A., FINARDI, S., FOS-SATI, G., LANZANI, G., PERONI, E., RADICE, P., SILIBELLO, C. (2013): Air Quality Influence of Ammonia and Nitrogen Oxides Emissions Reduction over the Po Valley. Proceedings of 15th Conf. on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes 6-9 May 2013 (Eds. R. San Jose, J. L. Pérez), Madrid, 201-205.
- BANZHAF, S., SCHAAP, M., WICHNIK KRUIT, R.J., DENIER VAN DER GON, H.A.C., STERN, R., BUILTJES, P.J.H. (2013): Impact of emission changes on secondary inorganic aerosol episodes across Germany. *Atmos. Chem. Phys.*, 13, pp 11675-11693.
- BAUER, H., KASPER-GIEBL, A., LIMBECK, A., RAMIREZ-SANTA CRUZ, C., JANKOWSKI, N., KLATZER, B., POURESMAEIL, P., DATTLER, A., HANDLER, M., SCHMIDL, CH., PUXBAUM, H. (2009): AQUELLA Graz Süd PM2.5 Quellenanalyse von PM10- und PM2.5 Belastungen in Graz, TU-Wien, 49 S.
- ERISMAN, J.W., SCHAAP, M. (2004): The need for ammonia abatement with respect to secondary PM reductions in Europe. *Environmental Pollution* 129, 159-163.
- EURICH-MENDEN, B., DÖHLER, H., VAN DEN WEGHE, H. (2011): Ammoniakemissionsfaktoren im landwirtschaftlichen Emissionsinventar – Teil 2: Geflügel und Mastschweine. *Landtechnik* 66, 60-63.
- MARCAZZAN, G.M., CERIANI, M., VALLI, G., VECCHI, R. (2003): Source apportionment of PM10 and PM2.5 in Milan (Italy) using receptor modelling. *The Science of the Total Environment*, 317, pp 137-147.
- PFLANZ, W. (2007): Gesamtheitliche Beurteilung innovativer Schweinemastverfahren für Baden-Württemberg. Diss. Univ. Hohenheim.
- RENNER, E., WOLKE, R. (2010): Modelling the formation and atmospheric transport of secondary inorganic aerosols with special attention to regions with high ammonia emissions. *Atmos. Environ.* 44, 1904-1912.
- UHRNER, U., REIFELTSHAMMER, R., STEINER, M., LACKNER, B. (2013): Modelling in PMinter – a holistic approach - from base data to emissions to exposure, considering local, regional & long range transport & chemistry. Presentation at the final Conference of the SI-AT Project PMinter in Maribor.
- UMWELTBUNDESAMT (2016): ANDERL, M., GANGL, M., HAIDER, S., MOOSMANN, L., PAZDERNIK, K., POUPA, S., PURZNER, M., SCHIEDER, W., STRANNER, G., ZECHMEISTER, A.: Emissionstrends 1990 – 2014. Ein Überblick über die Verursacher von Luftschadstoffen in Österreich (Datenstand 2016). REP-0574. Umweltbundesamt, Wien.
- VDI-Richtlinie 3894/Blatt 1: Emissionen und Immissionen aus Tierhaltungsanlagen. Haltungsverfahren und Emissionen Schweine, Rinder, Geflügel, Pferde. Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN – Normenausschuss KRdL. Fachbereich Umweltschutztechnik. Verein Deutscher Ingenieure e.V., Düsseldorf.
- ZENTNER, E., HEIDINGER, B., GUGGENBERGER, T. (2013): Einfluss des Lüftungssystems auf die Lungengesundheit von Mastschweinen. *Bautagung Raumberg-Gumpenstein 2013*, 53–68.

Pilotprojekt Versuchsstall: Abluftwäscher für Mastschweineställe

Michael Kropsch^{1*}, Eduard Zentner¹, Christian Gummerer² und Dietmar Öttl³

Zusammenfassung

In umwelttechnischer Hinsicht ist die Nutztierhaltende Landwirtschaft seit einiger Zeit mit im Fokus, wenn es um „die Verursacher“ und geforderte Reduktionen von luftgetragenen Emissionen geht. Bekanntermaßen wird Ammoniak beinahe ausschließlich (rund 95%) aus landwirtschaftlichen Bereichen emittiert – eine Reduktion, wie sie im Rahmen der EU NEC- Richtlinie gefordert ist, kann demnach nur hier ansetzen. Die Emissionen von Ammoniak tangieren jedoch nicht nur diesen Luftschadstoffbereich, Konsequenzen ergeben sich auch für die Bildung von Feinstaub. Sekundäre Feinstaubpartikel entstehen in der Atmosphäre aus gasförmigen Vorläufersubstanzen – Ammoniak stellt hier den limitierenden Faktor dar. An unterschiedlichen „Schrauben lässt sich drehen“, wenn es um die Reduktion von Ammoniak in der Nutztierhaltung geht – gegenständlich wird der Fokus auf die Schweinehaltung gelegt. Zielführend sind beispielsweise eine eiweißangepasste Fütterung sowie die Verwendung von Futtermittelzusatzstoffen, die nachgewiesenermaßen zu einer geringeren Ammoniakfreisetzung führen. Eine weitere, bis dato in Österreich kaum in Verwendung stehende Möglichkeit Ammoniakemissionen zu reduzieren, ist die Verwendung von Abluftreinigungstechnologien.

Bevor jedoch ein breiterer Einsatz derartiger – in Deutschland bereits seit geraumer Zeit in Einsatz stehenden Anlagen – in der heimischen Landwirtschaft angedacht ist, ist es jedenfalls zielführend, am Markt befindliche Technologien auf die Praxistauglichkeit für die österreichische Betriebsstruktur eingehend zu untersuchen:

- eignen sich die untersuchten Anlagen zur Nachrüstung bei bestehenden Stallungen?
- mit welchem Abscheidegrad für Ammoniak und Geruch ist zu rechnen?
- bis zu welchen minimalen Abteilgrößen ist ein Einsatz sinnvoll?
- wie hoch sind die Investitionskosten und die laufenden Kosten für den Betrieb und der Serviceaufwand der untersuchten Technologien?

Der Klärung dieser Fragen widmet sich die HBLFA Raumberg-Gumpenstein im neuen Schweineforschungsstall im Rahmen des *Pilotprojekt Versuchsstall: Abluftwäscher für Mastschweineställe*.

Schlagwörter: Abluftwäscher, Ammoniak, Feinstaub, Schweinehaltung, Versuchsstall

Einleitung

Wissenschaftliche Studien zeigen, dass die Feinstaubbelastung zu einem relativ hohen Anteil - auch in urbanen Gebieten – auf sekundär gebildete Partikel zurückzuführen ist. Es handelt sich hierbei um Partikel, die sich durch chemische Reaktionen in der Atmosphäre aus den Vorläufersubstanzen Ammoniak (NH₃), Stickstoffdioxid (NO₂) und Schwefeldioxid (SO₂) bilden (BANZHAF et al., 2013; MARCAZZAN et al., 2003; RENNER und WOLKE, 2010; ERISMAN und SCHAAP, 2004; ANGELINO et al., 2013; UHRNER et al., 2013; BAUER et al., 2009). Die Sektoren Industrie und Verkehr bilden dabei die Hauptemittenten für Stickstoffdioxid und Schwefeldioxid, die Landwirtschaft ist hingegen der Hauptverursacher für Ammoniak-Emissionen (UBA 2013). Im Rahmen der Sitzungen der *Arbeitsgruppe Landwirtschaft des Luftreinhalteprogramm Steiermark* wurden unterschiedliche Möglichkeiten zur Reduktion der Ammoniak-Emissionen, im Besonderen aus der Tierhaltung, diskutiert. Als potentielle Techniken, neben einer eiweißangepassten Fütterung und erprobten Futtermittelzusatzstoffen,

haben sich hierbei u. a. Abluftreinigungstechnologien herauskristallisiert.

Bis dato liegen in der heimischen Landwirtschaft hinsichtlich des Einsatzes von Abluftwäschern wenig bis keine Erfahrungen vor. Da aus zahlreichen Untersuchungen in Deutschland bekannt ist, dass der Einsatz und Betrieb einer derartigen Technologie mit erheblichen Kosten und technischem Aufwand verbunden ist, ist es zwingend notwendig, in einem Pilotprojekt abzuklären, wie sich dies für „österreichische Verhältnisse“ (kleinere Abteile, nachträglicher Einbau auf bestehenden Betrieben) darstellt – bevor die Abluftreinigung auch hierzulande mehr und mehr in der Praxis Fuß fasst. Die aus dem gegenständlichen, steirischen Pilotprojekt gewonnenen Daten dienen als Entscheidungsgrundlage der öffentlichen Hand, für eine potenzielle Förderung eines zukünftigen Einsatzes der Abluftreinigungstechnologie in der Praxis. Bei einer positiven Gesamtbewertung der überprüften Abluftreinigungsanlagen könnte die Umsetzung in die Praxis auf zwei Wegen erfolgen: Zum einen über ein durch Fördermittel gestütztes Nachrüstprogramm für bestehende

¹ HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Abteilung Stallklimatetechnik und Nutztierschutz, Raumberg 38, A-8952 IRDNING-DONNERSBACHTAL

² Amt der Steiermärkischen Landesregierung, A10 Land- und Forstwirtschaft, Referat Landwirtschaft und Ländliche Entwicklung, Ragnitzstraße 193, A-8047 GRAZ

³ Amt der Steiermärkischen Landesregierung, A15 Wohnbau, Energie, Technik, Referat Luftreinhaltung, Landhausgasse 7, A-8010 GRAZ

* Ansprechperson: Michael KROPSCH, E-Mail: michael.kropsch@raumberg-gumpenstein.at

Ställe und zum anderen über eine gesetzliche Verschreibung von Abluftwäschern, für neu zu errichtende Ställe ab einer bestimmten Anzahl an Tierplätzen.

Eine erste, grobe Abschätzungsrechnung zeigt, dass bei einer fiktiv angenommenen Nachrüstung von Mastschweinebetrieben ab einer Anzahl von 500 Tierplätzen im Feinstaub-Sanierungsgebiet Mittelsteiermark, eine Reduktion der Ammoniak-Emissionen (bezogen auf die Ammoniak-Gesamtemissionen in diesem Raum) um ca. 20-30 % erreicht werden könnten (ÖTTL, 2013).

NEC-Richtlinie

Durch die Vorgaben der EU hinsichtlich der „Zulässigkeit“ an nationalen Emissionen (Richtlinie 2001/81/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über nationale Emissionshöchstmengen für bestimmte Luftschadstoffe, kurz NEC-Richtlinie) ergibt sich die Notwendigkeit, neben Aktivitäten zur erforderlichen Reduktion der Feinstaubemissionen, auch die Ammoniakemissionen, die zu rund 95% aus der Landwirtschaft stammen, markant zu reduzieren. Für Österreich liegen hier die Vorgaben bei einer Reduktion von -12% (gegenüber 2005) bis 2030.

Geruchsemissionen

Nicht zuletzt durch die Novellierung des Steiermärkischen Baugesetzes im Jahr 2008 ergab sich eine Verschärfung für landwirtschaftliche Betriebe, in deren unmittelbarer Nachbarschaft potenziell Geruchsbelästigungen auftreten. Aufgrund des Zusammenhangs zwischen Ammoniak- und Geruchsemissionen könnten hier zukünftige Techniken, die primär auf die Reduktion der Ammoniak-Emissionen fokussieren, auch zur Lösung von „Geruchskonflikten“ im Rahmen landwirtschaftlicher Bau- oder Beschwerdeverfahren beitragen; bäuerliche Existenzen könnten unter diesem Gesichtspunkt längerfristig gesichert bzw. Betriebserweiterungen „unkomplizierter“ abgewickelt werden (derzeit sind mehrere Jahre Verfahrensdauer in der Praxis keine Seltenheit).

Zielsetzung

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

- Welcher Abscheidegrad für NH_3 und Geruch ergibt sich für typische steirische Schweinehaltende Betriebe (Anpassung erprobter Abluftreinigungstechnologien an die Strukturen der heimischen Landwirtschaft)?
- Welche Investitions- und Betriebskosten bzw. laufenden Kosten sind pro Tierplatz zu veranschlagen?

- Mit welchem Ressourcenbedarf (Wasser, Schwefelsäure, Strom, Fläche, Wartungsaufwand etc.) ist für die untersuchten Abluftreinigungstechnologien zu rechnen?
- Welche zusätzlichen Herausforderungen und eventuellen Mehrkosten ergeben sich durch die Lagerung und Ausbringung (oder Entsorgung) des Waschwassers (Schlammrückstände); ergibt sich möglicherweise ein Einsparungspotenzial hinsichtlich des Einsatzes von Düngemitteln?
- Welche minimalen Stallgrößen (häufig werden in der Praxis Mastschweine in mehreren kleinen Stallungen, in verschiedenen Gebäuden, gehalten), können mit den untersuchten Abluftreinigungsanlagen sinnvoll nachgerüstet werden bzw. für welche „Einheiten“ ist der Einbau eines Wäschers technisch noch machbar und wirtschaftlich vertretbar?
- Mit welchen technischen Herausforderungen ist im Langzeitbetrieb zu rechnen; sind diese durch den Betreiber (Landwirt) bewältigbar oder bedarf es technischer Unterstützung durch den/die Herstellerfirmen?
- Welche Begleitmaßnahmen sind für eine erfolgreiche Umsetzung der angedachten Maßnahme (Förderung des Einbaus von Wäschern) zu setzen; bspw. Aufbau von technischem Know-how in Forschungseinrichtungen und an landwirtschaftlichen Fachschulen, sowie bei Interessensvertretungen und in Schulungen für Landwirte?
- Welche Prozessparameter (z.B. pH-Wert des Waschwassers) und technischen „Teile“ der getesteten Abluftwäscher sind regelmäßig zu prüfen und zu warten? Ist es für den Landwirt machbar, diese routinemäßigen Prüfungen und Kontrollen selbst durchzuführen oder bedarf es hier der Unterstützung durch eigens geschulte Experten (bspw. von Seiten der Landwirtschaftskammer oder des Amtes der Landesregierung)?

Methodik

Auswahl der Wäsche

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

Die Auswahl der in Frage kommenden Anlagen erfolgt durch Einholung entsprechender Firmenangebote bzw. Vor-Ort-Gespräche, wobei neben den potenziellen Kosten auch weitere Bewertungskriterien (zeitliche Umsetzbarkeit, Betreuung und Servicierung durch Firmenmitarbeiter, Ressourcenbedarf etc.) Beachtung finden.

Im projektierten Schweineforschungsstall an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein werden drei Abteile für je 138 Mastschweine errichtet – jedes Abteil wird mit einer unterschiedlichen Abluftreinigungsanlage zu Untersuchungszwecken ausgestattet.

In einem ergänzenden, zeitlich versetzten Projekt-Schritt soll bei einem steirischen landwirtschaftlichen Betrieb, fußend auf den Erkenntnissen aus den Versuchen in Gumpenstein, zumindest ein geeignetes Fabrikat eingebaut und unter Praxisbedingungen getestet werden.

Abscheidegrad und Untersuchungsparameter

Die Untersuchung der Abluftreinigungsanlagen erfolgt in dem projektierten Musterstall an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein. Der Vorteil dieses Standorts liegt darin, dass hier der Betrieb eines Wäschers durch geschultes Personal erfolgen kann; damit wird vermieden, dass derartige Wäschersysteme durch unzureichende Bedienung oder Kontrolle falsch beurteilt werden.

Um den mittleren Abscheidegrad der eingebauten Wäscher zu erhalten, werden regelmäßig Ammoniak-Messungen und olfaktorische Untersuchungen, vor (im Rohgas) und nach (im Reingas) dem Wäscher, in den jeweiligen Stalleinheiten durchgeführt. Wesentliche Versuchsparameter wie Außen- und Stalltemperaturen, relative Luftfeuchte und die Volumenströme der Abluft werden kontinuierlich erfasst; chemische Analysen der eingesetzten Futtermittel und des anfallenden Wirtschaftsdüngers (Gülle) erfolgen ergänzend im dienststelleneigenen Laboratorium.

In der Steiermark werden sowohl kontinuierliche als auch Rein-Raus Verfahren in der Schweinemast praktiziert. Bei der letzteren Betriebsweise kommt es zu einem kontinuierlichen Anstieg der Ammoniak-Emissionen entsprechend der Gewichtszunahme. Beide Verfahren werden im Pilotprojekt einer eingehenden Untersuchung zugeführt, um deren möglichen Einfluss auf den mittleren Abscheidegrad festzustellen.

Ermittlung der laufenden Kosten und des Ressourcenbedarfs

Ziel ist es, die laufenden Kosten der untersuchten Abluftwäscher den laufenden Kosten einer normalen, dem Stand der Technik entsprechenden, Entlüftung eines Mastschweinstalls gegenüberzustellen. Dazu ist es erforderlich, sämt-

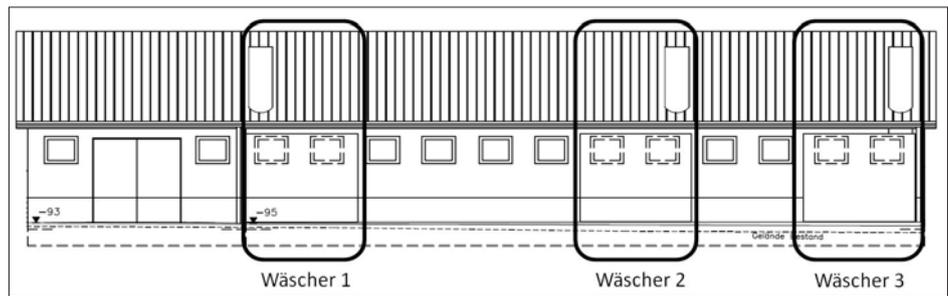


Abbildung 1: Nordöstliche Ansicht des neuen Schweineforschungsstalles mit Blick auf die drei Abluftwäschereinheiten

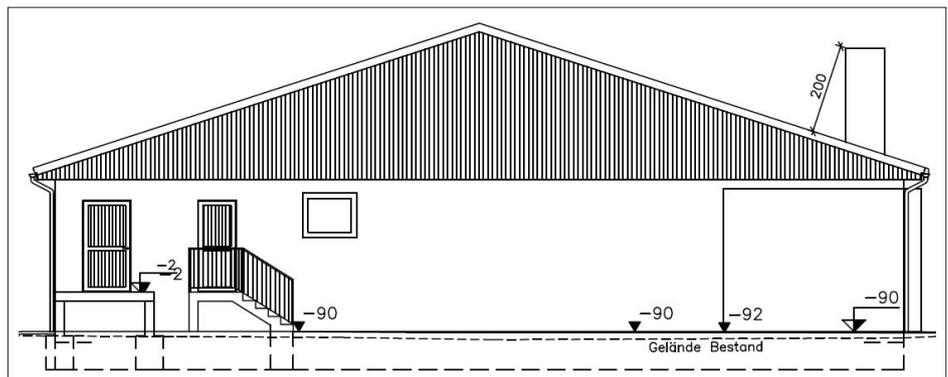


Abbildung 2: Süd-Ost-Ansicht des neuen Schweineforschungsstalles, Abluftkamine der Wäscher links im Bild

liche elektrischen Einrichtungen (Waschwasserpumpen, Lüftungsventilatoren, Steuerungseinheiten ...) mit Stromzählern auszustatten. Ergänzend dazu werden sämtliche Verbrauchsmittel (bspw. schwefelige Säure zum Einstellen des pH-Wertes) sowie die Ausbringung- und eventuelle Entsorgungskosten des anfallenden Wäscherschlamms in die Bilanzierung miteinbezogen.

Projektstruktur und Zeitplan

Die HBLFA Raumberg-Gumpenstein, als größte landwirtschaftliche Forschungseinrichtung des österreichischen Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, ist für die praktische und wissenschaftliche Abwicklung und Durchführung des Projekts



Abbildung 3: Verantwortlichkeiten im Projekt Versuchsstall Abluftwäscher für Mastschweinställe

zuständig. Das Land Steiermark, vertreten durch die Abteilungen A15 (Referat Luftreinhaltung) und A10 (Forst- und Landwirtschaft), sowie die Landwirtschaftskammer Steiermark übernehmen Kontrollfunktionen (Advisory Board).

Es wird von einer Gesamtprojektzeit von etwa 4 Jahren ausgegangen, wobei für die Messungen (kontinuierliche Mast bzw. Rein-Raus-Verfahren) rund eineinhalb Jahre veranschlagt sind. Die Vorbereitungsarbeiten (Auswahl der Wäscher, Detailplanung, Bauverhandlung etc.) sind soweit abgeschlossen – mit dem Start der Bauaktivitäten ist im Verlauf des ersten Halbjahres 2017 zu rechnen.

Zur Dokumentation und der abschließenden Beurteilung durch die Projektgruppe wird ein halbes Jahr eingeplant; hier sollen bereits auch möglichst detaillierte Empfehlungen, für den Fall einer grundsätzlich positiven Beurteilung, für die weitere politische Umsetzung erarbeitet werden (bspw. erforderliche gesetzliche Neuerungen, technische und personelle Abwicklung des Förderprogramms etc.). Erfolgt der Projektabschluss 2020, stünde ein Zeitraum von weiteren 10 Jahren zur Verfügung, um die Maßnahmen in die Praxis umzusetzen und das NEC-Ziel in Bezug auf Ammoniak in der Steiermark bis 2030 zu erreichen sowie die Feinstaubbelastung durch sekundäre Aerosole im derzeitigen Sanierungsgebiet Mittelsteiermark merkbar zu reduzieren.

Literatur

- ANGELINO, E., M.P. COSTA, A. D'ALLURA, S. FINARDI, G. FOS-SATI, G. LANZANI, E. PERONI, P. RADICE, C. SILIBELLO (2013): Air Quality Influence of Ammonia and Nitrogen Oxides Emissions Reduction over the Po Valley. Proceedings of 15th Conf. on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes 6-9 May 2013 (Eds. R. San Jose, J. L. Pérez), Madrid, 201-205.
- BANZHAF, S., M. SCHAAP, R.J. WICHNIK KRUIT, H.A.C. DENIER VAN DER GON, R. STERN, and P.J.H. BUILTJES (2013): Impact of emission changes on secondary inorganic aerosol episodes across Germany. *Atmos. Chem. Phys.*, 13, pp 11675-11693.
- BAUER, H., A. KASPER-GIEBL, A. LIMBECK, C. RAMIREZ-SANTA CRUZ, N. JANKOWSKI, B. KLATZER, P. POURESMAEIL, A. DATTLER, M. HANDLER, Ch. SCHMIDL, H. PUXBAUM (2009): AQUELLA Graz Süd PM2.5 Quellenanalyse von PM10- und PM2.5 Belastungen in Graz, TU-Wien, 49 S.
- ERISMAN, J.W. and M. SCHAAP (2004): The need for ammonia abatement with respect to secondary PM reductions in Europe. *Environmental Pollution* 129, 159-163.
- MARCAZZAN, G.M., M. CERIANI, G. VALLI, R. VECCHI (2003): Source apportionment of PM10 and PM2.5 in Milan (Italy) using receptor modelling. *The Science of the Total Environment*, 317, pp 137-147.
- ÖTTL, D. (2013): Factsheet – Ammoniakminderungsmaßnahmen im Sanierungsgebiet Mittelsteiermark. Amt d. Stmk. Landesregierung, A15 – Ref. F. Luftreinhaltung, 7 S.
- RENNER, E., and R. WOLKE (2010): Modelling the formation and atmospheric transport of secondary inorganic aerosols with special attention to regions with high ammonia emissions. *Atmos. Environ.* 44, 1904-1912.
- UBA (2013): Bundesländer Luftschadstoff-Inventur 1990 – 2011. Regionalisierung der nationalen Emissionsdaten auf Grundlage von EU-Berichtspflichten. Umweltbundesamt, Wien, 237 S.
- UHRNER, U., R. REIFELTSHAMMER, M. STEINER, B. LACKNER (2013): Modelling in PMinter – a holistic approach - from base data to emissions to exposure, considering local, regional & long range transport & chemistry. Presentation at the final Conference of the SI-AT Project PMinter in Maribor.

Lichtsysteme im Schweinestall - Anforderungen und LED-Technik

Irene Mösenbacher-Molterer^{1*} und Eduard Zentner¹

Zusammenfassung

Die Beleuchtung von Schweineställen muss aufgrund komplexer Anforderungen gut durchdacht sein, um den Tieren optimale Bedingungen bieten zu können. Hätten Schweine die Wahl, würden sie von Natur aus eine dämmrige Umgebung bevorzugen. Lediglich für die Nahrungsaufnahme sowie das Ausscheidungsverhalten liegt die Präferenz bei gut ausgeleuchteten Bereichen. Trotzdem hat das Licht mit seiner Funktion als Zeitgeber und Auslöser für physiologische Abläufe gerade in der Sauenhaltung eine immense Bedeutung, auch das Futteraufnahmeverhalten in der Mast kann durch gute Lichtverhältnisse positiv beeinflusst werden.

In der konventionellen Tierhaltung ist aufgrund der Stallbauweise (meist Kammstall) eine gleichmäßige Beleuchtung ausschließlich mit natürlichem Licht kaum realisierbar. Eine Ergänzung durch Kunstlicht ist unumgänglich. Kostenmäßig liegen LED-Leuchten hier klar im Vorteil. Unabdingbar ist eine Ausführung mit Schutzklasse mind. IP 65 sowie ein Gehäuse, welches zusätzlich vor Ammoniak geschützt ist.

Aufgrund der vorliegenden Studien liegt weiters die Überlegung auf der Hand, Ermessensspielräume in der Auslegung der Gesetzesvorgaben einzuführen, um verantwortungsvolle Tierhalter selbst entscheiden lassen zu können, in welcher Intensität und Dauer Licht in vorgegebenen Bandbreiten von Nöten ist. Empfehlenswert wäre auch eine Konkretisierung der Vorgaben im Hinblick auf die jeweilige Nutzungsrichtung, um den jeweiligen Anforderungen der Tiere Beachtung zu schenken.

Schlagwörter: Schweinehaltung, Stallklima, Beleuchtung, Lichtintensität, LED

Summary

Because of complex requirements the lighting of pig housings must be sophisticated in order to offer ideal conditions for the animals. If the pigs could choose, naturally, they would prefer dim surroundings.

Only for the feed intake as well as for excretion they prefer a well illuminated area.

Nevertheless, the light with its function as timer and trigger of special physiological processes – especially in sow husbandry – is of high importance. The feed intake behaviour in fattening can positively be influenced by good lighting conditions, as well.

Because of the construction of the housings – mostly a compartmentalised house – in conventional animal husbandry an even lighting with natural light only can scarcely be realised.

A completion by means of artificial light is inevitable. In terms of the costs LED-lighting is clearly to be preferred. A protection class of at least IP 65 as well as a box, which is additionally protected of ammonia, are indispensable.

Basing on the present studies there is a clear advisement to allow a scope of discretion in the interpretation of the laws so that the responsible farmer is able to decide himself in terms of intensity and duration of lighting.

The recommendation is to deliver a setting of concrete standards concerning the particular way of farming in order to meet the respective requirements of the animals.

Keywords: pig housing, stable climate, lightning, illumination, LED

Einleitung

Neben den Stallklimafaktoren Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Staub und Schadgasen ist die Beleuchtung ein wichtiger Eckpfeiler für eine tiergerechte Haltung von Schweinen.

Laut 1. Tierhaltungs-Verordnung muss den Tieren im Tierbereich des Stalles über mindestens acht Stunden pro Tag eine Lichtstärke von mindestens 40 Lux zur Verfügung stehen. 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. Allgemeine Informationen zur Beleuchtung in Ställen finden sich im ÖKL-Merkblatt Nr. 72 „Licht im Rinderstall“.

In nachfolgendem Beitrag soll geklärt werden, ob diese Vorgaben den Bedürfnissen der Schweine entsprechen und wie eine dem Stand der Technik entsprechende Beleuchtung optimal in ein Stallgebäude integriert werden kann.

Bedeutung von Licht

In der Tierhaltung hat das Licht mehrere Funktionen – zum einen ist es wichtig für das Sehen von Tier und Mensch, zum anderen ist es unabdingbar für eine umfassende Tierkontrolle. Darüber hinaus ist das Licht auch Zeitgeber für periodisch wiederkehrende, physiologische und ethologische Abläufe. Schweine sind grundsätzlich tagaktive Tiere und das Tageslicht ist der natürliche Zeitgeber.

¹ HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Abteilung für Stallklimatechnik und Nutztierschutz, Raumberg 38, A-8952 IRDNING-DONNERSBACHTAL

* Ansprechperson: Ing. Irene MÖSENBACHER-MOLTERER, E-Mail: irene.moesenbacher-molterer@raumberg-gumpenstein.at

Von großer Bedeutung ist der Licht-Dunkel-Wechsel im Laufe des Tages, dadurch werden die Aktivitäts- und Ruhephasen der Tiere entscheidend beeinflusst. Im Bereich der Zucht ist die Veränderung der Tageslichtlänge ausschlaggebend, sie legt bei Tieren mit saisonal unterschiedlich ausgeprägter sexueller Aktivität den Brunstzeitraum fest. Bei ununterbrochener Dunkelheit, aber auch bei ununterbrochenem Licht, würde der Tagesrhythmus der Tiere zusammenbrechen.

Das Verhalten der Vorfahren und die Anatomie und Physiologie des Auges legen nahe, dass das domestizierte Schwein am besten an dämmriges Licht angepasst ist. Während die räumliche Schärfe von Schweinen bekannter Weise geringer ist als beim Menschen, muss ihre Fähigkeit, visuell vermittelte, biologisch relevante Aufgaben unter verschiedenen Beleuchtungsstärken zu vervollständigen, erst festgelegt werden (TAYLOR, 2010). Nachstehende Auszüge zeigen klare Tendenzen hinsichtlich der Beleuchtungsstärke, wobei künstliches Licht präferiert wurde.

WALDMANN (2004) beschreibt, dass der Tagesrhythmus durch die Fütterungs- und Pflegeperioden auch bei weitgehend fehlender Beleuchtung aufrechterhalten bleibt. Beleuchtungsstärken von 100 Lux und mehr über 10 bis 12 Stunden am Tag ermöglichen Schweinen, die in fensterlosen Ställen leben, ungestörte Lebensvorgänge einschließlich des Pubertätseintritts bei Jungsauen. Dieser ist bei Beleuchtung mit weniger als 20 Lux verzögert. Jedoch genügen 20 Lux, die durch Fenster einfallen, noch als Zeitgeber für die jahreszeitliche Periodizität. Das Verringern der Beleuchtungsintensität auf tiefe Dämmerung (unter 1 Lux) nimmt den Schweinen weitgehend die visuelle Orientierung und dämpft sowohl die Bewegungsaktivität als auch die Neigung zu Kannibalismus.

Das Sehvermögen der Schweine ist nicht besonders gut entwickelt. Schweine sind farbsichtig, haben aber Probleme, dunkle Farbtöne voneinander zu unterscheiden. Unterhalb einer Beleuchtungsstärke von 12 Lux reduziert sich bei ihnen die Fähigkeit zum Farbsehen und damit ihre Sehschärfe (MAYER, 2006).

In einer weiteren Studie konnten Schweine die für sie angenehmsten Stallbereiche mit unterschiedlich starker Beleuchtung frei wählen. Durch ihr Verhalten bestätigten die Schweine, dass sie Dämmerungstiere sind - Stallbereiche mit Lichtstärken kleiner 4 Lux wurden bevorzugt. Die Mindestbeleuchtungsstärke von 40 Lux wurde von den Schweinen weder stark bevorzugt noch vermieden. Das einzige aktive Verhalten, das von der Beleuchtungsstärke betroffen war, war die Kot- und Harnabscheidung - die Schweine suchten hierfür die heller ausgeleuchteten Bereiche des Stalles auf (TAYLOR, 2005). Auch Ferkel brauchen in der Säugezeit ausreichend lange Dunkelphasen, um eine gute Immunabwehr entwickeln zu können. Werden sie zu lange der Beleuchtung ausgesetzt, verringerte sich ihre Fähigkeit, Antikörper zu bilden. Das heißt, sie können sich weniger gut vor einer Infektion schützen. Vor allem während der Nachtstunden soll das Licht im Stall daher ausgeschaltet bleiben (LESSARD, 2012).

Das natürliche Sonnenlicht wirkt auf vielfältige Weise über einen zeitlichen Rhythmus im Tages- und Jahresgang auf den tierischen Organismus. Dadurch begründet sieht BARTUSSEK (1988) eine dauernde Abschirmung der Tiere



Abbildung 1: Beleuchtung eines Abferkelstalles

von natürlichem Licht als problematisch. Die Gewährung von Auslauf ermöglicht dem Tier dagegen direkten Kontakt mit Sonnenlicht. Mit entsprechenden Fensterflächen sollte dafür Sorge getragen werden, dass die Tiere an den im Freien ablaufenden Lichtrhythmus gekoppelt bleiben und mit Tageslicht von ausreichender Intensität versorgt werden. Lichtprogramme sollten den natürlichen Lichttag einschließen.

In einer Arbeit von ZALUDIK (2002) kam es bei Betrieben mit Kunstlicht zu keinen Schäden am Tier durch Verhaltensstörungen, in einem Fünftel der Betriebe mit ausschließlicher Beleuchtung durch Fenster wurden jedoch verhaltensbedingte Verletzungen an den Tieren festgestellt. Direkt bezogen auf die Auswirkung von Kunstlicht auf Schwanzspitzenläsionen bei Mastschweinen ergab sich in einer Dissertation von SCHNEIDER (2013) jedoch ein anderes Ergebnis: In der Untersuchung nutzten 45,5 % der konventionell arbeitenden Landwirte zusätzlich zum einfallenden Tageslicht Kunstlicht (Lichtprogramm). Diese Variante schnitt ähnlich gut der reinen Tageslichtvariante ab. Die meisten Verletzungen kamen bei Tieren vor, die ausschließlich Kunstlicht als Lichtquelle zur Verfügung hatten. Vermutet wird, dass hierbei kein natürlicher Tag-Nacht-Rhythmus hergestellt werden konnte. Saisonale Unterschiede sowie eine genaue Analyse von Standort und Gestaltung des Stallgebäudes müssten die Unterschiede zwischen diesen beiden Studien begründen können.

Natürliches Licht unterscheidet sich in vielerlei Hinsicht von künstlichem Licht. Ein hohes Maß an natürlicher Beleuchtungsstärke (einschließlich UV) kann laut TAYLOR (2010) Sonnenbrand und Hitzschlag beim Schwein verursachen. Schweine benötigen natürliches oder UV-Licht zur Bildung von Vitamin D3, dieses kann aber auch durch eine ausgewogene Ernährung zur Verfügung gestellt werden.

Es gibt Hinweise in der Literatur über die Auswirkungen von Spektren (farbige Lichter oder Farbbalance Lichter) auf die Schweineproduktion. Bei der Verwendung von rotem Licht wurde es mit großer Wahrscheinlichkeit von den Schweinen als dunkel wahrgenommen. Zeiten der Morgen- und Abenddämmerung wurden nicht untersucht, könnten aber hilfreiche Hinweise liefern in Bezug auf Irritationen durch den Lichtwechsel oder aufgrund von Blendung (TAYLOR, 2010).

Beleuchtungstechnik

Laut RICHTER (2006) sind zur Beurteilung der Beleuchtung drei physikalische Parameter heranzuziehen:

- Beleuchtungsdauer (gemessen in Stunden)
- Beleuchtungsintensität (gemessen in Lux)
- spektrale Zusammensetzung (gemessen in Nanometer Wellenlänge), wobei häufig nur eine grobe Kategorisierung in infrarote Strahlung, sichtbares Licht und ultraviolettes Licht benutzt wird

Zu unterscheiden sind bei der Beleuchtung die qualitativen sowie quantitativen Eigenschaften des Lichts. Qualitativ lässt sich Licht nach dessen Wellenlänge differenzieren, so liegt sichtbares Licht im Bereich von ca. 400 nm bis ca. 760 nm, unterhalb von 400 nm ist die ultraviolette Strahlung definiert, oberhalb von 760 nm die Infrarotstrahlung. Die Beleuchtungsstärke von einem Lux ist dann gegeben, wenn von einer Lichtquelle mit einem Lichtstrom von 1 Lumen eine Fläche mit 1m² im Abstand von 1 m beleuchtet wird (FELLER, 2002).

Tabelle 1: Standardwerte für natürliche Beleuchtung (FELLER, 2002):

Sonniger Sommertag	100.000 Lux
Sonniger Wintertag	9.000 Lux
Trüber Sommertag	4.000 – 20.000 Lux
Trüber Wintertag	900- 2.000 Lux

Im sächsischen Versuchsgut Köllitsch ergab eine Untersuchung in der Schweinehaltung Höchstwerte von 1.073 Lux in den direkt neben den Fenstern gelegenen Buchten (Mittelwert 449 Lux). In den Türbuchten hingegen wurden im Schnitt nur 28 Lux gemessen. Große Fensterflächen und damit extremer Lichteinfall führen dazu, dass sich das Stallinnere erheblich aufheizt. Zudem lassen sich die Fenster je nach Größe des Stallabteiles nicht so verteilen, dass alle Buchten gleichmäßig mit Licht durchflutet werden. Schweine reagieren auf die zusätzliche thermische Belastung, die durch den intensiven Lichteinfall ausgelöst wird, mit einer höheren Wasseraufnahme und versuchen so, den Hitzestress abzumildern. Neben oben genannten Nachteilen kann selbst bei weit über die EU-Vorschriften hinausgehenden Fensterflächenanteilen die Vorgabe von 40 Lux nicht an jeder Stelle im Stall eingehalten werden – mit ein Grund, warum moderne Ställe heutzutage standardmäßig über eine entsprechende Beleuchtungstechnik verfügen (MEYER, 2007).

Der durchschnittliche Sauenhalter verbraucht lt. einer Studie des LfL Bayern pro Jahr rund 400 Kilowattstunden (kWh) Strom pro Sau und der Mäster 40 kWh pro Mastplatz. In beiden Fällen ist die Lüftung der größte Verbraucher. Die Beleuchtung ist mit gut 10% ebenfalls ein großer Stromverbraucher – vor allem bei den Sauen, wo die Infrarotlampen an zweiter Stelle stehen (NEUMANN u. NEIBER, 2014). Aber auch im Maststall kann sich die Investition in eine sparsame Beleuchtungstechnik aufgrund oben genannter Zahlen mehr als auszahlen.

LED-Technik

Wer sich nun mit dem Gedanken anfreundet, in LED-Technik zu investieren, sollte sich vorab über die angebotene Qualität informieren. Nur leistungsstarke LEDs bringen



Abbildung 2: Luxmeter zur Messung der Beleuchtungsstärke



Abbildung 3: Beleuchtung des Ferkelnestes mittels Infrarot-Wärmelampe

genug Licht. LED-Lampen verbrauchen deutlich weniger Strom als Leuchtstoffröhren. Aber ab wann lohnt sich der Einsatz der mehr als doppelt so teuren Lichttechnik im Stall?

Im Lehr- und Versuchszentrum Futterkamp (D) wurde das genauer überprüft. Für den Versuch wurden mehrere Mastabteile mit unterschiedlichen Lichtsystemen ausgerüstet. Jede LED-Röhre kostete im Vergleich zu herkömmlichen Leuchtstoffröhren (30-45 € inkl. Gehäuse) je nach Qualität und Leistungsstärke 50-95 € (inklusive Kunststoffgehäuse 80 bis 125 €).

Das Ergebnis war eindeutig: ab 3.300 Stunden Beleuchtungsdauer pro Jahr bzw. gut neun Stunden je Tag lag die hochwertige LED-Technik bei je 10 installierten Lampen und einer vergleichbaren Lichtstärke preismäßig klar vorn (ROHWEDER, 2013).

Bedenkt man, dass bei LED-Beleuchtung verschiedene Farbspektren möglich sind, so ist auch eine Untersuchung aus dem Haus Düsse interessant (WROBLEWSKI, 2005), welche den Einfluss von blauem Licht auf Mastschweine testete. Die Tiere waren insgesamt ruhiger und entspannter - mitunter durch weniger Rangordnungskämpfe, des Weiteren ergaben sich höhere Magerfleischanteile bei gleichen Zunahmen. Erschwert war jedoch die Tierkontrolle sowie die Beurteilung des Kots (Unterschied zwischen dunklem Kot und Blut). Auch für die Reinigung müssen zusätzliche

Lichtquellen vorhanden sein. Die Vorteile des blauen Lichtes könnte man sich jedoch vor allem bei der Neueingliederung von Sauen, im Abferkelbereich sowie bei Mastgruppen (Kannibalismus) sehr gut zu Nutze machen.

Hinsichtlich der LED-Technik gibt es bereits viele Fabrikate auf dem Markt. Absehen sollte man von Billigangeboten aus dem Internet – unerlässlich ist ebenso mind. Schutzklasse IP 65 und höher (Schutz gegen Staub und Spritzwasser) sowie ein TÜV-/ ENEC-Prüfsiegel für elektrische Komponenten, ggf. GS-Prüfsiegel und CE-Zulassung. Für die Landwirtschaft gibt es eigens entwickelte Lampen bzw. Gehäuse, welche zusätzlich noch vor Ammoniak geschützt sind, um den hohen Ansprüchen der Landwirte gerecht zu werden.

Leuchten der Firma Tridonic, Jennersdorf

Kernstück ist ein LED Chip (Halbleiter $\sim 1 \times 0,5 \text{ mm}$), der in ein Plastikgehäuse mit eingebetteten Kontakten geklebt (gebondet) wird. Der Chip leuchtet im Betrieb ($\sim 3 \text{ V DC}$ und 150 mA) blau. Um ein Weißlicht zu erzeugen, wird das Gehäuse mit einem Spezialsilikon, das mit Phosphore (Leuchtstoffe in Pulverform ca. $50 \mu\text{m}$ Durchmesser) vermischt ist, gefüllt (Dispensprozess).

Im Betrieb wird ein Teil des Blaulichts in das Phosphorlicht umgewandelt (Farbkonversion). Es gibt verschiedene Phosphore (rot, grün, gelb) mit unterschiedlichen Wellenlängen. Durch die individuellen Zusammensetzungen werden die jeweiligen Farbtemperaturen (CCT: $2000\text{K}-8000\text{K}$) und Farbwiedergabewerte (CRI: $70-98$) erzeugt. Mit einer Mid Power LED Type erreicht man nominal 70 lm . Durch Verschaltung mehrerer LED Komponenten (werden auf Leiterplatten gelötet) in Serie und parallel kann man die gewünschten Designs und Lichtstrompakete generieren. Für raue Umgebungsbedingungen werden gut abgedichtete Feuchtraumleuchten eingesetzt, da Ammoniak mit ständiger Feuchte Korrosion bewirkt (KÖBERL, 2017).

Tabelle 2: Vergleich zwischen LED-Technologie und herkömmlichen Leuchtstoffröhren

	LED	Leuchtstoffröhre
Energieverbrauch	28W für 5000lm	50W für 5000lm
Lebensdauer (L80F10)	bis 100.000h	bis 20.000h
Schaltzyklen	>100.000	<50.000
Temperatur Leuchtstoff	$\sim 35^\circ\text{C}$	$\sim 55^\circ\text{C}$
UV-Strahlung	Nein	Ja
Giftstoffe	Nein	Quecksilber
Flicker	$\sim 3\%$ (not visible)	$\sim 10\%$
Spannung	Gleichspannung	Wechselspannung
Zusatzgerät	Konverter AC-DC	Vorschaltgerät (Zündspannung $\sim 5 \text{ kV}$)

Quelle: Tridonic

Die Lichtplanung wird in der Firma Tridonic mit der Software "Dialux" ausgeführt. Mittels Lichtstrom und Abstrahlwinkel der Leuchte sowie Eingabe von Raumabmessung und Umgebung erhält man als Resultat die entsprechenden Lux-Werte.

Schlussfolgerungen

Eine generelle Aussage für die perfekte Beleuchtung eines Stalles ist nicht möglich - es kommt immer auf die Tierart, die interne Aufteilung, Lichteinlässe und auch die Abläufe im Stall an.

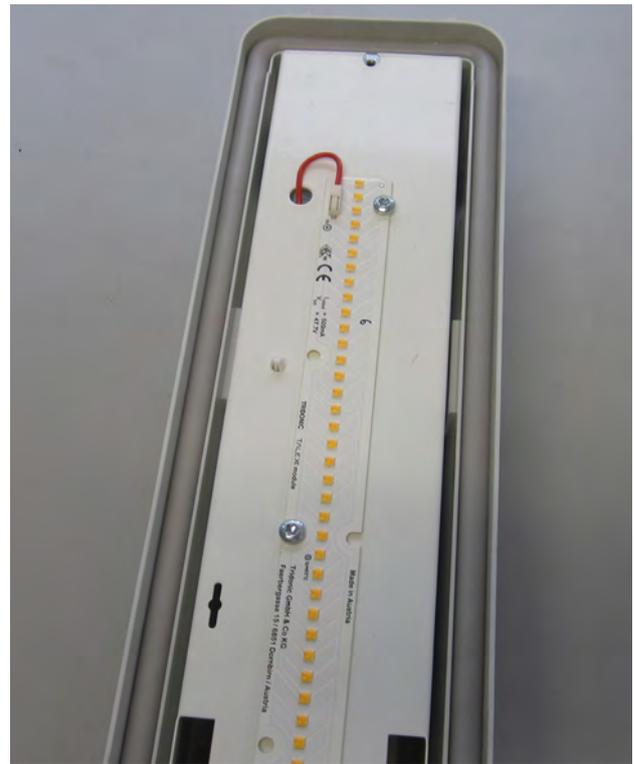


Abbildung 4: LED Modul Tridonic (Gehäuse Schuch), Quelle: Tridonic

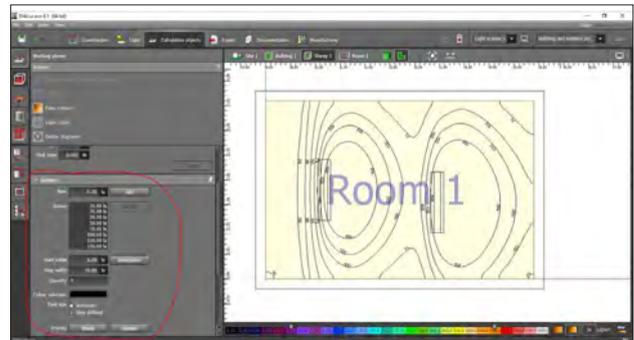


Abbildung 5: Beleuchtungsplanung, Dialux Quelle: Tridonic

Generell ist eine gleichmäßige Beleuchtung von Vorteil, das heißt mehrere Lampen und niedrigere Wattzahlen sind besser, als eine große bzw. punktuelle Beleuchtungseinheit. Wer in Zukunft auf LED setzt, sollte sich zur optimalen Nutzung dieser sparsamen Beleuchtungstechnik auch über ein Lichtprogramm Gedanken machen – gerade im Saubereich zur Verbesserung der Rauscheintensität ($200-300 \text{ Lux}$ im Kopfbereich nach dem Absetzen, $12-14 \text{ h}$ täglich), aber auch in der Mast zur Intensivierung der Aktivität/Futteraufnahme.

Essentiell sind für eine gute Beleuchtungsplanung in erster Linie eine optimale Unterstützung der Leistungsfähigkeit der Tiere sowie eine Steigerung des Wohlbefindens. Hinsichtlich Beleuchtungsstunden und Lichtregime kann ein Zuviel oder Zuwenig entweder Energie verschwenden, oder für eine suboptimale Umgebung sorgen.

TAYLOR (2005) empfiehlt die Schaffung eines Ruhebereiches mit minimaler Beleuchtungsstärke, der sich von den Kotplätzen unterscheidet, wodurch auch die Hygiene ver-

bessert würde – ein frommer Wunsch oder wichtiger Anreiz für die Zukunft, gerade wenn man an Tierwohlställe denkt?

Literatur

- BARTUSSEK, H. (1988): Grundlagen einer naturgemäßen Tierhaltung. In: Naturgemäße Viehwirtschaft – Zucht, Fütterung, Haltung von Rindern und Schweinen, Ulmer Verlag, Stuttgart, 1988, S. 147 – 161
- BLV (2009): Fachinformation Tierschutz - Stallklimawerte und ihre Messung in Schweinehaltungen, Eidgenössisches Departement des Inneren EDI, Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen BLV, Tierschutz, Nr. 8.6_(1)_d, März 2009
- FELLER, B. (2002): Einfluss der Belichtung und Beleuchtung. Praxisgerechte Mastschweinehaltung. BFL Spezial - Aktuelle Empfehlungen. S. 48-50.
- KÖBERL, K. (2017): LED Technologie. Firma Tridonic, Jennersdorf
- LESSARD, M., F. BEAUDOIN, M. MÉNARD, M.P. LACHANCE, J.P. LAFOREST and C. FARMER (2012): Impact of a long photoperiod during lactation on immune status of piglets. In: J Anim Sci. 2012 Oct; 90(10), 3468-76.
- MAYER, C., E. HILLMANN, und L. SCHRADER (2006): Verhalten, Haltung, Bewertung von Haltungssystemen. In: Schweinezucht und Schweinefleischerzeugung – Empfehlungen für die Praxis (Hrsg). Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Völkensrode, 94-109
- MEYER, E. (2007): Viel Licht belastet die Schweine. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Köllitsch, SUS 3/2007, 28-31
- NEUMANN, H. und J. NEIBER (2014): Knipsen Sie die größten Stromfresser aus! top agrar 2/2014, S 25
- PFLANZ, W. und T. JUNGBLUTH (2007): Tier- und umweltgerechte Haltungsverfahren in der Schweinehaltung: Gesamtheitliche Bewertung innovativer Schweinemastverfahren für Baden-Württemberg. Universität Hohenheim, Forschungsbericht
- RICHTER, T. (2006): Krankheitsursache Haltung: Beurteilung von Nutztierhaltungsställen, Enke Verlag, Stuttgart, 29-30.
- ROHWEDER, H.J. (2013): Wann rechnen sich LED-Lampen? top agrar, 06/2013, 30-31
- SCHNEIDER, Y. (2013): Einflussfaktoren auf das Schwanzbeißen bei Mastschweinen unter verschiedenen Umweltbedingungen. Fachbereich Veterinärmedizin der Freien Universität Berlin, Dissertation
- TAYLOR, N. (2010): Lighting for Pig Units. Report compiled for BPEX, Submitted 30.04.2010
- TAYLOR, N., N. PRESCOTT, G. PERRY and C. WATHES (2005): Preference of growing pigs for illuminance. In: Applied Animal Behaviour Science, 96(1), July 2005
- WALDMANN, K.H. und M. WENDT (2004): Lehrbuch der Schweinekrankheiten, Parey Verlag, Stuttgart, 22-24, 33.
- WERATSCHNIG, A., E. ZENTNER, M. SCHEDLER, J. TROXLER, V. LENZ, D. KREUZHUBER (2013): Licht im Rinderstall. ÖKL-Merkblatt Nr. 72, ÖKL-Arbeitskreis Landwirtschaftsbau, 2. Auflage 2013
- WROBLEWSKI, T.(2005): Einfluss von blauem Licht auf Mastschweine. Veterinärspiegel 1/2005, S. 26f
- ZALUDIK, K. (2002): Bewertung praxisüblicher Mastschweinehaltungen in Nordrhein-Westfalen hinsichtlich der Tiergerechtigkeit. Universität Hohenheim, Dissertation

